

ASIAKASRAPORTTI

VTT-CR-00243-26



Liikenneturvallisuuden keskeiset haasteet ja toimenpiteet

Kirjoittajat: Johannes Mesimäki

Esko Lehtonen

Luottamuksellisuus: VTT Unclassified

Versio: 29.4.2026



Raportin nimi Liikenneturvallisuuden keskeiset haasteet ja toimenpiteet	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Liikenne- ja viestintäministeriö	Asiakkaan viite
Projektin nimi Liikenneturvallisuusstrategian päivitystä tukeva selvitys	Projektin numero/Lyhytnimi 144709
Tiivistelmä Tämä raportti kokoaa ajantasaiseen tutkimustietoon perustuvat kuvaukset Suomen liikenneturvallisuuden keskeisistä haasteista ja niihin vaikuttavista toimenpiteistä liikenneturvallisuusstrategian päivitystyön tueksi. Työ nojaa turvallisen järjestelmän (eng. Safe System) lähestymistapaan, jossa lähtökohtana on nollavisio: vakavien loukkaantumisten ja kuolemien ei tule olla hyväksyttävä seuraus inhimillisistä virheistä, ja vastuu liikenneturvallisuudesta jaetaan tienkäyttäjien ja liikennejärjestelmän ylläpitäjien kesken. Tieliikenteen osalta tarkastellaan erityisesti ajonopeuksia, maanteiden kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia, turvalaitteiden käyttöä, ajoterveyttä, päihteitä sekä ikääntyneiden ja nuorten kuljettajien onnettomuuksia. Lisäksi huomioidaan suojaamattomien tienkäyttäjien, kuten jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja sähköpotkulautailijoiden turvallisuus sekä mopo- ja moottoripyöräonnettomuudet. Vesiliikenteen keskeisinä haasteina ovat päihteet, kelluntapukineiden käyttämättömyys ja kiikkerät veneet, jotka usein esiintyvät yhdessä samoissa kuolemaan johtaneissa tapauksissa. Keskeiset toimenpiteet painottuvat turvallisiin ajonopeuksiin (esim. nopeusrajoitusten alentaminen, liikenteen rauhoittaminen ja valvonta), turvalliseen infrastruktuuriin (esim. ajosuuntien erottaminen, erilliset jalankulun ja pyöräilyn väylät, turvalliset ylityspaikat), riskikäyttäytymisen ja ajoterveysriskien hallintaan (esim. päihtyneenä ajamisen ehkäisy, alkolukot ja ajokyvyn arviointi) sekä veneilyn turvallisuuden keskeisiin haasteisiin. Työssä ehdotetaan listaa potentiaalisista mittareista toimenpiteiden ja taustatekijöiden seurantaan, jotta edistymistä voidaan ohjata ennakoivasti.	
Espoossa 29.4.2026 Laatija Johannes Mesimäki, tutkija Esko Lehtonen, erikoistutkija	
Tarkastaja Fanny Malin, tiiminvetäjä	
Luottamuksellisuus	VTT Unclassified
VTT:n yhteystiedot Johannes Mesimäki, johannes.mesimaki@vtt.fi , +358207226441	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaaja. Verkossa avoimesti saatavilla.	
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.	



Hyväksyminen

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Päivämäärä: 05 May 2026

Allekirjoitus:

Signed by:

FF58902FEBF74D6...

Nimi: Fanny Malin

Asema: Tiiminvetäjä



Sisällysluettelo

1.	Johdanto	4
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	4
1.2	Raportin rakenne	4
2.	Turvallisen järjestelmän lähestymistapa ohjaavana viitekehysenä.....	5
3.	Liikenneturvallisuuden keskeiset haasteet.....	8
3.1	Ajonopeudet.....	8
3.2	Kohtaamis- ja suistumisonnettomuudet.....	13
3.3	Turvalaitteiden käyttö.....	16
3.4	Ajoterveys	17
3.5	Päihteet.....	19
3.6	Ikääntyneiden onnettomuudet.....	21
3.7	Nuorten kuljettajien onnettomuudet.....	23
3.8	Pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden vakavat loukkaantumiset sekä kuolemat.....	26
3.9	Kevyiden sähköajoneuvojen, erityisesti sähköpotkulautojen turvallisuus	29
3.10	Mopo- ja moottoripyöräonnettomuudet.....	32
3.11	Vesiliikenne.....	35
4.	Yhteenveto.....	37
4.1	Haasteiden keskeiset taustatekijät ja toimenpiteet	37
4.2	Lopuksi	44
5.	Lähdeviitteet.....	44



1. Johdanto

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Tämän työn tavoitteena oli tuottaa Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) liikenneturvallisuusstrategian päivitystyön tueksi tietoa liikenneturvallisuuden keskeisten haasteiden taustalla vaikuttavista tekijöistä ja ilmiöistä perustuen ajantasaiseen tutkimustietoon. Lisäksi tunnistettiin tutkimustietoon perustuvia toimenpiteitä, joilla haasteisiin voitaisiin vastata.

Tässä työssä ei tunnistettu liikenneturvallisuuden keskeisiä haasteita, vaan ne perustuvat nykyisen liikenneturvallisuusstrategian seurantaryhmässä tunnistettuihin haasteisiin. Tieliikenteen osalta nämä ovat:

- Ajonopeudet
- Kohtaamisonnettomuudet
- Suistumisonnettomuudet
- Turvalaitteiden käyttö
- Ajoterveys
- Päihteet
- Ikääntyneiden onnettomuudet kaikilla kulkutavoilla
- Nuorten kuljettajien onnettomuudet
- Pyöräilijöiden vakavat loukkaantumiset ja jalankulku
- Kevyiden sähköajoneuvojen, erityisesti sähköpotkulautojen turvallisuus
- Mopo- ja moottoripyöräonnettomuudet

Lisäksi vesiliikenteessä haasteiksi on tunnistettu:

- Päihteet
- Kelluntapukineet
- Kiikkerät veneet

Kaikille liikenneturvallisuuden haasteille laadittiin ajantasaisen tutkimuskirjallisuuden perusteella kuvaus haasteesta ja sen taustalla vaikuttavista ilmiöistä. Lisäksi kirjallisuuden perusteella laadittiin ehdotus keinoista, joilla haasteisiin voidaan vastata. Kirjallisuutta haettiin ensisijaisesti Google Scholar- ja Scopus-tietokannoista. Toimenpide-ehdotuksissa huomioitiin niiden potentiaali vähentää liikenteen kuolemia ja vakavia henkilövahinkoja sekä turvallisen järjestelmän (eng. Safe System) lähestymistapa.

1.2 Raportin rakenne

Luvussa 2 kuvataan turvallisen järjestelmän lähestymistapa sekä miten se eroaa ”perinteisestä” liikenneturvallisuusajattelusta. Luvussa 3 tarkastellaan jokaista liikenteen turvallisuushaastetta erikseen. Aluksi turvallisuushaasteeseen perehdytään esimerkiksi tilastojen avulla, minkä jälkeen tar-



kastellaan ilmiöitä, jotka vaikuttavat haasteen taustalla. Lopuksi ehdotetaan toimenpiteitä turvallisuuden parantamiseksi. Toimenpiteiden osalta on suluissa ilmaistu mihin turvallisen järjestelmän pilariin ne kohdistuvat. Vesiliikenteen osalta pilareiden nimet on sovellettu vesiliikenteeseen sopiviksi (Turvalliset tienkäyttäjät → Turvalliset veneilijät). Yhteenvedossa haasteet ja toimenpiteet kootaan yhteen turvallisen järjestelmän pilareiden mukaisesti. Lopuksi esitetään mittareita liikenneturvallisuuden paranemisen seurantaan.

Monet liikenneturvallisuuden haasteista liittyvät toisiinsa. Tämän takia eri haastelukujen välillä on myös viittauksia toisiinsa. Jokainen haasteluku on kuitenkin rakennettu niin, että sen voi lukea ilman, että on lukenut muita haastelukuja. Yleiskuvaa kaipaava lukija voikin hyvin aloittaa yhteenvedosta ja syventyä haastelukuihin kiinnostuksen mukaan.

2. Turvallisen järjestelmän lähestymistapa ohjaavana viitekehyksenä

Liikenneturvallisuuden parantuminen on monessa maassa hidastunut ja on entistä vaikeammin saavutettavaa. Kehityksen parantamiseksi ja erityisesti vakavien loukkaantumisten ja kuolemien vähentämiseksi liikenneturvallisuustyötä ohjaavia periaatteita on kehitetty järjestelmällisempään suuntaan [1]. Keskeisimpänä tuloksena on turvallisen järjestelmän (eng. Safe System) lähestymistapa, jonka juuret ovat Ruotsin nollavisio-tavoitteessa ja alankomaalaisessa Sustainable Safety -lähestymistavassa [2]. Nollavision mukaan kenenkään ei tarvitsisi kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä, ja fokus tulisi siirtää yksittäisten tienkäyttäjien virheiden estämisestä koko liikennejärjestelmän kattavaan tarkasteluun.

Turvallisen järjestelmän lähestymistapa on kokonaisvaltainen ja järjestelmälähtöinen lähestymistapa liikenneturvallisuuteen, joka perustuu ensisijaisesti liikennekuolemien ja vakavien loukkaantumisten estämiseen. Lähestymistavassa tunnistetaan, että tienkäyttäjät tekevät rutiinimaisesti inhimillisiä virheitä, mutta nämä virheet eivät saisi johtaa vakaviin seurauksiin. Tieliikennejärjestelmän kaikkien osien tulisi siis olla suunniteltu ihmisten kykyjen, virhealttiuden ja törmäysvoimien sietokyvyn mukaan.

Turvallisen järjestelmän lähestymistapa on otettu käyttöön liikenneturvallisuusstrategioita ohjaavaksi viitekehykseksi useassa maassa, kuten Alankomaissa, Ruotsissa ja Norjassa. Elvik ja Nævestad [1] totesivat, että turvallisen järjestelmän lähestymistavan käyttöönotto Norjassa paransi liikenneturvallisuutta enemmän kuin mitä se olisi ilman lähestymistavan käyttöönottoa parantunut. Lisäksi Elvik [3] arvioi, että liikennekuolemat Norjassa voisivat vähentyä 50–70 %, jos liikennejärjestelmä toimisi täysin turvallisen järjestelmän lähestymistavan periaatteiden mukaisesti.

Turvallisen järjestelmän lähestymistavassa liikenneturvallisuuden päävastuu on yksittäisten tienkäyttäjien sijaan niillä tahoilla, jotka osallistuvat tieliikennejärjestelmän suunnitteluun. Näitä ovat esimerkiksi tienpitäjät sekä teiden suunnittelijat ja rakentajat. Lisäksi ajoneuvovalmistajilla, ajoneuvojen turvallisuuden vaatimuksia asettavilla viranomaisilla, poliisilla ja onnettomuuksien jälkihoitotoimenpiteitä tekevillä on oma vastuunsa liikenneturvallisuuden edistämisessä. Tienkäyttäjien odotetaan noudattavan liikennesääntöjä, mutta liikennejärjestelmä pyritään suunnittelemaan niin, että se minimoi seurausten vakavuuden onnettomuuden sattuessa. Jaetun vastuun tarkoituksena on, että liikennejärjestelmän eri osat paikkaavat toistensa puutteita. Jos tienkäyttäjä tekee virheen, järjestelmän muut osat, kuten sallivampi infrastruktuuri ja turvalliset ajonopeudet, toimivat estääkseen vakavat loukkaantumiset ja kuolemat.



Turvallisen järjestelmän lähestymistapa perustuu kuuteen pääperiaatteeseen [4], [5]:

- **Nollavisio:** Yhtäkään kuolemaa tai vakavaa loukkaantumista ei tarvitse tapahtua. Turvallisen järjestelmän lähestymistavassa keskitytään ensisijaisesti kaikkein vakavimpien onnettomuuksien estämiseen ja lieventämiseen. Liikennejärjestelmän suunnittelussa turvallisuuden tulisi olla tärkein prioriteetti.
- **Ihmiset tekevät rutiininomaisesti inhimillisiä virheitä:** Tieliikennejärjestelmän suunnittelussa huomioidaan ihmisten kyvyt ja erehtyväisyys niin, etteivät inhimilliset virheet johda vakaviin seurauksiin.
- **Ihmiset ovat fyysisesti haavoittuvaisia:** Tienkäyttäjien ei tulisi altistua ihmiskehon törmäysenergian sietokyvyn ylittävälle voimille. Tällöin liikenneturvallisuuden tärkeysjärjestyksessä edellä on aina haavoittuvaisin tienkäyttäjä. Esimerkiksi teillä missä pyöräilijät ja moottoriajoneuvot käyttävät samaa tilaa, ajonopeuksien on oltava sellaiset, että törmäyksen sattuessa vakavilta seurauksilta todennäköisesti vältytään.
- **Jaettu vastuu:** Jokaisella tieliikennejärjestelmän suunnitteluun, rakentamiseen, hallinnointiin, valvontaan ja käyttöön osallistuvalla sekä onnettomuuksien jälkihoidosta huolehtivalla on oma vastuunsa liikenneturvallisuuden varmistamisessa. Toisin sanoin, järjestelmän ylläpitäjät ovat vastuussa turvallisen ympäristön luomisesta, ja tienkäyttäjät ovat vastuussa turvallisuudesta liikennekäyttäytymisestä. Julkisilla tienpitäjillä on suurin vastuu, mutta muiden tahojen vastuut ovat perinteiseen liikenneturvallisuustyöhön verrattuna suuremmassa roolissa. Tienkäyttäjien odotetaan toimivan liikennesääntöjen mukaan.
- **Turvallisuus on ennakoivaa:** Liikennejärjestelmän ylläpitäjien tulisi ennaltaehkäistä onnettomuuksia tunnistamalla ja puuttumalla tieliikennejärjestelmän piileviin riskitekijöihin. Turvallisuutta seurataan onnettomuusmäärien ja henkilövahinkojen lisäksi muilla mittareilla, kuten ajonopeuksilla ja päähtyneenä ajamisen yleisyydellä (ks. eurooppalaiset Baseline ja Trendline -hankkeet [6], [7]).
- **Monikerroksinen suojaus:** Monikerroksinen suojaus pyrkii estämään vakavat henkilövahingot. Jos yksi suojauksen kerros pettää, muut tasot voivat estää vakavat seuraukset.

Lisäksi lähestymistapa perustuu yllä mainittujen periaatteiden ohjaamiin viiteen pilariin [4], [5]:

- **Turvalliset tienkäyttäjät:** Tienkäyttäjien odotetaan noudattavan liikennesääntöjä ja toimivan turvallisesti huolehtimalla ajokunnostaan ja olemalla tarkkaavaisia liikenteessä.
- **Turvalliset ajoneuvot:** Ajoneuvot tulisi suunnitella mahdollisimman turvallisiksi. Uudemmat teknologiset turvallisuusratkaisut, kuten automaattiset kuljettajien tukijärjestelmät, sekä perinteisemmät ratkaisut, kuten turvatyyny, auttavat sekä estämään onnettomuuksia että lieventämään niiden seurauksia.
- **Turvalliset ajonopeudet:** Törmäysten seurauksia voidaan lieventää rajoittamalla ajonopeuksia. Tarkoituksena on välttää törmäystilanteissa sellaiset nopeudet, jotka johtavat ihmiskehon sietokyvyn ylittävään törmäysenergiaan. Esimerkiksi jalankulkijan todennäköisyys kuolla kasvaa huomattavasti, kun törmäysnopeus ylittää 30 km/h [8].
- **Turvalliset tiet ja infrastruktuuri:** Tieympäristöt suunnitellaan sallimaan inhimilliset virheet ja huomioimaan ihmiskehon törmäysenergian sietokyvyn rajat siten, ettei vakavia henkilövahinkoja synny. Esimerkiksi jalankulkijat ja pyöräilijät pyritään erottamaan moottoriajoneuvo-liikenteestä. Lisäksi erilaisilla infrastruktuuriratkaisuilla, kuten keskikaiteilla, on mahdollista lieventää onnettomuuksien seurauksia maanteillä.



- **Korkeatasoinen onnettomuuden jälkeinen hoito:** Parannetaan selviytymisen mahdollisuuksia nopeuttamalla ja parantamalla hoitoa onnettomuuden jälkeen. Onnettomuuden jälkeiseen hoitoon voi sisältyä myös onnettomuustutkinta sekä oikeusjärjestelmän toimet onnettomuuden jälkeen.

Turvallisen järjestelmän lähestymistapa eroaa selvästi perinteisestä lähestymistavasta liikenneturvallisuuteen (Taulukko 1). Perinteisesti fokuksena on ollut tyypillisesti yksittäisten tienkäyttäjien tekemien virheiden estäminen mm. koulutuksen ja valistuksen kautta. Tavoitteena on usein ollut kaikkien onnettomuuksien vähentäminen sen sijaan, että pyritään ensisijaisesti estämään tai lieventämään vakavimpia onnettomuuksia. Vastuuta jakamalla ja turvallisuuden moniulotteisempi seuranta mahdollistaa myös sen, että turvallisuutta edistetään laaja-alaisemmin ja ennaltaehkäisevästi, eli ennen kuin vakavia henkilövahinkoja pääsee tapahtumaan.

Taulukko 1. Turvallisen järjestelmän lähestymistavan ja perinteisen lähestymistavan keskeiset erot [9].

	Turvallisen järjestelmän lähestymistapa	Perinteinen lähestymistapa
Lähestymistavan fokus	Kuolemat ja vakavat loukkaantumiset	Törmäykset
Juurisyyt	Laaja kokoelma tekijöitä, jotka vaikuttavat vakavien henkilövahinkojen syntyyn	Tienkäyttäjien käyttäytyminen
Vastuu	Ensisijaisesti liikennejärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen vaikuttavat tahot	Yksittäiset kuljettajat
Parannustoimenpiteiden keskeinen lähestymistapa	Ennakoiva, järjestelmällinen strategia turvallisen tieliikennejärjestelmän luomiseksi	Reaktiiviset onnettomuusperusteiset parannustoimenpiteet
Tavoite	Kuolemien ja vakavien loukkaantumisten kokonaisvaltainen ja riskiperusteinen estäminen ainoana eettisesti hyväksyttävänä vaihtoehtona	Onnettomuuksien vähentäminen onnettomuushistorian ohjaamana

Turvallisen järjestelmän lähestymistavan kokonaisvaltainen käyttöönotto liikenneturvallisuustyötä ohjaavaksi viitekehykseksi on osoittautunut haasteelliseksi eri maissa. Haasteita on aiheutunut mm. siitä, ettei aina ole yhteiskunnallista tai poliittista tukea kaikille periaatteille, kuten turvallisille ajonepeuksille [10]. Lisäksi ei ole aina selvää, miten lähestymistavan periaatteita tulisi implementoida käytännön tasolla, eikä kaikista parhaista toimintatavoista ole yksimielisyyttä [1], [2]. Tämä on johtanut siihen, että jokaisen turvallisen järjestelmän lähestymistapaa implementoivan tahon on itse sovellettava sitä omaan ympäristöönsä sopivaksi. Lähestymistavan tulkintoihin vaikuttaa implementoijien organisaatiot, roolit ja taustat, ja tulkinnat voivat vaihdella saman maan organisaatioiden välillä [2], [11]. Lähestymistavasta ei ole Suomessakaan selkeää yhteistä tilannekuvaa keskeisten toimijoiden kesken [12].



Victorian osavaltio Australiassa otti turvallisen järjestelmän lähestymistavan liikenneturvallisuustyötä ohjaavaksi viitekehykseksi vuonna 2004. Lähestymistavalla on arvioitu olevan selkeä vaikutus osavaltion liikenneturvallisuuspolitiikkaa ohjaavaan viitekehykseen, mutta rajallisia konkreettisia vaikutuksia sääntelyyn, tavoitteisiin ja ohjauskeinoin [11]. Lähestymistavan implementoinnin käytännön haasteina ovat periaatteiden johdonmukainen integrointi kaikilla liikenneturvallisuustyön tasoilla sekä eri organisaatioiden välisen yhteistyön vaikeus. Lähestymistavan vaikutus korostuu siis selkeästi yleisellä tasolla, mutta heikkenee sitä mukaa kun siirrytään konkreettisiin toimenpiteisiin. Myös Evenson ym. [13] havaitsi haasteita konkreettisten toimenpiteiden implementoinnin suhteen Yhdysvalloissa: Niistä yli 50 000 asukkaan kaupungeista, jotka olivat omaksuneet turvallisen järjestelmän lähestymistavan, noin 67 % oli määritellyt visiolle konkreettisen tavoitteen, noin 45 % oli julkaissut suunnitelman tavoitteen saavuttamiseksi ja vain noin viidellä prosentilla oli järjestelmä liikenneturvallisuuden parantamisen seurantaan.

Viimeaikaisen selvityksen mukaan turvallisen järjestelmän lähestymistavan periaatteita ilmenee implisiittisesti Suomen liikenneturvallisuusstrategian (2022–2026) tavoitteissa ja rakenteessa, mutta ei virallisena sitä ohjaavana viitekehyksenä [12], [14]. Strategia kuitenkin pohjautuu nollavisioon, jaetun vastuun periaatteeseen ja korostaa liikennejärjestelmän tarvetta kompensoida inhimillisiä virheitä [12]. Myös muiden strategian keskeisten elementtien, kuten pitkän aikavälin liikenneturvallisuustavoite, poikkihallinnollisuus, jaettu vastuu sekä monipuoliset seurannan mittarit, havaittiin noudattavan turvallisen järjestelmän periaatteita. Toisaalta keskeiseksi haasteeksi tunnistettiin toimenpiteiden kohdentuminen ja niiden laatu. Esimerkiksi selkeä enemmistö strategian toimenpiteistä liittyy turvallisiin tienkäyttäjiin järjestelmän muiden osien sijaan [12]. Lisäksi strategiasta puuttuu toimintaa ohjaavat välitavoitteet ja keskeisimpien liikenneturvallisuushaasteiden määrittely [12], [14].

3. Liikenneturvallisuuden keskeiset haasteet

3.1 Ajonopeudet

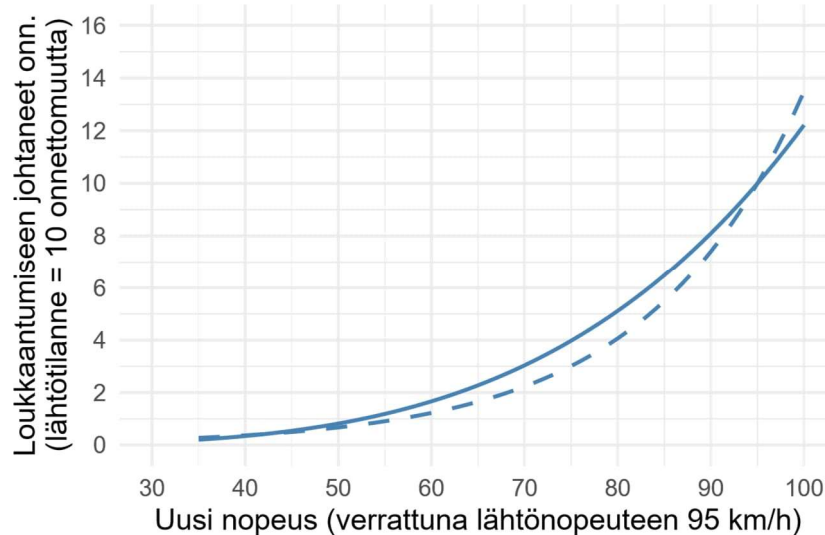
Ajonopeus on vahvasti yhteydessä liikenneonnettomuuksien syntyyn ja niiden vakavuuteen [8], [15], [16], [17]. Noin puolet (51 %) kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien aiheuttajakuljettajista ajoi ylinopeutta vuosina 2019–2023 [18]. Turvallinen tilannenopeus voi olla olosuhteista riippuen myös tien nopeusrajoitusta pienempi [19]. Korkea ajonopeus vaikuttaa onnettomuuksien syntyyn mm. lyhentämällä kuljettajan käytössä olevaa reagointiaikaa ja pidentämällä jarrutusmatkaa.

Turvallisen järjestelmän lähestymistavan periaatteiden mukaan ajonopeuksien tulisi olla sellaiset, etteivät ihmiset altistu törmäysvoimien sietokyvyn ylittävälle voimille: Nopeusrajoitus ei saisi ylittää 70 km/h teillä, jossa ajosuuntia ei ole rakenteellisesti erotettu, tai 50 km/h teillä, missä sivutörmäykset ovat mahdollisia. Lisäksi nopeusrajoituksen tulisi olla enintään 30 km/h teillä missä moottoriajoneuvot ja suojaamattomat tienkäyttäjät (esim. jalankulkijat, pyöräilijät) käyttävät suunnitellusti samaa tilaa [3].

3.1.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Ajonopeuden ja onnettomuuksien välinen yhteys: Nopeuden vaikutusta liikenteen henkilövahinkoihin voidaan kuvata Nilssonin [20] potenssimallilla sekä Elvikin [21] eksponenttimallilla (Kuva 1). Molemmat mallit kuvaavat liikennevirran keskinopeuden muutoksen vaikutusta onnettomuuksien määrään, ja myöhemmissä arvioissa niiden on todettu kuvaavan tätä yhteyttä hyvin tarkasti [15], [17]. Muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina, ajonopeuden kasvu lisää onnettomuuksia, ja

nopeuden lasku vähentää onnettomuuksia. Ajoneuvojen turvallisuuden ja teknologian kehittämisestä huolimatta ajonopeus on edelleen keskeinen liikenneturvallisuuteen vaikuttava tekijä [15].



Kuva 1. Ajonopeuden muutoksen suhde loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrään. Yhtenäinen viiva viittaa potenssimalliin (Nilsson) ja katkoviiva eksponenttimalliin (Elvik).

Ajonopeuksien ja onnettomuuksien vakavuuden yhteys: Ajonopeuksien ja onnettomuuksien vakavuuden väliseen yhteyteen liittyy onnettomuusmääriin verrattuna enemmän epävarmuutta, mutta yleisesti ottaen suuremmat törmäysnopeudet johtavat vakavampiin seurauksiin [8], [22], [23]. Törmäystilanteessa vapautuva kineettinen energia kasvaa verrannollisesti ajonopeuden neliöön, joten jo pienikin kasvu ajonopeudessa voi vaikuttaa onnettomuuden vakavuuteen [24].

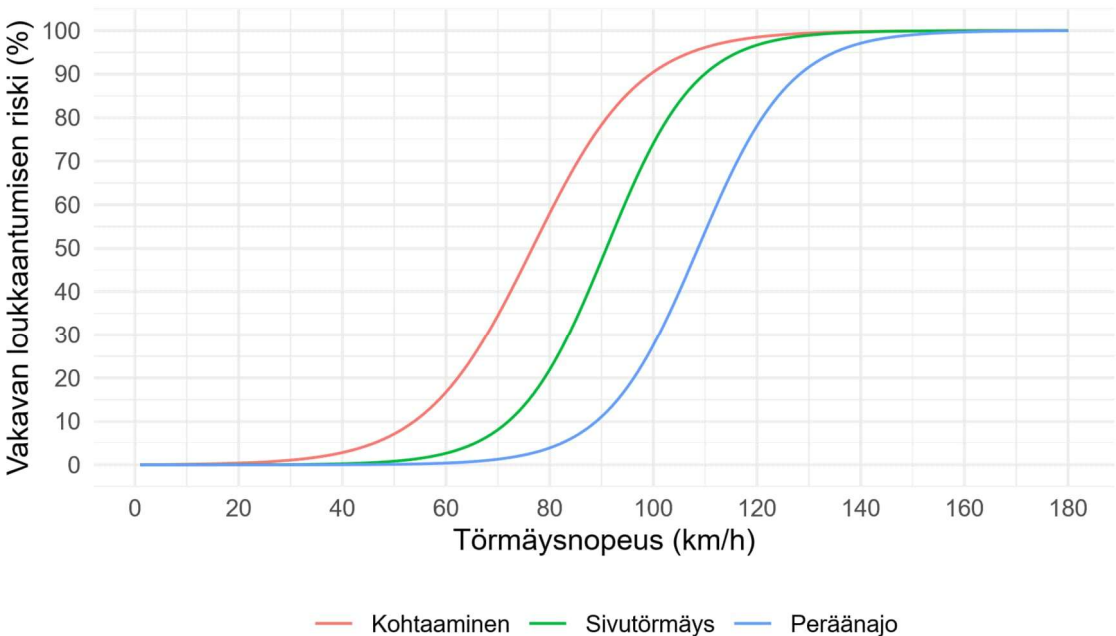
Osapuolten törmäyssuunnat vaikuttavat törmäysnopeuden ja onnettomuuksien vakavuuden yhteyteen. Doecke ym. [22] ja Jurewicz ym. [23] arvioivat henkilöautojen välisiä törmäysnopeuksia tilanteissa, joissa vakavan loukkaantumisen riski on 10 % (Taulukko 2 ja Kuva 2). Jurewicz ym. [23] päätyivät näistä tutkimuksista matalampiin nopeuksiin. Ero tuloksissa johtuu todennäköisesti eri laskentatavoista ja niiden oletuksista. Jurewiczin ym. [23] tutkimuksen riskikäyrät estimoitiin hyödyntämällä aiemmin julkaistuja nopeuden muutoksen ja henkilövahinkoriskin suhdetta kuvaavia malleja sekä yksinkertaistettua nopeuden muutoksen ja törmäysnopeuden välistä muunnosyhtälöä. Arviossa ajoneuvon nopeuden muutos muunnettiin törmäysnopeudeksi olettaen, että törmäys kohdistuu aina ajoneuvon massan keskipisteeseen, jolloin tulokset kuvaavat pahinta mahdollista törmäysskenaariota. Todellisuudessa törmäykset kuitenkin kohdistuvat usein muualle, jolloin törmäysenergiaa voi myös siirtyä enemmän muualle kuin ajoneuvossa oleviin henkilöihin. Doecken ym. [22] tulokset taas perustuvat ajoneuvojen onnettomuustietotallentamien tietoihin todellisissa törmäyksissä. Tutkimuksen aineistoon päätyneissä törmäyksissä autot olivat myös hieman uudempia, kuin mihin Jurewiczin ym. [23] arvion taustalla oleva malli perustuu.

Jalankulkijan riski kuolla törmäyksessä moottoriajoneuvon kanssa kasvaa jyrkästi törmäysnopeuden mukaan. Hussainin ym. [8] laajassa meta-analyysissä todetaan, että jalankulkijan todennäköisyys kuolla liikenneonnettomuudessa kasvaa keskimäärin 11 % per 1 km/h. Jalankulkijan riski kuolla moottoriajoneuvon törmätessä on 5 % törmäysnopeuden ollessa 30 km/h, 13 % nopeuden ollessa 40 km/h ja 29 % nopeuden ollessa 50 km/h.



Taulukko 2. Törmäysnopeudet (km/h), jolloin vakavan loukkaantumisen (MAIS3+) riski on 10 %.

Onnettomuustyyppi	Doecke ym. [22]	Jurewicz ym. [23]
Törmäys jalankulkijaan	-	20
Kohtaaminen	53	30
Sivutörmäys	71	30
Peräänajo	88	55



Kuva 2. Törmäysnopeuden riskikäyrät (mukaillen Doecke ym. [22], s.5).

Ylinopeudet: Suomessa noin puolet (51 %, n=268) kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien aiheuttajakuljettajista ajoi ylinopeutta vuosina 2019–2023. Näistä 44 % ylitti nopeusrajoituksen yli kymmenellä kilometrillä tunnissa [18]. Ylinopeudet ovat Suomessa yleisiä. Vuoden 2023 tietojen perusteella vain 42 % jonojen ulkopuolella ajavista henkilö- ja pakettiautoista ja vastaavasti 30 % kuorma-autoista noudatti nopeusrajoitusta [7]. Maailmanlaajuisesti ylinopeudet myötävaikuttavat noin 54 %:iin kaikista liikennekuolemista, ja vastaava osuus korkean tulotason maissa oli noin 28 % [25].

Elvik [25] arvioi, että liikennekuolemat voisivat vähentyä Norjassa noin 25 % ja vakavasti loukkaantuneiden määrä voisi vähentyä noin 18 %, jos nopeusrajoitusta aina noudatettaisiin. Ylinopeuksien vähentäminen on kuitenkin osoittautunut haastavaksi. Yksittäiselle tienkäyttäjälle ylinopeuden vaikutus onnettomuusriskiin voi tuntua epäselvältä ja kaukaiselta, kun taas suuremmasta ajonopeudesta saatava välitön hyöty koetaan selkeämpänä [26]. ESRA3-kyselytutkimuksen mukaan suomalaiset pitivät ylinopeuden ajamista moottoriteillä ja maanteillä hyväksyttävämpänä kuin muissa Euroopan maissa [27].



3.1.2 Toimenpiteet

Turvallisia ajonopeuksia voidaan ylläpitää parhaiten nopeusrajoitusten ja tieympäristön muutoksilla sekä valvonnalla. Toimenpiteiden tulisi kuitenkin ensisijaisesti ohjata tienkäyttäjää turvalliseen ja olosuhteisiin sopivaan ajonopeuteen nopeusrajoitusten ja infrastruktuurin avulla, ei pelkällä valvonnalla.

Nopeusrajoitusten alentaminen (Turvalliset ajonopeudet): Nopeusrajoitusten alentamista ja sen vaikutusta liikenneturvallisuuteen on tutkittu laajasti, ja yleisesti ottaen nopeusrajoituksen laskeminen vähentää onnettomuuksia ja niiden vakavuutta [15]. Esimerkiksi Ruotsin maanteillä tehtiin merkittävä määrä nopeusrajoitusten muutoksia vuosina 2008 ja 2009. Nopeusrajoitusta nostettiin noin 2 700 kilometrillä ja alennettiin noin 17 800 kilometrillä. Vadeby ja Forsman [28] arvioivat muutosten pitkäaikaista vaikutusta liikenneturvallisuuteen ennen-jälkeen asetelmalla, sisältäen vertailun kontrolliryhmään. Niillä maanteillä, joilla nopeusrajoitus laskettiin 90 kilometristä tunnissa 80 kilometriin tunnissa, kuolemien määrä väheni keskimäärin noin 14 tapauksella vuodessa. Vakavien loukkaantumisen suhteen ei havaittu muutosta. Niillä 2+1 ohituskasteilla, joissa nopeusrajoitus laskettiin 110 kilometristä tunnissa 100 kilometriin tunnissa, vakavien loukkaantumisten määrä väheni keskimäärin 16 tapauksella vuodessa. Vakavat loukkaantumiset lisääntyivät keskimäärin noin 15 tapauksella vuodessa sellaisilla moottoriteillä, joiden nopeusrajoitus nostettiin 120 kilometriin tunnissa.

Suomessa on arvioitu maanteiden nopeusrajoitusten alentamisen vaikutuksia henkilövahinko-onnettomuuksiin [29], [30]. Esimerkiksi 100 km/h tai sitä suuremman nopeusrajoituksen käyttö vain rakenteellisesti erotetuilla tieosuuksilla arvioitiin vähentävän vuosittaisia kuolemia noin 26 % ja vakavia loukkaantumisia noin 19 % sillä tieverkon osalla, jota muutos koskee [29]. Vastaavat osuudet alemman maantieverkon yleisrajoituksen laskemisella 70 kilometriin tunnissa olivat 23 % ja 16 %. Lisäksi vuosien 2010–2014 perusteella talviajan alennettujen nopeusrajoitusten arvioitiin säästävän noin 15 % (n=36) henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista sekä 29 % (n=8) kuolemista niillä teillä, joiden rajoituksia laskettiin [31]. On huomioitava, että keskinopeus maanteillä muuttuu yleensä vähemmän verrattuna varsinaiseen nopeusrajoituksen muutokseen [28], [32]. Elvikin ja Høyen [32] mukaan keskinopeus pienenee noin 3,3 km/h, kun nopeusrajoitusta alennetaan 10 km/h, ja noin 7,3 km/h kun nopeusrajoitusta alennetaan 20 km/h [32].

Nopeusrajoitusten alentaminen 50 kilometristä tunnista 30 kilometriin tunnissa taajama-alueilla voi vähentää jalankulku- ja pyöräilyonnettomuuksia merkittävästi [19], [33], [34]. Yannisin ja Michelarkin [19] katsauksessa nopeusrajoitusmuutoksen vaikutuksista lähes 90 % sisällytetyistä tutkimuksista raportoi onnettomuuksien vähentyneen nopeusrajoituksen muutoksen seurauksena vähintään 5 %, ja noin kolmannes tutkimuksista havaitsi yli 50 % vähenemän. Lisäksi kolmannes tutkimuksista raportoi kuolemien vähentyneen noin 20–35 %, toinen kolmannes noin 35–50 % ja loput yli 50 %.

Ambrosin ym. [34] meta-analyysin mukaan taajamatien nopeusrajoituksen alentaminen 30 km/h kilometriin tunnissa vähentää henkilövahinkoja keskimäärin 18 % (95 % luottamusväli: -12 – -23 %) ja keskinopeutta keskimäärin 4,7 km/h (95 % luottamusväli: -6,4 – -2,9 km/h). Toimenpiteen tehokkuuteen vaikuttaa kuitenkin paikallinen konteksti. Henkilövahingot vähenivät enemmän, kun nopeusrajoituksen lasku yhdistettiin liikenteen rauhoittamiseen verrattuna pelkkään nopeusrajoituksen alenamiseen. Lisäksi 30 km/h aluerajoitusten käyttö osoittautui tehokkaammaksi kuin nopeusrajoituksen alentaminen yksittäisillä tieosuuksilla.

Liikenteen rauhoittaminen ja tiesuunnittelu (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Turvallisia tilanopeuksia sekä nopeusrajoitusten noudattamista voidaan edistää liikennettä rauhoittamalla [35], [36], [37], [38], [39]. Toimenpiteisiin lukeutuvat mm. ajohidasteet, hidastusmutkat ja teiden kaventaminen. Bunnin ym. [35] meta-analyysissä arvioitiin alueellisten liikenteen rauhoittamisen toimenpiteiden vaikutusta liikenneonnettomuuksissa loukkaantuneiden määrään. Analyysiin sisällytettiin tutkimuksia, joissa liikenteen rauhoittamisen vaikutusta arvioitiin vertausryhmällisillä ennen-jälkeen asetelmilla. Kuudentoista tutkimuksen yhdistettyjen tulosten perusteella liikenteen rauhoittamisen arvioitiin vähentävän loukkaantumisia noin 11 %, mutta tutkimusten arviot vähenemän suuruudesta



vaihtelivat huomattavasti (arvion 95 % luottamusväli: 0 – -20 %). Vastaavasti Elvikin [36] meta-analyysissä alueellisen liikenteen rauhoittamisen yhdistetyksi vaikutukseksi arvioitiin 15–20 % vähemmän henkilövahinko-onnettomuuksissa. Liikenteen rauhoittamisen vaikutus oli suurempaa asuinalueilla (noin 25–55 % vähemmän) kuin pääteillä (noin 8–15 % vähemmän).

Käyttäjää ohjaavilla teillä (eng. *self-explaining roads*) tienkäyttäjä ymmärtää vaistomaisesti, minkälaista liikennekäyttäytymistä, kuten sopivaa ajonopeutta, tiellä edellytetään. Tähän voidaan vaikuttaa pitkälti tien rakenteellisilla ominaisuuksilla [40]. Hollantilaistutkimuksen mukaan tienvarsipysäköinti ja pyöräkaistat olivat yhteydessä matalampiin koettuihin sopiviin ajonopeuksiin, kun taas ajosuuntien erotus ja keski- ja reunaviivamerkinnot olivat yhteydessä suurempiin koettuihin sopiviin ajonopeuksiin [40]. Lisäksi erään kanadalaistutkimuksen mukaan tienkäyttäjät noudattivat nopeusrajoitusta sitä paremmin, mitä rajoittuneempi ajoväylä oli [41]. Esimerkiksi pientareiden puuttuminen, kadunvarsipysäköinti ja suurempi liikennemäärä olivat yhteydessä matalampiin ajonopeuksiin. Käyttäjää ohjaavien teiden filosofia edellyttää kuitenkin järjestelmätason johdonmukaisuutta. Samankaltaisten teiden tulisi muodostaa kokonaisuuksia, joihin liittyy samankaltainen ajokäyttäytyminen. Tätä voidaan edistää tie- ja katuverkon luokittelulla.

Nopeusvalvonta (Turvalliset ajonopeudet): Tehokas keino vähentää ylinopeuksia ja erityisesti niistä aiheutuvia vakavia henkilövahinkoja on ajonopeuksien valvonta [42], [43], [44], [45], [46]. Tyyppillisiä keinoja ovat automaattinen kameravalvonta ja poliisin suorittama pistevalvonta. Wilsonin ym. [43] katsauksessa suurin osa tutkimuksista arvioi automaattisen nopeusvalvonnan vähentävän loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia valvotulla tiellä noin 8–50 %, ja vakavaan henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia noin 11–44 %. Nopeusvalvonnan vaikutuksen suuruus vaihteli paljon tutkimusten välillä. Elvikin ja Høyen [46] useampaan tutkimukseen perustuvan yhdistetyn arvion mukaan poliisin suorittama nopeusvalvonta vähentää onnettomuuksia noin 23 % valvontapisteiden välittömässä läheisyydessä, ja noin 17 % kauempana pisteestä. Vastaavasti automaattinen nopeusvalvonta kiinteillä kameratolpilla vähentää loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia valvotulla tiellä noin 19 % ja kuolemaan johtaneita onnettomuuksia noin 47 % [45]. Mallinnukseen perustuvan arvion mukaan nopeusvalvonnan kaksinkertaistaminen Norjassa voisi kokonaisuudessaan vähentää maan liikennekuolemia 6,5 %, vakavia loukkaantumisia 6,3 % ja lieviä loukkaantumisia 4,7 % [47].

Suomalaisarvion mukaan automaattivalvonta Kehä I:llä laski ylinopeuksia merkittävästi. Ennen automaattivalvontaa yli 10 km/h ylinopeuksien yleisyys tiellä oli 11 %, ja vastaava osuus sen käyttöönoton jälkeen oli 2 %. Ajoneuvovirran keskinopeus pieneni noin 1–3 km/h, ja erityisesti suurimmat ajonopeudet alenivat. Henkilövahinko-onnettomuuksien määrän arvioitiin vähentyneen automaattivalvonnan käyttöönoton seurauksena 9–15 % ja kuolleiden määrä 23–25 % niillä tiejaksoilla, joissa ei ollut käynnissä tietöitä [48].

Viime vuosina keskinopeusvalvonta on yleistynyt valvontamenetelmänä [45], [49]. Menetelmä perustuu yksittäisten tunnistettujen ajoneuvojen ajoajan vertailuun kahden ennalta määritetyn pisteen välillä. Elvikin ja Høyen [45] useampaan tutkimukseen perustuvan yhdistetyn arvion mukaan keskinopeusvalvonta vähentää loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia valvotulla tiellä noin 20 % ja vakavaan henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia noin 41 %. Keskinopeusvalvontaa ei ole vielä toteutettu Suomessa, mutta siitä on tehty viiden viikon kokeilu 100 km/h nopeusrajoitetulla tiellä syksyllä 2010. Kokeilussa keskinopeusvalvonta vähensi ylinopeuksia selvästi: sekä yli 105 km/h keskinopeudella että yli 110 km/h keskinopeudella ajaneiden osuudet puolittuivat [50].

Ajoneuvoteknologia (Turvalliset ajoneuvot): Älykäs nopeudenhallintajärjestelmä voi vähentää ylinopeuksia tukijärjestelmällä varustetuissa ajoneuvoissa sekä estää onnettomuuksia [51], [52]. Järjestelmä joko ilmoittaa ylinopeudesta, vaikeuttaa kaasupolkimen käyttöä tai kokonaan estää ylinopeuden. Järjestelmä perustuu satelliittipaikannukseen sekä liikennemerkkien automaattiseen ha-



vainnointiin. Lai ym. [52] arvioivat, että varoittava älykäs nopeusavustin voisi vähentää henkilövahinko-onnettomuuksista kaikilla teillä 2,7 %, moottoriteillä 4,6 % ja 50 km/h nopeusrajoitetuilla teillä 1,3 %, jos kaikki autot olisivat järjestelmällä varustettuja.

3.2 Kohtaamis- ja suistumisonnettomuudet

Suurin osa Suomen maanteillä tapahtuvista kuolemaan tai vakavaan loukkaantumiseen johtaneista liikenneonnettomuuksista on kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia [53]. Nämä onnettomuustyyppit johtavat usein vakaviin henkilövahinkoihin [54]. Kohtaamisonnettomuuksissa ajoneuvot törmäävät vastakkaisista ajosuunnista tullessaan, ja suistumisonnettomuuksissa ajoneuvo ajautuu ajoradan ulkopuolelle ilman törmäystä toiseen tienkäyttäjään [55]. Kohtaamis- ja suistumisonnettomuudet tapahtuvat usein kaksikaistaisilla maanteillä ilman ajosuuntien rakenteellista erotusta tai reunakaiteita [56], [57]. Suomessa vuonna 2024 suistumisonnettomuudet vastasivat 42 % kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista, ja kohtaamisonnettomuudet 36 % [54]. Moottoripyöräilijöiden yleisin onnettomuustyyppi moottoripyöräilijöiden aiheuttamissa onnettomuuksissa on tieltä suistuminen [54] (ks. luku 3.10).

Yhteistä kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksille on, että molemmissa onnettomuustyypeissä ajoneuvo on jostain syystä siirtynyt pois omalta kaistaltaan. Taustalla vaikuttaa usein ajoneuvon hallinnan menetys, vaikka erityisesti kohtaamisonnettomuuksissa ajoneuvon kaistalta siirtymisen syytä voi olla vaikea jälkeenpäin todentaa [57]. Maanteiden kuolemaan johtaneet kohtaamisonnettomuudet painottuivat Suomessa vuosina 2018–2022 talvisten olosuhteiden aikaan, ja niitä tapahtui enemmän kaarteissa kuin suorilla tieosuuksilla [56]. Noin 10 % suorilla tieosuuksilla tapahtuneista kohtaamisonnettomuuksista liittyi ohitustilanteisiin. Maanteiden kuolemaan johtaneita suistumisonnettomuuksia taas tapahtui enemmän kesä-lokakuussa, ja noin puolet tapahtui kaarteissa [56].

3.2.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien taustalla vaikuttavat monet eri tekijät ja onnettomuudet voivat syntyä eri mekanismein. Ajoneuvon hallinnan menettämisellä on kuitenkin keskeinen rooli, ja erityisesti siihen myötävaikuttavat taustatekijät, kuten ylinopeus, väsymys, päihtymys ja heikentynyt ajoterveys, vaikuttavat usein näihin onnettomuuksiin [58], [59], [60]. Näitä taustailmiöitä ja niiden yhteyttä onnettomuuksiin tarkastellaan tarkemmin myös tämän raportin muissa luvuissa. Kuljettajien sairauskohtaukset voivat myös johtaa kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksiin.

Ylinopeus: Ylinopeus voi lisätä kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien riskiä sekä niistä aiheutuvien henkilövahinkojen vakavuutta [22], [58], [59], [60], [61]. Onnettomuusriski kasvaa, kun ajoneuvon hallinnan menettäminen on suurilla ajonopeuksilla todennäköisempää, ja suuremmat törmäysnopeudet pahentavat onnettomuuksien seurauksia (ks. luku 3.1). Ylinopeus on yhteydessä erityisesti suistumisonnettomuuksiin Suomessa. Vuosina 2018–2022 tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa suistumisonnettomuuksissa 54 % (n=92) kuljettajista ajoi vähintään 20 km/h ylinopeutta, ja vastaava osuus kuolemaan johtaneille kohtaamisonnettomuuksille oli 19 % (n=31). Päihtyneenä vähintään 20 km/h ylinopeutta ajoi 42 % (n=70) kuolemaan johtaneiden suistumisonnettomuuksien kuljettajista [56], ja 10 % kuolemaan johtaneiden kohtaamisonnettomuuksien aiheuttajakuljettajista (n=16) [57].

Kuljettajan ikä: Suistumisonnettomuus on alle 23- ja yli 65-vuotiaiden kuljettajien yleisin kuolemaan johtanut onnettomuustyyppi Suomessa [54]. Onnettomuuksiin myötävaikuttavat usein ne tekijät, jotka yleisestikin vaikuttavat ikäihmisten ja nuorten kuljettajien onnettomuuksiin (ks. luvut 3.6 ja 3.7). Esimerkiksi holtiton ajotyyli, tarkkaamattomuus, päihtyneenä ajaminen ja ylinopeus vaikuttavat useammin nuorten kuljettajien suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksiin kuin ikääntyneiden kuljettajien



onnettomuuksiin [58], [62]. Ikääntyneillä kuljettajilla taas sairaudet ja muista syistä heikentynyt havainto- ja toimintakyky myötävaikuttavat onnettomuuksiin nuoria useammin [57], [61]. Ikäihmiset tyypillisesti loukkaantuvat nuorempia vakavammin suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksissa [59], [61], [63].

Ajoneuvon ikä: Suomessa vuosien 2018–2022 kuolemaan johtaneiden suistumisonnettomuuksien henkilö- ja pakettiautot olivat keskimäärin 17 vuotta vanhoja [56]. Ajoneuvojen iällä voi olla yhteys ajoneuvon hallinnan menettämisen todennäköisyyteen (esim. ajoneuvojärjestelmien puute vanhemmissa autoissa) sekä törmäysten seurausten vakavuuteen (esim. vanhempien ajoneuvojen keskimäärin huonompi kyky vaimentaa törmäysenergiaa). Tutkijalautakunnat totesivat ajoneuvojärjestelmien, kuten ajonvakautusjärjestelmien, puutteen myötävaikuttaneen noin 22 %:ssa (n=40) edellä mainituista onnettomuuksista [56]. Myös Khanin ym. [59] tutkimuksessa uudemmat autot (vuosimalli vuoden 2010 jälkeen) olivat yhteydessä lievempiin henkilövahinkoihin suistumisonnettomuuksissa verrattuna vanhempiin autoihin.

Päihtymys: Alkoholin tai muiden päihteiden vaikutuksen alaisena ajaminen lisää ajoneuvon hallinnan menettämisen todennäköisyyttä ja voi siten myötävaikuttaa kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien syntyyn ja onnettomuuksien vakavuuteen [61], [63]. Päihtyneenä ajaminen on yhteydessä erityisesti suistumisonnettomuuksiin [56], [58], [60], [61]. Suomessa vuosien 2018–2022 kuolemaan johtaneiden suistumisonnettomuuksien kuljettajista valtaosa (61 %, n=106) oli päihtyneitä. Vastaava osuus kuolemaan johtaneiden kohtaamisonnettomuuksien aiheuttajakuljettajille oli noin 25 %. Päihtyneiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen tarkastellaan tarkemmin luvussa 3.5.

Sää: Ajoneuvon hallinnan menettämisen todennäköisyys voi kasvaa eri sääolosuhteissa, esimerkiksi tienpinnan ollessa märkä, luminen tai jäinen [64]. Suomessa vuosina 2018–2022 hallinnan menettämisestä aiheutuneet henkilö- ja pakettiautojen sekä raskaiden ajoneuvojen kuolemaan johtaneet kohtaamisonnettomuudet tapahtuivat pääosin liukkailla talvikeleillä [57]. Tien pinnan keliolosuhteiden yhteydestä kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksiin on kuitenkin ristiriitaisia tuloksia tutkimuskirjallisuudessa. Roquen ym. [65] tutkimuksessa kirkas ja kuiva sää oli yhteydessä suurempaan todennäköisyyteen sille, että suistumisonnettomuus ei johtanut henkilövahinkoon. Vaikutus oli suurempi törmäyksissä kiinteisiin kohteisiin verrattuna tilanteisiin, joissa ajoneuvo pyörähti katolle. Toisaalta Dissanayaken ja Royn [61] tutkimuksen mukaan kuivalla tienpinnalla tapahtuneet suistumisonnettomuudet johtivat suuremmalla todennäköisyydellä kuolemaan verrattuna muihin keliolosuhteisiin. Myös Liun ja Fan [63] tutkimuksessa huonot sääolosuhteet kuten vesi- ja lumisade pienensivät kuolemaan johtaneiden kohtaamisonnettomuuksien todennäköisyyttä 6,3 % kirkkaaseen ja kuivaan säähän verrattuna. Tutkimuksessa pohdittiin, että huono ajokeli voi johtaa hitaampiin ajonopeuksiin ja siten pienentää onnettomuusriskiä ja onnettomuuksien törmäysenergiaa. Suomalaistutkimuksen mukaan suhteellinen onnettomuusriski yksittäiselle kuljettajalle on kuitenkin yleisesti korkeampi lumisateella ja erittäin liukkailla tiepinnoilla [66]. Näillä olosuhteilla yksittäisonnettomuuksien riski oli yleisesti korkeampi kuin muiden onnettomuustyyppien vastaava riski.

Sään vaikutus onnettomuusriskiin ja onnettomuuksien vakavuuteen luultavasti riippuu siitä, miten kuljettaja reagoi ajokeliin. Kuivalla ja kirkkaalla kelillä hyvät näkemät ja tien parempi kitka voivat helpottaa ajoneuvon käsittelyä, mutta toisaalta ne voivat kannustaa suurempiin ajonopeuksiin. Vastaavasti huonolla ajokelillä ajoneuvon hallinnan menettäminen voi olla todennäköisempää, mutta sitä voidaan kompensoida varovaisemmalla ajotyyllillä. Tutkijalautakunnat totesivat sään vaikuttaneen taustariskinä noin kolmanneksessa kuolemaan johtaneissa kohtaamisonnettomuuksissa vuosina 2018–2022 [57].

Tieympäristö: Tieinfrastruktuurin eri ominaisuudet voivat myötävaikuttaa kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien syntyyn ja niiden seurauksiin [59], [65]. Yhteistä vakaville kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksille on, että ne tyypillisesti tapahtuvat kaksikaistaisilla taajamien ulkopuolisilla maanteilla [56], [57], [60]. Suomessa vuosina 2018–2022 valtaosa kuolemaan johtaneista maanteiden



henkilö- ja pakettiautojen suistumisonnettomuuksista tapahtui tieosuuksilla ilman sivu- tai keskikaidetta [56]. Muutamassa tapauksessa ajoradalta pois ajautunut ajoneuvo osui kaiteen viistoon alkupäähän tai kaarteeseen reunakaiteeseen. Kaikki kuolemaan johtaneet maanteiden kohtaamisonnettomuudet tapahtuivat keskikaiteettomilla tieosuuksilla [57]. Kirjallisuudessa on viitteitä siitä, että kaiteet voivat pahentaa moottoripyöräonnettomuuksien vakavuutta, mutta tähän liittyvät tulokset ovat hieman epävarmoja (ks. luku 3.10).

Suistumisonnettomuuksia tapahtuu erityisesti tien kaarteissa [56], [57], [67]. Yleisesti ottaen onnettomuusriski on sitä suurempi, mitä tiukempi kaarre on. Lisäksi tiegeometriaan liittyvät kuljettajaa mahdollisesti yllättävät muutokset, kuten kaarteeseen yhtäkkinen tiukentuminen tai sen suunnan muuttuminen kesken kaarteeseen, voivat kasvattaa suistumisonnettomuuksien riskiä [67], [68], [69]. Tieltä suistumisen todennäköisyys kasvaa myös jos peräkkäiset kaarteet ovat hyvin erilaisia, esimerkiksi tiukka kaarre muutaman loivan kaarteeseen jälkeen [67]. Vuosina 2018–2022 Suomessa tapahtui kuolemaan johtaneita maanteiden kaarteiden henkilö- ja pakettiautojen tieltä suistumisista yhteensä 90 onnettomuutta. Näistä vain neljä tapahtui reunakaiteellisilla tieosuuksilla. [56]

Tiegeometria voi vaikuttaa myös kohtaamisonnettomuuksiin. Liun ja Fanin [63] tutkimuksessa kaarteissa ja mäissä tapahtuvat kohtaamisonnettomuudet johtivat todennäköisemmin vakavampiin henkilövahinkoihin verrattuna suoriin ja tasaisiin tieosuuksiin. Kuolemaan johtaneen kohtaamisonnettomuuden todennäköisyys oli 3 % suurempi kaarteissa tai mäissä. Henkilövahinkojen suurempi vakavuus nähtiin aiheutuvan tieympäristöjen huonommista näkemistä ja jarruttamisen vaikeudesta.

Tahalliset kohtaamisonnettomuudet: Erityisesti kohtaamisonnettomuuksista osa on tahallisia tekoja kuten itsemurhia. Suomessa vuosina 2018–2022 taajaman ulkopuolisilla maanteilla tapahtui yhteensä 110 tahallisesti aiheutettua kohtaamisonnettomuutta [57]. Tyypillinen tilanne on henkilö- tai pakettiauton tahallinen törmäys raskaaseen ajoneuvoon. Tilanteet usein johtavat henkilö- tai pakettiauton kuljettajan kuolemaan, ja voivat lisäksi aiheuttaa raskaiden ajoneuvojen kuljettajille henkilövahinkoja, sairauslomia sekä kuntoutuksen ja psykoterapian tarvetta [70]. Tahallisia kohtaamisonnettomuuksia tulisi pyrkiä ehkäisemään itsemurhia ehkäisevän työn kautta [57], [70].

3.2.2 Toimenpiteet

Tiesuunnittelu (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Ajosuuntien erottaminen keskikaiteella voi vähentää erityisesti kohtaamisonnettomuuksia, ja reunakaiteilla voidaan vaikuttaa suistumisonnettomuuksien seurauksiin [71]. Høyen [71] meta-analyysin mukaan keskikaide voi vähentää kaikkia kuolemaan johtaneita onnettomuuksia keskimäärin 36 % ja loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia keskimäärin 9 % verrattuna keskikaiteettomaan tiehen. Vastaavat osuudet reunakaiteille ovat 48 % ja 21 %. Høyen [71] analyysissä toisaalta havaittiin, että keskikaiteet voivat lisätä lievempiä onnettomuuksia, mahdollisesti aiheutuen törmäyksistä keskikaiteisiin. Vastaavasti reunakaiteet voivat lisätä tien keskialueella tapahtuvia onnettomuuksia.

Suomalaisen vertailuryhmällisen ennen-jälkeen-tutkimuksen mukaan keskikaiteiden on arvioitu vähentävän liikennekuolemia erittäin merkittävästi, estäen arviolta neljä kuolemaa viidestä [72]. Tutkimuksessa selvitettiin onnettomuusriskin kehitystä keskikaideteillä sekä vertailuteillä (vähintään 80 km/h nopeusrajoitetut kaksikaistaiset valta- tai kantatiet, joiden keskimääräinen vuorokausiliikenne on vähintään 6 000). Lisäksi tuoreemman kotimaisen selvityksen mukaan keskikaiteellisilla ohituskaistateillä kohtaamisonnettomuuksien riski oli vastaavanlaisiin vertailuteihin verrattuna noin 89 % pienempi [73]. Vakavien henkilövahinkojen riski oli kokonaisuutena keskikaiteellisilla ohituskaistateillä vain noin kolmasosa vertailuteiden riskistä [73].

Ajoneuvon siirtymistä pois omalta kaistaltaan voidaan ehkäistä täristävillä keski- ja reunaviivamerkinnoillä, jotka auttavat erityisesti väsymyksen ja tarkkaamattomuuden aiheuttamissa tilanteissa



[74], [75]. Høyen [75] meta-analyysin mukaan ajosuuntien erottaminen täristävällä keskiviivamerkinällä voi vähentää kaikkia onnettomuuksia keskimäärin 13 % ja kohtaamisonnettomuuksia 32 %. Lisäksi täristävät keski- ja reunaviivamerkinnot yhdessä voivat vähentää kaikkia onnettomuuksia keskimäärin 24 %, suistumisonnettomuuksia 25 % ja kohtaamisonnettomuuksia 30 %. Meta-analyysissä ei arvioitu pelkkien täristävien reunaviivamerkintöjen vaikutusta. Erään kotimaisen selvityksen mukaan täristävät keskiviivamerkinnot yksiajorataisilla teillä vähensivät henkilövahinkoon johtaneita kohtaamisonnettomuuksia ja vasemmalle keskiviivan yli suistumisia noin 10 % [76].

Teiden kaarteet tulisi myös suunnitella ennakoitaviksi ja käyttäjää ohjaaviksi, esimerkiksi välttämällä äkillisiä tiukentumisia, suunnanmuutoksia tai muita ominaisuuksia, jotka voivat tulla kuljettajille yllätyksenä ja siten johtaa ajoneuvon hallinnan menettämiseen [67], [68], [69]. Suistumisonnettomuuksien seurauksia voidaan vähentää leveillä pientareilla sekä törmäysturvallisilla reunavyöhykkeillä, joissa ei ole kiinteitä esteitä tien läheisyydessä. Heijastavilla reunatolpilla voidaan myös pienentää onnettomuusriskiä sellaisissa kaarteissa, joissa kaarteiden suunta on vaikeasti havaittavissa [77]. Lisäksi pientareen suurempi leveys voi lieventää henkilövahinkoon johtavien suistumisonnettomuuksien riskiä ja niiden seurauksia [65], [68]. Myös leveämmät esteettömät reunavyöhykkeet lieventävät onnettomuuksien seurauksia ja sitä kautta pienentävät henkilövahinkojen riskiä [68]. Parempikuntoinen päällyste on yhteydessä pienempään onnettomuusriskiin ja voi helpottaa ajoneuvon hallinnassa pitämistä [78].

Ajoneuvoteknologia (Turvalliset ajoneuvot): Erilaiset kuljettajaa avustavat järjestelmät voivat helpottaa kaistalla pysymistä ja pienentää onnettomuusriskiä [79]. Esimerkiksi kaistavahti voi varoittaa kuljettajaa kaistalta poistumisesta. Lisäksi kaistan keskitysavustimet pitävät ajoneuvon keskitettynä sen kulkemalla kaistalla automaattisella ohjaustoiminnolla. Costa ym. [80] arvioivat, että älykäs kaistavahti voisi vähentää henkilövahinkoon johtaneita suistumisonnettomuuksia keskimäärin 11,5 % (95 % luottamusväli: -1,8 – -21,3 %), jos kaikki autot olisivat järjestelmällä varustettuja.

Nopeusrajoituksen alentaminen (Turvalliset ajonopeudet): Turvallisen järjestelmän lähestymistavan mukaan nopeusrajoitus ei saisi ylittää 70 km/h teillä, joissa ajosuuntia ei olla erotettu rakenteellisesti. Nopeusrajoitusten alentamista tulisi harkita siellä, missä keskikaiteen tai ajosuuntien muunlainen erottaminen ei ole mahdollista tai lähitulevaisuudessa toteutettavissa [3]. Nopeusrajoitusten alentamisen vaikutusta on tarkasteltu tarkemmin luvussa 3.1.2.

eCall (Korkeatasoinen onnettomuuden jälkeinen hoito): Automaattinen hätäpuhelujärjestelmä eCall voi vaikuttaa erityisesti haja-asutusalueilla tapahtuvien suistumisonnettomuuksien vakavuuteen nopeuttamalla onnettomuuden ilmoitusta hätäkeskukseen ja helpottamalla onnettomuuspaikan paikantamista, erityisesti jos onnettomuudella ei ole silminnäkijöitä [81]. Vaikka suurin osa onnettomuuksista ilmoitetaan varsin pian niiden tapahtumisen jälkeen, automaattisilla hätäpuhelujärjestelmillä nähdään olevan suurin potentiaali haja-asutusalueiden yksittäisonnettomuuksissa [81].

Muita toimenpiteitä: Kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksiin vaikuttavat monet tekijät, joita tarkastellaan tämän raportin muissa osioissa tarkemmin. Näitä ovat esimerkiksi ylinopeus (3.1), päihtyneenä ajaminen (3.5), ajoterveys (3.4) ja kuljettajien ikä (3.6 ja 3.7). Näissä luvuissa esitetyt toimenpiteet vaikuttavat osaltaan myös kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien vähentämiseen.

3.3 Turvalaitteiden käyttö

Suomessa turvavöitä käyttävien henkilöajoneuvon kuljettajien ja matkustajien osuus oli kenttätutkimuksen perusteella 97 % vuonna 2024 [7]. Vastaavasti tutkijalautakuntien tutkimissa kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa vuosina 2017–2021 osallisena olleista henkilöauton kuljettajista 70 %, etumatkustajista 78 % ja takamatkustajista 58 % oli käyttänyt turvavöitä [82]. Ilman turvavöitä törmäyksen seuraukset ovat vakavampia, johtaen useammin loukkaantumiseen tai



kuolemaan [83], [84]. Turvavyön käyttämättömyys liittyy usein muuhun riskikäyttäytymiseen kuten päihtyneenä ajamiseen [85].

Lain mukaan autossa matkustavalla lapsella tulee yleensä olla lasten turvalaite siihen asti, kunnes hän on 135 cm pitkä. Tutkijalautakuntien tutkimissa liikenneonnettomuuksissa kuoli 35 0–14-vuotiaasta lasta vuosina 2011–2020 [86]. Heistä 83 % käytti jotain turvalaitetta (turvavyö, turvaistuin, turvakaukalo). Tutkijalautakunnat arvioivat, että 11 jotain turvalaitetta käyttänyttä lasta olisi voinut pelastaa asianmukaisempi ja oikein kiinnitetty turvalaite. Turvalaitteita käyttämättömistä kuudesta lapsesta kolme olisi voinut pelastua kuolemalta turvalaitetta käyttämällä.

Pyöräilijöiden kypärän käyttöä on tarkasteltu luvussa 3.8.

3.3.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Aikuisilla turvavöiden käyttämättömyys liittyy muuhun riskikäyttäytymiseen: Turvavyömuistuttimet ovat olleet jo pitkään uusien autojen vakiovarusteena [87]. Varoitimet voivat osaltaan muistuttaa turvavyön käytön tärkeydestä ja auttaa välttämään unohtumisesta johtuvaa käyttämättömyyttä. Turvavöiden käyttämättömyys on kuitenkin Suomessa harvinaista ja siihen liittyy usein riskikäyttäytymistä kuten päihtyneenä ajamista. Tämän takia turvavöiden käyttöön ei välttämättä pystytäkään vaikuttamaan muistutuksilla [87]. Teknisesti olisi mahdollista estää ajoneuvon käyttö ilman turvavöiden kiinnitystä. Tällaiset järjestelmät voisivat kuitenkin vikaantuessaan haitata ajoneuvon käyttöä.

3.3.2 Toimenpiteet

Turvalaitteiden korkeasta käyttöasteesta huolehtiminen (Turvalliset tienkäyttäjät): Puutteet lasten turvalaitteiden asianmukaisessa valinnassa ja käytössä viittaavat siihen, että valistusta ja koulutusta tarvitaan edelleen. Tutkimusten valossa valistus- ja koulutus turvavyön käytöstä on myös todennäköisesti tehokasta [86]. Kansainvälisesti vertailtuna turvavöiden käyttöaste on Euroopassa ja Amerikoissa korkeampi kuin Aasiassa, Lähi-Idässä tai Afrikassa [88]. On hyvä varmistua siitä, että valistus- ja koulutus turvalaitteiden käytöstä tavoittaa myös maahanmuuttajat. Valistuksen lisäksi turvalaitteiden hyvää käyttöastetta voidaan ylläpitää myös riittävällä valvonnalla. Kameraperusteisella valvonnalla voidaan lisätä turvavyön käyttöä [89]. Turvavyön käytön tunnistuksen automatisointi voisi tehdä tällaisen järjestelmän käytöstä tehokasta.

3.4 Ajoterveys

Ajoterveydellä tarkoitetaan toimintakykyä liikenteessä [90]. Ajoterveyden osa-alueita ovat aistit (näkeminen ja kuuleminen), kognitio (kyky tulkita aistimaansa ja toimia liikenteessä), sekä motoriikka (kyky hallita ajoneuvoa). Ajoterveys voi heikentyä sairauksien, ikääntymisen, päihteiden, lääkkeiden tai vammautumisen seurauksena. Turvallisen järjestelmän periaatteiden mukaisesti jokaisella kulkijalla tulisi olla riittävä toimintakyky liikenteessä toimimiselle.

Vuonna 2014–2018 tutkijalautakuntien tutkimista 907 kuolemaan johtaneesta moottoriajoneuvo-onnettomuudesta 141 (16 %) johtui kuljettajan saamasta sairauskohtauksesta [91]¹. Sairauskohtaus luokitellaan onnettomuuden välittömäksi syyksi yleensä silloin, kun kuljettaja kuolee kesken ajon. Näiden onnettomuuksien aiheuttajissa korostuvat miehet (88 %) ja ikääntyneet (mediaani-ikä 66

¹ Sairauskohtaukseen liikenteessä kuolleita ei lasketa liikennekuolemaksi Tilastokeskuksen virallisessa tieliikenneonnettomuustilastossa.



vuotta). Näissä 141 onnettomuudessa aiheuttajakuljettajalla oli yleisimmin sydänsairaus tai verenpainetauti (n=119 onnettomuutta). Tämä viittaa sydänperäisten ongelmien olevan merkittävä liikenneturvallisuusriski, vaikka todetusta sairaudesta ei suoraan voi päätellä onnettomuuden syytä. Muita todettuja sairauksia olivat diabetes (n=29), aivoverenkierron sairaudet (n=12) sekä epilepsia (n=8), jotka kaikki voivat aiheuttaa ajokyvyn äkillisen menetyksen. Tämän lisäksi mainittuja sairauksia olivat päihderiippuvuus (n=19), liikuntaelinten sairaus (n=18) ja psyykinen sairaus (n=7). Mainitut sairaudet eivät ole toisensa poissulkevia.

Kuljettajan sairauskohtaus johti yleensä yksittäisonnettomuuteen, kuten tieltä suistumiseen (n=106, 75 %). Näistä 21 onnettomuutta tapahtui hitaassa vauhdissa esimerkiksi pysäköintialueella. Neljäsätoista onnettomuudessa (10 %) tapahtui törmäys toisen ajoneuvon kanssa. Hieman yli puolet onnettomuuksista tapahtui haja-asutusalueella (n=122, 87 %). Kuljettajan ajoneuvo oli yleensä henkilö- tai pakettiauto (n=122, 87 %). Raskaiden ajoneuvojen kuljettajia oli 9 (6 %).

Sairaus oli myös 352 (39 %) kuolemaan johtaneessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa taustariskinä. Tällöin onnettomuus ei ole suoraan johtunut sairauskohtauksesta, mutta sairaus on voinut vaikuttaa ajokykyyn. Tarkasteltaessa näitä 353 onnettomuutta taustariskinä korostuu päihderiippuvuus (n=217), psyykkiset sairaudet (n=162) sekä sydän- ja verenpainetauti (n=108). Välittöminä riskeinä näissä onnettomuuksissa olivat ajoneuvon hallintavirheet (n=103, 29 %) jotka useimmiten tehtiin päihtyneinä. Seuraavaksi yleisin välitön riski oli tietoisesti aiheutettu onnettomuus (n=99, 28 %). Näissäkin onnettomuuksissa valtaosassa aiheuttajakuljettajan ajoneuvona oli henkilö- tai pakettiauto (n=304, 86 %).

Turvallisuusriskeinä korostuvat terveysongelmat, jotka voivat aiheuttaa toimintakyvyn äkillisen menettämisen (esim. sairauskohtaukset) tai joissa toimintakyky heikkenee päihteiden tai lääkkeiden käytön takia.

3.4.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Päihteiden käyttö: Käsitellään tarkemmin luvussa 3.5.

Väestön ikääntyminen: Käsitellään tarkemmin luvussa 3.6.

Ajoterveydestä johtuva ajamisen itsesäätely: Heikentyneen ajoterveyden vaikutusta liikenneturvallisuuteen on mahdollista kompensoida vähentämällä ajamista, ajamalla vain itselleen helppoissa olosuhteissa tai lopettamalla ajaminen kokonaan [92]. Esimerkiksi heikentynyttä näkökykyä voidaan kompensoida ajamalla vain päiväsaikaa tai helppoissa olosuhteissa [93], [94].

Ajamisen itsesäätelyn takia kaikki ajoterveysongelmat eivät realisoitu onnettomuuksina, vaikkakin itsesäätelyn positiivisia vaikutuksia ei ole suoraviivaista määrittää johtuen ajoterveysongelmien sekä myös muiden olosuhteiden moninaisuudesta [92]. Ihmiset voivat kuitenkin myös yliarvioida omaa ajoterveyttään, minkä takia itsearviointeihin ei voi luottaa [95], [96]. Tämän takia erityisesti ikäihmisten heikentyneen ajoterveyden takia ulkomailla on kehitetty rajoitetun ajo-oikeuden malleja, joissa ajo-oikeutta on rajoitettu esimerkiksi päiväaikaan, matalan nopeusrajoituksen teille tai tuttuihin ympäristöihin [97]. Ajo-oikeuden rajoittaminen voi olla sosiaalisesti kestävämpi vaihtoehto sen poistamiselle, erityisesti paikoissa ilman vaihtoehtoja yksityisautoilulle [97]. Rajoitetun ajo-oikeuden noudattamisen valvominen olisi kuitenkin vaikeaa, eikä rajoitetun ajo-oikeuden noudattaminen välttämättä estä onnettomuuksia tapahtumasta.



3.4.2 Toimenpiteet

Tekniset mahdollisuudet ehkäistä ajoterveydestä johtuvia onnettomuuksia (Turvalliset ajoneuvot): Ajoneuvojen kehittyneillä ajamisen tukijärjestelmillä on mahdollista ehkäistä onnettomuuksia, jotka johtuvat kuljettajan sairauskohtauksesta. Kehittyneet ajoneuvot pystyvät jo nykyään pysymään kaistalla, pitämään etäisyyden edellä ajavaan sekä tekemään hätäjarrutuksen. Sairauskohtausten tapahtuessa ne voivat ehkäistä erityisesti tieltä suistumisia, matalalla nopeudella tapahtuneita törmäyksiä sekä mahdollisesti törmäyksiä muiden ajoneuvojen kanssa

Ajoterveystestien kehittäminen (Turvalliset tienkäyttäjät): Ajoterveysarvioita tarvitaan silloin kun ajoterveyden epäillä heikentyneen ikääntymisen tai sairastumisen myötä. Kliinisesti relevantteja testejä tulisi kehittää ja testien vaikutusta ajo-oikeuksien määrään sekä ajoterveyteen liittyvien onnettomuuksien määrään tulisi seurata.

Ajoterveystesteinä on käytetty erilaisia havainnointia ja kognitiota mittaavia neuropsykologisia testejä. Yksittäinen testi harvoin antaa luotettavaa kuvaa liikenteestä selviämisestä, joten suositeltavaa on käyttää useita testejä [98], [99].

Kuljettajatutkimuksen teoriakokeen osana uusien kuljettajien täytyy nykyään suorittaa riskientunnistuskoe. Riskientunnistustaitojen on havaittu heikkenevän ikääntymisen myötä, mutta ajokokemus pitää taitoa yllä [100]. Havainnointikyvyn heikkeneminen oli yhteydessä heikompaan riskientunnistukseen ikääntyneillä, mutta kognitiivisten kykyjen heikkenemisen kohdalla tulokset eivät ole yksiselitteisiä. Riskientunnistuskoe voi parhaimmillaan mitata juuri niitä taitoja, mitä kuljettajalta tarvitaan turvalliseen liikenteessä selviämiseen: havainnointia, tilanteen ymmärtämistä sekä vaarojen ennakkointia [101]. Riskientunnistuskoe voi parhaimmillaan mitata juuri niitä taitoja, mitä kuljettajalta tarvitaan turvalliseen liikenteessä selviämiseen: havainnointia, tilanteen ymmärtämistä sekä vaarojen ennakkointia [101]. Riskientunnistuskoe voitaisiin kehittää siten, että sen läpäisemistä voitaisiin edellyttää niin uusilta kuljettajilta kuin heiltä, joiden ajokyvystä on herännyt epäily. Olennaista tällaiselle testille on se, ettei siitä suoriutuminen riippuisi pelkistä nopeista reaktioista tai sujuvasta tietokoneiden käytötaidosta. Ikääntyneiden kohdalla riskientunnistuskokeen reputtamisen jälkeen voitaisiin edelleen harkita ajokoetta oikeassa liikenteessä.

Päihtyneenä ajamisen ehkäiseminen (Turvalliset tienkäyttäjät): Päihteidenkäyttö on merkittävä ajoterveysongelma. Päihtyneenä ajamisen ehkäisemistä käsitellään seuraavassa luvussa.

3.5 Päihteet

Tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista 38 % oli päihtyneiden kuljettajien aiheuttamia vuosina 2018–2022 [102]. Päihdeonnettomuuksista 27 % mukana oli alkoholi, 12 % huumaavat aineet ja 13 % ajokykyyn vaikuttavat lääkkeet. Edellä mainitut kolme kategoriala eivät ole toisensa poissulkevia: erityisesti huumausaineiden vaikutuksen alaisista kuljettajista 77 % oli veressä myös alkoholia tai lääkkeitä.

Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien alkoholirattijuopot eivät ole useinkaan ensimmäistä kertaa päihtyneenä ratissa. Heistä 35 % oli saanut viiden edellisen vuoden aikana vähintään yhden rangaistuksen rattijuopumuksesta. Alkoholin vaikutuksen alaisista kuljettajista valtaosa oli miehiä (87 %). Alkoholionnettomuudet painottuvat viikonloppuihin sekä ilta- ja yöaikaan ja haja-asutusalueille

Päihteet vaikuttavat myös vakavien loukkaantumisten taustalla [102]. Vuonna 2023 poliisin tietoon tulleista vakavista loukkaantumisista 14 % (n=47) tapahtui alkoholirattijuopumusonnettomuuksissa. Kokonaisuutena alkoholionnettomuuksissa kuolleiden ja vakavasti loukkaantuneiden määrä on ollut laskussa vuosina 2015–2024, kun taas muiden päihdeonnettomuuksien määrä on pysynyt samalla tasolla. Suhteellisesti ottaen muiden kuin alkoholista päihtyneiden osuus on siis kasvanut.



Moottoriajoneuvon kuljettaja oli päihtynyt 10 % jalankulkijan tai polkupyöräilijän kuolemaan johtaneista onnettomuuksista vuosina 2018–2022 [102].

Kyselytutkimuksen perusteella B-ajokortin omaava kuljettaja ajoi päihtyneenä 0,6 % matkoista [7]. Edellisen 30 päivän aikana 10,2 % B-kortillisista kuljettajista oli ajanut päihtyneenä. Poliisin puhallutuksiin perustuvan R-tutkimuksen mukaan päihtyneiden henkilö- ja pakettiauton kuljettajien osuus liikenteessä oli 0,2 %.

3.5.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Päihteet lisäävät riskikäyttäytymistä liikenteessä: Päihteet heikentävä ajokykyä, mutta ovat myös yhteydessä riskikäyttäytymiseen. Norjalaistutkimuksessa tarkasteltiin henkilö- ja pakettiautojen kuljettajien sekä moottoripyöräilijöiden kuolemaan johtaneita onnettomuuksia vuosina 2005–2025 ja näihin liittyvää riskikäyttäytymistä [85]. Henkilöauton ja pakettiauton kuljettajilla alkoholi ja stimulantit olivat yhteydessä ylinopeuteen, turvavöiden käyttämättömyyteen sekä ilman ajo-oikeutta ajamiseen. Ylinopeus vaikeuttaa ajoneuvon hallintaa. Korkeampi törmäysnopeus ja turvalaitteiden käyttämättömyys pahentavat törmäyksen seurauksia. Lääkkeiden käyttö ei ollut yhteydessä ylinopeuteen, mutta lisäsi riskiä ajaa ilman turvavöitä ja ajo-oikeutta. Kannabiksen käyttö oli yhteydessä vain ilman ajo-oikeutta ajamiseen. Moottoripyöräilijöillä löytyi vastaavasti alkoholin ja stimulanttien yhteys ajamiseen ilman kypärää tai ajo-oikeutta, mutta ei ylinopeuteen.

Monitahoiset ongelmat päihteiden käytön taustalla: Osalla päihtyneenä ajavista päihteiden käyttö on pitkäaikaista ja taustalla on monisyisiä ongelmia kuten alkoholiriippuvuutta, mielenterveys- tai persoonallisuushäiriö, sekä matala pystyvyysuskomus² päihtyneenä ajamisen välttämiseksi [103], [104], [105], [106].

3.5.2 Toimenpiteet

Alkolukot (Turvalliset ajoneuvot): Alkolukko estää auton käynnistämisen, mikäli kuljettajan hengitysilmassa havaitaan alkoholia. Tällä hetkellä alkolukko mahdollistaa valvotun ajo-oikeuden silloin kun kuljettaja on epäiltynä tai syyllistynyt alkoholirattijuoppouteen eikä ole muusta syystä ajokiellossa [107]. Nykylainsäädännössä alkolukko on vaihtoehto ehdottomalle ajokiellolle. Ajokielto ei kuitenkaan ole tehokas estämään toistuvia rattijuopumuksia, mikäli kuljettajalla on päihdeongelma. Tämän takia olisi parempi, että rattijuopumuksesta tuomitun käytössä olevassa autossa olisi aina alkolukko. Pakollisella alkolukolla on potentiaalia vähentää alkoholipäihtymyksestä johtuvia tieliikennekuolemia ja loukkaantumisia [108]. Tämäkään ei tietenkään estäisi päihtynyttä ottamasta käyttöön jotain muuta kuin omaa ajoneuvoa, mutta lisäisi kynnystä ajaa päihtyneenä huomattavasti. Pakollista alkolukkoa lievempi keino olisi määrätä alkolukko pakolliseksi vain rattijuopumuksen uusijoille tai pidentää rattijuopumuksesta annettavien ajokieltojen kestoja. Pidemmät ajokiellot voisivat tehdä alkolukkojen asentamisesta houkuttelevampaa.

Liikennepäihtymyksestä tuomittujen seuranta ja päihdeongelmien hoito (Turvalliset tienkäyttäjät): Esimerkiksi Yhdysvalloissa liikennepäihtymyksestä tuomituille on luotu ohjelmia, joissa päihdeettömyyttä seurataan testeillä. Seurantaohjelmaan osallistumalla ja päihdeettömänä pysymällä tuomitut ovat voineet välttää vankeusrangaistuksen. Ohjelmat ovat vähentäneet uusia rattijuopumuksia [109]. Liikennepäihtyneiden hoitoonohjausta voitaisiin kehittää ja sen vaikuttavuutta seurata. Liikennepäihtyneiden hoitoonohjausta voitaisiin kehittää ja sen vaikuttavuutta seurata.

² Usko siihen, että pystyy itse tekemään asialle jotakin.



Promillerajan alentaminen ja valvonta (Turvalliset tienkäyttäjät): Suomessa käytössä oleva 0,5 promillen raja on tehokas keino vähentää alkoholirattijuopumuksia sekä rattijuoppojen aiheuttamia vammautumisia ja kuolemia [110]. Rajaa voitaisiin laskea 0,2 promilleen, joka on ollut käytössä esimerkiksi Ruotsissa jo pitkään. Erityisesti nuorten kuljettajien kohdalla tiukempi promilleraja on osoittautunut tehokkaaksi keinoksi vähentää onnettomuuksia ja niiden seurauksia. Yhdysvalloissa useissa osavaltioissa 0,2 promillen rajan käyttöönotto alle 21-vuotiailla kuljettajilla vähensi heidän rattijuopuneena aiheuttamia loukkaantumisia ja kuolemia [110]. Saksassa alle 21-vuotiaiden kuljettajien alkoholin nollatoleranssi otettiin käyttöön vuonna 2007. Tarkastelemalla vuosien 2003–2018 liikenneonnettomuuksia havaittiin nuorten kuljettajien nollatoleranssin vähentäneen heidän alkoholi-onnettomuuksiaan sekä heille alkoholista määrättyjä sanktioita [111]. Kanadan Ontariossa 2009–2010 käyttöön otettu alle 22-vuotiaiden kuljettajien alkoholin nollatoleranssi sekin vähensi heille rattijuopumuksesta annettujen sanktioiden määrää, vaikka rattijuopumusonnettomuuksien määrässä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää laskua [112]. Japanissa promilleraja laskettiin kaikilla kuljettajilla 0,5:stä 0,2:een vuonna 2002, minkä seurauksena rattijuopumusonnettomuuksien määrä väheni suhteessa muiden onnettomuuksien määrään [113]. Matalat promillerajat ovat myös keino rakentaa pitkäjänteisesti liikennekulttuuria, jossa päihteiden vaikutuksen alaisena ajamista ei pidetä hyväksyttävänä [111]. Promillerajoja tulisi myös valvoa ja sanktioita tehokkaasti, jotta niitä noudatettaisiin [112].

3.6 Ikääntyneiden onnettomuudet

Henkilöautoilu, pyöräily ja kävely ovat 65-vuotiaiden ja sitä vanhempien suosituimpia kulkutapoja matkamäärien perusteella Suomessa [114]. Ikäihmisten riski kuolla tai loukkaantua kaikilla näillä kulkutavoilla kasvaa iän myötä [115], [116], [117], ja kuoleman ja loukkaantumisen riski on erityisen suuri pyörällä tai jalan liikkuesssa [116]. Suomessa yli puolet liikenneonnettomuuksissa kuolleista pyöräilijöistä (vuosina 2016–2020) ja jalankulkijoista (vuosina 2017–2021) oli vähintään 65-vuotiaita [118], [119]. Tyypillisiä riskialttiita tilanteita ikääntyneille ovat vasemmalle kääntyminen vastaantulijan liikenteen kaistan yli autolla liikkuesssa, kaatuminen pyöräillessä sekä tien ylittäminen jalankulkijana [116], [120]. Ikääntyneiden liikenneturvallisuus on yhä tärkeämpää, koska heidän osuutensa väestöstä kasvaa.

3.6.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Heikentynyt havainnointi- ja toimintakyky: Ikääntymisen yhteydessä esiintyvät, usein ajoterveyteen liittyvät, tekijät lisäävät ikäihmisten henkilövahinkoriskiä liikenteessä (ajoterveyttä tarkastellaan tarkemmin luvussa 3.4). Näitä ovat mm. kognitiivisten ja motoristen kykyjen heikkeneminen, heikentynyt kuulo- ja näköaisti sekä lisääntyvä fyysinen haavoittuvuus ja haurastuminen [115], [120], [121], [122]. Vaikka ikäihmiset voivat osin kompensoida näistä aiheutuvia vaikutuksia esimerkiksi mittavan ajokokemuksen ja turvallisen ajoasenteen avulla [122], edellä mainitut tekijät sekä niiden yhteisvaikutukset voivat johtaa heikentyneeseen toiminta- ja havainnointikykyyn. Liikenteessä tämä voi ilmetä esimerkiksi tarkkaamattomuutena, reaktioiden viivästymisenä sekä riskien havaitsemisen ja niihin reagoimisen vaikeutena [115], [120], [123]. Lisäksi erilaiset ikääntymisen myötä yleistyvät sairaudet jotka liittyvät näköön, keskushermostoon, muistiin, sydämen toimintaan sekä tuki- ja liikuntaelimiin, voivat edelleen lisätä onnettomuusriskiä sekä johtaa äkillisiin sairauskohtauksiin ja siten aiheuttaa vaaraa myös muille tienkäyttäjille [123]. Sairauksien takia määrätty lääkitykset ja useiden samanaikaisten lääkitysten yhteisvaikutus voivat heikentää ajokykyä varsinaisten sairauksien lisäksi [115], [123]. Päihtyneenä ajaminen voi pahentaa kaikkien edellä mainittujen tekijöiden vaikutusta [124].

Ikäihmisten heikentynyt havainnointi- ja toimintakyky voi vaikeuttaa riskien havainnointia ja myötävaikuttaa onnettomuuksien syntyyn erityisesti liittymäalueilla [115], [120], [125], [126], [127]. Etenkin muiden ajoneuvojen nopeuden arviointi voi vaikeutua. Oxleyn ym. [127] australialaistutkimuksessa



havaittiinkin, että vähintään 65-vuotiaiden kuljettajien onnettomuuksissa yleisin myötävaikuttava tekijä (76 % tutkituista onnettomuuksista) oli vaikeus arvioida sopivaa väliä vastaantulevassa liikenteessä. Onnettomuuden todennäköisyys on erityisen suuri vasemmalle kääntyessä [126].

Fyysinen haavoittuvuus ja haurastuminen: Ikääntymisen myötä lisääntyvä fyysinen haavoittuvuus ja hauraus voivat pahentaa onnettomuuksien seurausten vakavuutta [123], [128], [129]. Esi-merkiksi luiden heikkeneminen ja luukadon yleistyminen lisää murtumariskiä [115], [129]. Lin ym. [130] mukaan 70–74-vuotiaiden riski kuolla yhteenajossa oli noin kaksi kertaa suurempi kuin 30–59-vuotiaiden vastaava riski, ja vähintään 80-vuotiaiden riski oli noin viisinkertainen. Ikäihmisten fyysinen haavoittuvuus ja hauraus lisäävät myös pyöräily- ja jalankulkuonnettomuuksien vakavuutta, mitkä ovat tienkäyttäjien massaerojen takia jo valmiiksi usein vakavia [26], [131].

Polkupyöräily: Ikäihmiset ovat ylliedustettuina polkupyöräonnettomuuksissa Suomessa ja kansainvälisesti [116], [132], [133], [134], [135], [136], ja he myös loukkaantuvat pyöräilyonnettomuuksissa muita ikäryhmiä vakavammin [136]. Scheimanin ym. [135] ruotsalaistutkimuksen mukaan vähintään 65-vuotiaiden miesten ja naisten loukkaantumiseriski oli 2,4 ja 2,2 loukkaantumista vuodessa 1 000 henkilöä kohti. Riskit ovat yli kaksinkertaisia verrattuna saman ikäryhmän loukkaantumiseriskiin henkilöautolla liikkeessä (1,0). Pyöräilyonnettomuuksien riskitekijöihin lukeutuvat edellä mainittu havainnointi- ja toimintakykyyn sekä fyysiseen haavoittuvuuteen liittyvät tekijät, joskin tasapainokyvyllä ja koordinaatiolla on erityinen merkitys [134]. Tyypillinen onnettomuus on yksittäisonnettomuus, yleensä kaatuminen [135]. Loukkaantumisia tapahtuu myös usein pyörän selkään noustessa ja siitä poistuessa [134], [135].

Ikäihmiset ovat ylliedustettuina sähköpyöräonnettomuuksissa. Sähköavusteinen polkupyörä mahdollistaa pyöräilyn vanhemmalla iällä kevyempien fyysisten vaatimusten ansiosta, mutta altistaa pyöräilijät myös suuremmille nopeuksille. Lähes kaikissa Suomessa vuoteen 2021 mennessä tutkituissa sähköpyörällä tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa pyöräilijä on ollut vähintään 65-vuotias [118].

Jalankulku: Ikäihmiset loukkaantuvat jalankulkuonnettomuuksissa nuorempia vakavammin [137]. Tyypillinen onnettomuus tapahtuu tietä ylittäessä [120], [131], [136], [138], [139], [140]. Suomessa ikäihmisten jalankulkijakuolemista noin kolmannes tapahtuu suojatiellä, ja loukkaantumisista yli puolet [116]. Onnettomuuksien taustalla vaikuttaa usein puutteellinen havainnointi- ja toimintakyky [120], [139], [141], mutta myös liikenneympäristöön liittyvät tekijät. Liittymät ovat monimutkaisia liikenneympäristöjä, jossa on tarkkailtava liikennettä useasta suunnasta samanaikaisesti [136]. Valo-ohjatuissa liittymissä jalankulkijoiden ylitysaika voi olla liian lyhyt hitaammin käveleville, mikä voi altistaa heidät moottoriajoneuvoliikenteelle [120], [131]. Lisäksi kapeat jalankulkuväylät [139], [142], korkeat kynnykset kävelyn apuvälineellä liikkeessä ja huono näkyvyys tielle voivat myötävaikuttaa jalankulkijoiden onnettomuuksiin [136].

3.6.2 Toimenpiteet

Tie- ja katusuunnittelu (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Tieympäristöjen suunnittelussa voidaan huomioida ikäihmisten erityistarpeita ja siten edistää heidän turvallista liikkumistaan. Valo-ohjatuissa liittymissä on varmistettava, että myös hitaasti kävelevät jalankulkijat sekä liikkumisen apuvälineitä käyttävät ehtivät ylittää tien vihreän valon aikana [120], [136]. Lisäksi suojateiden merkin-
töjen tulee olla selkeästi näkyvillä, erityisesti valo-ohjauksen puuttuessa [46]. Ajokaistojen välissä olevan korokkeen avulla jalankulkija voi keskittyä huomioimaan ajoneuvoliikenteen yhdestä suunnasta kerrallaan, erityisesti monikaistaisilla teillä [120], [136]. Jalankulun ja pyöräilyn erottaminen omille väylilleen parantaa ikäihmisten turvallisuuden tunnetta liikenteessä, ja erotetut väylät ovat yhteydessä pienempiin onnettomuusmääriin [136], [143].



Liikennettä rauhoittamalla on mahdollista parantaa ikäihmisten liikenneturvallisuutta erityisesti taajama-alueilla. Nopeusrajoitusten tulisi olla taajama-alueiden kaduilla enintään 30 km/h, erityisesti kaduilla ilman valo-ohjattuja liittymiä [136]. Matalampien nopeusrajoitusten noudattamista voidaan parantaa liikennettä rauhoittavilla suunnitteluratkaisuilla [136]. Liikenteen rauhoittamista ja turvallisten tilannenopeuksien edistämistä käsitellään tarkemmin edellä luvussa 3.1.2.

Ajamisen omaehtoisen rajoittamisen tukeminen (Turvalliset tienkäyttäjät): Ikäihmisten ajamisen vähentämisen tai lopettamisen tueksi voitaisiin tarjota tukiohjelmia, jotka auttaisivat käsittelemään siihen liittyvää elämänmuutosta sekä suunnittelemaan elämää ja liikkumista ennen ajamisen lopettamista [144]. Lisäksi ikäihmisille voidaan tarjota heille suunnattua koulutusta, jossa käsitellään ikääntymisen myötä yleistä puutteita ajokyvyssä sekä keinoja sopeuttaa ajotapaa niiden mukaan, kuten opastusta automaattisten tukijärjestelmien käytössä [136].

Ajoneuvoteknologia (Turvalliset ajoneuvot): Kuljettajien automaattiset tukijärjestelmät voivat osin kompensoida ikäihmisten heikentynyttä havainnointi- ja toimintakykyä helpottamalla ajamisen kognitiivisia ja toiminnallisia vaatimuksia [145], [146]. Erityisesti törmäysvaroitin ja automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä voivat vähentää ikääntyneiden kuljettajien henkilöauto-onnettomuuksia [146], [147]. Ikäihminen voi itse pienentää onnettomuusriskiään ja parantaa mahdollisuuksiaan liikkua turvallisesti henkilöautolla hankkimalla tukijärjestelmillä varustetun ajoneuvon.

Joukkoliikenteen ja liikkumispalveluiden edistäminen (Turvalliset ajoneuvot): Joukkoliikenteellä ja muilla liikkumispalveluilla voidaan vähentää ikäihmisten tarvetta toimia itse ajoneuvon kuljettajana ja siten edistää heidän turvallista liikkumistaan. Joukkoliikennevälineiden henkilövahinkoriski on myös yleisesti matalampi kuin yksityisten moottoriajoneuvojen vastaavat riskit [148], [149]. Joukkoliikenteen edistämisessä tulee kuitenkin huomioida mahdolliset kaatumiset ja loukkaantumiset matkojen jalankulkuosuuksilla, ajoneuvoissa matkan aikana sekä ajoneuvoon noustessa ja siitä poistuessa [149].

Ikäihmisille suunnattu palveluliikenne voi olla hyvä ratkaisu erityisesti harvaan asutuilla alueilla, joissa yksityisautoilu on muuten lähes ainoa vaihtoehto liikkumiselle. Tämänkaltaisessa palvelussa matkustajia voidaan noutaa tarpeen mukaan eri kohteista joustavammin kuin tavallisessa joukkoliikenteessä, ja kuljettaja voi auttaa ajoneuvoon nousemisessa ja siitä poistumisessa [150]. Lisäksi joukkoliikennettä voidaan kehittää vastaamaan ikäihmisten tarpeita paremmin paikoissa missä sitä on jo saatavilla, esimerkiksi parantamalla istumismahdollisuuksia pysäkeillä, lisäämällä pysäkkikukulukset ajoneuvoihin ja helpottamalla ikäihmisten kykyä nousta ajoneuvojen kyytiin madaltuvilla linja-autoilla [151].

Ajoterveyden ylläpito ja seuranta (Turvalliset tienkäyttäjät): Ajoterveyden seuranta on erityisen olennainen ikääntyneiden henkilöiden onnettomuuksien estämisen kannalta. Ajoterveyden seurantaa käsitellään tarkemmin luvussa 3.4.2.

3.7 Nuorten kuljettajien onnettomuudet

Nuorten kuljettajien onnettomuuksilla tarkoitetaan onnettomuuksia, joissa osallisena on vähintään yksi 15–24-vuotias kuljettaja. Nuoret kuljettajat ovat yliedustettuina liikenneonnettomuuksissa Suomessa sekä kansainvälisesti [26], [152]. Suomessa nuorten kuljettajien kuolemanriski on väestön kokoon suhteutettuna noin kaksinkertainen verrattuna koko väestöön, ja nuoret muodostavat lähes kolmasosan liikenteessä loukkaantuneista [153]. McCartin ym. [152] kirjallisuuskatsaus osoittaa, että 16–19-vuotiaiden kuljettajien todennäköisyys joutua onnettomuuteen on merkittävästi suurempi kuin yli 24-vuotiailla kuljettajilla, vaikka erot ajosuoritteissa huomioidaan. Erityisesti nuorten miesten loukkaantumisenriski on suuri [26]. Lehtonen ym. [154] tarkasteli uusien kuljettajien riskiä joutua henkilövahinko-onnettomuuteen 12 kk sisällä B-ajokortin saamisesta Suomessa: nuorempi ikä ja miessu-



kupuoli olivat yhteydessä korkeampaan riskiin. Nuorten kuljettajien onnettomuuksien taustalla vaikuttavat ensisijaisesti kokemattomuus sekä joidenkin kuljettajien riskinotto. Riskinotto ilmenee mm. tarkkaamattomuutena, turvavöiden käyttämättömyytenä, alkoholin ja muiden päihteiden käyttönä, ylinopeuksina sekä erilaisina sosiaalisina tekijöinä, kuten vertaispaineena [115], [155], [156], [157].

3.7.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Kokemattomuus: Nuorten kuljettajien onnettomuuksien taustalla vaikuttaa usein kokemattomuus [158], [159]. Kokemattomuudella voi olla suurempi vaikutus kuin riskinotolla erityisesti ensimmäisten ajokuukausien aikana [152], [157], [160], [161], [162], [163]. Yhdysvaltalais tutkimuksen mukaan 16-vuotiaiden uusien autonkuljettajien onnettomuusriski pieneni noin kahdella kolmanneksella ensimmäisen 800 ajokilometrin jälkeen, ja onnettomuusriski oli suurimmillaan ensimmäisen kuukauden aikana ajokortin saamisesta [163]. Nuoret kuljettajat saattavat myös herkästi yliarvioida omia kykyjään ja siten hyväksyä suurempia riskejä liikenteessä [26]: suomalaisten ja alankomaalaisten nuorten kuljettajien parissa tehdyssä tutkimuksessa noin 30–40 % osallistujista arvioi ajotaitonsa paremmaksi kuin ajokokeen vastaanottajan tekemä arvio. Kuljettajat, jotka yliarvioivat ajokykynsä, repottivat ajokokeensa useammin kuin kuljettajat, jotka hieman aliarvioivat ajokykynsä [164].

Riskinotto: Nuoret kuljettajat ottavat vanhempia kuljettajia enemmän riskejä liikenteessä. Taustalla vaikuttavat mm. elämyksenhakuisuus, näyttämisen halu sekä riskien aliarviointi [155]. Nuoret ajavat useammin ylinopeutta, päihtyneenä, tarkkaamattomasti, käyttävät aggressiivista ajotapaa ja jättävät turvavyön useammin käyttämättä [26], [155], [165]. Nuorten kuljettajien onnettomuuksissa korostuu myös ajaminen yöaikaan, mutta näissä onnettomuuksissa aggressiivinen ajotyyli vaikuttaa pimeyttä ja väsymystä enemmän onnettomuuksien syntyyn [157]. Erityisesti nuoret miehet ottavat muita ryhmiä enemmän suurempia riskejä liikenteessä [115].

Muiden nuorten läsnäolo samassa ajoneuvossa on yhteydessä riskialttiiseen ajokäyttäytymiseen, kuten ylinopeudella ajamiseen, erityisesti jos siihen kannustetaan tai autossa matkustavilla on riskejä vähättelevä asenne [155]. Riskinotto vähenee iän myötä aikuisuuteen siirryttäessä aivojen kognitiivisen kontrollijärjestelmän kehittyessä ja itsesäätelykyvyn parantuessa [166]. Turvallisen liikennekäyttäytymisen kannalta olennaiset aivojen osa-alueet, kuten etuotsalohko, ovat täysin kehittyneitä noin 25. ikävuoden kohdalla [26], [155].

Tarkkaamattomuus: Pienistäkin häiriötekijöistä aiheutuva tarkkaamattomuus, kuten katseen siirtyminen pois tiestä ja tieympäristön kapeampi havainnointi, voi heikentää kykyä hallinnoida ajoneuvoa ja siten kasvattaa onnettomuusriskiä [167], [168], [169], [170], [171]. Nuorten kuljettajien tarkkaamattomuuden taustalla vaikuttaa usein väsymys, ajoneuvon oheislaitteiden käyttö (kuten radion säätäminen) sekä mobiililaitteiden käyttö [155], [167], [172]. Lisäksi samassa ajoneuvossa olevien matkustajien toiminta voi aiheuttaa tarkkaamattomuutta [155], [156], [167], [173], [174]. Ouimetin ym. [168] kirjallisuuskatsauksen mukaan kuolemaan johtavan onnettomuuden riskin on arvioitu eri tutkimuksissa olevan noin 1,2–1,9 -kertainen silloin, kun nuoren kuljettajan lisäksi autossa on vähintään yksi matkustaja. Jos matkustajia on vähintään kaksi, riski on jopa 1,7–2,9 -kertainen.

Päihtyneenä ajaminen³: Nuorten kuljettajien onnettomuuksiin vaikuttaa usein alkoholin ja muiden päihteiden käyttö [175], [176]. Nuorilla kuljettajilla on suurempi henkilövahinko-onnettomuuden riski ajaessaan päihtyneenä vanhempaan väestöön verrattuna [124], [177]. Hels ym. [177] tutkivat kuudessa maassa (Suomi, Belgia, Tanska, Italia, Liettua, Alankomaat) eri-ikäisten kuljettajien loukkaantumisriskiä heidän ajaessaan päihtyneenä. Tulosten mukaan 18–24-vuotiaiden riski alkoholin vaikutuksen alaisena ajaessa oli viisinkertainen yli 50-vuotiaihin verrattuna, ja riski pieneni iän myötä. Samankaltainen ero ikäryhmien välillä havaittiin myös muiden psykoaktiivisten huumausaineiden

³ Päihteiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen tarkastellaan yleisemmin luvussa 3.5.



kohdalla. Muita ikäryhmiä suuremman riskin taustalla on muiden samanaikaisten riskitekijöiden vaikutus päihteiden käytön lisäksi, kuten edellä mainitut tarkkaamattomuus, kokemattomuus ja riskinotto [124], [177]. Alkoholin lisäksi nuoret kuljettajat ovat yliedustettuina huumeonnettomuuksien aiheuttajina: Suomessa kuolemaan johtaneiden huumeonnettomuuksien pääaiheuttajista 32 % oli alle 25-vuotiaita vuosina 2018–2022 [176].

Kevyet sähköajoneuvot, mopot ja moottoripyörät: Nuoret kuljettajat suosivat henkilöautojen lisäksi monia muita ajoneuvoja, kuten mopoja, moottoripyöriä, polkupyöriä ja kevyitä sähköajoneuvoja. Näillä ajoneuvoilla on tyypillisesti suurempi onnettomuusriski henkilöautoon verrattuna. Kulku-
muotojen vaikutusta liikenneturvallisuuteen tarkastellaan luvuissa 3.7, 3.9 ja 3.10.

3.7.2 Toimenpiteet

Porrastettu ajokorttimalli (eng. graduated licencing scheme) (Turvalliset tienkäyttäjät): Yksi keskeisimpiä keinoja nuorten kuljettajien onnettomuuksien ehkäisemiseksi on ajamiseen liittyvät väliaikaiset rajoitukset ja ehdot, jotka astuvat voimaan heti ajokortin saamisesta lähtien [115], [155], [161], [167], [178]. Rajoitusten tarkoituksena on vähentää nuorten kuljettajien altistumista riskialttiille tilanteille sekä vähentää riskinottoa. Porrastetulla ajokorttimallilla on mahdollista vaikuttaa erityisesti ensimmäisiin ajokuukausiin, jolloin onnettomuusriski on suurimmillaan. Rajoituksia voidaan poistaa vaiheistettusti ajokokemuksen karttuessa.

Malleja sekä niihin sisältyviä rajoituksia ja ehtoja on erilaisia. Tyypillinen rajoitus on, että nuori kuljettaja saa ajaa vain kokeneemman kuljettajan, tyypillisesti oman vanhemman, matkustaessa samassa ajoneuvossa [167], [179]. Tämän lisäksi samassa autossa olevien matkustajien määrää sekä yöaikaista ajamista voidaan rajoittaa [167], [180]. Joissain malleissa nuorille kuljettajille asetetaan myös matalampi alkoholin verenpitoisuuden promilleraja sekä kovemmat rangaistukset liikennetikkomuksista [178], [181]. Eri meta-analyyseiden tulokset osoittavat, että edellä mainittuja rajoituksia ja ehtoja sisältävät porrastetut ajokorttimallit voivat vähentää 16–17-vuotiaiden kuljettajien onnettomuuksia noin 16–19 %, ja kuolemia noin 18–26 % [178]. Tutkimukset ovat pääosin Yhdysvalloista, ja porrastetun ajokorttimallin käyttöönoton yhteydessä on usein toteutettu muitakin nuorten kuljettajien turvallisuutta parantavia toimenpiteitä, millä on voinut olla vaikutusta tuloksiin.

Porrastettujen ajokorttimallien keskeisenä haasteena on, että niiden valvonta on hankalaa, ja rajoitusten noudattaminen usein vähenee ajokokemuksen karttuessa [179]. Nuoren vanhemmilla voi olla merkittävä rooli rajoitusten noudattamisen ylläpidossa [182], [183].

Riskien ennakointikoulutus (Turvalliset tienkäyttäjät): Riskien ennakointikoulutuksilla on onnistuttu parantamaan nuorten kuljettajien kykyä havaita riskejä liikenteessä [182], [184]. Unverrichtin ym. [33] meta-analyyssissä tarkasteltiin tutkimuksia riskien ennakointikoulutusten vaikutuksista silmänliikeseurantamenetelmällä. Tulosten mukaan virheiden tekoon ja niiden korjaamiseen perustuva riskientunnistuskoulutus voi parantaa nuorten kuljettajien kykyä havaita ja arvioida riskejä. Näissä koulutuksissa kokelaat saavat ensin tehdä virheen, jonka jälkeen heille esitetään turvallinen toimintatapa ja annetaan mahdollisuus harjoitella tilannetta uudestaan. Meta-analyyseiden tulosten mukaan koulutusten vaikuttavuus ei eronnut sen mukaan, toteutettiinko koulutus todellisessa liikenneympäristössä vai ajosimulaattorilla. Toisaalta analyyssissä oli mukana vain muutama todellisessa ajoympäristössä toteutettu tutkimus. Lisäksi Krasniukin ym. [99] tuoreemmassa kirjallisuuskatsauksessa todetaan, että vaikka simulaatioperusteiset interventiot parantavat välittömästi kokelaiden suoritusta simulaattoriympäristössä, vakuuttavaa näyttöä taitojen siirtymisestä todelliseen ajoympäristöön ei ole. Koulutuksen vaikutuksen arvellaan myös vähenevän ajan myötä [99], [185].

Vanhemmat, ystävät ja yhteisö: Nuorten kuljettajien onnettomuuksien ehkäisyssä ei tulisi kohdistaa kaikkia toimenpiteitä pelkästään nuoriin kuljettajiin, vaan laajemman yhteisön, johon nuoret kuuluvat, tulisi myös kantaa vastuuta. Erityisesti nuorten kuljettajien vanhempien tulisi näyttää hyvää



esimerkkiä turvallisesta ja ennakoivasta ajotyylistä, koska heidän käyttäytymisensä liikenteessä heijastuu usein nuorten kuljettajien käyttäytymiseen [155], [186]. Toisin sanoen, jos nuoren kuljettajan vanhemmat ottavat usein riskejä liikenteessä, on todennäköisempää, että myös nuori kuljettaja tekee niin [155], [186]. Lisäksi muiden nuorten ei tulisi kannustaa riskien ottoon matkustaessaan samassa ajoneuvossa, ja siihen voidaan myös kannustaa laajemman yhteisön toimesta: Australiassa koulussa toteutettu tapaturmien ehkäisyyn keskittyvä ohjelma onnistui lisäämään nuorten aikomusta puuttua vertaistensa riskinottoon liikenteessä, ja vähensi matkustajien altistumista riskialttiille ajamiselle kuusi kuukautta ohjelman päätyttyä. [187].

Nuorten kuljettajien matalampi promilleraja (Turvalliset tienkäyttäjät): Nuorten kuljettajien matalampi promilleraja on joissain Yhdysvaltojen osavaltioissa vähentänyt nuorten rattijuoppojen aiheuttamia loukkaantumisia ja vammautumisia (ks. 3.5).

Joukkoliikenteen edistäminen: Vakavien henkilövahinkojen riskit ovat joukkoliikennevälineillä matalampia kuin yksityisten henkilöautojen, mopojen ja moottoripyörien vastaavat riskit [148], [149]. Joukkoliikennettä edistämällä voidaan vähentää nuorten kuljettajien tarvetta toimia itse ajoneuvon kuljettajana ja siten edistää heidän turvallista liikkumistaan. Kulutapasiirtymien turvallisuusvaikutusten arvioinnissa tulisi kuitenkin huomioida myös esimerkiksi jalankulkijoiden kaatumiset matkalla joukkoliikennepysäkillä ja sieltä määränpään [149]. Nuorten kaatumiset kuitenkin johtavat harvemmin loukkaantumiseen kuin vanhempien ikäryhmien kaatumiset [188].

3.8 Pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden vakavat loukkaantumiset sekä kuolemat

Pyöräilijät ja jalankulkijat ovat onnettomuuksissa erityisen alttiita vakaville henkilövahingoille, ja heidän riskinsä kuolla onnettomuudessa kasvaa jyrkästi törmäysnopeuden mukaan [8], [189]. Suurin osa pyöräilijöiden vakavista loukkaantumisista tapahtuu kuitenkin pyöräilijän kaatuessa ilman toisen osapuolen vaikutusta [190], [191]. Schepersin ym. [191] laajan katsauksen mukaan noin 60–95 % pyöräilijöiden vakavista loukkaantumisista aiheutuu kaatumisista, ja vastaavasti osuus kuolemista on noin 17 %. Pyöräilijöiden yksittäisonnettomuudet jäävät usein virallisten tieliikenneonnettomuustilastojen ulkopuolelle, koska ne päätyvät harvemmin poliisin tietoon. Vuosina 2019–2023 Suomen vakavista loukkaantumisista 33 % oli pyöräilijöitä ja 9 % jalankulkijoita [192]. Myös jalankulkijoiden kaatumiset ovat yleisiä ja voivat johtaa vakaviin henkilövahinkoihin, mutta ne eivät täytä liikenneonnettomuuksien virallista määritelmää ajoneuvon puuttumisen vuoksi [188].

3.8.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Fyysinen haavoittuvuus: Pyöräilijät ja jalankulkijat eivät hyödy ajoneuvon rungon tarjoamasta fyysisestä suojasta, jolloin he altistuvat muita tienkäyttäjiä helpommin suurille törmäysvoimille onnettomuustilanteissa. Lisäksi onnettomuudessa vakavammin loukkaantunut on tyypillisesti se osallinen, jonka massa on pienempi [26]. Norjalaisen tutkimuksen mukaan vuosina 1998–2005 jalankulkijaonnettomuuksissa loukkaantui 0,3 muuta tienkäyttäjää kutakin loukkaantunutta jalankulkijaa kohden [26].

Vakavan henkilövahingon riski kasvaa nopeasti jo matalilla törmäysnopeuksilla verrattuna moottoriajoneuvojen välisiin onnettomuuksiin [8], [189] (ks. luku 3.1). Tilannetta pahentaa nykyautojen suuri koko. Robinsonin ym. [193] meta-analyysin mukaan jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden riski kuolla tai loukkaantua törmäyksessä vakavasti oli 24 % lievän loukkaantumisen riskiä suurempi, kun toisena osapuolena oli katumaasturi tavanomaisen henkilöauton sijaan. Kuolemanriski oli 44 % suurempi. Lisäksi törmäyksissä raskaiden ajoneuvojen kanssa henkilövahingot ovat usein huomattavasti vakavammat verrattuna kevyempiin ajoneuvoihin kuten henkilöautoihin [140]. Tutkimusta sähköautojen suuremman painon yhteydestä henkilövahinkojen vakavuuteen on vähemmän, ja toistaiseksi näyttöä vakavammista henkilövahingoista ei ole [194].



Sähköpyörät mahdollistavat suuremman pyöräilyn nopeuden pienemmällä vaivalla. Suuremmat nopeudet tavallisiin polkupyöriin verrattuna voivat lisätä onnettomuusriskiä, erityisesti ikäihmisten kohdalla (ks. luku 3.5). Sähköpyöräonnettomuudet ovat tyypillisesti vakavampia kuin tavanomaiset polkupyöräonnettomuudet [195].

Näkyvyys pimeällä: Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden huono näkyvyys pimeällä lisää onnettomuuden tapahtumisen riskiä [196], [197]. Vuosien 2019–2020 Suomessa tapahtuneista kuolemaan johtaneista jalankulkijaonnettomuuksista noin 37 % tapahtui pimeällä tai hämärässä [198]. Liki puolet jalankulkijoiden henkilövahinko-onnettomuuksista tapahtuu Suomessa vuoden pimeimpään aikaan loka-tammikuussa [198]. Moradin ym. [140] katsauksen mukaan pimeällä tapahtuvat jalankulkijaonnettomuudet ovat usein vakavampia kuin valoisaan aikaan tapahtuvat.

Kypärän käyttö: Kypärän käyttö on tehokas tapa lieventää pyöräilijöiden henkilövahinkojen vakavuutta [199], [200]. Olivier ja Creightonin [200] meta-analyysin mukaan kypärää käyttävän pyöräilijän riski saada vakava päävamma onnettomuudessa oli 69 % pienempi kuin kypärää käyttämättömän riski, ja riski saada kuolettava vamma oli 65 % pienempi. Høyen [199] meta-analyysin mukaan pyöräilykypärän käyttö vähentää kuolleiden tai vakavasti loukkaantuneiden pyöräilijöiden määrää kokonaisuudessaan 34 %.

Kypärän käyttö on Suomessa yleistynyt ajan myötä. Arviot yleisyydestä toisaalta vaihtelevat. Eurooppalaisen Trendline-hankkeen tulosten mukaan kypärää käyttää Suomessa 70 % pyöräilijöistä [7]. Käyttö oli yleisempää taajamien ulkopuolella (77 %) kuin niiden sisällä (66 %). Liikenneturvan seurannan mukaan 58 % havaituista pyöräilijöistä käytti kypärää taajama-alueilla, ja osuus vaihteli maakunnan mukaan [201]. Liikenneturva ei ole tehnyt tarkkailuja taajamien ulkopuolella.

Tieympäristö: Tieympäristöön liittyvät tekijät voivat vaikuttaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden onnettomuusriskiin. Törmäys korkeaan kanttikiveen tai kuoppaan sekä pyörän renkaan juuttuminen raitiovaunukiskojaan väliin usein myötävaikuttavat pyöräilijöiden kaatumisiin [190], [202], [203]. Lisäksi jäiset ja lumiset tieolosuhteet voivat liukkauden takia johtaa pyörän hallinnan menettämiseen ja kaatumiseen [203], [204], [205].

Tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista pyöräilyonnettomuuksista (2016–2020) valtaosa (61 %) tapahtui taajamissa ja liki puolet (47 %) liittymissä [118]. Jakautuminen on samansuuntainen myös kansainvälisesti [206]. Tyypillinen tilanne liittymässä on moottoriajoneuvon kääntyminen oikealle pyöräilijän sivuun tai eteen pyöräilijän jatkaessa suoraan [202]. Lisäksi monikaistaiset kiertoliittymät ovat osoittautuneet pyöräilijöille vaarallisiksi, jos niihin ei sisälly erillistä pyöräkaistaa [207]. Yhdistetyt jalankulun ja pyöräilyn väylät koetaan vähemmän turvallisiksi kuin erotetut väylät, ja ne ovat yhteydessä suurempaan määrään jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden välisiä onnettomuuksia ja vaaratilanteita. [143].

Suurin osa vuosien 2017–2021 tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista jalankulkuonnettomuuksista (n=105) tapahtui taajamissa (73 %) ja vajaa puolet tapahtui suojatietä ylittäessä (42 %) [119]. Lisäksi noin neljännes kuolemista tapahtui, kun jalankulkija oli ylittämässä tietä suojatien ulkopuolella. Tutkituista onnettomuuksista 40 %:ssa myötävaikutti tieympäristöön liittyvä tekijä: tyypillisesti paikalla ei ollut turvallista tienylityspaikkaa, esimerkiksi alikulkua tai suojatietä. Thakurin ja Biswasin [208] katsauksen mukaan jalankulkijat yleensä hyväksyvät lyhyempiä etäisyyksiä moottoriajoneuvoliikenteen välissä valitessaan sopivaa hetkeä tien ylittämiseen, kun liikennemäärä on suuri.

Päihteet: Päihtymys voi lisätä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kuoleman ja vakavan loukkaantumisen riskiä [140], [209], [210], [211], [212]. Kävely tai pyöräily päihtyneenä heikentää havainnointikykyä ja voi lisätä riskinottoa. Robartes ja Chen [210] arvioivat moottoriajoneuvon kuljettajan päihtymyksen kasvattavan pyöräilijän kuolemanriskiä onnettomuustilanteessa noin kuusinkertaiseksi. Lisäksi he arvioivat, että pyöräilijän päihtymys voi lisätä pyöräilijän vakavan loukkaantumisen riskiä



noin 37 %. Pyöräilijän päihtymys voi noin kaksinkertaistaa kuoleman riskin [210], [213]. Lisäksi päihytyneet pyöräilijät käyttävät harvemmin kypärää [211], [214], [215] ja saavat useammin päävammoja [216]. Alkoholin käyttö myötävaikuttaa useammin pyöräilijöiden yksittäisonnettomuuksissa kuin muissa pyöräilyonnettomuuksissa [217].

Jalankulkijan ja pyöräilijän päihtyminen on yhteydessä henkilövahinkojen suurempaan vakavuuteen [140], [209], [210], [211], [212]. Päihytyneenä kävely voi lisätä riskinottoa erityisesti tietä ylittäessä, ja alkoholin vaikutus kehossa voi vaikeuttaa henkilövahingoista selviytymistä [212]. Pyöräily tai kävely päihytyneenä ei sinänsä ole lain vastaista, mutta päihitynyttä pyöräilijää voidaan syyttää tankojuopoudesta, jos hän aiheuttaa vaaraa toisille tienkäyttäjille. Moottorilla varustetun polkupyörän kuljetamista koskee kuitenkin alkoholin osalta 0,5 promillen raja ja huumausaineiden osalta nollaraja. Päihteiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen tarkastellaan tarkemmin luvussa 3.5.

Ikääntyneet jalankulkijat ja pyöräilijät: Sekä Suomessa että kansainvälisesti merkittävä osa kuolleista jalankulkijoista ja pyöräilijöistä on 65-vuotiaita tai sitä vanhempia, ja tämän ikäisillä on suu-rempi riski loukkaantua vakavasti [118], [119], [140]. Ikäryhmä on erityisen haavoittuvainen heikoman havainnointi- ja toimintakyvyn sekä suuremman haurauden vuoksi. Ikääntyneiden onnettomuuksia, mukaan lukien jalankulku- ja pyöräilyonnettomuuksia, on käsitelty tarkemmin luvussa 3.5.

3.8.2 Toimenpiteet

Nopeusrajoituksen alentaminen katuverkolla sekä liikenteen rauhoittaminen (Turvalliset ajonopeudet, Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Turvallisen järjestelmän lähestymistavan mukaisesti ihmisten ei tulisi altistua ihmiskehon sietokykyä ylittävälle törmäysvoimille. Tästä syystä ajonopeuksien tulisi olla matalia, eli enintään 30 km/h, sellaisilla kaduilla, joissa pyöräilijät ja muut suojaamatomat tienkäyttäjät jakavat samaa tilaa moottoriajoneuvojen kanssa. 30 km/h nopeusrajoitettujen taajamateiden on arvioitu vähentävän huomattavasti jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden henkilövahinko-onnettomuuksia, erityisesti vakavia tapauksia [19], [33], [218]. Lisäksi liikenteen rauhoittamisen toimenpiteillä, kuten ajohidasteilla ja ajoväyliä kaventamalla, voi parantaa alennettujen nopeusrajoitusten noudattamista pelkän nopeusrajoituksen muutoksen sijaan [218]. Nopeusrajoitusten alentamisen ja liikenteen rauhoittamisen vaikutusta on tarkasteltu edellä luvussa 3.1.2.

Kulikutapojen erottaminen ja tienylityspaikat (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Siellä missä nopeusrajoitusta ei voida laskea, jalankulkijoilla, pyöräilijöillä ja moottoriajoneuvoilla tulisi olla erilliset väylät. Matalan nopeusrajoituksen teillä (enintään 30 km/h) erilliset pyöräväylät eivät välttämättä vähennä henkilövahinkojen riskiä [206]. Yleisesti ottaen erilliset väylät vähentävät onnettomuuksia moottoriajoneuvojen kanssa, mutta myös jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden välisiä onnettomuuksia. Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden infrastruktuuria tulisi edistää erityisesti pienemmissä kaupungeissa, joissa etäisyydet ovat lyhyitä ja potentiaali tehdä matkoja liikunnallisesti on suuri.

Høyen [206] meta-analyysin mukaan erilliset pyöräkaistat katujen linjaosuuksilla vähentävät pyöräilijöiden kaikkia henkilövahinkoja arviolta -34 % (95 % luottamusväli: -46 – -19 %) ja vakavia arviolta -52 % (95 % luottamusväli: -73 – -16 %). Toisaalta pyöräkaistojen turvallisuusvaikutuksista liittymä-alueilla ei ole tilastollisesti merkitsevää näyttöä; vaikutukset vaihtelevat suuresti tutkimusten välillä [206]. Kokonaan ajoväylästä erotetut pyöräväylät voivat vähentää pyöräilyonnettomuuksia, mutta arviot vaikutuksen suuruudesta ovat niin ikään hyvin epävarmoja [206]. Lisäksi ei ole yksiselitteistä näyttöä siitä, onko yksi- vai kaksisuuntainen väylä turvallisempi. Väylien suunnitteluperiaatteilla on merkitystä onnettomuusriskiin, mikä on saattanut vaikuttaa tutkimusten vaihteleviin tuloksiin. Esi-merkiksi liian kapeat pyöräkaistat tai riittämättömällä tavalla erotetut väylät voivat jopa lisätä onnettomuusriskiä [206].



Turvalliset tienylityspaikat vähentävät jalankulkijoiden houkutusta ylittää tie niiden ulkopuolella [39]. Varsinkin keskisaarekkeelliset ylityspaikat ovat yhteydessä pienempiin onnettomuusmääriin moniajorataisilla teillä. Suojateiden turvallisuutta voidaan myös parantaa erilaisin teknisin keinoin: Høye ja Lauresbyn [219] arvioivat jalankulkijoita tunnistavan automaattisen varoitusvalon vaikutusta jalankulkijoiden etuajo-oikeuden kunnioittamiseen suojateilla Norjassa. Tulosten mukaan moottoriajoneuvot väistivät jalankulkijoita 14 % paremmin järjestelmän asentamisen surauksena, mutta tulos vaihteli suuresti eri kohteiden välillä. Järjestelmästä ei ollut hyötyä sellaisilla suojateilla, joissa vähintään 80 % moottoriajoneuvoista kunnioitti jalankulkijoiden etuajo-oikeutta jo ennen laitteen asennusta.

Väylien kunnossapito (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Katujen ja teiden kunnossapidolla voidaan vaikuttaa erityisesti pyöräilijöiden yksittäisonnettomuuksien ehkäisyyn. Kuopat, irtosora ja epätasaisuudet sekä talviset tienpintaolosuhteet ovat yhteydessä pyöräilijöiden yksittäisonnettomuuksiin. Arvioiden mukaan jo pelkistä jalankulkijoiden kaatumisista aiheutuu suuremmat kustannukset kuin mitä talvikunnossapitoon käytetään [188].

Kypäräpakko (Turvalliset tienkäyttäjät): Pyöräilykypärän käyttö ei estä onnettomuuksia, mutta sillä on kiistaton henkilövahinkoja lieventävä vaikutus. Kypärän on arvioitu olevan erityisen hyödyllinen yksittäisonnettomuuksissa, joissa suurin osa pyöräilijöiden vakavista loukkaantumisista tapahtuu [220]. Pyöräilijän on nykyisellään lain mukaan yleensä käytettävä kypärää, mutta kypärättä ajamisesta ei määrätä rangaistusta. Karkhanen ym. [221] arvioivat katsauksessaan, että laissa säädetty kypäräpakko lisää kypärän käyttöä, joskin vaikutus on pienempi mitä yleisempi kypärän käyttö on ennen lain säätämistä. Lisäksi Høye arvioi meta-analyysissään, että laissa säädetty kypäräpakko voi vähentää päävammoja 20 % (95 % luottamusväli: -27 – -13 %) ja vakavia pään vammoja 55 % (95 % luottamusväli: -78 – -8 %) [222]. Käyttöpakko saattaa heikentää pyöräilyn houkuttelevuutta, mutta tutkimustulokset sen vaikutuksesta pyöräilyn määrään ovat vaihtelevia [222]. Kypäräpakon turvallisuushyötyjä tulisi kuitenkin punnita huolellisesti suhteessa pyöräilyn ja fyysisen aktiivisuuden mahdolliseen vähentymiseen. Lisäksi kypärän käyttöpakon valvonta voi osoittautua haastavaksi.

Heijastimien käyttö (Turvalliset tienkäyttäjät): Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien mukaan vuosina 2017–2021 yhdeksän jalankulkijaa olisivat mahdollisesti voineet välttää kuoleman, jos heillä olisi ollut heijastin käytössään [119]. Norjassa heijastimen käyttö on vähentänyt jalankulkijoiden loukkaantumisia valaistuilla taajamateilla pimeässä arviolta noin 10–15 % [196]. Muut tienkäyttäjät voivat huomata jalankulkijan hyvinkin kaukaa heijastimen avulla.

Ajoneuvoteknologia (Turvalliset ajoneuvot): Ruotsalaistutkimuksen mukaan jalankulkijoita ja polkupyöräilijöitä tunnistava automaattinen hätäjarru vähensi jalankulkuonnettomuuksia valoisaan aikaan arviolta 18 % (95 % luottamusväli +1 – -37 %), ja pyöräilyonnettomuuksia arviolta 23 % (95 % luottamusväli -4 – -42 %) [223]. Pimeissä olosuhteissa järjestelmällä ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Amin ym. [224] päätyivät ruotsalaistutkimuksessaan hyvin samansuuntaisiin tuloksiin, eli noin 20 % jalankulku- ja pyöräilyonnettomuuksien vähenemään.

3.9 Kevyiden sähköajoneuvojen, erityisesti sähköpotkulautojen turvallisuus

Kevyet sähköajoneuvot, erityisesti sähköpotkulaudat, ovat viime vuosina yleistyneet merkittävästi Suomessa sekä kansainvälisesti. Niihin liittyy paljon samoja turvallisuuskysymyksiä kuin pyöräilyyn (ks. luku 3.7), mutta myös omia haasteita johtuen mm. niiden suuremmista ajonopeuksista (tyypillisesti enintään 25 km/h). Sähköpotkulaudat lienevät Suomen yleisin kevyt sähköajoneuvo, ja niitä on saatavilla yksityisomisteisina sekä vuokrattavina yhteiskäyttöpalveluiden kautta. Helsingin alueen tutkimuksessa arvioitiin, että sähköpotkulautakonnettomuuksien kustannukset vuonna 2021 olivat noin 1,7 miljoonaa euroa, ja yhden onnettomuuden mediaanihinta oli 1 148 euroa [225]. Myös Tam-



pereella kevään 2019 ja syksyn 2022 välillä tapahtuneista sähköpotkulautaanonnettomuuksista aiheutui arviolta 2,9 miljoonan euron kustannukset, ja kustannukset sekä sairauslomapäivät ovat lisääntyneet joka vuosi [226].

3.9.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Fyysinen haavoittuvuus: Kevyiden sähköajoneuvojen käyttäjät ovat vailla ajoneuvon tarjoamaa fyysistä suojaa, ja sähköpotkulautailun henkilövahinko-onnettomuusriski on pyöräilyn vastaavaa riskiä suurempi [227], [228], [229]: Helsingin alueen tutkimuksessa sähköpotkulautailijoiden riski joutua päivystyshoitoon oli 7,8 per 100 000 matkaa, kun polkupyöräilijöillä vastaava riski oli 2,2 [227]. Suhteellinen riski oli 3,6, mikä on samansuuruinen kuin Cicchinon ym. [230] aikaisempi arvio Washington, DC:n alueen tutkimuksessa (3,8). Sähköpotkulautailijoille aiheutuu erityisesti pään ja niskan alueen vammoja [225], [227].

Nuoret kuljettajat: Merkittävä osuus loukkaantuneista sähköpotkulautailijoista on nuoria aikuisia ja alaikäisiä [227], [229], [231], [232]. Tulos on todennäköisesti yhteydessä siihen, että sähköpotkulautat ovat erityisesti nuorten suosima kulkutapa [233], [234]. Seitakarin ym. [227] Helsingin alueen tutkimuksessa päivystyshoitoa saaneiden sähköpotkulautailijoiden keski-ikä oli 33, ja polkupyöräilijöiden 47. Eniten päivystykseen päätyneitä sähköpotkulautailijoita oli 20–25-vuotiaiden ikäryhmästä ja erityisesti nuoret miehet olivat ylliedustettuina. Nuorten kuljettajien suuren osuuden taustalla vaikuttaa todennäköisesti myös matalampi kynnys riskinottoon verrattuna vanhempiin kuljettajiin. Nuorten kuljettajien onnettomuuksia on tarkasteltu tarkemmin luvussa 3.7.

Kypärän käyttö: Pyöräilykypärän käyttö suojaa myös sähköpotkulautailijoita päävammoilta onnettomuustilanteissa. Kypärän käyttö on kuitenkin sähköpotkulautailijoilla harvinaisempaa kuin pyöräilijöillä, ja heille aiheutuukin onnettomuuksissa enemmän päävammoja [225], [227], [228], [231], [235], [236]. Helsingin alueen päivystysaineistoon perustuvassa tutkimuksessa sähköpotkulautailijoiden vammoista 46 % liittyi pään ja niskan alueen vammoihin [227]. Vain 4 % hoidetuista sähköpotkulautailijoista oli onnettomuustilanteessa käyttänyt kypärää, kun polkupyöräilijöiden vastaava osuus oli 28 %. Leukaa suojaava kypärä voi myös suojata alaleuan vammoilta, jotka ovat sähköpotkulautailijoilla yleisiä [237].

Päihteet: Päihteiden käyttö ilmenee usein sähköpotkulautaanonnettomuuksien yhteydessä, ja ilmaantuvuus on suurempaa kuin polkupyöräonnettomuuksissa [227], [228], [229], [231]. Sähköpotkulautalla ajaminen alkoholin vaikutuksen alaisena on yleistä [238], [239], [240]. Norjalaisen kyselytutkimuksen mukaan valtaosa (56 %) vastaajista piti sähköpotkulaudan ajamista yhden alkoholiannoksen jälkeen turvallisena [241]. Nuoret, sähköpotkulautojen aktiivikäyttäjät, matalammin koulutetut ja onnettomuusriskit vähäisiksi kokevat pitivät ajamista turvallisena usein myös useamman alkoholiannoksen jälkeen. Jo matala päihtymystila heikentää ajokykyä huomattavasti [242]. Päihtyneiden kuljettajien onnettomuudet ovat kuitenkin vähentyneet merkittävästi siellä, missä rajoituksia yöaikaiseen ja viikonloppuajamiseen on asetettu [232]. Päihteiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen on käsitelty myös luvussa 3.5.

Ajaminen yöaikaan: Merkittävä osuus sähköpotkulautailijoiden henkilövahinko-onnettomuuksista tapahtuu iltaisin ja yöllä [225], [227], [228], [229], [231], [232], [243]. Yöaikaisten onnettomuuksien yhteydessä esiintyy useammin päihtymystä verrattuna muihin vuorokaudenaikoihin, mikä saattaa osin selittää tulosta [227], [229], [231].

Muu riskialtis käyttäytyminen: Sähköpotkulautailuun liittyy usein muitakin vaarallisia toimintatapoja jotka lisäävät onnettomuusriskiä, kuten useamman henkilön ajaminen samalla laudalla, jalkakäytävillä ajaminen sekä potkulautojen vaarallinen pysäköinti [244], [245], [246]. Jalankulkijoiden ja sähköpotkulautojen väliset nopeuserot ovat suuria, mikä altistaa erityisesti jalankulkijat vakavillekin



henkilövahingoille [244]. Sähköpotkulautojen huolimaton pysäköinti, esimerkiksi jalkakäytävälle poikittain jätettynä, voi aiheuttaa kompastumisvaaran ja hankaloittaa erityisesti näkövammaisten jalan-
kulkijoiden turvallista liikkumista [235], [247], [248], [249], [250]. Sähköpotkulaudat ovat myös polku-
pyöriin verrattuna vähemmän vakaita, jolloin kaatuminen voi tapahtua helpommin.

3.9.2 Toimenpiteet

Kevyiden sähköajoneuvojen turvallisuustilanne voi olla Suomessa murrosvaiheessa, sillä kunnat ovat vuonna 2025 saaneet uusia keinoja yhteiskäyttöisten sähköpotkulautapalveluiden rajoittamiseen uuden mikroliikkumisen lainsäädännön myötä. Yhteiskäyttöisten kevyiden sähköajoneuvojen vuokraustoiminta on nykyään luvanvaraista, ja mikroliikenneluvan avulla kunta voi säädellä palveluiden käyttöalueita, ajonopeuksia, palveluiden toiminta-aikaa sekä pysäköintipaikkoja. Joissain kunnissa rajoituksia on asetettu yhteistyössä palveluntarjoajien kanssa jo aiemmin. Lisäksi tieliikennelain muutoksen myötä kevyen sähköajoneuvon kuljettamiselle on asetettu veren alkoholipitoisuuden promilleraja (0,5) ja 15 vuoden ikäraja.

Yhteiskäyttöisten sähköpotkulautojen vuokrauspalveluihin liittyvät rajoitukset (Turvalliset ajoneuvot): Toiminta-ajan, pysäköinnin ja ajonopeuden rajoituksilla on mahdollista vaikuttaa merkittävimpiin sähköpotkulautailun riskitekijöihin. Esimerkiksi yhteiskäyttöisten sähköpotkulautojen käyttöä voidaan rajoittaa öisin, jolloin onnettomuusriski on suurin ja päihtyneenä ajaminen on yleisintä. Dibaj ym. [232] arvioivat sähköpotkulautapalveluihin kohdistuneiden käyttörajoitusten vaikutusta liikenneturvallisuuteen Helsingissä vuosina 2021 ja 2022 ennen-jälkeen asetelmalla. Syyskuussa 2021 yhteiskäyttöisten sähköpotkulautojen käyttö kiellettiin kokonaan viikonloppuisin kello 00.00–05.00 välillä, ja ajoneuvojen nopeus rajoitettiin 15 kilometriin tunnissa samaan kellonaikaan arkin. Nopeus rajoitettiin muina aikoina 20 kilometriin tunnissa, ja käyttäjän ensimmäisellä matkalla 15 kilometriin tunnissa. Tulosten mukaan sähköpotkulautailun henkilövahinko-onnettomuudet vähenivät rajoitusten asettamisen jälkeen merkittävästi (64 %), mutta henkilövahinkojen vakavuus ei juuri muuttunut. Päihtyneenä ajamiseen liittyneet henkilövahinko-onnettomuudet vähenivät 32 %, minkä arvioitiin olevan seuraus yöaikaisesta ajokiellosta. Dibaj ym. [232] suosittelevat sähköpotkulautailun kieltoa päihtyneiltä kokonaan sekä nopeuden rajoittamista ensimmäisillä matkoilla.

Sähköpotkulautailun pysäköintiin liittyvillä rajoituksilla voidaan vähentää vaarallisesti pysäköidyistä ajoneuvoista aiheutuvia riskejä. Kuntien on mahdollista määrittää alueita, jossa sähköpotkulaudan pysäköiminen on sallittua vain merkityille paikoille. Haasteena on kuitenkin pysäköinnin valvonta. Norjalaistutkimuksen mukaan pysäköintiruudun vaikutusalue on varsin lyhyt: sähköpotkulautojen käyttäjät pysäköivät mieluummin muualle kuin merkittyyn ruutuun noin 70 metrin etäisyydeltä ruudusta [251]. Lisäksi sähköpotkulautojen satelliittipaikannus ei ole tarpeeksi tarkka, jotta pysäköinti voitaisiin rajata pysäköintiruutuihin geotauksella. Pysäköintiä ruutuihin voidaan edistää sijoittamalla ruutuja lähelle tyypillisiä matkojen määränpäitä, kuten julkisen liikenteen asemia [251]. Lisäksi teknisiä pysäköinnin valvonnan ratkaisuja tulisi kehittää pysäköinnin tarkkuuden parantamiseksi.

Promillerajan laskeminen 0,2:een ja päihtyneenä ajamisen valvonta (Turvalliset tienkäyttäjät): Kevyen sähköajoneuvon ajaminen päihtyneenä on yksiselitteisesti riskialtista kuljettajalle itselleen sekä muille tienkäyttäjille. Jo pienikin määrä alkoholia lisää onnettomuusriskiä. Ajoneuvojen turvallista käyttöä voidaan edelleen edistää rajoittamalla niiden käyttöä jo hieman päihtyneiltä [232]. Sähköajoneuvolla päihtyneenä ajamista voidaan pyrkiä estämään ajoittaisilla valvontaiskuilla kaupunkialueilla.

Kypäräpakko (Turvalliset tienkäyttäjät): Pyöräilykypärä suojaa myös kevyiden sähköajoneuvojen käyttäjiä päävammoilta ja voi lieventää onnettomuuksissa aiheutuvia henkilövahinkoja. Lainsäädännöllinen kypäräpakko on voimassa mm. Kööpenhaminassa Tanskassa sekä Brisbanessa Australiassa. Molemmissa kaupungeissa kypärättä ajamisesta voidaan määrätä sakko [246], [252]. Seurantatutkimuksen mukaan kypärän käyttö yleistyi Kööpenhaminassa 1,8 prosentista 5,6 prosenttiin lain



seurauksena [252]. Pienen vaikutuksen arveltiin liittyvän siihen, ettei kypärän käyttöä käytännössä valvottu ja ettei laki välttämättä ollut vielä kaikkien sähköpotkulautilijoiden tiedossa, kun tarkkailuja tehtiin. Toisaalta Brisbanessa kypäräpakon asettamisen jälkeen kypärää käyttävien osuus kasvoi huomattavasti, noin 90 prosenttiin [246]. Käyttö oli harvinaisempaa yhteiskäyttöisten sähköpotkulautilojen käyttäjillä (noin 61 %). Kypärän käyttöpakon valvonta voi olla haastavaa.

Liikenneinfrastruktuurin kehittäminen sekä väylien kunnossapito (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Pyöräilyinfrastruktuurin kehittäminen ja väylien kunnossapito voi edistää myös kevyiden sähköajoneuvojen turvallisuutta (ks. 3.8).

3.10 Mopo- ja moottoripyöräonnettomuudet

Mopoilijat ja moottoripyöräilijät ovat erityisen haavoittuvaisia tienkäyttäjiä Suomessa sekä kansainvälisesti [26], [115], [253], [254]. Moottoripyöräilijöitä kuolee Suomessa keskimäärin 23 henkilöä vuodessa, ja mopoilijoita keskimäärin kolme [253]. Moottoripyöräilijöiden kuolemat lisääntyivät vuosina 2019–2022 verrattuna vuosiin 2014–2018, ja niiden osuus liikennekuolemista on viime vuosina kasvanut muiden tienkäyttäjien kuolemien vähentyessä [253]. Yleisin onnettomuustyyppi moottoripyöräilijöiden aiheuttamissa onnettomuuksissa on tieltä suistuminen [255]. Moottoripyöräilijöiden vakavat vammat kohdistuvat yleensä rintakehään, ja mopoilijoiden jalkoihin [256]. Liikennekäytössä olevien mopojen määrä on laskenut noin 20 % vuosina 2016–2023, mutta moottoripyöräilyn osalta ajoneuvojen määrä on laskenut vain hieman [253].

Moottoripyöräilyn kuolemanriski on muihin kulkutapoihin verrattuna suuri: Vuosina 2018–2022 noin 12 moottoripyöräilijää kuoli 100 000 liikennekäytössä olevaa ajoneuvoa kohden. Vastaavat luvut mopoilijoille ja henkilöauton kuljettajille olivat kaksi ja viisi [253]. Mopoilijoiden loukkaantumisen riski on toisaalta suurempi kuin moottoripyörän tai henkilöauton kuljettajilla: 100 000 ajoneuvoa kohden loukkaantui 2,4 mopoilijaa, 1,7 moottoripyöräilijää ja 0,9 henkilöauton kuljettajaa.

3.10.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Fyysinen haavoittuvuus: Moottoripyöräilijöiltä ja mopoilijoilta puuttuu ajoneuvon rungon tarjoama fyysinen suoja, jolloin suojautuminen iskuilta on heikkoa. Motoristeille tarkoitetut suojavaatteet kuten ajotakit ja -housut suojaavat lähinnä pehmeän kudoksen vaurioilta, eivätkä juuri estä esimerkiksi murtumia tai raajojen sijoiltaan menoja [257], [258], [259]. Ne voivat kuitenkin lieventää onnettomuuksien seurauksia: suojavaatteiden käyttö oli De Romen ym. tutkimuksessa yhteydessä pienemmän todennäköisyyteen päätyä onnettomuuden seurauksena sairaalahoitoon [260]. Kypärä suojaa pään vammoilta tehokkaasti [257], ja Liikenneturvan seurannan mukaan lähes kaikki moottoripyöräilijät käyttävät Suomessa kypärää [261]. Toisaalta tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksissa kuolleista vuosina 2014–2023 noin 8 %:lla (n=16) kypärä oli väärin kiinnitetty [255]. Moottoripyöräilijät loukkaantuvat tyypillisesti vakavammin törmäyksissä suurempien ja painavampien ajoneuvojen kanssa massaeron vuoksi [257].

Kuljettajan ikä: Nuorilla mopo- ja moottoripyöräkuljettajilla on suurempi riski joutua onnettomuuteen vanhempiin motoristeihin verrattuna, mutta ikääntyneet kuljettajat loukkaantuvat onnettomuuksissa tyypillisesti vakavammin [257], [262], [263]. Norjassa 16–17-vuotiailla kevytmoottoripyöräilijöillä on erityisen suuri onnettomuusriski vanhempiin moottoripyöräilijöihin verrattuna [264]. Nuoret miehet tyypillisesti ottavat muita enemmän riskejä ajaessaan moottoripyörällä tai mopolla⁴ [257], [262]. Moskalin ym. [262] ranskalaistutkimuksessa havaittiin, että onnettomuusriski on suurin nuorilla, pienin keski-ikäisillä mutta kasvaa iän mukaan 65 ikävuoden jälkeen. Toisaalta muissa tutkimuksissa ei olla

⁴ Nuorten kuljettajien onnettomuuksia on tarkasteltu luvussa 3.7.



havaittu iän mukaan kasvavaa onnettomuusriskiä, ja yleensä onnettomuusriskin on havaittu laskevan iän ja kokemuksen karttumisen mukaan [263], [265]. Vuosien 2021–2024 tutkijalautakuntien kevyttutkinta-aineiston vakavasti loukkaantuneista mopoilijoista 40 % oli 15-vuotiaita, ja yli 80 % oli alle 20-vuotiaita. Moottoripyöräilijöiden vakavat loukkaantumiset koskivat tasaisemmin eri ikäluokkia [256].

Riskinotto: Moottoripyöräilyyn liittyy elämyshakuisuus, joka voi näkyä riskinottona, kuten esimerkiksi ylinopeutena, riittämättöminä turvaväleinä tai liikennesääntöjen, kuten väistämisvelvollisuuden, laiminlyöntinä [266], [267], [268]. Suomessa yli puolet aiheuttajina olleista moottoripyöräilijöistä ajoi ylinopeutta kuolemaan johtaneissa moottoripyöräonnettomuuksissa vuosina 2014–2023 [253].

Muutaman tutkimuksen mukaan riskien otto ajaessa on moottoripyöräilijöiden keskuudessa yleisempää kuin henkilöauton kuljettajilla [266], [267]. Brittiläisessä vertailevassa tutkimuksessa moottoripyöräilijöiden ja henkilöautokuljettajien välillä havaittiin, että moottoripyöräilijät ajoivat useammin suuremmilla ajonopeuksilla, tekivät ohituksia herkemmin ja hyväksyivät lyhyempiä välejä ajoneuvojen välissä liikenteen liittymistilanteissa [267]. Moottoripyöräilijöiden arvioitiin toisaalta havaitsevan riskejä henkilöautoilijajoukkoa paremmin, ja samaan päätyivät myös Rosenbloom ym. [269]. Elliotin ym. [265] tutkimuksessa todettiin, että moottoripyöräilijän ylinopeus, muut liikenneerikkomukset sekä ajoneuvon käsittelyn virheet olivat usein yhteydessä moottoripyöräilijöiden aiheuttamiin törmäyksiin.

Riskien otto myötävaikuttaa usein mopo-onnettomuuksiin. Tanskalaistutkimuksessa 16–17-vuotiaiden mopokuljettajien onnettomuuksista havaittiin, että mopoilijan liiallinen ajonopeus, tarkkaamattomuus tai väistämisvelvollisuuden laiminlyönti myötävaikutti 78 % tutkituista onnettomuuksista (n=140) [270]. Miespuolisten kuljettajien osalta tekijät vaikuttivat onnettomuuksiin useammin (84 %) kuin naispuolisten kuljettajien kohdalla (54 %). Lisäksi mopon viritys, joka mahdollistaa suuremman ajonopeuden kuin ajoneuvoluokan määritelmä sallii, liittyi 29 %:iin onnettomuuksista. Arvion mukaan noin 20–50 % mopoista on viallisia tai määräysten vastaisia Suomessa [253]. Ruotsalaisen havainnointi- ja kyselytutkimuksen mukaan viritettyjen mopojen kuljettajien vanhemmilla oli useammin salvivampi asenne virittämistä kohtaan [271].

Päihtyminen: Alkoholin vaikutuksen alaisena ajaminen vaikuttaa merkittävästi mopo- ja moottoripyöräkuljettajien onnettomuusriskiin [257], [262]. Moskalin ym. [262] mukaan veren alkoholipitoisuuden ollessa välillä 0,5–0,8 g/l, onnettomuusriski on 3,7-kertainen verrattuna tilanteeseen, jossa veren alkoholipitoisuus on alle 0,5 g/l. Vastaava suhde mopokuljettajille on 2,7. Aiheuttajina olleista moottoripyöräilijöistä 35 % oli ainakin yhden päihdyttävän aineen vaikutuksen alaisena kuolemaan johtaneissa moottoripyöräonnettomuuksissa Suomessa vuosina 2014–2023 [255].

Havaittavuus: Mopo- ja moottoripyöräonnettomuuksissa yksi merkittävimmistä riskitekijöistä on ajoneuvojen heikompi havaittavuus muiden tienkäyttäjien näkökulmasta [115], [257]. Heikko havaittavuus vaikuttaa erityisesti liittymäonnettomuuksissa, sekä tilanteissa, joissa muu ajoneuvo vaihtaa kaistaa monikaistaisella tiellä [115], [272]. Moottoripyöröiden näkyvyydessä ratkaisevaa on se, kuinka paljon ajoneuvo tai moottoripyöräilijä erottuu ympäristöstään [272], [273]. Pelkkä kirkkaus ei ole aina tärkein tekijä [272]. Lisäksi moottoripyörän havaittavuus voi riippua siitä, mitä muut tiellä liikkujat odottavat näkevänsä: jos esimerkiksi auton kuljettaja ei ennakoi kohtaavansa moottoripyörää, sen huomaaminen voi olla epätodennäköisempää [157], [274]. Havaittavuus vaikuttaa myös mopo-onnettomuuksiin: Törmäys mopon ja muun ajoneuvon välillä tapahtuu usein muun ajoneuvon kääntyessä oikealle suoraan ajavan mopon kylkeen [270].

Ajoneuvon hallinnan menetys: Suomessa kuolemaan johtaneista mopo- ja moottoripyöräonnettomuuksista noin 37 % oli yksittäisonnettomuuksia vuosina 2017–2021 [253]. Yleisin onnettomuustyyppi näissä tilanteissa oli tieltä suistuminen, ja taustalla vaikutti usein ajoneuvon hallinnan menettäminen [253]. Ulosajot ovat tyypillisiä kaarteissa [257], [275]. Schneider ym. [276] mallinsivat kaksikaististen maanteiden kaarteiden ominaisuuksien vaikutusta yksittäisonnettomuuksien lukumää-



rään. Tulosten mukaan onnettomuuksien määrä kasvoi kaarresäteen ja pientareen leveyden pienentyessä sekä kaarteiden pituuden kasvaessa. Lisäksi märkä tienpinta, liukkaat kaivonkannet ja tie-merkinnät sekä pintasora ja tiepinnan epätasaisuudet kuten kuopat voivat herkästi johtaa moottoripyörän hallinnan menettämiseen [257].

Kaiteet: Törmäys tien keski- tai sivukaiteeseen voi aiheuttaa moottoripyöräilijälle muita törmäyksiä vakavampia henkilövahinkoja, mutta tutkimustulokset vaihtelevat [71], [257], [277], [278]. Rizzi ja Strandroth [278] havaitsivat Ruotsin ja Australian moottoripyöräonnettomuuksista, että törmäykset kaiteisiin tai betoniesteisiin johtivat vakavampiin henkilövahinkoihin verrattuna muihin törmäyksiin. Lisäksi Daniellon ja Gablerin [279] mukaan moottoripyöräilijöiden kuolemanriski oli kaiteeseen törmätessä seitsemän kertaa suurempi kuin iskussa maata vasten. Gablerin [277] mukaan 42 % moottoripyöräilijöiden kuolemista Yhdysvalloissa vuosina 2000–2005 tapahtui törmäyksissä kaiteeseen, ja 22 % törmäyksissä betoniesteeseen. Kuolemanriski oli törmäyksissä kaiteeseen 80 % suurempi motoristeille kuin muille tienkäyttäjille. Edellä mainituista tutkimuksista poiketen Bambachin ym. [280] mukaan kaidetörmäysten henkilövahingot ovat lievempiä verrattuna törmäyksiin tien reunaympäristön muihin kohteisiin, kuten puihin ja tolppiin, korostaen muun reunaympäristön merkitystä.

Kaidetörmäyksissä syntyvien henkilövahinkojen vakavuus on todennäköisesti yhteydessä kaiteiden suunnitteluun sekä tien reunaympäristön muihin kohteisiin [71]. Esimerkiksi betoniesteet ovat yhteydessä lievempiin henkilövahinkoihin verrattuna metallikaiteisiin [277], [279]. Lisäksi liukuminen kaiteiden suojaamattomiin tolppiin törmäystilanteessa on arvioitu pahentavan motoristien vammoja merkittävästi [278], [280]. Toisaalta Rizzin ja Strandrothin [278] mukaan kaidetyypillä ei ole merkitystä henkilövahinkojen vakavuuteen kun tien nopeusrajoitus on vähintään 70 km/h. Moottoripyöräilijöiden törmäyksissä tien reunakaiteisiin noin puolet henkilövahingoista syntyy, kun kuljettaja liukuu estettä kohti, ja noin puolet, kun kuljettaja törmää esteeseen pystyasennossa [278].

3.10.2 Toimenpiteet

Porrastettu ajokorttijärjestelmä (Turvalliset tienkäyttäjät): Moottoripyöräilijöiden onnettomuuksia voi pyrkiä vähentämään vaiheistamalla ajokorttijärjestelmää niin, että uusia moottoripyöräilijöitä koskee tietyt väliaikaiset rajoitukset alkaen ajokortin saamisesta. Suomessa on jo käytössä ajokortin vaiheistaminen moottoripyörän tehon mukaan alle 24-vuotiaille uusille kuljettajille [281]. Rajoitukset voivat koskea tehon lisäksi esimerkiksi nuorten kuljettajien yöaikaista ajamista tai matkustajan kuljettamista [109].

Tien reunaympäristön kehittäminen (Turvalliset tiet ja infrastruktuuri): Reuna- tai keskikaiteen suunnittelulla voi vaikuttaa moottoripyörätörmäysten seurausten vakavuuteen [257], [282]. Esimerkiksi Norjan tiesuunnitteluohjeen mukaan keskikaiteissa tulisi välttää teräviä reunoja, koska ne voivat pahentaa moottoripyöräilijöiden henkilövahinkoja törmäystilanteissa [71]. Tämän lisäksi kaiteisiin voidaan myös lisätä nk. MPS-järjestelmä (Motorcycle Protection System), jonka tarkoituksena on estää moottoripyöräilijää osumasta kaidetolppiin [278]. Rizzin ja Strandrothin [278] mukaan vähintään 70 km/h nopeusrajoitettujen teiden kaarteiden teräskaitteisiin asennetut MPS-järjestelmät vähensivät motoristien kuolemanriskiä tilastollisesti merkitsevästi Ruotsissa ja Australiassa verrattuna kaiteisiin ilman järjestelmää. Tilastollisesti merkitsevää vaikutusta muun vakavuuden henkilövahinkoihin ei kuitenkaan saatu, vaikka vakavien loukkaantumisten osuus oli MPS-järjestelmällisissä onnettomuuksissa pienempi. Moottoripyöräilijäjärjestöt ovat myös ilmaisseet huolensa vaijerikaiteiden vaikutuksista (joita Suomessa ei käytetä). Tähänastiset tutkimukset eivät kuitenkaan ole arvioineet niitä sen vaarallisemmiksi moottoripyöräilijöille kuin muitakaan metallisia keskikaideratkaisuja [279], [283].

Vapaaehtoinen lisäkoulutus (Turvalliset tienkäyttäjät): Vapaaehtoiset koulutukset voivat parantaa moottoripyöräilijöiden turvallisuutta, mutta niiden vaikutus on epäselvä [284]. Ghayeninezhadin



ym. [284] systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan turvallisuuden kannalta parhaimmat tulokset saatiin niillä koulutuksilla, jotka painottivat turvallisuutta ja liikennesääntöjen mukaan ajamista ajotaitojen parantamisen sijaan [284]. Koulutusten vaikutus väheni ajan myötä, minkä takia koulutuksia voi olla tarpeen käydä säännöllisesti pitkäaikaisen vaikutuksen saamiseksi.

Motoristien havaittavuuden parantaminen (Turvalliset tienkäyttäjät): Moottoripyöräilijän havaittavuus voi parantua käyttämällä suojavausteita, jotka heijastavat ja erottuvat selkeästi tieympäristöstä. Tämä voi pienentää onnettomuusriskiä tilanteissa joissa toinen tienkäyttäjä ei välttämättä muuten huomaisi moottoripyöräilijää, erityisesti liittymissä, joissa motoristilla on etuajo-oikeus [109]. Myös muiden tienkäyttäjien tulisi kiinnittää tarkemmin huomiota kaksipyöräisiin ajoneuvoihin liikenteessä.

3.11 Vesiliikenne

Vesiliikenteen merkittävimmät turvallisuushaasteet ovat Suomessa päihteiden käyttö, kelluntapukineiden käyttämättömyys sekä kiikkerät veneet. Haasteet esiintyvät usein yhdessä ja ne myös vaikuttavat toisiinsa. Kyseiset haasteet ovat yleisiä vesiliikenteessä myös kansainvälisesti [285].

Veneilytapaturmissa vuosittain kuolleiden määrä on viimeisen 10 vuoden aikana vähentynyt, vaikka veneilyn määrä on lisääntynyt tasaisesti [286], [287]. Veneilykauden pituuteen nähden vuosittain kuolleiden määrä on kuitenkin edelleen melko suuri: vuosina 2015–2024 huviveneonnettomuuksissa kuoli 27–52 henkilöä vuosittain, keskimäärin 33 henkilöä. Lähes kaikki kuolleista ovat miehiä: vuosina 2020–2024 miehiä kuoli 157 ja naisia kuusi. Lisäksi valtaosa kuolemista (n=163) tapahtui sisävesialueilla (71 %) [288].

3.11.1 Taustalla vaikuttavat ilmiöt

Päihteet: Veneily alkoholin vaikutuksen alaisena myötävaikuttaa usein veneilyn hukkumistapauksiin [285], [289], [290], [291], [292]. Humalatila heikentää veneilyn vaatimia psykomotorisia kykyjä ja voi johtaa riskien ottoon, kuten vaativien veneilyolosuhteiden aliarviointiin ja pelastusliivien käyttötärpeen vähättelyyn [289]. Humaltuneena riski pudota veneestä on suurempi, ja mahdollisuudet selviytyä heikommalla. Kuolemanriski huviveneilyssä kasvaa arviolta noin kymmenkertaiseksi, kun veren alkoholipitoisuus on yhden promillen verran [293]. Myös muiden huumausaineiden käyttö voi lisätä veneilyn onnettomuusriskiä [294].

Alkoholin käyttö yhdistettiin noin puoleen (n=80) vuosien 2020–2024 kuolemaan johtaneista huviveneonnettomuuksista Suomessa (n=163) ja merkittävä osa tapauksista sattui yli 60-vuotiaille miehille [288]. Suomessa alkoholiin liittyvät veneilyonnettomuudet tapahtuvat tyypillisesti sisävesialueilla ja pienillä veneillä paikoissa, joissa säännöllistä valvontaa ei juuri ole [287]. Alkoholi vaikuttaa harvemmin merialueella tapahtuneisiin onnettomuuksiin [287].

Nykyinen yhden promillen veren alkoholipitoisuuden raja mahdollistaa jopa humalahakuisen juomisen muutaman tunnin veneilyn aikana ilman että rangaistavuuden raja ylittyy. Alkoholin lisäksi erilaiset lääkitykset voivat vaikuttaa kykyyn ohjata venettä esimerkiksi lisäämällä väsymystä ja tarkkaamattomuutta [285].

Kelluntapukineiden käyttämättömyys: Kelluntapukine, kuten pelastusliivi, on vesiliikennelain mukaan pakollinen varuste moottoriveneissä ja yli viiden metrin pituisissa purjeveneissä jokaista veneessä olevaa henkilöä kohden. Pukineiden ei tarvitse olla puettuina. Mukana olevasta kelluntapukineesta ei kuitenkaan ole juuri apua äkillisessä vaaratilanteessa kuten veteen putoamisessa.



Kelluntapukineiden käyttämättömyys vaikuttaa veneilyyn liittyviin hukkumistapauksiin usein Suomessa [287] sekä kansainvälisesti [285], [290], [295]. Valtaosa huviveneilyssä kuolleista ei käytä pelastusliivejä [295], [296]. Taloustutkimuksen vuoden 2020 kyselytutkimuksen perusteella vesillä liikkuvista 58 % käyttää pelastusliiviä aina, ja 10 % ei koskaan [297]. Syitä käyttämättömyydelle on mm. se, ettei liivejä omisteta, niitä pidetään epämukavina tai niitä ei koeta tarpeellisiksi [297].

Pelastusliivin käytön on arvioitu parantavan veteen joutuneen henkilön selviytymistä 50 %:lla [296]. Liivien tulee kuitenkin olla oikean kokoiset ja oikein puettut jotta niistä on eniten hyötyä. Niistä Australiassa vuosina 2005–2015 veneilyonnettomuuksissa kuolleista, jotka käyttivät pelastusliiviä, liivi oli joko väärän tyyppinen tai paukkuliivi ei toiminut asianmukaisesti [294].

Suomessa äkillinen veteen joutuminen voi olla veden matalan lämpötilan takia erityisen vaarallista. Kylmään veteen joutuminen voi aiheuttaa kylmävesishokin, jolloin lihasten nopea viilentäminen voi vaikeuttaa pinnalla pysymistä ja hengityksen pidättäminen voi olla erityisen vaikeaa [294], [298]. Pelastusliivi voi tällöin auttaa pinnalla pysymistä ja selviytymistä.

Kiikkerät veneet: Veneilyn hukkumistapauksiin liittyy usein pienet kiikkerät veneet [285], [287], [295]. Pienikin horjahdus soutuveneessä voi kelistä huolimatta johtaa veneen kaatumiseen tai puutoamiseen veneestä. Veteen joutuneen on hyvin vaikeaa nousta takaisin veneeseen, vaikka vene ei olisi kaatunut. Liiallinen kuormaus voi myötävaikuttaa pienten ja kiikkerien veneiden kaatumiseen [295].

Veneilijöiden ikä: Veneilyyn liittyvät kuolemantapaukset tapahtuvat usein yli 60-vuotiaille ja lähes aina miehille. Ikäryhmällä on nuorempia heikommat edellytykset selvitä hengissä jouduttuaan veteen. Taustalla vaikuttaa heikompi lihasvoima ja mahdolliset toimintakykyä rajoittavat sairaudet sekä lääkitykset.

Yllä mainittujen tekijöiden yhteisvaikutus: Onnettomuustutkintakeskuksen vuoden 2021 tapaturmaisten hukkumiskuolemien selvityksen mukaan tyypillinen kuolemaan johtanut vesiliikenneonnettomuus tapahtuu ilman muiden veneiden osallisuutta. Veneenä on yleensä pieni soutuvene, mahdollisesti perämoottorilla varustettu. Uhrina on yleensä päihtynyt yli 60-vuotias mies (tai ryhmä miehiä) vailla pelastusliiviä [299]. Selviytyminen vaikeutuu, kun useampi riskitekijä vaikuttaa samanaikaisesti. Esimerkiksi humalatila vaikeuttaa liivittömän henkilön kykyä nousta veneeseen entisestään.

3.11.2 Toimenpiteet

Promillerajan laskeminen 0,5:een (Turvalliset veneilijät): Alkoholin vaikutuksen alaisena veneilyä voidaan pyrkiä rajoittamaan alentamalla huviveneilijöiden promillerajaa. Promillerajan tulisi liittää koskeaa myös pieniä veneitä kuten soutuveneitä, sillä merkittävä osa alkoholiin liittyvistä kuolemaan johtaneista veneilyonnettomuuksista tapahtuu nimenomaan pienillä veneillä. Vaikka kyseisten veneiden valvonta voi olla haastavaa, olisi promilleraja silti viesti veneilijöille, ja voisi siten ohjata heidän toimintaansa. Huviveneilijöiden ratsioita sisävesistöissä tulisi harkita.

Promillerajoja on asetettu veneilylle eri maissa. Suomessa on Pohjoismaiden ja Viron korkein promilleraja veneilylle [287]. Ruotsissa promilleraja on 0,2 vähintään 15 solmun nopeudella kulkeville moottoriveneille sekä muille vähintään 10-metriseille aluksille. Tärkeän ruorijuopumuksen promilleraja on 1,0 promillea [300]. Norjassa veneilyn promilleraja on 0,8 promillea alle 15-metrin pituisilla aluksilla, ja 0,2 promillea sitä suuremmilla. Tutkimusta lakisääteisen promillerajan vaikutuksista huviveneilyn kuolemantapauksiin ei kuitenkaan juuri ole.

Kelluntapukineiden käyttöpakko (Turvalliset veneilijät): Kelluntapukineista on vain vähän hyötyä, jos ne ovat mukana mutta ei päällä. Huviveneilyn hukkumistapauksia voidaankin vähentää asettamalla kelluntapukineiden käyttöpakko ainakin pienempiin veneisiin.



Kelluntapukineiden käyttö asetettiin pakolliseksi Victoriassa Australiassa vuonna 2005. Lain mukaan pelastusliivejä tulee käyttää pienissä, eli enintään 4,8 metrin pituisissa, veneissä aina veneen ollessa liikkeellä, kun henkilö on veneen avoimessa tilassa. Lisäksi suuremmissa mutta enintään 12 metrisissä veneissä liivi tulee olla puettuna veneen ollessa liikkeellä erikseen määritellyillä korotetun riskin aikoina, esimerkiksi yöaikaan [301]. Lakimuutoksen seurauksena veneilyyn liittyvät hukkumistapaukset vähenivät merkittävästi. Ennen lakimuutosta kuuden vuoden aikana sattui 59 huviveneilyyn liittyvää hukkumista, kun taas muutoksen jälkeen viiden vuoden ajanjaksolla vastaavia tapauksia oli 16.

Vähemmän kiikkerät veneet (Turvalliset veneet): Veneily selvin päin ja asianmukaisin pelastusliivein vaikuttaa myös kiikkerien veneiden muodostamaan turvallisuushaasteeseen. Pääteettömyys ennaltaehkäisee horjautumisia ja kaatumisia, ja liivien käyttö voi lieventää onnettomuustilanteiden seurauksia. Markkinavalvonnalla on myös rooli huolehtia siitä, että Suomessa myytävät veneet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Huviveneiden vakavuutta arvioidaan erillisen harmonisoidun standardin mukaisesti. Standardin mukaan tyypillisille pienille sisävesillä käytettäville veneille riittää 10 millimetrin varalaita, kun henkilöt ovat yhdellä laidalla. Toimenpiteen vaikutus saattaa kuitenkin olla rajallinen, koska soutuveneiden käyttöikä on pitkä, ja se tuskin vaikuttaisi käytettyjen veneiden myyntiin.

4. Yhteenveto

Tässä työssä tuotettiin ajantasaiseen tutkimustietoon perustuvat kuvaukset liikenneturvallisuuden keskeisistä haasteista Suomessa liikenneturvallisuusstrategian päivitystyön tueksi. Kuvauksissa keskityttiin haasteiden taustalla oleviin ilmiöihin sekä toimenpiteisiin, joilla haasteisiin voidaan vastata. Työssä ei keskitytty haasteiden tunnistamiseen vaan ne perustuivat nykyisen liikenneturvallisuusstrategian seurantaryhmässä tunnistettuihin haasteisiin.

Ohjaavana viitekehyksenä haasteiden kuvauksissa ja toimenpide-ehdotuksissa toimi turvallisen järjestelmän (eng. Safe System) lähestymistapa. Lähestymistavan perusajatuksena on, että ihmiset tekevät rutiininomaisesti inhimillisiä virheitä, mutta kenenkään ei tulisi kuolla tai loukkaantua vakavasti virheen sattuessa. Lisäksi perinteisestä lähestymistavasta poiketen vastuu liikenneturvallisuudesta on jaettu liikennejärjestelmän ylläpitäjien ja sen käyttäjien kesken yksittäisten tienkäyttäjien sijaan. Toimenpide-ehdotuksissa huomioitiin erityisesti niiden potentiaali vähentää liikenteen kuolemia ja vakavia henkilövahinkoja.

4.1 Haasteiden keskeiset taustatekijät ja toimenpiteet

Tietyt tekijät ovat keskeisessä roolissa liikenteen vakavissa loukkaantumisissa ja kuolemissa. Näihin lukeutuvat muun muassa ajonopeudet, päihteiden käyttö, ajoterveys, tieympäristön rakenteelliset ominaisuudet sekä suojaamattomien tienkäyttäjien fyysinen haavoittuvuus. Lisäksi vesiliikenteen riskitekijät kasautuvat, sillä päihteet, liivittömyys ja kiikkerät veneet vaikuttavat usein yhdessä kuolemaan johtaneiden tapausten taustalla.

4.1.1 Turvalliset ajonopeudet

Ajonopeus on yksi keskeisimpiä onnettomuuksien riskiin ja niiden seurausten vakavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Suomessa arviolta alle puolet jonojen ulkopuolella ajavista henkilö- ja pakettiautoista ja noin kolmannes raskaista ajoneuvoista noudattaa nopeusrajoitusta, ja noin puolet kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien aiheuttajakuljettajista ajoi ylinopeutta vuosina 2019–2023. Näistä 44 % ylitti nopeusrajoituksen yli kymmenellä kilometrillä tunnissa. Muiden tekijöiden



pysyessä muuttumattomina, ajonopeuden kasvu lisää onnettomuuksia ja pahentaa niiden vakavuutta, ja nopeuden lasku vähentää onnettomuuksia ja lieventää niiden seurauksia. Liialliset ajonopeudet vaikuttavat usein vakavien kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien, nuorten kuljettajien, moottoripyöräilijöiden sekä jalankulun ja pyöräilyn vakavien onnettomuuksien taustalla.

Liikennevirran nopeudella on oleellinen vaikutus hengissä selviämisen todennäköisyyteen onnettomuustilanteessa. Turvallisen järjestelmän lähestymistavan mukaan nopeusrajoitus ei saisi ylittää 70 km/h teillä, jossa ajosuuntia ei ole rakenteellisesti erotettu, tai 50 km/h teillä, missä sivutörmäykset ovat mahdollisia. Lisäksi nopeusrajoituksen tulisi olla enintään 30 km/h teillä, missä moottoriajoneuvot ja suojaamattomat tienkäyttäjät, kuten jalankulkijat ja pyöräilijät, käyttävät suunnitellusti samaa tilaa.

Keskeiset toimenpiteet (ks. myös luku 3.1.2):

- **Nopeusrajoitusten alentaminen** siellä, missä nopeusrajoitukset altistavat tienkäyttäjät ihmiskehon sietokyvyn ylittävälle törmäysvoimille. Toimenpide koskee varsinkin kaupunkien katuverkkoa sekä maantieympäristöjä, missä ajosuuntien rakenteellinen erottaminen ei ole mahdollista tai lähitulevaisuudessa toteutettavissa. Esimerkiksi 80 km/h ja sitä suurempien nopeusrajoitusten käyttö ainoastaan ajosuunnat rakenteellisesti erotetuilla maantieosuuksilla, ja enintään 30 km/h nopeusrajoituksen käyttö sellaisilla taajamateilla, missä kohtaamiset moottoriajoneuvojen ja suojaamattomien tienkäyttäjien välillä ovat suunnitellusti mahdollisia. Lisäksi alemmalla maantieverkolla yleinen nopeusrajoitus tulisi laskea 70 kilometriin tunnissa verkon tiegeometrian ja törmäyskohteiden määrän takia. Taajama-alueilla yleinen nopeusrajoitus tulisi myös laskea 40 kilometriin tunnissa, jotta ajonopeudet vastaisivat paremmin taajamaympäristöjen luonnetta.
- **Liikenteen rauhoittaminen ja tiesuunnittelu:** Erityisesti matalien nopeusrajoitusten noudattamisen parantaminen liikennettä rauhoittavilla ratkaisulla, kuten ajohidasteilla, hidastusmutkilla ja katujen kaventamisella. Yleisesti teiden rakenteellisten ominaisuuksien tulisi kannustaa kuljettajia valitsemaan turvallisia ajonopeuksia. Toimenpide soveltuu erityisesti taajama-alueille. Turvallisia ajonopeuksia ja nopeusrajoitusten noudattamista voidaan lisäksi edistää käyttäjää ohjaavan tiesuunnittelun periaatteiden mukaisesti suunnittelemalla tiet siten, että ne luontaisesti kannustavat tieympäristölle sopiviin ajonopeuksiin.
- **Nopeusvalvonta:** Ajonopeuksien kiinteä valvonta sekä poliisin suorittama pistevalvonta. Keskinopeusvalvonnan toteuttamisen mahdollisuuksia ja järjestelmän käyttöönottoa tulisi edistää.

4.1.2 Turvalliset tiet ja infrastruktuuri

Turvallisen järjestelmän periaatteiden mukaan ihmiskehon ei tulisi altistua sen sietokyvyn ylittävälle törmäysvoimille. Teiden suunnittelussa ja nopeusrajoitusten määrittämisessä tulisi siis ensisijaisesti ottaa huomioon eri tienkäyttäjien haavoittuvuus. Suomen tieinfrastruktuuri ei kuitenkaan ole tältä osin täysin lähestymistavan periaatteiden mukainen. Esimerkiksi maanteiden nopeusrajoitukset ovat tavallisesti yli 70 km/h teillä ilman ajosuuntien rakenteellista erotusta, mikä on yhteydessä vakavien kohtausonnettomuuksien suureen määrään. Suomessa on noin 9 000 kilometriä keskikaiteettomia maanteitä, joiden nopeusrajoitus kesäaikaan tai ympäri vuotisesti on 100 km/h.

Tieinfrastruktuurin ominaisuuksilla on lisäksi suuri merkitys moottoriajoneuvojen ja suojaamattomien tienkäyttäjien välisten onnettomuuksien vakavuuteen, erityisesti kaupunkiympäristöissä. Noin puolet pyöräilijöiden kuolemista tapahtuu taajamien liittymissä, ja valtaosa jalankulkijoiden kuolemista tapahtuu taajamien suojateillä. Lisäksi turvallisten tienylityspaikkojen puute heikentää erityisesti ikäntyneiden jalankulkijoiden turvallisuutta. Taajama-alueiden yli 30 km/h nopeusrajoitukset ovat Suomessa yleisiä, ja varsinkin monet taajamien pääkadut on suunniteltu 40 ja 50 km/h ajonopeuksille.



Lisäksi pyöräilijöiden kaatumisista aiheutuvien vakavien yksittäisonnettomuuksien riskiä lisää tiepinan epätasaisuudet, liukkaus ja kunnossapidon puutteet.

Keskeiset toimenpiteet (ks. myös luvut 3.2.2 ja 3.8.2):

- **Kohtaamisonnettomuuksien rakenteellinen ehkäisy:** Keskikaiteilla voidaan merkittävästi vähentää kohtaamisonnettomuuksista aiheutuvia vakavia henkilövahinkoja, erityisesti yli 70 km/h nopeusrajoitetuilla teillä. Ajosuuntien rakenteellinen erottaminen mahdollistaa turvallisen järjestelmän periaatteiden mukaan myös suuremmat nopeusrajoitukset. Kohtaamisonnettomuuksien riskiä voidaan vähentää myös tien täristävillä keskiviivamerkinnoilla. Toimenpide tulisi ensisijaisesti kohdistaa onnettomuusalttiimmille päätteille. Kaideratkaisujen suunnittelussa tulisi kuitenkin huomioida niiden törmäysturvallisuus moottoripyöräilijöille, esimerkiksi välttämällä teräviä reunoja ja paljaita tolppia ja käyttämällä MPS-järjestelmiä.
- **Suistumisonnettomuuksien rakenteellinen ehkäisy ja seurausten lieventäminen:** Reunakaiteilla, täristävällä keski- ja reunaviivamerkinnoilla sekä törmäysturvallisilla reunavyöhykkeillä (esim. leveät pientareet ja esteettömät reunavyöhykkeet) voidaan vähentää suistumisonnettomuuksien riskiä sekä lieventää niiden seurausten vakavuutta.
- **Erilliset jalankulun ja pyöräilyn väylät:** Jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja kevyiden sähköajoneuvojen käyttäjien onnettomuuksia moottoriajoneuvojen kanssa voidaan vähentää rakentamalla moottoriajoneuvoliikenteestä erotettuja kävelyn ja pyöräilyn väyliä, erityisesti yli 30 km/h nopeusrajoitettujen teiden rinnalle. Väylien suunnittelulla on kuitenkin merkitystä toimenpiteen tehokkuuteen. Esimerkiksi liian kapeat pyöräkaistat saattavat jopa lisätä onnettomuusriskiä.
- **Tienylityspaikkojen riittävyys:** Erityisesti ikääntyneiden jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuuden parantamiseksi tulee huolehtia turvallisten tienylityspaikkojen, kuten hyvin merkittyjen ja valo-ohjattujen suojateiden, riittävydestä. Valo-ohjatuilla suojateilla ylityksajan tulee olla riittävän pitkä, jotta myös hitaammin kävelevät tai liikkumisen apuvälineitä käyttävät jalankulkijat ehtivät turvallisesti tien yli. Ikäihmisten tienylitystä helpottavat myös keskisaa-rekkeelliset suojatiet, jotka mahdollistavat liikenteen tarkkailun yhdestä ajosuunnasta kerrallaan.
- **Kunnossapito:** Pyöräilijöiden vakavien yksittäisonnettomuuksien ehkäisy väylien kunnossapidolla, kuten kuoppaisuuden ja epätasaisuuksien vähentämisellä sekä liukkaudentorjunta.

4.1.3 Turvalliset tienkäyttäjät

Turvallisen järjestelmän lähestymistavan mukaan tienkäyttäjien tulee lähtökohtaisesti noudattaa liikennesääntöjä, mutta heidän ei kuitenkaan tulisi kuolla tai loukkaantua vakavasti inhimillisen virheen sattuessa. Keskeisiä tienkäyttäjiin liittyviä taustatekijöitä ovat mm. päihtyneenä ajaminen, kuljettajan ikä ja ajoterveys.

Päihtyneenä ajaminen vaikuttaa usein taustatekijänä vakavissa liikenneonnettomuuksissa. Lisäksi päihtymys esiintyy usein yhdessä muiden riskitekijöiden, kuten ylinopeuden, turvalaitteiden käyttämättömyyden ja tarkkaamattomuuden kanssa, jolloin riskit kasautuvat. Nuorten kuljettajien päihtyneenä ajaminen on erityisen vaarallista, koska heidän ajokokemuksensa on rajallisempaa ja heillä on vanhempia kuljettajia suurempi taipumus aliarvioida liikenteen riskejä. Päihtymys on myös erityisen yleinen tekijä vesiliikenteen onnettomuuksissa, vaikuttaen noin puoleen huviveneilyn kuolemantapauksista. Liikenteen promillerajat yhdistettynä niiden valvontaan ovat osoittaneet tehonsa rattijuopumusten ja niiden seurausten ehkäisemisessä. Myös alkoholot ehkäisevät toistuvia rattijuopumuksia.



Nuorilla ja iäkkäillä kuljettajilla on liikenteessä omat, toisistaan poikkeavat riskinsä. Nuorten kuljettajien onnettomuuksiin vaikuttaa erityisesti kokemattomuus, vaikka siihen liittyvä riski tyypillisesti pienenee nopeasti ajokokemuksen karttuessa ensimmäisten ajokuukausien aikana. Lisäksi vaikka valtaosa nuorista kuljettajista pyrkii noudattamaan liikennesääntöjä, riskinotto on ikäryhmässä yleisempää kuin vanhemmilla kuljettajilla. Erityisesti nuoret miehet ottavat muita ryhmiä enemmän riskejä liikenteessä. Riskinotto vähenee tyypillisesti iän myötä aikuisuuteen siirryttäessä, kun aivojen kognitiivinen kontrolli kehittyy ja itsesääätelykyky paranee.

Ikääntymiseen liittyvät muutokset havainnointi- ja toimintakyvyssä sekä fyysinen haavoittuvuus kasvattavat ikäihmisten onnettomuusriskiä. Riskiä lisäävät muun muassa kognitiivisten ja motoristen kykyjen heikkeneminen, aistien heikentyminen sekä ikääntymisen myötä yleistyvät sairaudet ja niitä koskevat lääkitykset. Vaikka ikäihmiset voivat osin kompensoida näistä aiheutuvia vaikutuksia esimerkiksi ajokokemuksen ja turvallisen ajoasenteen avulla, tekijät ja niiden yhteisvaikutukset voivat heikentää riskien havaitsemista ja niihin reagoimista. Ikääntyneiden fyysinen haurastuminen puolestaan lisää onnettomuuksien seurausten vakavuutta. Tämä korostuu erityisesti jalankulku- ja pyöräilyonnettomuuksissa.

Ikääntymisen ohella ajoterveysongelmia aiheuttavat erityisesti sydänsairaudet, jotka voivat johtaa äkilliseen sairauskohtaukseen. Äkillisten sairauskohtauksen seurauksena on kuitenkin useimmiten yksittäisonnettomuus. Päihderiippuvuus on myös merkittävä ajoterveysongelma, koska se voi johtaa toistuvaan päihtyneenä ajamiseen.

Fyysinen haavoittuvuus vaikuttaa erityisesti suojaamattomien tienkäyttäjien, kuten jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja kevyiden sähköajoneuvojen käyttäjien onnettomuuksien vakavuuteen. Edellä mainitut tienkäyttäjät eivät hyödy ajoneuvon rungon tarjoamasta fyysisestä suojasta, jolloin matalatkin törmäysnopeudet voivat johtaa vakaviin loukkaantumisiin tai kuolemaan. Erityisesti kevyiden sähköajoneuvojen kyky saavuttaa suuria nopeuksia helposti yhdistettynä fyysisen suojan puutteeseen lisää vakavien henkilövahinkojen riskiä. Onnettomuusriski on pyöräilyä suurempi, ja iskut kohdistuvat törmäystilanteissa erityisesti päähän ja niskaan. Kypärän käyttö on harvinaista, mikä pahentaa vammojen vakavuutta. Lisäksi mopoilijoiden ja moottoripyöräilijöiden onnettomuuksissa törmäysnopeudet ovat usein suuria, ja vaikka suojavarusteet lieventävät pääosin pehmeän kudoksen vaurioita, ne eivät yleensä estä vakavimpia vammoja, kuten murtumia tai vakavia rintakehän vammoja.

Keskeiset toimenpiteet:

- **Päihtyneenä ajamisen ehkäisyn toimenpiteet (ks. myös luku 3.5.2):** Liikenteen päihdevalvonta sekä alkolukkojen pakollinen käyttö rattijuopumuksesta tuomituille. Pidemmät ajoikiellot toistuvasti rattijuopumuksista tuomituille. Alkoholin ja muiden pähteiden ongelmakäyttäjien hoitoon ohjaus.
- **Promillerajan alentaminen (ks. myös luku 3.5.2)** 0,2:een kaikille tai erityisesti nuorille kuljettajille. Matalammat promillerajat voisivat olla käytössä yhtenäisesti myös kevyillä sähkökulkuneuvoilla.
- **Ajoterveytestien kehittäminen (ks. myös luku 3.4.2)** ja niiden käytön laajentamisen mahdollisuus myös silloin, kun ajoterveydestä herää epäily.
- **Ikääntyneiden kuljettajien ajamisen omaehtoisen rajoittamisen tukeminen (ks. myös luku 3.4.2):** ikäihmisille suunnatut tukiohjelmat ajamisen vähentämiseen tai lopettamiseen sekä ajokoulutukset.



- **Porrastettu ajokorttimalli uusille nuorille kuljettajille (eng. graduated licencing scheme) (ks. myös luku 3.7.2):** Mallissa asetetaan väliaikaisia ajamisen rajoituksia aloitteleville kuljettajille. Esimerkiksi ajo voi edellyttää kokeneen kuljettajan läsnäoloa, matkustajien määrää voidaan rajoittaa tai ajo sallitaan ainoastaan päiväsaikaan.
- **Kypärän käyttöpakko polkupyöräilijöille sekä kevyiden sähköajoneuvojen käyttäjille (ks. myös luku 3.8.2):** Kypärän käyttö ei estä onnettomuuksia, mutta sillä on henkilövahinkoja lieventävä vaikutus. Kypärän käyttämättömyyden sanktioinnilla on mahdollista yleistää kypärän käyttöä sekä vähentää vakavia pyöräilyn ja kevyiden sähköajoneuvojen onnettomuuksia. Kypäräpakko ei useimmissa tapauksissa ole johtanut pyöräilyn merkittävään vähenemiseen, mutta toimenpidettä valmisteltaessa sen vaikutusta tulisi kuitenkin arvioida. Kypäräpakon turvallisuushyötyjä tulisi siis punnita huolellisesti suhteessa pyöräilyn ja fyysisen aktiivisuuden mahdolliseen vähentymiseen.
- **Yhteiskäyttöisten kevyiden sähköajoneuvojen käyttöajan, nopeuden ja pysäköinnin rajoitukset (ks. myös luku 3.9.2):** Esimerkiksi yhteiskäyttöisten sähköajoneuvojen käyttöä voidaan rajoittaa viikonloppuöisin, ja ajoneuvojen nopeutta voidaan rajoittaa arkiöisin sekä vilkkaasti liikennöidyillä alueilla.

4.1.4 Turvalliset ajoneuvot ja korkealaatuinen onnettomuuden jälkeinen hoito

Suomen henkilö- ja pakettiautokanta on pohjoismaisessa vertailussa melko vanhaa. Vanhempien autojen törmäysturvallisuus on tyypillisesti uudempia ajoneuvoja heikompa, ja niissä on vähemmän, tai ei ollenkaan, kuljettajaa avustavia tukijärjestelmiä. Uudempien ja kehittyneemmällä turvallisuusominaisuuksilla varustettujen autojen yleistymisen voisi vähentää liikenteen vakavia henkilövahinkoja. Erityisesti suistumisonnettomuuksia tapahtuu paljon vanhempien autojen kuljettajille.

Korkeatasoinen onnettomuuden jälkeinen hoito on keskeinen osa liikenneturvallisuutta, sillä se voi merkittävästi vaikuttaa loukkaantuneiden selviytymiseen ja vammojen vakavuuteen. Nopea avun hälyttäminen, oikea-aikainen ensihoito sekä toimivat hoitoketjut voivat estää liikennekuolemia erityisesti haja-asutusalueilla tapahtuvissa onnettomuuksissa.

Keskeiset toimenpiteet:

- **Kuljettajien tukijärjestelmien (esim. kaistalla pysymisen tuki, automaattinen hätäjarrutus, törmäysvaroitin, ylinopeusvaroitin) ja uudempien törmäysturvallisempien ajoneuvojen laajempi käyttöönotto (ks. myös luvut 3.1.2, 3.2.2 ja 3.6.2):** Vaikutus realisoituu kuitenkin autokannan uusiutumisen kautta, joten vaikutukset ovat hitaita.
- **Onnettomuuden havaitsemisen ja hälyttämisen nopeuttaminen (ks. myös luku 3.2.2),** esimerkiksi automaattisten hätäilmoitusjärjestelmien (kuten eCallin) vaikuttavuutta lisäämällä ja varmistamalla järjestelmän toimivuus myös haavoittuvien tienkäyttäjien onnettomuuksissa.
- **Joukkoliikenteen ja liikkumispalveluiden edistäminen (ks. myös luku 3.4.2):** Vakavien henkilövahinkojen riskit ovat joukkoliikennevälineillä yleisesti matalampia kuin yksityisten henkilöautojen, mopojen ja moottoripyörien vastaavat riskit. Joukkoliikenteellä ja muilla liikkumispalveluilla voidaan vähentää erityisesti nuorten ja iäkkäiden kuljettajien tarvetta toimia itse ajoneuvon kuljettajana ja siten edistää heidän turvallista liikkumistaan. Ikäihmisille suunnattu palveluliikenne voi olla hyvä ratkaisu harvaan asutuilla alueilla, joissa yksityisautoilu on muuten lähes ainoa vaihtoehto liikkumiselle. Kulkutapasiirtymien turvallisuusvaikutusten arvioinnissa tulisi kuitenkin huomioida jalankulkijoiden kaatumisloukkaantumiset joukkoliiken-



nematkojen kävelyosuuksilla sekä ajoneuvoon noustessa ja poistuessa. Kyseisiä loukkaantumisia ei lasketa liikenneonnettomuuksiksi, mutta ne ovat yleisiä ja vaikuttavat turvallisuuteen.

4.1.5 Liikenneturvallisuuden paranemisen mittarit

Turvallisen järjestelmän periaatteiden mukaisesti liikenteessä tapahtuvat kuolemat ja vakavat loukkaantumiset tulisi poistaa. Edellisten määrän kehitys soveltuu siis kokonaiskehityksen seurantaan. Tarkempaan kehityksen seurantaan voidaan soveltaa esimerkiksi alla Taulukossa 3 esitettyjä mittareita. Mittarit perustuvat Euroopan unionin liikenneturvallisuuden mittareihin [6], [7], [303].



Taulukko 3. Potentiaalisia liikenneturvallisuushaasteiden taustatekijöiden ja niihin kohdistuvien toimenpiteiden seurannan mittareita.

Mittari	Turvallisen järjestelmän lähestymistavan pilari
Nopeusrajoituksen mukaan ajavien ajoneuvojen prosenttiosuus eri tieympäristöissä.	Turvalliset ajonopeudet
Nopeusrajoitusta 1–10, 11–20, 21–30 ja yli 30 km/h ylittävien ajoneuvojen prosenttiosuus eri tieympäristöissä.	Turvalliset ajonopeudet
Tietyn turvallisuusluokituksen teillä ajettujen ajoneuvokilometrien osuus	Turvalliset tiet ja infrastruktuuri
Ajoneuvokilometrien prosenttiosuus maanteillä, joilla ajosuunnat on eroteltu tai joilla on enintään 70 km/h nopeusrajoitus.	Turvalliset tiet ja infrastruktuuri
Tiepituuden prosenttiosuus maanteistä, joilla ajosuunnat on eroteltu tai joilla on enintään 70 km/h nopeusrajoitus.	Turvalliset tiet ja infrastruktuuri
Enintään 30 km/h nopeusrajoitettujen taajamateiden prosenttiosuus taajamateiden kokonaispituudesta.	Turvalliset tiet ja infrastruktuuri
Prosenttiosuus uusista henkilöautoista, joiden Euro NCAP -turvallisuusluokitus on vähintään ennalta määritetyllä tasolla	Turvalliset ajoneuvot
Liikennekäytössä olevan ajoneuvokannan keski-ikä	Turvalliset ajoneuvot
Alkoholia (tai muita päihdyttäviä aineita) käyttäneiden kuljettajien prosenttiosuus liikennevirrasta (puhallutuskoeperusteisesti)	Turvalliset tienkäyttäjät
Alkoholin (tai muiden päihdyttävien aineiden) vaikutuksen alaisena viimeisen 30 päivän aikana ajaneiden prosenttiosuus (kyselyperusteisesti)	Turvalliset tienkäyttäjät
Rattijuopumusrikkomusten määrä vuositasolla	Turvalliset tienkäyttäjät
Pyöräilykypärää käyttävien pyöräilijöiden ja kevyiden sähköajoneuvoja käyttävien prosenttiosuus.	Turvalliset tienkäyttäjät
Pelastusliivejä käyttävien veneilijöiden prosenttiosuus	Turvalliset veneilijät
Alkoholin (tai muiden päihdyttävien aineiden) vaikutuksen alaisena viimeisen 30 päivän aikana veneilleiden prosenttiosuus	Turvalliset veneilijät
Hätäpuhelun vastaanottamisen ja ensimmäisen pelastusyksikön saapumisen välisten aikojen 95. prosenttipiste tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuksissa.	Korkealaatuinen onnettomuuksien jälkeinen hoito



4.2 Lopuksi

Tässä raportissa tunnistetut toimenpiteet vaihtelevat vaikuttavuudeltaan ja toteuttamiskelpoisuudeltaan, ja usein kaikista vaikuttavimpien keinojen toteuttaminen on haastavinta. Esimerkiksi tieinfrastruktuurin kehittäminen turvallisen järjestelmän periaatteiden mukaiseksi voisi vähentää vakavia onnettomuuksia huomattavasti, mutta sen toteuttamista rajoittavat vaadittavat resurssit ja laaja toimenpanon tarve. Myös nopeusrajoitusten laaja-alaisella alentamisella olisi huomattava potentiaali vähentää vakavia henkilövahinkoja, mutta poliittisesti toimenpide voi olla hankala ilman, että sille syntyy riittävän laajaa tukea.

Osa liikenneturvallisuustoimenpiteistä voi lisäksi olla ristiriidassa muiden liikennepolitiikan tavoitteiden kanssa. Esimerkiksi polkupyöräkypärän käytön velvoittaminen sakon uhalla voisi vähentää pyöräilijöiden vakavia henkilövahinkoja, mutta saattaisi samalla vähentää polkupyöräilyn houkuttavuutta, mikä ei olisi ympäristön kestävyys- tai kansanterveyden kannalta toivottavaa. Osa toimenpiteistä, kuten päihteiden käyttöön ja ajoterveyteen liittyvien vakavien henkilövahinkojen vähentäminen, edellyttävät käyttäytymiseen ja terveyteen liittyvien riskitekijöiden systemaattista ehkäisyä poik-kihallinnollisesti.

Liikenneturvallisuuden parantaminen vaatii todennäköisesti useiden tarkasti suunnattujen ja rajattujen toimenpiteiden yhdistämistä. Keskeistä on priorisoida toimenpiteitä tutkimusnäyttöön perustuen ja kohdistaa rajalliset resurssit niihin keinoihin, jotka ovat toteutettavissa ja joilla saavutetaan suurin turvallisuushyöty.

5. Lähdeviitteet

- [1] R. Elvik ja T.-O. Nævestad, "Does empirical evidence support the effectiveness of the Safe System approach to road safety management?", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 191, s. 107227, loka 2023, doi: 10.1016/j.aap.2023.107227.
- [2] T.-O. Nævestad, I. S. Hesjevoll, R. Elvik, Ø. L. Brunstad, ja J. Blom, "Safe System, Vision Zero, and Sustainable Safety: a scoping review", *Traffic Saf. Res.*, vol. 9, s. e000115–e000115, jouluku 2025, doi: 10.55329/ekkh3689.
- [3] R. Elvik, "What would a road safety policy fully consistent with safe system principles mean for road safety?", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 193, s. 107336, jouluku 2023, doi: 10.1016/j.aap.2023.107336.
- [4] M. N. Khan ja S. Das, "Advancing traffic safety through the safe system approach: A systematic review", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 199, s. 107518, touko 2024, doi: 10.1016/j.aap.2024.107518.
- [5] ITF, "The Safe System Approach in Action", International Transport Forum, 2022. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.itf-oecd.org/safe-system-approach-action-experience-based-guide-enhanced-road-safety>
- [6] A. Silla, J. Mesimäki, H. Peltola, T. Itkonen, ja E. Lehtonen, "Tieliikenneturvallisuusindikaattoritietojen kerääminen - Baseline tutkimushanke", Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Tutkimusraportti VTT-R-00710-22, 2022.
- [7] J. Mesimäki, I. Maasalo, T. Itkonen, M. Innamaa, ja F. Malin, "Tieliikenneturvallisuuden indikaattoritiedot: Trendline-tutkimushanke", Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Espoo, VTT-R-00270-25, kesä 2025. [Verkossa]. Saatavissa: <https://cris.vtt.fi/files/116785825/VTT-R-00270-25.pdf>
- [8] Q. Hussain, H. Feng, R. Grzebieta, T. Brijs, ja J. Olivier, "The relationship between impact speed and the probability of pedestrian fatality during a vehicle-pedestrian crash: A systematic review and meta-analysis", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 129, s. 241–249, elo 2019, doi: 10.1016/j.aap.2019.05.033.



- [9] T. Smith, "Fundamentals of the Safe System Approach", Vision Zero Network. Viitattu: 26. helmikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://visionzeronetwork.org/fundamentals-of-the-safe-system-approach/>
- [10] C. Muir, I. R. Johnston, ja E. Howard, "Evolution of a holistic systems approach to planning and managing road safety: the Victorian case study, 1970-2015", *Inj. Prev. J. Int. Soc. Child Adolesc. Inj. Prev.*, vol. 24, nro Suppl 1, s. i19–i24, kesä 2018, doi: 10.1136/injuryprev-2017-042358.
- [11] M. Green, C. Muir, J. Oxley, ja A. Sobhani, "When policy hits the road: Safe System in Victoria's policy environment", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 189, s. 107129, syys 2023, doi: 10.1016/j.aap.2023.107129.
- [12] J. Suomento, "Kohti nollavisiota – asiantuntijanäkökulmia turvallisen liikennejärjestelmän kehittämiseen", Opinnäytetyö, Laurea-ammattikorkeakoulu, 2026.
- [13] K. R. Evenson, S. LaJeunesse, E. Keefe, ja R. B. Naumann, "Mixed-methods approach to describing Vision Zero initiatives in United States' municipalities", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 184, s. 107012, touko 2023, doi: 10.1016/j.aap.2023.107012.
- [14] M. Pöllänen, R. Utriainen, ja J. Sjögren, "Suomen ja Norjan tieliikenteen turvallisuuden ja siihen liittyvien tekijöiden vertailu", Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki, 11/2023, 2023. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Suomen%20ja%20Norjan%20tieliikenteen%20turvallisuuden%20ja%20siihen%20liittyvien%20tekij%C3%B6iden%20vertailu.pdf>
- [15] R. Elvik, A. Vadeby, T. Hels, ja I. van Schagen, "Updated estimates of the relationship between speed and road safety at the aggregate and individual levels", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 123, s. 114–122, helmi 2019, doi: 10.1016/j.aap.2018.11.014.
- [16] L. Aarts ja I. van Schagen, "Driving speed and the risk of road crashes: A review", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 38, nro 2, s. 215–224, maaliskuu 2006, doi: 10.1016/j.aap.2005.07.004.
- [17] R. Elvik, "Speed and Road Safety: Synthesis of Evidence from Evaluation Studies", *Transp. Res. Rec.*, vol. 1908, nro 1, s. 59–69, tammi 2005, doi: 10.1177/0361198105190800108.
- [18] E. Rätty, "OTI Nopeusraportti 2025", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2025.
- [19] G. Yannis ja E. Michalaraki, "Effectiveness of 30 km/h speed limit – A literature review", *J. Safety Res.*, vol. 92, s. 490–503, helmi 2025, doi: 10.1016/j.jsr.2024.11.003.
- [20] G. Nilsson, "Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety", Doctoral Thesis (monograph), Lund University, 2004. [Verkossa]. Saatavissa: <https://lup.lub.lu.se/search/files/4394446/1693353.pdf>
- [21] R. Elvik, "A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 50, s. 854–860, tammi 2013, doi: 10.1016/j.aap.2012.07.012.
- [22] S. D. Doecke, M. R. J. Baldock, C. N. Kloeden, ja J. K. Dutschke, "Impact speed and the risk of serious injury in vehicle crashes", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 144, s. 105629, syys 2020, doi: 10.1016/j.aap.2020.105629.
- [23] C. Jurewicz, A. Sobhani, J. Woolley, J. Dutschke, ja B. Corben, "Exploration of Vehicle Impact Speed – Injury Severity Relationships for Application in Safer Road Design", *Transp. Res. Procedia*, vol. 14, s. 4247–4256, tammi 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.396.
- [24] Federal Highway Administration, "Relationship Between Speed and Safety", teoksessa *Self-Enforcing Roadways: A Guidance Report*, McLean, VA: U.S. Department of Transportation, 2018. Viitattu: 11. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/17098/003.cfm>
- [25] R. Elvik, "Dimensions of road safety problems and their measurement", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 40, nro 3, s. 1200–1210, touko 2008, doi: 10.1016/j.aap.2008.01.004.
- [26] R. Elvik, "Why some road safety problems are more difficult to solve than others", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 42, nro 4, s. 1089–1096, heinä 2010, doi: 10.1016/j.aap.2009.12.020.
- [27] A. M. Harkin, D. Nikolaou, G. Yannis, ja F. Surges, "Speeding. ESRA3 Thematic report Nr. 7.", Federal Highway Research Institute Germany (BAST), (2024-R-28-EN), 2024.

- [Verkossa]. Saatavissa:
<https://www.esranet.eu/storage/minisites/esra2023thematicreportno7speeding.pdf>
- [28] A. Vadeby ja Å. Forsman, "Traffic safety effects of new speed limits in Sweden", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 114, s. 34–39, touko 2018, doi: 10.1016/j.aap.2017.02.003.
- [29] F. Malin, J. Mesimäki, E. Aittoniemi, S. Innamaa, ja A. Lauhkonen, "Tarkastelu nopeusrajoitusten vaikutuksista maantieverkolla". Viitattu: 10. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/186687>
- [30] F. Malin, J. Mesimäki, ja E. Aittoniemi, "Tarkastelu nopeusrajoitusten vaikutuksista maantieverkolla Osa 2". Viitattu: 10. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/187828>
- [31] H. Peltola, "Talviajan nopeusrajoitusten liikenneturvallisuusvaikutukset: vuosien 2010-2014 onnettomuuksien tarkastelu". Viitattu: 22. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/121607>
- [32] R. Elvik ja A. K. Høye, "Fartsgrenser", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, TØI, 2019. Viitattu: 10. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/3-trafikkregulering/doc660/>
- [33] J. Cairns, J. Warren, K. Garthwaite, G. Greig, ja C. Bamba, "Go slow: an umbrella review of the effects of 20 mph zones and limits on health and health inequalities", *J. Public Health*, vol. 37, nro 3, s. 515–520, syys 2015, doi: 10.1093/pubmed/dfu067.
- [34] J. Ambros ym., "Exploring the heterogeneity in impacts of 30 km/h speed interventions: A subgroup meta-analysis based on a systematic international review", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 232, s. 108547, heinä 2026, doi: 10.1016/j.aap.2026.108547.
- [35] F. Bunn, T. Collier, C. Frost, K. Ker, I. Roberts, ja R. Wentz, "Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis", *Inj. Prev.*, vol. 9, nro 3, s. 200–204, syys 2003, doi: 10.1136/ip.9.3.200.
- [36] R. Elvik, "Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 33, nro 3, s. 327–336, touko 2001, doi: 10.1016/S0001-4575(00)00046-4.
- [37] L. Rothman, R. Buliung, C. Macarthur, T. To, ja A. Howard, "Walking and child pedestrian injury: a systematic review of built environment correlates of safe walking", *Inj. Prev.*, vol. 20, nro 1, s. 41–49, helmi 2014, doi: 10.1136/injuryprev-2012-040701.
- [38] S. N. Sharma ja K. Dehalwar, "A Systematic Literature Review of Pedestrian Safety in Urban Transport Systems", *J. Road Saf.*, vol. 36, nro 4, marras 2025, doi: 10.33492/JRS-D-25-4-2707507.
- [39] A. Høye, "Kryssingsmuligheter for fotgjengere", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, TØI, 2025. Viitattu: 12. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/3-trafikkregulering/doc663/>
- [40] J. Theeuwes, J. Snell, T. Koning, ja B. Bucker, "Self-Explaining Roads: Effects of road design on speed choice", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 102, s. 335–361, huhti 2024, doi: 10.1016/j.trf.2024.03.007.
- [41] S. A. Gargoum, K. El-Basyouny, ja A. Kim, "Towards setting credible speed limits: Identifying factors that affect driver compliance on urban roads", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 95, s. 138–148, loka 2016, doi: 10.1016/j.aap.2016.07.001.
- [42] R. Elvik, "Developing an accident modification function for speed enforcement", *Saf. Sci.*, vol. 49, nro 6, s. 920–925, heinä 2011, doi: 10.1016/j.ssci.2011.02.016.
- [43] C. Wilson, C. Willis, J. K. Hendrikz, R. Le Brocq, ja N. Bellamy, "Speed cameras for the prevention of road traffic injuries and deaths", teoksessa *Cochrane Database of Systematic Reviews*, The Cochrane Collaboration, Toim., Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2010, s. CD004607.pub3. doi: 10.1002/14651858.CD004607.pub3.
- [44] P. Pilkington ja S. Kinra, "Effectiveness of speed cameras in preventing road traffic collisions and related casualties: systematic review", *BMJ*, vol. 330, nro 7487, s. 331–334, helmi 2005, doi: 10.1136/bmj.38324.646574.AE.
- [45] R. Elvik ja A. K. Høye, "Automatisk trafikkontroll (ATK)", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, TØI, 2023. Viitattu: 11. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/8-kontroll-og-sanksjoner/doc735/>

- [46] R. Elvik ja A. K. Høye, "Stasjonære og mobile fartskontroller", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, TØI, 2020. Viitattu: 11. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/8-kontroll-og-sanksjoner/doc730/>
- [47] R. Elvik ja A. K. Høye, "The Potential for Reducing the Number of Killed or Seriously Injured Road Users in Norway in the Period 2018-2030", Institute of Transport Economics, Oslo, 1764/2020, 2020.
- [48] H. Peltola, F. Malin, A. Silla, M. Kallio, S. Innamaa, ja S. Kuisma, "Kehä I:n automaattinen nopeusvalvonta", Trafi, Helsinki, 1–2017, 2017.
- [49] D. W. Soole, B. C. Watson, ja J. J. Fleiter, "Effects of average speed enforcement on speed compliance and crashes: A review of the literature", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 54, s. 46–56, touko 2013, doi: 10.1016/j.aap.2013.01.018.
- [50] R. Rajamäki, "Matka-aikaan perustuvan automaattisen nopeusvalvonnan kokeilu". Viitattu: 21. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/177648>
- [51] F. Lai ja O. Carsten, "What benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: A close examination of its effect on vehicle speeds", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 48, s. 4–9, syys 2012, doi: 10.1016/j.aap.2010.01.002.
- [52] F. Lai, O. Carsten, ja F. Tate, "How much benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: An analysis of its potential contribution to safety and environment", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 48, s. 63–72, syys 2012, doi: 10.1016/j.aap.2011.04.011.
- [53] H. Peltola, N. Airaksinen, ja H. Sintonen, "Tieliikenteen vakavat henkilövahingot: Liikenneturvallisuustyön suuntaaminen vakavat loukkaantumiset huomioon ottaen". Viitattu: 1. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/149321>
- [54] N. Sihvola, "OTI-vuosiraportti 2024. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimat kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2025.
- [55] Onnettomuustietoinstituutti OTI, "Onnettomuuksien tyypikuvasto", Liikennevakuutuskeskus. Viitattu: 1. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.lv.fi/onnettomuustietoinstituutti/otin-maaritelmat/tyypikuvasto/>
- [56] E. Rätty, "OTI Suistumisonnettomuudet maanteillä 2024", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2024.
- [57] E. Rätty, "OTI Kohtaamisonnettomuudet maanteillä. Haja-asutusalueiden maanteillä vuosina 2018–2022 tapahtuneet kuolemaan johtaneet moottoriajoneuvojen kohtaamisonnettomuudet", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2024.
- [58] L. Gong ja W. (David) Fan, "Modeling single-vehicle run-off-road crash severity in rural areas: Accounting for unobserved heterogeneity and age difference", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 101, s. 124–134, huhti 2017, doi: 10.1016/j.aap.2017.02.014.
- [59] I. U. Khan, D. Motuba, ja K. Vachal, "Investigating factors affecting injury severity of single-vehicle run-off-road crashes", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 208, s. 107786, joul 2024, doi: 10.1016/j.aap.2024.107786.
- [60] C. Liu ja R. Subramanian, "Factors Related to Fatal Single-Vehicle Run-Off-Road Crashes", Art. nro HS-811 232, marras 2009, Viitattu: 1. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://trid.trb.org/View/913013>
- [61] S. Dissanayake ja U. Roy, "Crash Severity Analysis of Single Vehicle Run-off-Road Crashes", *J. Transp. Technol.*, vol. 4, nro 1, s. 1–10, tammi 2014, doi: 10.4236/jtts.2014.41001.
- [62] M. Ebrahimi Darkhaneh, M. Effati, ja M. Arabani, "Factors affecting the injury severity of head-on crashes on undivided rural roads under different weather conditions", *Int. J. Transp. Sci. Technol.*, maal 2025, doi: 10.1016/j.ijst.2025.02.007.
- [63] P. Liu ja W. (David) Fan, "Modeling head-on crash severity on NCDOT freeways: a mixed logit model approach", *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 46, nro 4, s. 322–328, huhti 2019, doi: 10.1139/cjce-2018-0262.
- [64] L. Qiu ja W. A. Nixon, "Effects of Adverse Weather on Traffic Crashes: Systematic Review and Meta-Analysis", *Transp. Res. Rec.*, vol. 2055, nro 1, s. 139–146, tammi 2008, doi: 10.3141/2055-16.

- [65] C. Roque, M. Jalayer, ja A. S. Hasan, "Investigation of injury severities in single-vehicle crashes in North Carolina using mixed logit models", *J. Safety Res.*, vol. 77, s. 161–169, kesä 2021, doi: 10.1016/j.jsr.2021.02.013.
- [66] F. Malin, I. Norros, ja S. Innamaa, "Identification of accident risk and its application in traffic control. Accident risks in different road weather conditions on Finnish main roads", *Liikennevirasto*, 41/2017, 2017.
- [67] A. K. Høye ja R. Elvik, "Vegers linjeføring", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, Oslo: TØI, 2023. Viitattu: 2. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/1-vegutforming-og-vegutstyr/doc629/>
- [68] S. A. Khan, A. P. Afghari, S. Yasmin, ja M. M. Haque, "Effects of design consistency on run-off-road crashes: An application of a Random Parameters Negative Binomial Lindley model", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 186, s. 107042, kesä 2023, doi: 10.1016/j.aap.2023.107042.
- [69] P. Intini, N. Berloco, P. Colonna, S. Ottersland Granås, ja E. Olaussen Ryeng, "Influence of Road Geometric Design Consistency on Familiar and Unfamiliar Drivers' Performances: Crash-Based Analysis", *Transp. Res. Rec.*, vol. 2673, nro 10, s. 489–500, loka 2019, doi: 10.1177/0361198119851446.
- [70] I. Radun, J. Radun, J. Kaistinen, ja I. Parkkari, "Tieliikenneitsemurhat raskaan liikenteen kuljettajien näkökulmasta", *Liikenne- ja viestintävirasto Traficom*, Helsinki, 30/2019, 2019.
- [71] A. K. Høye, "Vegrekkverk", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, Oslo: TØI, 2025. Viitattu: 2. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/1-vegutforming-og-vegutstyr/doc631/>
- [72] H. Peltola ja J. Mesimäki, "Keskikaiteiden toteutuneet turvallisuusvaikutukset Suomessa", *Väylävirasto*, Helsinki, 4/2019, 2019.
- [73] Väylävirasto, "Vuoden 2025 VALA MT:n lähtötietokannan päivitys. Liite 2: 900-sarjan toimenpiteiden turvallisuustarkastelu ja kokoon painuvan kaiteen pään kirjallisuuskatsaus", *Väylävirasto*, Muistio, 2025.
- [74] J. Smith, M. Hosseinpour, R. Mains, N. Hummel, ja K. Haleem, "Investigating Head-On Crash Severity Involving Commercial Motor Vehicles in Kentucky", *Transp. Res. Rec.*, vol. 2675, nro 10, s. 133–147, loka 2021, doi: 10.1177/03611981211010803.
- [75] A. K. Høye, "Forsterket og profilert midtoppmerking", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, Oslo: TØI, 2024. Viitattu: 2. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/3-trafikkregulering/326-forsterket-midtoppmerking/>
- [76] R. Rajamäki, "Täristävien tiemerkinöjen turvallisuusvaikutus", *Liikennevirasto*, Helsinki, *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä* 41/2010, 2010.
- [77] A. K. Høye, "Tiltak i horisontalkurver", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, Oslo: TØI, 2024. Viitattu: 2. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/1-vegutforming-og-vegutstyr/doc633/>
- [78] E. Lehtonen, J. Mesimäki, ja T. Itkonen, *Tien ominaisuuksien yhteys ajonopeuksiin ja onnettomuusriskiin*, 2025. p., vol. 10. teoksessa *Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä*, no. 10/2025, vol. 10. Finland: Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, 2025.
- [79] S. Sternlund, "The safety potential of lane departure warning systems—A descriptive real-world study of fatal lane departure passenger car crashes in Sweden", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 18, nro sup1, s. S18–S23, touko 2017, doi: 10.1080/15389588.2017.1313413.
- [80] A. Costa, S. Innamaa, ja F. Malin, "Safety impact of advanced driver assistance systems in Europe in 2030", *J. Safety Res.*, vol. 95, s. 290–300, joulou 2025, doi: 10.1016/j.jsr.2025.10.008.
- [81] J. Mesimäki, H. Sintonen, I. Maasalo, S. Innamaa, ja F. Malin, "eCall-hätäpuhelinjärjestelmän vaikutukset Suomessa", *Liikenne- ja viestintävirasto Traficom*, Helsinki, 1/2026, 2026. [Verkossa]. Saatavissa: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/eCall-vaikutukset_Traficomin_tutkimuksia_ja_selvityksi%C3%A4_1_2026.pdf
- [82] E. Rätty, "OTI-Turvavyöraportti 2023", *Onnettomuustietoinstituutti OTI*, Helsinki, 2023.
- [83] N. Fouda Mbarga, A.-R. Abubakari, L. N. Aminde, ja A. R. Morgan, "Seatbelt use and risk of major injuries sustained by vehicle occupants during motor-vehicle crashes: a systematic

- review and meta-analysis of cohort studies”, *BMC Public Health*, vol. 18, nro 1, s. 1413, joulu 2018, doi: 10.1186/s12889-018-6280-1.
- [84] J. D. Febres, S. García-Herrero, S. Herrera, J. M. Gutiérrez, J. R. López-García, ja M. A. Mariscal, ”Influence of seat-belt use on the severity of injury in traffic accidents”, *Eur. Transp. Res. Rev.*, vol. 12, nro 1, s. 9, joulu 2020, doi: 10.1186/s12544-020-0401-5.
- [85] A. Valen *ym.*, ”Driver-related risk factors of fatal road traffic crashes associated with alcohol or drug impairment”, *Accid. Anal. Prev.*, vol. 131, s. 191–199, loka 2019, doi: 10.1016/j.aap.2019.06.014.
- [86] N. Sihvola, ”OTI-Lasten liikenneonnettomuudet raportti 2022”, Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2022.
- [87] R. Elvik ja A. K. Høy, ”The Potential for Reducing the Number of Killed or Seriously Injured Road Users in Norway in the Period 2018-2030”, TØI Institute of Transport Economics, 2020.
- [88] S. Kargar, A. Ansari-Moghaddam, ja H. Ansari, ”The prevalence of seat belt use among drivers and passengers: a systematic review and meta-analysis”, *J. Egypt. Public Health Assoc.*, vol. 98, nro 1, s. 14, elo 2023, doi: 10.1186/s42506-023-00139-3.
- [89] S. Alghnam, J. Towhari, M. Alkelya, A. Binahmad, ja T. M. Bell, ”The effectiveness of introducing detection cameras on compliance with mobile phone and seatbelt laws: a before-after study among drivers in Riyadh, Saudi Arabia”, *Inj. Epidemiol.*, vol. 5, nro 1, s. 31, joulu 2018, doi: 10.1186/s40621-018-0161-z.
- [90] ”PACTS Fit to drive Final Report (Amended) 2016”.
- [91] ”OTI-ajoterveysraportti 2021”.
- [92] B. H. Ang, J. A. Oxley, W. S. Chen, K. K. Yap, K. P. Song, ja S. W. H. Lee, ”To reduce or to cease: A systematic review and meta-analysis of quantitative studies on self-regulation of driving”, *J. Safety Res.*, vol. 70, s. 243–251, syys 2019, doi: 10.1016/j.jsr.2019.07.004.
- [93] A. Blane, H. Lee, T. Falkmer, ja T. Dukic Willstrand, ”Cognitive ability as a predictor of task demand and self-rated driving performance in post-stroke drivers – Implications for self-regulation”, *J. Transp. Health*, vol. 9, s. 169–179, kesä 2018, doi: 10.1016/j.jth.2018.01.013.
- [94] E. E. Freeman, B. Mun-oz, K. A. Turano, ja S. K. West, ”Measures of Visual Function and Their Association with Driving Modification in Older Adults”, *Investig. Ophthalmology Vis. Sci.*, vol. 47, nro 2, s. 514, helmi 2006, doi: 10.1167/iovs.05-0934.
- [95] J. Andersson, T. Bro, ja T. Lajunen, ”Self-Perception and the Relation to Actual Driving Abilities for Individuals With Visual Field Loss”, *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 16, s. 852794, maaliskuu 2022, doi: 10.3389/fnhum.2022.852794.
- [96] L. Paire-Ficout *ym.*, ”Naturalistic Driving Study Investigating Self-Regulation Behavior in Early Alzheimer’s Disease: A Pilot Study”, *J. Alzheimers Dis.*, vol. 63, nro 4, s. 1499–1508, touko 2018, doi: 10.3233/JAD-171031.
- [97] M. Asbridge *ym.*, ”The impact of restricted driver’s licenses on crash risk for older drivers: A systematic review”, *Transp. Res. Part Policy Pract.*, vol. 97, s. 137–145, maaliskuu 2017, doi: 10.1016/j.tra.2017.01.006.
- [98] J. M. Bennett, E. Chekaluk, ja J. Batchelor, ”Cognitive Tests and Determining Fitness to Drive in Dementia: A Systematic Review”, *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 64, nro 9, s. 1904–1917, syys 2016, doi: 10.1111/jgs.14180.
- [99] S. Krasniuk, R. Toxopeus, M. Knott, M. McKeown, ja A. M. Crizzle, ”The effectiveness of driving simulator training on driving skills and safety in young novice drivers: A systematic review of interventions”, *J. Safety Res.*, vol. 91, s. 20–37, joulu 2024, doi: 10.1016/j.jsr.2024.08.002.
- [100] M. Folli ja J. M. Bennett, ”Factors that predict hazard perception in older adult road-users: A systematic review”, *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 99, s. 19–35, marras 2023, doi: 10.1016/j.trf.2023.10.008.
- [101] P. Ventsislavova ja D. Crundall, ”The hazard prediction test: A comparison of free-response and multiple-choice formats”, *Saf. Sci.*, vol. 109, s. 246–255, marras 2018, doi: 10.1016/j.ssci.2018.06.004.

- [102] "Päihteet tieliikenteessä ja onnettomuuksissa", <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/paihteet-tieliikenteessa-ja-onnettomuuksissa>. Viitattu: 18. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/paihteet-tieliikenteessa-ja-onnettomuuksissa>
- [103] K. Okamura, R. Kosuge, M. Kihira, ja G. Fujita, "Typology of driving-under-the-influence (DUI) offenders revisited: Inclusion of DUI-specific attitudes", *Addict. Behav.*, vol. 39, nro 12, s. 1779–1783, joulou 2014, doi: 10.1016/j.addbeh.2014.07.007.
- [104] C. Escamilla, M. Á. Beleña, A. Picó, J. Mora Rojo, ja J. Mateu-Mollá, "A psychological profile of drivers convicted of driving under the influence of alcohol", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 95, s. 380–390, touko 2023, doi: 10.1016/j.trf.2023.05.007.
- [105] J. Freeman, J. C. Maxwell, ja J. Davey, "Unraveling the complexity of driving while intoxicated: A study into the prevalence of psychiatric and substance abuse comorbidity", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 43, nro 1, s. 34–39, tammi 2011, doi: 10.1016/j.aap.2010.06.004.
- [106] T. Räisänen, H. Hakko, P. Riipinen, E. Rätty, ja L. Kantojärvi, "Personality disorders of drivers killed in fatal motor vehicle accidents in Finland during 1990–2011", *Acta Psychiatr. Scand.*, vol. 140, nro 1, s. 39–49, heinä 2019, doi: 10.1111/acps.13039.
- [107] "Ajokieltotyöryhmän muistio 2024".
- [108] E. E. McGinty ym., "Ignition Interlock Laws: Effects on Fatal Motor Vehicle Crashes, 1982–2013", *Am. J. Prev. Med.*, vol. 52, nro 4, s. 417–423, huhti 2017, doi: 10.1016/j.amepre.2016.10.043.
- [109] "Countermeasures that work: A highway safety countermeasure guide for state highway safety offices: (424112008-001)", National Highway Traffic Safety Administration, DOT HS 813 490, 2023. doi: 10.1037/e424112008-001.
- [110] J. C. Fell ja R. B. Voas, "The effectiveness of reducing illegal blood alcohol concentration (BAC) limits for driving: Evidence for lowering the limit to .05 BAC", *J. Safety Res.*, vol. 37, nro 3, s. 233–243, tammi 2006, doi: 10.1016/j.jsr.2005.07.006.
- [111] L. Straßgütl ja C. Evers, "Long-term effects of the German zero tolerance law for novice drivers", *J. Safety Res.*, vol. 80, s. 46–53, helmi 2022, doi: 10.1016/j.jsr.2021.11.003.
- [112] P. A. Byrne, T. Ma, R. E. Mann, ja Y. Elzohairy, "Evaluation of the general deterrence capacity of recently implemented (2009–2010) low and Zero BAC requirements for drivers in Ontario", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 88, s. 56–67, maalisk 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.12.002.
- [113] E. Desapriya, I. Pike, S. Subzwari, G. Scime, ja S. Shimizu, "Impact of lowering the legal blood alcohol concentration limit to 0.03 on male, female and teenage drivers involved alcohol-related crashes in Japan", *Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot.*, vol. 14, nro 3, s. 181–187, 2007, doi: 10.1080/17457300701440634.
- [114] Traficom, "Henkilöliikennetutkimus 2021. Suomalaisten liikkuminen", Helsinki, 1/2023, 2023. Viitattu: 4. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/HLT_2021_p%C3%A4%C3%A4raportti.pdf
- [115] J. Freeman, B. Scott-Parker, I. Wong, ja N. Haworth, "Vulnerable road user groups: a review of younger drivers, motorcyclists and older drivers", *Vulnerable Groups Incl.*, vol. 3, nro 1, s. 14889, tammi 2012, doi: 10.3402/vgi.v3i0.14889.
- [116] "Ikääntyneet liikenteessä", Liikenneturva. Viitattu: 4. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/ikaantyneet-liikenteessa/>
- [117] S. Koppel ym., "Understanding fatal older road user crash circumstances and risk factors", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 19, nro sup1, s. S181–S183, helmi 2018, doi: 10.1080/15389588.2018.1426911.
- [118] S. Salenius, "OTI-pyöräilyraportti 2022", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2022.
- [119] N. Sihvola, "OTI-jalankulkuraportti 2023", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2023.
- [120] K. Wilmut ja C. Purcell, "Why Are Older Adults More at Risk as Pedestrians? A Systematic Review", *Hum. Factors*, vol. 64, nro 8, s. 1269–1291, joulou 2022, doi: 10.1177/0018720821989511.
- [121] B. Chen, X. Zhao, Y. Li, ja X. Liu, "Mapping the knowledge domain of crash risk in older drivers studies: A scientometric analysis", *J. Traffic Transp. Eng. Engl. Ed.*, vol. 12, nro 3, s. 587–602, kesä 2025, doi: 10.1016/j.jtte.2024.05.002.

- [122] "Milloin ajokortti pois ikäihmiseltä?" Viitattu: 3. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo99085>
- [123] M. Falkenstein, M. Karthaus, ja U. Brüne-Cohrs, "Age-Related Diseases and Driving Safety", *Geriatrics*, vol. 5, nro 4, loka 2020, doi: 10.3390/geriatrics5040080.
- [124] T. L. Martin, P. A. M. Solbeck, D. J. Mayers, R. M. Langille, Y. Buczek, ja M. R. Pelletier, "A Review of Alcohol-Impaired Driving: The Role of Blood Alcohol Concentration and Complexity of the Driving Task", *J. Forensic Sci.*, vol. 58, nro 5, s. 1238–1250, 2013, doi: 10.1111/1556-4029.12227.
- [125] S. Samuel, Y. Yamani, ja D. L. Fisher, "Large reductions are possible in older driver crashes at intersections", *Clin. Exp. Optom.*, vol. 99, nro 5, s. 419–424, syys 2016, doi: 10.1111/cxo.12443.
- [126] D. R. Mayhew, H. M. Simpson, ja S. A. Ferguson, "Collisions Involving Senior Drivers: High-Risk Conditions and Locations", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 7, nro 2, s. 117–124, heinä 2006, doi: 10.1080/15389580600636724.
- [127] J. Oxley, B. Fildes, B. Corben, ja J. Langford, "Intersection design for older drivers", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 9, nro 5, s. 335–346, syys 2006, doi: 10.1016/j.trf.2006.06.005.
- [128] J. Liu *ym.*, "Frailty phenotype associated with traffic crashes among older drivers: A cross-sectional study in rural Japan", *J. Transp. Health*, vol. 18, s. 100909, syys 2020, doi: 10.1016/j.jth.2020.100909.
- [129] S. Azami-Aghdash, M. H. Aghaei, ja H. Sadeghi-Bazarghani, "Epidemiology of Road Traffic Injuries among Elderly People; A Systematic Review and Meta-Analysis", *Bull. Emerg. Trauma*, vol. 6, nro 4, s. 279–291, loka 2018, doi: 10.29252/beat-060403.
- [130] G. Li, E. R. Braver, ja L.-H. Chen, "Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 35, nro 2, s. 227–235, maal. 2003, doi: 10.1016/S0001-4575(01)00107-5.
- [131] J. Jancey, L. Cooper, P. Howat, L. Meuleners, D. Sleet, ja G. Baldwin, "Pedestrian and Motorized Mobility Scooter Safety of Older People", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 14, nro 6, s. 647–653, elo 2013, doi: 10.1080/15389588.2012.749465.
- [132] C. Engbers, R. Dubbeldam, M. G. J. Bruske-Keizer, J. H. Buurke, D. de Waard, ja J. S. Rietman, "Characteristics of older cyclists (65+) and factors associated with self-reported cycling accidents in the Netherlands", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 56, s. 522–530, heinä 2018, doi: 10.1016/j.trf.2018.05.020.
- [133] V. Martínez-Ruiz, E. Jiménez-Mejías, C. Amezcua-Prieto, R. Olmedo-Requena, J. de D. Luna-del-Castillo, ja P. Lardelli-Claret, "Contribution of exposure, risk of crash and fatality to explain age- and sex-related differences in traffic-related cyclist mortality rates", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 76, s. 152–158, maal. 2015, doi: 10.1016/j.aap.2015.01.008.
- [134] T. C. Ikpeze, G. Glaun, D. McCalla, ja J. C. Elfar, "Geriatric Cyclists: Assessing Risks, Safety, and Benefits", *Geriatr. Orthop. Surg. Rehabil.*, vol. 9, s. 2151458517748742, tammi 2018, doi: 10.1177/2151458517748742.
- [135] S. Scheiman, H. S. Moghaddas, U. Björnstig, P.-O. Bylund, ja B.-I. Saveman, "Bicycle injury events among older adults in Northern Sweden: A 10-year population based study", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 42, nro 2, s. 758–763, maal. 2010, doi: 10.1016/j.aap.2009.11.005.
- [136] E. Polders *ym.*, "ElderSafe - Risks and countermeasures for road traffic of the elderly in Europe", European Commission – Directorate-General for mobility and transport (DG-MOVE), Final report N° MOVE/C4/2014-244, 2015.
- [137] T. Niebuhr, M. Junge, ja E. Rosén, "Pedestrian injury risk and the effect of age", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 86, s. 121–128, tammi 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.10.026.
- [138] Y.-C. Liu ja Y.-C. Tung, "Risk analysis of pedestrians' road-crossing decisions: Effects of age, time gap, time of day, and vehicle speed", *Saf. Sci.*, vol. 63, s. 77–82, maal. 2014, doi: 10.1016/j.ssci.2013.11.002.
- [139] S. Lord, M.-S. Cloutier, B. Garnier, ja Z. Christoforou, "Crossing road intersections in old age—With or without risks? Perceptions of risk and crossing behaviours among the elderly",

- Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 55, s. 282–296, touko 2018, doi: 10.1016/j.trf.2018.03.005.
- [140] A. Moradi *ym.*, "Factors affecting the severity of pedestrian traffic crashes", *Arch. Trauma Res.*, vol. 8, nro 2, s. 46, 2019, doi: 10.4103/atr.atr_6_19.
- [141] A. Dommès, V. Cavallo, ja J. Oxley, "Functional declines as predictors of risky street-crossing decisions in older pedestrians", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 59, s. 135–143, loka 2013, doi: 10.1016/j.aap.2013.05.017.
- [142] D. Gálvez-Pérez, B. Guirao, A. Ortuño, ja L. Picado-Santos, "The Influence of Built Environment Factors on Elderly Pedestrian Road Safety in Cities: The Experience of Madrid", *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, vol. 19, nro 4, helmi 2022, doi: 10.3390/ijerph19042280.
- [143] J. Mesimäki ja J. Luoma, "Near accidents and collisions between pedestrians and cyclists", *Eur. Transp. Res. Rev.*, vol. 13, nro 1, s. 38, kesä 2021, doi: 10.1186/s12544-021-00497-z.
- [144] A. E. Dickerson *ym.*, "A Systematic Review of Effective Interventions and Strategies to Support the Transition of Older Adults From Driving to Driving Retirement/Cessation", *Innov. Aging*, vol. 8, nro 6, s. igae054, kesä 2024, doi: 10.1093/geroni/igae054.
- [145] M. Karthaus ja M. Falkenstein, "Functional Changes and Driving Performance in Older Drivers: Assessment and Interventions", *Geriatrics*, vol. 1, nro 2, touko 2016, doi: 10.3390/geriatrics1020012.
- [146] D. W. Eby *ym.*, "Use, perceptions, and benefits of automotive technologies among aging drivers", *Inj. Epidemiol.*, vol. 3, nro 1, s. 28, joulu 2016, doi: 10.1186/s40621-016-0093-4.
- [147] T. Seacrist, J. Maheshwari, S. Sarfare, G. Chingas, M. Thirkill, ja H. Loeb S., "In-depth analysis of crash contributing factors and potential ADAS interventions among at-risk drivers using the SHRP 2 naturalistic driving study", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 22, s. S68–S73, 2021, doi: 10.1080/15389588.2021.1979529.
- [148] P. Morency, J. Strauss, F. Pépin, F. Tessier, ja J. Grondines, "Traveling by Bus Instead of Car on Urban Major Roads: Safety Benefits for Vehicle Occupants, Pedestrians, and Cyclists", *J. Urban Health*, vol. 95, nro 2, s. 196–207, huhti 2018, doi: 10.1007/s11524-017-0222-6.
- [149] R. Elvik, "Endring av reisereiserefordeling på transportmidler", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, Oslo: TØI, 2022. Viitattu: 21. huhtikuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/10-overordnede-virkemidler/doc611/>
- [150] R. J. Hagan, "Getting out of the house: the use of community transport as a third place for rural-dwelling older adults", *Ageing Soc.*, vol. 40, nro 11, s. 2519–2539, marras 2020, doi: 10.1017/S0144686X19000722.
- [151] S. Jaydarifard, F. J. M. Hernandez, N. Tilly, T. Yigitcanlar, ja A. Paz, "Age-friendly public transport: barriers, strategies, and capabilities for mobility in later life", *Transp. Rev.*, vol. 0, nro 0, s. 1–31, tammi 2026, doi: 10.1080/01441647.2026.2618145.
- [152] A. T. McCartt, D. R. Mayhew, K. A. Braitman, S. A. Ferguson, ja H. M. Simpson, "Effects of Age and Experience on Young Driver Crashes: Review of Recent Literature", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 10, nro 3, s. 209–219, kesä 2009, doi: 10.1080/15389580802677807.
- [153] "Nuorten henkilövahingot tieliikenteessä", Liikenneturva. Viitattu: 5. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/tutkimukset/nuorten-henkilovahingot-tieliikenteessa/>
- [154] E. Lehtonen, J. Mesimäki, A. Silla, ja H. Peltola, "Ajokorttilain uudistuksen liikenneturvallisuusvaikutukset", *Traficom*, 3/2022, 2022.
- [155] M. Cassarino ja G. Murphy, "Reducing young drivers' crash risk: Are we there yet? An ecological systems-based review of the last decade of research", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 56, s. 54–73, heinä 2018, doi: 10.1016/j.trf.2018.04.003.
- [156] L. J. Bates, J. Davey, B. Watson, M. J. King, ja K. Armstrong, "Factors Contributing to Crashes among Young Drivers", *Sultan Qaboos Univ. Med. J.*, vol. 14, nro 3, s. e297–e305, elo 2014.

- [157] D. D. Clarke, P. Ward, C. Bartle, ja W. Truman, "Young driver accidents in the UK: The influence of age, experience, and time of day", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 38, nro 5, s. 871–878, syys 2006, doi: 10.1016/j.aap.2006.02.013.
- [158] D. Crundall, "Hazard prediction discriminates between novice and experienced drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 86, s. 47–58, tammi 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.10.006.
- [159] A. J. McKnight ja A. S. McKnight, "Young novice drivers: careless or clueless?", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 35, nro 6, s. 921–925, marras 2003, doi: 10.1016/S0001-4575(02)00100-8.
- [160] A. E. Curry, M. R. Pfeiffer, D. R. Durbin, ja M. R. Elliott, "Young driver crash rates by licensing age, driving experience, and license phase", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 80, s. 243–250, heinä 2015, doi: 10.1016/j.aap.2015.04.019.
- [161] A. E. Curry, K. B. Metzger, A. F. Williams, ja B. C. Tefft, "Comparison of older and younger novice driver crash rates: Informing the need for extended Graduated Driver Licensing restrictions", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 108, s. 66–73, marras 2017, doi: 10.1016/j.aap.2017.08.015.
- [162] M. R. Day, A. R. Thompson, D. R. Poulter, C. B. Stride, ja R. Rowe, "Why do drivers become safer over the first three months of driving? A longitudinal qualitative study", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 117, s. 225–231, elo 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.04.007.
- [163] A. T. McCartt, V. I. Shabanova, ja W. A. Leaf, "Driving experience, crashes and traffic citations of teenage beginning drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 35, nro 3, s. 311–320, touko 2003, doi: 10.1016/S0001-4575(02)00006-4.
- [164] S. Mynttinen, A. Sundström, J. Vissers, M. Koivukoski, K. Hakuli, ja E. Keskinen, "Self-assessed driver competence among novice drivers – a comparison of driving test candidate assessments and examiner assessments in a Dutch and Finnish sample", *J. Safety Res.*, vol. 40, nro 4, s. 301–309, elo 2009, doi: 10.1016/j.jsr.2009.04.006.
- [165] J. Hatfield ja R. Fernandes, "The role of risk-propensity in the risky driving of younger drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 41, nro 1, s. 25–35, tammi 2009, doi: 10.1016/j.aap.2008.08.023.
- [166] L. Steinberg, "A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking", *Dev. Rev.*, vol. 28, nro 1, s. 78–106, maaliskuu 2008, doi: 10.1016/j.dr.2007.08.002.
- [167] A. B. Khan, R. Agrawal, S. S. Jain, ja A. Choudhary, "Review of distracted driving in young drivers: strategies for management of behavioural patterns", *Int. J. Crashworthiness*, vol. 27, nro 5, s. 1532–1544, loka 2022, doi: 10.1080/13588265.2021.1926847.
- [168] M. C. Ouimet, A. K. Pradhan, A. Brooks-Russell, J. P. Ehsani, D. Berbiche, ja B. G. Simons-Morton, "Young Drivers and Their Passengers: A Systematic Review of Epidemiological Studies on Crash Risk", *J. Adolesc. Health Off. Publ. Soc. Adolesc. Med.*, vol. 57, nro 10, s. S24–S35.e6, heinä 2015, doi: 10.1016/j.jadohealth.2015.03.010.
- [169] D. Romer, Y.-C. Lee, C. C. McDonald, ja F. K. Winston, "Adolescence, Attention Allocation, and Driving Safety", *J. Adolesc. Health*, vol. 54, nro 5, Supplement, s. S6–S15, touko 2014, doi: 10.1016/j.jadohealth.2013.10.202.
- [170] D. Stavrinou, C. N. Pope, J. Shen, ja D. C. Schwebel, "Distracted Walking, Bicycling, and Driving: Systematic Review and Meta-Analysis of Mobile Technology and Youth Crash Risk", *Child Dev.*, vol. 89, nro 1, s. 118–128, tammi 2018, doi: 10.1111/cdev.12827.
- [171] F. A. Wilson ja J. P. Stimpson, "Trends in fatalities from distracted driving in the United States, 1999 to 2008", *Am. J. Public Health*, vol. 100, nro 11, s. 2213–2219, 2010, doi: 10.2105/AJPH.2009.187179.
- [172] L. Buckley, R. L. Chapman, ja M. Sheehan, "Young Driver Distraction: State of the Evidence and Directions for Behavior Change Programs", *J. Adolesc. Health*, vol. 54, nro 5, Supplement, s. S16–S21, touko 2014, doi: 10.1016/j.jadohealth.2013.12.021.
- [173] J. L. Shepherd, D. J. Lane, R. L. Tapscott, ja D. A. Gentile, "Susceptible to Social Influence: Risky 'Driving' in Response to Peer Pressure", *J. Appl. Soc. Psychol.*, vol. 41, nro 4, s. 773–797, 2011, doi: 10.1111/j.1559-1816.2011.00735.x.
- [174] L. Weston ja E. Hellier, "Designing road safety interventions for young drivers – The power of peer influence", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 55, s. 262–271, touko 2018, doi: 10.1016/j.trf.2018.03.003.

- [175] K. Karjalainen, T. Blencowe, ja P. Lillsunde, "Substance use and social, health and safety-related factors among fatally injured drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 45, s. 731–736, maaliskuu 2012, doi: 10.1016/j.aap.2011.09.044.
- [176] E. Rätty, "OTI-Päihderaportti 2024", Onnettomuustietoinstituutti, Helsinki, 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.lvk.fi/api/v2/document/551159/f457a5438842a60c81a8f8e8584401435c4c9aba49b8cc3c16941228da1fb1c4>
- [177] T. Hels, A. Lyckegaard, K. W. Simonsen, A. Steentoft, ja I. M. Bernhoft, "Risk of severe driver injury by driving with psychoactive substances", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 59, s. 346–356, loka 2013, doi: 10.1016/j.aap.2013.06.003.
- [178] A. K. Høye, "Gradert førerkort og førerkort på prøve for bilførere", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, TØI, 2020. Viitattu: 25. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/6-krav-til-foerere-foereropplaering-og-yrkeskjoering/6-8-graderte-foererkort-og-kjorerestriksjoner/>
- [179] L. Bates, D. Rodwell, ja S. Matthews, "Young driver enforcement within graduated driver licensing systems: a scoping review", *Crime Prev. Community Saf.*, vol. 21, nro 2, s. 116–135, kesä 2019, doi: 10.1057/s41300-019-00061-x.
- [180] A. F. Williams, A. T. McCartt, ja L. B. Sims, "History and current status of state graduated driver licensing (GDL) laws in the United States", *J. Safety Res.*, vol. 56, s. 9–15, helmi 2016, doi: 10.1016/j.jsr.2015.11.006.
- [181] T. Vaa, A. Høye, ja R. Almqvist, "Vaa, T., Høye, A., Almqvist, R. 2015. Graduated Driver Licensing (GDL): Searching for the Best Composition of Components. Latin American J. Management for Sustainable Development (LAJMSD), Vol. 2, No. 2, 160-176", *Lat. Am. J. Sustain. Manag. Dev.*, vol. 2, s. 160–176, syys 2015.
- [182] A. G. Tusti, A. K. Dutta, S. A. Javed, ja S. Das, "Driving Education Advancements of Novice Drivers: A Systematic Literature Review", 24. helmikuuta 2025, *arXiv*: arXiv:2503.05762. doi: 10.48550/arXiv.2503.05762.
- [183] A. E. Curry, C. Peek-Asa, C. J. Hamann, ja J. H. Mirman, "Effectiveness of Parent-Focused Interventions to Increase Teen Driver Safety: A Critical Review", *J. Adolesc. Health*, vol. 57, nro 1, Supplement, s. S6–S14, heinä 2015, doi: 10.1016/j.jadohealth.2015.01.003.
- [184] J. Unverricht, S. Samuel, ja Y. Yamani, "Latent Hazard Anticipation in Young Drivers: Review and Meta-Analysis of Training Studies", *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 2672, nro 33, s. 11–19, joulukuu 2018, doi: 10.1177/0361198118768530.
- [185] C. C. McDonald, A. H. Goodwin, A. K. Pradhan, M. R. E. Romoser, ja A. F. Williams, "A Review of Hazard Anticipation Training Programs for Young Drivers", *J. Adolesc. Health*, vol. 57, nro 1, Supplement, s. S15–S23, heinä 2015, doi: 10.1016/j.jadohealth.2015.02.013.
- [186] O. Taubman - Ben-Ari, O. Musicant, T. Lotan, ja H. Farah, "The contribution of parents' driving behavior, family climate for road safety, and parent-targeted intervention to young male driving behavior", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 72, s. 296–301, marras 2014, doi: 10.1016/j.aap.2014.07.010.
- [187] R. L. Chapman, L. Buckley, ja M. Sheehan, "Developing safer passengers through a school-based injury prevention program", *Saf. Sci.*, vol. 50, nro 9, s. 1857–1861, marras 2012, doi: 10.1016/j.ssci.2012.05.001.
- [188] F. Malin, J. Mesimäki, ja M. Penttinen, *Liukastumistapaturmat ja niiden ehkäisy toiminnallisen tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden näkökulmasta*. teoksessa Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, no. 2022:2. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö, 2022. Viitattu: 4. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/11111/20>
- [189] N. Lubbe, Y. Wu, ja H. Jeppsson, "Safe speeds: fatality and injury risks of pedestrians, cyclists, motorcyclists, and car drivers impacting the front of another passenger car as a function of closing speed and age", *Traffic Saf. Res.*, vol. 2, s. 000006–000006, huhti 2022, doi: 10.55329/vfma7555.

- [190] R. Utriainen, S. O'Hern, ja M. Pöllänen, "Review on single-bicycle crashes in the recent scientific literature", *Transp. Rev.*, vol. 43, nro 2, s. 159–177, maaliskuu 2023, doi: 10.1080/01441647.2022.2055674.
- [191] P. Schepers *ym.*, "An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share", *Inj. Prev.*, vol. 21, nro e1, s. e138–e143, huhtikuu 2015, doi: 10.1136/injuryprev-2013-040964.
- [192] R. Rajamäki, "Katsaus liikenneonnettomuuksien nykytilaan", Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Muistio, 2026.
- [193] E. Robinson, P. Edwards, A. Laverty, ja A. Goodman, "Do sports utility vehicles (SUVs) and light truck vehicles (LTVs) cause more severe injuries to pedestrians and cyclists than passenger cars in the case of a crash? A systematic review and meta-analysis", *Inj. Prev.*, vol. 32, nro 1, s. 16–24, helmikuu 2026, doi: 10.1136/ip-2024-045613.
- [194] Z. Wadud, "Comparing pedestrian safety between electric and internal combustion engine vehicles", *Nat. Commun.*, vol. 16, s. 10824, joulukuu 2025, doi: 10.1038/s41467-025-66463-8.
- [195] T. Berk *ym.*, "Increased injury severity and hospitalization rates following crashes with e-bikes versus conventional bicycles: an observational cohort study from a regional level II trauma center in Switzerland", *Patient Saf. Surg.*, vol. 16, nro 1, s. 11, maaliskuu 2022, doi: 10.1186/s13037-022-00318-9.
- [196] R. Elvik, "The protective effect of pedestrian reflective devices: A combined micro- and macro-level study", *J. Safety Res.*, vol. 95, s. 522–529, joulukuu 2025, doi: 10.1016/j.jsr.2025.11.004.
- [197] R. L. Sanders, R. J. Schneider, ja F. R. Proulx, "Pedestrian fatalities in darkness: What do we know, and what can be done?", *Transp. Policy*, vol. 120, s. 23–39, toukokuu 2022, doi: 10.1016/j.tranpol.2022.02.010.
- [198] Liikenneturva, "Jalankulkijoiden henkilövahingot tieliikenteessä", Tutkimukset. Viitattu: 25. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/tutkimukset/jalankulkijoiden-henkilovahingot-tieliikenteessa/>
- [199] A. Høye, "Bicycle helmets – To wear or not to wear? A meta-analyses of the effects of bicycle helmets on injuries", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 117, s. 85–97, elokuu 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.03.026.
- [200] J. Olivier ja P. Creighton, "Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis", *Int. J. Epidemiol.*, vol. 46, nro 1, s. 278–292, helmikuu 2017, doi: 10.1093/ije/dyw153.
- [201] "Pyöräilykypärää käytetään useammin Uudellamaalla kuin muualla Suomessa", Liikenneturva. Viitattu: 11. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/ajankohtaista/pyorailykyparaa-kaytetaan-useammin-uudellamaalla-kuin-muualla-suomessa/>
- [202] K. Gildea, D. Hall, ja C. Simms, "Configurations of underreported cyclist-motorised vehicle and single cyclist collisions: Analysis of a self-reported survey", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 159, s. 106264, syyskuu 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.106264.
- [203] R. Utriainen, "Characteristics of Commuters' Single-Bicycle Crashes in Insurance Data", *Safety*, vol. 6, nro 1, helmikuu 2020, doi: 10.3390/safety6010013.
- [204] M. Ohlin, B. Algurén, ja A. Lie, "Analysis of bicycle crashes in Sweden involving injuries with high risk of health loss", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 20, nro 6, s. 613–618, elokuu 2019, doi: 10.1080/15389588.2019.1614567.
- [205] A. V. Olesen, T. K. O. Madsen, T. Hels, M. Hosseinpour, ja H. S. Lahrmann, "Single-bicycle crashes: An in-depth analysis of self-reported crashes and estimation of attributable hospital cost", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 161, s. 106353, lokakuu 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.106353.
- [206] A. Høye, "Infrastrukturtiltak for syklistere", teoksessa *Trafikksikkerhetshåndboken*, TØI, 2025. Viitattu: 12. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.tshandbok.no/del-2/1-vegutforming-og-vegutstyr/doc617/>
- [207] C. C. Reynolds, M. A. Harris, K. Teschke, P. A. Cipton, ja M. Winters, "The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature", *Environ. Health*, vol. 8, nro 1, s. 47, lokakuu 2009, doi: 10.1186/1476-069X-8-47.

- [208] S. Thakur ja S. Biswas, "Assessment of Pedestrian-Vehicle Interaction on Urban Roads: a Critical Review", *Arch. Transp.*, vol. Vol. 51, iss. 3, 2019, Viitattu: 12. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-dff368a3-229a-4797-b322-ea03f68ec7c3>
- [209] B. Dai ja B. Dadashova, "Review of contextual elements affecting bicyclist safety", *J. Transp. Health*, vol. 20, s. 101013, maaliskuu 2021, doi: 10.1016/j.jth.2021.101013.
- [210] E. Robartes ja T. D. Chen, "The effect of crash characteristics on cyclist injuries: An analysis of Virginia automobile-bicycle crash data", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 104, s. 165–173, heinäkuu 2017, doi: 10.1016/j.aap.2017.04.020.
- [211] M. Sethi ym., "Alcohol use by urban bicyclists is associated with more severe injury, greater hospital resource use, and higher mortality", *Alcohol*, vol. 53, s. 1–7, kesäkuu 2016, doi: 10.1016/j.alcohol.2016.03.005.
- [212] L. A. Dultz ja S. G. Frangos, "The impact of alcohol in pedestrian trauma", *Trauma*, vol. 15, nro 1, s. 64–75, tammi 2013, doi: 10.1177/1460408612464019.
- [213] J.-K. Kim, S. Kim, G. F. Ulfarsson, ja L. A. Porrello, "Bicyclist injury severities in bicycle–motor vehicle accidents", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 39, nro 2, s. 238–251, maaliskuu 2007, doi: 10.1016/j.aap.2006.07.002.
- [214] A.-L. Andersson ja O. Bunketorp, "Cycling and alcohol", *Injury*, vol. 33, nro 6, s. 467–471, heinäkuu 2002, doi: 10.1016/S0020-1383(02)00028-1.
- [215] C. Orsi, O. E. Ferraro, C. Montomoli, D. Otte, ja A. Morandi, "Alcohol consumption, helmet use and head trauma in cycling collisions in Germany", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 65, s. 97–104, huhtikuu 2014, doi: 10.1016/j.aap.2013.12.019.
- [216] N. K. Airaksinen, I. S. Nurmi-Lüthje, J. M. Kataja, H. P. J. Kröger, ja P. M. J. Lüthje, "Cycling injuries and alcohol", *Injury*, vol. 49, nro 5, s. 945–952, toukokuu 2018, doi: 10.1016/j.injury.2018.03.002.
- [217] M. Møller, K. H. Janstrup, ja N. Pilegaard, "Improving knowledge of cyclist crashes based on hospital data including crash descriptions from open text fields", *J. Safety Res.*, vol. 76, s. 36–43, helmikuu 2021, doi: 10.1016/j.jsr.2020.11.004.
- [218] M. Qudus, A. Theofilatos, M. Feng, ja R. Elvik, "Evaluating the safety and speed impacts of the 20mph speed limit in the UK: Evidence and insights", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 221, s. 108210, lokakuu 2025, doi: 10.1016/j.aap.2025.108210.
- [219] A. Høye ja A. Laureshyn, "SeeMe at the crosswalk: Before-after study of a pedestrian crosswalk warning system", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 60, s. 723–733, tammi 2019, doi: 10.1016/j.trf.2018.11.003.
- [220] A. Høye, "Bicycle helmets – To wear or not to wear? A meta-analysis of the effects of bicycle helmets on injuries", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 117, s. 85–97, elokuu 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.03.026.
- [221] M. Karkhanavaz, J.-C. Kalenga, B. E. Hagel, ja B. H. Rowe, "Effectiveness of bicycle helmet legislation to increase helmet use: a systematic review", *Inj. Prev.*, vol. 12, nro 2, s. 76–82, huhtikuu 2006, doi: 10.1136/ip.2005.010942.
- [222] A. Høye, "Recommend or mandate? A systematic review and meta-analysis of the effects of mandatory bicycle helmet legislation", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 120, s. 239–249, marraskuu 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.08.001.
- [223] A. Kullgren, K. Amin, ja C. Tingvall, "Effects on crash risk of automatic emergency braking systems for pedestrians and bicyclists", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 24, nro sup1, s. S111–S115, huhtikuu 2023, doi: 10.1080/15389588.2022.2131403.
- [224] K. Amin, A. Kullgren, ja C. Tingvall, "Effects of automatic emergency braking systems to reduce risk of crash and serious injuries among pedestrians and bicyclists", *Traffic Saf. Res.*, vol. 9, s. e000085–e000085, helmikuu 2025, doi: 10.55329/nbqj7880.
- [225] H. Vasara, L. Toppari, V.-P. Harjola, K. Virtanen, M. Castrén, ja A. Kobylin, "Characteristics and costs of electric scooter injuries in Helsinki: a retrospective cohort study", *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.*, vol. 30, nro 1, s. 57, marraskuu 2022, doi: 10.1186/s13049-022-01042-0.

- [226] M. Rytönen, "Sähköpotkulautoonnettomuuksien aiheuttamat kustannukset yhteiskunnalle : Tampereen yliopistollinen sairaala", 2025, Viitattu: 13. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/229623>
- [227] L. Seitakari, O. Pakarinen, V.-P. Harjola, M. Castrén, ja H. Vasara, "Comparing the characteristics of electric scooter and bicycle injuries: a retrospective cohort study", *Sci. Rep.*, vol. 15, nro 1, s. 27599, heinä 2025, doi: 10.1038/s41598-025-12627-x.
- [228] R. A. Clough, E. Platt, E. Cole, M. Wilson, ja C. Aylwin, "Major trauma among E-Scooter and bicycle users: A nationwide cohort study", *Inj. Prev.*, vol. 29, nro 2, s. 121–125, 2023, doi: 10.1136/ip-2022-044722.
- [229] A. V. Stray *ym.*, "Characteristics of Electric Scooter and Bicycle Injuries After Introduction of Electric Scooter Rentals in Oslo, Norway", *JAMA Netw. Open*, vol. 5, nro 8, s. e2226701, elo 2022, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.26701.
- [230] J. B. Cicchino, P. E. Kulie, ja M. L. McCarthy, "Injuries related to electric scooter and bicycle use in a Washington, DC, emergency department", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 22, nro 5, s. 401–406, 2021, doi: 10.1080/15389588.2021.1913280.
- [231] F. D. Grill *ym.*, "E-scooter-related craniomaxillofacial injuries compared with bicycle-related injuries – A retrospective study", *J. Cranio-Maxillofac. Surg.*, vol. 50, nro 9, s. 738–744, syys 2022, doi: 10.1016/j.jcms.2022.05.003.
- [232] S. Dibaj, S. Vosough, K. Kazemzadeh, S. O'Hern, ja M. N. Mladenović, "An exploration of e-scooter injuries and severity: Impact of restriction policies in Helsinki, Finland", *J. Safety Res.*, vol. 91, s. 271–282, joul 2024, doi: 10.1016/j.jsr.2024.09.006.
- [233] R. Utriainen, "Vertailu sähköpotkulautojen käytöstä ja lainsäädännöstä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa", Liikenteen tutkimuskeskus Verne. Tampereen yliopisto, 2020. [Verkossa]. Saatavissa: https://research.tuni.fi/app/uploads/2020/10/e59febe6-utriainen_sahkopotkulauta.pdf
- [234] Z. Christoforou, A. de Bortoli, C. Gioldasis, ja R. Seidowsky, "Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris", *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, vol. 92, s. 102708, maal 2021, doi: 10.1016/j.trd.2021.102708.
- [235] H. Kleinertz, A. Volk, D. Dalos, R. Rutkowski, K.-H. Frosch, ja D. M. Thiesen, "Risk factors and injury patterns of e-scooter associated injuries in Germany", *Sci. Rep.*, vol. 13, nro 1, s. 706, tammi 2023, doi: 10.1038/s41598-022-25448-z.
- [236] K. Kazemzadeh, M. Haghani, ja F. Sprei, "Electric scooter safety: An integrative review of evidence from transport and medical research domains", *Sustain. Cities Soc.*, vol. 89, s. 104313, helmi 2023, doi: 10.1016/j.scs.2022.104313.
- [237] O. Ben Aharon *ym.*, "Emerging Trends in Facial Trauma: The Rising Burden of E-Scooter and E-Bike Injuries and their Surgical Outcomes", *J. Craniofac. Surg.*, s. 10.1097/SCS.00000000000012451, doi: 10.1097/SCS.00000000000012451.
- [238] C. Gioldasis, Z. Christoforou, ja R. Seidowsky, "Risk-taking behaviors of e-scooter users: A survey in Paris", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 163, s. 106427, joul 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.106427.
- [239] Transportøkonomisk institutt, "Half of e-scooter riders in Oslo have driven while under the influence of alcohol.", Transportøkonomisk instituttin internet-sivu. Viitattu: 13. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.toi.no/transport-and-behaviour/half-of-e-scooter-riders-in-oslo-have-driven-while-under-the-influence-of-alcohol>
- [240] STT, "Sähköpotkulautoja käyttävistä nuorista kolmannes kertoo kyselyssä ajaneensa skuutilla alkoholia juotuaan", Keskisuomalainen. Viitattu: 13. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.ksml.fi/utissuomalainen/6796960>
- [241] M. Mehdizadeh, T. Nordfjaern, ja C. A. Klöckner, "Drunk or Sober? Number of alcohol units perceived to be safe before riding e-scooter", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 181, s. 106930, maal 2023, doi: 10.1016/j.aap.2022.106930.
- [242] K. Zube *ym.*, "E-scooter driving under the acute influence of alcohol—a real-driving fitness study", *Int. J. Legal Med.*, vol. 136, nro 5, s. 1281–1290, syys 2022, doi: 10.1007/s00414-022-02792-3.



- [243] H. Kleinertz, A. Volk, D. Dalos, R. Rutkowski, K.-H. Frosch, ja D. M. Thiesen, "Risk factors and injury patterns of e-scooter associated injuries in Germany", *Sci. Rep.*, vol. 13, nro 1, s. 706, tammi 2023, doi: 10.1038/s41598-022-25448-z.
- [244] K. Kazemzadeh, M. Haghani, ja F. Sprei, "Electric scooter safety: An integrative review of evidence from transport and medical research domains", *Sustain. Cities Soc.*, vol. 89, s. 104313, helmi 2023, doi: 10.1016/j.scs.2022.104313.
- [245] A. M. George ja P. M. Brown, "Risky e-scooter behaviours: The importance of descriptive norms and perceived behavioural control", *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 115, s. 103350, marras 2025, doi: 10.1016/j.trf.2025.103350.
- [246] N. Haworth, A. Schramm, ja D. Twisk, "Comparing the risky behaviours of shared and private e-scooter and bicycle riders in downtown Brisbane, Australia", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 152, s. 105981, maaliskuu 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.105981.
- [247] T. Bozovic, J. Parkin, K. Chatterjee, ja J. Flower, "Pedestrian experiences of rental e-scooter use and parking", *Transp. Plan. Technol.*, vol. 48, nro 4, s. 783–806, touko 2025, doi: 10.1080/03081060.2025.2487823.
- [248] K. Karlsen, P. Pokorny, E. Johnsson, ja A. Fyhri, "Clutter from parked e-scooters: Effects of dedicated spaces", *J. Cycl. Micromobility Res.*, vol. 6, s. 100091, joulukuu 2025, doi: 10.1016/j.jcmr.2025.100091.
- [249] M. Hardinghaus ja R. Oostendorp, "Feelings of Insecurity, Obstacles and Conflicts: Issues Blind People Have with e-scooters in Public Space and Potential Improvements", teoksessa *Smart Energy for Smart Transport*, E. G. Nathanail, N. Gavanis, ja G. Adamos, Toim., Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, s. 991–1000. doi: 10.1007/978-3-031-23721-8_81.
- [250] H. Stigson, I. Malakuti, ja M. Klingegård, "Electric scooters accidents: Analyses of two Swedish accident data sets", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 163, s. 106466, joulukuu 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.106466.
- [251] K. Karlsen, P. Pokorny, E. Johnsson, ja A. Fyhri, "Clutter from parked e-scooters: Effects of dedicated spaces", *J. Cycl. Micromobility Res.*, vol. 6, s. 100091, joulukuu 2025, doi: 10.1016/j.jcmr.2025.100091.
- [252] F. W. Siebert, C. Riis, K. H. Janstrup, H. Lin, ja F. B. Hüttel, "Computer vision-based helmet use registration for e-scooter riders – The impact of the mandatory helmet law in Copenhagen", *J. Safety Res.*, vol. 87, s. 257–265, joulukuu 2023, doi: 10.1016/j.jsr.2023.09.021.
- [253] R. Rajamäki, T. Siivonen, ja O. Korttinen, "Moottoripyörien ja mopojen turvallisuus", Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki, 23/2023, 2023.
- [254] N. Haworth, "Powered two wheelers in a changing world—Challenges and opportunities", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 44, nro 1, s. 12–18, tammi 2012, doi: 10.1016/j.aap.2010.10.031.
- [255] N. Sihvola, "Moottoripyöräonnettomuudet vuosina 2014–2023", Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki, 2/2025, 2025. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.lvk.fi/document/617470/A5FFAA02D79A1A39FA767CEA56F6E7D258138880C3ACEB074A119603AFC38EBE>
- [256] K. Kiiskilä, J. Tuominen, ja A. Tukia, "Moottoripyöräilijöiden ja mopoilijoiden vakavat vammautumiset", Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki, 3/2026, 2026. [Verkossa]. Saatavissa: https://traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Moottoripy%C3%B6r%C3%A4ilij%C3%B6iden%20ja%20mopoilijoiden%20vakavat%20vammautumiset_Tutkimuksia_3_2026.pdf
- [257] E. I. Vlahogianni, G. Yannis, ja J. C. Golias, "Overview of critical risk factors in Power-Two-Wheeler safety", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 49, s. 12–22, marras 2012, doi: 10.1016/j.aap.2012.04.009.
- [258] M.-R. Lin ja J. F. Kraus, "A review of risk factors and patterns of motorcycle injuries", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 41, nro 4, s. 710–722, heinä 2009, doi: 10.1016/j.aap.2009.03.010.
- [259] D. Wu, M. Hours, A. Ndiaye, A. Coquillat, ja J.-L. Martin, "Effectiveness of protective clothing for motorized 2-wheeler riders", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 20, nro 2, s. 196–203, helmi 2019, doi: 10.1080/15389588.2018.1545090.

- [260] L. de Rome ym., "Motorcycle protective clothing: Protection from injury or just the weather?", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 43, nro 6, s. 1893–1900, marras 2011, doi: 10.1016/j.aap.2011.04.027.
- [261] "Lähes jokainen moottoripyöräilijä käyttää kypärää", Liikenneturva. Viitattu: 17. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/ajankohtaista/lahes-jokainen-moottoripyorailija-kayttaa-kyparaa/>
- [262] A. Moskal, J.-L. Martin, ja B. Laumon, "Risk factors for injury accidents among moped and motorcycle riders", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 49, s. 5–11, marras 2012, doi: 10.1016/j.aap.2010.08.021.
- [263] M. Adeel, N. Ahmad, B. Wali, ja A. J. Khattak, "Exploring the influence of rider age and experience on motorcycle crash risk: Evidence from a case-control study", *J. Transp. Saf. Secur.*, vol. 17, nro 5, s. 550–571, touko 2025, doi: 10.1080/19439962.2024.2435297.
- [264] T. Bjørnskau, T.-O. Nævestad, ja J. Akhtar, "Traffic safety among motorcyclists in Norway: A study of subgroups and risk factors", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 49, s. 50–57, marras 2012, doi: 10.1016/j.aap.2011.09.051.
- [265] M. A. Elliott, C. J. Baughan, ja B. F. Sexton, "Errors and violations in relation to motorcyclists' crash risk", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 39, nro 3, s. 491–499, touko 2007, doi: 10.1016/j.aap.2006.08.012.
- [266] J.-T. Wong, Y.-S. Chung, ja S.-H. Huang, "Determinants behind young motorcyclists' risky riding behavior", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 42, nro 1, s. 275–281, tammi 2010, doi: 10.1016/j.aap.2009.08.004.
- [267] M. S. Horswill ja S. Helman, "A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non-motorcycling car drivers: factors influencing accident risk", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 35, nro 4, s. 589–597, heinä 2003, doi: 10.1016/S0001-4575(02)00039-8.
- [268] A. Theofilatos ja G. Yannis, "A review of powered-two-wheeler behaviour and safety", *Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot.*, vol. 22, nro 4, s. 284–307, loka 2015, doi: 10.1080/17457300.2014.908224.
- [269] T. Rosenbloom, A. Perlman, ja A. Pereg, "Hazard perception of motorcyclists and car drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 43, nro 3, s. 601–604, touko 2011, doi: 10.1016/j.aap.2010.08.005.
- [270] M. Møller ja S. Haustein, "Factors contributing to young moped rider accidents in Denmark", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 87, s. 1–7, helmi 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.11.008.
- [271] J. Berg, S. Forward, ja S. Holgersson, *Unga på moped : en studie av riskgrupper och riktade polisinsatser för att motverka trimning*. Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2008. Viitattu: 18. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-6484>
- [272] C.-W. Pai, "Motorcycle right-of-way accidents—A literature review", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 43, nro 3, s. 971–982, touko 2011, doi: 10.1016/j.aap.2010.11.024.
- [273] M. S. Abdul Khalid, N. K. KHAMIS, M. R. ABU MANSOR, ja A. HAMZAH, "Motorcycle Conspicuity Issues and Intervention: A Systematic Review", *Iran. J. Public Health*, vol. 50, nro 1, s. 24–34, tammi 2021, doi: 10.18502/ijph.v50i1.5069.
- [274] D. J. Simons, "Attentional capture and inattention blindness", *Trends Cogn. Sci.*, vol. 4, nro 4, s. 147–155, huhti 2000, doi: 10.1016/S1364-6613(00)01455-8.
- [275] D. D. Clarke, P. Ward, C. Bartle, ja W. Truman, "The role of motorcyclist and other driver behaviour in two types of serious accident in the UK", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 39, nro 5, s. 974–981, syys 2007, doi: 10.1016/j.aap.2007.01.002.
- [276] W. H. Schneider, P. T. Savolainen, ja D. N. Moore, "Effects of Horizontal Curvature on Single-Vehicle Motorcycle Crashes along Rural Two-Lane Highways", *Transp. Res. Rec.*, vol. 2194, nro 1, s. 91–98, tammi 2010, doi: 10.3141/2194-11.
- [277] H. C. Gabler, "The risk of fatality in motorcycle crashes with roadside barriers", teoksessa *Proceedings of the 20th ESV Conference*, Lyon, France, 2007.
- [278] M. C. Rizzi ja J. Strandroth, "Real life motorcycle crashes into road barriers – does motorcyclists' injury severity vary between different types of barriers and the presence of

- motorcycle protection systems?", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 27, nro 2, s. 230–237, helmi 2026, doi: 10.1080/15389588.2025.2489640.
- [279] A. Daniello ja H. C. Gabler, "Effect of Barrier Type on Injury Severity in Motorcycle-to-Barrier Collisions in North Carolina, Texas, and New Jersey", *Transp. Res. Rec.*, vol. 2262, nro 1, s. 144–151, tammi 2011, doi: 10.3141/2262-14.
- [280] M. R. Bambach, R. J. Mitchell, ja R. H. Grzebieta, "The Protective Effect of Roadside Barriers for Motorcyclists", *Traffic Inj. Prev.*, vol. 14, nro 7, s. 756–765, loka 2013, doi: 10.1080/15389588.2012.752077.
- [281] Traficom, "Moottoripyörän ajokortin hankkiminen", Traficomin verkkosivut. Viitattu: 19. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://traficom.fi/fi/liikenne/autoilijat/ajokortit/moottoripyoran-ajokortin-hankkiminen>
- [282] K. S. Tan, W. Tan, ja S. V. Wong, "Design of motorcyclist-friendly guardrail using finite element analysis", *Int. J. Crashworthiness*, vol. 13, nro 5, s. 567–577, syys 2008, doi: 10.1080/13588260802293186.
- [283] M. Rizzi, J. Strandroth, S. Sternlund, C. Tingvall, ja B. Fildes, "Motorcycle Crashes into Road Barriers: the Role of Stability and Different Types of Barriers for Injury Outcome", esitetty tilaisuudessa IRCOB Conference 2012, Dublin, Ireland, 2012.
- [284] Z. Ghayeninezhad, J. Range, M. Delavary, H. I. Castellucci, ja M. Lavallière, "Post-License Safety Interventions for Motorcyclists: A Systematic Literature Review", *Transp. Res. Rec.*, vol. 2679, nro 2, s. 1833–1847, helmi 2025, doi: 10.1177/03611981241271594.
- [285] A. E. Peden, S. Willcox-Pidgeon, ja K. Hamilton, "Recreational Boating Safety: Usage, Risk Factors, and the Prevention of Injury and Death", *International Encyclopedia of Transportation*, vol. 2. Elsevier, s. 477–486, 2021. doi: 10.1016/B978-0-08-102671-7.10171-X.
- [286] T. Ronkainen, "Veneilyn määrä sekä sen taloudelliset ja ympäristövaikutukset Suomessa", Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki, 5/2024, 2024.
- [287] L. Väisänen, K. Patrakka, ja M. Wilhelmson, "Selvitys veneilyn promillerajasta ja pelastusliivien käytöstä", Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki, 17/2025, 2025.
- [288] Traficom, "Vesiliikenneonnettomuudet. PxWeb", Traficomin tilastotietokanta. Viitattu: 19. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Vesiliikenneonnettomuudet/
- [289] T. Pajunen, E. Vuori, F. F. Vincenzi, P. Lillsunde, G. Smith, ja P. Lunetta, "Unintentional drowning: Role of medicinal drugs and alcohol", *BMC Public Health*, vol. 17, nro 1, s. 388, touko 2017, doi: 10.1186/s12889-017-4306-8.
- [290] K. Hamilton, J. J. Keech, A. E. Peden, ja M. S. Hagger, "Alcohol use, aquatic injury, and unintentional drowning: A systematic literature review", *Drug Alcohol Rev.*, vol. 37, nro 6, s. 752–773, 2018, doi: 10.1111/dar.12817.
- [291] İ. Turna, O. B. Öztürk, Ş. E. Kartal, A. E. Pirim, Z. Kurt, ja M. Yaylaci, "Allision risk and impact analysis in recreational fishing boats using fuzzy bayesian networks and the finite element method", *Fish. Res.*, vol. 291, s. 107544, marras 2025, doi: 10.1016/j.fishres.2025.107544.
- [292] K. Ahlm, B.-I. Saveman, ja U. Björnstig, "Drowning deaths in Sweden with emphasis on the presence of alcohol and drugs – a retrospective study, 1992–2009", *BMC Public Health*, vol. 13, nro 1, s. 216, maal. 2013, doi: 10.1186/1471-2458-13-216.
- [293] T. Driscoll, J. Harrison, ja M. Steenkamp, "Review of the role of alcohol in drowning associated with recreational aquatic activity", *Inj. Prev.*, vol. 10, nro 2, s. 107–113, huhti 2004, doi: 10.1136/ip.2003.004390.
- [294] S. Willcox-Pidgeon, A. E. Peden, R. C. Franklin, ja J. Scarr, "Boating-related drowning in Australia: Epidemiology, risk factors and the regulatory environment", *J. Safety Res.*, vol. 70, s. 117–125, syys 2019, doi: 10.1016/j.jsr.2019.06.005.
- [295] P. J. O'Connor ja N. O'Connor, "Causes and prevention of boating fatalities", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 37, nro 4, s. 689–698, heinä 2005, doi: 10.1016/j.aap.2005.03.011.
- [296] P. Cummings, B. A. Mueller, ja L. Quan, "Association between wearing a personal floatation device and death by drowning among recreational boaters: a matched cohort analysis of



- United States Coast Guard data", *Inj. Prev. J. Int. Soc. Child Adolesc. Inj. Prev.*, vol. 17, nro 3, s. 156–159, kesä 2011, doi: 10.1136/ip.2010.028688.
- [297] Taloustutkimus, "Tutkimusraportti: Veneilyturvallisuus. Traficom", 2020. Viitattu: 23. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Kysely%20veneilyturvallisuudesta%202020.pdf>
- [298] J. J. L. M. Bierens, P. Lunetta, M. Tipton, ja D. S. Warner, "Physiology Of Drowning: A Review", *Physiology*, vol. 31, nro 2, s. 147–166, maaliskuu 2016, doi: 10.1152/physiol.00002.2015.
- [299] Onnettomuustutkintakeskus, "Tapaturmaiset hukkumiset 2021", Y2021-S1, 2021.
- [300] Kustbevakningen, "Nykter till sjöss - Kustbevakningen". Viitattu: 23. maaliskuuta 2026. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.kustbevakningen.se/for-dig-pa-sjon/nykterhet-till-sjoss/>
- [301] L. Bugeja, E. Cassell, L. R. Brodie, ja S. J. Walter, "Effectiveness of the 2005 compulsory personal flotation device (PFD) wearing regulations in reducing drowning deaths among recreational boaters in Victoria, Australia", *Inj. Prev. J. Int. Soc. Child Adolesc. Inj. Prev.*, vol. 20, nro 6, s. 387–392, joulukuu 2014, doi: 10.1136/injuryprev-2014-041169.

Certificate Of Completion

Envelope Id: 3AED9FD7-BCF4-8535-81F5-C94E0298A38A

Status: Completed

Subject: Docusign: Liikenneturvallisuuden keskeiset haasteet ja toimenpiteet

Source Envelope:

Document Pages: 62

Signatures: 1

Envelope Originator:

Certificate Pages: 1

Initials: 0

Anne Räsänen

AutoNav: Enabled

Tekniikantie 21, Espoo

Envelopeld Stamping: Enabled

, . P.O Box1000, FI-0204

Time Zone: (UTC+02:00) Helsinki, Kyiv, Riga, Sofia, Tallinn, Vilnius

Anne.Rasanen@vtt.fi

IP Address: 88.148.188.233

Record Tracking

Status: Original

Holder: Anne Räsänen

Location: DocuSign

05 May 2026 | 06:36

Anne.Rasanen@vtt.fi

Signer Events

Fanny Malin

fanny.malin@vtt.fi

Research team leader

Security Level: Email, Account Authentication (None), Authentication

Signature

Signed by:



FF58902FEBF74D6...

Signature Adoption: Uploaded Signature Image
Using IP Address: 130.188.17.15

Timestamp

Sent: 05 May 2026 | 06:38

Viewed: 05 May 2026 | 07:54

Signed: 05 May 2026 | 07:59

Authentication Details

SMS Auth:

Transaction: 0a96df00-2060-4763-92f9-6ab8ee12005f

Result: passed

Vendor ID: TeleSign

Type: SMSAuth

Performed: 05 May 2026 | 07:53

Phone: +358 40 6486593

Electronic Record and Signature Disclosure:

Not Offered via Docusign

In Person Signer Events**Signature****Timestamp****Editor Delivery Events****Status****Timestamp****Agent Delivery Events****Status****Timestamp****Intermediary Delivery Events****Status****Timestamp****Certified Delivery Events****Status****Timestamp****Carbon Copy Events****Status****Timestamp****Witness Events****Signature****Timestamp****Notary Events****Signature****Timestamp****Envelope Summary Events****Status****Timestamps**

Envelope Sent

Hashed/Encrypted

05 May 2026 | 06:38

Certified Delivered

Security Checked

05 May 2026 | 07:54

Signing Complete

Security Checked

05 May 2026 | 07:59

Completed

Security Checked

05 May 2026 | 07:59

Payment Events**Status****Timestamps**