

Maria Mäkelä

**SUKUPUOLTEN EROT KULJETTAJAA
AVUSTAVIEN JÄRJESTELMIEN
KÄYTÖSSÄ HENKILÖAUTOILUN
LIIKENNETURVALLISUUDEN
KANNALTA**

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Joulukuu 2023

TIIVISTELMÄ

Maria Mäkelä: Sukupuolten erot kuljettajaa avustavien järjestelmien käytössä henkilöautoilun liikenneturvallisuuden kannalta (Gender differences in the use of driver assistance systems in terms of the traffic safety of passenger cars)

Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka
Joulukuu 2023

Kuljettajaa avustavien järjestelmien eli ADAS-järjestelmien tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta minimoimalla ihmisten virheiden määrää. Sukupuolten välillä on eroja liikenneturvallisuudessa, ja tutkimuksen tavoitteena oli tutkia sukupuolten välisiä eroja ADAS-järjestelmien käytössä henkilöautoilun liikenneturvallisuuden kannalta. Erilaisia ADAS-järjestelmiä ovat esimerkiksi mukautuva vakionopeudensäädin, katveavustin, älykäs nopeusavustin, kaistavahti, kaistallapitojärjestelmä, etutörmäysvaroitin, automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä, ajovaloautomaatiikka ja elektroninen ajonvakautusjärjestelmä. Tutkimus toteutettiin kirjallisuustutkimuksena käyttäen Tampereen yliopiston kirjaston Andor-tietokantaa ja Google Scholar -tietokantaa. Suurin osa löydetyistä lähteistä oli englanninkielisiä artikkeleita. Sukupuolten välisistä eroista liikenneturvallisuudessa ja ADAS-järjestelmistä löytyi runsaasti lähteitä. ADAS-järjestelmien käytön eroista sukupuolten välillä lähteitä löytyi suppeammin.

Naiset ajavat miehiä varovaisemmin liikenteessä ja joutuvat onnettomuuksiin harvemmin kuin miehet. Naisten loukkaantumisriski onnettomuustilanteessa on kuitenkin suurempi. Kuljettajaa avustavien järjestelmien eli ADAS-järjestelmien on tarkoitus parantaa liikenneturvallisuutta. ADAS-järjestelmillä on potentiaalia vähentää liikenneonnettomuuksien määrää. ADAS-järjestelmiä on monenlaisia, ja eri ihmiset käyttävät niitä eri lailla.

Miehet käyttävät ADAS-järjestelmiä enemmän kuin naiset. Henkilöistä, jotka käyttävät ADAS-järjestelmiä, naiset käyttävät enemmän mukautuvia vakionopeudensäädintä ja kaistallapitojärjestelmää. Miehet taas käyttävät enemmän hätäjarrutusjärjestelmää ja katveavustinta. Miehet saavat myös enemmän etutörmäysvaroituksia kuin naiset. Kaistavahdin käytöstä on ristiriitaista tietoa. Ylipäättään miehet saavat järjestelmiltä enemmän varoituksia kuin naiset.

Kaikista ADAS-järjestelmistä ei ole tutkimustietoa sukupuolten välisistä eroista. Sukupuolten eroista ADAS-järjestelmien käytössä tarvitaan lisää tutkimusta, jotta saadaan luotettavampia tuloksia. Saatavilla olevien tutkimusten mukaan naisten ja miesten eroilla ADAS-järjestelmien käytössä ei ole huomattavaa vaikutusta sukupuolten välisiin liikenneturvallisuuseroihin. ADAS-järjestelmät kuitenkin lisäävät liikenneturvallisuutta kaikille.

Avainsanat: ADAS-järjestelmät, kuljettajaa avustavat järjestelmät, liikenneturvallisuus, sukupuolten erot

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	1
2. SUKUPUOLTEN EROT LIIKENNETURVALLISUUDESSA	3
3. KULJETTAJAA AVUSTAVAT JÄRJESTELMÄT	8
4. KULJETTAJAA AVUSTAVIEN JÄRJESTELMIEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN.....	10
5. SUKUPUOLTEN EROT KULJETTAJAA AVUSTAVIEN JÄRJESTELMIEN KÄYTÖSSÄ.....	13
6. PÄÄTELMÄT	17
LÄHTEET.....	18

1. JOHDANTO

Sukupuolten välillä on huomattava ero henkilöautoilun liikenneturvallisudessa. Suomessa vuonna 2021 tieliikenneonnettomuuksissa kuoli 127 henkilöauton kuljettajaa. Näistä 94 oli miehiä ja 33 naisia. (Tilastokeskus 2023) Yksi keino vähentää onnettomuuksien ja kuolemien määrää liikenteessä on kuljettajaa avustavien järjestelmien avulla. Esimerkiksi kaistavahdilla olisi voitu estää jopa 27 % vuosina 2014–2016 Suomessa tapahtuneista kuolemaan johtaneista kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksista, jos kyseinen järjestelmä olisi ollut käytössä. (Utriainen 2019)

Nykyaikaisissa autoissa on asennettu ADAS-järjestelmiä (Advanced Driver Assistant Systems) eli kuljettajia avustavia järjestelmiä, joiden tavoite on parantaa liikenneturvallisuutta minimoimalla inhimillisten virheiden määrää. ADAS-järjestelmiä ovat esimerkiksi kaistavahti ja automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä. Kaistavahti varoittaa kuljettajaa, kun ajoneuvo ajautuu pois kaistalta, ja hätäjarrutusjärjestelmä pysäyttää ajoneuvon, kun järjestelmä havaitsee ajoneuvon edessä esteen. (Traficom 2023) Eri ihmiset käyttävät kuljettajaa avustavia järjestelmiä eri lailla, ja tässä tutkielmassa tarkastellaan sukupuolten välisiä eroja järjestelmien käytössä ja erojen mahdollista vaikutusta liikenneturvallisuuteen.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millaisia eroja naisten ja miesten välillä on ADAS-järjestelmien käytössä ja miten tämä vaikuttaa liikenneturvallisuuteen. Eroja tutkitaan henkilöautoilun kannalta. Lisäksi tavoitteena on tutkia iän vaikutusta liikenneturvallisuuteen ja ADAS-järjestelmien käyttöön. Esimerkiksi Cullenin et al. (2021) Australiassa tekemän tutkimuksen mukaan nuorista kuljettajista (ikä 17–25 vuotta) miehet joutuvat todennäköisemmin kolareihin ylipäätään, mutta naisilla on suurempi todennäköisyys saada kolareissa vammoja, jotka vaativat sairaalahoitoa kuin miehillä.

Tutkimuksen päätutkimuskysymyksenä on selvittää, millaisia eroja on naisten ja miesten välillä ADAS-järjestelmien käytön vaikutuksissa henkilöautoilun turvallisuuteen. Apututkimuskysymyksiä ovat seuraavat: Mitä eroja sukupuolten välillä on henkilöautoilun liikenneturvallisudessa? Millaisia erilaisia ADAS-järjestelmiä on olemassa? Missä määrin on havaittu eroja sukupuolten välillä järjestelmien käytössä ja hyödyntämisessä? Miten ikä vaikuttaa naisten ja miesten välisiin henkilöautoilun liikenneturvallisuuseroihin?

Eri puolilla maailmaa vallitsevat erilaiset kulttuurit ja sitä kautta erilaiset roolit sukupuolilla. Myös liikennekäyttäytyminen ja infrastruktuuri vaihtelevat ympäri maailman. Näiden erojen vuoksi aiheen maantieteellisenä rajauksena ovat Eurooppa, Yhdysvallat, Australia, Kiina ja Kanada. Lisäksi suurin osa lähdekirjallisuudesta oli keskittynyt näihin alueisiin. Työssä tunnustetaan sukupuolen moninaisuus, mutta tässä työssä keskitytään naisten ja miesten välisiin eroihin, koska lähdeaineistoista riittävästi dataa löytyy vain naisista ja miehistä.

Työn toteutustapa on kirjallisuustutkimus. Tiedonhakuun on käytetty Tampereen yliopiston Andor-palvelua ja Google Scholar -tietokantaa. Hakusanoja käytettiin sekä suomen että englannin kielellä. Suurin osa lähteistä löytyi englanninkielisillä hakusanoilla. Tiedonhaussa käytettyjä hakusanoja olivat muun muassa ADAS-systems, gender differences ja traffic safety. Lisäksi hakusanoina käytettiin erilaisia ADAS-järjestelmiä, kuten lane departure warning ja forward collision warning. Lisäksi lähteiden viitteistä löytyi lisää lähteitä, joita käytettiin tutkimuksessa. Aiheeseen ei juurikaan löydy suomenkielisiä lähteitä, minkä takia suurin osa työssä käytetystä aineistosta on englanninkielistä. Melkein kaikki aiheeseen liittyvistä lähteistä on myös melko uusia ja relevantteja. Osissa aineistoissa oli paljon samaa tietoa ja toistoa, jonka vuoksi osa löytyneistä lähteistä karsittiin pois.

Tutkimuksen toisessa luvussa kerrotaan yleisesti sukupuolten eroista liikenneturvallisuudessa. Kolmannessa luvussa taas kuvataan kuljettajaa avustavista järjestelmistä yleisesti. Neljännessä luvussa tarkastellaan järjestelmien vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Viidennessä luvussa perehdytään tarkemmin sukupuolten eroihin ADAS-järjestelmien käytössä. Kuudennessa luvussa esitetään päätelmät.

2. SUKUPUOLTEN EROT LIIKENNETURVALLISUUDESSA

Euroopan unionissa vuonna 2019 kuolleista henkilöauton kuljettajista naisia oli noin 1300 ja miehiä noin 5900. Sukupuolten välillä näkyy suuri ero etenkin liikenneonnettomuuksissa kuolleiden määrässä. Miehiä kuoli melkein 4,5 kertaa naisia enemmän. (European Commission 2021) Liikenneonnettomuuksiin joutumisen riski riippuu monesta eri asiasta, kuten kuljettajan ajotaidoista, kokemuksesta, käyttäytymisestä ja riskien havaitsemisesta. Miehet yleensä arvioivat ajotaitojaan optimisemmin kuin naiset. Lisäksi miehet pitivät riskialtista käyttäytymistä liikenteessä vähemmän vakavana ja uskoivat sen johtavan liikenneonnettomuuksiin vähemmän kuin naiset. Riskialttiin käyttäytymisen on havaittu olevan yleistä etenkin nuorten miehien keskuudessa. (Witt et al. 2019)

Taulukossa 1 on kuvattu Suomessa vuonna 2021 henkilöauto-onnettomuuksissa kuolleet ja loukkaantuneet sukupuolen ja iän mukaan. Onnettomuuksiin kuuluvat henkilöauton kuljettajien lisäksi kyydissä olleet matkustajat. Kuolleisiin lasketaan henkilöt, jotka kuolivat onnettomuuden seurauksena 30 vuorokauden sisällä onnettomuudesta. Loukkaantuneiden kategoriassa on mukana kaikki loukkaantumiset, mukaan lukien vakavasti loukkaantuneet. Loukkaantuneilla tarkoitetaan henkilöitä, jotka tarvitsevat hoitoa tai tarkkailua sairaalassa tai hoitoa kotona onnettomuuden seurauksena. Kuolleita ei lasketa loukkaantuneisiin. Lisäksi henkilöt, jotka saivat esimerkiksi mustelmia tai pieniä naarmuja, jotka eivät vaadi hoitoa, ei lasketa loukkaantuneisiin. Vakavasti loukkaantuneiksi määritellään henkilöt, joiden vammat täyttävät AIS-vakavuusluokituksen mukaiset kriteerit. (Tilastokeskus 2023)

Taulukko 1. Suomessa vuonna 2021 henkilöautossa kuolleet ja loukkaantuneet sukupuolen ja iän mukaan (Tilastokeskus 2023)

Ikä (vuotta)	Kuolleet		Kaikki loukkaantuneet		Vakavasti loukkaantuneet	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
0-14	2	0	34	32	2	3
15-24	20	5	317	240	33	10
25-34	13	5	198	113	19	5
35-44	16	5	165	135	14	9
45-54	17	1	129	121	18	4
55-64	10	2	100	141	11	12
65-74	7	8	85	83	7	6
75-	9	7	90	73	13	4
Yhteensä	94	33	1118	940	117	53

Taulukosta 1 nähdään että Suomessa miehiä kuolee ja loukkaantuu henkilöauton onnettomuuksissa naisia enemmän. Lähes kaikissa ikäluokissa miehiä loukkaantui ja kuoli naisia enemmän. Suurin loukkaantuneiden ja kuolleiden määrä on 15–24-vuotiaissa miehissä. Yksi selitys tälle on nuorten miesten riskialtis käyttäytyminen liikenteessä.

Taulukossa 2 on kuvattu miesten ja naisten välinen suhteellinen riski joutua kahden ajoneuvon väliseen onnettomuuteen eri ikäluokissa. Taulukossa on myös eritelty kuolemaan johtavien onnettomuuksien riski ja ei kuolemaan johtavien onnettomuuksien riski. Taulukossa 2 suhteelliset onnettomuusriskit on laskettu beta-regressioanalyysillä. 60–69-vuotiaita kuljettajia käytettiin vertailuryhmänä, jolle annettiin arvoksi 1. Arvot yli yhden tarkoittavat, että kyseisellä ikäryhmällä on suurempi riski joutua onnettomuuteen ja arvot alle yhden tarkoittavat pienempää riskiä joutua onnettomuuteen kuin vertailuryhmällä. Perinteinen onnettomuusriski on laskettu jakamalla onnettomuusmäärä yhden kuljettajan arvioidun matkojen määrän ja kuljettajien määrän tulolla. Mukautetuissa luvuissa on otettu huomioon myös kuljettajien arvioitu keskimääräinen ajomäärä. (Regev et al. 2018)

Taulukko 2. Eri-ikäisten miesten (males) ja naisten (females) suhteellinen onnettomuusriski kahden ajoneuvon välisessä onnettomuudessa Iso-Britanniassa vuosina 2002–2012 (Regev et al. 2018)

	Fatal relative risk		Nonfatal relative risk	
	Traditional	Adjusted	Traditional	Adjusted
Males				
17–20	7.75 [7.35–8.19]	0.98 [0.96–1.00]	11.1 [10.7–11.4]	1.10 [1.09–1.11]
21–29	3.23 [3.02–3.46]	1.22 [1.20–1.25]	4.56 [4.39–4.76]	1.44 [1.43–1.45]
30–39	2.04 [1.92–2.17]	1.34 [1.32–1.37]	2.74 [2.61–2.87]	1.45 [1.44–1.45]
40–49	1.51 [1.42–1.60]	1.33 [1.31–1.35]	1.76 [1.69–1.84]	1.34 [1.33–1.36]
50–59	1.15 [1.07–1.23]	1.10 [1.08–1.13]	1.28 [1.22–1.35]	1.12 [1.12–1.13]
60–69	1.00	1.00	1.00	1.00
70 +	1.75 [1.63–1.87]	1.13 [1.10–1.16]	1.12 [1.07–1.18]	1.01 [1.00–1.02]
Females				
17–20	3.68 [3.28–4.13]	0.86 [0.84–0.87]	8.73 [8.37–9.09]	0.95 [0.95–0.96]
21–29	1.31 [1.19–1.44]	0.97 [0.95–0.98]	3.05 [2.94–3.18]	1.16 [1.16–1.17]
30–39	0.92 [0.83–1.01]	1.12 [1.11–1.14]	1.87 [1.79–1.95]	1.28 [1.27–1.29]
40–49	0.77 [0.70–0.84]	1.10 [1.08–1.12]	1.27 [1.22–1.32]	1.20 [1.19–1.21]
50–59	0.68 [0.62–0.74]	1.02 [1.01–1.04]	1.11 [1.06–1.17]	1.08 [1.08–1.09]
60–69	1.00	1.00	1.00	1.00
70 +	2.29 [2.11–2.49]	1.01 [0.99–1.02]	1.46 [1.39–1.53]	0.97 [0.96–0.97]

Taulukosta 2 nähdään, että 17–20-vuotiailla kuljettajilla on suurin riski joutua onnettomuuksiin. Onnettomuusriski pienenee jyrkästi kuljettajien iän kasvaessa. Vertailuryhmään (ikä 60–69 vuotta) verrattuna 17–20-vuotiailla miehillä kuolemaan johtavan onnettomuuden riski oli 7,75-kertainen ja ei kuolemaan johtavan onnettomuuden riski 11,1-kertainen. 17–20-vuotiailla naisilla kuolemaan johtavan onnettomuuden riski oli 3,68-kertainen ja ei kuolemaan johtavan onnettomuuden riski 8,73-kertainen vertailuryhmään verrattuna. Pienin kuolemaan tuottava onnettomuusriski naisilla on ikäryhmässä 40–49 vuotta, joka on 0,77-kertainen vertailuryhmään (60–69 vuotta) verrattuna. Ei kuolemaan

johtavissa onnettomuuksissa vertailuryhmällä on pienin riski. Miesten keskuudessa sekä kuolemaan että ei kuolemaan johtavissa onnettomuuksissa vertailuryhmällä on pienin riski. (Regev et al. 2018)

Taulukossa 3 on esitetty sukupuolten eroja eri ajoneuvotyyppien onnettomuuksien loukkaantumisessa Yhdysvalloissa Washingtonin osavaltiossa. Tutkimuksessa käytettiin dataa Washingtonin liikenneosaston tietokannasta aikaväliltä 1.1.1993–31.7.1996. Tässä työssä keskitytään kuitenkin vain henkilöautoihin liittyviin onnettomuuksiin. Loukkaantumiset on jaettu neljään kategoriaan: ei loukkantumista, mahdollinen loukkaantuminen, ilmeinen loukkaantuminen ja kuolemaan johtava tai vammauttava loukkaantuminen. (Ulfarsson & Mannering 2004) Mahdollisella loukkaantumisella tarkoitetaan loukkaantumisia, joista ei ole ilmeisiä todisteita, kuten päänsärky tai pahoinvointi. Ilmeisiä loukkaantumisia voi olla esimerkiksi hiertymät ja mustelmat. (Washington State 2014)

Taulukko 3. Kuljettajien loukkaantumismäärä ja prosenttijakauma sukupuolen ja ajoneuvotyyppien mukaan Washingtonissa. (Passenger car: henkilöauto, Pickup: lava-auto, SUV: katumaasturi, minivan: tila-auto) (Ulfarsson & Mannering 2004)

Driver injury frequency and percentage distribution for the estimated models, by vehicle type, passenger cars, pickups, sport-utility vehicles (SUV) and minivans, and gender

	No injury		Possible injury		Evident injury		Fatal/disabling injury		Total
Single-vehicle accidents									
Passenger car drivers	2,848	62.8%	838	18.5%	695	15.3%	152	3.4%	4,533
Male	1,479	66.7%	318	14.3%	339	15.3%	82	3.7%	2,218
Female	1,369	59.1%	520	22.5%	356	15.4%	70	3.0%	2,315
Pickup drivers	1,075	62.2%	256	14.8%	334	19.3%	63	3.6%	1,728
Male	891	63.7%	183	13.1%	274	19.6%	51	3.6%	1,399
Female	184	55.9%	73	22.2%	60	18.2%	12	3.6%	329
SUV/minivan drivers	838	64.1%	205	15.7%	222	17.0%	43	3.3%	1,308
Male	566	66.7%	110	13.0%	148	17.5%	24	2.8%	848
Female	272	59.1%	95	20.7%	74	16.1%	19	4.1%	460
Car vs. pickup accidents									
Passenger car drivers	2,835	74.1%	658	17.2%	284	7.4%	48	1.3%	3,825
Male	1,451	78.3%	250	13.5%	129	7.0%	22	1.2%	1,852
Female	1,384	70.1%	408	20.7%	155	7.9%	26	1.3%	1,973
Pickup drivers	2,900	82.5%	490	13.9%	109	3.1%	18	0.5%	3,517
Male	1,663	85.0%	236	12.1%	48	2.5%	9	0.5%	1,956
Female	1,237	79.2%	254	16.3%	61	3.9%	9	0.6%	1,561
Car vs. SUV/minivan accidents									
Passenger car drivers	2,635	73.5%	696	19.4%	214	6.0%	38	1.1%	3,583
Male	1,422	78.8%	262	14.5%	102	5.7%	19	1.1%	1,805
Female	1,213	68.2%	434	24.4%	112	6.3%	19	1.1%	1,778
SUV/minivan drivers	2,933	82.1%	503	14.1%	115	3.2%	23	0.6%	3,574
Male	1,455	78.3%	326	17.5%	62	3.3%	15	0.8%	1,858
Female	1,478	86.1%	177	10.3%	53	3.1%	8	0.5%	1,716
Total	16,064	72.8%	3646	16.5%	1973	8.9%	385	1.7%	22,068

The male/female rows correspond to estimated models. Note, that the sampling of observations was conditioned on vehicle type and gender, as the models, so that the distribution across rows does not represent the universe whereas the distribution across columns for males and females does.

Taulukosta 3 nähdään, että miehillä on suurempi todennäköisyys olla loukkaantumatta eri onnettomuuksissa. Esimerkiksi henkilöauton yksittäisonnettomuuksissa todennäköisyys olla loukkaantumatta on miehillä 67 % ja naisilla 59 %. Naisilla on huomattavasti suurempi osuus mahdollinen loukkaantuminen -kategoriassa kuin miehillä. Suurin ero

on henkilöauton ja tila-auton välisessä kolarissa. Henkilöautoa ajaneiden keskuudessa naisten osuus mahdolliselle loukkaantumiselle on 24 % ja miesten osuus 15 %. Kuolemaan tai vammautumiseen johtavien onnettomuuksien prosenttiosuuksissa sukupuolten väliset erot ovat pienet. Tässä onnettomuuskategoriassa isoin ero on yhden henkilöauton onnettomuuksissa. Miehillä todennäköisyys kuolla tai vammautua onnettomuuksissa on 3,7 % ja naisilla 3,0 %. Ero on pieni, vain 0,7 %-yksikköä ja muissa onnettomuustyypeissä erot ovat vielä pienemmät, tai eroa ei ole ollenkaan. (Ulfarsson & Mannering 2004) Naisten suurempi loukkaantumisriski voi selittyä sillä, että autojen turvaominaisuudet on suunniteltu miehille (Bose et al. 2011)

Miehillä liikennekäyttäytyminen on vaarallisempaa, jonka takia miehillä on suurempi todennäköisyys joutua vakaviin onnettomuuksiin (Rezaei et al. 2021) Riski joutua onnettomuuksiin on suurin nuorilla kuljettajilla, joilla ei ole vielä kokemusta. Onnettomuusriski yleisesti pienenee iän kasvaessa. (Regev et al. 2018)

3. KULJETTAJAA AVUSTAVAT JÄRJESTELMÄT

Edistyksellisten kuljettajaa avustavien järjestelmien eli ADAS-järjestelmien tarkoituksena on varoittaa kuljettajaa vaarallisista tilanteista liikenteessä ja estää onnettomuuksia sekä vähentää onnettomuuksien riskiä (European Commission 2018). Avustavia järjestelmiä on useita erilaisia, ja niiden määrä autoissa vaihtelee valmistusvuoden ja varustetason mukaan. Uudemmissa ja kalliimmissa ajoneuvoissa järjestelmiä on yleensä enemmän. ADAS-järjestelmien yleisyys on kasvanut varsin nopeasti viime vuosina. Esimerkiksi Suomessa vuonna 2017 käyttöönotetuista henkilöautoista 70 % oli saatavilla mukautuva vakionopeudensäädin joko vakio- tai lisävarusteena ja vuonna 2022 kyseinen osuus oli jo 97 %. (Pilli et al. 2022) Erilaisia ADAS-järjestelmiä mukautuvan vakionopeudensäätimen lisäksi ovat esimerkiksi katveavustin, älykäs nopeusavustin, kaistavahti, kaistallapitojärjestelmä, etutörmäysvaroitin, automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä, ajovaloautomaatiikka ja elektroninen ajonvakautusjärjestelmä. (Traficom 2023)

Katveavustin (blind spot monitoring, BSM) on järjestelmä, joka havaitsee muut ajoneuvot kuljettajan kuollessa kulmassa. Kuollessa kulmalla tarkoitetaan aluetta, jota kuljettaja ei pysty näkemään sivupeilistä tai sivuikkunasta ilman, että kuljettajan pitää kääntää päätä. Katveavustin varoittaa, kun kuollessa kulmassa on ajoneuvo. Varoitus voi olla esimerkiksi vilkkuva valo tai valaistu kuvake sivupeilissä. (Traficom 2023)

Älykäs nopeusavustin (intelligent speed assistance, ISA) vähentää ylinopeuksista aiheutuvia onnettomuuksia näyttämällä voimassa olevan nopeusrajoituksen auton mittarissa. Avustin myös varoittaa kuljettajaa nopeusrajoituksen ylittämisestä esimerkiksi varoitusvalolla ja äänimerkillä. Älykkään nopeusavustimen toiminta perustuu ensisijaisesti liikennemerkkien lukemiseen, mutta järjestelmä voi myös käyttää digitaalisia karttatietoja. (European Commission 2018)

Kaistavahti (lane departure warning, LDW) valvoo auton sijaintia kaistalla ja varoittaa kaistalta poistumisesta. Järjestelmän tehtävänä on estää tahattomat kaistamerkintöjen ylitykset. Kaistavahti toimii käyttämällä kameraa, joka havaitsee ajoneuvon edessä olevat kaistamerkinnot ja tarkkailee ajoneuvon sijaintia kaistalla. Jos kaistavahti havaitsee ajoneuvon ajautumassa pois kaistaltaan, se varoittaa esimerkiksi äänimerkillä, varoitusvalolla tai täristämällä ohjauspyörää. Suuntavilkkuja käytettäessä kaistavahti ei anna varoitusta. (Traficom 2023)

Kaistallapitojärjestelmä (lane keeping system, LKS) valvoo auton sijaintia kaistalla havaitsemalla tien kaistamerkintöjä. Järjestelmä ohjaa autoa automaattisesti pitäen auton

kaistalla, paitsi silloin kun ajoneuvon suuntavilkku on päällä. (European Commission 2018)

Etutörmäysvaroituksen (forward collision warning FCW) tavoitteena on varoittaa kuljettajaa mahdollisesta törmäyksestä. Varoitus tulee, kun järjestelmä havaitsee ajoneuvon edessä esteen. Järjestelmän varoitukset voivat olla esimerkiksi äänimerkkejä, varoitusvaloja tai näiden yhdistelmiä. Etutörmäysvaroitussjärjestelmät toimivat usein yhdessä automaattisten hätäjarrutusjärjestelmien kanssa. (Hubele & Kennedy 2018)

Automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä (automatic emergency braking, AEB) tunnistaa ajoneuvon edessä olevan esteen ja jarruttaa automaattisesti. Järjestelmän tarkoituksena on estää törmäykset tai ainakin lieventää törmäyksen vaikutuksia. (Traficom 2023) Kun järjestelmä havaitsee edessä esteen ja kuljettaja ei reagoi etutörmäysvaroituksiin, automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä jarruttaa automaattisesti (Hubele & Kennedy 2018). Tavallisimmat hätäjarrutusjärjestelmät toimivat vain taajamanopeuksilla, mutta yhdistettynä mukautuvaan vakionopeudensäätimeen voi järjestelmä toimia jopa auton huippunopeuksillakin (Traficom 2023).

Mukautuva vakionopeudensäädin (adaptive cruise control, ACC) hyödyntää samaa tekniikkaa kuin automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä. Sen tarkoitus on säätää ajoneuvon nopeutta automaattisesti, jotta turvallinen etäisyys edellä ajavaan ajoneuvoon säilyy. Mukautuva vakionopeudensäädin toimii tutka-antureilla, jotka mittaavat etäisyyttä ja säätelevät ajonopeutta siten, että ennalta valittu turvaväli säilyy ja asetettu nopeus ei ylitä. (Traficom 2023)

Ajovaloautomaatiikalla tarkoitetaan järjestelmiä, jotka automaattisesti huolehtivat valojen toiminnasta ajon aikana. Kehittyneimmissä ajovalaisimissa (adaptive front lighting system, AFS) kauko- ja lähivalot mukautuvat automaattisesti eri liikennetilanteisiin ja tien muotoihin. AFS-järjestelmillä varustetuissa autoissa kaukovalot kytkeytyvät automaattisesti päälle ja pois. Ajovaloautomaatiikka perustuu anturiin, joka havaitsee ympäristön valoisuuden ja säätää ajovaloja sen mukaan. (Traficom 2023)

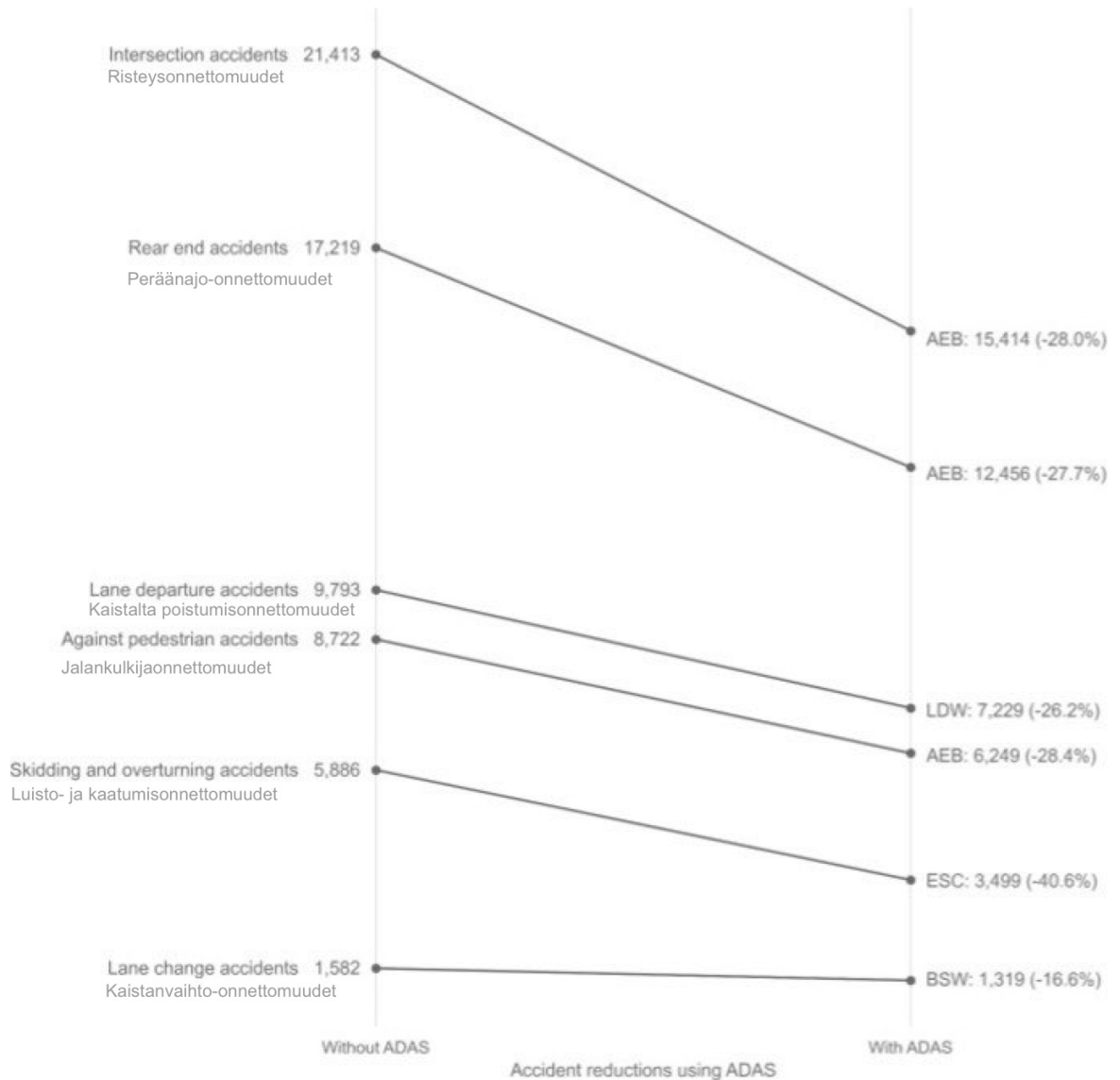
Elektroninen ajonvakautusjärjestelmä (electronic stability control, ESC) on laajennus lukkiutumattomien jarrujen teknologiaan. Järjestelmä jarruttaa yhtä tai useampaa ajoneuvon pyörää kerralla. Järjestelmä aktivoituu, kun se tunnistaa ohjauksen hallinnan menetyksen. Elektroninen ajonvakautusjärjestelmä vakauttaa ajoneuvoa ja auttaa ajoneuvon ohjauksessa. (European Commission 2018)

4. KULJETTAJAA AVUSTAVIEN JÄRJESTELMIEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Masellon et al. (2022) mukaan ADAS-järjestelmillä on potentiaalia vähentää liikenneonnettomuuksien määrää 24 % Yhdistyneessä kuningaskunnassa. Jos kaikissa autoissa olisi asennettuna ADAS-järjestelmiä, automaattisella hätäjarrutusjärjestelmällä olisi suurin vaikutus kolmessa neljästä yleisimmässä onnettomuustyyppin vähentämisessä. Neljä yleisintä onnettomuustyyppiä ovat risteyksessä tapahtuvat onnettomuudet, peräänajo-onnettomuudet, kaistanvaihto-onnettomuudet ja jalankulkijaonnettomuudet. Automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä vähentäisi risteyksissä tapahtuvia onnettomuuksia 28,0 %, peräänajoa 27,7 % ja jalankulkijaonnettomuuksia 28,4 %. (Masello et al. 2022)

Fildes et al. (2015) tutkivat myös automaattisen hätäjarrutusjärjestelmän potentiaalia vähentää liikenneonnettomuuksia. Tutkimuksessa keskityttiin peräänajo-onnettomuuksiin. Tutkimus toteutettiin kuudessa eri maassa, joita ei mainittu salassapitosyistä. Osallistuneet maat olivat pääasiassa Euroopasta. Tutkimus toteutettiin kokoamalla dataa osallisina olleista maista. Kaikki data kerättiin käyttäen standardia analyysimuotoa, jotta tulokset pystyttiin yhdistämään. Tulokseksi saatiin peräänajo-onnettomuuksien 38 % potentiaalinen vähentyminen. Tutkimuksessa ei tullut esille merkittävää eroa kaupunkien (≤ 60 km/h) ja maaseudun (> 60 km/h) nopeusalueissa. (Fildes et al. 2015).

Kuvassa 1 on esitetty mahdollinen onnettomuusmäärien väheneminen, jos kaikissa ajoneuvoissa olisi asennettuna kyseiset ADAS-järjestelmät. Kuvassa 1 vasemmalla puolella on Yhdistyneiden kuningaskuntien kuusi yleisintä onnettomuustyyppiä ja onnettomuuksien lukumäärät vuonna 2019. Oikealla puolella on kuvattu arvioidut onnettomuusmäärät, jos kaikissa ajoneuvoissa olisi ADAS-järjestelmiä.



Kuva 1. Onnettomuusmäärien vähentämisen mahdollisuudet Yhdistyneessä kuningaskunnassa eri ADAS-järjestelmien avulla. (Masello 2022)

Kuvasta 1 nähdään, että automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä voisi vähentää noin 6000 risteyksissä tapahtuvaa onnettomuutta, noin 4800 peräänajo-onnettomuutta ja melkein 2500 jalankulkijaonnettomuutta. Automaattisen hätäjarrutusjärjestelmän lisäksi kaistavahdilla on potentiaalia vähentää kaistalta poistumisesta aiheutuvia onnettomuuksia yli 2500 kappaletta. Elektronisella vakauden valvontajärjestelmällä on potentiaalia vähentää luisto- ja kaatumisonnettomuuksia melkein 2400 kappaletta. Katveavustimella puolestaan on potentiaalia vähentää kaistanvaihto-onnettomuuksia noin 260 kappaletta. (Masello 2022)

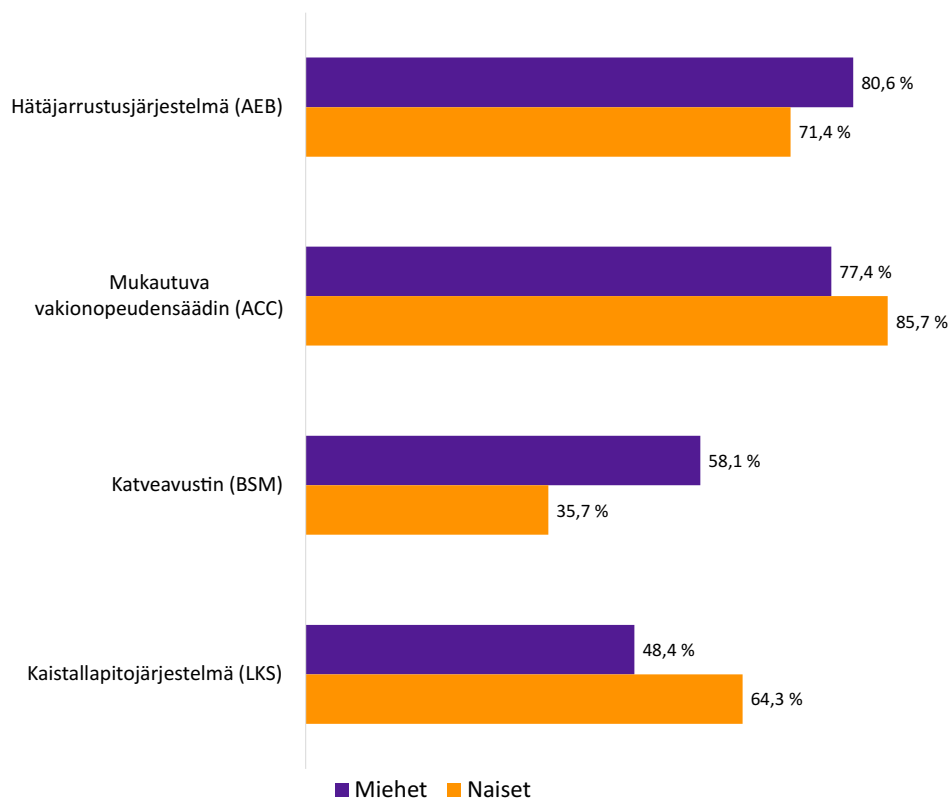
Euroopan unionin rahoittamassa PROSPER-projektissa tutkittiin, miten älykäs nopeusavustin voi parantaa liikenneturvallisuutta. Tutkimuksen mukaan markkinalähtöisessä skenaariossa älykkäällä nopeusavustimella on potentiaalia vähentää kuolemaan johtavia onnettomuuksia 19–28 % riippuen maasta. Säädetyssä skenaariossa vähennykset

voisivat olla jopa 26–50 %. (European Commission 2018) Lisäksi Alankomaissa tehdyn tutkimuksen mukaan älykäs nopeusavustin voisi vähentää onnettomuuksista seuraavaa sairaalahoitoa saavien määrää 15 % ja kuolemia 21 %. (Loon & Duynstee 2001)

ADAS-järjestelmät voivat lisätä liikenneturvallisuutta monella tapaa, mutta myös niiden toimintaan ja tehokkuuteen vaikuttaa monet asiat, kuten kuljettajan käytös ja ympäristön olosuhteet. Esimerkiksi automaattinen hätäjarrutusjärjestelmä toimii paremmin kirkkaalla säällä ja kuivalla tiellä. Kirkkaalla säällä järjestelmä tunnistaa ajoneuvon edessä olevan esteen paremmin kuin lumisateella, jolloin lumi voi peittää sensorin. Kuiva tie auttaa myös järjestelmää jarruttamaan tehokkaammin, koska kuivalla tiellä on parempi kitkerroin kuin märällä tiellä. (Masello et al. 2022)

5. SUKUPUOLTEN EROT KULJETTAJAA AVUSTAVIEN JÄRJESTELMIEN KÄYTÖSSÄ

Saksassa Münchenin metropolialueella tehdyn tutkimuksen mukaan miehet käyttävät ADAS-järjestelmiä keskimäärin enemmän kuin naiset. Vuonna 2020 mieskuljettajista 50,8 % käyttivät ADAS-järjestelmiä ja naiskuljettajista vain 35,0 % käyttivät ADAS-järjestelmiä. Tutkimus toteutettiin kyselyllä ja siihen osallistui 101 henkilöä, joista naisia oli 40 ja miehiä 61. Tutkimuksessa kuljettajat luokiteltiin ADAS-järjestelmiä käyttäviksi, jos he käyttivät vähintään kahta neljästä tutkitusta ADAS-järjestelmästä omista autoissaan. Loput luokiteltiin ei ADAS-järjestelmiä käyttävien ryhmään. Tutkimuksessa ei mainittu, oliko kaikkien osallistujien autoissa asennettuna ADAS-järjestelmiä. Tutkimuksessa tutkitut ADAS-järjestelmät ovat seuraavat: hätäjarrutusjärjestelmä, mukautuva vakionopeudensäädin, katveavustin ja kaistallapitojärjestelmä. Tutkimuksessa saatiin selville, että ADAS-järjestelmiä käyttävien henkilöiden ryhmässä on miesten ja naisten välisiä eroja. (Hagl & Kouabenan 2020) Kuvassa 2 on esitetty tutkittujen ADAS-järjestelmien käyttöjen eroja sukupuolten välillä.



Kuva 2. Münchenin metropolialueella tehdyn kyselytutkimuksen mukaan vuonna 2020 eri ADAS-järjestelmien käyttö sukupuolten välillä (Hagl & Kouabenan 2020).

Kuvasta 2 nähdään, että miehet käyttivät enemmän hätäjarrutusjärjestelmää ja katveavustinta. Naiset puolestaan käyttivät enemmän mukautuvaa vakionopeudensäädintä ja kaistallapitojärjestelmää. On kuitenkin hyvä huomata, että ADAS-järjestelmiä käyttäviä henkilöitä tutkimuksessa oli vain 45 (31 miestä ja 14 naista). Pieni määrä osallistujia voi johtaa virheellisiin tuloksiin tai yleistyksiin.

Hätäjarrutusjärjestelmä (AEB)

Kuvasta 2 nähdään, että ADAS-järjestelmien käyttäjistä suurin osa käytti hätäjarrutusjärjestelmää. Miehet käyttivät hätäjarrutusjärjestelmää enemmän kuin naiset. Miehistä järjestelmää käytti 81 % ja naisista 71 %. (Hagl & Kouabenan 2020)

Mukautuva vakionopeudensäädin (ACC)

Mukautuvan vakionopeudensäätimen käytössä miehet valitsevat lyhyemmän turvaväliasetuksen kuin naiset. Tämä voi myös johtaa suurempaan määrään FCW-varoituksia miehillä. (Rezaei et al. 2021) ADAS-järjestelmiä käyttävien henkilöiden keskuudesta suurin osa käytti mukautuvaa vakionopeudensäädintä. Kuvasta 2 nähdään, että naiset käyttivät mukautuvaa vakionopeudensäädintä enemmän kuin miehet. Naisista 86 % ja miehistä 77 % käytti mukautuvaa vakionopeudensäädintä. (Hagl & Kouabenan 2020)

Katveavustin (BSM)

Kuvasta 2 nähdään, että katveavustimen käytössä oli sukupuolten välillä suuri ero. Miehistä huomattavasti suurempi osuus (58 %) käytti katveavustinta. Naisista katveavustinta käytti vain 36 %. (Hagl & Kouabenan 2020) Toisaalta Lin et al. (2015) tekemässä tutkimuksessa katveavustimen käytössä ei havaittu suuria eroja sukupuolten välillä. Tutkimus toteutettiin Kiinan pääkaupungissa Pekingissä, ja siihen osallistui 30 henkilöä, joista naisia oli 11 ja miehiä 22. Tutkimuksessa osallistujat ajoivat tietyn reitin Pekingissä ja vastasivat kyselyihin. Lisäksi osallistujien ajoa tarkkailtiin kameroilla. Katveavustimen lisäksi tutkittiin etutörmäysvaroituksia ja kaistavahdin käyttöä. Lin et al. (2015) tekemässä tutkimuksessa on kuitenkin otettava huomioon pieni määrä tutkimukseen osallistuneita, joka voi johtaa virheellisille yleistyksille.

Kaistallapitojärjestelmä (LKS)

Kuvasta 2 nähdään, että naiset käyttivät kaistallapitojärjestelmää enemmän kuin miehet. Naisista järjestelmää käyttivät 64 % ja miehistä 48 %. (Hagl & Kouabenan 2020)

Etutörmäysvaroitin (FCW)

Miehillä on usein suurempi ajonopeus ja pienempi pituussuuntainen etäisyys edellä olevaan ajoneuvoon kuin naisilla. Nämä erot voidaan selittää sillä, että miehillä on tapana

ottaa enemmän riskejä liikenteessä. (Rezaei et al. 2021) Miehet myös alkavat jarruttamaan naisia myöhemmin, mikä johtaa pienempään pituussuuntaiseen etäisyyteen (Kusano et al. 2015). Pienempi pituussuuntainen etäisyys johtaa suurempaan määrään FCW-varoituksia. Rezaei et al. (2021) tekemässä tutkimuksessa kaikissa tapauksissa miehet saivat naisia enemmän FCW-varoituksia. Lin et al. (2015) mukaan miehet aiheuttivat keskimäärin 162 % enemmän FCW-varoituksia kuin naiset.

Maltz & Shinar (2004) tutkivat etutörmäysvaroituksen vaikutusta kuljettajan suorituskykyyn. Tutkimukseen osallistui 135 henkilöä, joista miehiä oli 49 ja naisia 87. Osallistujat olivat 21–31-vuotiaita ja kaikilla oli vähintään kaksi vuotta ajokokemusta. Tutkimus toteutettiin ajosimulaattorilla. Tutkimuksesta saatujen tulosten mukaan naiset reagoivat etutörmäysvaroituksiin herkemmin kuin miehet. Naiset myös hidastivat nopeutta herkemmin saatuaan varoituksen. Tutkijoilla ei ollut selitystä näille tuloksille. (Maltz & Shinar 2004)

Kaistavahti (LDW)

Tulokset auton poikittaisliikkeen eroista sukupuolten välillä ovat ristiriitaisia. Son et al. (2015) tekemän tutkimuksen mukaan naiskuljettajilla auton poikittaisliike oli suurempaa kuin miehillä. Hollopeterin et al. (2012) tekemän tutkimuksen mukaan tilanne on päinvastainen. Ristiriitaiset tulokset voidaan selittää sillä, että ensimmäinen tutkimuksessa tutkittiin aitoja ajotilanteita ja jälkimmäinen tutkimus perustui ajosimulaatioihin. Tämän vuoksi myös LDW-varoitusten määrästä on ristiriitaisia tuloksia. (Rezaei et al. 2021) Lin et al. (2015) mukaan miehet aiheuttivat 25 % vähemmän LDW-varoituksia kuin naiset. Sonin et al. (2015) mukaan miehet taas aiheuttivat huomattavasti enemmän LDW-varoituksia. Son et al. (2015) mainitsevat, että naiset saivat kaistalta poistumisvaroituksia 28 % enemmän, kun LDW-varoitukset olivat käytössä verrattuna kontrolliryhmään. Yksi syy tähän voi olla sukupuolten eroissa itsevarmuudessa ja ajotaidoissa. Naiset ovat epävarmempia ajotaidoistaan kuin miehet. (Son et al. 2015) LDW-varoituksista tarvitaan lisää tutkimusta, jotta voidaan päätyä selkeään johtopäätökseen.

Hagl & Koubenanin (2020) mukaan ADAS-järjestelmien käytöllä on vaikutusta riskien havaitsemiseen liikenteessä. Henkilöt, jotka käyttävät ADAS-järjestelmiä näkevät todennäköisyyden joutua riskialttiin ajokäyttäytymisen takia onnettomuuksiin pienempänä. ADAS-järjestelmiä käyttävät kokevat riskien hallittavuuden olevan suurempi kuin henkilöt, jotka eivät käytä järjestelmiä. Pienempi riskien havaitseminen voi johtaa ADAS-järjestelmien käyttäjien riskialttiimpiin ajokäyttäytymiseen, joka puolestaan lisää onnettomuuksien määrää. (Hagl & Koubenan 2020) Miehillä ja etenkin nuorilla miehillä on tapana käyttäytyä riskialttiimmin liikenteessä kuin naisilla (Witt et al. 2019). Tämän vuoksi

ADAS-järjestelmillä ei välttämättä aina ole positiivista vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Aiheesta ei kuitenkaan ole vielä tarpeeksi tutkimusta, jotta päästäisiin selkeään lopputulokseen.

Rezaei et al. (2021) tekivät systemaattisen tarkastelun ADAS-järjestelmien käytön sukupuolieroista. Tutkimuksessa käytiin läpi 27 artikkelia aiheesta. Tutkimuksen mukaan suurimmassa osassa tapauksia miehet saa huomattavasti enemmän varoituksia ADAS-järjestelmiltä kuin naiset. Reagointiajassa ei sukupuolten välillä ole merkittäviä eroja. Ylipäätään mies- ja naiskuljettajien välillä ei ole merkittävää eroa reagoinnissa ADAS-järjestelmien antamiin varoituksiin. Vaikka miehet ja naiset käyttävät ADAS-järjestelmiä eri tavalla, ei niillä ole huomattavaa vaikutusta miesten ja naisten välisiin liikenneturvallisuuseroihin. (Rezaei et al. 2021)

Lin et al. (2015) mukaan iällä ei ole huomattavaa vaikutusta ADAS-järjestelmien varoitusten määrään. Nuoremmat kuljettajat (ikä 21–35 vuotta) arvostivat etutörmäysvaroitinta enemmän kuin vanhemmat kuljettajat (ikä 51–65 vuotta). Joissain liikennetilanteissa eri ikäryhmissä oli eroja varoitusten määrässä. Esimerkiksi vanhemmat kuljettajat saivat nuoria kuljettajia enemmän etutörmäysvaroituksia moottoriteillä. (Li et al. 2015)

6. PÄÄTELMÄT

Kaikista ADAS-järjestelmistä ei löytynyt tietoa sukupuolten eroista. Muun muassa älykkästä nopeusavustimesta ja ajovaloautomaatiikasta ei löytynyt lähteitä, joissa sukupuolten välisiä eroja olisi mainittu. Sen sijaan kaistavahdista ja etutörmäysvaroittimesta löytyi useita artikkeleita, joissa sukupuolten välisiä eroja oli tutkittu. Miehet saivat enemmän etutörmäysvaroituksia kuin naiset. Tulokset sukupuolten eroista kaistavahdin käytöstä olivat ristiriitaisia.

Tietoa sukupuolten välisistä eroista löytyi myös automaattisesta hätäjarrutusjärjestelmästä, mukautuvasta vakionopeudensäätimestä, kaistavahdista ja kaistallapitojärjestelmästä. Miehet käyttävät enemmän hätäjarrutusjärjestelmää ja katveavustinta, kun taas naiset käyttävät enemmän mukautuvaa vakionopeudensäädintä ja kaistallapitojärjestelmää.

Miehillä on suurempi riski joutua onnettomuuksiin kuin naisilla. Miesten riski kuolla onnettomuuksissa on myös suurempi. Naisten ja miesten eroilla ADAS-järjestelmien käytössä ei ole huomattavaa vaikutusta sukupuolten välisiin liikenneturvallisuuseroihin. ADAS-järjestelmillä on kuitenkin potentiaalia vähentää liikenneonnettomuuksien määrää ylipäätään ja lisätä liikenneturvallisuutta.

Tutkimukset sukupuolten eroista ADAS-järjestelmien käytössä ovat rajallisia ja osassa tulokset ovat ristiriidassa toisiensa kanssa. Tutkimukset myös keskittyivät pääasiassa miesten ja naisten välisiin eroihin järjestelmien käytössä, mutta erojen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ei käsitelty paljoa.

ADAS-järjestelmien käytön eroista eri ikäluokissa ei löytynyt paljoa tietoa. Löytynyt tieto keskittyi suurimmalta osin vanhojen kuljettajien asenteisiin ADAS-järjestelmiä kohtaan ja miten kuljettajat käyttävät järjestelmiä.

ADAS-järjestelmien käytön eroista sukupuolten välillä ja eri ikäluokissa tarvitaan lisää tutkimusta, jotta saadaan luotettavampia tuloksia. Tähän mennessä tehdyissä tutkimuksissa osallistujamäärät eivät ole olleet kovin suuria. Tulevaisuudessa tehtävissä tutkimuksissa olisi myös hyvä olla suurempi määrä osallistujia, jotta saataisiin tarkempaa ja luotettavampaa tietoa.

LÄHTEET

- Bose, D., Segui-Gomez, M. & Crandall, J. (2011). Vulnerability of female drivers involved in motor vehicle crashes: an analysis of US population at risk. *Am J Public Health*. Vol. 101, pp. 2368–2373. Saatavissa (viitattu 23.12.2023): <https://doi.org/10.2105/AJPH.2011.300275>
- Cullen, P., Möller, H., Woodward, M., Senserrick, T., Boufous, S., Rogers, K. et al. (2021). Are there sex differences in crash and crash-related injury between men and women? A 13-year cohort study of young drivers in Australia. *SSM – population health*. Vol. 14, pp. 100816–100816. Saatavissa (viitattu 7.10.2023): <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2021.100816>
- European Commission. (2018). Advanced driver assistance systems. Päivitetty 2018. Saatavissa (viitattu 30.11.2023): <https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/ersosynthesis2018-adas.pdf>
- European Commission. (2021). Road safety thematic report – Fatigue. European safety observatory. Päivitetty 2021. Saatavissa (viitattu 17.12.2023): <https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/asr2020.pdf>
- Fildes, B., Keall, M., Bos, N., Lie, A., Page, Y., Pastor, C. et al. (2015). Effectiveness of low speed autonomous emergency braking in real-world rear-end crashes. *Accident analysis and prevention*. Vol 81, pp. 24–29. Saatavissa (viitattu 1.12.2023): <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.03.029>
- Hagl, M. & Kouabenan, D. (2020). Safe on the Road – Does Advanced Driver-Assistance Systems Use Affect Road Risk Perception?. *Transportation Research. Part F, Traffic Psychology and Behaviour*. Vol. 73, pp. 488–498. Saatavissa (viitattu 20.12.2023): <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.07.011>.
- Hollopeter, N., Brown, T. & Geb, T. (2012). Differences in novice and experienced driver response to lane departure warnings that provide active intervention. *Proceedings of the human factors and ergonomics society*. Vol. 56, No. 1, pp. 2216–2220. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): <https://doi.org/10.1177/1071181312561467>
- Hubele, N. & Kennedy, K. (2018). A forward collision warning system impact. *Traffic injury prevention*. Vol. 19, No. 2, pp. S78–S83. Saatavissa (viitattu 10.11.2023): <https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1490020>
- Kim, J., Ulfarsson, G., Kim, S. & Shankar, V. (2013). Driver-injury in single-vehicle crashes in California: A mixed logit analysis of heterogeneity due to age and gender. *Accident analysis and prevention*. Vol. 50, pp.1073–1081. Saatavissa (viitattu 20.11.2023): <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.08.011>
- Kusano, K., Montgomery, J., Chen, R. & Gabler, H. (2015). Population distributions of time to collision at brake application during car following from naturalistic driving data. *Journal of safety research*. Vol. 54, pp. e29–104. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2015.06.011>

Li, G., Li, E. & Cheng, B. (2015). Field operational test of advanced driver assistance systems in typical Chinese road conditions: The influence of driver gender, age and aggression. *International journal of automotive technology*. Vol. 16, No. 5, pp. 739–750. Saatavissa (viitattu 20.11.2023): <https://doi.org/10.1007/s12239-015-0075-5>

Loon, A. & Duynstee L. (2001). Intelligent Speed Adaptation (ISA): A successful test in the Netherlands. Ministry of transport, transport research centre (AVV). Saatavissa (viitattu 1.12.2023): [http://homes.plan.aau.dk/agerholm/ISA%20litteratur/Intelligent%20Speed%20Adaptation%20\(ISA\).%20A%20Successful%20Test%20in%20the%20Netherlands.pdf](http://homes.plan.aau.dk/agerholm/ISA%20litteratur/Intelligent%20Speed%20Adaptation%20(ISA).%20A%20Successful%20Test%20in%20the%20Netherlands.pdf)

Maltz, M. & Shinar, D. (2004). Imperfect In-Vehicle Collision Avoidance Warning Systems Can Aid Drivers. *Human Factors*. Vol. 46, No. 2, pp. 357–366. Saatavissa (viitattu 18.12.2023): <https://doi.org/10.1518/hfes.46.2.357.37348>

Masello, L., Gastignani, G., Sheehan, B., Murphy, F. & McDonnell, K. (2022). On the road safety benefits of advanced driver assistance systems in different driving contexts. *Transportation research interdisciplinary perspectives*. Vol. 15, pp. 100670. Saatavissa (viitattu 6.10.2023): <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100670>

Pilli, M., Stenberg, E., Schirokoff, A. (2022) Kuljettajan tukijärjestelmien yleisyys Suomessa vuonna 2022. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 28/2022. Saatavissa (viitattu 16.17.2023): <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Kuljettajan%20tukijärjestelmien%20yleisyys%20Suomessa%20vuonna%202022.pdf>

Regev, S., Rolison, J. & Moutari, S. (2018). Crash risk by driver age, gender, and time of day using new exposure methodology. *Journal of safety research*. Vol. 66, pp. 131–140. Saatavissa (viitattu 21.12.2023): <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2018.07.002>

Rezaei, M., Yazdani, M., Jafari, M. & Saadati, M. (2021). Gender differences in the use of ADAS technologies: A systematic review. *Transportation Research. Part F, Traffic Psychology and Behaviour*. Vol. 78, pp. 1–15. Saatavissa (viitattu 1.12.2023): <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.01.011>

Son, J., Park, M. & Park, B. (2015). The effect of age, gender and roadway environment on the acceptance and effectiveness of advanced driver assistance systems. *Transportation research. Part F, Traffic psychology and behaviour*. Vol. 31, pp. 12–24. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.03.009>

Tilastokeskus. (2023). Tieliikenneonnettomuustilasto. Päivitetty 21.11.2023. Saatavissa. (viitattu 16.12.2023): <https://stat.fi/tilasto/ton>

Traficom. (2023). ADAS – näkymätön apukuski. Päivitetty 13.9.2023. Saatavissa (viitattu 7.10.2023): <https://www.traficom.fi/fi/nakymatonapukuski>

Ulfarsson, G. & Mannering F. (2004). Differences in male and female injury severities in sport-utility vehicle, minivan, pickup and passenger car accidents. *Accident analysis and prevention*. Vol. 36, no. 2, pp.135–147. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00135-5](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00135-5)

Utriainen, R. (2019). Kaista-avustimen potentiaaliset turvallisuusvaikutukset. Onnettomuustietoinstituutti. Päivitetty 4.4.2019. Saatavissa (viitattu 28.12.2023): <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202201051097>

Washington state. (2014). Police traffic collision report instructions manual. Päivitetty 8/2014. Saatavissa (viitattu 30.11.2023):
<https://www.wsp.wa.gov/wp-content/uploads/2018/01/PTCR-Manual-8-2014.pdf>

Witt, M., Kompaß, K., Wang, L., Kates, R., Mai, M., Prokop, G. (2019). Driver profiling – Data-based identification of driver behaviour dimensions and affecting driver characteristics for multi-agent traffic simulation. Transportation research. Part F, Traffic psychology and behaviour. Vol. 64, pp. 361–376. Saatavissa (viitattu 1.12.2023):
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.05.007>