

Jussi Ojala

Ajoneuvon ohjainlaitetietojen käyttö onnettomuustutkinnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööriytyö

8.5.2016

Alkulause

Tämä insinööri työ tehtiin yhteistyössä Liikennevakuutuskeskuksen liikenneturvallisuusyksikön ja Autovahinkokeskuksen Espoon-toimipisteen kanssa.

Haluan kiittää tutkimustyössä auttaneita henkilöitä, eritoten Liikennevakuutuskeskuksen liikenneturvallisuusyksikön tutkinnan koordinaattori Juha Nuutista, liikenneturvallisuustutkija Nina Sihvolaa ja Autovahinkokeskuksen teknisen palvelun päällikkö Henri Huovista.

Suurin kiitos kuuluu työn ohjaajalle, Liikennevakuutuskeskuksen liikenneturvallisuusyksikön yhteyspäällikkö DI Tapio Koisaarelle. Toimittajataustan omaavalta Koisaareltä saadut kannustavat ohjeet ja neuvot olivat korvaamattomia tekstin tuottamisen suhteen. En voi olla mainitsematta sitä valtavaa panosta, joka ”Tapsalla” oli tämän työn suhteen motivoimassa hommaa eteenpäin niin hyvinä kuin huonoina hetkinä.

Helsinki 8.5.2016

Jussi Ojala

Tekijä Otsikko	Jussi Ojala Ajoneuvon ohjainlaitetietojen käyttö onnettomuustutkinnassa
Sivumäärä Aika	27 sivua + 8 liitettä 8.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaaja	Yhteyspäällikkö Tapio Koisaari, Liikennevakuutuskeskus Autoelektroniikan lehtori Vesa Linja-aho, Metropolia
<p>Tämä insinöörityö toteutettiin yhteistyössä Liikennevakuutuskeskuksen liikenneturvallisuuksyksikön ja Autovahinkokeskuksen kanssa. Opinnäytetyö lähti liikkeelle Liikennevakuutuskeskuksen liikenneturvallisuuksyksikön tarjoamasta aiheesta.</p> <p>Työtehtävänä oli tehdä onnettomuustutkintalautakunnille käytännön ohjeet siitä, miten ajoneuvojen ohjainlaitetietoja saadaan hyödynnettyä onnettomuustutkinnassa. Toissijaisena tavoitteena oli kuvata tietojen mahdolliset rajoitteet.</p> <p>Työssä tarkastellaan ajoneuvoissa käytettävää Event Data Recorder -järjestelmää ja sen käyttöä onnettomuustutkinnassa. Lisäksi selvitetään, missä ajoneuvoissa kyseinen ”mustana laatikkona” tunnettu järjestelmä on ja miten EDR-tiedot saadaan ajoneuvosta esille.</p> <p>Onnettomuustutkijaa pyritään ohjeistamaan oikeaan toimintaan onnettomuusajoneuvosta saatavien tietojen kanssa sekä ennen tietojen purkua että tietojen analysointivaiheessa. EDR-tietojen hyödyntäminen vaatii sekä oikeiden työmenetelmien hallintaa että tallennetun tiedon luonteen ymmärtämistä.</p> <p>Työn tuloksena EDR-järjestelmän toiminta on kuvattu tarkasti. Työssä kerrotaan, mistä ajoneuvoista EDR-tiedot ovat saatavilla ja miten toimitaan, jos EDR-tietoja ei ole saatavilla. Samalla selvitetään, mitä muuta ohjainlaitetietoa saattaa olla saatavilla, miten nämä tiedot saadaan luettua ja minkälaisia rajoituksia niillä on.</p> <p>Lopputuloksena on valmis materiaali, jonka perusteella voidaan luoda toimintakäsikirja onnettomuustutkintalautakunnille.</p>	
Avainsanat	onnettomuustutkinta, EDR-tieto, ohjainlaitetieto

Author Title	Jussi Ojala Use of Vehicle Control Unit Data in Crash Investigation
Number of Pages Date	27 pages + 8 appendices 8 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor	Tapio Koisaari, Road Safety Liaison Manager Vesa Linja-aho, Senior Lecturer in Automotive Electronics
<p>This Bachelor's thesis was made in co-operation with the Finnish Motor Insurers' Centre (LVK) and Autovahinkokeskus. The author received a job offer from the Motor Insurers' Centre to make material for a handbook to be used by road accident investigation committees.</p> <p>The objective of this thesis was to examine the use of vehicle control unit data in crash investigation. Almost every new vehicle has an Event Data Recorder (EDR) unit which records crash data in an accident. There is also a great amount of other control unit data after the crash, for example fault codes, which could be useful in crash investigation. The main objective of this thesis was to study how EDRs work and how to use the control unit data as a supporting data with other cognizance collected in crash investigation.</p> <p>The study was carried out as follows. Firstly, the EDR system was examined carefully. It was researched how an EDR works and which vehicles have EDRs. Secondly, guidelines were made how to read EDR data from crashed vehicles and how to collect other control unit data if EDR data is not available. Thirdly, EDR data was collected and examined accurately. It was found out that recorded data contains lots of valuable information about vehicle and what driver has made during the crash. Finally, the EDR data was analyzed with other control unit data and conclusions were made.</p> <p>As a result of this Bachelor's thesis, material for a handbook used by road accident investigation committees was developed. It was found out that there are restrictions in control unit data and even EDR data is not precise. The accuracy of EDR data is too approximate and therefore, EDRs should be used as an additional tool or initial data, but not as a "straight truth".</p>	
Keywords	crash investigation, EDR data, control unit data

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn taustaa	1
1.2	Aiheen rajaus	1
1.3	Käytetyt menetelmät	2
2	EDR-järjestelmä	2
2.1	Järjestelmän taustaa	2
2.2	Järjestelmän kuvaus	3
2.3	Kerättävä tieto	4
2.4	Tietojen käyttö	6
2.5	Kehitysaskeleet tulevaisuudessa	7
3	EDR-tiedon lukemiseen soveltuvat ajoneuvot	9
3.1	EDR-tietojen luku Boschin CDR-testilaitteella	10
3.2	Valmistajan testilaitteistolla luettavissa olevat EDR-tiedot	10
3.3	EDR-tietoja ei ole saatavilla	11
4	Ajoneuvon valmistelu tiedonlukua varten	12
4.1	Ajoneuvon valmistelu	13
4.2	Tietojen luku DLC-liittimen kautta	13
4.3	Tietojen luku suoraan ohjainlaitteesta	14
4.4	Kun EDR-tietoja ei saatavilla	15
5	EDR-tietojen analysointi	16
5.1	EDR-tietojen rakenne	16
5.2	EDR-tietojen tarkkuus	17
5.3	EDR-tietojen muut rajoitukset	19
5.4	EDR-tietojen yhdistäminen muuhun tutkinnassa saatuun tietoon	20
6	Muun ohjainlaitetiedon analysointi	21
6.1	Vikakoodit	21
6.2	Vikakoodien Freeze Frame -tiedot	23
6.3	Muualta saatu tieto, avaimet yms.	23
7	Yhteenveto	24

Lyhenteet

AVK	Autovahinkokeskus
CDR	Crash Data Retrieval. Onnettomuustietojen esillesaanti. Boschin valmistama testilaite, jolla saadaan hankittua onnettomuustiedot ajoneuvosta tai ohjainlaitteesta.
DLC	Data Link Connector. Tiedonsiirtoliitäntä ajoneuvossa testilaitetta varten.
EDR	Event Data Recorder. Tapahtumamuisti. Sisältää ajoneuvon tallentamat törmäyshetken onnettomuustiedot.
IIHS	Insurance Institute for Highway Safety
LVK	Liikennevakuutuskeskus
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NTSB	National Transportation Safety Board
OBD	On-Board Diagnostics. Ajoneuvon itsediagnoosi, raportointi ja tallenninjärjestelmä.

1 Johdanto

1.1 Työn taustaa

Tämä insinöörityö lähti liikkeelle Liikennevakuutuskeskuksen tarjoamasta aiheesta. Työn tarkoituksena oli tehdä onnettomuustutkijalautakunnille käytännön ohjeet siitä, miten saadaan hyödynnettyä ajoneuvojen ohjainlaitetietoja onnettomuustutkinnassa. Uusissa autoissa on sisäänrakennettu, törmäyshetkellä tietoja tallentava EDR-järjestelmä (Event Data Recorder), jota onnettomuustutkinnassa ei vielä tällä hetkellä hyödynnetä täysin.

Koska järjestelmä on uusi eikä edes pakollinen missään päin maailmaa, on sen olemassaolokin monelle vielä tuntematon. EDR-järjestelmä toimii ajoneuvojen ”mustana laatikkona”, jonka tallentamilla tiedoilla voidaan saada ratkaistuksi monta ongelmaa esimerkiksi onnettomuuksissa, joissa ei ole silminnäkijöitä.

1.2 Aiheen rajaaminen

Tämän insinöörityön tavoitteena oli selvittää, mistä autoista EDR-tiedot saadaan luetua ja miten.

Työssä kerätyn tiedon perusteella liikenneonnettomuuksien tutkijoille kirjoitetaan selkeät toimintaohjeet, jotka helpottavat heidän työtään tallentuneen tiedon esille saamisessa ja EDR-tietojen käyttämisessä muun tutkinnassa saadun tiedon lisänä. Opinnäyte-työ on erittäin ajankohtainen, koska EDR-järjestelmän tunteminen ei ole edes kaikille onnettomuustutkijoille itsestäänselvyys.

Työ on kirjoitettu henkilöautojen näkökulmasta, mutta menetelmät ovat luonnollisesti sovellettavissa esimerkiksi vikakoodien osalta myös pakettiautoihin. Muiden moottoroi-tujen liikkumisvälineiden osalta tutkijan kannattaa pitää mielessä, että myös niistä on yleensä luettavissa tietoa. Tällöin parhaat työkalut ja valmiudet löytyvät valmistajalta ja myyntiliikkeiltä.

1.3 Käytetyt menetelmät

Työssä on käytetty apuna Boschin valmistamaa yleismallista CDR-testilaitetta (Crash Data Retrieval). Laitteella saa luettua EDR-tiedot suoraan auton DLC-liitännästä (Data Link Connector) eli tiedonkeruuliitimestä, joka tunnetaan kansankielessä paremmin yleisnimellä OBD-liitin (On-Board Diagnostics).

DLC-liitin oli vielä 2000-luvulle asti monella autonvalmistajalla omanlaisensa, mutta standardoidun OBD-järjestelmän (lähinnä moottorin ja pakokaasupäästöjen jälkikäsitteilylaitteiden vikadiagnostiikka) tultua pakolliseksi ympäri maailman 2000-luvun alussa DLC-tiedonkeruuväylä siirrettiin kaikille yhteiseen standardoituun monipinniseen tiedonsiirtoliitimeen, joka löytyy ohjauspyörän läheisyydestä.

Nykyisin DLC-väylä toimii kokoavana tiedonsiirtokanavana. Se ei ole reaaliaikainen, mutta se on yhteydessä kaikkiin runkoväyliin, joten DLC-väylän kautta on mahdollista saada yhteys kaikkiin auton ohjainlaitteisiin.

Koska tiedonsiirto tapahtuu CAN-väylää (Controller Area Network) tai jopa MOST-valokuituverkkoa (Media Oriented System Transport) pitkin, vaatii DLC-liitännän käyttö akun pitämistä kytkettynä ja sytytysvirran pitämistä päällä.

Pahasti tuhoutuneen auton EDR-tiedot on siis luettava muilla keinoin. CDR-testilaitteeseen on tätä varten saatavilla automerkki- ja mallikohtaisia adaptoreita, joilla onnettomuustiedot on tarvittaessa luettavissa myös suoraan autosta irrotetusta turvavyöjen ohjainlaitteesta.

2 EDR-järjestelmä

2.1 Järjestelmän taustaa

EDR-järjestelmän tietoja on käytetty henkilöliikenteen onnettomuustutkinnassa ensimmäistä kertaa Yhdysvalloissa jo vuonna 1991 NHTSA:n (National Highway Traffic Safety Administration) toimesta. Tuolloin onnettomuudessa oli mukana General Motorsin valmistama auto, jossa oli ensimmäisenä EDR-tietoja tallentava järjestelmä.

Järjestelmä oli varsin alkeellinen, eikä se tallentanut kuin muutamia eri suureita huonolla tarkkuudella. Pääasia kuitenkin oli, että tietoa oli saatavilla. Melko nopeasti EDR-tietojen hyödyntämisen aloittamisen jälkeen huomattiin, miten suuri apu järjestelmästä onnettomuustutkinnassa olisi, jos tietoa olisi tarjolla enemmän ja paremmalla tarkkuudella.

Sittemmin NHTSA aloitti laajan yhteistyön ajoneuvovalmistajien kanssa parantaakseen liikenneturvallisuutta kehittyvän ajoneuvoelektroniikan avulla. Vuonna 1997 NTSB (National Transportation Safety Board) antoi suosituksen EDR-järjestelmän laajemmasta käytöstä.

Myönteisten tulosten ja EDR-järjestelmien lisääntymisen myötä vuonna 2006 säädettiin EDR Final Rule 2006 -säädöksissä pakolliseksi joukko tallennettavia suureita, jotka tulee tallentaa kaikissa syyskuun 2010 jälkeen valmistetuissa kevyissä ajoneuvoissa.

Järjestelmän käyttöönottoon tuli kuitenkin viivästyksiä ja NHTSA siirsi EDR-järjestelmien pakollisuuden Yhdysvalloissa kaikkiin ajoneuvoihin, jotka myydään syyskuun 2012 jälkeen. (Canis & Peterman 2014.)

EDR-järjestelmä ei ole siis toistaiseksi pakollinen kuin Yhdysvalloissa. Muilla markkina-alueilla järjestelmä on vielä vapaaehtoinen. Maailmanlaajuisen standardoinnin puuttuessa järjestelmän yleistyminen on hidasta ja saatavien tietojen määrä vaihtelee Yhdysvaltojen ulkopuolella paljon.

2.2 Järjestelmän kuvaus

EDR-järjestelmä on liikenneturvallisuuden parantamiseksi kehitetty tallennin ja valvontajärjestelmä, jota usein kuvataan myös yksityisajoneuvojen ”mustaksi laatikoksi”. EDR-järjestelmän tarkoituksena on tallentaa ajoneuvon muiden järjestelmien ja laitteiden tietoja onnettomuushetkellä.

Järjestelmä kerää tietoa siitä, missä kunnossa auto on ollut onnettomuushetkellä, miten eri laitteet ovat toimineet ja milloin. Kymmenien tallennettavien suureiden avulla saadaan selville myös se, mitä kuljettaja on tehnyt onnettomuushetkellä. Näiden tietojen

avulla saadaan selvitettyä ja varmistettua monta asiaa onnettomuustutkinnassa saadun muun tiedon tuella.

Yhdysvallat maailman toiseksi suurimpana ajoneuvojen markkina-alueena vaikuttaa luonnollisesti määräyksillään ja suosituksillaan kaikkiin ajoneuvovalmistajiin. Tästä johtuen eri ajoneuvovalmistajat ovat asentaneet jo 1990-luvulta alkaen omia EDR-järjestelmiään, jotka monesti toimivat myös muille markkinoille suunnatuissa autoissa. Ongelma kuitenkin on maailmanlaajuisen standardoinnin puuttuessa, että tallentimet toimivat eri lailla ja tallentunut tai saatava tieto vaihtelee Yhdysvaltojen ulkopuolella.

2.3 Kerättävä tieto

EDR-järjestelmä tarkkailee jatkuvasti auton tilaa ja tallentaa tiedot ainoastaan onnettomuushetkellä. EDR-järjestelmään ei siis kuulu pitkä historiamuisti kaikesta autossa olevasta tai tapahtuneesta, vaan EDR-tiedot tallentuvat ainoastaan törmäyshetkestä viisi sekuntia taaksepäin. Jos törmäyksiä on useampia, tallentuvat seuraavankin törmäyksen tiedot törmäyshetkestä saman viisi sekuntia taaksepäin. Tällä hetkellä vaatimuksena on kolmen perättäisen törmäyksen tallentuminen. (Event Data Recorders 2006.)

EDR-tietoihin kuuluvat kaikki liitteissä 1, 2 ja 3 ilmoitetut suureet tietyllä tarkkuudella ja resoluutiolla. Liitteessä 1 on kaikki pakolliseksi säädetyt EDR-tiedot, jotka on löydettävä jokaisesta syyskuun 2012 jälkeen myydystä ajoneuvosta (Yhdysvalloissa). Liitteessä 2 on tiedot, joiden tarkkuus ja mittausalueet on määritetty, jos ne tallennetaan. Liitteessä 3 on eritelty kaikkien tallennettavien EDR-tietojen tarkkuudet. Taulukkoon 1 on poimittu esimerkkejä pakollisista tallennettavista tiedoista ja niiden tarkkuuksista.

Taulukko 1. Esimerkkejä pakollisista EDR-tiedoista (Event Data Recorders 2016).

Suure	Vähimmäismittausalue	Tarkkuus	Resoluutio
Suurin pitkittäissuuntainen nopeuden muutos	-100 km/h – 100 km/h	±10 %	1 km/h
Aikaväli, suurin pitkittäissuuntainen nopeuden muutos	0-300 ms tai 0-Törmäyshetken loppu+30ms, lyhyemmän tallentuessa	±3 ms	2,5 ms
Ajoneuvon nopeus	0 km/h – 200 km/h	±1 km/h	1 km/h
Jarrupolkimen painaminen	Kyllä-Ei	-	2 Hz
Turvavyö käytössä	Kyllä-Ei	-	Kyllä-Ei
Turvavyöjen laukaisuhetki, etu/sivu, kuljettaja/matkustaja	0-250 ms	±2 ms	1 ms

Tutinnan kannalta on tärkeä muistaa, että EDR-tiedot tallentuvat Freeze Frame -muotoon (pysyvä muisti, jota ei voida ylikirjoittaa) ainoastaan, kun turvavyö on laukeava. Onnettomuudessa, jossa turvavyö ei laukea, EDR-tiedot tallentuvat väliaikaismuistiin. Ne säilyvät ainoastaan noin 250 käynnistyskertaa (n. 60 päivää), minkä jälkeen tiedot poistuvat. Väliaikaismuistissa olevat EDR-tiedot ovat myös aina ylikirjoitettavassa muodossa. (Canis & Peterman 2014.)

Useimmat EDR-järjestelmät ovat niinkin herkkiä, että jopa parkkipaikalla tapahtuneet kevyet tönäisyvät aktivoivat tallennuksen. Tällaiset väliaikaismuistissa olevat EDR-tiedot ikävä kyllä monesti myös ylikirjoittuvat sitä mukaa kun uusia tulee tai viimeistään kun turvavyö on laukeava ja EDR-tiedot tallennetaan Freeze Frame -muodossa.

Onnettomuus, jossa turvavyö ei ole lauenneet, on monesti voimiltaan ja nopeuksiltaan pieni. Ajoneuvo ei ole välttämättä kärsinyt suurista vaurioista ja saattaa olla jopa liikuteltavissa oman moottorinsa avulla.

Tällöin EDR-tiedot ovat tallentuneet, mutta ne ovat ylikirjoitettavassa muodossa. Tässä korostuu onnettomuusajoneuvon käsittely onnettomuuden jälkeen ja siirrettäessä esimerkiksi AVK:lle (Autovahinkokeskus) tutkittavaksi tai väliaikaisesti korjaamolle odotamaan siirtoa muualle.

On olemassa mahdollisuus, vaikka hyvin teoreettinen, että ylikirjoitettavassa muodossa olevat EDR-tiedot katoavat, kun onnettomuusajoneuvo kokee uuden, pienenkin törmäyksen ja uudet EDR-tiedot tallennetaan väliaikaismuistiin. Onnettomuudessa olleita ajoneuvoja tulisi siis siirrellä aina virrattomana, akku kytkettynä irti sähköjärjestelmästä.

Vaikka EDR-järjestelmä tuli pakolliseksi melko myöhään, EDR-tietoja on saatavilla jo vuosien takaa niin NHTSA:n suositusten kuin ajoneuvovalmistajien oman tuotekehityksen takia. Hyvänä esimerkkinä EDR-tietojen tallenninjärjestelmien käytöstä on ajoneuvotekniikan edelläkävijä Toyota sisaryhtiönsä Lexuksen kanssa. Molempien ajoneuvomerkkien kaikista malleista on EDR-tiedot luettavissa kaikilla markkina-alueilla jo vuosimalleista 2002 alkaen.

2.4 Tietojen käyttö

Yhdysvalloissa järjestelmän hyödyt ja mahdollisuudet on jo sisäistetty kuten myös haitat. EDR-järjestelmä on tarkoituksella nimettykin toisin kuin muiden liikennemuotojen ”mustiksi laatikoiksi” kutsutut tallentimet. (Questions & Answers 2015.)

Nimeämisen taustalla on tarkoitus tarkentaa EDR-järjestelmän tietojen tallennusta ja erottaa se jatkuvaa tallentamista tekevästä mustasta laatikosta ainoastaan onnettomuustietoja sisältäväksi. Suurin ero tallenninjärjestelmien välillä on juuri henkilökohtaisten tietojentallentamisessa. EDR-järjestelmä ei tallenna esimerkiksi ääntä, videokuvaa tai sijaintitietoja.

Erityisesti uudempien autojen ohjainlaitteet tallentavat muutakin tietoa pakollisten EDR-tietojen lisäksi. Saatavilla on monesti esimerkiksi kaikkien kolmen akselin suuntaiset kiihtyvyydet, ajokäyttäytymistä seuraavia tietoja kuten täyskaasulla tehdyt kiihdytykset, vakionopeussäätimen käyttö, pääsylinterin jarrupaine, mahdollisten ajotilamoodien esimerkiksi sport-asetuksen kytkeminen päälle, videokuvaa ja paljon muuta.

Edellä mainitut tiedot ovat saatavilla ainoastaan valmistajan testilaitteistolla, eikä niitä luovuteta toisille osapuolille. Tietoa on siis tallentuneena valtavasti, koska laki ei kiellä erikseen, mitä tietoja ei saisi tallentaa, mutta tietojen käyttöä ja luovutusta rajoitetaan toistaiseksi.

Yhdysvalloissa EDR-tiedot ovat yksityistietoja ja niiden omistaja on tällä hetkellä ajoneuvon omistaja. EDR-tietojen lukuun on kysyttävä aina lupa ajoneuvon omistajalta. Omistajan kieltäytyessä tietojen luovutuksesta ovat ne käytännössä saatavilla kuitenkin oikeuden määräyksellä. (Questions & Answers 2015.)

Yksityistietojen käyttö Euroopassa on yksilönsuojan nojalla tarkoin rajattua. Yksilönsuoja aiheuttaa kuitenkin monia epäselvyyksiä vanhentuneiden lakien ollessa epäyh-teensopivia uuden tietojen tallentavan tekniikan kanssa. Esimerkiksi tarkennukset siitä, mitkä tiedot kuuluvat yksityistietoihin ja kuka niitä saa lukea, on vielä työn alla.

Edellä mainituista syistä monet eurooppalaiset ajoneuvovalmistajat ovat toistaiseksi erityisen varovaisia tietojen luovutuksen kanssa. Muun muassa Volkswagen-konsernin ajoneuvoista ei saa EDR-tietoja luettua tällä hetkellä lainkaan. Euroopan markkinoille suunnatut automallit valmistetaan eri sähkö- ja ohjainlaitejärjestelmillä, jotta tietojen luku ei onnistu kuin valmistajan omilla testilaitteilla.

Mikäli tietojen saanti on teknisesti mahdollista, onnettomuustutkintalautakunnilla on oikeus purkaa EDR-tiedot tutkinnassa käytettäväksi materiaaliksi (Koisaari 2016).

2.5 Kehitysaskeleet tulevaisuudessa

EDR-järjestelmä tulee olemaan onnettomuustutkinnassa yhä keskeisempi työkalu, mutta myös järjestelmän kehitystä hidastavia tekijöitä on useita.

Onnettomuustutkinta nopeutuu huomattavasti tärkeiden tietojen ollessa luotettavampia ja niiden ollessa saatavilla helpommin. Tallentunut, tarkka tieto onnettomuushetkestä luo myös oikeusturvaa niin autovalmistajalle, onnettomuuden vastapuolelle kuin ajoneuvon omistajalle itselleen.

EDR-järjestelmän maantieteellistä yleistymistä hidastaa lainsäädäntö, ja taustalla vaikuttavat niin tietosuojakysymykset kuin ajoneuvoteollisuuden tarpeet.

EDR-järjestelmää ja sen käyttöönottoa on käsitelty Euroopassa jo kahteenkin otteen Euroopan komission toimesta Veronica-työnimellä. (European commission direc-

torate general for energy and transport 2006, 2009.) Ratkaisevia päätöksiä ei ole saatu tehtyä vielä tätä opinnäytettä kirjoitettaessa.

EDR-järjestelmän tultua Yhdysvalloissa pakolliseksi on lähes jokaisessa osavaltiossa jo tarkennettu yksilönsuojaa koskien tallenninjärjestelmiä. Eurooppalaisten olisi syytä seurata perässä vauhdilla epäselvyyksien välttämiseksi ja liikenneturvallisuuden parantamiseksi.

Tietosuojakysymyksissä kansainvälinen autoliitto FIA on ollut jo aktiivinen ja julkisuu-teen nousseiden tietojen perusteella on käynyt ilmi, että esimerkiksi saksalaisilla ajo-neuvovalmistajilla on ollut tarve suojella epärehellisiä käytäntöjään. (Can consumers trust vehicle emissions and consumption information? 2015.)

Paljastuneiden rikkeiden lisäksi alalla on myös muita kyseenalaisia käytäntöjä. Osa takaisinkutsuista ja korjauskampanjoista tehdään ilmoittamatta asiasta edes ajoneuvon omistajalle.

Jo nykytekniikalla autoihin tehdyt vilpit ovat paljastuneet, mutta niin sanotun avoimen datan ideologiasta ollaan vielä kaukana. Koska osa autoteollisuuden käytännöistä ei kestä päivänvaloa ja datasta on tulossa yhä keskeisempi pääomamuoto, ainakaan tois- taiseksi teollisuuden etu ei ole edistää avoimen tiedon lisääntymistä.

Tallentimet ovat kuitenkin jo olemassa ja monenlaista tietoa on varastoituna. Haaste tuleekin olemaan EDR-järjestelmään kuuluvien tietojen ja niiden tarkkuuden määritte- lyssä, järjestelmän pitämisessä nykytekniikkaa vastaavana ja tietoturvasta huolehtimi- sessä.

Yhdysvalloissa EDR-järjestelmän tämänhetkiset vaatimukset ovat varsin suurpiirteiset ja ne täytetään helposti. Uusissa autoissa oleva tekniikka mahdollistaa jopa tälläkin hetkellä paremman mittaustarkkuuden suuremmalla näytteenottotaajuudella ja pidem- mällä aikavälillä.

Tallennettavia suureita on Yhdysvaltojen EDR-järjestelmässä pakollisena vain 15 kap- paletta. Loput 32 suureta ovat vapaaehtoisia ja niiden tarkkuus on määritelty ainoas- taan tallennettaessa. (Event Data Recorders 2006.)

Varovaisesti yleistäen jokainen uusi auto tallentaa nämä kaikki tiedot ja vielä jopa enemmänkin. Haasteena on siis tehdä myös päätöksiä, käytetäänkö jo olemassa olevaa järjestelmää vai lähdetäänkö heti kehittämään jotain uutta ja parempaa.

Täysin uuden EDR-järjestelmän kehittäminen pelkkää Eurooppaa varten olisi taloudellisesti kannattamatonta. Kustannukset nousisivat valtaviksi Euroopassa myytyjen ajoneuvojen määrän ollessa ainoastaan n. 20 % koko maailmassa myydyistä (Registration or sales of new vehicles - all types 2015).

Esille nousee yhteistyö NHTSA:n, Euroopan komission ja Aasian liikenneviranomaisten välillä koskien lainsäädäntöä ja järjestelmän kehitystä. Yhteinen suunta tulisi löytää, vaikka joitain marginaalisia eroja markkina-alueittain jäisikin.

Avainasemassa on järjestelmän standardointi. EDR-järjestelmä, joka toimii ympäri maailman samalla tavalla, olisi kaikkien etu. Kustannukset ovat aina tärkeä osa, mutta vähintään yhtä tärkeänä kehityksen tehokkuus.

Jos ajoneuvovalmistajat kehittäisivät oman laitteensa sijasta yhteistä EDR-järjestelmää, tuloksia saataisiin nopeammin. Yhteinen standardoitu järjestelmä olisi selkeä, helppo ja nopea. Teoriassa yhdellä testilaitteella saataisiin luettua EDR-tiedot aina autosta kuin autosta esimerkiksi DLC-liittimen kautta ilman, että tarvittaisiin kalliita ja monimutkaisia mallikohtaisia laitteita.

3 EDR-tiedon lukemiseen soveltuvat ajoneuvot

Tällä hetkellä markkinoilla on vain yksi, lähes kaikki automerkit kattava yleismallinen työkalu EDR-tietojen lukemiseen. Tämä testilaitte on Boschin valmistama CDR (Crash Data Retrieval). Kyseinen testilaitte saatiin myös Suomeen ja se on AVK:lla Espoon toimipisteessä. CDR mahdollistaa nopean tietojen lukemisen useimmista autoista ilman, että maahantuojaan tai autonvalmistajaan joudutaan olemaan yhteydessä.

3.1 EDR-tietojen luku Boschin CDR-testilaitteella

Bosch ilmoittaa julkisesti kaikki automallit, joista EDR-tiedot saadaan CDR-testilaitteella luettua (CDR Vehicle List 2016).

Listauksessa automallit on eritelty markkina-alueittain. Jos automallin markkina-alueen kohdalla lukee esimerkiksi "US, Canada", ovat EDR-tiedot luettavissa ainoastaan Yhdysvalloissa ja Kanadassa myytävistä malleista. Vaikka samaa automallia myytäisiin Euroopassa, ei siitä ole EDR-tietoja täällä saatavilla.

Markkina-alueen kohdalla lukiessa "All" (kaikki) ovat EDR-tiedot saatavilla kyseisestä automallista kaikilla markkina-alueilla.

EDR-tietojen luku CDR-yhteensopivista automalleista on helppoa. Tietojen luku testilaitteella onnistuu niin DLC-tietoväyläliitännän kautta kuin mallikohtaisen johtosarja-adapterin avulla suoraan ajoneuvosta irrotetusta turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteesta.

3.2 Valmistajan testilaitteistolla luettavissa olevat EDR-tiedot

Ajoneuvomallit, jotka eivät ole CDR-testilaitteen kanssa yhteensopivia, ovat EDR-tietojen saamisen kannalta lähes samalla tasolla kuin autot, joista ei ole EDR-tietoja saatavilla ollenkaan. Kuten aiemmin luvussa 2.2.3 on todettu, Yhdysvaltojen ulkopuolisilla markkinoillakin EDR-tiedot ovat lähes varmasti tallentuneena, mutta niitä ei saa luettua kuin ajoneuvovalmistajan omilla testilaitteilla.

Teoriassa siis EDR-tiedot olisivat saatavissa, jos onnettomuusajoneuvo tai sen turvatyynyjärjestelmän ohjainlaite kuljetetaan ajoneuvovalmistajalle. Tällaisessa tapauksessa on kuitenkin kolme isoa ongelmaa: kustannukset, aika ja tutkinnan uskottavuus.

Esimerkiksi ajoneuvovalmistaja Volkswagen, joka kuuluu sisaryhtiöidensä (Audi, Skoda, Seat) kanssa samaan konserniin, noudattaa saksalaista menettelytapaa EDR-tietojen luovutuksessa.

Jotta Volkswagenilla suostuttaisiin lukemaan tiedot sinne lähetetystä ohjainlaitteesta, on tutkintopyyntö tultava Saksan poliisilta. Tätä ennen Liikennevakuutuskeskuksen on tehtävä virka-apupyyntö Suomen poliisille, joka taas on yhteydessä Saksan poliisiin (Koisaari 2016). Pelkästään tähän saadaan menemään aikaa pahimmillaan kuukausia.

Onnettomuustutkinnan uskottavuus taas on ongelmallinen tapauksissa, joissa epäillään ajoneuvon järjestelmien toiminnassa olleen vikaa tai puutteita onnettomuushetkellä. Kuka takaa sen, että ajoneuvovalmistajalta saadut tiedot ovat paikkansa pitäviä? Eturistiriita on tällaisissa tilanteissa huomattava.

Mikäli tapaukseen liittyisi rikostutkinta ja onnettomuustutkinta tekisi yhteistyötä poliisin esitutkinnan kanssa, myös rikostutkinnan vaatimukset pitäisi ottaa huomioon.

Rikostutkinnan uskottavuus on kyseenalainen tilanteessa, joissa ohjainlaite on irrotettu ajoneuvosta dokumentoimatta. Tällaisessa tapauksessa ei siis voida enää varmistua, että ajoneuvovalmistajalle saapunut ohjainlaite on juuri kyseisestä, onnettomuudessa olleesta ajoneuvosta oleva koskematon turvatyynyjärjestelmän ohjainlaite.

Jos onnettomuusajoneuvo ei löydy CDR-testilaitteen kanssa yhteensopivien automallien listalta, menetellään sen kanssa siis toistaiseksi samalla tavalla, kuin EDR-tietoja ei olisi saatavilla ollenkaan.

3.3 EDR-tietoja ei ole saatavilla

Onnettomuusajoneuvo, josta ei ole EDR-tietoja saatavilla, on tutkinnan kannalta vaikein tapaus. Tällöin tapahtumat täytyy selvittää perinteisin rekonstruktiokeinoin, eikä muun tutkinnassa saadun tiedon tueksi ajoneuvosta ole saatavilla kuin mahdollisesti vikamuistiin tallentuneet vikakoodit.

Vikamuistia luettaessa on erityisen tärkeää ottaa huomioon vikakoodeihin tallentuneet esiintymistiheys- ja päivämäärätiedot. Vikamuistiin saattaa olla tallentuneena satunnaisia vikakoodeja jopa kuukausien takaa vaikkapa radion antennista ja sisävalosta, joilla ei ole mitään tekemistä onnettomuuden kanssa.

Toisaalta taas viikkojen ajan useasti ilmennyt sama vika esimerkiksi turvatyynyjärjestelmässä tai lukkiutumattomassa jarrujärjestelmässä antaa arvokasta tietoa tutkintaan, jos ajoneuvon turvajärjestelmät ovat olleet puutteelliset jo ennen onnettomuutta.

Vikamuistien tarkkuus ja laajuus vaihtelee automalleittain suuresti. Jo pelkät vuosimallierot saattavat vaikuttaa merkittävästi, vaikka puhuttaisiin samasta automerkistä ja mallista. Jos siis jostain ajoneuvosta löytyy onnettomuushetkellä tallentunut tieto vaikkapa polttoaineen paineen äkillisestä laskemisesta, vastaavaa tietoa ei välttämättä löydy kaikista muista ajoneuvoista.

Onnettomuustutkinnan kannalta monesti tärkeimpiin tietoihin kuuluvat erilaiset nopeus-tiedot tallentuvat vikakoodien taustatietoihin vaihtelevasti.

Hieman epävarmaa ja tulkinnanvaraista tietoa sisältävän vikamuistin lukeminen on täysin riippuvainen ajoneuvon vaurioiden vakavuudesta. Vikamuistin lukemiseksi on ajoneuvossa pystyttävä pitämään akku kytkettynä sähköjärjestelmään ja sytytysvirta pidettyä päällä, jotta vikamuistin luku DLC-tietoväyläliitännän kautta onnistuu. Jos ajoneuvo on niin pahoin vaurioitunut, että sitä ei pystytä pitämään virallisena, edes vika-koodeja ei saada luettua.

4 Ajoneuvon valmistelu tiedonlukua varten

Onnettomuudessa olleen ajoneuvon EDR-tietojen lukemisen valmistelu alkaa kuljettamalla ajoneuvo AVK:lle Espoon toimipisteeseen, missä CDR-testilaite ja sen käyttöön koulutettu henkilökunta on.

Ennen auton lähettämistä tulee olla yhteydessä LVK:n liikenneturvallisuusyksikköön, jos tehdään virallinen tilauspyyntö.

Turhien kuljetuskustannusten välttämiseksi ja ajan säästämiseksi EDR-tietojen lukuun tulevat ajoneuvot olisi saatava suoraan onnettomuuspaikalta AVK:lle ilman, että niitä viedään aluksi turhaan esimerkiksi välivaraston pihaan seisomaan.

EDR-tietojen lukemisen tarve onneksi selviää yleensä jo onnettomuuspaikalla, jolloin hinausauton kuljettajaa pystytään ohjeistamaan oikein. Keskeistä on myös tunnistaa,

soveltuuko auto EDR-tietojen lukuun (edellinen luku) ja sallivatko auton vauriot tietojen luvun.

4.1 Ajoneuvon valmistelu

Vaikka EDR-tiedot saataisiinkin luettua pelkästä turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteesta, pyritään onnettomuusajoneuvo silti tuomaan aina AVK:lle. Mikäli tapaukseen liittyy rikostutkinta, ohjainlaitetta ei saa irrottaa autosta ennen tietojen lukua, jotta voidaan varmistua ohjainlaitteen ja ajoneuvon kuuluneen yhteen.

EDR-tietojen lukemisen lisäksi ajoneuvolle saatetaan tehdä myös muuta teknistä tutkintaa. Eri yksityiskohtia saatetaan joutua tutkimaan pidempään tai tarkistamaan vielä jälkikäteen.

Onnettomuusajoneuvon kuljettaminen AVK:lle mahdollistaa myös EDR-tietojen lukemisen suoraan ajoneuvon DLC-liitännästä, mikäli ajoneuvo ei ole vaurioitunut liikaa. Tällöin voidaan lukea myös auton vikakoodit.

Mallikohtaisia johtosarja-adaptoreita CDR-testilaitteen ja turvatyynyn ohjainlaitteiden välille on valtava määrä, ja adapterit joudutaan tilaamaan erikseen.

4.2 Tietojen luku DLC-liittimen kautta

DLC-liittimen kautta EDR-tietojen lukeminen on aina ensisijainen tapa, koska se on nopeinta ja helpointa. Teoriassa autolle ei tarvitse tehdä mitään, ainoastaan kytkeä CDR-testilaitte kiinni auton DLC-tiedonsiirtoliitäntään, kääntää sytytysvirta päälle ja käynnistää testi. Käytännössä kuitenkin onnettomuusajoneuvossa on omat ongelmansa.

Sytytysvirran päälle kytkeminen vaatii luonnollisesti akun kytkemisen auton sähköjärjestelmään, eikä se vaurioista riippuen ole aina mahdollista. Auton sähköjärjestelmän vaurioiden tunnistaminen ja arviointi ovat avainasemassa, mutta onneksi kuitenkin varsin helposti todettavissa jo onnettomuuspaikalla.

Akun fyysinen sijainti moottoritilassa ei ole nykyään enää itsestäänselvyys, sillä moni autonvalmistaja sijoittaa akun painosuhteen parantamiseksi auton takaosaan. Lähes poikkeuksetta sähköjärjestelmän pääsulakkeet ovat akun lähetyvillä, joten akun tai sen ympäristön ollessa vaurioitunut voidaan olettaa myös pääsulakkeiden ja virtakaapeleiden saaneen vaurioita. Akun ja sen välittömän ympäristön ollessa ehjä keskitytään sähköjärjestelmän muihin osiin syntyneisiin vaurioihin, erityisesti eri puolella autoa sijaitseviin pääjohtosarjoihin.

Valtaosa auton sähköjärjestelmästä sijaitsee moottoritilassa: generaattorista eli laturista eri ohjainlaitteisiin, pääjohtosarjoihin ja sulakerasioihin. Moottoritilan ollessa pahoin vaurioitunut voidaan olla lähes varmoja, että ei edes kannata kokeilla kääntää virtoja päälle.

Pääjohtosarjoissa kulkee monesti useita kymmeniä johtoja, ja niiden saadessa vauriota syntyy mahdollisesti oikosulkuja eikä mikään sulake suojaa enää johtojen päässä olevia laitteita oikealla tavalla. Painonsäästösyistä johtosarjat valmistetaan nykyään todella pienillä varmuuskertoimilla, eikä yksittäinen johdin kestä juurikaan ylikuormaa. Oikosuluista siis seuraa helposti suuri palovaara.

Ajoneuvon onnettomuudessa saamien vaurioiden ollessa vähäisiä ei yksittäisten johtimien tai pienien johtosarjojen vaurioituminen haittaa tiedonlukua mitenkään. Esimerkiksi ajovalojen johtosarjat tai ovien sisälle menevät muutamien johtimien johtosarjat on suojattu niin hyvin omilla virtapiireillään ja sulakkeillaan, että oikosulun sattuessa virransyöttö katkeaa monesti jo yhden pienehkön sulakkeen palaessa. Näin palovaaraa ei pitäisi päästä enää syntymään, vaikka sulakkeet eivät olisi toimineet jo onnettomuushetkellä.

4.3 Tietojen luku suoraan ohjainlaitteesta

Onnettomuusajoneuvossa, joka on vaurioitunut niin pahasti, että sitä ei ole mahdollista pitää virrallisena, on EDR-tietojen lukeminen tehtävä suoraan turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteesta.

AVK:n koulutettu henkilökunta purkaa ohjainlaitteen irti onnettomuusajoneuvosta Espoon toimipisteessä, minkä jälkeen se on kytkettävissä CDR-testilaitteeseen. Vaikka

ohjainlaitteen purkamisen ajoneuvosta ottaa oman aikansa (automallista ja vaurioista riippuen noin neljä tuntia), on siinä omat etunsa. Kun turvatyynyjärjestelmän ohjainlaite on saatu pois autosta, ei tarvitse enää murehtia oikosuluista ja niiden aiheuttamasta palovaarasta.

Useimpien ajoneuvojen turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteen liitin on erilainen. Autovalmistajien sisällä oman merkin eri automalleissa saattaa toki olla samalla liitännällä olevia ohjainlaitteita, mutta koska pelkästään Suomessa ajoneuvomalleja on tuhansia, on eri ohjainlaitteita ja liittimiä siis varmasti lähes sama määrä.

Jotta turvatyynyjärjestelmän ohjainlaite saadaan liitettyä CDR-testilaitteeseen, on näiden välille ostettava Boschilta johtosarja-adapteri. Adapterit maksavat ohjainlaitteesta riippuen noin 200–700 euroa kappale. Nopealla päässälaskullakin voidaan todeta, että tietojen suoraan lukemiseen DLC-liitännän kautta kannattaa kustannusten puolesta hieman nähdä jopa vaivaa, vaikka se muutaman oikosulun korjaamisen vaatisikin.

CDR-testilaitte syöttää johtosarja-adapterin avulla turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteelle käyttöjännitteen ja luo väyläyhteyden niiden välille. Väyläyhteyden avulla EDR-tiedot saadaan luettua ohjainlaitteesta samassa muodossa, kuin ne olisivat suoraan autosta luettaessa. Tietojen määrä ja tarkkuus ovat siis täsmälleen sama.

4.4 Kun EDR-tietoja ei saatavilla

Onnettomuusajoneuvoista, joita CDR-testilaitte ei tue, ei EDR-tietoja ole saatavilla. Vikamuistiin saattaa kuitenkin olla tallentuneena arvokasta tietoa, joka on luettavissa, jos onnettomuusajoneuvon sähköjärjestelmä on toimintakunnossa.

Vikamuistin lukemiseksi on onnettomuusajoneuvon kunto ja vauriot selvitettävä ensimmäiseksi. Koska ajoneuvojen vikamuisti on luettavissa ainoastaan DLC-liittimen kautta, menetellään vikamuistin lukemiseksi samalla tavalla, kuin kohdassa 4.4.2 on kuvattu EDR-tietojen lukemiseksi suoraan DLC-liitimestä.

Oikosulut ja palovaara ovat läsnä aina kytkettäessä akku onnettomuusajoneuvon vaurioituneeseen sähköjärjestelmään. Pahasti vaurioituneen ajoneuvon vikamuistia ei siis pysty lukemaan. Mikäli sähköjärjestelmään kohdistuneet vauriot eivät ole vakavia, saa-

daan vikamuisti luettua AVK:lla olevalla Boschin valmistamalla yleismallisella, lähes kaikki automerkit ja mallit kattavalla korjaamotestilaitteella.

5 EDR-tietojen analysointi

CDR-testilaitteella onnettomuusajoneuvosta saadut EDR-tiedot tallennetaan tietokoneelle tekstiä ja taulukoita sisältävänä tiedostona, josta niitä on helppo tutkia. Tiedostomuoto tosin on suojattu ja sen saa auki ainoastaan CDR-ohjelmistolla. Bosch on kuitenkin kehittänyt CDR-testilaitteen kokonaisuuteen vapaasti ladattavissa olevan, pelkän lukuohjelman, jolla tiedoston saa auki.

Tarvittaessa EDR-tiedot sisältävä tiedosto saadaan lähetettyä AVK:lta suojatun sähköpostin välityksellä kyseisen onnettomuuden tutkintaa tekeväälle autojäsenelle, jonka tarvitsee vain asentaa CDR-lukuohjelma jolla tiedoston saa luetuksi.

Joka tapauksessa AVK:lta saadaan loppuraportti EDR-tietojen lukemisesta PDF-tiedostomuodossa, joka on luettavissa kaikilla tietokoneilla ja josta selviää samalla tavalla kaikki saatavilla olleet tiedot. CDR-lukuohjelman käyttö on siis toissijainen vaihtoehto.

Itse onnettomuusajoneuvoa tai CDR-testilaitetta ei tarvita enää tietojen analysoimiseksi, kun EDR-tiedot on kertaalleen saatu luettua ja saatettua tutkivan autojäsenen halltuun.

5.1 EDR-tietojen rakenne

EDR-tulosteen alussa on melko paljon yksilöintitietoja niin ajoneuvosta, analysointiin käytetystä laitteesta kuin ajankohdista.

Myös tietojen rajoitukset on ilmoitettu ja otsikon ”Data Limitations” alla on myös toinen merkittävä asia. Koordinaattiakseleiden positiiviset suunnat on ilmoitettu tässä kohdin. Positiiviset suunnat ovat yleensä eteen, vasemmalle ja ylös (oikeakätinen koordinaatisto).

Saatujen EDR-tietojen rakenne on varsin yksinkertainen ja se noudattelee paljolti taulukkomaista kaavaa, jossa mitatun suureen perässä on heti ilmoitettu tiedon tarkkuus ja resoluutio.

Erilaiset nopeus- ja kiihtyvyydetiedot ovat raportissa esillä myös kätevästi kuvaajina. Kuvaajissa on ajan funktiona merkitty nopeustietojen lisäksi monesti myös esimerkiksi kaasupolkimen asento prosentteina tai mahdollisesti saatavilla ollut jarrupääsylinterin paine. Esillä olevista kuvaajista on helppo tarkastella, mitä onnettomuushetkellä on tapahtunut.

5.2 EDR-tietojen tarkkuus

EDR-järjestelmän tallentamien tietojen mittausalueet, tarkkuudet ja resoluutiot vaihtelevat varsin suuresti moninaisen ajoneuvokannan vuoksi. Liikenteessä on esimerkiksi ajoneuvoja, jotka eivät tallenna EDR-tietoja ollenkaan tai ensimmäisiä EDR-järjestelmien versioita sisältäviä automalleja, jotka tallentavat tietoa huonolla tarkkuudella. Mainitsemisen arvoinen on myös jälleen se tosiasia, että koko EDR-järjestelmä on pakollinen vain Yhdysvalloissa ja sielläkin vasta lyhyen aikaa.

Tekniikan ja erityisesti ajoneuvoelektronikan kehittyessä nopeasti uudet ajoneuvot tallentavat EDR-tiedot parhaimmillaan huomattavasti tarkemmalla resoluutiolla ja pidemmällä aikavälillä kuin mitä vaaditaan. Anturien määrän ja tarkkuuksien kasvaessa tallennettavaa tietoa tulee koko ajan lisää. Ohjainlaitteiden ja tallenninjärjestelmien muistien kehittyessä samalla on isompi tietomäärä myös tallennettavissa.

EDR-tietojen yhteyteen on aina merkitty jokaisen suureen kohdalle mittausalue, tarkkuus ja resoluutio. Täytyy huomioida, että pakollisten EDR-tietojen yhteyteen (liitteessä) merkityt vaatimukset ovat vähimmäisvaatimuksia, jotka jokaisen vasta syyskuun 2012 jälkeen myydyn ajoneuvon on täytettävä (Yhdysvalloissa).

CDR-testilaitteella mahdollisesti saatavilla olevien EDR-tietojen tarkkuudet onneksi selviävät aina samalla tavalla taulukkomaisesti, vuosimalleista riippumatta. EDR-tietojen yhteyteen on aina merkitty jokaisen suureen kohdalle mittausalue, tarkkuus ja resoluutio.

Erityisesti Suomessa, missä on tunnetusti varsin suuri ajoneuvokannan keski-ikä, on huomioitava vanhemman ajoneuvotekniikan rajoitteet. Ennen vuotta 2012 valmistettujen ajoneuvojen EDR-tiedot eivät useimmiten täytä tarkkuudeltaan edes uudemmille ajoneuvoille säädettyjä vähimmäisvaatimuksia.

Otetaan esimerkiksi moottorin pyörintänopeustieto, joka tallennetaan valitettavan usein vain 400 1/min resoluutiolla kaksi kertaa sekunnissa, ja ilmoitettu kokonaisvirhe on ± 100 1/min. Kun moottorin pyörintänopeudeksi ilmoitetaan esimerkiksi 1600 1/min, todellinen pyörintänopeus voi vaihdella siis välillä 1300–1900 1/min.

Mittauksen yhdistetyn epävarmuuden määrittäminen on todellisuudessa monimutkainen laskutoimitus. Käytännön työssä laskenta voidaan tehdä nimellisillä lukuarvoilla (edellisessä esimerkissä lukuarvolla 1600 1/min), kun muistetaan, että lukuun sisältyy merkittävän virheen mahdollisuus. Jos tietoja käytetään esimerkiksi poliisin puolella rikosoikeudellisten vastuiden määrittämiseen, epävarmuustarkastelut täytyy tehdä paljon tarkemmin.

Erilaiset nopeus- ja kiihtyvyytiedot ovat myös hyvin karkeita. Suureet, joita pitäisi mitata millisekuntien resoluutiolla, saadaankin vain kymmenien tai pahimmillaan satojen millisekuntien resoluutiolla. Törmäyksen iskun kestäessä monesti keskimäärin vain noin 200 ms on millisekunneilla todella merkitystä. Muistien kehittymisen myötä on saatu myös mitattavat törmäyshetken aikavälit kasvatettua, mutta vanhemmissa ajoneuvoissa jopa mitattu aikaväli jää pahimmillaan törmäyksen keston ulkopuolelle. Mittausalue on esimerkiksi vain 150 ms, joten törmäyksen loppuhetki jää tallentumatta.

Mitattavien aikavälien ja tarkkuuden rajoituksista saadaan myös teoreettinen esimerkki tutkimalla tilannetta, jossa ajoneuvo törmää vaikkapa kuorma-auton perävaunun perään ja alleajosuoja pettää: huomattavasti matalampi henkilöauto painuu pitkälle perävaunun alle hidastuvuuden ollessa aluksi varsin pieni ainoastaan ajoneuvon katon ja tuulilasipilareiden muuttaessa muotoaan. EDR-järjestelmä rekisteröi törmäyksen alun ja aloittaa tallennuksen, mutta todellinen pysähtyminen perävaunun runkoon tapahtuukin 150 ms myöhemmin. Se saattaa olla vanhemmissa ajoneuvoissa jo tallennettavan aikavälin ulkopuolella, ja tiedot jäävät tallentumatta. Koska hidastuvuus on ollut jatkuvaa, ei törmäyksen loppua perävaunun runkoon rekisteröidä edes toisena törmäyksenä.

Tärkeitä EDR-tietoja on siis saatavilla myös vanhemmista ajoneuvoista, mutta niissä tallennettua tietoa koskee yleensä enemmän rajoituksia. Tallennettua tietoa ei voida pitää totuutena, vaan nopeus- ja kiihtyvyystietoja on täydennettävä ja todennettava perinteisin rekonstruktiokeinoin.

Absoluuttisena totuutena EDR-tietoja ei voida pitää mistään ajoneuvosta saatuna. Lähtökohtaisesti järjestelmästä saatava data on aina lisätietoa, jota voidaan hyödyntää muun tutkinnassa saadun tiedon tukena. EDR-tietojen mahdollisuudet voisikin tiivistää rekonstruktioalustassa saatujen tietojen varmistamiseen ja lähtöarvoina käyttämiin.

5.3 EDR-tietojen muut rajoitukset

EDR-tietojen tallennuspaikasta ja tietojen suojaamisesta on kiistelty alusta alkaen. Osa ajoneuvovalmistajista haluaisi EDR-järjestelmälle oman ohjainlaitteen ja tallennuspaikan, osa pitäisi EDR-tiedot moottorinohjainlaitteessa ja osa pysyisi nykyisessä tallennuspaikassa turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteessa. (Event Data Recorders 2006.) Pakolliseksi säädettyä tallennuspaikkaa ei kirjoitushetkellä ole vielä olemassa. Valtaosassa ajoneuvoja EDR-tiedot tallennetaan toistaiseksi edelleen turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteeseen, joka on ollut vakiintunut tallennuspaikka ennenkin (ennen EDR-järjestelmän pakollisuutta Yhdysvalloissa).

Turvatyynyjärjestelmän ohjainlaite sijaitsee lähes poikkeuksetta kaikissa ajoneuvoissa keskikonsolin sisällä, niin sanotun keskitunnelin päällä. Sijainti on toki paras mahdollinen mekaanisten iskujen kannalta, mutta muuten suojaamaton ohjainlaite on alttiina niin kosteudelle, oikosuluille kuin palovaurioille.

Täydellinen sähköinen suojaus oikosulkutapausten varalta on hankala tehdä, mutta ei nykyelektroniikalla mahdotonta. Ohjainlaite voitaisiin myös tiivistää vedenpitäväksi päivien ajaksi tai suojata tulelta ja kuumuudelta tuntien ajan aina tuhannen asteen lämpötiloihin asti, mutta kustannukset nousisivat valtavasti.

Koska järjestelmä ei toistaiseksi ole pakollinen kuin Yhdysvalloissa ja määrättyä sijaintia tai fyysistä suojaustasoa EDR-tietojen tallennukselle ei ole, ajoneuvovalmistajat

eivät sijoita suuria summia ohjainlaitteen uudelleensuunnitteluun ja suojauksen rakentamiseen. Pienetkin lisäkustannukset ovat kilpaillulla autoalalla joskus kohtalokkaita.

EDR-tiedot ovat siis pääosassa autoista tallentuneena melko suojaamattomassa turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteessa. Jos ajoneuvo on joutunut veteen ja ohjainlaite kastunut, on lähinnä ihme, jos EDR-tiedot olisivat vielä luettavissa. Erityisesti pienikin määrä suolavettä tuhoaa piirilevyn ja muistiyksikön nopeasti.

Vaikka itse turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteen virransyöttö olisikin hyvin suojattu, mikään ei takaa, ettei jonkin muun laitteen tai järjestelmän vikaantuessa oikosulku voisi siirtyä eteenpäin turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteelle asti.

Nopea muistiyksikön tuhoutuminen saadaan todennäköisesti aikaan jo niinkin helposti, että katkenneet virtajohdot osuvat ohjainlaitteen metalliseen suojakuoreen tai muihin johtimiin aiheuttaen oikosulun. Tilanne on hyvin teoreettinen mutta mahdollinen.

Palovauriot ovat todennäköisin syy onnettomuusajoneuvon EDR-tietojen katoamiseen. Jos tulipalo on saatu hallintaan ajoissa, on turvatyynyjärjestelmän ohjainlaite vielä pelastettavissa keksikonsolin antamasta suojasta. Täysin palaneen ajoneuvon EDR-tietoja ei luonnollisesti saada esille mitenkään. Turvatyynyjärjestelmän ohjainlaitteita ei ole suunniteltu kestäämään tulipalon kuumuutta.

5.4 EDR-tietojen yhdistäminen muuhun tutkinnassa saatuun tietoon

Edellä on muutamaan otteeseen mainittu EDR-tietojen käyttäminen rekonstruktioalaskelmien lähtötietoina. Tällöin on huomattava yksi merkittävä seikka.

EDR-tiedoissa kerätty informaatio on kiinnitetty suhteessa törmäystapahtumaan ajallisesti. Toisin sanoen tiedon keruu on liipaistu törmäyshetkestä ja tämän jälkeen tieto on tallennettu tasavälein tietyn ajan kuluttua.

Rekonstruktioalaskennassa tapahtumat on esitetty suhteessa maastoon etäisyyksin ilmaistuna. Törmäyspiste siis sijaitsee tietyssä paikassa ja erilaiset tapahtumat ovat sattuneet tietyn etäisyyden päässä törmäyspaikasta.

Jotta rekonstruktioalaskennassa käytettävä paikkatutkinnan tieto voitaisiin yhdistää EDR-tietoon, törmäyspaikan sijainti maastossa täytyy olla tiedossa. Tämän jälkeen EDR-tieto voidaan nopeuden avulla sijoittaa kartalle. Mikäli törmäyspiste ei ole selvillä, tietoja ei voi yhdistää.

6 Muun ohjainlaitetiedon analysointi

Vikamuistijärjestelmä valvoo ajoneuvon eri laitteiden toimintaa ja kokoaa ajoneuvossa olevista ohjainlaitteista saatavat tiedot yhteen. Vikatilanteessa järjestelmä tallentaa virheen vikakoodina, joka on luettavissa testilaitteella DLC-tietoväyläliitännän kautta.

Ajoneuvon vikamuistijärjestelmä on vähintään yhtä tärkeä työkalu niin autokorjaamoille kuin onnettomuustutkijalle. Järjestelmä, joka sisältää jopa kuukausien pituisen historian ajoneuvon eri laitteiden toiminnasta, on arvokas apuväline. Vikakoodien käyttö onnettomuustutkinnassa helpottaa työtä, kun muun tutkinnassa saadun tiedon ohella on käytävissä tietoa ajoneuvon kunnosta.

Jos onnettomuusajoneuvo on niin vanha, että siitä ei löydy edes standardoitua DLC-liitäntää, ei ohjainlaitetietoja ole käytännössä saatavilla. Tällaisessa tapauksessa edetään muulla tutkinnassa saadulla tiedolla ja rekonstruktioalaskennan avulla.

6.1 Vikakoodit

Vikakoodit ovat helppoa informaatiota ajoneuvon eri laitteiden tai järjestelmien toiminnasta, mutta niiden käyttöön liittyy rajoituksia. Yleismallisilla korjaamotestilaitteilla vikamuistia luettaessa ei voida varmistua siitä, että koko vikahistoria saataisiin esille. Ajoneuvovalmistajien omat testilaitteet päivittyvät esimerkiksi heti, kun uusia automalleja on tullut markkinoille. Yleismalliset testilaitteet eivät luonnollisesti ole ajan tasalla, koska päivitettävää tietoa tuhansien eri automallien kanssa tulisi muuten päivittääin.

Itse vikakoodien sisältämä tieto ei sekään ole aina täysi totuus tilanteesta. Otetaan esimerkiksi ajoneuvon pyörintänopeusanturi ja sen signaalin katkeaminen. Onko signaali puuttunut jo ennen onnettomuutta? Onko signaali katkennut, kun rengas on iskeytynyt ajoneuvon koria vasten ja lukittunut? Vai olisiko jokin ajoneuvosta irronnut tai

muotoaan muuttanut osa vaikkapa vain katkaissut pyörintänopeusanturin johdon onnettomuushetkellä?

Alkeellisessa vikamuistijärjestelmässä tallentunut vikakoodi on kaikissa edellä mainituissa sama. Pyörintänopeustieto puuttuu. Aikatieto saattaa olla tallentuneena, mutta muistissa on vain viimeisin vian tunnistushetki ja sekin viimeiseltä ajoneuvon käynnistykerralta. Onko ajoneuvo käynnistetty onnettomuushetken jälkeen, vai olisiko tieto mahdollisesti ennen onnettomuutta tapahtuneesta käynnistyksestä? Tallentuneella vikakoodilla ei tehdä tässä tapauksessa käytännössä mitään.

Vikamuistijärjestelmän ollessa kehittynyt ja tarkka voidaan saada selville esiintymistiheys ja päivämäärän lisäksi jopa kellonaika, joista voidaan päätellä milloin ja missä tilanteessa vikakoodi on tallentunut.

Parhaimmillaan vikakoodista käy esimerkiksi ilmi, onko itse anturi rikkoutunut, jolloin voidaan olettaa anturin hajonneen onnettomuushetkellä. Toisaalta pyörintänopeussignaali anturilta on voinut olla vikakoodin mukaan ”epäuskottava”, eli anturi on antanut erilaista nopeustietoa muihin pyörintänopeusantureihin nähden jo pidemmän aikaa, joten ajoneuvon lukkiutumaton jarrujärjestelmä ja mahdolliset ajonvakautusjärjestelmät eivät todennäköisesti ole toimineet onnettomuushetkellä oikein. Mikäli vikakoodi pyörintänopeussignaalisissa on ollut vain ”tilapäinen ja satunnainen”, viittaa se vain esimerkiksi hetkelliseen lukittumiseen.

Jos tallentuneet tarkat vikakoodit sisältävät vielä kellonaikatiedon, ei arvailulle jää juuri sijaa ja tietoja voidaan pitää luotettavina. Vaikka EDR-tietoja ei olisi saatavilla, ovat yksityiskohtaisia lisätietoja sisältävät vikakoodit suuri apu muun tutkinnassa saadun tiedon kanssa.

Pahasti vaurioituneessa onnettomuusajoneuvossa vikamuisti on useimmiten täynnä vikailmoituksia lähes kaikesta mahdollisesta, ja avainasemaan nouseekin vikamuistin lukijan kokemus ja vikakoodien tulkinnan osaaminen. Tehtävä vaatii tarkkaa päättelyä ja tutkintaa siitä, mikä on ollut syy ja mikä seuraus.

6.2 Vikakoodien Freeze Frame -tiedot

Myös vikakoodit voivat tallentua Freeze Frame -muotoon. Tämä koskee useimmiten vain uusia ajoneuvoja, joiden sähköjärjestelmä on jo varsin kehittynyt. Freeze Frame -muodossa olevat vikakoodit sisältävät tutkinnan kannalta monesti tärkeitä yksityiskohtaisempia tietoja.

Ajoneuvon tietojärjestelmän tunnistessa törmäyshetken tallennetaan mahdollisten EDR-tietojen lisäksi jo olemassa olevat ja törmäyksessä syntyvät vikakoodit Freeze Frame -muotoon. Vikamuistijärjestelmä siis toimii ikään kuin yhtenä osana EDR-järjestelmää ja tallentaa vikakoodeihin vähintään tarkat päivämäärätiedot. Nämä Freeze Frame -muodossa tallentuneet vikakoodit eivät muuta enää tilaansa esimerkiksi satunnaisesta jatkuvaan, eli ne eivät ole ylikirjoitettavissa, vaikka viat ilmenisivät uudestaan.

Luettaessa vikamuistia testilaitteella ei tallennusmuotoa eritellä, eikä Freeze Frame -muodossa olevia vikakoodeja tunnista välttämättä mistään. Freeze Frame -muodossa olevat vikakoodit ovat vaan normaalia tarkempia ja erityisesti turvajärjestelmät/matkustajien turvallisuuteen liittyvät tiedot pyritään tallentamaan. Esimerkiksi paloturvallisuuteen liittyen polttoaineen painetiedot voivat tallentua moottorista saataviin vikakoodeihin tai luistoneston ollessa aktivoitunut törmäyshetkellä, ulkolämpötila tallentuu jarru- ja ajonvakautusjärjestelmien vikakoodeihin.

6.3 Muualta saatu tieto, avaimet yms.

Edellä käsitelty tekninen tutkinta on keskittynyt lähinnä ajoneuvon ohjainlaitteisiin tallentuneen tiedon tutkintaan. Ajoneuvoja tutkittaessa on kuitenkin huomattava, että tietoa tallentuu myös muualle.

Auton omista järjestelmistä mainitsemisen arvoisia ovat ainakin avaimet. Esimerkiksi BMW- ja Mini-merkkisissä autoissa avaimen tallentuu joitain ajoneuvon tietoja, mutta myös vikakoodeja. Nämä tiedot ovat luettavissa korjaamolla olevalla avaimenlukulaitteella. Jälleen on huomattava, että tiedot yleensä ylikirjoittuvat, jos avaimia käytetään autossa onnettomuuden jälkeen. Ne eivät ole siis tallentuneena Freeze Frame -muodossa.

Toisaalta on huomattava, että käsittely kohdistuu vain henkilöautoon. Raskaan kaluston autoissa on yleensä ajopiirturi sekä huomattavasti henkilöautoa monipuolisempi sähköjärjestelmä, josta saadaan myös tietoa ulos. Vastaavasti esimerkiksi mönkijöistä ja moottorikelkoista on saatavissa tietoa ohjainlaitteesta, mikä on hyvä pitää mielessä.

Viimeisenä seikkana kannattaa huomioida puhelimet, navigaattorit ja autokamerat. Tutkijalautakuntalaki ei anna oikeutta teletunnistetietojen saamiseen, mutta tietyissä tapauksissa poliisin valtuudet riittävät puhelintietojen saamiseen. Toistaiseksi hyödyllisiä ovat autokamerat, jotka on yleensä kiinnitetty tuulilasiin.

Autokameran tiedoista on huomattava pari seikkaa. Ensinnäkin kameran muistikortti kannattaa ottaa tutkijalautakunnan haltuun heti onnettomuuden sattumisen jälkeen. Kun osalliset kuljettajat toipuvat alkujärkytyksestä, he saattavat pyrkiä tuhoamaan kortin, mikäli se sisältää raskauttavaa tietoa.

Toiseksi autokameran avulla voidaan arvioida ajonopeuksia, jos jotkin kuvassa näkyvät mitat ovat tiedossa. Yleisimmin käytetty mitta on keskiviivan pituus (ja välin pituus), jolloin kuvan perusteella voidaan laskea nopeus, kun kuljettu matka ja aika tunnetaan.

7 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä tutkittiin ajoneuvosta saatavien ohjainlaitetietojen ja EDR-järjestelmän käyttöä onnettomuustutkinnassa. EDR-järjestelmän toiminta ja siitä saatavat tiedot selvitettiin tarkasti ja koottiin yhteen tarvittavat tiedot käytännön ohjekäsikirjan luomiseksi onnettomuustutkintalautakunnille.

Työn aluksi toisessa luvussa esiteltiin EDR-järjestelmän melko pitkä historia. Tietoja on tallennettu monipuolisesti mutta vaihtelevasti (tietosisältö standardisoitiin Yhdysvalloissa vasta 2012). Koska järjestelmä on pakollinen vain Yhdysvalloissa, EDR-tietojen esille saaminen vaihtelee merkittävästi myös autojen myyntimarkkinoiden mukaan.

EDR-tietojen lukemiseen soveltuvat ajoneuvot on käyty tarkemmin läpi kolmannessa luvussa. EDR-tiedot ovat saatavilla ajoneuvoista rajoitetusti markkina-alueittain lainsäädännön erojen vuoksi. Esimerkiksi Bosch kertoo julkisesti ajoneuvot, joista EDR-tiedot ovat sen testilaitteilla luettavissa (luettelo työn lähteissä). Samassa luvussa on

esitelty myös tämä Boschin testilaitte, joka on tällä hetkellä kattavin työkalu EDR-tietojen lukemiseen. Kolmannessa luvussa on myös kerrottu, mitä muuta ohjainlaitetietoa ajoneuvoista on saatavilla, jos EDR-järjestelmää ei ole. Tällöin joudutaan nojautumaan pääsääntöisesti vikakoodien sisältämään tietoon.

Neljäs luku sisältää käytännön ohjeistuksen siitä, miten onnettomuusajoneuvo valmistellaan tiedonlukua varten ja mitä pitää ottaa huomioon tiedonluvun kannalta jo onnettomuuspaikalla. Oleellinen ero käytännössä tulee siitä, tarvitaanko ajoneuvon DLC-liitintä tietojen purkamiseen vai luetaanko tiedot suoraan ohjainlaitteesta. EDR-tiedot voidaan lukea suoraan turvavyöryjen ohjainlaitteesta adapterin avulla, mutta vikakoodien lukemiseksi autoon tulee pystyä kytkemään virrat. Mikäli ajoneuvo ja sen sähköjärjestelmä ovat pahoin vaurioituneet, jälkimmäinen vaihtoehto ei ole mahdollinen.

Viidennessä luvussa on keskitytty onnettomuusajoneuvosta saatujen EDR-tietojen analysointiin. EDR-tietojen tarkkuus on vaihtelevaa, joten niiden käyttöön liittyy rajoituksia. Esimerkkien avulla pyrittiin havainnollistamaan EDR-tietojen puutteet tarkkuudessa, mutta myös osoittamaan EDR-järjestelmän valtava potentiaali onnettomuustutkinnan apuvälineenä.

Luvussa käytiin läpi myös EDR-tietojen rakenne ja niiden yhdistäminen muuhun onnettomuustutkinnassa saatuun tietoon. Tietojen yhdistämisessä ratkaisevan tärkeää on törmäyspisteen löytäminen. EDR-tietojen tallennus aloitetaan törmäysajankohdasta ja tieto tallennetaan suhteessa aikaan.

Törmäystapahtumaa koskevissa rekonstruktioalaskelmissa käytetään yleensä paikkaan ja etäisyyksiin sidottua tarkastelua, joten EDR-tietojen aikatasossa oleva data täytyy muuttaa etäisyyksiksi tallennetun nopeustiedon avulla. Ilman tietoa törmäyspisteen sijainnista tätä yhdistämistä ei kuitenkaan voida tehdä.

Vaikka EDR-järjestelmä puuttuisi ajoneuvosta, muuta tutkinnan kannalta tärkeää tietoa on kuitenkin monesti saatavilla paljon. Tätä tietoa koskevat osittain samat rajoitukset kuin EDR-tietoakin, ja tätä aihepiiriä käsiteltiin luvussa kuusi. Samalla käytiin läpi muun ohjainlaitetiedon esille saaminen, ja saadun tiedon rajoitteet havainnollistettiin esimerkeillä.

Tämän insinööriyön päätavoite täyttyi täysin ja suunnitellussa aikataulussa. Onnettomuustutkintalautakunnille on nyt valmis materiaali käytännön työhön. EDR-järjestelmästä saatiin esille tietoa jopa enemmän kuin toivottiin ja sen toiminta pystyttiin kuvaamaan yksityiskohtaisemmin.

EDR-järjestelmän sisältävät ajoneuvot, joista tiedonluku onnistuu, ovat nyt selvillä ja toimintamalli niiden kanssa selkeä. Toisaalta työssä on selvitetty myös muut mahdolliset tavat saada ohjainlaitetietoa, jos EDR-tietoja ei ole saatavilla.

Työn aikana kirkastui, että vaikka EDR-järjestelmää ja ohjainlaitetietoja ei voida pitää täysin eksakteina, on niiden käyttö muun tutkinnassa saadun tiedon tukena todella arvokasta. Ohjainlaitetiedon hyödyntäminen on selkeästi osa onnettomuustutkinnan tulevaisuuden työkaluja.

Lähteet

Canis Bill & Peterman David Randall. 2014. Verkkodokumentti. "Black Boxes" in Passenger Vehicles: Policy Issues. <www.fas.org/sgp/crs/misc/R43651.pdf>. Luettu 6.3.2016.

Can consumers trust vehicle emissions and consumption information?. 2015. Verkkodokumentti. Fédération Internationale de l'Automobile. <www.fiaregion1.com/en/fia_region_1/news/can-consumers-trust-vehicle-emissions-and-consumption-information-.htm>. Luettu 10.3.2016

CDR Vehicle List. 2016. Verkkodokumentti. Bosch Automotive Service Solutions Inc. <www.crashdatagroup.com/pdf/Current_CDR_Vehicle_Coverage_List.pdf>. Luettu 11.3.2016.

Event Data Recorders. 2006. Verkkodokumentti. National Highway Traffic Safety Administration. <www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/Rulemaking/Rules/Associated%20Files/EDRFinalRule_Aug2006.pdf>. Luettu 10.3.2016.

Koisaari, Tapio. 2016. Yhteyspäällikkö, Liikennevakuutuskeskus, Helsinki. Keskustelu 10.3.2016.

Questions & Answers. 2015. Verkkodokumentti. Insurance Institute of Highway Safety. <www.iihs.org/iihs/topics/t/event-data-recorders/qanda>. Luettu 17.3.2016.

Registration or sales of new vehicles - all types. 2015. Verkkodokumentti. <www.oica.net/wp-content/uploads//total-sales-20151.pdf>. Luettu 13.4.2016.

Veronica. 2006. Verkkodokumentti. European commission directorate general for energy and transport. <www.media.wix.com/ugd/fcfed0_ada41a276dc6490bad232162435f594c.pdf>. Luettu 18.4.2016.

Veronica-II. 2009. Verkkodokumentti. European commission directorate general for energy and transport. <www.media.wix.com/ugd/fcfed0_ac1e7c9b2f9d4c69b7facb594ca26b1f.pdf>. Luettu 18.4.2016.

Yhdysvalloissa pakolliseksi säädetyt EDR-tiedot

(a) Data elements required for all vehicles. Each vehicle equipped with an EDR must record all of the data elements listed in Table I, during the interval/time and at the sample rate specified in that table.

TABLE I – DATA ELEMENTS REQUIRED FOR ALL VEHICLES EQUIPPED WITH AN EDR

Data Element	Recording Interval / Time ¹ (Relative to time zero)	Data Sample Rate Samples per Second
Delta-V, longitudinal	0 to 250 ms	100
Maximum delta-V, longitudinal	0-300 ms	n.a.
Time, maximum delta-V	0-300 ms	n.a.
Speed, vehicle indicated	-5.0 to 0 sec	2
Engine throttle, % full (or accelerator pedal, % full)	-5.0 to 0 sec	2
Service brake, on/off	-5.0 to 0 sec	2
Ignition cycle, crash	-1.0 sec	n.a.
Ignition cycle, download	At time of download	n.a.
Safety belt status, driver	-1.0 sec	n.a.
Frontal air bag warning lamp, on/off	-1.0 sec	n.a.
Frontal air bag deployment, time to deploy, in the case of a single stage air bag, or time to first stage deployment, in the case of a multi-stage air bag, driver	Event	n.a.
Frontal air bag deployment, time to deploy, in the case of a single stage air bag, or time to first stage deployment, in the case of a multi-stage air bag, right front passenger	Event	n.a.
Multi-event, number of events (1,2)	Event	n.a.
Time from event 1 to 2	As needed	n.a.
Complete file recorded (yes, no)	Following other data	n.a.

¹ Pre-crash data and crash data are asynchronous. The sample time accuracy requirement for pre-crash time is -0.1 to 1.0 sec (e.g., T = -1 would need to occur between -1.1 and 0 seconds.)

Tallennettaessa määritellyt EDR-tiedot Yhdysvalloissa

(b) Data elements required for vehicles under specified conditions. Each vehicle equipped with an EDR must record each of the data elements listed in column 1 of Table II for which the vehicle meets the condition specified in column 2 of that table, during the interval/time and at the sample rate specified in that table.

TABLE II-DATA ELEMENTS REQUIRED FOR VEHICLES UNDER SPECIFIED CONDITIONS

Data Element Name	Condition for Requirement	Recording Interval / Time ¹ (Relative to time zero)	Data Sample Rate (Per Second)
Lateral acceleration	If recorded ²	0-250 ms	500
Longitudinal acceleration	If recorded	0-250 ms	500
Normal acceleration	If recorded	0-250 ms	500
Delta-V, lateral	If recorded	0-250 ms	100
Maximum delta-V, lateral	If recorded	0-300 ms	n.a.
Time maximum delta-V, lateral	If recorded	0-300 ms	n.a.
Time for maximum delta-V, resultant	If recorded	0-300 ms	n.a.
Engine rpm	If recorded	-5.0 to 0 sec	2
Vehicle roll angle	If recorded	-1.0 up to 5.0 sec ³	10
ABS activity (engaged, non-engaged)	If recorded	-5.0 to 0 sec	2
Stability control (on, off, engaged)	If recorded	-5.0 to 0 sec	2
Steering input	If recorded	-5.0 to 0 sec	2
Safety belt status, right front passenger (buckled, not buckled)	If recorded	-1.0 sec	n.a.
Frontal air bag suppression switch status, right front	If recorded	-1.0 sec	n.a.

(Event Data Recorders. 2006.)

passenger (on, off, or auto)			
Frontal air bag deployment, time to n th stage, driver ⁴	If equipped with a driver's frontal air bag with a multi-stage inflator.	Event	n.a.
Frontal air bag deployment, time to n th stage, right front passenger ⁴	If equipped with a right front passenger's frontal air bag with a multi-stage inflator.	Event	n.a.
Frontal air bag deployment, n th stage disposal, driver, Y/N (whether the nth stage deployment was for occupant restraint or propellant disposal purposes)	If recorded	Event	n.a.
Frontal air bag deployment, n th stage disposal, right front passenger, Y/N (whether the nth stage deployment was for occupant restraint or propellant disposal purposes)	If recorded	Event	n.a.
Side air bag deployment, time to deploy, driver	If recorded	Event	n.a.
Side air bag deployment, time to deploy, right front passenger	If recorded	Event	n.a.
Side curtain/tube air bag deployment, time to deploy, driver side	If recorded	Event	n.a.
Side curtain/tube air bag deployment, time to deploy, right side	If recorded	Event	n.a.
Pretensioner deployment, time to fire, driver	If recorded	Event	n.a.
Pretensioner deployment, time to fire, right front passenger	If recorded	Event	n.a.
Seat track position switch, foremost, status, driver	If recorded	-1.0 sec	n.a.
Seat track position	If recorded	-1.0 sec	n.a.

(Event Data Recorders. 2006.)

switch, foremost, status, right front passenger			
Occupant size classification, driver	If recorded	-1.0 sec	n.a.
Occupant size classification, right front passenger	If recorded	-1.0 sec	n.a.
Occupant position classification, driver	If recorded	-1.0 sec	n.a.
Occupant position classification, right front passenger	If recorded	-1.0 sec	n.a.

¹ Pre-crash data and crash data are asynchronous. The sample time accuracy requirement for pre-crash time is -0.1 to 1.0 sec (e.g. T = -1 would need to occur between -1.1 and 0 seconds.)

² "If recorded" means if the data is recorded in non-volatile memory for the purpose of subsequent downloading.

³ "vehicle roll angle" may be recorded in any time duration, -1.0 sec to 5.0 sec is suggested.

⁴ List this element n-1 times, once for each stage of a multi-stage air bag system.

(Event Data Recorders. 2006.)

EDR-tietojen vaaditut tarkkuudet Yhdysvalloissa

§ 563.8 Data format.

(a) The data elements listed in Tables I and II, as applicable, must be recorded in accordance with the range, accuracy, resolution, and filter class specified in Table III.

TABLE III-RECORDED DATA ELEMENT FORMAT

Data Element	Range	Accuracy	Resolution	Filter Class
Lateral acceleration	-50 g to +50 g	+/- 5 %	0.01 g	SAE J211-1 ¹ , Class 60
Longitudinal acceleration	-50 g to +50 g	+/- 5%	0.01 g	SAE J211-1 ¹ , Class 60
Normal Acceleration	-50 g to + 50 g	+/- 5%	0.01 g	SAE J211-1 ¹ , Class 60
Longitudinal delta-V	-100 km/h to + 100 km/h	+/- 5%	1 km/h	n.a.
Lateral delta-V	-100 km/h to +100 km/h	+/- 5%	1 km/h	n.a.
Maximum delta-V, longitudinal	-100 km/h to +100 km/h	+/- 5%	1 km/h	n.a.
Maximum delta-V, lateral	-100 km/h to +100 km/h	+/- 5%	1 km/h	n.a.
Time, maximum	0-300 ms	+/- 3 ms	2.5 ms	n.a.

(Event Data Recorders. 2006.)

delta-V, longitudinal				
Time, maximum delta-V, lateral	0-300 ms	+/- 3 ms	2.5 ms	n.a.
Time, maximum delta-V, resultant	0-300 ms	+/- 3 ms	2.5 ms	n.a.
Vehicle Roll Angle	-1080 deg to +1080 deg	+/- 10 deg	10 deg	n.a.
Speed, vehicle indicated	0 km/h to 200 km/h	+/- 1 km/h	1 km/h	n.a.
Engine throttle, percent full (accelerator pedal percent full)	0 to 100%	+/- 5%	1 %	n.a.
Engine rpm	0 to 10,000 rpm	+/- 100 rpm	100 rpm	n.a.
Service brake, on, off	On and Off	n.a.	On and Off	n.a.
ABS activity	On and Off	n.a.	On and Off	n.a.
Stability control (on, off, engaged)	On, Off, Engaged	n.a.	On, Off, Engaged	n.a.
Steering wheel angle	-250 deg CW to +250 deg CCW.	+/- 5 deg	5 deg	n.a.
Ignition cycle, crash	0 to 60,000	+/- 1 cycle	1 cycle	n.a.
Ignition cycle, download	0 to 60,000	+/- 1 cycle	1 cycle	n.a.
Safety belt status, driver	On or Off	n.a.	On or Off	n.a.
Safety belt status, right front passenger	On or Off	n.a.	On or Off	n.a.
Frontal air bag warning lamp (on, off)	On or Off	n.a.	On or Off	n.a.
Frontal air bag suppression switch status	On or Off	n.a.	On or Off	n.a.
Frontal air bag deployment, time to deploy/first stage, driver	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Frontal air bag deployment, time to deploy/first stage, right front passenger	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Frontal air bag deployment, time to n th stage, driver	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Frontal air bag	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.

(Event Data Recorders 2006.)

deployment, time to n th stage, right front passenger				
Frontal air bag deployment, nth stage disposal, driver, y/n	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Frontal air bag deployment, nth stage disposal, right front passenger, y/n	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Side air bag deployment, time to deploy, driver	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Side air bag deployment, time to deploy, right front passenger	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Side curtain/tube air bag deployment, time to deploy, driver side	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Side curtain/tube air bag deployment, time to deploy, right side	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Pretensioner deployment, time to fire, driver	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Pretensioner deployment, time to fire, right front passenger	0 to 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	n.a.
Seat track position switch, foremost, status, driver	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Seat track position switch, foremost, status, right front passenger	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Occupant size driver occupant 5 th female size y/n	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Occupant size right front passenger child y/n	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.

(Event Data Recorders 2006.)

Occupant position classification, driver oop y/n	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Occupant position classification, right front passenger oop y/n	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.
Multi-event, number of events (1,2)	1 or 2	n.a.	1 or 2	n.a.
Time from event 1 to 2	0 to 5.0 sec	0.1 sec	0.1 sec	n.a.
Complete file recorded (yes/no)	Yes/No	n.a.	Yes/No	n.a.

¹ Incorporated by reference, see § 563.4.

(b) Acceleration Time-History data and format: The longitudinal, lateral, and normal acceleration time-history data, as applicable, must be filtered in accordance with the filter class specified in Table III either during the recording phase or during the data downloading phase to include:

- (1) the Time Step (TS) that is the inverse of the sampling frequency of the acceleration data and which has units of seconds;
- (2) the number of the first point (NFP), which is an integer that when multiplied by the TS equals the time relative to time zero of the first acceleration data point;
- (3) the number of the last point (NLP), which is an integer that when multiplied by the TS equals the time relative to time zero of the last acceleration data point; and
- (4) NLP-NFP+1 acceleration values sequentially beginning with the acceleration at time NFP*TS and continue sampling the acceleration at TS increments in time until the time NLP*TS is reached.

(Event Data Recorders 2006.)