



Turvavyön ja turvatyynyn vaikutukset henkilöauto-onnettomuuksissa

2017

www.oti.fi



Onnettomuustietoinstituutti (OTI)

Raportin ovat laatineet Terhi Lahtinen, Hanne Tiikkaja ja Markus Pöllänen.



9.11.2017

Raportin ovat laatineet Terhi Lahtinen, Hanne Tiikkaja ja Markus Pöllänen.

Julkaisija

Onnettomuustietoinstituutti
Liikennevakuutuskeskus

Itämerenkatu 11-13
00180 Helsinki

p. 040-450 4666

Tietoja lainattaessa lähde on mainittava.

ISBN 978-952-5834-69-7 (verkkojulkaisu .pdf)

Alkusanat

Tämä raportin lähtökohtana on keväällä 2014 käydyt keskustelut silloisen VALT:n, nykyisen Onnettomuustietoinstituutti OTIn, ja Tampereen teknillisen yliopiston Liikenteen tutkimuskeskus Vernen välillä. Keskustelujen pohjalta Terhi Lahtinen (os. Luukkonen) haki ja sai VALT-apurahan kiinnostavana nähtyyn teemaan, turvavyön ja turvavyön vaikutusten tarkasteluun kirjallisuus- ja onnettomuusaineistojen avulla. Terhi Lahtisen, joka nykyisin työskentelee WSP Finlandissa, lisäksi työhön ovat Vernessä osallistuneet tohtorikoulutettava Hanne Tiikkaja ja lehtori Markus Pöllänen.

Työn tekijät haluavat kiittää OTIa tuesta työn eri vaiheissa ja erityisesti työssä merkittävästi sen aineistoanalyysissä ja viimeistelyvaiheessa auttanutta Esa Rätystä.

Lokakuussa 2017 Tampereella

Tekijät

Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kuvata turvavöiden käytön ja turvatyynyjen vaikutuksia onnettomuustilanteissa syntyviin seurauksiin (vammutumisen vakavuus) kirjallisuustutkimuksen ja suomalaisen onnettomuusaineiston avulla. Tutkimuksessa keskityttiin henkilöautojen kuljettajiin ja etumatkustajiin.

Aiemmissä tutkimuksissa esitetyt arviot turvavyön käytön ja turvatyynyjen kuolemaa estävistä ja vammautumista lieventävistä vaikutuksesta vaihtelevat. Kuoleman todennäköisyyden pienenemisen turvavyötä käyttävällä kuljettajalla tai etumatkustajalla on todettu olevan keskimäärin noin 40 prosentin luokkaa. Lisäksi turvavyön käyttämättömyydellä on todettu yhteys muuhun riskikäyttäytymiseen tieliikenteessä. Turvatyynyn turvallisuusvaikutus on myös todettu merkittäväksi erityisesti turvavyön käytön kanssa. Kuolleisuuden on todettu olevan jopa yli 80 % pienempi silloin, kun turvavyö ja -tyyny on käytössä.

Tässä tutkimuksessa onnettomuusaineistona tarkasteltiin Suomessa vuosina 1994–2013 tapahtuneita kuolemaan johtaneita onnettomuuksia Onnettomuustietoinstituutin tutkijalautakunta-aineistoon perustuen. Onnettomuusjoukkoa rajattiin kahden henkilöauton välisiin kohtaamisonnettomuuksiin, joissa molempien autojen onnettomuutta edeltävä ajonopeus on tutkijalautakuntien arvion mukaan ollut 61–120 km/h. Henkilötasolla tarkasteltiin yli 11-vuotiaita kuljettajia ja etumatkustajia. Aineistoa rajattiin edelleen ottamalla mukaan vain ne onnettomuudet, joissa törmäysvoimat olivat kohdistuneet kohtisuoraan tai lähes kohtisuoraan tarkasteltavan auton keulaan. Onnettomuusjoukosta poistettiin ne onnettomuudet, joissa välittömänä riskinä oli sairauskohtaus tai itsemurha. Näillä rajauksilla pyrittiin saamaan tarkasteltavaksi onnettomuusjoukoksi mahdollisimman tavanomaista liikenneonnettomuutta edustavat tapaukset. Näihin onnettomuuksiin (N=224) osallisissa henkilöautoissa oli vuosina 1994–2013 mukana yhteensä 657 yli 11-vuotiasta kuljettajaa (448) ja etumatkustajaa (209).

Onnettomuusaineiston analyysissä havaittiin, että turvavyöttömän kuljettajan ja etumatkustajan riski kuolla on 71 % korkeampi kuin turvavyön käyttäjän. Sama tulos voidaan todeta myös siten, että turvavyön käyttäjällä on 42 % pienempi riski kuolla kuin turvavyötä käyttämättömällä. Tämä tulos on samaa suuruusluokkaa kuin kirjallisuustutkimuksessa todetut tulokset.

Onnettomuusanalyysissä todettiin myös, että turvavyön käyttäjä selviää onnettomuudessa huomattavasti useammin vammoita tai lievin vammoin verrattaessa turvavyötä käyttämättömään. Turvavyön arvioitiin pelastaneen kuolemalta 62 % vammautuneista kuljettajista ja 56 % etumatkustajista. Turvavyöttömistä kuljettajista ja etumatkustajista turvavyön käyttö olisi voinut pelastaa 19 %.

Onnettomuusaineistossa turvatyynyn vaikutusta tarkasteltiin yhteydessä turvavyön käyttöön. Kuvaavaa on, että siinä missä turvatyynyllisellä paikalla istuneista turvavyötä käyttäneistä kuljettajista 28 % kuoli onnettomuuksissa, turvatyynyttömällä paikalla istuneista kuoli 44 %. Myös etumatkustajien osalta tunnistettiin merkittävä ero (2 % vs. 26 %). Koska turvatyynyt ovat yleisempiä muutoinkin turvallisemmissa uudemmissa autoissa, havaittua eroa ei voi selittää pelkästään turvatyynyn vaikutuksella. Ilmeistä on kuitenkin, että turvatyyny omalta osaltaan vaikuttaa merkittävästi kuolemanriskiin ja vammautumiseen.

Jatkossa turvavyön käytön vaikutuksia voitaisiin tarkastella myös muissa kuin kohtisuoraan tapahtuneissa törmäyksissä. Samoin voitaisiin tarkastella turvavyön käytön vaikutuksia esimerkiksi ilman yhteenajoa tapahtuneiden suistumisonnettomuuksien yhteydessä. Huomioimalla myös muita onnettomuuksien seurauksiin vaikuttaneita tekijöitä (esimerkiksi turvavyöttömyyteen liittyvä muu riskikäyttäytyminen, kuten suuret nopeudet) voitaisiin tarkentaa turvavyön käytön vaikutuksia. Turvatyynyn vaikutusten tutkimista on myös kiinnostavaa jatkaa. Kun autoissa on yhä useampia turvatyynyjä, voisi aineiston avulla yrittää tunnistaa näiden vaikutuksia. Tutkimuksessa voisi tarkastella turvatyynyjen määrän ja tyyppien vaikutusta onnettomuuksien seurauksiin ja tunnistaa myös, missä määrin muut kuin kuljettajan ja matkustajan eturvatyyny suojaavat ja miten turvatyynyjen suojaava vaikutus ilmenee erityyppisissä onnettomuustilanteissa.

Abstract

The aim of this study is to present the effects of seat belt usage and airbags on accidents' consequences (severity of impairment). The study is conducted as a literature study and by analysing Finnish accident data. The focus is on the effects of seat belt usage and airbags in passenger cars, considering especially the drivers and front seat passengers.

The previous studies present varying results on how seat belt usage and airbags prevent fatalities and mitigate impairment. On average, the studies present approximately a 40% fatality reduction for drivers and front seat passengers when using the seat belt. Additionally, unfastened seat belt has been noted to interconnect with other risky behaviour in road traffic. The safety effects of airbags are recognised to be significant especially when seat belt is fastened. Fatalities have been found to decrease even as much as over 80% when seat belt and airbags are in use.

The accident data analysed in this study was the fatal accidents studied by the Finnish Road Accident Investigation Teams in 1994–2013. The data set was outlined to head-on collisions of two passenger cars where driving speeds of both cars had been estimated to be 61–120 km/h. Persons considered were over 11-year-old drivers and front seat passengers. Furthermore, only the accidents were included where the crash impact was perpendicular or almost perpendicular to the vehicle's front. The accidents, in which the immediate risk had been seizure or suicide, and the accidents, where the most severe impairment was caused by natural death, were excluded from the analysis. These outlines were chosen to enable analysing as ordinary accidents as possible. In these accidents (N=224) there were altogether 657 over 11-year-old drivers (448) and front passengers (209) involved in 1994–2013.

From the accident data analysis, the drivers and front seat passengers not using a seat belt were recognised to have 71% higher risk of fatality compared to seat belt users. The result can also be presented as a 42% smaller risk of fatality for the ones using a seat belt compared to non-users. This result is in the same order of magnitude as the findings in the literature study.

In the accident analysis, it was also recognised that the seat belt user pulls through the accidents significantly more often without injuries or with slight injuries compared to the ones not using a seat belt. Seat belt usage was estimated to have saved 62% of the injured drivers and 56% of front passengers from fatality. Of the drivers and front seat passengers not using a seat belt, the seat belt usage could have saved 19%.

In the accident data, the effects of airbag was studied together with seat belt usage. Of the drivers who sat on a seat equipped with an airbag, 28 % had fatal injuries in the accident, whereas 44% of the ones who sat on a seat without an airbag had fatal injuries. Also regarding the front passenger, a significant difference was noted (2% vs. 26%). As airbags are more common in newer cars, which are safer in other characteristics too, the noted differences cannot be rationalised only by the airbag's effect. It is still apparent that the airbag for one's part substantially affects the risk of fatality and impairment.

In future, the effects of seat belt usage could be studied in other accident types apart from head-on collisions. The effects of seat belt usage could be studied as well in different incidents, where the circumstances are comparable. By acknowledging also other factors that affect the consequences of accidents, e.g. the risky behaviour associated with not using a seat belt such as high speeds, the effects of seat belt usage could be elaborated. Further studies on the effects of airbags are interesting, too. As cars are increasingly equipped with multiple airbags, the accident data could be used to identify this effect. It could be studied how the amount of airbags and airbag type affect the accident consequences, what are the effects of airbags for the rear seat passengers, and what is the protective impact of airbags in different types of accidents.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kirjallisuustutkimus	2
2.1	Turvavyön käytön vaikutukset onnettomuuksien seurauksiin	2
2.2	Turvatyynyn vaikutus vammautumisiin	2
2.3	Turvavyön käytön ja turvatyynyn yhteisvaikutukset vammautumisiin.....	4
2.4	Yhteenveto kirjallisuustutkimuksesta	4
3	Tutkijalautakuntien vuosina 1994–2013 tutkimat onnettomuudet	6
3.1	Tarkasteltava onnettomuusaineisto.....	6
3.2	Onnettomuuksissa vammautuminen	7
3.3	Turvavyön käyttö ja vaikutukset.....	10
3.4	Turvatyynyn vaikutus	14
4	Yhteenveto	17
	Lähteet.....	19

1 Johdanto

Tieliikenteen turvallisuus on parantunut Suomessa 1970-luvulta lähtien liikennekuolemien määrällä mitattuna. Osaltaan turvallisuustilanteen paranemiseen on vaikuttanut ajoneuvojen turvalaitteiden ja niiden käytön yleistyminen. Nykyaikainen 3-pisteturvavyö kehitettiin yli 50 vuotta sitten (Volvo 2014). Turvavyön asennus uusiin ajoneuvoihin ja käyttö laajentuivat vähitellen ja turvavyön suuri merkitys liikennekuolemien vähentämisessä on tunnustettu laajasti. Esimerkiksi Yhdistyneessä kuningaskunnassa turvavyön käyttöpakon on vuodesta 1983 vuoteen 2008 arvioitu säästäneen yli 60 000 henkeä (The Royal Society for the Prevention of Accidents 2012). Suomessa turvavöiden käyttöpakko henkilöauton etuistuimella astui voimaan vuonna 1975 ja käyttämättömyydestä tuli rangaistavaa vuonna 1982 (Liikenneturva 2014c).

Turvavöiden tapaan myös turvatyynyillä on pitkä historia. 1950-luvulla esitetyistä ensimmäisistä ajatuksista ja ratkaisun patentoinnista kesti kuitenkin 30 vuotta ennen kuin turvatyynyt alkoivat yleistyä henkilöautoissa. Turvatyynyjen läpimurto tapahtui, kun Yhdysvalloissa vuonna 1990 voimaan astunut laki edellytti, että kaikki maassa myytävät henkilöautot ovat varustettava joko turvatyynyllä tai automaattisella turvavyöllä. Lain voimaantulon myötä turvatyynyjen asentaminen yleistyi, sillä vaihtoehtona ollut automaattinen turvavyö koettiin häiritseväksi. (Dirksen 2014) Aluksi turvatyynyt yleistyivät henkilöautojen etuistuimilla. Myöhemmin turvatyynyt ovat lisääntyneet ja muodostavat nykyisin usein useista erillisistä turvatyynyistä ja -verhoista muodostuvan järjestelmän (kuva 1).



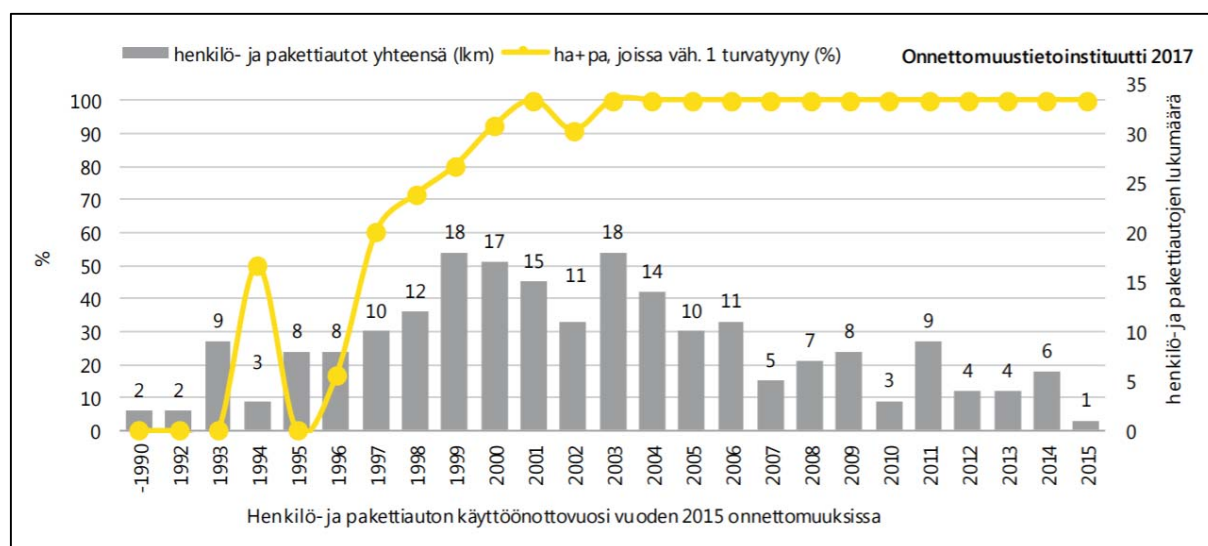
Kuva 1. Esimerkki turvatyynyjärjestelmästä, johon kuuluvat etuistuinten turvatyynyt, kuljettajan polviturvatyyny, turvaverhot ja eturivin sivuturvatyynyt. (Kuva Ford 2017)

Sekä turvavyön käyttö että turvatyyny vaikuttavat merkittävästi liikenneonnettomuuksissa syntyviin vammautumisiin. Suomessa tietoa turvavyön käytöstä ja vaikutuksista onnettomuustilanteissa saadaan liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksista. Perusteellinen onnettomuustutkiminta painottuu kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin. Vuonna 2012 kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa henkilö- ja pakettiautoissa kuolleista turvavyötä käytti 53 % (n=88) ja vammautuneista 76 % (n=56) (VALT 2013). Näitä prosenttiosuuksia voi verrata turvavyön käyttöprosenttiin, joka oli vuonna 2012 henkilöautojen etuistuimella taajamien ulkopuolella 94 % ja taajamissa 90 % (Liikenneturva 2014a). Niistä kuolleista, jotka eivät käyttäneet turvavyötä, vöiden käyttö olisi vuonna 2012 pelastanut eri todennäköisyyksillä 20 % (15 henkilöä) (VALT 2013). Tämän lisäksi vammautuneista turvavyö pelasti eri todennäköisyyksillä kuolemalta 15 % (n=8), vammat lieventyivät 69 prosentilla (n=38), ja turvavyön käyttö käyttämättömyyden sijaan olisi lieventänyt vammautuneiden vammoja 90 prosentilla (n=16) henkilöistä (VALT 2013).

Turvatyynyjen osalta on tärkeä tiedostaa, että ne on suunniteltu toimimaan yhdessä ajoneuvon muiden turvalaitteiden kanssa. Esimerkiksi Liikenneturva (2014b) muistuttaa, että kuljettajan ja etumatkustajan edessä olevat turvatyynyt eivät korvaa turvavöitä, vaan ovat turvavöiden antamaa suojaa täydentäviä lisälaitteita. Turvavyön arvioidaan antavan lähes 50 prosentin, kuljettajan turvatyynyn noin 30 prosentin ja etumatkustajan turvatyynyn noin 20 prosentin suojan (Liikenneturva 2014b). Uusissa henkilöautoissa turvatyynyt ovat nykyisin yhtä yleisiä varusteita

kuin turvavyöt, mutta liikenteessä on edelleen vanhoja turvatyynyttömiä autoja. Pakettiautoissa turvatyyny eivät ole yhtä yleisiä kuin henkilöautoissa ja niissä turvatyynyvalikoima rajoittuu yleensä etutyynyihin, eikä sitäkään ole aina tarjolla etumatkustajalle.

Vuonna 2015 tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa osallisena olleiden henkilö- ja pakettiautojen käyttöönottovuosien mediaani on 2002. Kaikissa sitä uudemmista autoissa oli ainakin yksi turvatyyny. Turvatyynyjen osuus osallisena olleista autoista alkaa laskea ennen vuotta 2000 käyttöönotetuissa autoissa (kuva 2).



Kuva 2. Henkilö- ja pakettiautojen käyttöönottovuosi (vaaka-akselilla) vuonna 2015 tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa (onnettomuuksien lukumäärä palkin päällä) ja niiden henkilö- ja pakettiautojen prosentuaalinen osuus kyseisenä vuonna käyttöönotetussa autoissa, joissa oli vähintään yksi turvatyyny. (OTI 2017)

Koska turvavöiden käyttö ja turvatyyny vaikuttavat onnettomuuksien seurauksiin, voidaan niiden vaikutuksia tutkia onnettomuuksissa mukana olleiden henkilöiden vammautumisten vakavuuden perusteella. Turvavyön käyttö tai turvatyyny eivät kuitenkaan yksin vaikuta onnettomuuksien seurausten vakavuuteen, sillä myös mm. onnettomuuksien osallisten henkilöiden ominaisuudet (ikä, sukupuoli), törmäysnopeus ja -kulma, ajoneuvojen massaerot ja turvatekniikan kehittyneisyys sekä onnettomuustyyppi vaikuttavat vakavuuteen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kuvata turvavöiden käytön ja turvatyynyjen vaikutuksia onnettomuustilanteissa syntyviin seurauksiin (vammautumisen vakavuus). Kirjallisuuskatsauksen lisäksi tutkimuksessa hyödynnetään Onnettomuustietoinstituutin tutkijalautakunta-aineistoa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Onnettomuusanalyysin avulla tarkastellaan, mitä aineiston avulla voidaan nykyisin todeta turvavöiden käytön ja turvatyynyjen vaikutuksista, ja miten saatavat tulokset ovat linjassa muiden tutkimusten tulosten kanssa. Keskeiset kysymykset, joihin haetaan vastausta, ovat:

- Mitkä ovat turvavyön käytön vaikutukset onnettomuuksien seurauksiin?
- Mitkä ovat turvatyynyjen vaikutukset onnettomuuksien seurauksiin?
- Mitkä ovat turvavöiden käytön ja turvatyynyjen yhteisvaikutukset onnettomuuksien seurauksiin?

Turvavyön käytön ja turvatyyny vaikuttamia tarkasteltaessa on hyvä pitää mielessä, että henkilöautojen passiivinen turvallisuus eli kyky suojata autossa olleita onnettomuuden sattuessa on kokonaisuutena kehittynyt huomattavasti 1990-luvulta nykyhetkeen. Esimerkiksi Rätty ja Kari (2017) totesivat uusien autojen olevan keskimäärin 10–20 % kymmenen vuotta vanhoja autoja turvallisempia. Kolariturvallisuuden kehittymiseen ovat vaikuttaneet mm.

turvatyynyjen yleistyminen ja autojen korirakenteiden kehittyminen. Uusien autojen turvallisuustaso on nykyisin korkealla ja aiemmin nähtyjä suuria kehitysharppauksia passiivisessa turvallisuudessa ei tultane enää näkemään. Autojen kolariturvallisuuden yleinen kehittyminen on siis huomioitava, kun tarkastelun kohteena ovat pitkällä aikajaksolla autoissa vammautuneet ihmiset.

Tutkimusmenetelmät ja -aineistot

Kirjallisuustutkimuksessa aineiston muodostavat tieteelliset julkaisut, joita haettiin Scopus-tietokannasta sekä Google Scholar -palvelusta seuraavien avainsanojen avulla:

- "Seat Belt" OR "Air bag"
- "Seat belt use"
- "Safety belt"
- "Air bag use"
- "Air bag" OR "seat belt" AND "Accident"
- "Seat belt" AND/OR "air bag" AND "effect*"
- "Air bag" AND "Seat Belt" AND "Effect*" AND "mortality"
- "Seat Belt" AND "air bag" AND "joint effect"
- "Seat belt" AND/OR "air bag" AND "use" AND "injuries".

Löydetyt julkaisut järjestettiin niiden relevanttiuden mukaan, ja joukosta valittiin aiheeseen sopivat, riittävän uudet ja luotettavasta lähteestä olevat julkaisut. Tiedonhaussa käytiin läpi myös yksittäisiä jo tiedettyjä julkaisuja, joissa turvavöiden käytön ja turvatyynyjen vaikutuksia oli selvitetty.

Toinen materiaali lähde työssä oli Onnettomuustietoinstituutin aineisto liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien Suomessa tutkimista kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista. Aineiston avulla tarkasteltiin turvavöiden käyttöä ja turvatyynyjen olemassaoloa vuosina 1994–2013 tapahtuneissa onnettomuuksissa. Tehtyä tarkastelua ja aineiston hyödyntämistä kuvataan aineisto-osuuden alussa.

2 Kirjallisuustutkimus

2.1 Turvavyön käytön vaikutukset onnettomuuksien seurauksiin

Tieliikenteen turvallisuus on parantunut huomattavasti ajoista, jolloin turvavyön käyttö ei ollut vielä pakollista. Turvavyö lieventää onnettomuuden seurauksia estämällä onnettomuuden osallista osumasta ajoneuvon sisäosiin tai sinkoutumasta ulos ajoneuvosta onnettomuuden aikana. Tutkimukset, joissa muutkin onnettomuuksien vakavuuteen vaikuttavat tekijät, kuten ajoneuvon massa, nopeus ja onnettomuustyyppi on huomioitu, esittävät, että turvavöiden käyttö vähentää etuistuimilla kuoleman todennäköisyyttä 40–50 % ja takaistuimella noin 25 %, kun huomioidaan kaikki onnettomuustyyppit (Elvik et al. 2009).

Evans (1986) tutki ensimmäisten joukossa turvavöiden käytön vaikutusta liikennekuoleman todennäköisyyteen kohtaamisonnettomuudessa. Hän selvitti uudempien kuin vuosimallin 1974 autojen onnettomuuksia vertaamalla keskenään kuljettajan ja etumatkustajan ja muun matkustajan vammoja tekemällä onnettomuusaineistosta verrattavia pareja uhrin iän, istumapaikan ja vyön käytön perusteella. Tuloksena voitiin todeta, että kuoleman todennäköisyys oli n. 43 % alempi, mikäli vyötä oli käytetty. (Evans 1986)

Evans on tutkinut myös turvavyötä käyttäneiden ja käyttämättömien kuljettajien todennäköisyyttä joutua onnettomuuteen. Tutkimuksen mukaan turvavyön käyttämättömyyteen liittyy myös suurempi riskinotto liikenteessä yleensä. Laajaa onnettomuusdataa hyödyntänyt tutkimus totesi, että vyötä käyttämätön kuljettaja joutuu 28–86 % (keskiarvo 53 %) todennäköisemmin onnettomuuteen kuin vyötä käyttävä kuljettaja. (Evans 1987)

Yhdysvaltalaisitutkimus tutki poliisin keräämää onnettomuusdataa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista vuosilta 1988–2000. Tutkimuksen mukaan vyötä käyttävän osallisen kuolemanriski verrattuna vyötä käyttämättömään oli 64 % pienempi. (Cummings 2002)

Turvavyön käytön on todettu vähentävän erityisesti pään ja ylävartalon vammoja kohtaamisonnettomuudessa sekä vähentävän myös silmävammoja. Turvavyön käytöstä toisaalta aiheutuu keskivartalon vammoja, mutta turvavyön kuolemalta säästävä vaikutus on silti huomattavasti merkittävämpi (Abbas et al. 2011, Cummins et al. 2008).

2.2 Turvatyynyn vaikutus vammautumisiin

Turvavyötä käyttämättömät eivät hyödy turvatyynyistä ja heillä on kohonnut riski vammautua eturuvatyynyllä varustetuissa autoissa niissä onnettomuuksissa, joihin ei liity yhteenajoa (enimmäkseen yksittäisonnettomuudet). Eturuvatyynyn vaikutus on parhaan arvion mukaan ja kaikki onnettomuustyyppit kattaen ollut 1. sukupolven turvatyynyillä 18 % vähentymä kuolleisiin ja 2. sukupolven turvatyynyillä 28 % vähentymä, silloin kun turvavyö on ollut käytössä. Vastaavat tulokset, silloin kun turvavyötä ei ole käytetty, ovat yhden prosentin lisäys kuolleiden määrään (1. sukupolven turvatyynyt) ja seitsemän prosentin vähennys kuolleiden määrään (2. sukupolven turvatyynyt). 1. sukupolven turvatyynyt täytyivät hyvin nopeasti ja hyvin suurella paineella ja näiden todettiin olevan lauetessaan vaarallisia erityisesti lapsille ja kevyemmille aikuisille. Nykyisin käytössä olevilla 2. sukupolven turvatyynyillä on arvioitu 19 % vähentymä vakavasti loukkaantuneiden ja 30 % vähentymä kaikkien loukkaantuneiden määrään, silloin kun turvavyötä on käytetty. Sivuruvatyynyillä on todettu selvästi myönteinen vaikutus vammautumisten vähentyessä. Parhaan arvion mukaan sivuruvatyyny pienentää loukkaantuneiden määrää (turvavyön käyttöä ei ole kontrolloitu) kaikissa onnettomuuksissa 32 %, yhteenajoissa 34 % ja yksittäisonnettomuuksissa 12 %. (Elvik et al. 2009)

Vuonna 1993 tehdyssä yhdysvaltalaisitutkimuksessa tutkittiin turvatyynyn käytön vaikutusta vertailemalla kuljettajien vammoja kohtaamisonnettomuuksissa ja muissa onnettomuuksissa. Lisäksi vertailtiin ajoneuvojen ominaisuuksia, eli oliko onnettomuusajoneuvossa vain turvavyö vai turvavyön lisäksi myös turvatyyny. Kuljettajan kuolleisuuden havaittiin olevan 28 % pienempi kohtaamisonnettomuuksissa, joissa auto oli varustettu turvatyynyillä ja -vyöllä verrattuna pelkällä turvavyöllä varustettuihin autoihin. Turvatyynyn liittyvä kuolleisuuden vähenemä oli suurin (50 %) suurissa autoissa. Keskikokoisissa ajoneuvoissa vähenemä oli 19 % ja pienissä 14 %. Kokonaisuudessaan

turvatyynyn arvioitiin vähentävän kuljettajien kuolemia 19 %, kun huomioitiin niin vyön käyttäjät kuin käyttämättömät. (Zador et al. 1993)

Vuonna 2002 julkaistussa tutkimuksessa aineisto koostui kaikista Yhdysvalloissa vuosina 1990–2000 tapahtuneista henkilöauto-onnettomuuksista. Tarkastelussa oli mukana yhteensä 51 031 kuljettaja-matkustaja-paria. Tutkimuksen mukaan turvatyynyllisissä autoissa kuljettajien riski kuolla oli pienempi kuin turvatyynyttömissä autoissa. Turvatyyny pienensi enemmän naisten kuolemanriskiä (12 %) kuin miesten (6 %). Tutkimuksen mukaan kuljettajan kuolemanriski laski 8 % turvatyynyn käytön myötä, eikä lukuun vaikuttanut turvavyön käyttö tai käyttämättömyys. Turvavyön todettiin kuitenkin antavan huomattavasti suuremman suojan ja vähentävän kuolemanriskiä 65 %. Turvavyön ja turvatyynyn yhteisvaikutuksen todettiin olevan 68 prosentin vähennys kuolemanriskiin. (Cummings et al. 2002)

Toisessa yhdysvaltalaisutkimuksessa todettiin turvatyynyn ja turvavyön yhteiskäytön vähentävän kuolemanriskiä 67 %, pelkän turvavyön 51 % ja pelkän turvatyynyn 32 % verrattuna turvalaitteiden käyttämättömyyteen. Aineistona käytettiin kansallista liikenneonnettomuuksien tietopankkia vuosilta 1988–2004 ja tutkittavia potilastietoja oli yhteensä 184 992 kappaletta. (Cummins et al. 2011)

Yhdysvaltalainen tutkimus selvitti myös turvatyynyn vaikutusta kuolemaan johtaneissa kohtaamisonnettomuuksissa (törmäyssuunta klo 11-12-13, eli lähes kohtisuorat ajoneuvon edestä tulevat törmäykset). Tutkimuksen mukaan moni muukin tekijä vaikuttaa selvästi onnettomuuden lopputulokseen ja kuolemien vähentämiseen kuin ainoastaan turvatyyny (mm. uhrin ikä, turvavyön käyttö sekä sukupuoli). Johtopäätös oli, että on hyödyllisempää edistää entisestään turvavyön käyttöä kuin pyrkiä turvatyynyjien määrän lisäämiseen. Tutkimus nostaa esille myös huomion, että turvatyynyn ajoneuvoonsa hankkivat kuljettajat kiinnittävät muutenkin enemmän huomiota turvallisuuteen mm. ajamalla keskimääräistä vähemmän humalassa. (Barry et al. 1999) Samaan tulokseen on tullut Levitt & Porter (1999) tutkimuksessaan. Turvatyynyllisen auton kuljettaja ajoi Levittin ja Porterin tutkimuksen mukaan 19 % vähemmän todennäköisesti alkoholin vaikutuksen alaisena ja sai ylinopeussakon 11 % pienemmällä todennäköisyydellä.

Yhdysvaltalaisutkimus vertaili USA:n FARS (Fatality analysis reporting system) -aineistosta vuosina 1992–1997 tapahtuneita henkilöautojen välisiä kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Tutkimuksen mukaan turvatyynyn käyttö vähensi kuolleisuutta 63 %. Pelkän turvavyön käyttö vähensi kuolleisuutta 72 %. Yhdistetty turvavyön ja turvatyynyn käyttö vähensi kuolleisuutta yli 80 %. (Crandall et al. 2001)

Toinen yhdysvaltalaisutkimus käytti aineistonaan poliisille raportoituja kohtaamisonnettomuuksia vuosilta 1995–2000. Mukaan tutkimukseen otettiin vain ajoneuvot, joiden nopeus muuttui onnettomuudessa enemmän kuin 15 km/h. Pelkän turvavyön käyttäjien loukkaantumisriskin todettiin olevan 0,42-kertainen ja turvavyön ja -tyynyn käyttäjien loukkaantumisriskin 0,71-kertainen verrattuna turvavyötä käyttämättömään henkilöön. Lisäksi huomattiin, että jalka- ja lonkkavammojen riski kasvoi merkittävästi turvatyynyllisissä autoissa, jos turvavyötä ei käytetty. (McGwin et al. 2003)

Turvatyyny suojaa kuljettajaa onnettomuustilanteessa, mutta saattaa hitaammissa nopeuksissa ja lievemmissä kolareissa myös aiheuttaa lisävammoja kuljettajalle. Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa (Segui-Gomez 2000) ehdotettiin turvatyynyn toimintaan muutosta niin, että se toimisi vain vakavammissa onnettomuuksissa. Myös Hollands et al. (1996) raportoi turvatyynyn aiheuttavan loukkaantumisia ja kuolemia, erityisesti lapsille, kun turvavyötä ei käytetä. Samaa tulokseen on tullut myös Khouzam et al. (2014).

Turvatyynyn turvallisuutta arvioineessa kirjallisuusselvityksessä todettiin turvatyynyn vähentävän jopa 50 % loukkaantumisista onnettomuuksissa, mikäli turvavyötä käytetään oikein. Useat vammat aiheutuvat siitä, että turvatyynyn kanssa ei käytetä turvavyötä. Turvatyynyn käytön yhteydessä aiheutuneista vammoista yleisimpiä ovat tyynyn laukaisevan kaasun aiheuttamat palovammat. Myös silmä- ja korvavammat ovat yleisiä. Ensimmäisen sukupolven turvatyynyt myös laukesivat erittäin kovalla nopeudella aiheuttaen näin loukkaantumisia. Toisen sukupolven turvatyynyissä laukeamisnopeutta onkin vähennetty ja näin myös turvatyynyn aiheuttamat loukkaantumiset ovat vähentyneet. (Intas & Stergiannis, 2011).

Myös toinen tutkimus on selvittänyt turvatyynyn vaikutuksia meta-analyysin avulla. Tutkimuksen mukaan turvatyyny vähentää onnettomuudessa kuolleiden määrää, mikäli turvavyötä käytetään samanaikaisesti. Kokonaisvaikutuksen suuruutta kaiken tyyppisissä onnettomuuksissa tutkimus ei kuitenkaan onnistunut löytämään. Tutkimus ei löytänyt todisteita siitä, että turvatyyny lisäisi kuolemanriskiä paitsi niissä yksittäisonnettomuuksissa, joissa turvavyötä ei käytetä. Kohtaamisonnettomuuksissa turvavyötä käyttäneen kuljettajien kuolemat vähenivät 22 %, kun minkä tyyppistä turvatyynyä tahansa käytettiin. (Høye 2010) Myös turvatyynyistä aiheutuneita silmävammoja on raportoitu (Duma et al. 2002, Stein et al. 1999), mutta tyynyn hyödyt kumoavat niistä mahdollisesti aiheutuvat vammat. Koisaaren et al. (2017) tutkimuksessa todettiin, että turvatyynyt aiheuttavat hyvin harvoin silmävammoja vammautuneelle silloin, kun turvalaitteita on käytetty asianmukaisesti. Turvatyynyjen kehittyessä niiden aiheuttamat vammat erityisesti lapsimatrustajille ovat vähentyneet (Olson et al. 2006).

2.3 Turvavyön käytön ja turvatyynyn yhteisvaikutukset vammautumisiin

Yhdysvalloissa vuosina 1992–1997 tapahtuneista henkilöautojen kohtaamisonnettomuuksista muodostetussa aineistossa oli 9859 onnettomuutta ja niissä osallisena 19 718 henkilöautoa ja kuljettajaa. Aineistossa muodostettiin tapaus-verrokkitutkimuksena onnettomuuspareja ja verrattiin kuljettajan kuolleisuutta turvatyynyn ja turvavyön käyttäjien sekä käyttämättömien kesken. Turvatyynyn huomattiin vähentäneen kuolleisuutta 63 % ja turvavyön käytön 72 %. Otettaessa analyysissä huomioon lisäksi ajoneuvon ominaisuudet (ympäripyörähtäminen, paino ja ikä) sekä kuljettajan ominaisuuksia (ikä ja sukupuoli), turvavyön käytön ja turvatyynyn havaittiin vähentävän kuolleisuutta kaikissa tapauksissa. Yhteisvaikutuksen havaittiin olevan yli 80 % vähenemä kuolleisuuteen. (Crandall et al. 2000)

Vuonna 2001 Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa käytettiin aineistona kuolemaan johtaneita onnettomuuksia v. 1994–1997. Tutkimuksen mukaan turvavyön käyttö vähentää kuolemanriskiä 60–70 %, ja turvatyynyn 15 %. (Levitt & Porter 2001) Myös toisessa tutkimuksessa turvavyötä käyttävien kuljettajien ja matkustajien onnettomuuksissa turvatyynyjen on todettu vähentävän noin 15 % kuolemia ja vakavia loukkaantumisia verrattuna vain turvavyötä käyttäneisiin. Merkittävin vaikutus on kohtaamisonnettomuuksissa. (Elvik et al. 2009)

Turvatyynyjen ja turvavyön käyttöä ja vammautumista selvitettiin Yhdysvalloissa käyttäen aineistona ajoneuvoliikenteen onnettomuustilastoa vuosilta 1988–2004. Aineisto jaettiin neljään osaan turvalaitteen käytön mukaan: 1) turvavyö kyllä, turvatyyny kyllä, 2) turvavyö kyllä, turvatyyny ei, 3) turvavyö ei, turvatyyny kyllä ja 4) turvavyö ei, turvatyyny ei. Aineisto koostui yhteensä 35 333 potilaan tiedoista. Tutkimuksen mukaan turvavyön ja -tyynyn yhteiskäyttö vähensi kuolemanriskiä potentiaalisesti kuoleman aiheuttavissa kolareissa, mutta nosti lievän loukkaantumisen riskiä. Minkä tahansa turvalaitteen käyttö vähensi loukkaantumisen ja kuoleman todennäköisyyttä onnettomuustilanteessa. Pelkkää turvavyötä käyttäneillä loukkaantumisen riski väheni kaikilla kehon osa-alueilla kaikkein lievintä vammaryhmää (AIS 2+) tarkasteltaessa. Turvavyötä käyttäneillä turvatyynyllisellä paikalla istuneilla loukkaantumisen riski väheni lisäksi pään, kasvojen, alavatsan ja selän alueilla. (Cummins et al. 2008)

2.4 Yhteenveto kirjallisuustutkimuksesta

Turvavyön käytön ja turvatyynyn turvallisuusvaikutuksista on olemassa verrattain paljon tutkimustietoa. Tutkimuksissa arviot näiden turvalaitteiden kuolemaa estävistä ja vammautumista lieventävistä vaikutuksesta vaihtelevat ja tuloksia myös esitetään eri tavoin (taulukko 1). Esimerkiksi Cummings (2002) on tutkimuksessaan arvioinut turvavyötä käyttävän osallisen kuolemanriskin 64 % vyötä käyttämättömän osallisen riskiä pienemmäksi. Kuoleman todennäköisyyden pienenemisen turvavyötä käyttävällä kuljettajalla tai etumatkustajalla on todettu olevan keskimäärin noin 40 prosentin luokkaa.

Taulukko 1. Kirjallisuustutkimuksen yhteenvedo turvavyön käytön ja turvatyynyn vaikutuksista.

Tutkimus	Raportoidut vaikutukset
Evans 1986	Kuoleman todennäköisyyden väheneminen 43 % , mikäli turvavyötä oli käytetty.
Elvik et al. 2009	Kuoleman todennäköisyyden pieneneminen etuistuimella 40–50 % ja takaistuimella 25 % kaikissa onnettomuustyypeissä turvavyötä käytettäessä.
Evans 1987	Turvavyötä käyttämätön kuljettaja joutuu 28–86 % todennäköisemmin onnettomuuteen . Tämä liittyy kuljettajien riskikäyttäytymiseen, jonka yksi piirre on turvavyön käyttämättömyys.
Cummings 2002	Turvavyötä käyttävän osallisen kuolemanriski verrattuna vyötä käyttämättömään oli 64 % pienempi .
Elvik et al. 2009	2. sukupolven turvatyynyillä 28 % vähentymä kuolleiden määrässä, silloin kun turvavyö on ollut käytössä ja seitsemän prosentin vähentymä, jos turvavyö ei ole ollut käytössä. 2. sukupolven turvatyynyillä 19 % vähentymä vakavasti loukkaantuneiden ja 30 % vähentymä kaikkien loukkaantuneiden määrään , silloin kun turvavyötä on käytetty. Sivuturvatyyny pienentää loukkaantuneiden määrää 32 % kaikissa onnettomuuksissa , 34 % yhteenajoissa ja 12 % yksittäisonnettomuuksissa.
Zador et al. 1993	Kuljettajan kuolleisuuden havaittiin olevan 28 % pienempi kohtaamisonnettomuuksissa, joissa auto oli varustettu turvatyynyillä ja -vyöllä verrattuna pelkällä turvavyöllä varustettuihin autoihin. Turvatyynyn aiheuttama kuolleisuuden vähenemä voi olla jopa 50 % suurissa autoissa, 19 % keskikokoisissa ja 14 % pienissä autoissa.
Cummings et al. 2002	Kuljettajan kuolemanriski laski 8 % turvatyynyn käytön myötä, eikä lukuun vaikuttanut turvavyön käyttö tai käyttämättömyys. Turvavyön todettiin antavan huomattavasti suuremman suojan ja vähentävän kuolemanriskiä 65 % . Turvavyön ja turvatyynyn yhteisvaikutuksen todettiin olevan 68 prosentin vähennys kuolemanriskiin .
Cummins et al. 2011	Turvatyynyn ja turvavyön yhteiskäyttö vähentää kuolemanriskiä 67 %, pelkkä turvavyö 51 % ja pelkkä turvatyyny 32 %.
Høye 2010	Turvatyynyn vaikutuksesta kohtaamisonnettomuuksissa kuljettajien kuolemat vähenivät 22 %, kun turvavyö oli käytössä.
Crandall et al. 2000	Henkilöautojen välisissä kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa turvatyyny vähensi kuolleisuutta 63 %, pelkkä turvavyön käyttö 72 % ja turvavyön ja -tyynyn yhteisvaikutuksen havaittiin olevan yli 80 % vähenemä kuolleisuuteen .
Levitt & Porter 2001	Turvavyön käyttö vähentää kuolemanriskiä 60–70 % ja turvatyyny 15 %.
Cummins et al. 2008	Turvavyön ja -tyynyn yhteiskäyttö vähentää kuolemanriskiä, mutta nostaa lievän loukkaantumisen riskiä.

Edellä esitettyjä tuloksia tarkasteltaessa on hyvä huomioida tarkasteltujen tutkimusten toteutusajankohta. Erityisesti 1. sukupolven turvatyynyjä koskevat tulokset eroavat myöhemmistä turvatyynyistä saaduista tuloksista turvatyynyissä tehdyn kehitystyön vuoksi. Turvatyynyt ovat edelleen kehittyneet nykyisiksi turvatyynyjärjestelmiksi ja myös turvavöissä on tapahtunut teknistä kehittymistä (esimerkiksi esikiristys). Kuitenkin kokonaisuutta tarkastellen turvavöiden ja -tyynyjen toimintaperiaatteet eivät ole merkittävästi muuttuneet. Siksi oletettavaa on, että uudemmalla aineistolla saatavat tulokset eivät merkittävästi poikkea aiemmista tuloksista.

3 Tutkijalautakuntien vuosina 1994–2013 tutkimat onnettomuudet

Seuraavassa tarkastellaan **liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimia kuolemaan johtaneita moottoriajoneuvo-onnettomuuksia vuosilta 1994–2013**. Aineiston avulla selvitetään turvavöiden käyttöä ja turvatyynyjen olemassaoloa tapahtuneissa onnettomuuksissa ja osallisilla henkilöillä.

3.1 Tarkasteltava onnettomuusaineisto

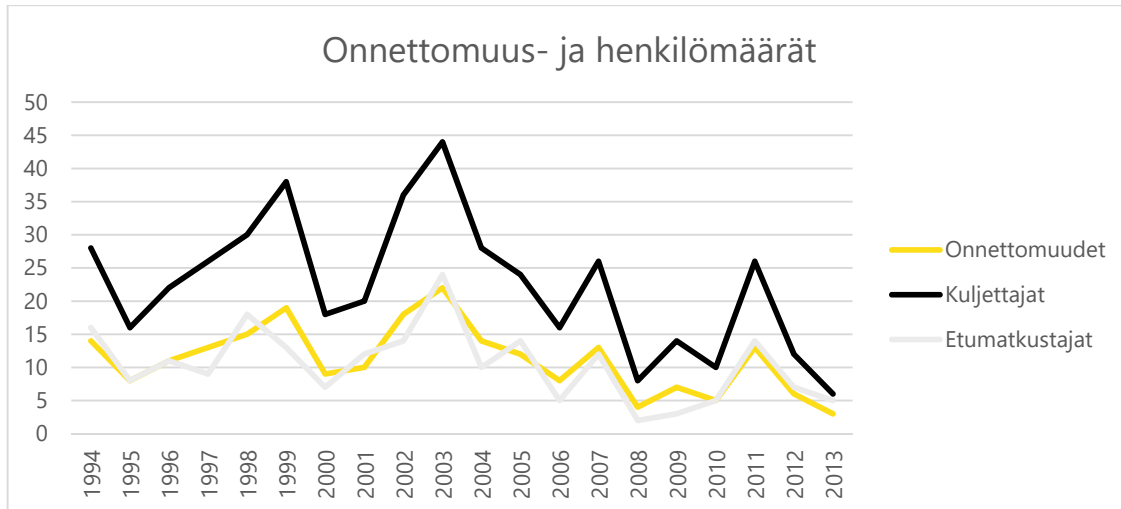
Tutkijalautakunta-aineistosta analyyseihin otettiin mukaan **kahden henkilöauton väliset yhteenajot**, joissa molempien autojen **onnettomuutta edeltävä ajonopeus on tutkijalautakuntien arvion mukaan ollut 61–120 km/h**. Tämä on tyypillinen maantieliikenteen nopeustaso ja näissä onnettomuuksissa turvalaitteiden vaikutus on oletettavasti merkittävä. Henkilötasolla tarkasteltiin yli 11-vuotiaita kuljettajia ja etumatkustajia. Aineistoa rajattiin edelleen ottamalla mukaan vain ne yhteenajo-onnettomuudet, joissa törmäysvoimat olivat kohdistuneet kohtisuoraan tai lähes kohtisuoraan tarkasteltavan auton keulaan eli autot, joissa autoon kohdistuneiden kellonajoilla kuvattujen törmäysvoimien suunta on ollut 11, 12 tai 13 (kello 12 on kohtisuoraan eteenpäin). Onnettomuusjoukkoa rajattiin edelleen poistamalla tarkastelusta ne onnettomuudet, joissa välittömänä riskinä oli sairauskohtaus tai itsemurha, sekä ne onnettomuudet, joissa henkilön vakavimman vamman aiheuttaja oli luonnollinen kuolema. Näillä rajauksilla pyrittiin saamaan tarkasteltavaksi onnettomuusjoukoksi mahdollisimman tavanomaista liikenneonnettomuutta edustavat tapaukset. Näihin onnettomuuksiin (N=224) osallisissa henkilöautoissa oli 20 vuoden aikajaksona (1994–2013) mukana yhteensä 657 yli 11-vuotiaasta kuljettajaa (448) ja etumatkustajaa (209). Kaikki seuraavaksi tarkasteltavat luvut ovat edellä kuvatun rajauksen mukaisia. Myöhemmissä tarkasteluissa aineiston rajausta kiristetään rajaamalla henkilöiden ikä 18 ja 64 ikävuoden välille, jolloin henkilöiden fyysiset ominaisuudet ovat lähempänä toisiaan.

Törmäysvoiman suunta on ilmaistu viisarikellon tunteina siten, että klo 12 osoittaa suoraan autosta eteenpäin. Törmäysvoiman suunta tarkoittaa yksinkertaistettuna sitä suuntaa, johon autossa olleet ihmiset ja esineet heilahtavat törmäyksen aikana. Autoihin kohdistuneiden törmäysvoimien suuntajakauman perusteella suurin osa törmäyksistä oli kohdistunut auton vasempaan etukulmaan (klo 11) tai suoraan keulaan (klo 12). Jakauma on huomioitava jatkossa kuljettajien ja etumatkustajien vammautumistarkasteluissa, sillä yleisemmät vasempaan etukulmaan kohdistuneet törmäykset ja mahdolliset rakenteiden kokoon painumiset pienentävät helposti ratin takana istuvan kuljettajan elintilaa altistaen hänet etumatkustajaa korkeammalle vammautumisriskille.

Kuolemaan johtaneita henkilöautojen välisiä suorja kohtaamisonnettomuuksia tapahtui 20 vuoden ajanjakson aikana 224 kappaletta, joissa oli osallisina 448 henkilöautoa (taulukko 2). Kohtaamisonnettomuuksien määrä vuosittain on vaihdellut, mutta viimeisinä vuosina onnettomuusmäärät ovat olleet lievässä laskussa (kuva 3).

Taulukko 2. Törmäysvoiman suunta tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

Törmäysvoiman suunta (kellonaikana)	Onnettomuuksiin osalliset ajoneuvot	Osuus
11	233	52 %
12	169	38 %
13	46	10 %
Yhteensä	448	100 %

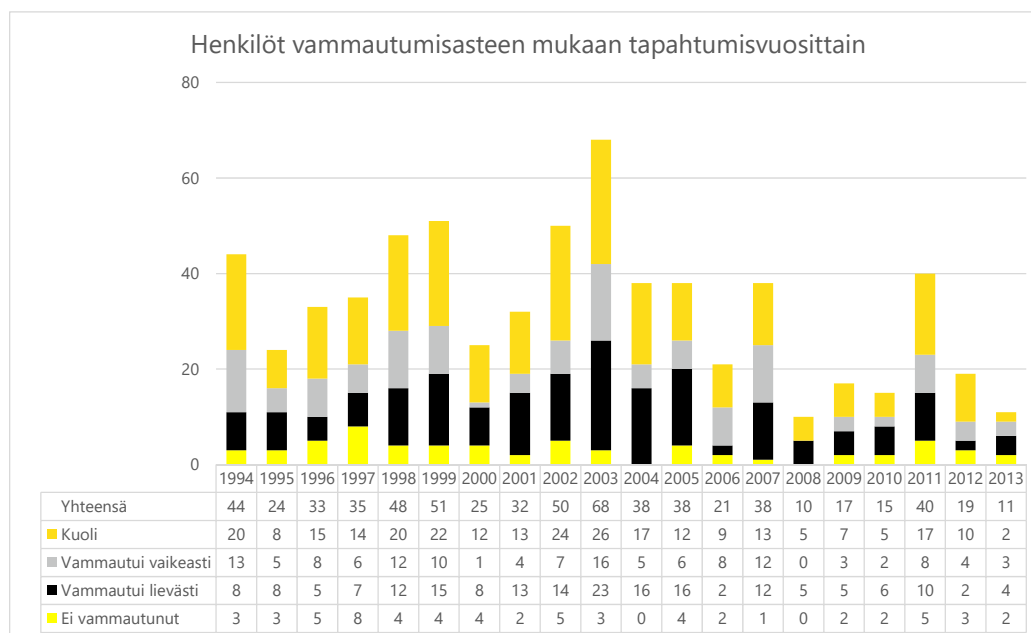


Kuva 3. Tarkasteltavat onnettomuudet ja niissä mukana olleiden kuljettajien ja etumatkustajien määrät vuosina 1994-2013.

Tarkasteluajanjaksolla kuolleiden kuljettajien ja etumatkustajien määrä on vähentynyt tarkastelujakson alkuvuosista. Vuosina 1994–2004 yhteenajoissa kuoli vuosittain keskimäärin 17 henkilöä, kun vuosina 2005–2013 vastaava määrä oli 9 henkilöä.

3.2 Onnettomuuksissa vammautuminen

Kokonaisonnettomuusmäärän ja näissä osallisena olleiden kuljettajien ja etumatkustajien ohella myös vaikeasti ja lievästi vammautuneiden määrä on vähentynyt tarkastelujakson alkuvuosista. Onnettomuuksista vammautumatta selvinneiden henkilöiden määrä on niin ikään laskenut tarkastelujakson aikana. Merkillepantavaa on, että vaikeasti vammautuneiden ja lievästi vammautuneiden määrät ovat hyvin lähellä toisiaan siitäkin huolimatta, että jokainen yhteenajo on ollut varsin raju ja johtanut vähintään yhden ihmisen kuolemaan (kuva 4).



Kuva 4. Kuljettajien ja etumatkustajien määrät ja vammautumisaste tarkasteltavissa onnettomuuksissa vuosina 1994–2013.

Suurin osa (64 %) kohtausonnettomuuksissa henkilöautoissa olleista kuljettajista ja etumatkustajista vuosina 1994–2013 oli miehiä. Miehiä oli yhteensä 417 ja naisia 240. Autojen kuljettajista miehiä oli 75 % ja naisia 25 %, kun taas etumatkustajista enemmistö oli naisia (60 %) (taulukko 3).

Taulukko 3. Miesten ja naisten määrä ja osuudet kuljettajina ja etumatkustajina tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

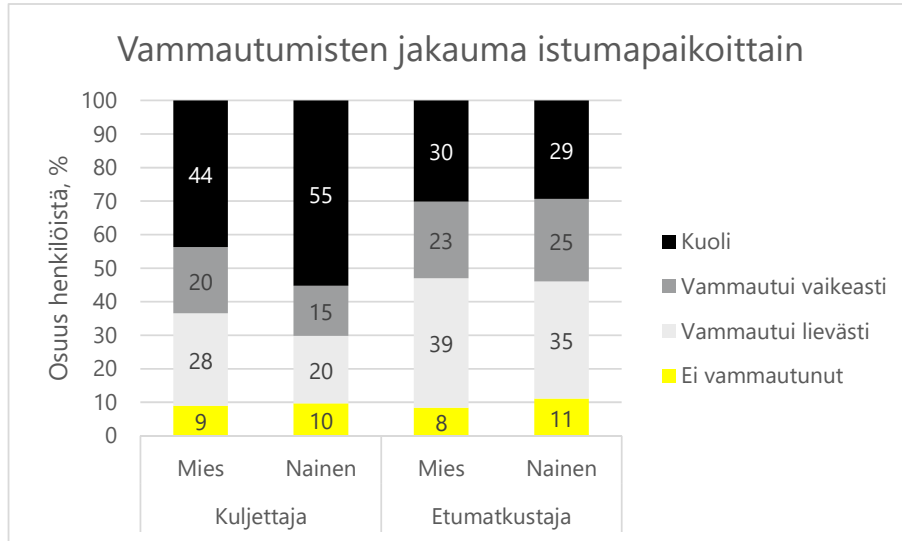
	Kuljettajat		Etumatkustajat		Yhteensä	
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Miehet	334	75 %	83	40 %	417	64 %
Naiset	114	25 %	126	60 %	240	36 %
Yhteensä	448	100 %	209	100 %	657	100 %

Miesten ja naisten jakaumat vammautumisen vakavuuden suhteen ovat hyvin samanlaiset; henkilöautoissa olleista miehistä ja naisista noin 40 % kuoli, noin 50 % vammautui onnettomuuksissa ja noin 10 % selvisi vammoitta (Taulukko 4). Vammautumisten tarkastelu istumapaikoittain (kuva 5) tuo esille pienen eron miesten ja naisten välille. Naiskuljettajista onnettomuuksissa kuoli 55 % ja mieskuljettajista 44 %.

Taulukko 4. Miesten ja naisten vammautumisen vakavuus tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

MIEHET	Kuljettajat		Etumatkustajat		Yhteensä	
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Kuoli	146	44 %	25	30 %	171	41 %
Vammautui vaikeasti	66	20 %	19	23 %	85	20 %
Vammautui lievästi	92	28 %	32	39 %	124	30 %
Ei vammoja	30	9 %	7	8 %	37	9 %
Yhteensä	334	100 %	83	100 %	417	100 %

NAISET	Kuljettajat		Etumatkustajat		Yhteensä	
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Kuoli	63	55 %	37	29 %	100	42 %
Vammautui vaikeasti	17	15 %	31	25 %	48	20 %
Vammautui lievästi	23	20 %	44	35 %	67	28 %
Ei vammoja	11	10 %	14	11 %	25	10 %
Yhteensä	114	100 %	126	100 %	240	100 %



Kuva 5. Miesten ja naisten vammautumisen vakavuus istumapaikoittain tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

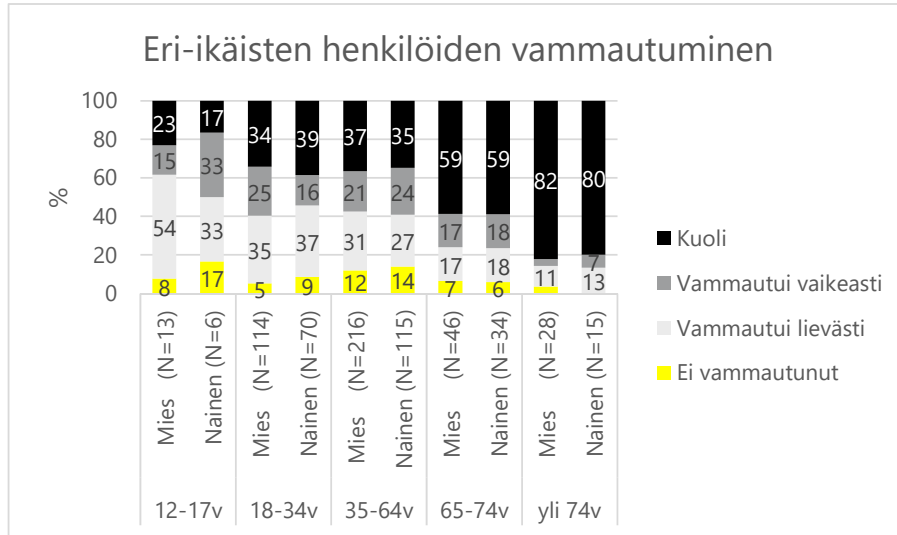
Onnettomuuksissa mukana olleiden miesten ja naisten ikäjakaumat ovat keskenään melko samanlaiset (taulukko 5). Tarkasteltaessa vammautumisia iän ja sukupuolen mukaan (taulukko 6 ja kuva 6) voidaan havaita, että miesten ja naisten jakaumat eivät poikkea merkittävästi toisistaan missään ikäryhmässä. Havaintomääriltään pienissä ikäryhmissä prosenttiosuudet heilahtelevat paljon, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

Taulukko 5. Miesten ja naisten ikäjakauma tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

	Miehet		Naiset	
	kpl	osuus	kpl	osuus
12–17-v.	13	3 %	6	3 %
18–34-v.	114	27 %	70	29 %
35–64-v.	216	52 %	115	48 %
65–74-v.	46	11 %	34	14 %
yli 74-v.	28	7 %	15	6 %
Yhteensä	417	100 %	240	100 %

Taulukko 6. Eri-ikäisten miesten ja naisten määrät ja vammautumisen vakavuus tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

	12–17-v.		18–34-v.		35–64-v.		65–74-v.		yli 74-v.	
	Mies	Nainen	Mies	Nainen	Mies	Nainen	Mies	Nainen	Mies	Nainen
Ei vammautunut	1	1	6	6	26	16	3	2	1	0
Vammautui lievästi	7	2	40	26	66	31	8	6	3	2
Vammautui vaikeasti	2	2	29	11	45	28	8	6	1	1
Kuoli	3	1	39	27	79	40	27	20	23	12
Yhteensä	13	6	114	70	216	115	46	34	28	15

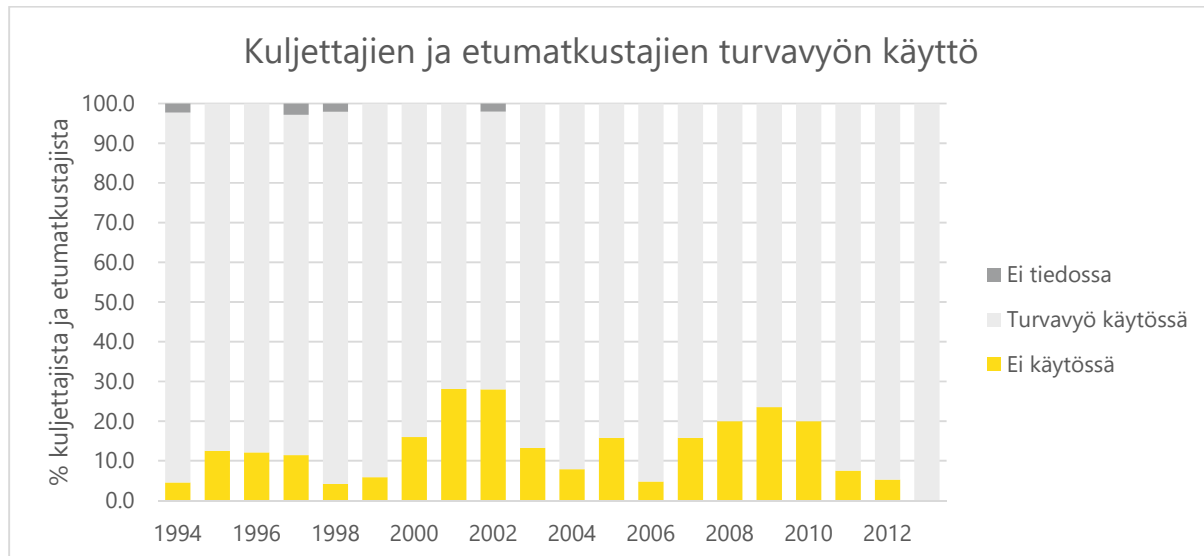


Kuva 6. Vammautuminen (N=vammautuneiden määrä) ikäryhmän ja sukupuolen mukaan tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

Yli 74-vuotiaiden ikäryhmässä onnettomuuden seurauksena on muita ikäryhmiä useammin kuolema. Kuolemien suureen osuuteen vaikuttaa kehon haurastuminen iän myötä, jolloin ulkoisten voimien kestävyys heikkenee.

3.3 Turvavyön käyttö ja vaikutukset

Turvavyön käytön suhteen aineistossa on ollut jonkin verran vuosittaista vaihtelua. Turvavyötä käyttämättömien kuljettajien ja etumatkustajien osuus on vaihdellut tarkastelujakson aikana välillä 0–28 % (kuva 7).



Kuva 7. Turvavyön käyttö tarkastelluissa onnettomuuksissa vuosina 1994–2013.

Tutkimusaineiston autoissa olleista kuljettajista ja etumatkustajista keskimäärin 13 % ei käyttänyt turvavyötä, ts. noin 87 % käytti turvavyötä. Neljän henkilön osalta turvavyön käytöstä ei ole tietoa (taulukko 7).

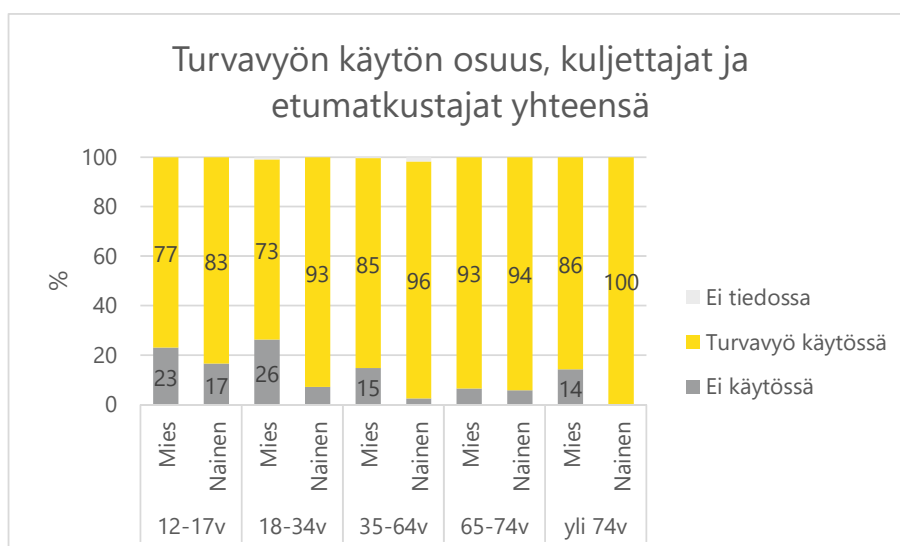
Taulukko 7. Kuljettajan ja etumatkustajan turvavyön käyttö tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

	Kuljettaja		Etumatkustaja		Yhteensä	
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Ei käytössä	65	15 %	18	9 %	83	13 %
Turvavyö käytössä	379	85 %	191	91 %	570	87 %
Ei tiedossa	4	1 %	0	0 %	4	1 %
Yhteensä	448	100 %	209	100 %	657	100 %

Tarkastelluissa onnettomuuksissa naiset käyttivät turvavyötä miehiä yleisemmin osallisten iästä riippumatta. Alle 18-vuotiaista henkilöistä 20 % (4/19) ei käyttänyt turvavyötä. Yli 74-vuotiaista naisista kaikki käyttivät turvavyötä (taulukko 8).

Taulukko 8. Turvavyön käyttö eri ikäryhmillä (henkilöiden määrä) tarkasteltavissa onnettomuuksissa. Taulukossa esitetty kuljettajien ja etumatkustajien yhteenlasketut määrät

	12–17-v.		18–34-v.		35–64-v.		65–74-v.		yli 74-v.	
	Mies	Nainen	Mies	Nainen	Mies	Nainen	Mies	Nainen	Mies	Nainen
Ei käytössä	3	1	30	5	32	3	3	2	4	0
Turvavyö käytössä	10	5	83	65	183	110	43	32	24	15
Ei tiedossa	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0
Yhteensä	13	6	114	70	216	115	46	34	28	15



Kuva 8. Turvavyön käyttö iän ja sukupuolen mukaan tarkasteltavissa onnettomuuksissa.

18–64-vuotiaiden turvavöiden käyttö ja vaikutusarviot

Seuraavaksi turvavyön käyttöä ja vaikutusarvioita tarkastellaan 18–64-vuotiaiden kuljettajien ja etumatkustajien osalta (n=511). Rajauksen tarkoituksena on varmistaa tarkastelujoukon homogeenisuus fyysisten ominaisuuksien kannalta. Turvavyötä käyttäneitä oli tässä aineistossa yhteensä 441 ja turvavyötä käyttämättömiä 70, eli turvavyöttömien osuus on 13,7 %.

Turvavyön suojaava vaikutus näkyy selkeästi verratessa turvavyötä käyttäneiden ja turvavyöttömien vammautumisasteita keskenään (taulukko 9). Turvavyötä käyttänyt kuolemaan johtaneen onnettomuuden osallinen selvisi selvästi turvavyötöntä useammin vammoista (turvavyötä käyttäneistä vammautumattomia kuljettajia 11,7 % vs. turvavyöttömistä vammautumattomia 1,8 %). Lievien ja vaikeiden vammojen yhteisosuus oli myös selvästi pienempi turvavyöttömillä kuljettajilla (34 %) kuin turvavyötä käyttäneillä (51 %). Vammautumisasiasteen ero turvavyötä käyttäneiden ja turvavyöttömien kuljettajien välillä oli myös tilastollisesti merkitsevä: Khiin neliö -testin mukaan kuljettajan vammautumisasiasteen jakauma riippuu turvavyön käytöstä ($\chi^2(3) = 15,7988$; $p = 0,0012$). Turvavyöttömien etumatrustajien osalta havaintomäärät ovat liian pieniä tilastolliseen testaamiseen.

On myös huomattava, että istumapaikka vaikuttaa henkilöiden vammautumisen vakavuuteen tutkimusaineistossa. Turvavyötä käyttäneistä etumatrustajista kuoli onnettomuuksissa 18 % (N=22), kun turvavyötä käyttäneistä kuljettajista kuoli 37 % (N=117). Kuljettajien ja etumatrustajien välinen ero vammautumisasiasteen jakaumassa on tilastollisesti merkitsevä: Khiin neliö -testin tulos ($\chi^2(3) = 17,4459$; $p = 0,0006$). Turvavyötä käyttämättömien osalta havaintomäärät ovat liian pieniä vammautumisasiasteen jakauman tilastolliseen testaamiseen.

Vammautuneiden pieni osuus turvavyötä käyttämättömillä heijastuu suoraan kuolleiden osuuteen, turvavyötä käyttäneistä kuljettajista onnettomuuksissa kuoli 37,1 %, kun turvavyöttömistä kuljettajista kuoli 63,6 %. Täten turvavyötä käyttämättömyyden riski kuolla tarkastelluissa onnettomuuksissa on 1,71-kertainen eli 71 % korkeampi kuin turvavyön käyttäjän (laskettu kaavalla $(63,6/37,1 - 1) * 100 \%$). Vaihtoehtoisesti voidaan esittää, että turvavyön käyttäjän riski kuolla on 42 % pienempi ($((1 - 37,1/63,6) * 100 \%)$) kuin turvavyöttömyyden. Tulos kuvaa turvavyön kuolemalta pelastavaa merkittävää vaikutusta ja on samaa suuruusluokkaa kuin kirjallisuustutkimuksessa todetut tulokset.

Taulukko 9. Turvavyötä käyttäneiden ja käyttämättömien vammautuminen tarkasteltavissa onnettomuuksissa (huom. tässä rajaus 18–64-vuotiaisiin kuljettajiin ja etumatrustajiin).

	Turvavyötä käyttäneet				Eivät käyttäneet turvavyötä			
	Kuljettaja		Etumatrustaja		Kuljettaja		Etumatrustaja	
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Ei vammautunut	37	12 %	15	12 %	1	2 %	1	7 %
Vammautui lievästi	92	29 %	54	43 %	13	24 %	4	27 %
Vammautui vaikeasti	69	22 %	35	28 %	6	11 %	3	20 %
Kuoli	117	37 %	22	18 %	35	64 %	7	47 %
Yhteensä	315	100 %	126	100 %	55	100 %	15	100 %

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunnat ovat myös arvioineet turvavyön vaikutusta henkilöiden vammautumiseen (taulukko 10). Tutkijalautakunnat käyttävät turvavyön vaikutusarvion esittämisessä kolmea todennäköisyystasoa: varmasti/todennäköisesti/mahdollisesti. Tutkijalautakunta voi mainita arvionsa esimerkiksi seuraavalla tavalla: turvavyön käyttö lievensi vammoja mahdollisesti. Seuraavissa tarkasteluissa näitä todennäköisyystasoa ei eritellä, vaan niitä tarkastellaan yhteenlaskettuina.

Kuolleet kuljettajat ja etumatrustajat

Onnettomuuksissa kuolleista turvavyötä käyttämättömyydestä 35 kuljettajasta turvavyön käyttö olisi eri todennäköisyyksillä voinut pelastaa 10 ja 15 etumatrustajasta turvavyön käyttö olisi voinut pelastaa kolme henkilöä. Kokonaisuudessaan turvavyön käyttö olisi voinut pelastaa kuolemalta yhteensä 13 (19 %) onnettomuuksissa kuollutta turvavyötöntä.

Vammautuneet kuljettajat ja etumatrustajat

Turvavyön käyttö pelasti kuolemalta 100 kuljettajaa onnettomuuksissa vammautuneista 161 kuljettajasta (62 % vammautuneista) ja 50 etumatrustajaa 89:stä (56 % vammautuneista etumatrustajista). Turvavyön käyttö lievensi

vammoja tai esti vammojen syntyä 60 kuljettajalla (37 %) ja 37 etumatkustajalla (42 %). Turvavyön käyttö olisi lieventänyt tai estänyt 13 turvavyöttömän kuljettajan (68 %) ja neljän turvavyöttömän etumatkustajan vammoja.

Vammautumattomat kuljettajat ja etumatkustajat

Onnettomuuksista vammoitta selvinneistä turvavyön käyttö pelasti kuolemalta 5 kuljettajaa (14 %) ja 2 etumatkustajaa (13 %). Lisäksi turvavyön käyttö esti vammojen syntymisen 26 kuljettajalla (70 %) ja 11 etumatkustajalla (73 %). Vammoitta selvinneistä kuljettajista ja etumatkustajista kaiken kaikkiaan 85 % hyötyi turvavyön käytöstä.

Taulukko 10. Turvavyön käytön vaikutukset tai arvioidut vaikutukset tarkasteltavissa onnettomuuksissa (huom. tässä rajaus 18–64-vuotiaisiin kuljettajiin ja etumatkustajiin).

KAIKKI HENKILÖT	Turvavyötä käyttäneet				Eivät käyttäneet turvavyötä			
	Kuljettaja		Etumatkustaja		Kuljettaja		Etumatkustaja	
Turvavyön vaikutus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Pelasti / olisi pelastanut kuolemalta	105	33 %	52	41 %	10	18 %	3	20 %
Esti / lievensi (olisi estänyt/lieventänyt) vammoja	87	28 %	48	38 %	13	24 %	4	27 %
Ei vaikutusta	120	38 %	25	20 %	30	55 %	3	20 %
Ei tutkijalautakunnan arviota	3	1 %	1	1 %	2	4 %	5	33 %
Yhteensä	315	100 %	126	100 %	55	100 %	15	100 %

KUOLLEET	Turvavyötä käyttäneet				Eivät käyttäneet turvavyötä			
	Kuljettaja		Etumatkustaja		Kuljettaja		Etumatkustaja	
Turvavyön vaikutus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Olisi pelastanut kuolemalta					10	29 %	3	43 %
Esti / lievensi (olisi estänyt/lieventänyt) vammoja	1	1 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Ei vaikutusta	114	97 %	22	100 %	25	71 %	1	14 %
Ei tutkijalautakunnan arviota	2	2 %	0	0 %	0	0 %	3	43 %
Yhteensä	117	100 %	22	100 %	35	100 %	7	100 %

VAMMAUTUNEET	Turvavyötä käyttäneet				Eivät käyttäneet turvavyötä			
	Kuljettaja		Etumatkustaja		Kuljettaja		Etumatkustaja	
Turvavyön vaikutus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Pelasti kuolemalta	100	62 %	50	56 %				
Esti / lievensi (olisi estänyt / lieventänyt) vammoja	60	37 %	37	42 %	13	68 %	4	57 %
Ei vaikutusta	0	0 %	1	1 %	4	21 %	1	14 %
Ei tutkijalautakunnan arviota	1	1 %	1	1 %	2	11 %	2	29 %
Yhteensä	161	100 %	89	100 %	19	100 %	7	100 %

VAMMAUTUMATTOMAT	Turvavyötä käyttäneet				Eivät käyttäneet turvavyötä			
	Kuljettaja		Etumatkustaja		Kuljettaja		Etumatkustaja	
Turvavyön vaikutus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus
Pelasti kuolemalta	5	14 %	2	13 %	0	0 %	0	0 %
Esti vammautumisen	26	70 %	11	73 %	0	0 %	0	0 %
Ei vaikutusta	6	16 %	2	13 %	1	100 %	1	100 %
Ei tutkijalautakunnan arviota	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Yhteensä	37	100 %	15	100 %	1	100 %	1	100 %

Yhteenvedon edellä esitetyistä luvuista voidaan todeta, että tutkijalautakuntien arvion mukaan turvavyötä käyttäneistä onnettomuuksista hengissä selvinneistä (vammautuneet ja vammautumattomat) turvavyön käyttö pelasti hieman yli puolet (52 %) ja esti tai lievensi vammoja lisäksi 44 prosentilla. Turvavyötä käyttämättömillä turvavyö olisi estänyt tai lieventänyt vammoja yhteensä 61 prosentilla kuljettajista ja etumatkustajista.

Kuljettajan turvavyön käytön vaikutus etumatkustajan turvavyön käyttöön

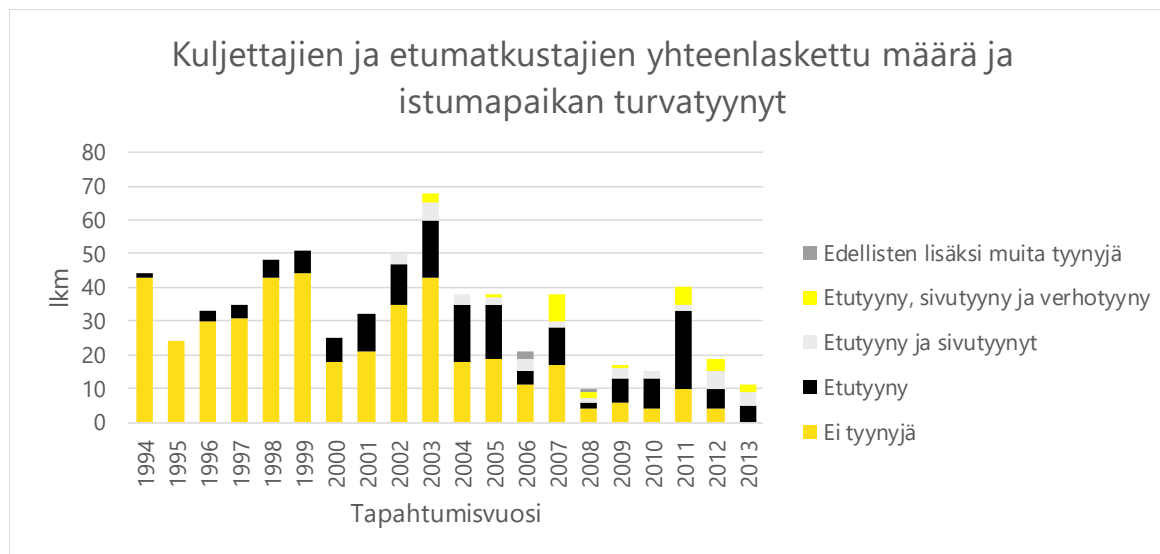
Tutkimusaineiston perusteella kuljettajan ja etumatkustajan turvavyön käytöllä on nähtävissä yhteys, vaikkakin pienet havaintomäärät. Samassa autossa istuneiden kuljettajien ja etumatkustajien turvavyön käytöstä oli tieto 134 auton osalta. Turvavyötä käyttäneiden kuljettajien kyydissä olleista 121 etumatkustajasta turvavyötä käytti 114 (94 %). Vastaavasti turvavyöttömän kuljettajan kyydissä olleista 13 etumatkustajasta 5 (38 %) käytti turvavyötä. Taulukossa 11 on esitetty etumatkustajien määrä jaoteltuna turvavyön käytön ja vammautumisen mukaan tapauksissa, joissa kuljettajalla oli/ei ollut turvavyötä ja kuljettaja kuoli/selvisi hengissä.

Taulukko 11. Etumatkustajien määrät, kun tarkastellaan heidän turvavyön käyttöönsä ja vammautumistaan suhteessa kuljettajan turvavyön käyttöön (huom. tässä rajaus 18–64-vuotiaisiin kuljettajiin ja etumatkustajiin).

	Vyötön kuljettaja selvisi hengissä		Vyötön kuljettaja kuoli		Turvavyötä käyttänyt kuljettaja selvisi hengissä		Turvavyötä käyttänyt kuljettaja kuoli	
	Ei vyötä	Käytti vyötä	Ei vyötä	Käytti vyötä	Ei vyötä	Käytti vyötä	Ei vyötä	Käytti vyötä
Etumatkustajan vammautuminen ja turvavyön käyttö								
Ei vammautunut	1	0	0	0	0	14	0	1
Vammautui lievästi	1	1	2	1	1	37	0	12
Vammautui vaikeasti	0	0	1	3	2	20	0	10
Kuoli	2	0	1	0	2	12	2	8
Yhteensä	4	1	4	4	5	83	2	31

3.4 Turvatyynyn vaikutus

Tutkimusaineisto sisälsi 448 henkilöautoa, joista 170:ssä (38 %:ssa autoista) oli asennettuna yksi tai useampi turvatyyny. Siten 38 prosentilla autojen 448 kuljettajasta oli turvatyyny saatavilla. 209 etumatkustajasta 62 (30 %) istui vähintään yhdellä turvatyynyllä varustetulla paikalla. Kuljettajista ja matkustajista 65:n (10 %) istumapaikalla oli etutyynyn lisäksi myös muita tyynyjä. Turvatyynyllisten autojen osuus on kasvanut selvästi tutkimusjakson aikana. Kuvaavaa on, että siinä missä tarkastelujakson alkuvaiheessa lähes kaikki autot ovat turvatyynyttömiä, jakson viimeisenä vuonna (2013) turvatyynyttömiä autoja ei ole mukana onnettomuusaineistossa ja onnettomuuksiin osallisten autojen määrät ovat vähentyneet huomattavasti (kuva 9).



Kuva 9. Turvatyynillä varustettujen istumapaikkojen osuudet tarkasteltuihin onnettomuuksiin osallisissa henkilöautoissa vuosina 1994–2013.

Seuraavassa turvatyynyn ja turvavyön yhteisvaikutusta tarkastellaan 18–64-vuotiaiden kuljettajien ja etumatkustajien osalta (n=511). Rajauksen tarkoituksena varmistaa tarkastelujoukon homogeenisuus fyysisten ominaisuuksien kannalta.

Kuljettajien ja etumatkustajien jaottelu turvavyön käytön mukaan ja turvavyönnöllisellä paikalla tai turvavyönnöttömällä paikalla istuneisiin tuo esille suuret erot onnettomuuksissa kuolleiden osuuksissa (taulukko 12). Turvavyönnöllisellä paikalla istuneista turvavyötä käyttäneistä yhteensä 131 kuljettajasta 36 (28 %) kuoli onnettomuuksissa, kun taas turvavyönnöttömällä paikalla istuneista 184 kuljettajasta kuoli 81 (44 %). Ero on myös tilastollisesti merkitsevä: Khiin neliö -testin mukaan turvavyötä käyttäneen kuljettajan vammautumisasteen jakauma riippuu turvavyönnön olemassa olosta ($\chi^2(3) = 9.6606$; $p = 0,0217$).

Turvavyönnöllisellä paikalla istuneista turvavyötä käyttäneistä 44 etumatkustajasta yksi (2 %) kuoli, kun taas turvavyönnöttömällä paikalla istuneista etumatkustajista kuoli 21 (26 %). Myös etumatkustajien osalta ero on tilastollisesti merkitsevä: Khiin neliö -testin mukaan turvavyötä käyttäneen etumatkustajan vammautumisasteen jakauma riippuu turvavyönnön olemassa olosta ($\chi^2(3) = 11,3333$; $p = 0,0101$). Turvavyöttömien kuljettajien ja etumatkustajien määrät ovat liian vähäisiä tilastollisten johtopäätösten tekemiseen.

Turvavyönnön vaikutusta arvioidessa on huomioitava se, että turvavyönnölliset autot ovat uudempia ja keskimäärin kolariturvallisuudeltaan turvavyönnöttömiä parempia. Turvavyönnöllisissä autoissa on myös turvavyönnöttömiä todennäköisemmin turvavyömuistuttimet, jotka lisäävät turvavyön käytön määrää. Lisäksi on huomioitava se, että kohtausonnettomuuksissa törmäykset olivat kohdistuneet suurimmaksi osaksi autojen kuljettajanpuoleiseen etukulmaan tai kohtisuoraan keulaan, jolloin etumatkustajilla on ollut tämän suhteen kuljettajaa paremmat mahdollisuudet selvitä onnettomuudesta kuljettajaa lievemmin vammoin.

Taulukko 12. Turvavyön käytön ja turvatyynyn tarkastelu onnettomuusaineistossa (huom. tässä rajaus 18–64-vuotiaisiin kuljettajiin ja etumatkustajiin).

KULJETTAJAT	Turvavyö kyllä, turvatyyny kyllä		Turvavyö kyllä, turvatyyny ei		Turvavyö ei, turvatyyny ei		Turvavyö ei, turvatyyny kyllä		Yhteensä
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	
Ei vammautunut	17	13 %	20	11 %	1	3 %	0	0 %	38
Vammautui lievästi	47	36 %	45	25 %	4	10 %	9	60 %	105
Vammautui vaikeasti	31	24 %	38	21 %	4	10 %	2	13 %	75
Kuoli	36	28 %	81	44 %	31	78 %	4	27 %	152
Yhteensä	131	100 %	184	100 %	40	100 %	15	100 %	370

ETUMATKUSTAJAT	Turvavyö kyllä, turvatyyny kyllä		Turvavyö kyllä, turvatyyny ei		Turvavyö ei, turvatyyny ei		Turvavyö ei, turvatyyny kyllä		Yhteensä
	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	kpl	osuus	
Ei vammautunut	6	14 %	9	11 %	0	0 %	1	33 %	16
Vammautui lievästi	24	55 %	30	37 %	2	17 %	2	67 %	58
Vammautui vaikeasti	13	30 %	22	27 %	3	25 %	0	0 %	38
Kuoli	1	2 %	21	26 %	7	58 %	0	0 %	29
Yhteensä	44	100 %	82	100 %	12	100 %	3	100 %	141

4 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kirjallisuustutkimuksen ja suomalaisen onnettomuusaineiston avulla turvavyön ja turvatyynyn turvallisuusvaikutuksia. Kirjallisuustutkimuksen yhteenveto on esitetty tutkimuksessa jo aiemmin (ks. taulukko 1). Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu turvavyön merkittävä kuolemanriskiä alentava vaikutus. Lisäksi turvavyön käyttämättömyydellä on todettu yhteys muuhun riskikäyttäytymiseen tieliikenteessä. Turvatyynyn turvallisuusvaikutus on myös todettu merkittäväksi erityisesti turvavyön käytön kanssa (jopa yli 80 % pienempi kuolleisuus, kun turvavyö ja -tyyny on käytössä).

Tässä tutkimuksessa tehdyssä kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoon perustuvassa analyysissä todettiin, että turvavyöttömän kuljettajan ja etumatkustajan riski kuolla on 71 % korkeampi kuin turvavyön käyttäjän. Tuloksena voidaan todeta myös, että turvavyön käyttäjällä on 42 % pienempi riski kuolla kuin turvavyötä käyttämättömällä. Tämä on samaa suuruusluokkaa kuin kirjallisuustutkimuksessa todetut tulokset.

Onnettomuusanalyysissä todettiin myös, että turvavyön käyttäjä selviää onnettomuudessa huomattavasti useammin vammoilta tai lievin vammoin verrattaessa turvavyötä käyttämättömään. Turvavyön arvioitiin pelastaneen kuolemalta 62 % vammautuneista kuljettajista ja 56 % etumatkustajista. Turvavyöttömistä kuljettajista ja etumatkustajista turvavyön käyttö olisi voinut pelastaa 19 %.

Turvatyynyn vaikutusta tarkasteltiin onnettomuusaineiston yhteydessä turvavyön käyttöön. Kuvaavaa on, että siinä missä turvatyynyllisellä paikalla istuneista turvavyötä käyttäneistä kuljettajista 28 % kuoli onnettomuuksissa, turvatyynyttömällä paikalla istuneista kuoli 44 %. Myös etumatkustajien osalta tunnistettiin tilastollisesti merkitsevä ero (2 % vs. 26 %). Koska turvatyynyt ovat yleisempiä muutoinkin turvallisemmissa uudemmissa autoissa, havaittua eroa ei voi selittää pelkästään turvatyynyn vaikutuksella. Ilmeistä on kuitenkin, että turvatyyny omalta osaltaan vaikuttaa merkittävästi kuolemanriskiin ja vammautumiseen.

Vaikka tutkimusaineistoksi valittiin pitkä aikasarja, vuodet 1994–2013, onnettomuusaineiston koko rajoitti joissakin tapauksissa tarkempien tilastollisten analyysien tekemistä. Koko aikasarjaa tarkastelemalla tapausten määrät olivat tilastotarkastelua ajatellen yleensä riittävät, mutta tarkempi tarkastelu, joka kohdistuisi esimerkiksi tiettyyn aikajaksoon (esimerkiksi 5 vuoden aikajaksoina tai tietyt vuosimallit osallisina ajoneuvoina) taikka kuljettaja- ja etumatkustajaryhmään (esimerkiksi ikäryhmä tai sukupuoli), supistaisi havaintomäärät monessa tapauksessa yksittäisiin tapauksiin.

Tutkijalautakunta-aineisto vastasi hyvin tutkimuskysymykseen, jossa selvitettiin turvavyön käytön vaikutusta onnettomuuksien seurauksiin. Jatkossa turvavyön vaikutuksia voitaisiin tarkastella myös muissa kuin kohtisuoraan (törmäyssuunnat klo 11-12-13) tapahtuneissa törmäyksissä. Samoin voitaisiin tarkastella turvavyön käyttöä tapauksissa, joissa olosuhteet ovat keskenään vertailukelpoisia. Nyt tehdyssä analyysissä ei huomioitu muita onnettomuuksien seurauksiin vaikuttaneita tekijöitä, mutta huomioimalla nämä tekijät (esimerkiksi turvavyöttömyyteen liittyvä muu riskikäyttäytyminen, kuten suuret nopeudet ja törmäysvoimat), voitaisiin tarkentaa turvavyön käytön vaikutuksia.

Jatkotutkimusaiheena esiin nousee myös turvatyynyn vaikutusten tutkimuksen jatkaminen. Turvatyynyjen yleistyminen tekee uudemmassa onnettomuusaineistossa yhä harvinaisemaksi tilanteen, joissa on mukana turvatyynyttömiä osallisia. Kun autoissa on yhä useampia turvatyynyjä, voisi onnettomuusaineiston avulla pyrkiä tarkastelemaan, onko näiden vaikutus tunnistettavissa, ts. verrattaisiin turvatyynyjen määrän ja tyyppien vaikutusta onnettomuuksien seurauksiin, ei ainoastaan sitä, onko auto varustettu turvatyynyillä. Kiinnostavia kysymyksiä voisivat olla myös, miten suojavaikutus näyttäytyy erityyppisissä onnettomuustilanteissa ja missä määrin muut kuin kuljettajan ja matkustajan eturvatyyny tuovat suojaa.

Henkilöautojen muun turvatekniikan yleistymisen perustelisi tutkimusta, jossa tarkasteltaisiin turvavyön käytön vaikutuksia onnettomuuksien seurauksiin uusissa ja vanhemmissa autoissa. Kiinnostava tutkimuskysymys voisi olla mm., onko muun turvatekniikan kehittyessä turvavyön suojaava vaikutus kasvanut vai pienentynyt, kun verrataan keskenään samankaltaisia onnettomuuksia. Myös turvavyön suojaavan vaikutuksen tutkiminen takamatkustajilla on yksi jatkotutkimusalue.

Lähteet

- Abbas, A.K., Hefny, A.F. & Abu-Zidan, F.M. 2011. Seatbelts and road traffic collision injuries. *World Journal of Emergency Surgery* 2011; 6:18.
- Barry, S. Ginpil, S. & O'Neill, T.J. 1999. The effectiveness of air bags. *Accident Analysis and Prevention* 31 (1999), pp. 781–787.
- Crandall C.S., Olson L. M. & Sklar D.P. 2000. Mortality Reduction with Air Bag and Seat Belt Use in Head-on Passenger Car Collisions. *American Journal of Epidemiology*. Volume 153, Issue 3, pp. 219–224.
- Cummings, P. 2002. Association of seat belt use with death: a comparison of estimates based on data from police and based on data from trained crash investigators. *Injury Prevention* 2002; 8, pp. 338-341.
- Cummings, P., McKnight, B., Rivara, F.P & Grossman, D.C. 2002. Association of driver air bags with driver fatality: a matched cohort study. *BMJ* 2002; 324: 1119.
- Cummins, J.S., Koval, K.J., Cantu, R.V. & Spratt, K.F. 2008. Risk of Injury Associated with the Use of Seat Belts and Air Bags in Motor Vehicle Crashes. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases* 2008: 66 (4), pp. 290–296.
- Cummins, J.S., Koval, K.J., Cantu, R.V. & Spratt, K.F. 2011. Do Seat Belts and Air Bags Reduce Mortality and Injury Severity After Car Accidents? *Am. J. Orthopt.* 2011 Mar; 40(3): E26–29.
- Dirksen, S. 2014. Air Bags. History of American Technology. http://web.bryant.edu/~ehu/h364proj/sprg_97/dirksen/airbags.html. Viitattu 24.3.2014.
- Duma, S.M., Jernigan, M.V., Stitzel, J.D., Herring, I.P., Crowley, J. S., Brozoski, F.T. & Bass, C.R. 2002. The effect of frontal air bags on eye injury patterns in automobile crashes. *Arch Oph-thalmol*. Volume 120, Issue 11, pp. 1517–1522.
- Elvik, R., Høy, A. & Vaa, T. 2009. *The handbook of road safety measures*. Second edition. Emerald.
- Evans, L. 1986. The effectiveness of safety belts in preventing fatalities. *Accident analysis & prevention journal*, vol. 18 no 3, pp. 229–241 (1986).
- Evans, L. 1987. Belted and unbelted drivers accident rates compared. *Journal of safety research*, 18, pp. 57–64.
- Ford 2017. Ford Kuga – ominaisuudet – turvallisuus ja murtosuojaus. Saatavissa <http://www.ford.fi/Henkiloautot/kuga/ominaisuudet>. Viitattu 27.7.2017.
- Hollands C.M., Winston F.K., Stafford P.W. & Shochat S.J. 1996. Severe head injury caused by airbag deployment. *Journal Trauma*, Nov; 41 (5); pp. 920–922.
- Høy, A. 2010. Are airbags a dangerous safety measure? A meta-analysis of the effects of frontal airbags on driver fatalities. *Nov*; 42 (6), pp. 2030–2040.
- Intas, G. & Stergiannis, P. 2011. How safe are airbags? A review of literature. *Health Science Journal*, volume 5, issue 4, pp. 262–268.
- Khouzam, R. M., Al-Mawed, S., Farah, V. & Mizeracki, A. 2014. Next-Generation Airbags and the Possibility of Negative Outcomes Due to Thoracic Injury. *Canadian Journal of Cardiology*. Volume 30, issue 4, pp. 396–404.
- Koisaari, T., Leivo, T., Sahraravand, A., Haavisto, A-K., Sulander, P. & Tervo, T.M.T. 2017. Airbag deployment-related eye injuries, *Traffic Injury Prevention*, Volume 18, NO. 5, pp. 493-499.

Levitt, S.D. & Porter, J. 1999. Sample Selection in the estimation of air bags and seat belt effectiveness. NBER Working paper series. Working paper 710. National Bureau of Economic research.

Levitt, S.D. & Porter, J. 2001. Sample selection in the estimation of air bag and seat belt effectiveness. *The Review of Economics and Statistics*, Volume 83 (4), pp. 603–615.

Liikenneturva 2014a. Liikennekäyttäytymisen seuranta. Saatavilla: http://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Tutkittua/seurannat/liikennekayttaytymisen_seuranta.pdf. Viitattu 25.3.2014.

Liikenneturva 2014b. Turvatyyny. Saatavilla: <http://www.liikenneturva.fi/fi/liikenteessa/autoilijat/turvatyyny>. Viitattu 25.3.2014.

Liikenneturva 2014c. Turvavyölainsäädännön kehitys vuosina 1971–2011. Saatavilla: <http://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Liikenteessa/turvavyolainsadnnkehitys.pdf>. Viitattu 25.3.2014.

McGwin G. Jr, Metzger, J. Alonso, J. & Rue, L. 2003. The Association between occupant restraint systems and risk of injury in frontal motor vehicle collisions. *Journal of Trauma Injury Infection & Critical Care*. Volume 54, issue 6, pp. 1182–1187.

Olson, C.M.; Cummings, P. & Rivara, F.P. 2006. Association of First- and Second-Generation Air Bags with Front Occupant Death in Car Crashes: A Matched Cohort Study. *American Journal of Epidemiology*. Volume 164, Issue 2. pp. 161–169.

OTI 2017. OTI-vuosiraportti 2015. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimat kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet. Onnettomuustietoinstituutti.

Segui-Gomez, M. 2000. Driver Air Bag Effectiveness by Severity of the Crash. *American Journal of Public Health*. 2000; 90; pp. 1575–1581.

Räty, E. & Kari, T. 2017. Henkilöautojen kolariturvallisuuden kehitys. Kuljettajan loukkaantumisriski kahden henkilöauton yhteenajoissa. Onnettomuustietoinstituutti OTI. 169 s.

Stein, J.D., Jaeger, E.A. & Jeffers, J.B. 1999. Air bags and ocular injuries. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1999; 97: pp. 59–86.

The Royal Society for the Prevention of Accidents. 2012. The big book of accident prevention. Saatavilla: <http://www.rospa.com/rospaweb/docs/advice-services/public-health/big-book.pdf>. Viitattu 15.3.2015.

VALT 2013. VALT-vuosiraportti 2012. Tutkijalautakuntien tutkimat kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet. Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT. Saatavilla: <http://www.lvk.fi/templates/vinha/services/download.aspx?fid=314110&hash=cd8eb96eb7d155469c7867f4780a985f2e84209eec9055b0af7770b7339f8467>. Viitattu 25.3.2014.

Volvo 2014. On the 30th anniversary of the UK mandatory seatbelt law, Volvo looks ahead to Vision 2020. Saatavissa: <http://www.volvocars.com/uk/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=168>. Viitattu 24.3.2014.

Zador P.L & Ciccione M.A., 1993. Automobile driver fatalities in frontal impacts: air bags compared with manual belts. *American Journal Public Health* 83 (5): pp. 661–666.