

Ville Ingström

Aktiiviset turvalaitteet ja niiden korjattavuus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

23.5.2018

Tekijä Otsikko	Ville Ingström Aktiiviset turvalaitteet ja niiden korjattavuus
Sivumäärä Aika	54 sivua 23.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Pasi Kovanen Tekninen johtaja Jouko Sohlberg, Autoalan Keskusliitto ry
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tarkastella henkilöautojen aktiivisia turvalaitteita ja niiden korjattavuutta vakuutusyhtiöiden, korikorjaamoiden ja asiakkaiden näkökulmista. Aktiiviset turvalaitteet ovat yleistyneet jo pidemmän aikaa ja ovat merkittävässä roolissa ajoneuvoturvallisuuden tulevaisuudessa. Työssä tarkastellaan hieman myös autojen passiivista turvallisuutta. Opinnäytetyö on toteutettu Autoalan Keskusliitto ry:lle.</p> <p>Eri näkökulmia tutkittiin haastattelemalla viiden vakuutusyhtiön ja kolmen korikorjaamon edustajia. Näiden lisäksi asiakasnäkökulmaa selvitettiin Autoliiton uutiskirjeen yhteydessä lähetetyn internetkyselyn avulla. Haastatteluissa tutkittiin mm., miten aktiiviset turvalaitteet näkyvät vakuutusyhtiöiden ja korikorjaamoiden toiminnassa ja miten ne vaikuttavat vauriokorjaukseen tulevaisuudessa. Asiakkaille lähetetyssä kyselyssä kysyttiin heidän näkemysistään aktiivisten turvalaitteiden vaikutuksista liikenneturvallisuuteen ja vakuutushintoihin. Lisäksi selvitettiin, millä perusteilla he valitsevat käyttämänsä korikorjaamon.</p> <p>Haastatteluista selvisi, että aktiiviset turvalaitteet näkyvät vakuutusyhtiöiden ja korikorjaamoiden toiminnassa pääasiassa kasvaneina korjauskustannuksina, mutta muuten aktiivisilla turvalaitteilla ei ole vielä merkittävää roolia esimerkiksi vakuutusyhtiöiden hinnoittelussa. Tulevaisuudessa tilanne tulee muuttumaan, kun järjestelmät yleistyvät. Aktiivisten turvalaitteiden toimintaa ei juuri tutkita onnettomuuksien yhteydessä. Aktiiviset turvalaitteet aiheuttavat kuitenkin ongelmia niin korikorjaamoille kuin vakuutusyhtiöillekin, koska korjaustoimenpiteiden yhteydessä pitää huomioida kuljettajaa avustavien järjestelmien kamerajärjestelmät. Asiakasnäkökulmaa tarkastellessa selvisi, että asiakkailla on hieman todellisuudesta poikkeava näkemys aktiivisten turvalaitteiden vaikutuksesta esimerkiksi vakuutushintoihin.</p>	
Avainsanat	Turvallisuus, vauriokorjaus, autojen turvalaitteet, aktiivinen turvallisuus

Author Title	Ville Ingström Active Safety Devices and Their Repairability
Number of Pages Date	54 pages 23th May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Design Engineering
Instructors	Pasi Kovanen, Senior Lecturer Jouko Sohlberg, Technical Director, Autoalan Keskusliitto ry
<p>The purpose of this thesis was to study the active safety in passenger cars from the point of view of insurance companies, car body shops and customers. Active safety devices in passenger cars have become more common for a long time and play a major role in the future of vehicle safety. Passive safety of passenger cars is also discussed in this thesis. This thesis was carried out for Autoalan Keskusliitto ry.</p> <p>The representatives of five insurance companies and of three car body shops were interviewed in order to find out their perspectives. In addition to these interviews an internet survey was sent via Autoliitto's newsletter to find out the customers' viewpoint. The interviews were focused on e.g. how active safety devices influence the daily life of insurance companies and car body shops and what effect they have on the future of car repairs. In the survey sent to the customers, the questions were focused on customers' preference when selecting a car body shop and how they see the active safety devices' effect on road safety and insurance rates.</p> <p>On the basis of the interview material it seems that the main affect that active safety devices have is higher repair costs. Active safety devices do not have a significant role in e.g. insurance rates at the moment. In the future the situation is expected to change as these systems become more common. However, active safety devices cause problems for car body shops as well as insurance companies because the repairs must take into account the camera systems for assistive systems. When looking at this situation from the customer's perspective, it was clear that the customers had a somewhat different view on the impact of active security systems e.g. on insurance rates.</p>	
Keywords	Safety, car repair, vehicle safety devices, active safety.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Turvallisuus ja turvalaitteet	2
2.1	Mitä ajoneuvon turvallisuus on?	2
2.2	Passiiviset turvalaitteet	2
2.2.1	Jalankulkijaturvallisuus	3
2.2.2	Korirakenteet	4
2.3	Aktiiviset turvalaitteet	5
2.3.1	Jarrujärjestelmät ABS ja ESP	5
2.3.2	Älykkäät ajovalot	6
2.4	Edistyneet kuljettajaa avustavat järjestelmät – ADAS	7
2.4.1	Pysäköintitutkat	8
2.4.2	Pysäköintiavustin	9
2.4.3	Peruutus- ja ympäristökamerat	10
2.4.4	Kaistavahti	11
2.4.5	Pimeänäköavustin	11
2.4.6	Adaptiivinen vakionopeudensäädin - ACC	12
2.5	Kalibrointi	14
3	Turvallisuuden testaus ja lainsäädäntö	15
3.1	Turvallisuustestaus, turvalaitteiden yleistymisen ja lainsäädäntö	15
3.2	Tilastoja onnettomuuksista ja hoitokustannuksista	19
4	Kysely ja haastattelut	21
4.1	Vakuutusyhtiön näkökulma	21
4.1.1	Aktiiviset turvalaitteet ja vakuutusyhtiöt	22
4.1.2	Vakuutushinnoittelu ja korjauskustannukset	22
4.1.3	Vakuutusyhtiöiden tiedot autojen järjestelmistä	24
4.1.4	Korvausten jako	25
4.1.5	Vakuutusyhtiöt ja korikorjaamot	26
4.1.6	Tarvike- ja purkuosat	26
4.1.7	Vaikutukset onnettomuusmääriin	27
4.1.8	Korikorjaamolaatuluokitus	27
4.2	Korikorjaamon näkökulma	27

4.2.1	Järjestelmät ja niiden kalibroinnit	28
4.2.2	Korikorjaamot ja vakuutusyhtiöt	29
4.2.3	Korikorjaamolaatuluokitus korjaamoiden näkökulmasta	30
4.3	Asiakkaan näkökulma	30
5	Yhteenveto ja loppupäätelmät	37
5.1	Aktiivisten turvalaitteiden yleistyminen	37
5.2	Euro NCAP	39
5.3	Turvalaitteiden ja niiden korjausten tulevaisuus	39
	Lähteet	44

Lyhenteet

ABS	Anti-lock Braking System = Lukkiutumattomat jarrut
ESC	Electronic Stability Control = Ajonvakautusjärjestelmä
NCAP	New Car Assessment Programme
ACC	Adaptive Cruise Control = Adaptiivinen vakionopeudensäädin
AEB	Automatic Emergency Braking
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella henkilöautojen aktiivisia turvalaitteita ja niiden korjattavuutta korjaamoiden, vakuutusyhtiöiden ja kuluttajien näkökulmista. Aktiiviset turvalaitteet ovat erittäin yleisiä nykyaikaisissa henkilöautoissa, ja ne ovat merkittävässä roolissa henkilöautojen turvallisuuden tulevaisuudessa. Opinnäytetyössä tutustutaan myös ajoneuvon passiiviseen turvallisuuteen. Opinnäytetyö on toteutettu Autoalan Keskusliitto ry:lle.

Aktiivisten turvalaitteiden yleistymisen myötä niiden korjaaminen ei keskity enää vain premium-merkkien korjauksiin ja merkkiliikkeisiin, ja siten aktiivisten turvalaitteiden korjattavuuden ymmärtäminen eri näkökulmista on erittäin tärkeää. Ala on murroksessa, ja siksi opinnäytetyöllä pyritään saavuttamaan ymmärrys aktiivisten turvalaitteiden toimintaan ja merkitykseen ajoneuvoturvallisuudessa sekä niiden korjattavuuteen vakuutusyhtiöiden, korikorjaamoiden ja asiakkaiden näkökulmista.

Vakuutusyhtiöiltä selvitetään haastatteluilla heidän näkökulmaansa henkilöautojen aktiivisten turvalaitteiden vaikutusta turvallisuuteen ja esimerkiksi vakuutushinnoitteluun. Haastatteluilla on tutkittu mm. korjaamoiden valmiutta korjata ja kalibroida erilaisia aktiivisia turvalaitteita sekä muita haasteita, joita niihin liittyy. Kuluttajien näkökulmaa on selvitetty kyselyllä, jossa tutkitaan mm. heidän arvostuksen kohteitaan korikorjaamovalinnassa sekä kokemuksia ja käsityksiä aktiivisesta turvallisuudesta.

Autoalan Keskusliitto ry eli AKL, on yhdistys, joka on aloittanut toimintansa vuonna 1933 nimellä Suomen Autokorjaamojen liitto ry. Lopulta vuonna 1951 Autoalan Keskusliitto ry sai nykyisen nimensä. AKL on vuosikymmeniä toiminut autokorjaamoiden edustajana ja on siitä kehittynyt palvelemaan koko autoalaa. AKL edustaa mm. autojen korjaamo-, vähittäiskauppa ja katsastusala. AKL tarjoaa jäsenilleen mm. koulutus- ja tietopalveluita ja toimii tiiviissä yhteistyössä koko Suomen autoalan kanssa. Tällä opinnäytetyöllä pyritään saamaan erilaisia näkökulmia aktiivisiin turvalaitteisiin, joilla on merkittävä potentiaali muuttaa koko alaa, jota AKL edustaa.

2 Turvallisuus ja turvalaitteet

2.1 Mitä ajoneuvon turvallisuus on?

Henkilöautojen turvallisuus jaetaan yleisesti kahteen osaan: aktiiviseen ja passiiviseen turvallisuuteen. Aktiivinen turvallisuus on ajoneuvon kyky auttaa kuljettajaa välttämään esteitä ja vaarallisia tilanteita. Passiivisen turvallisuuden tarkoitus on lieventää matkustajien tai jalankulkijoiden vammojen vakavuutta, kun onnettomuus on välttämätön. Turvajärjestelmille on nykyään tyypillistä olla vuorovaikutuksessa muiden järjestelmien kanssa eikä toimia itsenäisesti. [Morello ym. 2011: 41–42; Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 10].

2.2 Passiiviset turvalaitteet

Passiivinen turvallisuus koostuu mm. SRS-järjestelmästä ja auton korirakenteesta. SRS-järjestelmä koostuu mm. turvavöistä, niiden esikiristimistä, airbageista eli turvatyynyistä ja näiden ohjauksesta. Muita passiivisen turvallisuuden järjestelmiä ovat esimerkiksi kokoontaittava ohjauspylväs [European Road Safety Observatory 2016: 22; Morello ym. 2011: 532.] Turvavyöt ovat erittäin merkittävä tekijä turvajärjestelmien toiminnalle. Turvavyöt ja niiden esikiristimet absorboivat 50–60 % matkustajaan kohdistuvasta energiasta onnettomuustilanteessa. Jos auto on varustettu myös eturuvatynnyillä, on turvavöiden ja turvatynnyin yhteenlasketun energian absorboinnin määrä noin 70 %. Tämä edellyttää turvatynnyin täyttymisen ajoituksen olevan täydellisesti synkronoitu. Onnettomuustilanteessa turvavöiden esikiristimet vetävät turvavöitä tiukemmalle ja pitävät matkustajan ylävartalon mahdollisimman lähellä istuinta. [Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 62–63].

Kuvassa 1 nähdään esimerkki erilaisista turvatynnyistä ja niiden sijainneista. Kyseisessä autossa on kaikilla matkustajilla sivuruvatynnyt, molemmilla puolilla sivuikkunoiden kohdalla on turvaverhot, sekä kuljettajalla että etumatkustajalla on omat eturuvatynnynsä, ja näiden lisäksi etumatkustajien välissä ja takamatkustajien välissä on keskellä erilliset keskiturvatynnyt.



Kuva 1. Audi A8:n airbagit [Audi A8. 2017].

2.2.1 Jalankulkijaturvallisuus

Jalankulkijoiden turvallisuutta testataan esimerkiksi Euro NCAP -testeissä (The European New Car Assessment Programme), joissa simuloidaan ihmisen päähän, polven yläpuolelle ja alapuolelle kohdistuvia osumia auton keulaan. Testeissä testataan auton keulan energiaa absorboivia rakenteita sekä järjestelmiä kuten jalankulkijan turvatyynyä ja ylös ponnahtavaa konepeltiä. Näiden testien lisäksi Euro NCAP testaa AEB-järjestelmien (Automatic Emergency Braking) toimintaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden tunnistuksen suhteen. Jalankulkijoiden turvavarusteet autoissa ovat vielä harvinaisia. Esimerkiksi jalankulkijan turvatyynyä tarjoaa tämän kirjoitushetkellä vain Volvo, Land Rover ja Subaru. Joillakin merkeillä on ylös ponnahtavia konepeltejä, jotta jalankulkijan osuessa konepeltiin saadaan törmäysenergia jakautumaan siten, ettei jalankulkijaan kohdistu esimerkiksi konepellin alla olevia kovia elementtejä. [Vulnerable road user (VRU) protection; Rabe 2012].

Jalankulkijoiden kohdalla vakavimmat onnettomuudet tapahtuvat, kun jalankulkijan pää osuu auton konepeltiin, tuulilasinpyyhkimien alueelle tai A-pilariin. Kuvassa 2 näkyy Volvo V40:n jalankulkijaturvatyyny täytettynä. Auton etupuskurissa on seitsemän anturia, joiden tehtävä on tunnistaa auton keulan kosketus jalankulkijaan. [Rabe 2012].



Kuva 2. Volvo V40 jalankulkijaturvatyyny [Rabe 2012].

2.2.2 Korirakenteet

Autojen koreissa käytetään paljon eri materiaaleja, riippuen korin rakennevaatimuksista eri kohdissa. Kuvassa 2 on eroteltuna Audi A8:n (4N) space framessa käytetyt materiaalit. Violetilla värillä on merkitty booriteräksiset osat, punaisella alumiinivalu, sinisellä alumiiniprofiili, vihreällä prässätty alumiinilevy, vaalean harmaalla perinteinen teräs, tumman harmaalla hiilikuitu ja keltaisella magnesium. Materiaalien valinnassa tehdään kompromisseja turvallisuuden ja painonsäästön suhteen. On melko yleistä, että auton etuoven ympäriltä löytyvät a- ja b-pilari ovat booriterästä. Booriteräs on erittäin lujaa materiaalia, ja sitä käytetään auton kyljissä, koska matkustajat ovat erittäin lähellä auton kylkiä ja siksi kyljissä on paljon vähemmän varaa rutistua kasaan kuin esimerkiksi keulaan kohdistuvassa törmäyksessä.

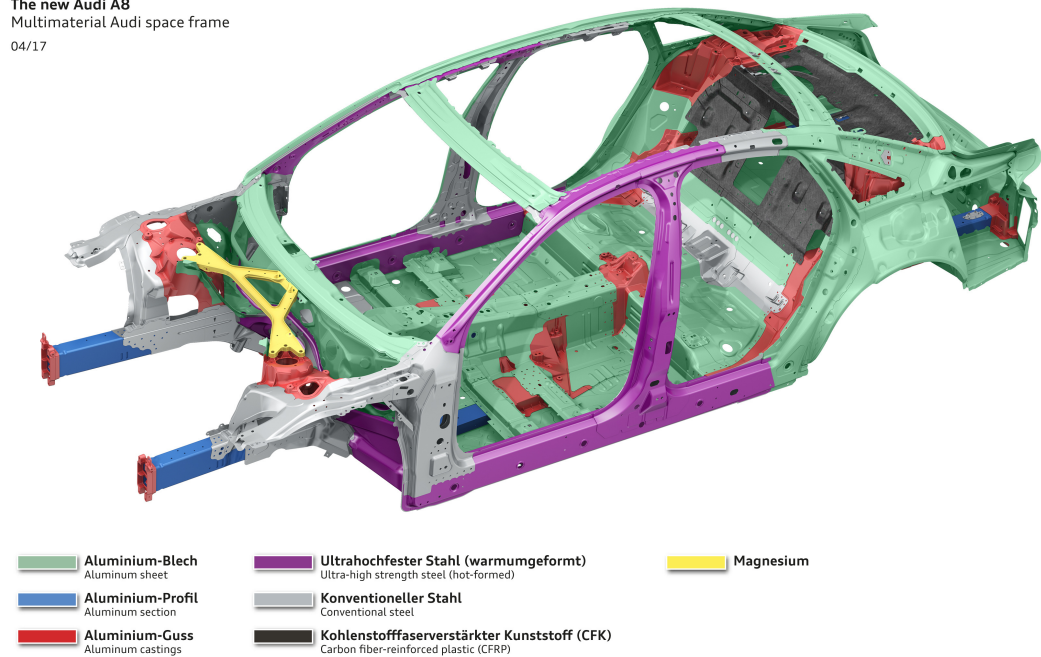
Der neue Audi A8

Audi Space Frame in Multimaterialbauweise

The new Audi A8

Multimaterial Audi space frame

04/17



Kuva 3. Audi A8 Space Frame [Audi A8 2017].

2.3 Aktiiviset turvalaitteet

2.3.1 Jarrujärjestelmät ABS ja ESP

Elektroniikka on ollut merkittävässä roolissa moottoriajoneuvojen turvallisuuden kehittämisessä. Ensimmäiset aktiiviset turvajärjestelmät tulivat vuonna 1978 lukkiutumattomien jarrujen (ABS) muodossa. ABS on ollut vuodesta 2005 lain määräämä vakiovaruste kaikissa Euroopassa myytävissä uusissa autoissa. ABS:n järjestelmäversiosta riippuen autossa on yleensä kolme tai neljä pyörimisnopeusanturia, joilla mitataan pyörien pyörimisnopeutta. Antureilta saatuja signaaleja käytetään laskemaan liukuman määrää renkaiden ja tienpinnan välillä ja siten havaitsemaan yksittäisten pyörien lukkiutumiset. Jos jonkin pyörän liukumisnopeus kasvaa liian suureksi, pienennetään jarrupainetta pyörän jarrusylinterissä niin ettei pyörä lukkiudu. [Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007/2007: 10, 47–48.]

ABS:n ohjainlaite (ECU) huomioi pyörän pyörimisnopeuden lisäksi myös jarrujen liukumisen, ajoneuvon vertailunopeuden ja hidastuvuuden. Yksistään pyörän hidastuvuus ja kiihtyvyys tai jarrujen liukuma eivät riitä, koska vetävät pyörät käyttäytyvät jarrutettaessa eri tavalla kuin ei-vetävät pyörät. Jarrujen liukumaa ei voida suoraan mitata, mutta

ECU laskee sille likimääräisen arvon käyttämällä hyväksi vertailunopeutta, joka vastaa nopeutta jarrutusolosuhteiden ollessa ihanteelliset. ECU laskee kahden vinosti vastakkaisen pyörän (esim. oikea etu- ja vasen takapyörä) nopeuksista viitenopeuden. Osittaisessa jarrutuksessa kahdesta vinosti vastakkaisesta pyörästä yleensä nopeampi määrittää referenssinopeuden. Esimerkiksi hätäjarrutustilanteessa, kun ABS osallistuu jarrutukseen välittömästi, poikkeavat ajoneuvon nopeus ja pyörien nopeudet toisistaan, eikä niistä saada referenssinopeutta ilman säätöä. [Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 50.]

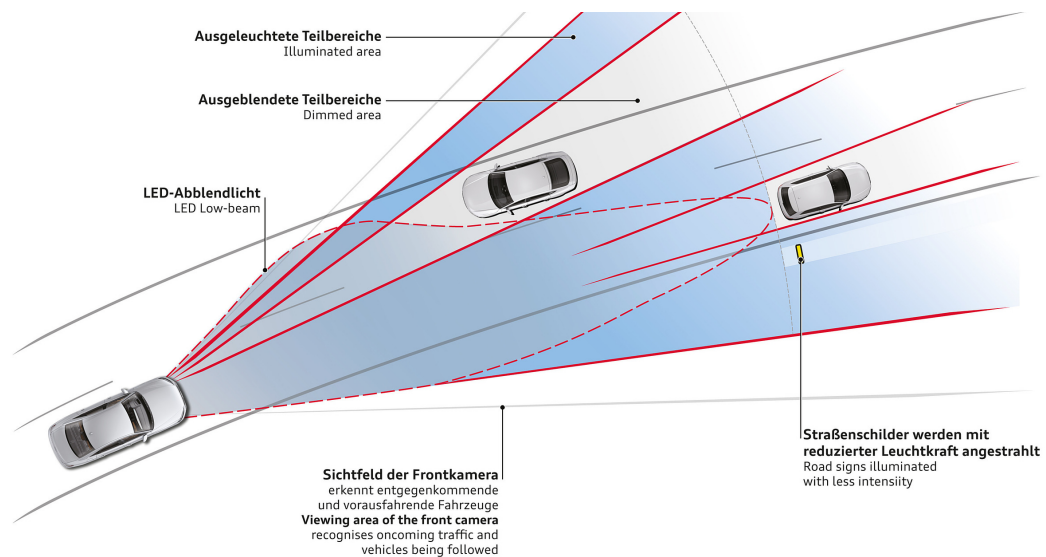
Vuonna 1995 markkinoille tuli ajonvakautusjärjestelmä (ESP), johon ABS on integroitu. Yleisesti ESP:n tehtävä on estää ajoneuvon ali- ja yliohjautuminen, kunhan fysiikan lait sen mahdollistavat, ja siten pitää ajoneuvo vakaana ja hallittavissa olosuhteista huolimatta. Aliohjauksella tarkoitetaan sitä, kun ajoneuvon kiertonopeus kaarreajossa on pienempi kuin ohjauspyörän liikkeellä on ajoneuvolta pyydetty. Yliohjauksessa taas ajoneuvon kiertonopeus kaarreajossa on suurempi kuin on ohjauksella pyydetty. Käytännössä aliohjatussa auto puskee kaarteessa ulkokaarretta kohti keula edellä ja yliohjatussa auton takapää menettää pidon. [Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 10, 46; Reif 2015: 378–387].

Luistonestojärjestelmä (TCS) on myös osa ESPia. TCS estää vetävien pyörien luistamisen kiihdytettäessä vähentämällä moottorilta tulevaa momenttia tai jarruttamalla yksittäisiä vetäviä pyöriä. Tämä auttaa ajoneuvon ohjattavuutta ja vakautta kiihdytettäessä. TCS myös parantaa ajoneuvon pitoa pyrkien antamaan vetäville pyörille optimaalisen luiston. Optimaalinen luisto riippuu seuraavista tekijöistä: ajoneuvon kiertonopeus, sivuttaiskiihtyvyys ja ohjauskulma, ulkoisista vastusvoimista kuten tien pinnasta ja vaikka syvästä lumesta, tehollisesta kitkakertoimesta ja renkaan luistovaatimuksesta kiihdytyksen aikana. [Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 50–51.]

2.3.2 Älykkäät ajovalot

Markkinoilla on monenlaisia ajovalotekniikoita perustuen halogeeni-, ksenon-, ledi- tai laserteknologiaan. Jotkin ajovalot kääntyvät eturenkaiden kääntyessä, käyttävät hyväksi ohjauspyörän kääntökulmaa; mitä enemmän ohjauspyörää kääntää, sitä enemmän ajovalot kääntyvät samaan suuntaan tavoitteena valaista kaarteita paremmin. On olemassa kaukovalojärjestelmiä, jotka tunnistavat samaan suuntaan ajavat ja vastaantu-

levat autot eikä anna kaukovalojen sokaista niitä. Kuvassa 3 on näytetty, miten älykäs kaukovaloavustin ei valaise edellä ajavaa tai vastaantulevaa autoa. Auton tuulilasissa oleva kamera kuvaa auton eteen, ja ohjainlaite erottelee havaituista kohteista, ovatko ne muita autoja, ja joissakin malleissa erottaa myös liikennemerkit ja jalankulkijat. Järjestelmä välittää tiedot ajovalojen ohjainlaitteelle, joka jättää valaisematta autot ja valaisee jalankulkijat ja liikennemerkit. Tämän tarkoitus on valaista ne kohteet, jotka kuljettajan pitäisikin nähdä, ja jättää valaisematta ne kohteet, jotka saattaisivat sokaistua. [Innovative lighting systems; Adaptive light 2011.]



Kuva 4. Audi A7:n Matrix-ledijärjestelmä [Audi A7 2018].

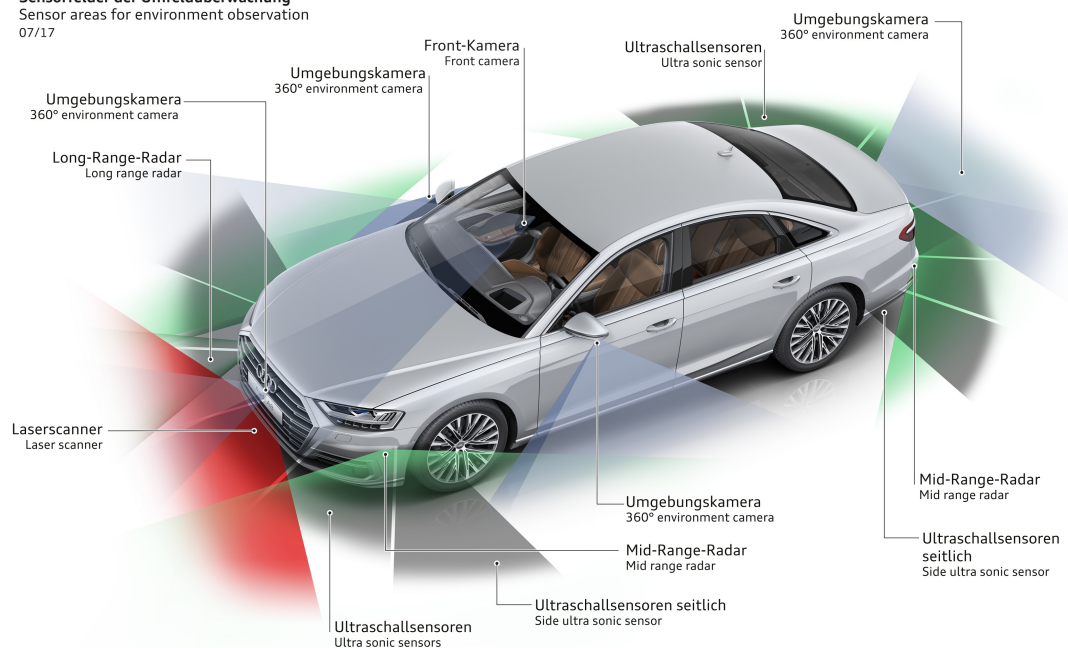
2.4 Edistyneet kuljettajaa avustavat järjestelmät – ADAS

Kuva 4 näyttää Audi A8:n (4N) kameroiden ja tutkien sijainteja. Kuvassa sinisenä näkyy kamerat. Näitä ovat ympäristökamerat ja peruutuskamera, mutta myös pimeänäkökamera etupuskurissa ja kuljettajaa avustavien järjestelmien kamera tuulilasissa, jonka toiminnalla esimerkiksi kaistavahti ja AEB-järjestelmä toimivat. Kuvassa harmaalla näkyvät sektorit ovat pysäköintitutkien toiminta-alueita. Niitä löytyy esimerkkiautosta yhteensä 12 kappaletta. Vihreällä näkyvät esimerkiksi katveavustimen toiminta-alueet. Long-range Radar on auton ACC-tutka, ja punaisella kuvassa näkyvä alue kuvastaa laserskannerin toiminta-alueita. Laserskanneri mahdollistaa esimerkiksi kääntymis- ja ruuhka-avustimien toiminnan. Kääntymisavustin varoittaa vasemmalle kääntyessä vastaantulevasta liikenteestä ja ruuhka-avustin. Audi A8 (4N) on ensimmäinen sarjatuotantoauto, joka kykenee autonomian kolmanteen tasoon. AEB-järjestelmät ovat melko

yleisiä uusissa autoissa. Näiden järjestelmien yhdistelmä on auttanut vähentämään parkkipaikkaonnettomuuksien määriä. Vuonna 2014 ETSC (European Transport Safety Council) ilmaisi halunsa tehdä AEB-järjestelmistä pakollisia varusteita uusiin autoihin. Euroopan komission mukaan AEB-järjestelmät saattaisivat vähentää 8000 kuolemaa Euroopassa vuosittain. Samojen lukujen mukaan 75 % liikenneonnettomuuksista tapahtuu nopeudessa alle 32 km/h ja noin joka neljännessä vahinkoilmoituksesta kyseessä on peräänajo. Toukokuussa 2018 Euroopan autovalmistajien liitto ACEA (Automobile Manufacturers' Association) julkaisee ehdotuksensa yleisen turvallisuusmääräyksen tarkistamisesta ja kehottaa ennen sitä Euroopan komissiota keskittymään ajoneuvojen tehokkaimpiin turvatoimiin. [Kahl 2013; Automated Emergency Braking should be mandatory 2014; Seybold2018; Driver Assistance Systems 2017 Roberts 2018.]

Audi A8

Sensorfelder der Umfeldüberwachung
Sensor areas for environment observation
07/17

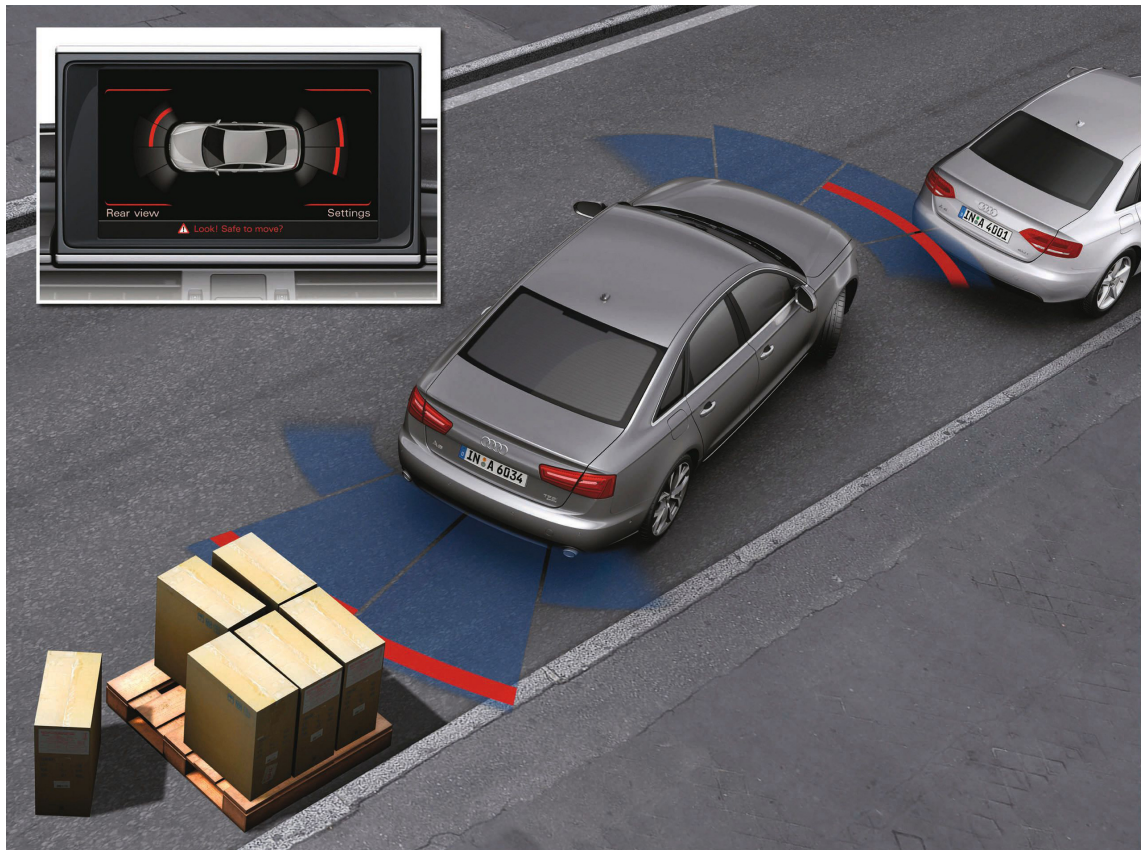


Kuva 5. 2018 Audi A8 sensorit [Audi A8 2017].

2.4.1 Pysäköintitutkat

Pysäköintitutkat ovat autoissa jo hyvinkin yleinen varuste. Pysäköintitutkan toiminta-alue on noin 1,5 metriä, ja sen tarkoitus on mitata etäisyyttä objekteihin, joihin auto saattaa olla törmäämässä. Tutkien signaali muunnetaan matkalla ohjainlaitteelle, joka

taas tuottaa kuljettajalle äänimerkin ja kuvan muodossa tiedon mahdollisista esteistä kuvan 4 osoittamalla tavalla. Auton tutkat jakavat auton keulan ja perän ikään kuin sektoreihin, joita valvoo yksi tutka sektoria kohden. Kuljettaja saa tiedon tutkien havaitsemista esteistä äänimerkin muodossa ja monissa malleissa myös jokaisen tutkan sektorin eroteltuna kuvaruudulle ja pystyy siten erottamaan mahdollisten esteiden tarkemmat suunnat. [Reif 2015: 149].



Kuva 6. Audi A6:n pysäköintitutkan. Kuvan autossa on neljä pysäköintitutkaa auton etupuskurissa ja neljä takapuskurissa. Tutkilta saatu tieto välittyy ohjainlaitteen kautta kuljettajalle pienen kuvan kaltaisesti näytölle ja myös äänimerkin muodossa. [Parking System Plus 2016.]

2.4.2 Pysäköintiavustin

Monet autot pystyvät pysäköimään itsestään hyödyntäen auton puskureista löytyviä pysäköintitutkia. Tällöin autoista usein löytyy 12 kappaletta pysäköintitutkia, kuusi edestä ja kuusi takaa. Auto pystyy ajamaan rivipysäköintiin, joko suoraan tai ensin ajamalla ruudun ohi. Auto käyttää auton sivuilla olevia tutkia hyväkseen mitatakseen pysäköintitilan ja laskeakseen, mahtuuko auto pysäköimään kyseiseen väliin. Näiden

pysäköintiruutujen tilaa mittaavien tutkien toiminta-alue on suurempi kuin muiden pysäköintitutkien. Tämän jälkeen auto käyttää hyväkseen ohjaustehostinta ja ohjaa autoa tarvittavalla tavalla. Kuljettajan tehtäväksi jää auton ohjeiden noudattaminen eli vaihteen valitseminen ja auton pysäytys jarrua painamalla. Audi A8 (type 4N) pystyy ajamaan itsensä kohtisuorasti tiehen nähden oleviin pysäköintiruutuihin ja niistä pois sekä peruuttamaan kadunvarsipysäköintiruutuun. [Audi A8 (type 4N) driver assistance systems 2017.]

2.4.3 Peruutus- ja ympäristökamerat

Moniin automalleihin on nykyään saatavana peruutuskamera. Peruutuskamera on yleensä autojen takaluukun avausmekanismin lähellä, takalasin ja takarekisterikilven välissä. Peruutuskamera yksistään ei varoita kohteista peruutustutkan tavoin vaan luo pelkän näkymän taakse. Joissakin peruutuskameroissa on referenssiiviat, jotka kuvastavat auton reittiä kameran kuvassa. Peruutuskamera aktivoituu, kun valitaan peruutusvaihte tai painetaan erillistä peruutuskamerapainiketta keskikonsolissa. Joissakin peruutuskameroissa on omat pesurinsa, jotka toimivat automallista riippuen joko automaattisesti tietyllä syklillä tai takalasinpesusuuttimen käytön yhteydessä. [Audi A8 (type 4N) driver assistance systems 2017: 34–35.]

Peruutuskameroiden monipuolisempi ja harvinaisempi versio on ympäristökamerat. Ympäristökamerat auttavat kuljettajaa näkemään auton ympärille paremmin. Surround-kameroilla saadaan auton ympäristöstä lintuperspektiivikuva reaaliajassa. Ympäristökamerajärjestelmissä, kameroita löytyy yhteensä neljä kappaletta auton keulasta, perästä ja sivuilta, yleensä sivupeilien alta. Järjestelmä yhdistää näiden neljän kameran kuvat ja luo niistä kuvan 3 kaltaisen ympäristönäkymän. Kamerajärjestelmästä riippuen kamerat toimivat joko peruutuskameran tavoin oman ohjainlaitteensa kautta tai kuljettajaa avustavien järjestelmien keskusohjainyksikön kautta. Esimerkiksi A8:n (type 4N) toimii viimeksi mainitulla tavalla ja pyrkii, jos teknisesti mahdollista, tunnistamaan kameroissa havaittujen objektien korkeuden, pituuden ja leveyden. [Audi A8 (type 4N) driver assistance systems 2017: 36–39.]



Kuva 7. Audin ympäristökamerajärjestelmän lintuperspektiivinäkymä. Kuva on yhdistelmä neljän kameran kuvasta, mutta kalibroinnilla saadaan kuvien yhdistelmä näyttämään realistiselta ja korjattua vääristymät [Top View Camera.]

2.4.4 Kaistavahti

Kaistavahti käyttää tuulilasin yläreunassa olevaa kameraa. Kamera erottaa kontrasteja tien pinnasta ja erottaa siten kaistaviivat ja tien reunan. Jos järjestelmä havaitsee auton tahattoman ajautumisen kaistaltaan, se varoittaa kuljettajaa äänimerkillä ja/tai ratin värinällä. Järjestelmä erottaa tahattoman ajautumisen normaalista kaistanvaihdosta siitä, että esimerkiksi suuntamerkkiä ei ole käytetty ja auto lähestyy kaistaviivaa riittävän jyrkässä kulmassa. On olemassa myös kaistavahtijärjestelmiä, joissa on aktiiviset korjausliikkeet, eli järjestelmä pyrkii pitämään auton omalla kaistallaan käyttäen ohjausta kuljettajasta riippumatta. Järjestelmän ensisijainen tarkoitus on estää kuljettajaa ajautumasta pois omalta kaistaltaan, mutta hieman pidemmälle kehitettynä se toimii osana autonomista ajamista. [Reif 2014: 182–184; Lane keeping system.]

2.4.5 Pimeänäköavustin

Autoihin on olemassa myös pimeänäköavustimia, jotka perustuvat mallista riippuen lämpö- ja/tai infrapunakameratekniikkaan. Näitä kutsutaan myös aktiivisiksi ja passiivisiksi järjestelmiksi.

Aktiivinen pimeänäköjärjestelmä perustuu valonvahvistimeen ja vaatii erillisen infrapunavalonheittimen. Järjestelmä valaisee kohteen infrapunavalolla; valonsäde kimpoaa kohteesta infrapunakameran kennolle, josta saatu tieto prosessoidaan ohjainlaitteen kautta näytölle kuljettajan nähtäväksi. Järjestelmä käyttää CCD-kennoa, joka on halvempi kuin passiivisessa järjestelmässä käytettävä CMOS-kenno ja myös pienempi ja on siten helpommin sijoiteltavissa autoon. Aktiivisessa järjestelmässä on myös selvästi parempi kuvanlaatu ja kontrasti elottomille objekteille kuin passiivisessa järjestelmässä. Aktiivinen järjestelmä toimii yhtä hyvin lämpötilasta riippumatta, mutta on altis häiriöille esimerkiksi sateesta, sumusta tai heijastuksista johtuen. Aktiivisen järjestelmän kantama on n. 150–200 metriä, kun taas passiivisen järjestelmän kantama on jopa 300 metriä.

Passiivinen järjestelmä perustuu lämpökameratekniikkaan. Järjestelmä ei tarvitse erillisiä valonheittäjiä ja näkee myös pilkkopimeässä. Kamera havaitsee ihmisen tai eläimen ruumiinlämmön infrapuna-aaltojen muodossa ja tuottaa kuljettajalle tästä kuvan. Passiivisessa järjestelmässä kuvan tarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin aktiivisessa, mutta sillä näkee pidemmälle. Tämä auttaa kuljettajaa ennakoimaan esimerkiksi kaukana olevia eläimiä tai ihmisiä paremmin. Passiivinen järjestelmä erottaa huonosti esimerkiksi kiviä ja muita mahdollisia esteitä. Passiivinen järjestelmä käyttää CMOS-kennoa, joka on kalliimpi kuin CCD-kenno ja se on fyysisesti suurempi, jonka takia sen sijoittaminen autoon on haasteellisempaa ja on alttiimpi vaurioille. Passiivinen järjestelmä toimii aktiiviseen järjestelmään nähden huonommin lämpimissä oloissa, koska lämpötilaerot elävien ja elottomien objektien välillä ovat pienemmät.

Pimeänäköjärjestelmä voi lisäksi hyödyntää älykkäitä ajovaloja. Ajovaloilla voidaan korostaa pimeänäköjärjestelmän havaitsemia ihmisiä ja eläimiä. Tällöin kuljettaja näkee valaistut kohteet helpommin todellisessa näkymässä ja jalankulkijakin huomaa auton paremmin. [Reif2015: 149; Kuljettajan avustinjärjestelmät.]

2.4.6 Adaptiivinen vakionopeudensäädin - ACC

Adaptiivisen vakionopeudensäätimen eli ACC:n (Adaptive Cruise Control) tehtävä on pitää turvallinen etäisyys edessä ajavaan ajoneuvoon. Adaptiivista vakionopeudensäädintä ei voida ajatella itsenäisenä järjestelmänä, koska se toimii monen muun järjestelmän kanssa yhteistyössä. ACC:n tutka sijaitsee auton etupuskurissa ja sen tutkakoteloon on integroitu ohjainlaite, joka arvioi tutkan mittauksia ja ohjaa ACC:n toimintaa.

Tutka toimii 76–77 GHz:n taajuudella ja jakaa lähetetyt sähkömagneettiset aallot neljään lohkokoon. Tutka pystyy havaitsemaan edellä ajavan ajoneuvon n. 200 metrin päästä. [Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 54.]

ACC toimii eri vaiheissa: Kun auto ei havaitse edessään ajoneuvoa, toimii se kuin normaali vakionopeudensäädin eli pitää kuljettajan asettaman nopeuden yllä säätelämällä moottorin vääntömomenttia. Jos ACC:n tutka-anturi havaitsee auton edessä ajoneuvon, sovittaa se nopeutensa edellä ajavan nopeuteen säilyttäen turvavälin. Turvaväli on yleensä säädettävissä portaittain 1–2 sekunnin välillä, ja koska turvaväli lasketaan aikana eikä matkana, säätyy turvavälin etäisyys nopeuden mukaan. Jotta ACC pystyy laskemaan turvallisen etäisyyden edellä ajavaan ajoneuvoon, se tarvitsee tiedon oman ajoneuvonsa nopeudesta. Tämän tiedon se saa käyttämällä hyväksi ESP:n mittaamaa pyörien pyörimisnopeutta. [Reif 2015: 9, 64; Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 54; Meyer 2009: 199.]

Jos etäisyys syystä tai toisesta laskee alle asetetun minimietäisyyden, lähettää ACC:n ohjainlaite tiedon edelleen ESP:n, moottorin ja turvatyynyjen ohjainlaitteille. Moottorinohjainlaite pienentää vääntömomenttia ja siten hidastaa auton nopeutta. Jos tarvitaan suurempaa hidastuvuutta, ESP:n ohjainlaite järjestää tarvittavan jarrupaineen hidastamaan autoa ja jarruttaa kuljettajan koskematta jarrupolkimeen. Jos edellä ajava ajoneuvo edelleenkin lähestyy auton keulaa, ovat turvatyynyt ja turvavöiden esikiristimet valmiustilassa. ACC osaa tietyissä automalleissa myös jarruttaa pysähtymiseen saakka, mutta hätäjarrutustoiminnot eivät sisälly ACC:n toimintaan. AEB-järjestelmät toimivat erikseen, mutta tavallaan jatkavat tarvittaessa ACC:n toimintaa. [Apua ajamiseen; Reif 2015: 9, 64, 401; Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics 2007: 54.]

Jotta ACC pystyy toimimaan luotettavasti esimerkiksi kaarreajotilanteessa, on järjestelmälle tärkeää pystyä erottamaan ajoneuvot oikeille kaistoilleen. Tämän takia ACC käyttää paljon ESC:n tietoja, kuten auton kiertonopeutta, ohjaukskulmaa, pyörien pyörintänopeutta ja auton sivuttaiskiihtyvyyttä. Tällöin järjestelmä pystyy hahmottamaan, milloin autolla ajetaan kaarteessa ja pystyy tunnistamaan eteen ilmestyvät tai edestä poistuvat esteet oikein. Kaikki autonvalmistajat eivät kuitenkaan takaa järjestelmän toimivan näin, kuten Mercedes-Benz USA:n internetsivuilla Distronic Plus with Pre-Safe Brake -järjestelmän vastuuvapauslausekkeessa sanotaan:

Distronic Adaptive Cruise Control is no substitute for active driving involvement. It does not react to stationary objects, nor recognize or predict the curvature and lane layout of the road or the movement of the vehicles ahead. It is driver's responsibility at all times to be attentive to traffic and road conditions, and to provide steering, braking and other inputs necessary to retain control of the vehicle. [Distronic Plus with Pre-Safe Brake].

2.5 Kalibrointi

Kalibroinnin tavoite on minimoida mittausepävarmuus varmistamalla mittauslaitteen tarkkuus. Kalibroinnin ansiosta mittausepävarmuudet ja virheen mahdollisuudet saadaan hyväksytylle tasolle. Kalibroinnilla tarkoitetaan kahden mitta-arvon välistä suhdetta. On yksi mitta-arvo, jota kutsutaan standardiksi. Standardin tarkkuus on tunnettu ja/tai määritetty. Toinen mitta-arvo kalibroidaan tämän standardin mukaan. Standardit vaihtelevat maittain ja teollisuudenalan mukaan. [What is calibration and why is it so important.]

Järjestelmät, jotka mittaavat jotakin arvoa, tulisi kalibroida esimerkiksi kameran tai ECU:n uusinnan jälkeen, ECU:n ohjelmistopäivityksen jälkeen tai jos kamera on irrotettu ja kiinnitetty uudelleen esimerkiksi tuulilasin vaihdon tai puskurin irrotuksen ja kiinnityksen jälkeen. Myöskin pyöränsuuntausta tai alustageometriaa koskevien muutosten jälkeen tulisi järjestelmät kalibroida, koska ohjearvojen mukaiset pyöränkulmat ovat oletusarvo järjestelmien kalibroinnille. [Tuoteinformaatio: 7, 14, 19–20.]

Kalibrointeja on olemassa staattisia ja dynaamisia. Yleisempi vaihtoehto on staattinen kalibrointi, jossa vaaditaan yleensä tasainen alusta, auto ilman kuormaa, ovet ja luukut kiinni, renkaat suorassa, rengaspaineet ohjearvoissa ja tarvittaessa ilmajousitus huoltoasennossa. Tutkia ja kameroita kalibroidaan ja säädetään monella eri tavalla. Tutka-järjestelmillä on usein ihan mekaaninen säätö, jolla esimerkiksi tutkan asentoa säädetään pysty- tai vaakasuunnassa käyttäen esimerkiksi vesivaaka- ja laserratkaisuja. Tutkien kalibrointeihin käytettäviä työkaluja on paljon erilaisia. Tutkille tehdään myös dynaamisia kalibrointeja, jolloin autolla ajetaan tietynlainen ajosuorite. Silloin vaatimuksina ovat mm. kuiva tie, selkeät valkoiset ja keltaiset kaistaviivat, valoisa selkeä sää ja nopeuden alaraja. Dynaamisissa kalibroinneissa ei yleensä tarvita diagnoositesterin lisäksi muita työkaluja riippumatta tunnistimen tyypistä. Joskus tutkille tehdään pelkkä perussäätö ja sen jälkeen autolla ajetaan dynaamista ajoa mukaileva ajosuorite, jonka aikana järjestelmä kalibroi itse itsensä.

Tutkajärjestelmistä poiketen kamerajärjestelmissä ei ole yleensä mekaanista säätöä. Auton kamerajärjestelmien staattiseen kalibrointiin käytetään kalibrointitauluja, jotka ovat joko merkki-, malli- tai järjestelmäkohtaisia. Kalibrointitaulu, esimerkki kuvassa 8, asetetaan autoon nähden valmistajan ohjeiden mukaisesti oikealle etäisyydelle, korkeudelle ja kulmaan. Pelkästään etukamerajärjestelmille oli maaliskuussa 2017 olemassa n. 20 erilaista taulua, minkä lisäksi esimerkiksi peruutus- ja ympäristökameroiden kalibrointi vaatii omat taulunsa. Diagnostesterin lisäksi kameroiden kalibroinnissa tarvitaan merkki- ja mallikohtaisia erikoistyökaluja. [Kuljettajan tukijärjestelmät: 4.]



Kuva 8. Hella Guttman CSC Tool -kalibrointitaulu [Press Images].

3 Turvallisuuden testaus ja lainsäädäntö

3.1 Turvallisuustestaus, turvalaitteiden yleistymisen ja lainsäädäntö

Monet eurooppalaiset valtiot olivat 1970-luvulta lähtien arvioineet ajoneuvojen toissijaisen turvallisuuden eri näkökulmia European Experimental Vehicles Committeeen (EEVC) kautta. 1990-luvun alkuun mennessä tutkimukset olivat tuottaneet menetelmät täysmittaisten törmäystestien toteutuksesta matkustus- ja jalankulkijaturvallisuuden

mittaamiseen. Autoteollisuus vastusti EEVC:n testiehdotusten sisällyttämistä EU:n lainsäädäntöön. Vuoden 1994 kesällä Yhdistyneen kuningaskunnan liikenneministeriö suunnitteli NCAP:in perustamista Yhdistyneeseen kuningaskuntaan ja, josta se voisi myöhemmin laajentua koko Euroopan laajuiseksi. Suunniteltu NCAP-ohjelma perustui EEVC:n testausmenetelmiin ja olisi kattavampi kuin EEVC. Euro NCAP -testien ensimmäiseen vaiheeseen valittiin seitsemän pientä autoa, joiden valmistajia pyydettiin toimittamaan tietoja kyseisistä autoista. [Timeline.]

Vuoden 1997 helmikuussa ensimmäiset Euro NCAP -testien tulokset esiteltiin lehdistötilauudessa. Autovalmistajat arvostelivat Euro NCAPin luokituksia ja testejä erittäin voimakkaasti, esimerkiksi sanoen arviointikriteerien olleen niin ankarat, ettei mikään auto olisi voinut saavuttaa neljää tähteä matkustusturvallisuuden kategoriassa. Vertailutestauksessa testien vaatimustason pitää olla korkeampi kuin lainsäädännön kannalta on tarpeellista. Testitulokset ja autovalmistajien reaktiot niihin herättivät suurta mielenkiintoa lehdistössä. Vuoden 1997 helmikuussa Volvo S40:stä tuli ensimmäinen auto, joka saavutti neljän tähden matkustusturvallisuusluokituksen. [Timeline.]

Kun uudet automallit korvaavat jo testattuja malleja, testituloksista näkee selvän kehityksen matkustusturvallisuudessa. Jalankulkijoiden turvallisuuden kehitys on ollut paljon hitaampaa. Kesäkuussa 2001 Renault Lagunasta tuli ensimmäinen auto, joka saavutti viisi tähteä matkustusturvallisuudessa. Siitä lähtien turvallisuusstandardit ovat nousseet, ja siksi onkin melko yleistä, että saavutetaan tämä turvaluokitus. Autonvalmistajille Euro NCAPista aikuisten matkustajien turvallisuusluokitus onkin uusien automallien tavoitteena.

Vuonna 2003 Euro NCAP ilmoitti alkavansa arvioimaan myös lapsimatkustajien turvallisuutta. Tutkimuksissa oli selvinnyt, että yli 60 % lasten turvalaitteista ei ole tarkoitettulla tavalla käytössä johtuen lastenistuimen virheellisestä asennuksesta, turvavöiden tai valjaiden huonosta istuvuudesta lapselle tai vääränmallisen istuimen käytöstä. Uusi luokitus perustuu valmistajan suositukseen 18 kuukautta vanhoille ja kolmevuotiaille lapsille. Tarkoituksena on antaa kuluttajille tietoa autonvalmistajien lapsimatkustajille tarjoamasta turvallisuudesta ja rohkaista autonvalmistajia, lastenistuintenvalmistajia ja vanhempia kantamaan vastuun autossa matkustavien lasten turvallisuudesta. [Timeline.]

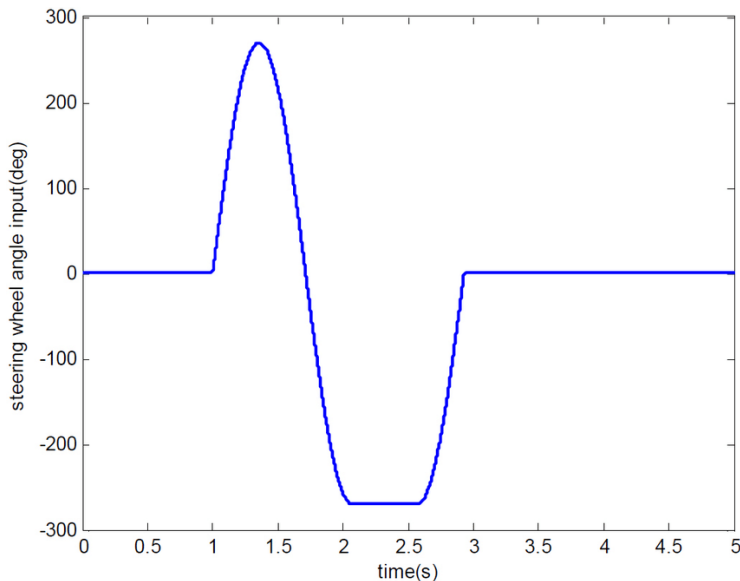
Vuonna 2008 Euro NCAP julkaisi tutkimuksen ESC:n saatavuudesta eri automalleihin Euroopan Unionin alueella. Tutkimuksessa havaittiin, että edustusluokan autoissa ESC oli erittäin yleinen vakiovaruste, kun taas pienet autot olivat paljon harvemmin ESC:llä varustettuja. 2008 Euro NCAP julkaisi myös tuloksia etupenkillä istuvien peräänajo- tai niskan piiskaniskuvammatesteistään (whiplash-testi). Testeissä havaittiin, että suurimmalla osalla autonvalmistajista oli vielä paljon kehitettävää matkustajien whiplash-vammojen estämiseksi. Testissä otettiin huomioon penkin geometria, niskatuen koko, muoto ja sijoitus matkustajaan nähden sekä niskatuen dynaaminen suoriutuminen. [Timeline.]

Vuonna 2009 Euro NCAP otti käyttöön uuden luokitusjärjestelmän, jossa on mukana myös whiplash-testi. Vuonna 2007 aikuisten matkustajien turvallisuuden hyvistä tuloksista huolimatta, jalankulkijaturvallisuuden osalta jopa 67 % testatuista automalleista sai vain kaksi tähteä. Euro NCAP olikin huolissaan autonvalmistajien pyrkimyksistä saada hyvät tulokset vain aikuismatkustajien testeissä vaarantaen turvallisuuden muilla osa-alueilla. Euro NCAP kehitti tämän uuden luokitusjärjestelmän, koska uskoo kuluttajien olevan kiinnostuneita kaikkien tienkäyttäjien ja matkustajien turvallisuudesta uutta autoa valitessaan. Uudessa järjestelmässä palkitaan ajoneuvon yleinen turvallisuus, autossa matkustavien lasten ja aikuisten turvallisuus sekä jalankulkijoiden turvallisuus, ja uutena osa-alueena otetaan huomioon aktiiviset turvalaitteet. [Timeline.]

Euro NCAP Advanced on Euro NCAP:n vuonna 2010 aloittama ohjelma, jossa autonvalmistajia palkitaan kehittyneistä turvajärjestelmistä. Tällä kannustetaan autonvalmistajia tuomaan vakiovarusteeksi tärkeitä turvajärjestelmiä laajemmin mallistoihinsa. Tarkoitus on myös tarjota kuluttajille kattavat ohjeet autojen turvallisuuteen liittyen. Palkintoja saaneita järjestelmiä ovat esimerkiksi Volvon City Safety, Volkswagenin Lane Assist ja BMW:n Assist Advanced eCall. [Timeline.]

Vuonna 2012 ESC tuli pakolliseksi kaikkiin EU:n sisällä myytäviin uusiin autoihin. Euro NCAP on testannut ESC:n toimintaa sine with dwell -testillä. Simulaatio aloitetaan hitaan ohjauksen testillä, jotta voidaan määrittää ohjauspyörän kulma A, joka liittyy nopeudella 80 km/h ajettaessa saavutettavaan 0,3 G:n sivuttaiskiihtyvyyteen. Fyysisessä testauksessa aloitetaan ohjaamalla vastapäivävään ja ohjaukskulmaa kasvatetaan 13,5 astetta sekunnissa, kunnes saavutetaan 0,5 G:n sivuttaiskiihtyvyys. Tämä toistetaan kolme kertaa. Tarkka ohjaukskulma 0,3 G:n kohdalla saadaan laskemalla kaikista kolmesta toistokerrasta arvo ja laskemalla niiden keskiarvo. Tämän jälkeen sama tehdään

ohjaten myötäpäivään. Laskemalla absoluuttiset keskiarvot myötä- ja vastapäivään ohjatessa, saadaan 0,3 G:n kohdalla ohjauspyörän kulma A. Testissä auto ajaa n. 80 km/h, jolloin robotti ohjaa autoa kuvan 9 osoittaman käyrän mukaisesti. Ensimmäisessä testissä ohjauspyörän kulman aaltomuoto skaalataan $1,5 * A$. Jos auto läpäisee testin hyväksytysti, niin seuraavassa testissä ohjauskulma kasvatetaan edelleen $0,5 * A$. Vuodesta 2014 lähtien Euro NCAP ei enää testaa ESC:n toimintaa, mutta antaa pisteitä EU:n lainsäädännön noudattamisesta. [Timeline.; The Sine with Dwell Test.]



Kuva 9. Sine with dwell -testin käyrä. Kuvaajassa vasemmalta oikealle on aika ja korkeussuunnissa näkyy ohjauskulma. Viivan ollessa keskilinjalla eli nollassa asteessa, auto kulkee suoraan. [Steering wheel input for a sine-with-dwell maneuver].

Vuoden 2013 lopusta Euro NCAP alkoi testaamaan autojen AEB-järjestelmiä ja sisällyttikin AEB-järjestelmät turvaluokitukseensa vuonna 2014. Testeissä tutkitaan, miten tehokkaasti hätäjarrutus- ja etukäteisvaroitussjärjestelmät varoittavat kuljettajaa mahdollisesta onnettomuudesta. Tämän jälkeen autoa testataan muutaman kerran pienissä ja muutaman kerran suurissa nopeuksissa ja arvioidaan, miten hyvin järjestelmät ovat auttaneet kuljettajaa välttämään onnettomuuden tai lieventämään onnettomuuden seurauksia. Vuoden 2014 turvaluokituksen kokonaispisteytyksen painopiste siirtyi aikuisten matkustajien turvallisuudesta hieman enemmän avustaviin turvajärjestelmiin. Samana vuonna testattavaksi tulivat myös kaista-avustimet. Jalankulkijaturvallisuuden testauksessa tapahtui merkittäviä muutoksia, kuten tarkempi analyysi etupuskurille ja konepellin etureunalle. [Driver Assistance Systems.]

Euro NCAP laajensi AEB-järjestelmien turvaluokitusta sisältämään kevyen liikenteen tunnistuksen. Melkein puolet Euroopan teillä kuolleista tienkäyttäjistä on ollut jalankulkijoita, pyöräilijöitä ja moottoripyöräilijöitä. Tutkimukset ovat osoittaneet, että jopa yksi viidestä kevyen liikenteen kuolemaan johtaneesta onnettomuudesta voitaisiin välttää tehokkailla jalankulkijan havaitsemisjärjestelmillä. Euro NCAP:n uusien testien kautta kuluttajien on helpompi erottaa parhaiten toimivat järjestelmät, kun yhä useampi auto on varustettu tämänkaltaisilla turvajärjestelmillä. [Timeline.]

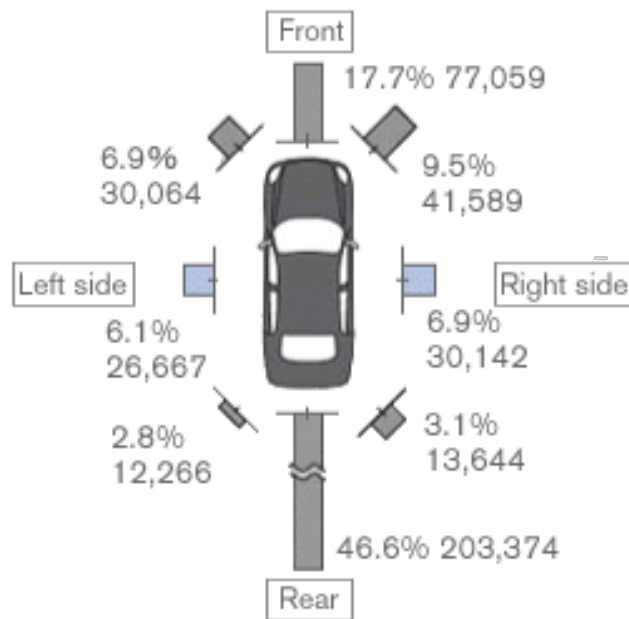
Lapsimatkustajien vammat ja kuolemat johtuvat yleensä keula- tai sivutörmäyksissä lapsen matkustaessa autossa. Tutkimusten mukaan lapset ovat yleisesti ottaen hyvin suojattuja auton sisällä, kunhan lapset on oikeaoppisesti vyötetty kiinni ja lapsi on oikeankokoisessa ja -mallisessa turvaistuimessa ikäänsä ja kokoonsa nähden, mutta usein näin ei kuitenkaan ole. Euro NCAP aloitti 2016 testaamaan 6- ja 10-vuotiaita lapsia vastaavilla nukeilla lasten matkustusturvallisuutta autossa ilman lastenistuinta, koska monet kuusi vuotta täyttäneet lapset eivät enää käytä lastenistuinta.

Euro NCAP vaikuttaa EU:n alueella, mutta Etelä-Amerikassa on Latin NCAP, Pohjois-Amerikassa IIHS (Insurance Institute for Highway Safety) ja NHTSA (National Highway Safety Administration), Kaakkois-Aasiassa Asean NCAP, Australiassa ANCAP (Australasian New Car Assessment Program) ja Japanissa JNCAP. Näiden lisäksi on olemassa Global NCAP, joka tarjoaa kehittyville markkinoille teknistä tukea ja laadunvarmistusta jakamalla NCAPien ja vastaavien käytäntöjä sekä pyrkii edistämään maailmanlaajuisesti turvallisempien autojen valmistusta [Objectives.]

3.2 Tilastoja onnettomuuksista ja hoitokustannuksista

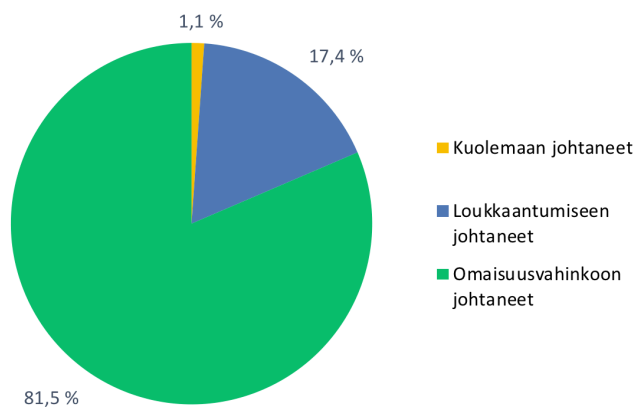
Kuva 6 kertoo loukkaantumisiin tai kuolemiin johtaneiden onnettomuuksien osumien suunnan jakautumisesta. Kuvaa tutkiessa on hyvä huomata, että se perustuu japanilaisen tutkimuksen tuloksiin ja Japanissa ajetaan eri puolella tietä kuin esimerkiksi Suomessa eli Suomea ajatellen kuvan voisi kääntää peilikuvaksi. Lähes puolessa onnettomuuksista, loukkaantuneen tai kuolleen ajoneuvoon kohdistunut voima on tullut melko takaapäin, eli peräänajot ovat erittäin yleisiä loukkaantumisiin tai kuolemiin johtaneissa onnettomuuksissa. Takaa tulleet osumat ovat lähes kolme kertaa niin yleisiä kuin keulaan. On hyvä kuitenkin huomata, että viistosti edestä tulleet osumat ovat selvästi yleisempiä kuin viistosti takaa tulleet.

● Breakdown of fatalities and injuries by direction of impact (share and number of persons)



Kuva 10. Nissan Golbalin tutkimus vuodelta 2000 Japanissa kuolemaan ja loukkaantumisiin johtaneiden onnettomuuksien osuman suunnista. [Active head restraint].

Trafin selvityksen (kuva 11) mukaan maanteillä 2011–2015 sattuneista liikenneonnettomuuksista keskimäärin n. 81 % on johtanut pelkkään omaisuusvahinkoon. Saman selvityksen mukaan n. 17 % onnettomuuksista on johtanut loukkaantumiseen ja n. 1, % kuolemaan. [Liikenteen onnettomuuskustannusten tarkistaminen 2016, taulukko 36.]



Kuva 11. Liikenneonnettomuudet maanteillä 2011–2015 [Liikenteen onnettomuuskustannusten tarkistaminen].

Trafin tutkimuksista selviää myös tieliikenneonnettomuuksissa vuonna 2014 loukkaantuneiden ja kuolleiden kustannukset (taulukko 1). Yksikköarvoina verrattuna nähdään, kuinka suuret erot kustannuksissa keskimääräisellä lievällä ja vakavalla loukkaantumisella on. Lievästi loukkaantuneiden kokonaiskustannukset ovat noin puolet vakavasti loukkaantuneiden kustannuksista ja noin kolmasosa kuolleiden kokonaiskustannuksista. Lukumäärällisesti lievästi loukkaantuneita on selvästi eniten.

Taulukko 1. Tieliikenneonnettomuuksissa vuonna 2014 loukkaantuneiden ja kuolleiden kokonaiskustannukset (vuoden 2015 hinnoissa) [https://www.trafi.fi/filebank/a/1465820007/76d4b29cc9424288b707133f5259494d/21751-Trafin_tutkimuksia_5_2016_Tieliikenteen_onnettomuuskustannusten_tarkistaminen.pdf]

Taulukko 39. Tieliikenneonnettomuuksissa vuonna 2014 loukkaantuneiden ja kuolleiden kokonaiskustannukset (vuoden 2015 hinnoissa).

	Henkeä	Yksikköarvo (2015)	Kokonaiskustannukset, milj. euroa
Lievästi loukkaantuneet	6 186	34 412	212,9
Vakavasti loukkaantuneet	519	793 647	411,9
Kuolleet	229	2 766 677	633,6
Yhteensä			1 258,3

4 Kysely ja haastattelut

4.1 Vakuutusyhtiön näkökulma

Vakuutusyhtiöiden näkökulmaa selvitettiin haastattelemalla seuraavia henkilöitä yksitän aikavälillä 16.2.–26.3.2018:

- Mikko Hörkkö, if, aluepäällikkö, autovahinkotarkastus
- Tapani Alaviiri, LähiTapiola, johtaja, moottoriajoneuvovakuuttaminen
- Tommi Lehmusvirta, Suomen Vahinkovakuutus, tarkastuspäällikkö
- Jukka Helokupu, Fennia, asiantuntija
- Jari Mäkelä, OP, tekninen asiantuntija, vahinkovakuutus.

Vakuutusyhtiöiltä selvitettiin miten aktiiviset turvalaitteet näkyvät vakuutusyhtiöiden toiminnassa ja hinnoittelussa. Haastatteluissa selvitettiin myös, miten vakuutusyhtiöt

kokevat aktiivisten turvalaitteiden vaikuttavan liikenneturvallisuuteen ja sen tulevaisuuteen.

4.1.1 Aktiiviset turvalaitteet ja vakuutusyhtiöt

Aktiiviset turvalaitteet näkyvät vakuutusyhtiöiden toiminnassa pääasiassa kasvaneiden korjauskustannusten kautta. Esimerkiksi tuulilaseissa olevien kamerajärjestelmien yleistymisen on nostanut tuulilasin vaihdon hintaa, koska kamerat pitää irrottaa, kiinnittää ja kalibroida. Saman autoluokan sisällä tuulilasi saattoi ennen maksaa 200 €, mutta viimeisimpään malliin uusi tuulilasi vaihtoineen saattaa maksaa 500 €. Koska autoissa on eritasoisia varustuksia, on esimerkiksi tuulilaseja monia erilaisia. On olemassa erilaisia kamerajärjestelmiä, tummennettuja yläreunoja, lämmitettyjä, lämpöä eristäviä ja äänieristettyjä malleja ja kaikkien näiden eri yhdistelmiä. Tämä tarkoittaa sitä, että yhteen automalliin saattaa olla esimerkiksi 20 eri tuulilasia. Kaikki tämä nostaa tuulilasien hintoja, kun yhden tuulilasiversion kehityksen ja tuotannon sijaan pitääkin kehittää ja tuottaa 20 erilaista.

Vakuutusyhtiöiden edustajat olivat melko yksimielisiä siitä, että turvalaiteteknologian kehityksellä ja yleistymisellä on ollut merkittävä vaikutus niin ”parkkipaikkavahinkojen” kuin myös kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrien laskuun. Erityisesti autojen pysäköintiavustimet ja AEB-järjestelmät ovat vaikuttaneet onnettomuusmäärien vähenemiseen. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien trendi oli pitkään kasvava, mutta on nyt laskussa. Eräät vakuutusyhtiöiden edustajat kuitenkin eivät kokeneet, että järjestelmillä olisi ollut merkittävää vaikutusta vahinkomääriin. Tämä johtuu siitä, että autot kasvavat jatkuvasti, mutta parkkipaikat ja -ruudut eivät kasva niiden mukana ja sitä myötä onnettomuuksia sattuu.

Vakuutuslalla on myös ollut muutosta siinä, että vakuutukset kattavat nykyään usein asioita, jotka olisivat ennen jääneet korvausten ulkopuolelle. Samoilla asiakasmäärillä vahinkoprofiili on muuttunut ja vakuutuksia käytetään nykyään enemmän.

4.1.2 Vakuutushinnoittelu ja korjauskustannukset

Vakuutushinnoittelu tapahtuu teoriassa niin, että liikennevakuutuskeskus kerää tietoa onnettomuuksista ja kasaa niiden pohjalta riskianalyyttiedoston, joka sisältää riskiana-

lyysit eri automallien, postinumeroiden ja ikäluokkien osalta. Vakuutusyhtiöt saavat nämä tiedot käyttöönsä ja sen pohjalta hyödyntävät omien tarpeidensa mukaan.

Uusien automallien hinnoittelu on erittäin haasteellista, koska uusilla automalleilla ei ole vahinkotilastoja. Vastaavanlaisia tilanteita voi esiintyä esimerkiksi tuontiautojen kanssa, kun ei ole saatavilla tarkkoja riskitietoja. Tällöin on mahdollista hyödyntää kaikkea mahdollista dataa kuten esimerkiksi NCAP-tuloksia, omia tilastojaan tai merkki-, teho- ja kokoluokkakokohtaisia onnettomuustilastoja. Kaikki vakuutusyhtiöt eivät käytä esimerkiksi Euro NCAP -tuloksia hinnoittelussaan, koska automallien välinen ero on melko marginaalista ja lähes poikkeuksetta uudet autot saavat täydet viisi tähteä. Euro NCAP ei anna tietoa esimerkiksi korjauskuluista tai riskiluokista, mutta sen pisteytyksistä saa suuntaa-antavaa erottelevaa tietoa mahdollisen onnettomuuden seurauksista auton matkustajille tai jalankulkijoille. Muutamasta vakuutusyhtiöstä kuitenkin kerrottiin uusien automallien vakuutushinnoittelussa olevan havaittavissa enemmän jälkiseurantaa kuin ennakoitua.

Vakuutushinnoittelussa on kolme merkittävää tekijää. Ensimmäisenä niistä on auton vaurioituvuus. Käytännössä tällä tarkoitetaan sitä, että helpommin vaurioituvassa autossa on turvatekniikka, kuten tutkat, aivan korissa kiinni, esimerkiksi puskurin takana, tai hyvin esillä aivan korin ulkopinnassa. Toinen merkitsevä tekijä on auton korjattavuus, johon vaikuttavat rakenteet ja materiaalit. Tämä tulee esille erityisesti koritekniikassa. Lähtökohtaisesti nykyautot ovat erittäin monimutkaisia ja pienetkin onnettomuudet saattavat näyttää erittäin vakavilta. Toisaalta taas välillä voi tulla isojakin laskuja, vaikka autoon ei jäisi melkein mitään jälkeä. Kolmas ja ehkä merkittävin tekijä on markkinahinta. Kilpailu alalla on tällä hetkellä erittäin kovaa ja turvalaitteiden vaikutus meinoihin on niin marginaalista, ettei niitä ole tarpeellista huomioida kovinkaan paljoa.

Esimerkitapaus: Auton keulaan rekisterikilven viereen tulee pieni osuma. Etupuskuri on muovia ja joustaa paljon, jonka takia puskuri painuu hieman sisään, mutta palautuu silminnähden ennalleen. Puskurin taakse on liimattu keulatutkan kiinnike, jossa tutka-anturi on paikallaan. Puskurin jouston takia kiinnikkeen liimaus pettää ja tutka kiinnikkeeseen irtoaa puskurista. Tämän jälkeen tutka-anturi roikkuu johtojensa varassa puskurin takana. päätyy puskurin jouston takia irtoamaan ja tällöin pysäköintitutka tippuu puskurin taakse. Varsinainen pysäköintitutka säilyy vaurioitumattomana, mutta sen kiinnike pitää uusia. Kiinnikkeen hinta on noin 10 €, mutta jotta kiinnikkeen pystyy uusimaan, pitää etupuskuri irrottaa. Etupuskurin irrotus ja kiinnitys vaati tässä tapaukses-

sa etu- ja taka-akselistojen mittauksen, kuljettajaa avustavien järjestelmien kalibroinnin, ympäristökameran irrotuksen ja kiinnityksen säätöineen ja tutkatunnistimien irrotukset ja kiinnityksen säätöineen. Loppusummaa pelkästään tälle kokonaisuudelle tulee n. 1000 €. Tämän lisäksi loppusummaan lisätään vielä maskin uusinta. Loppusummaksi tulee n. 1800 €. Maskin vaurio on niin pieni, että se olisi jäänyt huomaamatta, ellei tutka lakkaisi toimimasta normaalisti. Tässä suurin osa työstä tulee järjestelmien kalibroinnista ja kameroiden ja/tai tutkien säätämisestä.

Uudelle autolle esimerkkitapauksen kaltainen korjaus on ymmärrettävää, mutta vanhemmassa autossa, kun pienikin vaurio voi maksaa paljon nimenomaan järjestelmien määrän ja monimutkaisuuden takia, nousevat korjauskustannukset kohtuuttoman suuriksi. Tämä johtaa siihen, että autojen lunastusrajat tulevat nousemaan ja siten myös lunastusten määrät tulevat lisääntymään. Lunastusrajalle on kaskovakuutuksen eidoissa määritetyt korjauskustannukset, joiden ylittyessä on vakuutusyhtiöllä oikeus lunastaa ajoneuvo sen käyvästä arvosta. Kaikilla vakuutusyhtiöillä on omat ehtonsa ja siten myös lunastusrajansa ja mikäli korjauskustannukset eivät ylitä lunastusrajaa, yleensä ajoneuvo korjataan. [Vahingon arvioimis- ja korvaussäännökset.]

4.1.3 Vakuutusyhtiöiden tiedot autojen järjestelmistä

Vakuutusyhtiöt saavat ajoneuvotiedot Trafín tietokannasta, joka ei erottele ajoneuvojen turvavarusteita. Täten vakuutusyhtiöiden on lähes mahdotonta hinnoitella autojen vakuutuksia niiden varusteiden mukaan antamalla esimerkiksi alennusta, jos autossa on AEB-järjestelmä. Vielä vaikeammaksi asian tekevät autojen lisävarusteet, koska silloin mennään autoissakin yksilötasolle. Jos autojen mahdolliset varusteyhdistelmät olisivat yksinkertaisempia ja autojen turvavarusteiden tiedot kulkisivat auton valmistenumeron mukana, olisi vakuutusyhtiöiden mahdollista kannustaa kuluttajia ostamaan turvalaitteellisia autoja esimerkiksi alhaisempien vakuutushintojen kautta. Esimerkiksi Yhdistyneessä Kuningaskunnassa autot on jaettu vakuutusluokkiin ja erilaisilla turvajärjestelmillä varustettujen autojen luokitusta lasketaan halvempiin luokkiin turvalaitteen ja automallin mukaan.

Vakuutusyhtiöiltä vaaditaan paljon aiempaa enemmän korvauskäsittelyssä, kun pitäisi ymmärtää, mitkä järjestelmät ja niiden osat vaativat kukin minkälaisia toimenpiteitä. Esimerkiksi järjestelmien topologiaa ei ymmärretä tai mitä tarkoittaa mikäkin vaurio

missäkin tilanteessa. Näissä kysymyksissä vakuutusyhtiöt saavat tarvittaessa apua yhteistyökumppaneiltaan.

4.1.4 Korvausten jako

Onnettomuustilanteissa liikennevakuutuslaki on ensisijainen vahingonkorvauslaki. Syyttömän osapuolen vauriot korvataan ja mahdollisia vahingonkorvausvelvollisuuksia selvitetään tarpeen mukaan. Ajoneuvon puutteellisesta kunnosta on sanottu esim. liikennevakuutuslain 33 ja 51 §:ssä seuraavasti:

33 § Kun ajoneuvon aiheuttama vahinko on kohdistunut toiseen ajoneuvoon, kiskoilla kulkevaan raideliikenneajoneuvoon tai tällaisessa ajoneuvossa olevaan henkilöön tai omaisuuteen, vahinkoa ei korvata ensiksi mainitun ajoneuvon vakuutuksesta, jollei vahinko ole aiheutunut ajoneuvon puutteellisesta kunnosta. [Liikennevakuutuslaki 2016].

51 § Jos kaksi tai useampi vakuutusyhtiö on vastuussa samasta liikennevahingosta, vakuutusyhtiöt vastaavat korvauksesta yhteisvastuullisesti sen mukaan kuin ilmenneeseen tuottamukseen ja muihin vahingon aiheuttaneisiin seikkoihin katsoen on kohtuullista. Jos vahinko on kuitenkin johtunut yksinomaan tietyn ajoneuvon puutteellisyydestä, virheellisestä kuormauksesta tai sen puolella olevasta tuottamuksesta, korvauksesta vastaa tälle ajoneuvolle vakuutuksen antanut vakuutusyhtiö. [Liikennevakuutuslaki 2016].

Tutkimenetelmät ovat hyviä ja mahdollisuudet tutkimiseen ovat hyvät esimerkiksi auton lokitiedoista. Mikäli asiakas kertoo vakuutusyhtiölle, ettei auto ole toiminut normaalisti ja auto on esimerkiksi käynyt huollossa tai korjauksessa lähiaikoina ennen onnettomuutta ja syy-seuraussuhde on riittävän selkeä, voi vakuutusyhtiö alkaa selvittämään, onko auto luovutettu korjaamolta puutteellisena. Vakuutusyhtiöt vaativat kuitenkin erittäin vahvan näytön siitä, että lähtevät tutkimaan asiaa ja vaatimaan korvauksia korjaamoilta tai valmistajalta.

Vakuutusyhtiöiden toimesta onnettomuuksien tutkinta järjestelmätasolla onkin erittäin harvinaista,

ja järjestelmien toimintaa tutkitaan oikeastaan vain kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tutkii Onnettomuustutkintalautakunta, mutta se ei luovuta autosta saatuja tietoja vakuutusyhtiöiden käyttöön.

Lähtökohtana kaikilla haastatelluilla vakuutusyhtiöillä on vakuutusturvan kunnioittaminen. Tämä tarkoittaa sitä, että auto palautetaan vähintään onnettomuutta edeltäneeseen kuntoon mahdollisimman pian riippumatta siitä, kuka korjauksen lopulta maksaa.

4.1.5 Vakuutusyhtiöt ja korikorjaamot

Kysymys vakuutusyhtiöiden ja korikorjaamoiden välisestä keskustelusta hintojen ja tarvittavien työvaiheiden suhteen jakoi mielipiteitä ehkä eniten. Osa vastasi ystävällisesti, että korjaamoiden tuntityö hinnasta ja varaosahinnoista on jatkuvat keskustelut käynnissä. Osa taas vastasi, että ei ole ikinä ollut minkäänlaista epäselvyyttä tai erityisempää keskustelua näistä asioista. Kunhan hinnat Cabas-järjestelmässä ovat kohdallaan, niin asia on sillä selvä. Cabas-järjestelmä on korjaamoiden ja vakuutusyhtiöiden välinen korjauskustannusten laskentajärjestelmä, jonka hintojen ajantasaisuudesta vastaa automerkkien maahantuojat.

4.1.6 Tarvike- ja purkuosat

Useammassakin haastattelussa nousi esiin mielenkiinto purkuosien käytölle. Monet monimerkkikorjaamot houkuttelevat kuluttajia edullisilla varaosahinnoillaan. Usein tällöin halpa hinta johtuu kuitenkin tarvikeosien käytöstä. Tarvikeosat eivät ole yleensä laadultaan alkuperäisosien tasolla ja voivatkin johtaa esimerkiksi airbagien tarpeettoman laukeamisen onnettomuuksissa. Eräs vakuutusyhtiön edustaja kertoi tapauksesta, jossa tarvikeosilla korjatun auton airbag oli räjähtänyt, vaikka törmäysvoimat olivat pieniä. Vastaavanlaisessa onnettomuudessa alkuperäisosista koostunut järjestelmä ei olisi räjäyttänyt airbagia. Tarvikeosien istuvuus esimerkiksi koriosissa ei ole välttämättä kovinkaan hyvä.

Jos autojen lunastusmäärät tulevaisuudessa nousevat, niin lunastettavista autoista olisi mahdollista saada paljon hyväkuntoisia ja jopa lähes virheettömiä osia muiden autojen vauriokorjaukseen. Tämänkaltaiset purkuosat olisivat mahdollisesti jopa halvempia kuin uudet tarvikeosat ja vastaisivat laadultaan ja istuvuudeltaan alkuperäisosa. Suomessa usein lähtökohtaisesti osat uusitaan uusilla alkuperäisosilla. Ruotsissa purkuosamarkkinat ovat huomattavat, ja siellä purkuosien käyttö onkin yleinen käytäntö. Purkuosamarkkinoiden kasvaessa ja niiden käytön yleistyessä, saataisiin korjauskustannuksia pienennettyä ja täten laskettua vakuutushintoja.

4.1.7 Vaikutukset onnettomuusmääriin

Aktiivisten turvalaitteiden vaikutuksesta onnettomuusmääriin ei ole tarkkaa tilastotietoa. Järjestelmät toimivat tai eivät, eivätkä ne lähetä tietoa mahdollisesti vältetyistä onnettomuuksista minnekään. Tämä johtaa siihen, että vakuutusyhtiöiden käsitys vältetyistä onnettomuuksista perustuu pitkälti arvailuun. Eräs vakuutusyhtiö teki tutkimuksen erälle automerkille, ja sen tuloksena arvioitiin merkin AEB-järjestelmän vähentävän peräänajon riskiä noin 25 %.

4.1.8 Korikorjaamolaatuluokitus

Yleinen näkemys vakuutusyhtiöillä korikorjaamolaatuluokituksesta on, että se on tekevässä uutta tuloa. Korikorjaamolaatuluokitus auttaa vakuutusyhtiöitä esimerkiksi tilanteissa, joissa onnettomuus sattuu paikkakunnalla, jolla vakuutusyhtiöllä ei ole paikallista edustusta tai paikallistuntemusta. Tällöin vakuutusyhtiö voi katsoa korjauksen vaatimalle tasolle sopivan lähimmän korjaamon ja ohjata asiakkaan sinne. Korikorjaamolaatuluokituksella kerrottiin myös olevan vaikutusta yhteistyökumppaneiden valinnassa, mutta usein ei kuitenkaan ole edellytys yhteistyökumppanuuteen. Asiakkaan ilmoittaessa vahingosta vakuutusyhtiöön, ei vahinkomäärittelyä ole vielä tehty. Tämän takia korvauskäsittelijän on erittäin haasteellista niillä tiedoilla ohjata asiakas oikeaan tasoiseen korikorjaamoon, koska ei tiedetä minkä tasoisesta korjauksesta on kyse. Tämä johtaa siihen, että yhteistyökumppaneiksi usein valitaan yrityksiä, jotka pystyvät tekemään korjauksia vaativuudeltaan laidasta laitaan.

Muutamassa haastattelussa nostettiin esiin korikorjaamolaatuluokituksen positiivisena puolena se, että prosessin yhteydessä korjaamot joutuvat miettimään sisäisesti prosessinsa läpi, joka taas osaltaan johtaa korjaamon toiminnan ja työn laadun paranemiseen. Haastatteluissa kuitenkin esitettiin näkemys, että korikorjaamoiden tulisi markkinoida itseään enemmän laatuluokituksellaan ja vakuutusyhtiöidenkin olisi hyvä nostaa sitä enemmän esiin, koska jos laatuluokituksella ei ole asiakkaan näkökulmasta merkitystä tai se ei saa näkyvyyttä, niin intressit luokituksen hankinnalle eivät ole merkittävät.

4.2 Korikorjaamon näkökulma

Korikorjaamoiden näkökulmaa tarkasteltiin haastatteleamalla seuraavia henkilöitä yksitän aikavälillä 13.2.–22.2.2018:

- Autoklinikka, Tapio Ikävalko, korjaustyön laadunvalvonta
- VV-Auto Helsinki, Jouni Myller, korikorjaamopäällikkö
- Bilia, Pasi Hartikainen, korikorjaamon huoltopäällikkö ja Ville Taipale, korikorjaamon työnjohtaja.

Korikorjaamoiden haastatteluissa selvitettiin aktiivisilla turvalaitteilla varustettujen henkilöautojen vauriokorjauksessa esiintyviä ongelmia ja korjaamoiden valmiutta työskennellä näiden järjestelmien kanssa. Lisäksi tutkittiin korjaamoiden ja vakuutusyhtiöiden välisiä suhteita ja korjaamoiden mielipidettä korikorjaamolaatuluokitukseen.

Korikorjaamoiden työ on vielä pääasiassa perinteistä korityötä, mutta järjestelmiä tulee jatkuvasti lisää ja se vaatii paljon koulutusta ja tietotaitoa, jota on päivitettävä jatkuvasti. Korjaamoiden on erityisen tärkeää pitää mekaanikkojen koulutukset ajan tasalla, koska järjestelmät muuttuvat ja kehittyvät huimaa tahtia. Autojen aktiivisten turvalaitteiden vauriot kohdistuvat yleensä erilaisiin tutkiin ja erityisesti niiden jalkoihin eli varsinaisten tutkaelementtien kiinnikkeisiin. Aktiivisten turvajärjestelmien tutkat ovat vikaherkkiä johtuen ihan jo Suomen olosuhteista. Tutkat ja/tai niiden liittimet ja/tai johtosarjat saavat kosteutta ja siten vioittuvat. Yleensä liittimet saavat sen verran kosteutta ja tiesuola, että käytännössä aina, kun liitin avataan, pitäisi se uusia kokonaan.

4.2.1 Järjestelmät ja niiden kalibroinnit

Monimerkkikorjaamoilla on haasteita järjestelmien kalibroitien kanssa. Eri merkkien välillä on paljon eroja siinä, miten vastaavat järjestelmät pitäisi kalibroida, ja kun on monia eri järjestelmiä, niin tietotaitoa on erittäin vaikea saada, jotta useiden eri merkkien järjestelmät saataisiin toimimaan tarkoitetulla tavalla. Autonvalmistajat ovat velvoitettuja jakamaan korjausohjeet automalleihinsa, mutta ne saavat periä niistä halua mansa summan. On olemassa järjestelmiä, joihin ikään kuin kerätään eri merkkien korjausohjeita, ja näitä järjestelmiä monimerkkikorjaamot voivat sitten ostaa. Monimerkkijärjestelmät ovat ongelmallisia siitä, että niiden ajantasaisuudesta ei ole aina varmuutta. Järjestelmissä voi hyvinkin olla vanhentunutta tai virheellistä tietoa, ja tämä johtaa monimerkkikorjaamot epämieluisaan tilanteeseen, koska korjaamo on kuitenkin vastuussa tekemistään korjauksista.

Monimerkkijärjestelmät antavat monimerkkikorjaamoille periaatteessa mahdollisuuden saada käsiinsä tiedot, joilla järjestelmien kalibroinnit saadaan onnistumaan ja järjestelmät toimimaan tarkoitetulla tavalla. Yleensä näin ei ilmeisesti kuitenkaan tapahdu, kos-

ka turvalaitteita on niin paljon erilaisia, että tulee halvemmaksi ja helpommaksi viedä autot merkkiliikkeisiin kalibroitavaksi. Kalibrointien ulkoistaminen merkkikorjaamoille saattaa lisätä korjausaikoihin pituuteen ylimääräisen päivän. Joidenkin haastateltujen mukaan monimerkkikorjaamoiden on jopa melko mahdotonta korjata ja kalibroida uusia autoja ja niiden turvalaitteita johtuen turvalaitteiden laajasta kirjosta ja niiden korjaustoimenpiteiden eroavaisuuksista.

Kalibroinnit ovat joskus ongelmallisia myös merkkikorjaamoille. Joidenkin järjestelmien kalibrointi vaatii tietynlaisen ajosuoritteen tekemisen, mikä ei välttämättä ole mahdollista Suomen talvessa. Korjaamoilla oli myös tiedossa tapauksia eri korjaamoilta, joissa kalibrointeja on jätetty tekemättä, koska auton oma diagnostiikka pystyy diagnosoimaan järjestelmän tilan monimerkkikorjaamon käyttämää diagnostiikkalaitetta paremmin. Järjestelmiä hyvin tuntevia mekaanikkoja löytyy melko vaihtelevasti. Yleensä merkkikorjaamolta löytyy noin kaksi mekaanikkoa, jotka osaavat tehdä haasteellisempia kalibrointeja. Merkkikorjaamoilla suurin osa mekaanikoista tuntee järjestelmiä riittäväällä tasolla ja periaatteessa kaikki osaavat tehdä yksinkertaisempia kalibrointeja. Monimerkkikorjaamoilla syvällisempi merkkikohtainen tuntemus on haasteellista toteuttaa, ja siksikin monimerkkikorjaamoille tulee helpommaksi ulkoistaa merkkiliikkeille joitakin töitä.

Korjaamot kertoivat ylivoimaisesti suurimman osan asiakkaistaan tulevan vakuutusyhtiöiden ohjaamina. Tietystä lähteestä todettiin vakuutusyhtiöiden usein ohjaavan halvimmalle mahdolliselle korjaamolle. Tämä johtaa siihen, että monimerkkiliikkeessä autoa on korjattu puutteellisesti ja sitten merkkikorjaamoille tuodaan autoja tutkittavaksi, kun järjestelmät eivät toimi oikealla tavalla. Tämänkaltaisissa tapauksissa asiakas saattaa itse joutua maksamaan vianhaun ja korjauksen, koska syy-seuraussuhde tehdyn korjauksen ja ilmenneen vian välillä ei ole ilmeinen.

4.2.2 Korikorjaamot ja vakuutusyhtiöt

Kuten vakuutusyhtiöiden haastatteluissakin, vastaukset korjaamoiden ja vakuutusyhtiöiden väliseen keskusteluun hintojen ja osien hinnoista olivat erittäin vaihtelevia. Toiset sanoivat, että vakuutusyhtiöille joudutaan perustelemaan erittäin tarkasti miksi auton korjauskustannukset voivat nousta pieneltä näyttävissä korjauksissa korkeiksi. Toiset taas kertoivat, ettei vakuutusyhtiöiden kanssa ole ollut mitään ongelmia ja vakuutusyhtiöiden ymmärtävän hyvin sekä kalibrointien tarpeen että komponenttien ja töiden kus-

tannukset. Usein merkkikorjaamolla saattaa olla korkeammat tuntiveloitukset työn osuudesta kuin monimerkkikorjaamolla, mutta merkkikorjaamolla on tietotaitoa omaan merkkiinsä liittyvissä töissä, mikä johtaa nopeammin toivottuun lopputulokseen ja siten mahdollisesti alhaisempiin loppukustannuksiin.

Haastateltujen kommentit laskutuslupajärjestelmästä Cabasista olivat pääasiassa korirakenteiden korjaamiseen liittyviä. Korjaamoilla ja vakuutusyhtiöillä voi olla eriviä mielipiteitä Cabasin ohjeajoista ja hinnoista. Vakuutusyhtiö saattaa Cabasin hintojen perusteella maksaa korjaamolle jostakin työstä 0,7 tunnin verran, kun todellisuudessa käytetty aika on n. 1,2 tuntia. Koska mekaanikkojen palkka maksetaan käytetyn ajan perusteella, Cabasin ohjeaikojen mukaan maksetulla palkalla on mahdollisesti negatiivinen vaikutus peltiseppien motivaatioon. Myös Cabasin hinnoittelu maalausten hintojen suhteen oli epälooginen, kun esimerkiksi uuden osan maalauksen hinta laski 40 % ja vanhan osan maalauksen hinta laski vain 1,5 %. Autojen koripeltien paksuus on puoliintunut kymmenessä vuodessa, ja tämän takia pelti on nykyään paljon vaikeammin työstettävää. Eräs mielenkiintoinen huomio nostettiin esiin siitä, että korjauksen hinnasta saattaa olla tiukkaakin keskustelua vakuutusyhtiön kanssa, mutta korjauksen ajaksi asiakkaalle annettavavasta sijaisautosta ja sen hinnasta ei käydä keskustelua.

4.2.3 Korikorjaamolaatuluokitus korjaamoiden näkökulmasta

Korikorjaamolaatuluokitus nähtiin yleisesti hyvänä ajatuksena varsinkin, kun merkki-kohtainen osaaminen nykyään huomioidaan. Virallisesti kaikki tukevat korikorjaamolaatuluokitusta, mutta sen ei nähdä antavan juurikaan lisäarvoa nykytilassaan. Jotkin korjaamot suorittavat omia auditointejaan, jotka johtavat sisäisten prosessien läpikäyntiin ja laadun parantumiseen, täysin irrallisena korikorjaamolaatuluokituksesta.

4.3 Asiakkaan näkökulma

Asiakasnäkökulman tarkastelua varten suoritettiin kysely, jolla pyrittiin saavuttamaan ymmärrys autoilijoiden aktiivisiin turvalaitteisiin liittyvistä kokemuksista ja käsityksistä. Kysely lähetettiin Autoliiton uutiskirjeen yhteydessä 4.4.2018, ja siihen vastasi 107 ihmistä 13.4.2018 mennessä. Autoliiton uutiskirjeen vastaanottajat eivät kaikki ole Autoliiton jäseniä. Kysely toteutettiin SurveyMonkey-verkkokyselypalvelua käyttäen. Kyselyn tulokset on esitetty järjestyksessä ja analysoitu kysymys kerrallaan.

Onko autossasi kuljettajaa avustavia järjestelmiä (esim. adaptiivinen vakionopeudensäädin, kaistavahti tms.) ?

Vastattu: 106 Ohitettu: 1



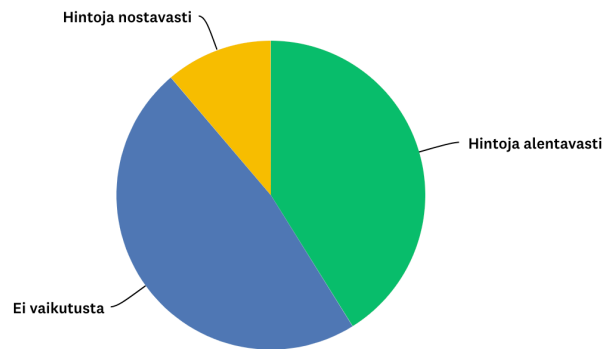
VASTAUSVAIHTOEHDOT	VASTAUKSET	
▼ Kyllä	53,77%	57
▼ Ei	43,40%	46
▼ En osaa sanoa	2,83%	3
YHTEENSÄ		106

Kuva 12. Kyselyn tulokset, kysymys 1. Onko autossasi kuljettajaa avustavia järjestelmiä (esim. adaptiivinen vakionopeudensäädin, kaistavahti tms.)?

Suurin osa (54 %) kyselyyn vastanneista kertoi autossaan olevan kuljettajaa avustavia järjestelmiä. Tästä on mahdollista päätellä, että kyselyyn vastanneiden autot ovat keskimäärin Suomen keskivertoautoa uudempia. Vuonna 2017 Suomessa henkilöautojen keski-ikä oli 12 vuotta [Autokannan keski-ikä kehitys 2018]. Aktiiviset turvalaitteet ovat yleistyneet vasta viimeisen 15 vuoden aikana. 43 % vastasi, ettei heidän autossaan ole kuljettajaa avustavia järjestelmiä. ”En osaa sanoa” -vaihtoehdon keräämä kolme prosenttia oli mielestäni yllättävän pieni, koska oletin ihmisillä olevan enemmän epäselvää, mitä järjestelmiä heidän autoissaan on. On mahdollista, että kysymykseen on vastattu melko varmasti ei, mutta on unohdettu jonkin järjestelmän olemassaolo tai sitten esim. ACC-järjestelmää on ajateltu mukavuusvarusteena enemmän kuin turvajärjestelmänä.

Miten oletat auton turvalaitteiden vaikuttavan sen vakuutushintoihin?

Vastattu: 107 Ohitettu: 0



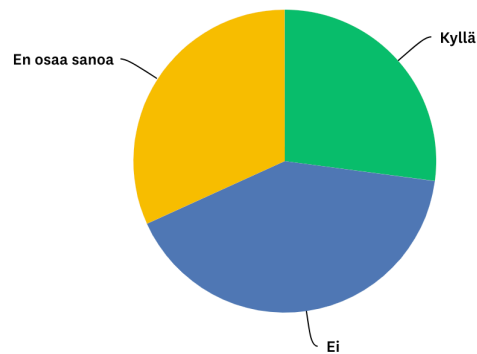
VASTAUSVAIHTOEHDOT	VASTAUKSET
▼ Hintoja alentavasti	41,12% 44
▼ Ei vaikutusta	47,66% 51
▼ Hintoja nostavasti	11,21% 12
YHTEENSÄ	107

Kuva 13. Kyselyn tulokset, kysymys 2. Miten oletat auton turvalaitteiden vaikuttavan sen vakuutushintoihin?

Tämä kysymys kuvastaa mielestäni hyvin kuluttajan näkemystä turvalaitteiden vaikutukseen auton vakuutushintoihin. 48 % vastanneista ei oleta auton turvalaitteilla olevan vaikutusta ollenkaan, ja 41 % uskoo niillä olevan alentava vaikutus. Vain 11 % uskoi turvalaitteiden vaikuttavan hintoja nostavasti. Teoriassa turvalaitteet nostavat vakuutushintoja, koska korjauskustannukset kasvavat eikä niiden ansiosta vältettyjen onnettomuuksien määriä tutkita ja huomioida. Mikäli vältettyjä onnettomuuksia tutkittaisiin ja huomioitaisiin, olisi turvalaitteilla melko varmasti hintoja alentava vaikutus. Tällä hetkellä vakuutuslalla markkinahinta on niin merkittävässä asemassa, että turvalaitteiden vaikutus hinnoitteluun on melko marginaalinen. Tämä ehkä antaa myös suuntaa kuluttajien näkemyksestä siihen, mikä heidän mielestään turvalaitteiden vaikutus pitäisi olla vakuutushintoihin.

Ovatko ajamasi auton kuljettajaa avustavat järjestelmät estäneet onnettomuuden syntymisen?

Vastattu: 107 Ohitettu: 0



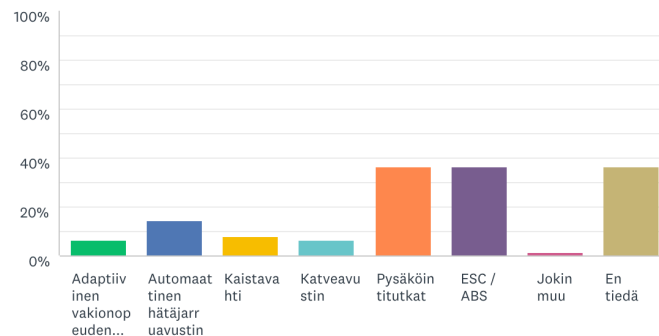
VASTAUSVAIHTOEHDOT	VASTAUKSET	
▼ Kyllä	27,10%	29
▼ Ei	41,12%	44
▼ En osaa sanoa	31,78%	34
YHTEENSÄ		107

Kuva 14. Kyselyn tulokset, kysymys 3. Ovatko ajamasi auton kuljettajaa avustavat järjestelmät estäneet onnettomuuden syntymisen?

Vain 27 % vastanneista kertoi ajamansa auton avustavien järjestelmien estäneen onnettomuuden syntymisen. Koen tässä näkyvän sukupolvieron siten, että hieman vanhemmat ihmiset, joille esimerkiksi ABS ja ESC eivät ole itsestäänselvyksiä, pitävät niitä kuljettajaa avustavina järjestelminä. Rajanveto voi olla erittäin haasteellinen, ja ehkä senkin takia melkein joka kolmas vastanneista on vastannut ”En osaa sanoa”. 41 % vastaajista ei ole ajanut autolla siten, että kuljettajaa avustavat järjestelmät olisivat estäneet onnettomuuden. Tässä taas uskon näkyvän ihmisten erilaiset käsitykset kuljettajaa avustavien järjestelmien tarkoituksesta. Monet kokevat esimerkiksi ACC:n olevan enemmänkin mukavuusvaruste kuin turvajärjestelmä. Tällöin onkin haasteellista erottaa, milloin järjestelmä on estänyt onnettomuuden syntymisen.

Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, mikä/mitkä järjestelmät olivat kyseessä?

Vastattu: 63 Ohitettu: 44



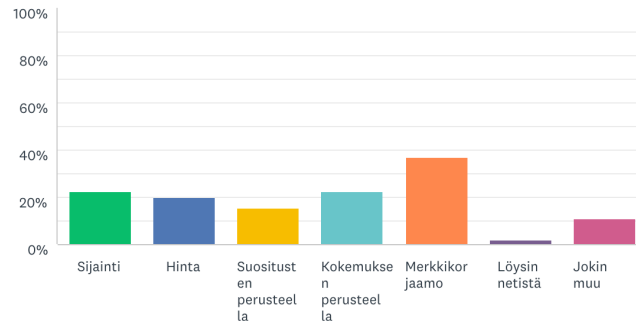
VASTAUSVAIHTOEHDOT	VASTAUKSET
Adaptiivinen vakionopeudensäädin	6,35% 4
Automaattinen hätäjarruvastin	14,29% 9
Kaistavahti	7,94% 5
Katveavustin	6,35% 4
Pysäköintititkat	36,51% 23
ESC / ABS	36,51% 23
Jokin muu	1,59% 1
En tiedä	36,51% 23
Vastajat yhteensä: 63	

Kuva 15. Kyselyn tulokset, kysymys 4. Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, mikä/mitkä järjestelmät olivat kyseessä?

Vastausten määrästä nähdään, että joidenkin vastanneiden osalta onnettomuus on vältetty useamman kuin yhden järjestelmän toiminnan ansiosta (yhteensä 146,06 % eli esimerkiksi melkein joka toinen valitsi kaksi vaihtoehtoa). ”En tiedä” keräsi 37 % vastauksista. Monet saattavat huomata, että auto jarrutti itseksensä tai jostain kuului ”piip”, mutta varsinaista erottelua siitä, mikä järjestelmä oli vastuussa, on erittäin vaikea tehdä. ESC/ABS-vastausvaihtoehdon laadin nimenomaan sukupolvieroja silmällä pitäen. Eniten ääniä saivat pysäköintititkat (37 %) ja ESC / ABS (37 %). Kuljettajaa avustavat järjestelmät, kuten adaptiivinen vakionopeudensäädin, kaistavahti ja katveavustin, ovat tässä haasteellisia, koska ne saattavat osittain myös passivoida kuljettajaa. Mielenkiintoista olisi tietää, olisiko kuljettaja pystynyt itse välttämään onnettomuuden ilman järjestelmän toimintaa.

Jos olet joskus maksanut itse auton vauriokorjauksen, miten valitsit korikorjaamon?

Vastattu: 89 Ohitettu: 18



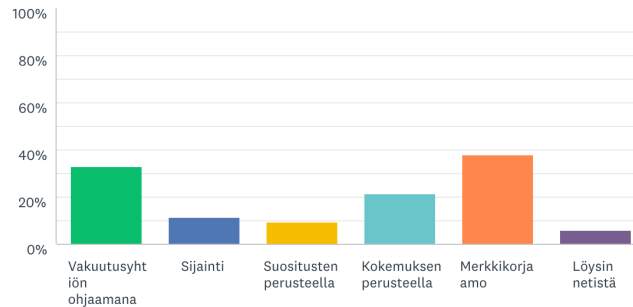
VASTAUSVAIHTOEHDOT	VASTAUKSET
▼ Sijainti	22,47% 20
▼ Hinta	20,22% 18
▼ Suositusten perusteella	15,73% 14
▼ Kokemuksen perusteella	22,47% 20
▼ Merkkikorjaamo	37,08% 33
▼ Löysin netistä	2,25% 2
▼ Jokin muu	11,24% 10
Vastaajat yhteensä: 89	

Kuva 16. Kyselyn tulokset, kysymys 5. Jos olet joskus maksanut itse auton vauriokorjauksen, miten valitsit korikorjaamon?

Mielestäni yllättävää tämän kysymyksen vastauksissa on kuinka ihmiset kuitenkin pääasiassa (37 %) valitsevat merkkikorjaamon. Korjauksen hinta on vasta neljänneksi merkittävin kriteeri (20 %). Kokemus ja sijainti olivat yhtä merkittäviä kriteereitä (22 %) ja jakoivat toisen sijan. Uskoisin, että ”löysin netistä” -kohta on valittu esimerkiksi tilanteissa, joissa vaurio on sattunut tuntemattomalla paikkakunnalla ja netistä on löydetty joku korjaamo, jotta auto saadaan ajokuntoon ja matka jatkumaan.

Jos vakuutusyhtiö on maksanut autosi vauriokorjauksen, miten valitsit korikorjaamon?

Vastattu: 97 Ohitettu: 10



VASTAUSVAIHTOEHDOT	VASTAUKSET
Vakuutusyhtiön ohjaamana	32,99% 32
Sijainti	11,34% 11
Suosituksen perusteella	9,28% 9
Kokemuksen perusteella	21,65% 21
Merkkikorjaamo	38,14% 37
Löysin netistä	6,19% 6
Vastaajat yhteensä: 97	

Kuva 17. Kyselyn tulokset, kysymys 6. Jos vakuutusyhtiö on maksanut autosi vauriokorjauksen, miten valitsit korikorjaamon?

Tämän kysymyksen tulosten perusteella vain kolmasosa (33 %) valitsi korikorjaamon vakuutusyhtiön ohjaamana, kun taas jopa 38 % vastanneista valitsi ensisijaisesti merkkikorjaamon. Tämä on mielenkiintoinen tulos siinä mielessä, että korikorjaamoiden haastatteluissa ilmeni asiakkaiden tulevan n. 90 prosenttisesti vakuutusyhtiöiden ohjaamana.

If teetti tutkimuksen helmikuussa 2017, jossa kysyttiin suomalaisten tärkeimpiä kriteereitä auton hankinnassa [If tutki: Hinta on auton ostossa turvallisuutta ratkaisevampi. 2017]. Kyselyyn vastasi yhteensä 1006 täysi-ikäistä suomalaista, ja tulos oli tämä:

- 1. Ostohinta
- 2. Käyttökustannukset
- 3. Turvallisuus
- 4. Koko
- 5. Käyttövoima
- 6. Ympäristöystävällisyys
- 7. Tuttu automerkki.

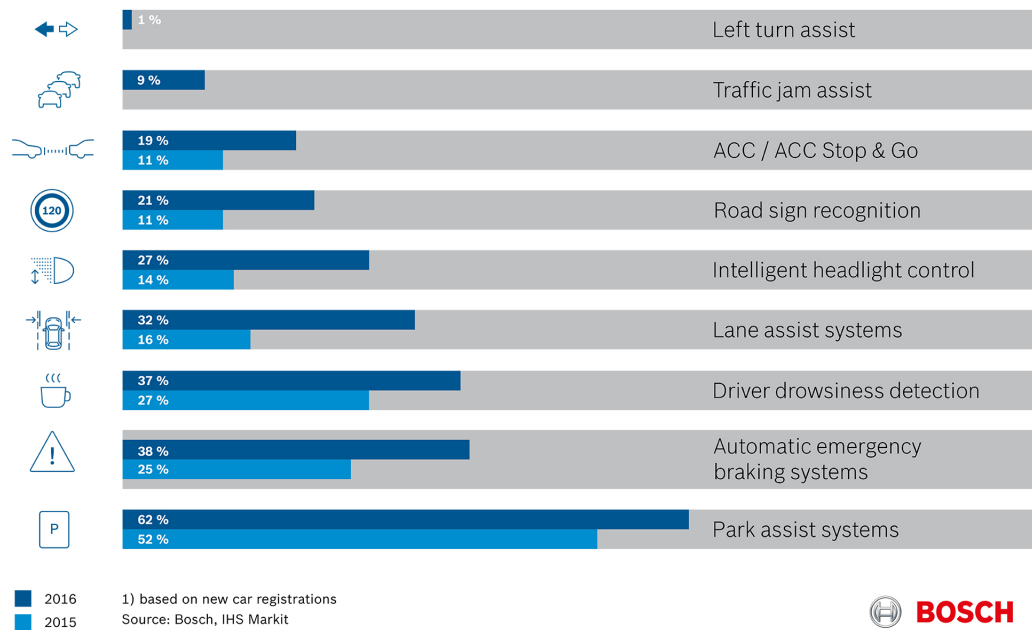
Ihminen ei usein osta autoa, johon hänellä ei ole varaa joko hankintahinnan tai ylläpidon puolesta, eli ne ovat erittäin määräävässä asemassa autoa valittaessa. Ensimmäiseksi kriteeriksi, jolla pystytään määrätyn budjetin sisällä erottelemaan autoja toisistaan, sijoittui turvallisuus. Vasta sen jälkeen sijoittuivat koko, käyttövoima, ympäristöystävällisyys ja tuttu automerkki. Mieleeni nousee päällimmäisenä kysymys: Miten asiakkaat erottavat turvallisen auton vaarallisesta autosta? Tässä mielestäni näkyy esimerkiksi Euro NCAP:n tekemän työn tulos, koska monet ihmiset ymmärtävät, mitä tarkoitetaan ”viiden tähden autolla”.

5 Yhteenveto ja loppupäätelmät

5.1 Aktiivisten turvalaitteiden yleistyminen

Aktiiviset turvalaitteet ja kuljettajaa avustavat järjestelmät ovat viimeisen 20 vuoden aikana yleistyneet huomattavasti. Aktiivisista turvalaitteista ehkä merkittävimmän aseman ovat ottaneet ABS ja ESC, jotka ovat pakollisia varusteita Euroopan unionissa myytävissä uusissa henkilöautoissa (ABS vuodesta 2005 ja ESC vuodesta 2011 alkaen). Kuljettajaa avustavat järjestelmät ovat myöskin yleistyneet. Kuva 18 näyttää, että jo vuonna 2015 yli puolet (52 %) uusista Saksassa rekisteröidyistä autoista on ollut varustettuna jonkintasoisella pysäköintiavustimella.

Driver assistance systems in passenger cars¹⁾ Germany 2016



Kuva 18. Kuljettajaa avustavien järjestelmien määrä Saksan uusien autojen rekisteröintien perusteella vuosina 2015 ja 2016 [Bosch Analysis: driver assistance systems continue their strong advance 2018].

Aktiivisten turvajärjestelmien yleistymisen on auttanut jakamaan tietoisuutta järjestelmien olemassaolosta ja niiden toiminnasta, mutta välillä ADAS-järjestelmistä uutisoidaan virheellisesti autonomisina järjestelminä, jolloin on riski, että kuluttaja saa väärän mielikuvan niistä [Komissio tutkii: Pimittikö Tesla liian pitkään tietoa kuolonkolarista?; DeBord, Matthew 2017]. Autonvalmistajatkin tiedottavat asiakkaitaan siitä, että viime kädessä kuljettaja on aina vastuussa omasta ajoneuvostaan, vaikka siinä olisikin ADAS-järjestelmiä.

Viime aikoina on uutisoitu paljon eritasoisten avustavien järjestelmien käytön aikana vakavista onnettomuuksista. Yhdysvalloissa on tapahtunut useampi Teslan Autopilotin käytön aikana sattunut vakava onnettomuus, esimerkiksi vastaantulevien kaistalle ajautuminen kesäkuussa 2016 tai Arizonassa, kun jalankulkija jäi kuljetuspalvelu Uberin autonomisen Volvon alle maaliskuussa 2018. Uberin Volvo ajoi autonomisesti, ja autossa oli kuljettaja, joka ei kuitenkaan ehtinyt reagoimaan jalankulkijaan. [Golson, Jordan 2016.]

Näiden kaltaiset tapaukset tulevatkin olemaan mielenkiintoisia suunnannäyttäjiä vastuukysymyksissä ja onnettomuustutkinnassa ADAS-järjestelmien ja autonomisten autojen kohdalla. Teslan lausunnossa, joka koski edellä mainittua 2016 sattunutta kuolemaan johtanutta onnettomuutta, sanottiin seuraavasti:

It is important to note that the system is new technology and still in public beta phase before it can be enabled.” [A Tragic Loss 2016]

Monissa Suomessa myytävissä uusissa autoissa on vähintään peruutustutka vakiovarusteena, ja autoihin, joissa se ei ole vakiovaruste, peruutustutkat maksavat lisävarusteena vähemmän kuin esimerkiksi puskurin korjaus tai vaihto ja maalaus. Peruutustutka ei poista esimerkiksi peruutustilanteissa takapuskurin vaurioitumisriskiä, mutta pienentää sitä. Samaa logiikkaa voitaisiin soveltaa myös muihin aktiivisiin turvajärjestelmiin, jolloin mahdollisesti kuluttajat ja varsinkin vakuutusyhtiöt haluaisivat kannustaa kuluttajia hankkimaan autoja. Niiden ansiosta välttyttäisiin osittain tai vahingon sattuesssa, sen seurauksia pystyttäisiin vähentämään. Suomessakin paljon myyneessä Skoda Octaviassa on AEB-järjestelmä ja kuljettajan vireystilantunnistus kuudessa seitsemästä eri varustetasosta. Yhdysvalloissa astui voimaan 1.5.2018 laki, jonka mukaan kaikissa Yhdysvalloissa myydyissä uusissa autoissa pitää olla peruutuskamera [Siu, Benjamin 2018].

5.2 Euro NCAP

Euro NCAP ja vastaavat järjestöt ovat tehneet merkittävää työtä kuluttajien suuntaan nostamalla ajoneuvoturvallisuuden esiin. Myös autovalmistajia nämä järjestöt ovat painostaneet kehittämään erityisesti passiivista turvallisuutta. Tämä on johtanut alaa hyvään suuntaan ajoneuvojen turvallisuuden suhteen. Euro NCAP on myös tehnyt merkittävää työtä kannustaessaan autovalmistajia kehittämään aktiivisia turvalaitteita esimerkiksi Advanced Reward -palkitsemismenetelmällään.

5.3 Turvalaitteiden ja niiden korjausten tulevaisuus

Autonomisista eli itsestään ajavista autoista on puhuttu jo vuosikymmeniä, ja vuonna 2014 SAE International jakoi standardissaan J3016 autojen autonomian kuuteen eri tasoon (kuva 17). Muutama vuosi standardin julkaisun jälkeen, edistykselliset uudet

autot ovat parhaimmillaan tasossa 2 ja ensimmäinen tason 3 saavuttanut auto on Audi A8 (type 4N), joka julkaistiin vuonna 2017. Autojen aktiiviset turvalaitteet ja erityisesti ADAS-järjestelmät tulevat olemaan merkittävässä roolissa autonomian kehityksessä. Autonomia tulee vielä tasolla 4 perustumaan pitkälti avustaviin järjestelmiin ja niiden tutkiin, kameroihin ja lidareihin, eli optisiin tutkiin.

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	no Automation	The full-time performance by the human driver of all aspects of the dynamic driving task, even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	The driving mode-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	The driving mode-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/ deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	conditional Automation	The driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the human driver will respond appropriately to a request to intervene	System	System	Human driver	Some driving modes
4	high Automation	The driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task, even if a human driver does not respond appropriately to a request to intervene	System	System	System	Some driving modes
5	full Automation	The full-time performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task under all roadway and environmental conditions that can be managed by a human driver	System	System	System	All driving modes

Source: 2014 SAE International.

Kuva 19. SAE International J3016 -standardi [Gene 2017].

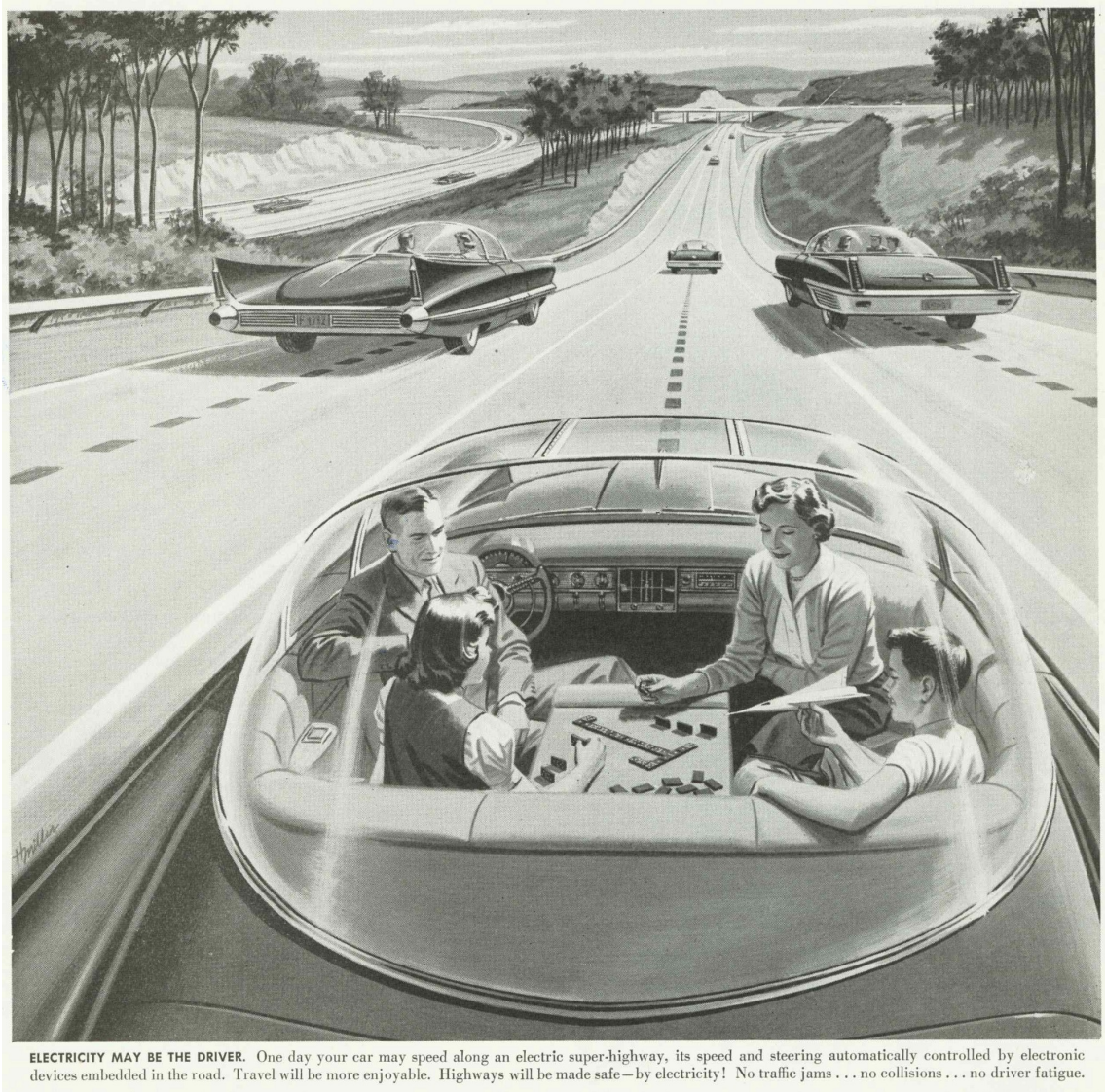
Järjestelmät eivät ole virhevapaita, eikä niiden vaikutuksista tiedetä vielä paljoa. Niihin liittyy erittäin paljon kysymyksiä, joihin ei vielä vastauksia, kuten haastatteluissa ilmeni. Ainakaan Suomessa ADAS-järjestelmiä ei lainsäädännöllisesti vaadita eikä niiden vaikutuksia esim. onnettomuusmääriin ei tutkita ainakaan merkittävästi. Jarrujärjestelmät,

kuten ABS ja ESP, ovat melko yksinkertaisia toiminnaltaan, niitä on helppo ymmärtää ja ne eivät tuota esim. merkittäviä korjauskustannuksia.

ADAS-järjestelmätyyppejä on monia erilaisia, ja ne ovat usein merkki- ja mallikohtaisia. Tämä johtaa siihen, että kuljettajien näkökulmasta järjestelmien kontrolleissa voi olla erittäin paljon eroavaisuuksia merkkien välillä. Järjestelmät kehittyvät nopeasti ja eri järjestelmien välinen kommunikointi lisääntyy jatkuvasti.

Tulevaisuudessa yleistyvät kamera- ja tutkajärjestelmät vaativat paljon tietotaitoa korjaamoilta. Monimerkkikorjaamoille tämä tulee olemaan erityisesti suuri haaste, koska kalibrointiohjeita ja vaatimuksia on laaja kirjo. Merkkikorjaamoillakin haastavampia kalibrointeja ja vianhakuja tekeviä mekaniikkoja on erittäin vähän, ja se aiheuttaa ongelmia niissäkin.

ADAS-järjestelmät tulevat kehittymään ja aiheuttamaan ongelmia, mutta muuttavat varmasti koko autoalaa. AEB-järjestelmät tulevat nostamaan erityisesti tuulilasin vaihdon hintoja. Jo vuonna 1957 (kuva 18) on ihmisille myyty mielikuvia itsestään ajavista autoista, mutta vaikka vuonna 2018 tieliikenteessä on ADAS-järjestelmillä varustettuja autoja, eivät autot vieläkaan aja itsenäisesti.



Kuva 20. America's Electric Light and Power Companiesin "Driverless Car of the Future" -mainos vuodelta 1957. [Weber, Marc. 2014]

Aiheena opinnäytetyöni oli mielestäni monipuolinen ja haastava. Ehkä vaikeinta kokonaisuudessa oli aihealueen rajaaminen siten, että se sisältää oleelliset asiat kuitenkin avaamatta kaikkia asioita liian paljoa. En saanut haastateltua niin montaa korjaamoja kuin olin alun perin suunnitellut, ja haastatteluiden järjestämisessä kokonaisuudessaan kesti yllättävän kauan.

Kyselyyn sain 107 vastausta (vastausprosentti n. 0,3 %). En esittäisi kyselyssä juuri enempää tai monimutkaisempia kysymyksiä nyt tutkimuksen teon jälkeenkään. Ehkä hieman muotoilisin joitain kysymyksiä uusiksi. Ongelmaksi huomasin analyysin kannalta aiheen tulkintaerot. Ihmiset saattavat kokea kuljettajaa avustavat järjestelmät esi-

merkiksi mukavuusvarusteena ja yhden mielestä ABS on avustava järjestelmä, kun taas toisen mielestä se ei ole. On myös erittäin vaikea sanoa, onko järjestelmä estänyt onnettomuuden vai ei: olisiko se ollut ilman järjestelmää välttämätön onnettomuus vai ei ja oliko sen välttäminen kuitenkin täysin järjestelmän ansiota.

Vakuutusyhtiöitä ja korikorjaamoita haastatellessani huomasin, että lähes jokaisessa haastattelussa tuli aina vähintään yksi hyvä huomio, kuten kaskottomat yritykset tai purkuosat, ja siksi kaikkia asioita ei aivan ensimmäisissä haastatteluissa tullut käytyä läpi. Mielenkiintoni haastatteluista tehdessä oli keskustelun avaaminen aiheesta. Keskusteluissa kävi usein ilmi, ettei haastateltavallakaan ollut kaikkiin pohtimiini asioihin vastauksia ja että varsinkin vakuutuslalla pohdintaa ja keskustelua tulevaisuuden suhteen on käyty jo pidempään.

Työssä olisi ollut mielenkiintoista tutkia myös kaskovakuutusettomien yrityksiä sekä niiden päätöksentekoa ja laskelmia, jotka ovat johtaneet yhtiön kaskottomuuteen. Nämä yritykset ovat varmasti laskeneet onnettomuusmääriä ja niiden kustannuksia ja todenneet, että on kannattavampaa olla maksamatta kaskoa. Mahdolliset sopimushinnat korjaamoiden kanssa voivat vaikuttaa laskelmiin merkittävästi. Myös mahdollisesti yhteiskäyttöautojen näkemyksiä autojensa vakuutuksiin voisi olla mielenkiintoista tutustua erityisesti, jos ja kun yhteiskäyttöautot yleistyvät merkittävästi.

Olisi myös mielenkiintoista tutustua onnettomuustutkintaan sekä onnettomuustutkijoiden näkemyksiin turvalaitteiden hyödyistä ja haitoista. Aktiiviset turvalaitteet tulevat kehittymään huomattavalla tahdilla, ja jo esimerkiksi viiden vuoden päästä vastaavanlainen tutkimus saattaa antaa täysin erilaisia tuloksia. Ihmisten mielenkiinto ja tietoisuus ADAS-järjestelmiä kohtaan on mielestäni kasvanut vuosien aikana ja autonvalmistajat vastaavat kysyntään.

Lähteet

A Tragic Loss. 2016. Tesla. Verkkoaineisto <<https://www.tesla.com/blog/tragic-loss>>. Luettu 4.4.2018.

Active head restraint. Nissan Global. <<https://www.nissan-global.com/en/technology/overview/srs.html>>. Luettu 5.4.2018.

Adaptive light. 2011. Audi. Verkkoaineisto. <https://www.audi-technology-portal.de/en/electrics-electronics/lighting-technology/adaptive-light_en>. Luettu 15.4.2018.

Apua ajamiseen. Volkswagen. Verkkoaineisto. <<https://www.volkswagenlehti.fi/apua-ajamiseen>>. Luettu 14.4.2018.

Audi A7. 2018. Audi. Verkkoaineisto. <<https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/detail/audi-a7-sportback-57968>>. Luettu 15.4.2018.

Audi A8. 2017. Audi. Verkkoaineisto. <<https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/album/audi-a8-918>> Luettu 10.5.2018.

Audi A8 (type 4N) driver assistance systems. 2017. Audi. Self study programme 668.

Autokannan keski-ian kehitys. 2018. Autoalan tiedotuskeskus. Verkkoaineisto. <http://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/autokannan_keski-ian_kehitys>. Luettu 8.4.2018.

Automated Emergency Braking should be mandatory. 2014. ETSC. Verkkoaineisto. <<https://etsc.eu/automated-emergency-braking-should-be-mandatory>>. Luettu 22.4.2018.

Bosch Analysis: driver assistance systems continue their strong advance. 2018. Robert Bosch GmbH. <<http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/bosch-analysis-driver-assistance-systems-continue-their-strong-advance-148032.html>>. Luettu 16.4.2018.

Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics. 2007. Robert Bosch GmbH. Plochingen, Germany: Springer.

DeBord, Matthew. 2017. Best Self-Driving Systems in cars compared. Business Insider. Verkkoaineisto. <<http://www.businessinsider.com/best-self-driving-systems-in-cars-compared-2017-12?r=US&IR=T>>. Luettu 8.5.2018.

DISTRONIC Plus with Pre-Safe Brake. Mercedes-Benz USA. Verkkoaineisto. <<https://www.mbusa.com/mercedes/benz/safety#module-2>>. Luettu 8.4.2018.

Driver Assistance Systems. 2017. Audi. Verkkoaineisto. <<https://www.audi-mediacent.com/en/technology-lexicon-7180/driver-assistance-systems-7184>>. Luettu 8.4.2018.

Driver Assistance Systems. Euro NCAP. Verkkoaineisto. <<https://www.euroncap.com/en/ratings-rewards/driver-assistance-systems>>. Luettu 17.3.2018.

European Road Safety Observatory. 2016. Vehicle Safety 2016. European Commission.

Gene. 2017. GM says Tesla can't achieve Level 5 self-driving using Autopilot hardware. Teslarati. Verkkoaineisto. <<https://www.teslarati.com/gm-says-tesla-cant-achieve-level-5-self-driving-using-autopilot-hardware>>. Luettu 9.4.2018.

Golson, Jordan. 2016. Tesla driver killed in crash with Autopilot active, NHTSA investigating. The Verge. Verkkoaineisto <<https://www.theverge.com/2016/6/30/12072408/tesla-autopilot-car-crash-death-autonomous-model-s>>. Luettu 4.4.2018.

If tutki: Hinta on auton ostossa turvallisuutta ratkaisevampi. 2017. If. Verkkoaineisto. <<http://www.mynewsdesk.com/fi/ifvakuutus/pressreleases/if-tutki-hinta-on-auton-ostossa-turvallisuutta-ratkaisevampi-1924427>>. Luettu 27.3.2018.

Innovative lighting systems. Hella. Verkkoaineisto. <<https://www.hella.com/hella-com/en/Headlamps-620.html>>. Luettu 15.4.2018.

- Kahl, Martin. 2013. AEB: Propably the most important safety development of recent years. Automotive World. Verkkoaineisto. <<https://www.automotiveworld.com/megatrends-articles/aeb-probably-important-safety-development-recent-years>>. Luettu 22.4.2018.
- Komissio tutkii: Pimittikö Tesla liian pitkään tietoa kuolonkolarista? Helsingin Sanomat. Verkkoaineisto. <<https://www.hs.fi/autot/art-2000002910571.html>>. Luettu 8.5.2018.
- Kuljettajan avustinjärjestelmät. BMW. Verkkoaineisto <<https://www.bmw.fi/fi/mallisto/x-mallit/X5/2015/kuljettajan-avustinj%C3%A4rjestelm%C3%A4t.html>>. Luettu 26.3.2018.
- Kuljettajan tukijärjestelmät 1. Hella Gutmann Solutions.
- Lane keeping system. Ford. Verkkoaineisto <<https://owner.ford.com/how-tos/vehicle-features/safety/lane-keeping-system.html>>. Luettu 26.3.2018.
- Liikennevakuutuslaki. 2016. 460/17.6.2016
- Liikenteen onnettomuuskustannusten tarkistaminen. 2016. Trafi. Verkkoaineisto. <https://www.trafi.fi/filebank/a/1465820007/76d4b29cc9424288b707133f5259494d/21751-Trafin_tutkimuksia_5_2016_Tieliikenteen_onnettomuuskustannusten_tarkistaminen.pdf>. Luettu 3.4.2018.
- Meyer, Valldorf, & Gessner. 2009. Advanced Microsystems for Automotive Applications 2009. Dordrecht: Springer.
- Morello, Rossini & Pia, Tonoli. 2011. The Automotive Body Volume II: System Design. Dordrecht: Springer.
- Objectives. Global NCAP. Verkkoaineisto. <<http://www.globalncap.org/about>>. Luettu 17.3.2018.
- Parking System Plus. 2016. Audi. Verkkomateriaali. <<https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/detail/parking-system-plus-42333>>. Luettu 8.4.2018.

Press Images. Hella Gutmann. Verkkoaineisto. <<http://www.hella-gutmann.com/hella-gutmann/press-images>>. Luettu 10.5.2018.

Rabe, Mattias. 2012. Så fungerar Volvos fotgängarkrockkudde. Teknikens Värld. Verkkoaineisto. <<http://teknikensvarld.se/sa-fungerar-volvos-fotgangarkrockkudde-120826>>. Luettu 13.4.2018.

Reif, Konrad. 2015. Automotive Mechatronics. Bosch. Friedrichshafen, Germany: Springer.

Reif, Konrad. 2014. Brakes, Brake Control and Driver Assistance Systems. Bosch. Wiesbaden: Springer.

Roberts, Gareth. 2018. Carmakers 'open' to autonomous emergency braking being mandated by European Commission. Fleet News. Verkkoaineisto. <<https://www.fleetnews.co.uk/news/manufacturer-news/2018/03/21/carmakers-open-to-autonomous-emergency-braking-aeb-being-mandated-by-european-commission>>. Luettu 22.4.2018.

Seybold, Charlotte. 2018. A laser with a view. Audi. Verkkoaineisto. <<https://blog.audi.de/the-developer-of-the-laser-scanner-in-the-audi-a8>>. Luettu 8.4.2018.

Siu, Benjamin. 2018. All new cars in US now required to have backup cameras. ABC News. Verkkoaineisto. <<https://abcnews.go.com/US/cars-us-now-required-backup-cameras/story?id=54854404>>. Luettu 8.5.2018.

The Sine with Dwell Test. Mechanical Simulation Corporation. Verkkoaineisto. <<https://www.carsim.com/applications/fmvss126/index.php>>. Luettu 16.3.2018.

Steering wheel input for a sine-with-dwell maneuver. ResearchGate. Verkkoaineisto. <https://www.researchgate.net/figure/Steering-wheel-input-for-a-sine-with-dwell-maneuver_fig13_271545759>. Luettu 13.4.2018

Timeline. Euro NCAP. Verkkoaineisto. <<https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/timeline>>. Luettu 16.3.2018.

Top View Camera. Audi. Verkkoaineisto. <<https://www.audi.ca/ca/web/en/search-terms/Top-View-Camera.html>>. Luettu 10.5.2018.

Tuoteinformaatio – Kuljettajan tukijärjestelmien (ADAS) kalibrointi. Hella Gutmann Solutions.

Vahingon arvioimis- ja korvaussäännökset. Kilpailuttaja.fi. Verkkoaineisto. <https://www.kilpailuttaja.fi/palvelut/tuki_ja_ohjeet/autovakuutusvertailu/tietoa_autovakuutuksista/vahingon_arvioimis_ja_korvaussaannokset>. Luettu 7.4.2018.

Vulnerable road user (VRU) protection. Euro NCAP. Verkkoaineisto. <<https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/vulnerable-road-user-vru-protection>>. Luettu 7.5.2018.

Weber, Marc. 2014. Where to? A History of Autonomous Vehicles. Computer History Museum. Verkkoaineisto. <<http://www.computerhistory.org/atcm/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles>>. Luettu 3.3.2018.

What is calibration and why is it so important. Tempcon. Verkkoaineisto. <https://www.tempcon.co.uk/2012/11/06/what_is_calibration>. Luettu 14.4.2018.