Ajoneuvohallintokeskus
Tutkimuksia ja selvityksiä

Fordonsförvaltningscentralen
Utredningar

Nro 13/2007

Tutkimus ajoneuvon ajonhallinnasta ja onnettomuusriskeistä suomalaisen onnettomuusaineiston perusteella

Ari Tuononen, Panu Sainio ja
Lassi Hartikainen

Ajoneuvohallintokeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 13/2007

Tutkimus ajoneuvon ajonhallinnasta ja onnettomuusriskeistä suomalaisen onnettomuusaineiston perusteella

Ari Tuononen, Panu Sainio, Lassi Hartikainen

Teknillinen korkeakoulu, Auto- ja työkonetekniikan laboratorio

Ajoneuvohallintokeskus AKE
Fordonsförvaltningscentralen
Helsinki Helsingfors 2008

ISBN 978-952-5324-45-7
ISSN 1456-4181
Edita Prima Oy
Helsinki 2008

ALKUSANAT

Tässä tutkimuksessa selvitetään ajoneuvojen ajonhallintaa ja onnettomuusriskejä kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien perusteella. Tutkimus on tehty AKEn toimeksiannosta Teknillisen korkeakoulun Auto- ja työkonetekniikan laboratoriossa ja sen toteuttivat tutkijat Ari Tuononen ja Lassi Hartikainen sekä laboratorioinsinööri Panu Sainio.

Tutkimus kuuluu AKEn vuoden 2007 tutkimussuunnitelman mukaisiin tutkimuksiin.

Helsingissä, 14. tammikuuta 2008

Hannu Pellikka

yksikönpäällikkö
Ajoneuvohallintokeskus AKE

FÖRORD

Denna undersökning utreder körkontrollen av fordon och olycksriskerna med utgångspunkt i olyckor med dödlig utgång. Undersökningen genomfördes på uppdrag av AKE av forskarna Ari Tuononen och Lassi Hartikainen samt laboratorieingenjör Panu Sainio vid Tekniska högskolans laboratorium för fordonsteknik.

Undersökningen ingick i AKEs forskningsplan för 2007.

Helsingfors, den 14 januari 2008

Hannu Pellikka

enhetschef
Fordonsförvaltningscentralen AKE

PREFACE

This study deals with the driving control and accident risks of vehicles on the basis of lethal road accidents. The study is commissioned by AKE and conducted by research scientists Ari Tuononen and Lassi Hartikainen and Laboratory Manager Panu Sainio at the Laboratory of Automotive Engineering of the Helsinki University of Technology.

The study is part of AKE's research in compliance with its 2007 research plan.

Helsinki, 14 January 2008

Hannu Pellikka

Head or Unit
Vehicle Administration AKE

Sisällysluettelo
Index

Tiivistelmä

Sammanfattning

Abstract

Johdanto 1

Ajodynamiikan termistöstä 1

Kuinka ajonvakautus toimii? 1

1 Mitkä ovat olleet turvallisuusvaikutukset muualla? 5

1.1 Ruotsi 5

1.2 Iso-Britannia 6

1.3 Saksa 7

1.4 Muuta materiaalia 7

1.5 ESC turvallisuuskampanjat 8

2 ESC:n potentiaalinen turvallisuusvaikutus kuolonkolareissa Suomessa vuosina 2000 – 2006 8

2.1 Tutkimusmenetelmä 8

2.2 Tulokset 10

3 Johtopäätökset 13

4 Toimenpide-ehdotuksia 14

5 Parannusehdotuksia liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunnan menettelyihin 15

6 LÄHDELUETTELO 17

7 Liite 1 18

TIIVISTELMÄ

Tämä tutkimus on suoritettu AKEn tilauksesta, ja tässä tutkitaan ajoneuvojen ajonhallintaa ja onnettomuusriskejä kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien perusteella.

Ajoneuvojen aktiiviset turvajärjestelmät yleistyvät nopeasti. Aktiivisista turvajärjestelmistä saatava hyöty jää helposti onnettomuuksien seurauksia lieventävien passiivisten järjestelmien varjoon.

Ajoneuvojen ja ajoneuvojärjestelmien toimittajilla on samaan periaatteeseen nojautuvia ajonvakautuksia. Tunnetuin lienee Bosch:n ESP (Electronic Stability Programme). Yleisnimenä näille järjestelmille on sovittu käytettävän termiä ESC (Electronic Stability Control).

Ajoneuvon käyttäytyminen ääritilanteissa on voimakkaasti epälineaarista. Kuljettaja tottuu ajoneuvon tiettyyn käytökseen normaalissa ajossa eli tietty ratin kääntökulma aiheuttaa ennustettavan liiketilan muutoksen. Ääritilanteessakin kuljettaja ohjaa autoa vanhan tottumuksen mukaisesti, mutta auto ei enää vastaakaan odotetulla tavalla. Ajonvakautusjärjestelmä korjaa tätä kuljettajan toivoman ns. nimelliskäytöksen ja auton todellisen käytöksen välistä eroa.

ESC voisi teoriassa estää kaikki onnettomuudet, joissa auto lähtee heittelehtimään. Se ei voi kuitenkaan estää onnettomuuksia, joissa hiljalleen ajaudutaan kaistalta pois tai joissa kaarteeseen ajetaan aivan liian suurta nopeutta käyttäen. Näissäkin tapauksissa tosin lopullinen ulosajo tapahtuisi todennäköisemmin keula eikä kylki edellä ja pienemmällä nopeudella.

Tutkittaviksi suomalaisiksi onnettomuuksiksi valittiin sellaiset, joissa ajoneuvon käyttöönottopäivämäärä on välillä 2000–2006.

ESC:n hyöty näkyy selvästi tutkitussa aineistossa. Tulokset ovat samansuuntaiset kuin mm. Ruotsissa ja Saksassa tehdyissä tutkimuksissa. Suomessa tähän tutkimukseen soveltuvat onnettomuusmäärät ovat vielä melko pieniä, kun niitä verrataan kaikkiin liikenneonnettomuuksiin - johtuen mm. vanhasta autokannasta.

ESC olisi säästänyt 31 ihmishenkeä seitsemän vuoden aikana. Se voi tuntua melko pieneltä määrältä vuotta kohden. Tällaista vertailua ei kuitenkaan voida tehdä, koska ESC:n tehokkuutta tutkittiin vain sellaisissa kuolonkolareissa mukana olleissa onnettomuusautoissa, joissa ESC olisi auton iän puolesta voinut olla varusteena. On syytä muistaa, että vertailujoukossa oli mukana 171 kuollutta, joista 31 olisi pelastunut. Suhteellinen vertailu antaa siten todenmukaisemman kuvan tulevaisuutta varten. Tässä Joukossa ESC olisi vähentänyt kuolleita 18 %.

Mielenkiintoinen ajatusvertailu voidaan tehdä ESC:n ja keskikaiteen välillä, jotka molemmat ovat tehokas keino vähentää kohtaamisonnettomuuksia. Keskikaide on tienpitäjän yksittäinen ja kallis investointi, mutta ESC:n maksavat tienkäyttäjät pienissä erissä, joissa ovat mukana vielä auto- ja arvonlisäverokin.

SAMMANFATTNING

Denna undersökning gjordes på fordonsförvaltningscentralens beställning i avsikt att undersöka fordonens förarkontroll och olycksrisker på basis av färska tillbud i Finland som lett till dödsfall.

Aktiva säkerhetssystem för fordon har på kort tid blivit vanliga. De aktiva säkerhetssystemen överskuggas lätt av passiva system, eftersom de aktiva systemen är avsedda att förebygga olyckor.

Fordonstillverkare och systemleverantörer utvecklar system för stabilitetskontroll enligt samma principer. Det bäst kända torde vara Bosch ESP (Electronic Stability Programme). Olika intressenter har enats om att använda den allmänna termen ESC (Electronic Stability Control).

Fordonets reaktioner i extrema situationer är i hög grad olineärt. Föraren vänjer sig vid den respons fordonet ger vid normal körning, alltså att vridning av ratten i en viss utsträckning leder till en viss rörelsereaktion som kan förutses. I kritiska situationer styr föraren fordonet enligt gammal vana, men fordonets respons är inte den som föraren väntat sig. Stabilitetskontrollen gör en justering som korrigerar skillnaden mellan förarens så kallade normalreaktion och bilens verkliga reaktion.

Teoretiskt kan ESC-system hindra alla olyckor där fordonet kränger eller sladdar. Däremot kan stabilitetssystemen inte hindra olyckor i fall där fordonet småningom driver från sitt körfält eller där föraren kör in i en kurva med alltför hög hastighet. Därtill är det sannolikare att ett fordon med stabiliseringssystem kör av vägen i lägre hastighet och med framdelen först, snarare än sidlänges.

Undersökningen omfattar olyckor i Finland där fordonet tagits i bruk åren 2000-2006.

Nyttan med ESC-system är tydlig i det finska materialet och undersökningens resultat sammanfaller med motsvarande undersökningars resultat i bl.a. Sverige och Tyskland. De olyckor i Finland som omfattades av denna undersökning utgjorde en relativt liten del av totalantalet trafikolyckor - bl.a. på grund av att fordonens i landet är förhållandevis gamla och mer sällan är utrustade med ESC än i grannländerna.

ESC-system kunde ha räddat 31 människoliv under sjuårsperioden. Detta kan uppfattas som ett förhållandevis ringa antal per år. Detta slag av jämförelse kan dock inte göras, eftersom ESC-systemens effektivitet undersöktes endast i trafikolycksfall med dödlig utgång där fordonet, med beaktande av dess ålder, kunde ha varit försett med ESC-system. Här bör man beakta att materialet som jämfördes omfattade 171 dödsfall av vilka 31 kunde ha klarat sig med livet i behåll. En relativ jämförelse ger därigenom en mer verklighetstrogen bild, med tanke på framtida åtgärder. I detta representativa urval skulle ESC-system ha minskat antalet dödsfall med 18 %.

Man kan utföra ett intressant tankeexperiment genom att jämföra ESC-system med mitträcken, som vardera på ett effektivt sätt motverkar frontalkrockar. Mitträcket är en dyr, enskild investering för vägbyggaren medan ESC-system utgör

mindre utgiftsposter som betalas av trafikanterna och som dessutom omfattar både bilskatt och moms.

ABSTRACT

This research is completed on order of the Finnish Vehicle Administration AKE and it covers influence of stability control for fatal car accidents in Finland.

Active safety systems have become common equipment in all size categories of cars. However, the advantage of active safety systems easily hides behind the passive safety systems, because they only mitigate the consequences of the crash.

Vehicle manufactures and vehicle systems suppliers have many differently named stability controls, which are all based on the same principle. The well known is ESP (Electronic Stability Programme) by Bosch, but ESC (Electronic Stability Control) has been agreed to be a common name for all stability controls.

Vehicle behavior is found to be non-linear during extreme driving maneuvers which typically occur when the driver has lost the control of car. The driver adapts itself for certain response of the car during normal driving. In extreme maneuver, the driver still controls the car based on this earlier routine, but the vehicle does not respond as predicted. The ESC regulates this difference between car nominal behavior and actual behavior.

In theory, ESC could prevent all the crashes due to the loss of control. By contrast, it cannot prevent any crashes due to drift off the lane or if the turn is driven extremely too fast.

The research covers fatal accident on Finland 2000-2006 for cars, which commissioning date is 2000-2006. The benefit of ESC is clearly visible in the data. The results are similar to the studies in Sweden and German. However, in Finland the amount of relevant accidents is less than in other western countries, because of the old age of vehicle fleet.

The ESC would have been saved 31 human lives during the seven years (2000-2006) which is only 4-5 per year. However, due to the old age of Finnish fleet the control group included only 171 fatal car accidents. Thus, the relative effectiveness of ECS was found to be 18 %.

An interesting comparison could be done between ESC and median barrier, which can both reduce head-on collisions effectively. The median barrier is expensive investment for road keeper, but ESC is paid directly by the road end-users, and in addition, they pay also car-tax and VAT for ESC.

Johdanto

Tämä tutkimus on suoritettu ajoneuvohallintokeskuksen tilauksesta, ja tässä tutkitaan ajoneuvojen ajonhallintaa ja onnettomuusriskejä nykyisen onnettomuusaineiston perusteella.

Ajoneuvojen passiivisen turvallisuuden ohella myös aktiiviset turvajärjestelmät yleistyvät nopeasti läpi. Aktiivisista turvajärjestelmistä saatava hyöty jää usein onnettomuuksien seurauksia lieventävien passiivisten järjestelmien varjoon. Uhkaavia tilanteita ei tieliikenteessä juuri dokumentoida, eikä pelastettuja ihmishenkiä näin ollen voi kovin helposti laskea. Passiivisten järjestelmien tehoa voidaan tarkastella tapahtuneissa onnettomuuksissa menetettyjen ihmishenkien ja loukkaantumisten vakavuusasteen avulla. Aktiivisten järjestelmien onnettomuutta ennaltaehkäisevän tehon arvioiminen on vaikeampaa, koska mitään onnettomuutta ei ole tapahtunut: oli vain vaaratilanne, josta selvittiin.

Ajodynamiikan termistöstä

Ajoneuvon ajotilaa kuvataan usein yli- tai aliohjautuvuudella. Ajoneuvo on yliohjautuva, kun kaarreajossa ajonopeutta kasvatettaessa auton kaartosäde pienenee, vaikka ohjauskulma säilytetään samana. Aliohjautuvan ajoneuvon kaartosäde taas suurenee nopeuden kasvaessa. Vain yliohjaava ajoneuvo voi olla epästabiili; auto voi olla stabiili ja yliohjaava samanaikaisesti. Epästabiilin ajoneuvon kiertymä ja/tai sivuttaisnopeus kasvavat, ja se johtaa auton pyörähdykseen hyvin nopeasti. Auton yliohjaavuutta käytetään monesti harkitsemattomasti kuvaamaan yleisesti auton hallinnan menetystä. Yliohjaava auto voi olla kuljettajan hallinnassa, mutta vaara menettää hallinta ja pyörähtää on konkreettinen.

Ajoneuvojen ja ajoneuvojärjestelmien toimittajilla on samaan periaatteeseen nojautuvia, hiukan erilaisia ajonvakautuksia. Tunnetuin lienee Bosch:n ESP (Electronic Stability Programme), myös VDC (Vehicle Dynamics Control), DSC (Dynamic Stability Control), DTSC (Dynamic Stability and Traction Control) ja ASC(Active Stability System) tähtäävät samaan toiminnallisuuteen.

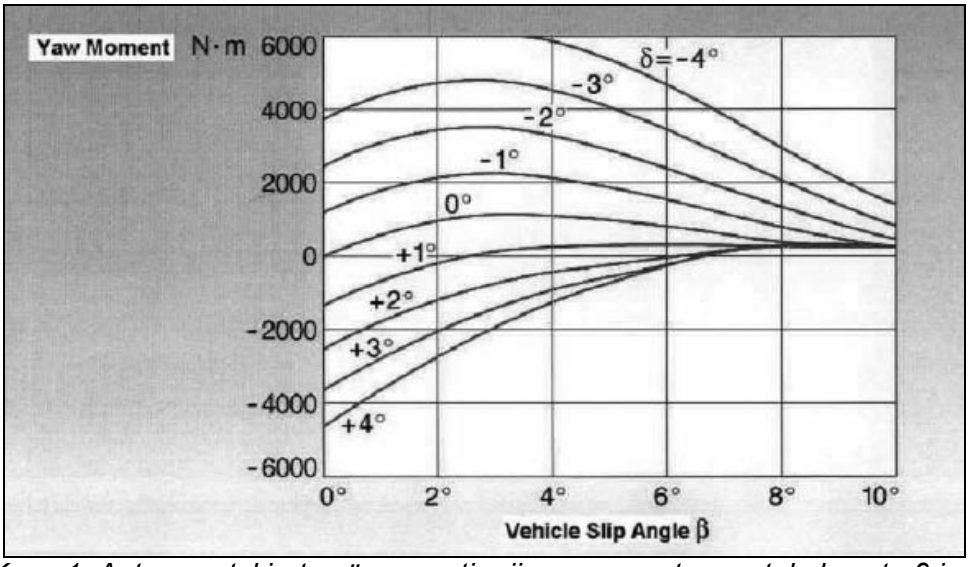
Yleisnimenä näille järjestelmille on alettu käyttää termiä ESC (Electronic Stability Control). On erittäin tärkeää huomata, että esimerkiksi TCS (Traction Control) ja ASR (Acceleration Slip Regulation) ovat vain vetävien pyörien luistonestojärjestelmiä, jotka eivät ole ajonvakautusjärjestelmiä ja joilla ei ole juurikaan kykyä parantaa auton sivuttaisdynamiikkaa. Sen sijaan ESC sisältää yleisesti myös ns. sutimisen eston, ja ESC:llä varustetuissa autoissa on aina lukkiutumattomat ABS-jarrut.

Kuinka ajonvakautus toimii?

Ajoneuvon käyttäytyminen ääritilanteissa on voimakkaasti epälineaarista, kun taas normaaliajossa suhteellisen lineaarista. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kuljettaja tottuu tiettyyn ajoneuvon käytökseen normaalissa ajossa. Toisin sanoen, kun kuljettaja kääntää rattia tietyn määrän, ajoneuvo vastaa tutulla tavalla. Ääritilanteessakin kuljettaja ohjaa autoa vanhan tottumuksen mukaisesti, mutta auto ei enää vastaakaan odotetulla tavalla. Ajonvakautusjärjestelmä korjaa tätä kuljettajan toivoman ns. nimelliskäytöksen ja auton todellisen käytöksen välistä eroa. Ajonvakautusjärjestelmä ei suoranaisesti korjaa kuljettajan te-

kemiä virheitä, vaan ainoastaan korjaa auton käytöstä kuljettajan haluamaan suuntaan. Välillisesti voidaan sanoa, että ESC korjaa kuljettajan tekemään virhettä, jos auton poikkeava käytös johtuu esim. liian suuresta kaarrenopeudesta.

Yksi tapa selventää teoreettisesti ajoneuvon hankalaa käytöstä isoilla sortokulmilla, eli ääritilanteissa, on esitetty Kuva 1. Pystyakselilla kuvassa näkyy auton pystykiertymämomentti eri renkaan ohjauskulmilla δ (-4° − +4°) ajoneuvon sortokulman funktiona. Positiivinen ohjauskulma on sisäkaarteeseen päin eli pyrkii tiukentamaan kaartoa ja negatiivinen taas pyrkii oikaisemaan kaartoa. Kuvasta nähdään selkeästi, että jos autolla on suuri sortokulma, on sen oikaiseminen ohjaussyötteellä lähes mahdotonta, koska suurikaan ohjausliike ei synnytä merkittävää oikaisevaa momenttia. Tarkastellaan esimerkiksi toiseksi ylintä käyrää joka on -3° ohjauskulmalle (eli vastaohjaus). Nyt normaalin ajotilanteen sortokulmilla (0-2°) saadaan lähes 5000 Nm ajoneuvoa oikaisema momentti, mutta ääritilanteen sortokulmalla (esim. -8°) saadaan vain n. 2000Nm momentti. Eli sama ohjausliike tuottaa täysin erilaisen auton käytöksen näissä ajotilanteissa.



Kuva 1. Auton pystykiertymämomentin riippuvuus auton sortokulmasta β ja ohjauskulmasta δ. [1]

Sitä vastoin yksittäisen pyörän erillinen jarruttaminen on tehokas tapa tuottaa autoa kääntävää momenttia - erityisesti ääritilanteessa paljon tehokkaampi kuin ratin kääntäminen. Tämän takia ajonvakautus pystyy vakauttamaan auton tilanteissa, joista ei rattia kääntämällä yksinkertaisesti selviä. Tämä piirre havaittiin jo 1960-luvun tutkimuksissa, mutta aika ei ollut kypsä ESC:n kaltaisille järjestelmille: tarve ja teknologia puuttuivat.

Yksittäisen pyörän jarruttamisella on kolme vaikutustietä auton dynamiikkaan:

1. Jarrutuksen aiheuttama pitkittäisvoima aiheuttaa momentin auton pystyakselin ympäri;
2. Jarrutus aiheuttaa myös painonsiirtoa takarenkailta eturenkaille ja hidastaa auton nopeutta;

3. Renkaan ominaisuuksiin kuuluu ns. kitkaympyrä. Tämä tarkoittaa, että kun kaarreajossa rengasta jarrutetaan, pitkittäisluiston lisäksi se aiheuttaa myös renkaan sortokulman lisäyksen.

Näistä ensimmäinen kohta on merkittävin tekijä, ja ESC valitsee jarrutettavan renkaan puolen tämän kohdan perusteella. Jos auto pyrkii yliohjaamaan, jarrutetaan ulkokaarteen puoleista rengasta; vastaavasti aliohjautuvassa tilanteessa jarrutetaan sisäkaarteen rengasta.

Toisen kohdan jarrutus siirtää painoa eturenkaille, mikä vie auton käytöstä hieman yliohjaavampaan suuntaan. Toisaalta nopeuden hidastuminen parantaa aina tilannetta, koska se pienentää keskeiskiihtyvyyttä neliöllisesti.

Kolmannen kohdan vaikutus riippuu siitä, onko jarrutettava pyörä etu- vai taka-akselilla. Kun jarrutetaan etuakselilla olevaa rengasta, se kasvattaa myös etuakselin sortokulmaa, joka vie auton käytöstä aliohjaavampaan suuntaan. Taka-akselilla vaikutus on taas päinvastainen.

Näistä kolmesta seikasta johtuen yleisesti yliohjaavassa tilanteessa ESC jarruttaa ulkokaarteen puoleista eturengasta ja aliohjaavassa tilanteessa taas sisäkaarteen puoleista taka-rengasta (Taulukko 1). Taulukkoa lukiessa on hyvä muistaa, että termi ”yliohjaavampi” ei tarkoita, että se tekisi autosta yliohjautuvan, vaan että auton yliohjautuvuus lisääntyy tai aliohjautuvuus vähenee.

Taulukko 1. Kooste ESC:n suorittaman jarrutuksen vaikutuksista auton tilaan [2].

Kiertomomentin vaikutus / Jarrutettava pyörä	Kasvanut pitkittäisvoima	Laskenut sivuttaisvoima	Painonsiirto etuakselille
Sisäkaarteen eturengas	yliohjaavampi	aliohjaavampi	yliohjaavampi
Ulkokaarteen eturengas	aliohjaavampi	aliohjaavampi	yliohjaavampi
Sisäkaarteen takarengas	yliohjaavampi	yliohjaavampi	yliohjaavampi
Ulkokaarteen takarengas	aliohjaavampi	yliohjaavampi	yliohjaavampi

On tärkeää huomata, että ESC:n vaikutustie ei riipu auton ajonopeudesta, eli ESC toimii ja parantaa auton käytöstä kaikilla nopeuksilla. Se vie auton käytöstä neutraalimpaan suuntaan, jolloin jokaisen renkaan suorituskyky tulee hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. Näin ollen ESC:llä varustetulla autolla voidaan ajaa samaan kaarteeseen hieman kovempaa nopeutta käyttäen kuin ilman ESC:iä. ESC:n avulla saadaan siis parannettua auton sivusuuntaisen dynamiikan hyötysuhdetta.

ESC:iä on arvosteltu siitä, ”että se ei voi kumota fysiikan lakeja”, mikä on aivan totta. Kuitenkin edellä mainitun kohdan 2 mukainen nopeuden väheneminen

ennen törmäystä, vaikka vähäinenkin, lieventää törmäyksen seuraamuksia merkittävästi. Erityisesti tämän mekanismin voi arvella korostuvan ”nuorten miesten kesäisissä” suistumisonnettomuuksissa, joissa mutkaan tullaan ns. ylikovaa tai pyritään ajamaan ”luiston rajalla”. Tällöin nopeuden leikkaaminen nostamalla kaasu ja hieman jarruttamalla todennäköisesti pelastaa tilanteen.

ESC:n toiminta ei myöskään esty, jos sivuttaiskitkan tarve ylittää tien ja renkaan välillä olevan maksimikitkan, koska ajoneuvonvakautus perustuu renkaan pitkittäisvoiman hyväksikäyttöön. Pitkittäisvoimaa saadaan renkaasta, vaikka se olisi sivuttaissuunnassa äärirajoille kuormitettu. Tämä nk. yhdistetyn luiston tilanne lisää myös kyseisen jarrutettavan renkaan sortokulmaa, mikä sekä ylitettä aliohjautuvuustilanteissa auttaa oikeaan suuntaan. Lisäksi ESC luonnostaan jarruttaa sen akselin rengasta, joka on vähemmän kuormitettu.

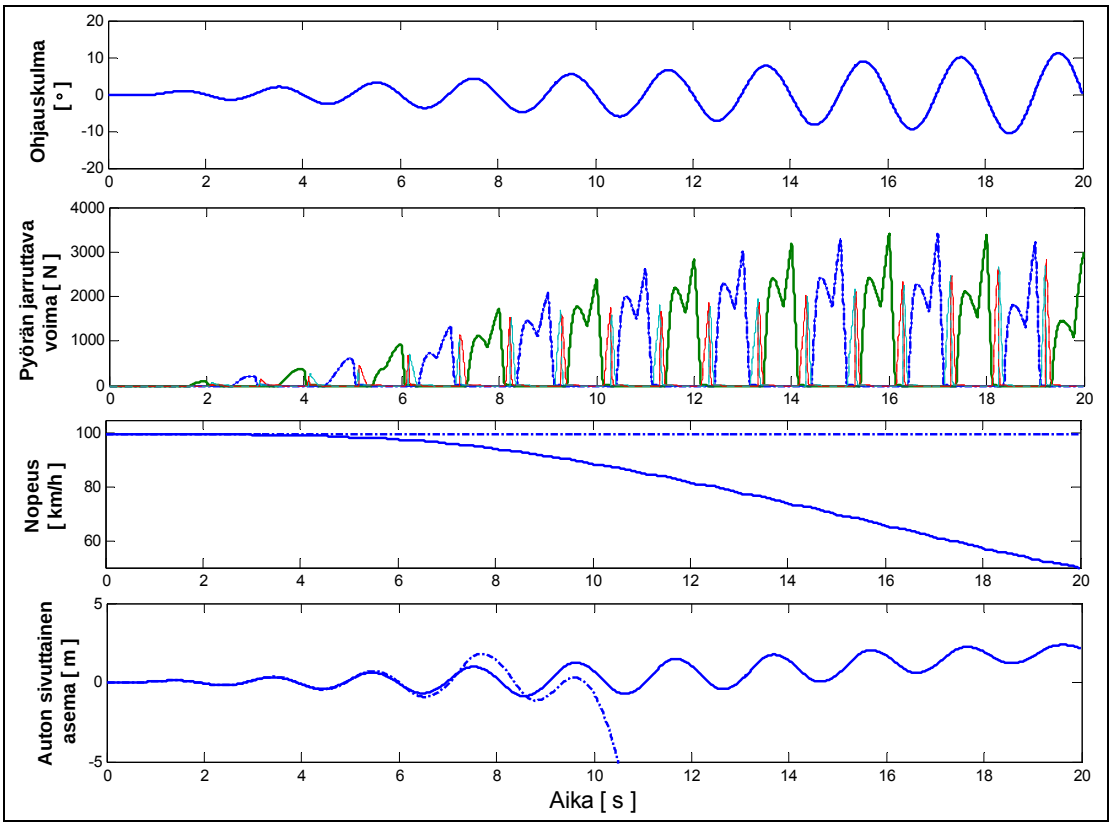
Heikkokuntoiset renkaat huonontavat merkittävästi ajoneuvon suorituskykyä (sekä jarrutuksissa että kaarreajossa), mutta ESC:n toimintaa ne eivät estä. Korkeintaan ESC:n toimintakynnys saattaa hieman muuttua. Erilaiset ja erikuntoiset renkaat on otettu huomioon ESC:n suunnittelussa, ja toiminta on varmistettu laajoilla testeillä. Voidaan sanoa, että ESC pienentää onnettomuusriskiä myös väärin rengastetuissa autoissa.

ESC voisi estää käytännössä kaikki onnettomuudet, joissa auto lähtee heittelehtimään. Se ei voi kuitenkaan estää onnettomuuksia, joissa kaarteeseen ajetaan aivan liian suurta nopeutta käyttäen. Mutta silloinkin ulosajo tapahtuu mahdollisesti keula eikä kylki edellä ja edes hieman pienemmällä nopeudella.

ESC auttaa yhtälailla myös valitettavan yleisissä vakavissa onnettomuuksissa, joissa rattijuoppo menettää ajoneuvon hallinnan. ESC ei kuitenkaan voi estää ajoneuvon hidasta ajautumista vastaantulijan kaistalle tai pientareelle, esimerkiksi sairaskohtauksen tai nukahtamisen seurauksena. Tällaista kaistalta ajautumista saattaa seurata liian kova ohjausliike ja sitä kautta hallinnanmenetys, johon ESC todennäköisesti auttaa.

Kuva 2 esittää tietokonemallin simulointia kahdesta autosta, joissa toisessa ei ole ESC:tä (katkoviiva). Molempien autojen ratilla annetaan kasvavalla amplitudilla sini-käyrän muotoinen heräte ajonopeuden ollessa 100km/h. Alimmassa kuvassa näkyy, kuinka auto ilman ESC:tä karkaa sivusuunnassa noin 10 sekunnin kohdalla. Toiseksi ylimmässä kuvaajassa näkyy, kuinka ESC jarruttaa auton eri pyöriä (oikea etupyörä on vihreällä ja vasen etupyörä sinisellä) vuorotellen tasapainottaen auton kulkua. Auto ei luonnollisesti fysiikan rajoitteiden takia pysty seuraamaan enää tarkasti ohjauspyörän vaatimaa vastetta, mutta auto pysyy kuitenkin varmasti ajoradalla.

Nopeuskuvaajasta näkyy myös, kuinka ESC hidastaa auton nopeutta tässä ääritilanteessa merkittävästi, vaikka jarrupolkimeen ei ole koskettu. Tämän mekanismin vaikutus korostuu esimerkiksi rattijuoppojen tai väärin liikenteeseen asennoituvien ja / tai aggressiivisen ajotavan omaavien henkilöiden kohdalla, jotka eivät itse jarruttaisi, vaikka ajotilanne kehittyisi vaaralliseen suuntaan.



Kuva 2. Simulointiesimerkki ESC:n toiminnasta. Auto ilman ESC:iä katkoviivalla.

1 Mitkä ovat olleet turvallisuusvaikutukset muualla?

1.1 Ruotsi

Ruotsalaisten tutkimukset ovat lähtökohtaisesti mielenkiintoisia, koska keliolosuhteet ovat lähimpänä Suomea. Ruotsissa on tutkittu paikallisen tiehallinnon (Swedish National Road Adminstration) puolesta ESC:n tehokkuutta. Tutkijaryhmällä on väärinkäsitys [3, kpl1] ESC:n toiminnasta, mutta se ei välttämättä ole vaikuttanut itse tilastolliseen analyysiin. Vuonna 2004 julkaistussa artikkelissa tutkittiin Ruotsissa 2000–2002 sattuneita onnettomuuksia 1998–2003 -vuosimallisille (mallivuosi) autoille. Lähteenä oli poliisin onnettomuustietokanta eli onnettomuudet, joissa oli vähintään yksi loukkaantunut. [3]

Tutkimusmenetelmänä oli epäsuora-menetelmä, jossa valittiin onnettomuustyyppi, johon ESC:llä ei arvioitu olevan vaikutusta (peräänajo kuivalla). ESC:llä ja ilman ESC:iä varustetuille autoille laskettiin suhdeluku (kaikki onnettomuudet suhteessa peräänajoihin), joiden avulla saatiin lukuarvo ESC:n tehokkuudelle.

Taulukko 2 kiteyttää tulokset. Suurin vaikutus ESC:llä (38,2 %) on lumella ja jäällä, mutta myös märällä saadaan selkeästi hyötyä. Kaikkiin onnettomuuksiin vaikutus on 22,1 %, tosin 95 %:n luottamustaso tekee vaihteluksi 1,1 % - 43,1 %. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että liukkaalla tienpinnalla ESC:n vaikutus oli suurempaa isoissa etuvetoisissa autoissa (58,9 %) kuin isoissa takavetoisissa autoissa (46,0 %).

Taulukko 2 ESC:n tehokkuus Ruotsissa vuosina 2000 - 2002 [3]

Onnettomuustyyppi	ESC:n tehokkuus (95 %:n luottamustaso)
Kaikki onnettomuudet	22,1 ± 21,0
Onnettomuudet kuivalla	9,3 ± 28,3
Onnettomuudet märällä	31,8 ± 23,4
Onnettomuudet lumella/jäällä	38,2 ± 26,1

Sama ruotsalainen tutkimusryhmä julkaisi toisen tutkimuksen 2006. Silloin tutkittiin vuosien 1998–2004 onnettomuudet Ruotsissa perustuen taas poliisin tietokantaan. Tutkimuksessa oli mukana hieman yli kymmenentuhatta onnettomuutta, joissa ESC oli 1942 autossa. Kuten edellisessä tutkimuksessa ESC:n tehokkuutta tutkittiin vertaamalla onnettomuustiheyttä peräänajoihin, joihin ei ESC:llä oletettu olevan vaikutusta. [4]

Taulukko 3 esittää samansuuntaisia tuloksia kuin edellinen tutkimus. Onnettomuustapauksia on vain paljon enemmän, mikä lisää tulosten luotettavuutta ja vähentää hajontaa. ESC:n edut tulevat varsinaisesti esiin, kun tarkastellaan yksittäiselle ajoneuvolle tapahtuvia vakavia onnettomuuksia (Taulukko 4).

Taulukko 3. ESC:n tehokkuus onnettomuuksissa, joissa loukkaantuneita [4]

Onnettomuudet	ESC:n tehokkuus (95 %:n luottamustaso)
Kaikki onnettomuudet	16,7 ± 9,3
Kaikki onnettomuudet (auton matkustajat)	23,0 ± 9,2
Vakavat loukkaantumiset / kuolonkolarit	21,6 ± 12,8
Vakavat loukkaantumiset / kuolonkolarit (auton matkustajat)	26,9 ± 13,9

Taulukko 4. ESC:n tehokkuus onnettomuustyypin mukaan. [4]

Onnettomuustyyppi	ESC:n tehokkuus (95 %:n luottamustaso)
Yksittäinen auto, ohitus tai vastaantuleva, loukkaantuneita	31,0 ± 10,2
Yksittäinen auto, ohitus tai vastaantuleva, vakavasti loukkaantuneita tai kuolleita	40,6 ± 15,1
Yksittäinen auto, vakavat loukkaantumiset / kuolonkolarit	44,4 ± 19,6

1.2 Iso-Britannia

Iso-Britanniassa on tutkittu ESC:n turvallisuusvaikutuksia hyvin isosta datamäärästä, mukana oli lähes yhdeksän tuhatta ESC:llä varustettua autoa. Tutkimuksessa havaittiin, että ESC:llä varustetut autot joutuivat 3 % vähemmän onnettomuuksiin kuin ilman ESC:iä varustetut. Vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ESC vähensi 19 % yhdeksän prosentin hajonnalla. [5]

Tutkimuksessa havaittiin myös, että ESC:n tehokkuus kasvaa erityisesti märällä ja jäisellä tienpinnalla, ja sitä enemmän mitä vakavammasta onnettomuudesta on kysymys. Talvisissa olosuhteissa tapahtuu Iso-Britanniassa kuitenkin vain 2 % kaikista onnettomuuksista, mikä selittää maltillisempaa ESC:n hyötyä kuin Ruotsissa. [5] Voidaan arvella, että Ruotsin tutkimustulos on olosuhteista johtuen lähempänä Suomen tilannetta kuin Iso-Britannian.

1.3 Saksa

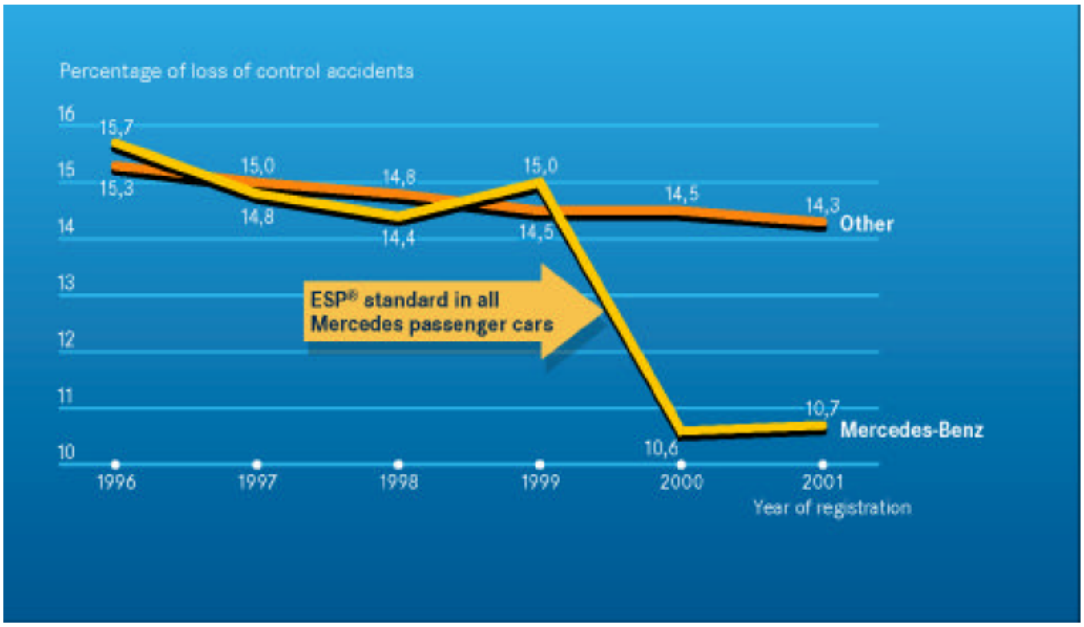
Saksalaiset autovalmistajat ovat tehneet omia tutkimuksia ESC:n tehokkuudesta. Esimerkiksi Volkswagen arvioi ESC:n vähentävän henkilövahinkoja 44 %. Saksan vakuutusyhtiöiden liitto GDV arvioi ESC:n vähentävän henkilövahinkoja 25 % ja yksittäisonnettomuuksissa jopa 40 - 60 %. [6]

Eräs mielenkiintoinen tutkimus on ESC:n kustannus-hyöty -analyysi. Se perustuu siihen, että ESC maksaa noin 130€ autovalmistajalle, kun autossa on jo varusteena ABS-jarrut. Jos kaikki EU-25 maiden autot varustettaisiin ESC:llä, siitä aiheutuisi noin 2,8 miljardin euron kustannus, mutta hyöty olisi vuosittain noin 16 miljardia euroa. [7]

On vaikea kuvitella mitään muuta yhtä kustannustehokasta toimenpidettä liikenne-turvallisuuden parantamiseksi kuin ESC:n määrääminen pakolliseksi varusteeksi. [7]

1.4 Muuta materiaalia

Osittain mainosmateriaalina on paljon esitetty Kuva 3, jossa näkyy ESP:n (ESC) tulo vakiovarusteeksi Mersuihin vuonna 2000.



Kuva 3. Ajoneuvonhallinnan menetyksestä johtuneet onnettomuudet vuosimalleissa 1996 - 2001.

1.5 ESC turvallisuuskampanjat

Yhdysvalloissa liikenneturvallisuusviranomaiset ovat ottaneet vahvasti kantaa ESC:n puolesta, ja NHTSA (National Highway Traffic Safety Adminstration) esittää, että ESC on tehokkain turvalaite sitten turvavöiden. NHTSA myös suosittaa, että USA:ssa ESC:n pitäisi olla pakollinen varuste 2009. [8]

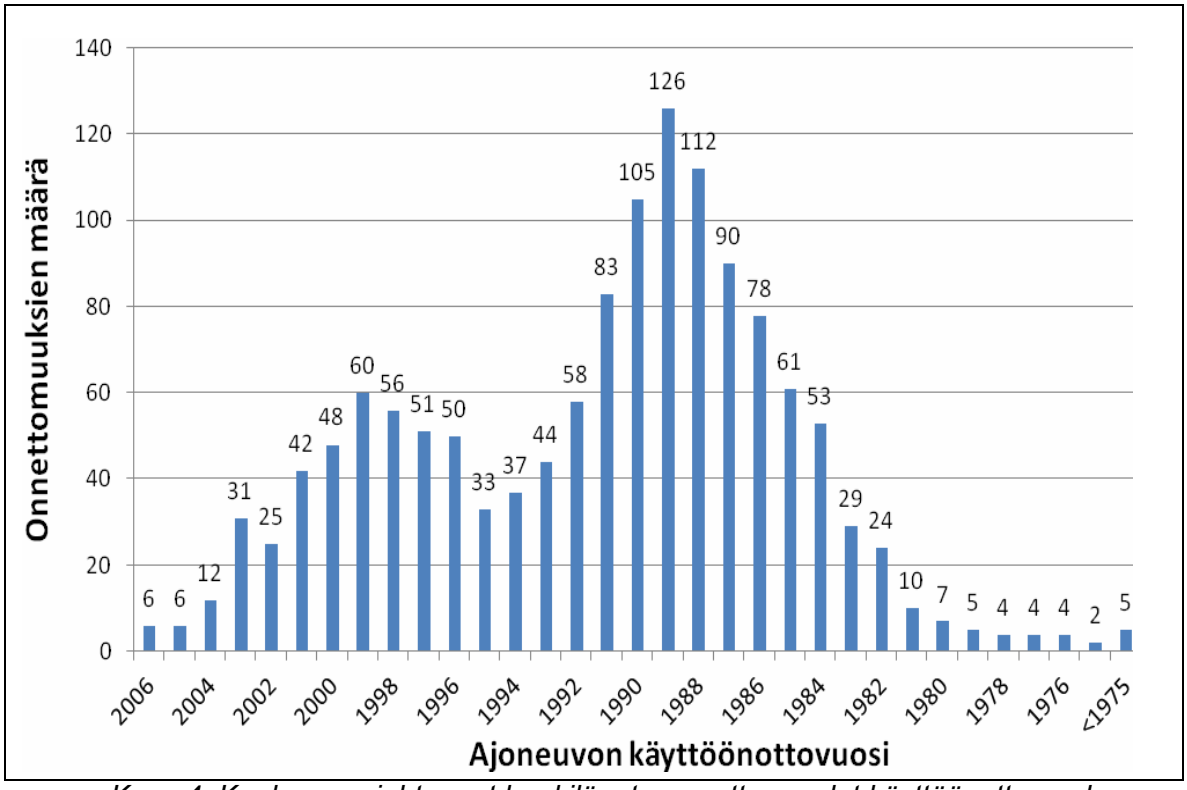
Euroopassa alkoi 2007 iso kampanja, jossa Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) ja EC (Euroopan komissio) yrittävät tuoda ESC:n tehokkuutta suuren yleisön tietoisuuteen. Kampanja arvioi, että vuosittain EU:n alueella säästettäisiin 4 000 ihmishenkeä ja 100 000 vammautumista, jos kaikki ajoneuvot olisi varustettu ESC:llä. [9]

2 ESC:n potentiaalinen turvallisuusvaikutus kuolonkolareissa Suomessa vuosina 2000 – 2006

2.1 Tutkimusmenetelmä

Suomessa tapahtui vuosina 2000 – 2006 yhteensä 1 364 (liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunnan tutkimaa) moottoriajoneuvo-onnettomuutta, joissa pääasiallisena aiheuttajana oli henkilöauto (ilman peräkärryä).

.



Kuva 4. Kuolemaan johtaneet henkilöauto-onnettomuudet käyttöönottovuoden mukaan vuosina 2000 – 2006

Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt. tosittaa, että Suomessa kolareissa kuollaan kaksikymmentä vuotta vanhoissa autoissa. Tähän vaikuttavat ainakin ajoneuvokannan ikä sekä uusien autojen parantunut passiivinen ja aktiivinen tur-

vallisuus. Aivan uusimpien autojen osuutta vähentää myös se, että niillä ei tarkastelujakson aikana (2000 – 2006) ole ehditty ajaa yhtä paljon kuin hieman vanhemmilla.

Koska tämän tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida ainoastaan ESC:n tehokkuutta, joudutaan aineistoa edelleen rajaamaan. Tutkittaviksi onnettomuuksiksi valittiin sellaiset, joissa ajoneuvon käyttöönottopäivämäärä on välillä 2000 – 2006. Myös tätä vanhemmille autoille sattuu paljon onnettomuuksia, joissa ESC voisi auttaa mutta joissa turvallisuusvaikutusta olisi mahdotonta erottaa muista tekijöistä (kuljettajaprofiili, passiivinen turvallisuus, ajosuorite).

Houkuttelevinta olisi tutkia ESC:n tehokkuutta samalla epäsuoralla menetelmällä kuin aiemmin esitetyissä tutkimuksissa. Niissä on kuitenkin pystytty ottamaan huomioon myös onnettomuudet, joissa kukaan ei ole kuollut, joten tilastollisen menetelmän käyttö on suuremman aineiston avulla ollut mahdollista. Tällaisella menetelmällä tarvitaan esimerkiksi sellaisten kolarien määrä, joissa ESC olisi voinut auttaa, jos samassa autossa olisi ollut ESC. Suomen kuolonkolareissa tällaisia olisi ollut muutama kappale, joten on selvää, että satunnaisuuden vaikutus tulokseen olisi huomattava ja hajonta nollavaikutuksesta täydelliseen tehokkuuteen.

Kuolonkolariaineiston pienuudesta johtuen jokainen onnettomuus, jossa ESC:llä olisi ollut mahdollisuus vaikuttaa, käytiin erikseen läpi. Nämä onnettomuustyypit olivat:

- autoilla samat ajosuunnat, ei kuitenkaan peräänajoja kääntyvään tai jarruttavaan ajoneuvoon
- vastakkaiset ajosuunnat
- tieltä suistumiset

ja merkittävimmät pois jätetyt onnettomuustyypit olivat:

- jalankulkijaonnettomuudet
- eläinonnettomuudet
- törmäykset pysäköityihin ajoneuvoihin.

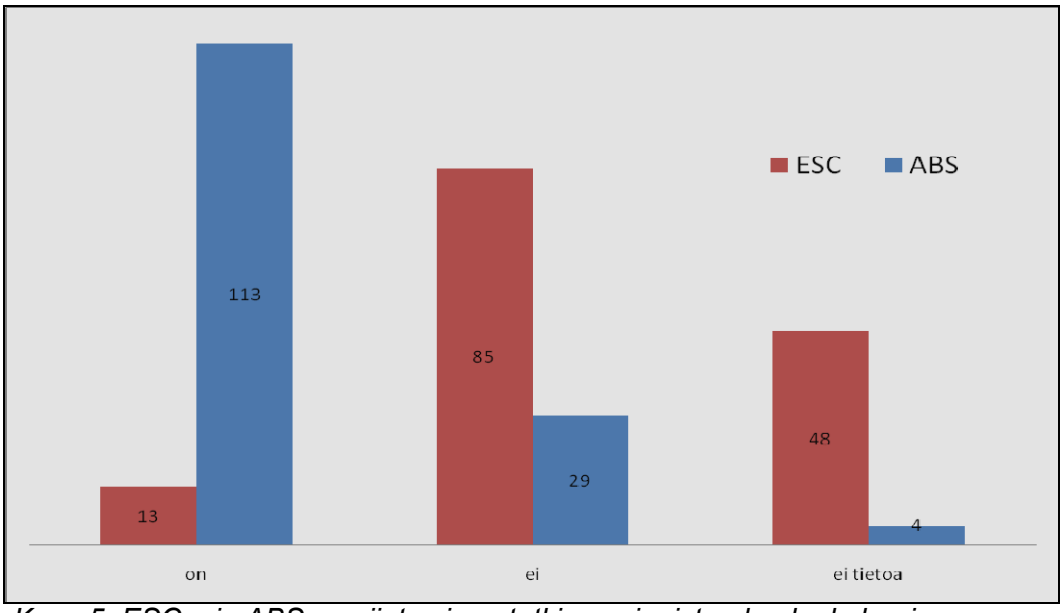
Huomattavaa on, että esimerkiksi risteysonnettomuudet ovat lähtökohtaisesti mukana, vaikka ESC:n vaikutus niissä on yleisesti ottaen pieni. Liitteessä 1 on esitetty kriteerit, miten onnettomuudet jaoteltiin onnettomuuden luonteen perusteella. Jos vaikutti, että ESC olisi voinut auttaa tilanteessa, niin onnettomuus tutkittiin tarkemmin ja selvitettiin, oliko autossa ESC vai ei. Jos kolarissa oli useampia osapuolia, tarkasteltiin vain tilannetta, jossa onnettomuuden aiheuttaneessa autossa olisi ollut ESC.

Yhteensä näitä ESC-herkkiä onnettomuuksia oli 146 kappaletta ja niissä kuoli 171 sekä vammautui 148 ihmistä. Tämä ryhmä muodosti vertailuryhmän, josta ESC:n prosentuaalista tehokkuutta voitiin arvioida.

Vammautuneita ei kuitenkaan kannata juuri tämän aineiston pohjalta vertailla, koska mukana ovat vain vammautuneet sellaisista kolareista, joissa joku on myös kuollut.

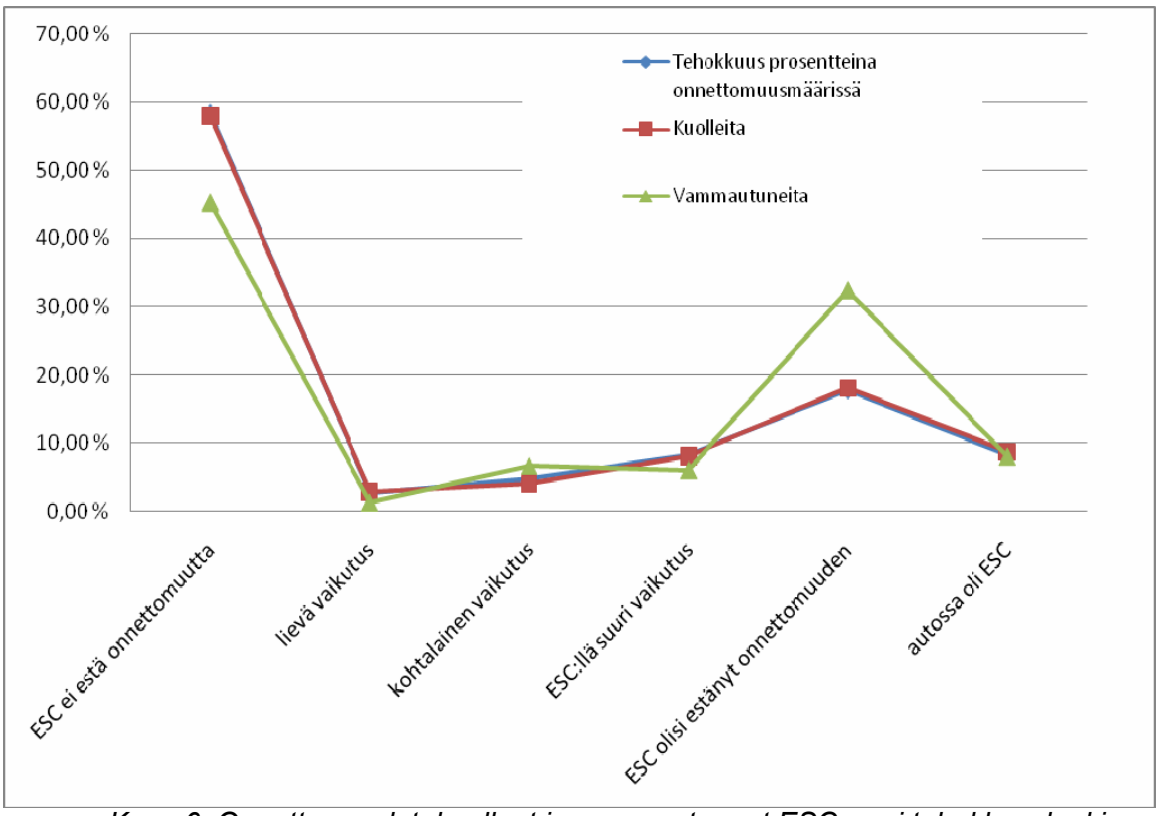
2.2 Tulokset

Kuva 5 kertoo ABS:n ja ESC:n yleisyyden tutkimusaineistossa. Vaikka ABS:n luulisi olleen vakiovaruste kaikenkokoisissa autoissa jo pidemmän aikaa, niin yllättävän suuressa osassa (20 %) sitä ei kuitenkaan ollut. Aiheuttaneista autoista vähintään 9 %:ssa oli ESC. ESC:n olemassaoloa ei selvitetty 48 onnettomuudesta, koska niistä ei ollut varmaa tietoa ja toisaalta ESC ei olisi näissä onnettomuuksissa voinut auttaa.



Kuva 5. ESC:n ja ABS:n esiintyminen tutkimusaineiston kuolonkolareissa 2000–2006, vuosimallit 2000–2006.

Kuva 6 kertoo, että ESC ei olisi voinut auttaa noin 58 %:ssa vertailuryhmän onnettomuuksista. On käytännössä sama, vertaillaanko onnettomuusmääriä vai kuolleita, koska käyrät kulkevat lähes päällekkäin. ESC olisi estänyt noin 18 % onnettomuuksista (26kpl) sekä kuolonuhreista (31 kpl). Kuolonkolareissa vammautuneita olisi säästynyt 32 % (48 kpl).

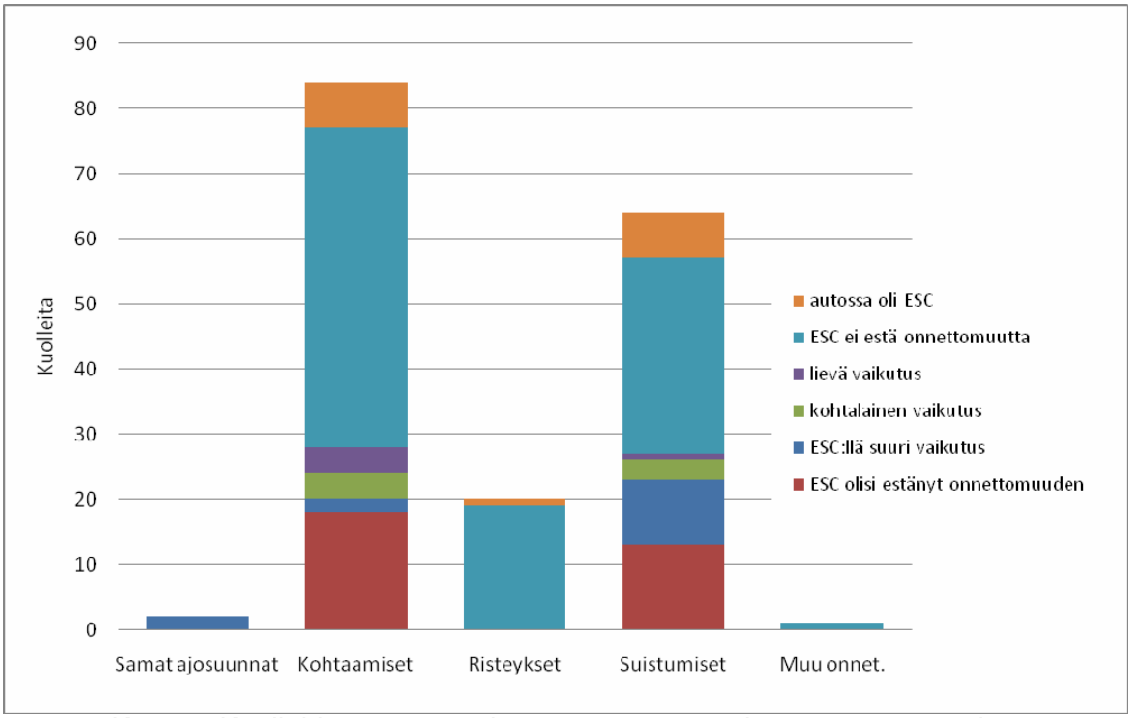


Kuva 6. Onnettomuudet, kuolleet ja vammautuneet ESC:n eri tehokkuusluokissa suhteessa kaikkiin vertailuonnettomuuksiin v. 2000–2006, vuosimallit 2000–2006.

Huomattavaa on, että onnettomuusmäärät ovat melko pieniä, kun niitä verrataan kaikkiin liikenneonnettomuuksiin. Esimerkiksi se, että ESC olisi voinut estää 31 ihmishenkeä seitsemän vuoden aikana, tuntuu melko vähältä. Tällaista vertailua ei kuitenkaan voida tehdä, koska ESC:n tehokkuutta tutkittiin vain sellaisissa autoissa, joissa se ikänsä puolesta olisi voinut olla. On syytä muistaa, että vertailujoukossa oli mukana 171 kuollutta, joista 31 olisi pelastunut. Suhteellinen vertailu antaa siten todenmukaisemman kuvan.

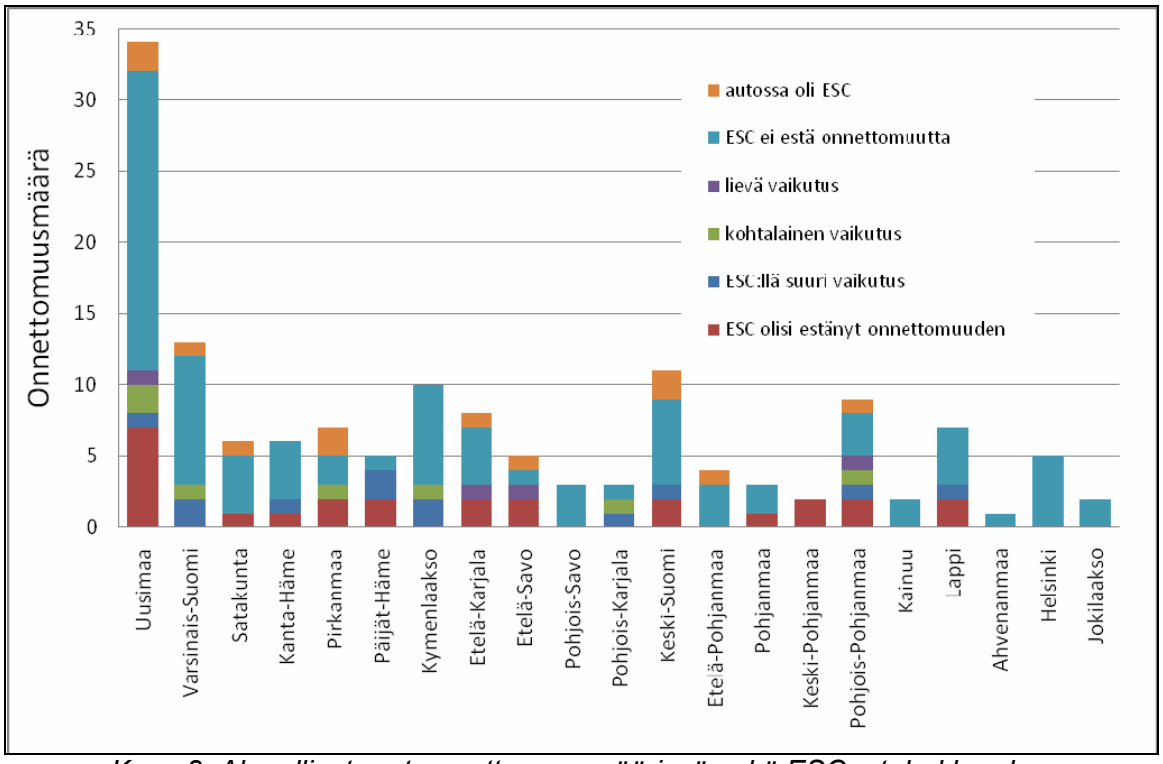
ESC:n tehokkuusluokkia ”lievä vaikutus”, ”kohtalainen vaikutus” ja ”suuri vaikutus” käytettiin melko vähän, koska monesti kuolonkolarin syy ja ESC:n vaikutusmahdollisuudet olivat selkeät.

Onnettomuuksissa kuolleet on jaoteltu onnettomuustyypin ja ESC:n tehokkuuden mukaan (Kuva 7). Kuvassa näkyy selkeästi, että uusissa autoissa kuollaan kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksissa ja näissä ESC:n suhteellinen tehokkuus on samaa luokkaa. Risteysonnettomuuksia oli 20 kappaletta, ja ESC ei olisi voinut näitä vähentää. Samaan ajosuuntaan meneville ajoneuvoille ei juuri satu kuolonkolareita.



Kuva 7. Kuolleiden määrät eri onnettomuustyypeissä, onnettomuudet onnettomuusaineistossa 2000–2006, vuosimallit 2000–2006.

Kuva 8 näyttää alueelliset erot onnettomuusmäärissä ja ESC:n tehokkuuden eri alueilla. Onnettomuusmäärissä näkyy vilkkaiden valtateiden liikennemäärien vaikutus. ESC ei näytä olevan erityisen tehokas millään alueella, tosin sitä ei voida täysin pois sulkeakaan, koska onnettomuusmäärät yhdellä alueella ovat liian pieniä tilastollisten päätelmien tekoon. Uudenmaan korkeaa osuutta onnettomuusmäärissä saattaa selittää (liikennesuoritteen lisäksi) uusien autojen oletettu suurempi osuus alueella. Vuosimallia 2000 vanhempien autojen onnettomuudethan eivät näy tässä tarkastelussa ollenkaan.



Kuva 8. Alueelliset erot onnettomuusmäärissä sekä ESC:n tehokkuudessa. Onnettomuudet onnettomuusaineistossa 2000–2006, vuosimallit 2000–2006.

Aineistosta löytyi useita kovavauhtisia ulosajoja kaarteessa, jotka nopeasti arvioiden eivät olisi olleet mitenkään muuten vältettävissä kuin ajonopeutta alentamalla. Kun onnettomuutta tarkemmin tutkittiin, löytyi kuitenkin useita merkkejä siitä, että auto on heittelehtinyt ennen suistumista ja monesti suistuminen päätyi myös sisäkaarteen puolelle. Tällöin kova nopeus on toki aiheuttanut auton hallinnan menetyksen, muuta kitkasta ei ole vielä varsinaisesti ollut puute. Näissä tapauksissa ESC olisi todennäköisesti mahdollistanut auton hallinnan vaikeassa ajotilanteessa ja myös vähentänyt nopeutta halusi kuljettaja sitä tai ei. Suoranaisia kaarteessa ”täysillä tangentin suuntaan”-onnettomuuksia oli hyvin vähän.

3 Johtopäätökset

Liikenneturvallisuus on monen osatekijän summa, ja yhden osa-alueen parantaminen ei välttämättä näy kokonaisuudessa oletetusti.

ESC:n hyöty näkyy kuitenkin selvästi tutkimassamme aineistossa, ja tulokset ovat samansuuntaiset kuin aiemmin mm. Ruotsissa ja Saksassa tehdyissä tutkimuksissa.

ESC:n hyötyä voivat pienentää seuraavat vaikeasti hallittavat tekijät:

1. Hyödyn ulosmittaaminen ajonopeuksia nostamalla
2. ESC:n poiskytkennät
3. ESC:stä tulee halpaversioita, jotka eivät ole yhtä tehokkaita kuin nykyiset

Suurin pelko on varmasti se, että ESC:n hyöty ulosmitataan ajamalla lujempaa ja varomattomammin. Näin voikin tapahtua varmasti joissain yksittäisissä tapauksissa. ABS-jarrujen yleistyessä niihin kohdistui samanlaisia epäluuloja kuin nyt ESC:iin. Ei voida kuitenkaan sanoa, että vallalla olisi ilmapiiri tai käsitys, jonka mukaan ABS-jarrujen avulla voisi ajaa lujempaa. Kuitenkin ABS-jarrut ovat poistaneet yhden onnettomuustyypin kokonaan: auton hallinnanmenetykset hätäjarrutuksessa.

Suurin osa auton kuljettajista ei tule ymmärtämään, miten, miksi ja milloin ESC toimii. Se on yhtälailla taustalla oleva turvajärjestelmä kuin ovat esimerkiksi turvavyöt. Siksi emme näe, että pitkällä aikavälillä sen hyötyjä ulosmitattaisiin.

Monissa autoissa ESC voidaan kytkeä pois erillisellä napilla. On vaarana, että jotkut kuljettajat ajavat ilman ESC:iä, perustellen sitä mitä ihmeellisimmillä seikoilla. Yksi varsin luonnollinen selitys voi olla, että he eivät halua ”tietokoneen puuttuvat autolla ajamiseen”. Nämä kuljettajat saattavat asenteeltaan kuulua muutenkin korkean onnettomuusriskin ryhmiin.

Jos ESC määrätään pakolliseksi varusteeksi autoon, pitää olla jokin menetelmä, jolla sen tehoa ja yleensäkin olemassaoloa mitataan. Jokin autovalmistaja voi yrittää tehdä halvan järjestelmän, jonka suorituskyky tai toiminnallisuus ei vastaa edes nykyisiä järjestelmiä.

Mielenkiintoinen ajatusvertailu voidaan tehdä ESC:n ja keskikaiteen välillä, jotka molemmat ovat tehokas keino vähentää kohtaamisonnettomuuksia. Keskikaide on tiepitäjän yksittäinen ja kallis investointi, mutta ESC:n maksavat tienkäyttäjät pienissä erissä, joissa on mukana vielä auto- ja arvonlisäverokin.

Keskikaide-kysymys on erityisen tärkeä tulevaisuudessa, koska kohtaamisonnettomuus on selkeästi se onnettomuustyyppi, jossa uusissakin autoissa kuollaan tai vammaudutaan vaikeasti.

4 Toimenpide-ehdotuksia

1. On seurattava ESC:n mahdollisia standardointipyrkimyksiä sekä testausmenetelmien kehitystä. Kun ESC määritellään yleisesti hyväksytysti, se tulisi lisätä ajoneuvon rekisteriotteeseen.

2. ESC:n toimintaa ei tunneta ja siihen liittyy väärinkäsityksiä. Tässä kohdin tiedottaminen lienee ainoa mahdollinen menettelytapa.

3. Liukkaalla ajamisen itseohjattu harjoittelu ja erilaisten aktiivisten turvalaitteiden kokeilu turvallisessa ja osittain valvotussa ympäristössä tulisi ensin mahdollistaa ja sitten niihin tulisi kannustaa. Lähinnä perinteinen ”jäärata järven jäällä” tulisi mahdollistaa valvotussa ympäristössä. Autojen uusiin varusteisiin tutustumiseen ja sitten niiden oikean käytön opettamiseen tulisi luoda uusia käytäntöjä lähtien jo auton luovutuksesta autokaupassa.

4. ESC ei ole kenenkään tuotemerkki vaan yleisnimitys ajonvakautusjärjestelmälle. Se on mahdollistanut sen markkinoinnin ilman että vihjataan mihinkään tiettyyn autoon tai valmistajaan. ESC:tä voisi mainostaa myös Suomessa samaan tapaan kuin markkinoidaan turvavöistä ja -väleistä.

5 Parannusehdotuksia liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunnan menettelyihin

1. ESC:lle pitää saada oma kohta ajoneuvoteknisen jäsenen lomakkeeseen. Onnettomuustutkinnassa tulisi merkitä muistiin ajoneuvon keskikonsolissa olevat katkaisijat, jotka voivat viitata aktiivisiin turvajärjestelmiin, sekä mahdollisesti myös katkaisijan asento. Tärkeää on merkitä lomakkeeseen katkaisijan kirjainlyhenne, ei pelkkä ”ajonvakautus”, koska lyhenteissä sekoaa helposti. Esimerkiksi ASR ja ASC ovat täysin eri järjestelmiä. Käytännössä voisi olla helpointa ottaa katkaisijoista ja kojelaudasta erikseen valokuvia.

   Nykyisessä lomakkeessa on virheellisesti merkitty ASC tarkoittamaan aktiivijousitusta, vaikka kyseessä on yleensä BMW:n ajonvakautusjärjestelmä.

   Jos on epäselvää, onko autossa ESC, se tulee selvittää maahantuojalta valmistenumeron avulla. Jos asia jää epäselväksi, se tulee erikseen merkitä.

   Lisäksi tulevaisuuteen kannattaa varautua lisäämällä lomakkeeseen kohdat ACC (Adaptive Cruise Control), kaistavahti ja automaattinen hätäjarrutus, joita kaikkia löytyy jo tuotantoajoneuvoista.

   Aktiivisten turvajärjestelmien vaikutus aineistoon on niin suuri, että ESC tulee ottaa mukaan sähköiseen tietokantaan

2. Autojen maahantuojien kanssa tulee keskustella mahdollisuudesta luoda tutkijalautakunnille tarkoitettu yhdyshenkilöverkosto, jolta auton varustelistauksen selityksineen voisi saada liitettäväksi tutkinta-aineistoon.

   Emme tiedä, mitä varusteita autoihin tulee tulevaisuudessa, ja lautakunnan jäsenten työtaakka ei voine enää kasvattaa. Varminta olisi yksinkertaisesti listata auton varusteet maahantuojan tietojen mukaan. Vaikka tiedot olisivat vain numerokoodeja, niin niiden luotettava selvittäminen olisi mahdollista tulevaisuudessakin, oli auto sitten romutettu tai poistettu tietokannoista.

3. Valokopio / valokuva onnettomuusautojen rekisteriotteen teknisestä osasta helpottaa ajoneuvon turvalaitteiden jäljitystä.

4. ESC:n tai muun turvalaitteen virheellisen toiminnan epäily on otettava vakavasti. Eräässä onnettomuudessa tutkijalautakunnan papereihin oli merkitty ”ABS-tunnistinhäiriö”, ja kuitenkin onnettomuus oli aiheutunut hallinnanmenetyksestä jarrutuksessa. Tutkijalautakunta ei nähnyt tätä teknistä vikaa onnettomuuteen johtaneeksi tekijäksi. Toinen lautakunnan virheellinen tulkinta oli, että ” luistonestojärjestelmillä varustettu auto saattoi viestiä kuljettajalle korostettua turvallisuuden tunnetta, mikä edesauttoi riskin ottoon”, vaikka ajoneuvossa ei edes ollut luistonestoa.

   On selvää, että aktiivisista järjestelmistä tarvitaan koulutusta tutkijalautakunnan ajoneuvoteknisille jäsenille. Monesti asioita perustellaan yleisesti vain ”fysiikan lailla”, mikä perustelu voi johtaa helposti suoraviivaisiin tulkintoihin.

5. Onnettomuustutkinnassa kuljettajat ja matkustajat tutkitaan kahden eri ammattilaisen näkökulmasta: käyttäytymistieteellisen jäsenen näkökulmasta ja toisaalta ruumiinavauksessa. Ajoneuvon osalta tutkitaan tekninen puoli – ikään kuin ruumiinavaus – ja se on usein ammattitaitoisesti tehty. Mutta yleensä kukaan ei johdonmukaisesti tarkastele ajoneuvon käyttäytymistä, joka on kuitenkin kaikkea muuta kuin yksiselitteinen asia. Lisäksi ajoneuvon kohdalla aktiivisten järjestelmien yleistyminen mahdollistaa, että ajoneuvo itse ”käyttäytyy ennen onnettomuutta ja onnettomuudessa” kuten aktiivinen toimija eli kuljettaja.

   Tämä aihepiiri on jo juridisestikin vaikea, koska sen yksi suoraviivainen ratkaisu on lentokoneiden tapainen mustalaatikko, joka tallentaa onnettomuutta edeltävät tapahtumat.

6. Vammautuneiden merkintätavan yhtenäistämiseen tulee kannustaa. Joillain toiminta-alueilla merkitään pelkästään vammautuneet, joita toisaalla kutsutaan loukkaantuneiksi; joillain alueilla on taas käytössä jaottelu lievästi ja vakavasti vammautuneet. Viimeksi mainittu on mielestämme vaihtoehdoista paras.

6 LÄHDELUETTELO

1. Shibahata Y., Shimada K., Tomari T., Improvement of Vehicle Manoeuvrability by Direct Yaw Moment Control, Proceedings of the International Symposium on Advanced Vehicle Control, AVEC 1992, pp. 452-451.

2. Smakman Henk, Functional integration of slip control with active suspension for improved lateral vehicle dynamics, München, 2000, 228p.
   Anders Lie, Claes Tingvall, Maria Krafft, Anders Kullgren, The Effectiveness of ESP (Electronic Stability Program) in Reducing Real Life Accidents, Traffic Injury Prevention, Volume 5, Issue 1 March 2004, pages 37 – 41.

3. Anders Lie, Claes Tingvall, Maria Krafft, Anders Kullgren, The Effectiveness of ESC in Reducing Real Life Crashes and Injuries, Traffic Injury Prevention, Volume 7, Issue 1 March 2006, pages 38 – 43.

4. Thomas Pete, The Accident reduction effectiveness of ESC equipped cars in Great Britain, Vehicle Safety Research Centre, Loughborough University, UK.

5. Langwieder Klaus, International field experiences with electronic stability program (EPS) in cars, Fisita 2004.

6. Baum Herbert, Grawenhoff Sören, Geißler Torsten, Cost-Benefit-Analysis of the Electronic Stability Program (ESP), Institute for Transport Economics at the University of Cologne, 2007.

7. http://www.fiafoundation.com/policy/road_safety/policy_monitor/pm_08022007.html (viitattu 17.12.2007).

8. http://www.chooseesc.eu/ (viitattu 17.12.2007).

7 Liite 1

Johtopäätökset onnettomuustyypin perusteella:
(vain niille onnettomuustyypeille, joita AKE ESC –projektin datassa on)
ESC neg. tarkoittaa, että ESC:n vaikutus arvioidaan olemattomaksi ja ESC pos. sitä, että ESC voisi todennäköisesti auttaa ja onnettomuus tutkitaan tarkemmin.

Onnettomuustyyppi ”0 - Samat ajosuunnat”
- Peräänajot ESC neg.
- Havaintovirheet ESC neg.

Onnettomuustyyppi ”1 - Samat ajosuunnat, kääntyvä ajoneuvo”
- U-käännös, peräänajot ESC neg.

Onnettomuustyyppi ”2 - kohtaamisonnettomuus”
- Jos nukahdus ilman heittelehtimistä niin ESC neg.
- Itsemurhat ESC neg.
- Hallinnan menetys huonossa kelissä ESC pos.

Onnettomuustyyppi ”3 – vastakkaiset ajosuunnan, risteys”
- Jos havaintovirhe niin ESC neg.

Onnettomuustyyppi ”4 - Risteävät ajosuunnat”
- Jos havaintovirhe niin ESC neg.
- Jos liukas ja myöhäinen jarrutus niin ESC neg.
- Junat ESC neg.
- Matala nopeus ESC neg.
- Hallinnan menetys ESC pos.

Onnettomuustyyppi ”5 - Risteävät ajosuunnat, kääntyvä ajoneuvo”
- Jos havaintovirhe, niin ESC neg.
- Jos liukas ja myöhäinen jarrutus, niin ESC neg.
- Junat ESC neg.
- Matala nopeus ESC neg.
- Hallinnan menetys ESC pos.

Onnettomuustyyppi ”6 - Jalankulkija, suojatiellä”
- Ei datassa

Onnettomuustyyppi ”7 - Jalankulkija”
- Ei datassa

Onnettomuustyyppi ”8 - Suistumiset”
- Jos nukahdus ja suoraan ojaan, ESC neg.

Onnettomuustyyppi ”9 - Muu”
- Jos hallinnan menetys ESC pos.
- Suora törmäys ESC neg.

Yleisiä päätelmiä
- Matala nopeus ESC neg.
- Havaintovirheet ESC neg., mutta voinut johtaa hallinnan menetykseen. jolloin ESC pos.
- Rattijuopot vaikeita, monesti kuitenkin hallinnanmenetys, jolloin ESC voisi auttaa

Asteikko:
1 ESC ei voi parantaa tilannetta
2 ESC voisi parantaa tilannetta
3 ESC:llä kohtalainen vaikutus
4 ESC parantaisi merkittävästi
5 ESC estäisi onnettomuuden