



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jussi Sinkkonen

# Ajoneuvon datalähteet

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

19.12.2020

Tekijä Otsikko	Jussi Sinkkonen Ajoneuvon datalähteet
Sivumäärä Aika	31 sivua + 1 liite 19.12.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	Autosähkötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Pasi Kovanen Asiantuntija Santeri Saarinen, Metropolia Ammattikorkeakoulu
<p>Ajoneuvot ovat muuttumassa mekaanisista koneista verkottuneiksi data-alustoiksi. Ajoneuvon tuottama data on lisääntynyt ja tulee tulevaisuudessa vielä lisääntymään ajoneuvon suunniteltujen uusien teknologioiden sekä vanhojen teknologioiden kehityksen myötä. Tämän datan avulla voidaan kehittää kuljettajan suorituskykyä. Ylimääräisen datan esittäminen kuljettajalle voi pahimmassa tilanteessa myös heikentää kuljettajan suorituskykyä.</p> <p>Tämän insinöörityön toimeksiantajana oli Älykäs ammattiajo -hanke. Yhtenä hankkeen osaluokana on lähdetty kehittämään tapoja kuljettajan suorituskyvyn parantamiseen. Insinöörityön tavoitteena oli kartoittaa teknologioita, joilla voidaan seurata kuljettajan suorituskykyä sekä tukea kuljettajan työtä.</p> <p>Aihe on rajattu koskemaan rahti- ja hälytysalalla olevia kuorma- ja pakettiautoja. Insinöörityön alussa tarkastellaan SAE J1939 -standardin mukaista kommunikaatioprotokollaa, jota käytetään paljon kuorma-autojen sisäisissä kommunikaatioverkoissa. Insinöörityössä selvitetään myös erilaisia mahdollisuuksia kerätä dataa paketti- ja kuorma-autoista. Dataa voidaan kerätä esimerkiksi suuresta ajoneuvolaivueesta pilvipalveluiden avulla tai suoraan ajoneuvosta eri rajapintojen avulla. Lisäksi tehdään katsaus LiDAR-valotutkiin sekä HUD-systeemeihin ja näiden uusiin kehitysasteisiin.</p> <p>Insinöörityön tuloksena luotiin katsaus rahti- ja hälytysalalla olevien kuorma- ja pakettiautojen datalähteisiin sekä uusiin tulevaisuuden teknologioihin. Tuloksia voidaan käyttää Älykäs ammattiajo -hankkeessa.</p>	
Avainsanat	SAE J1939, LiDAR, HUD, FMS

Author Title	Jussi Sinkkonen Vehicle Data Sources
Number of Pages Date	31 pages + 1 appendix 19 December 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Electronics Engineering
Instructors	Pasi Kovanen, Senior Lecturer Santeri Saarinen, Specialist, Metropolia University of Applied Sciences
<p>Vehicles are changing from mechanical machines to networked data platforms. The data produced by the vehicle have increased and will increase in the future with new technologies designed for the vehicle as well as the development of old technologies. This data can be used to improve driver performance. Presenting additional data to the driver can also lower the driver's performance in the worst case.</p> <p>This thesis was assigned by the Älykäs ammattiajo -project. One part of the project has been to develop ways to improve driver performance. The goal of this thesis was to map technologies that can be used to monitor driver performance as well as support driver work.</p> <p>This thesis focuses on trucks and vans in the freight and alert sector. At the beginning of the thesis, the communication protocol according to the SAE J1939 standard was studied. The J1939 standard is widely used in internal communication networks of trucks. The thesis also explored various possibilities for collecting data from vans and trucks. Data can be collected, for example from a large vehicle fleet by means of cloud services or directly from the vehicle by means of various interfaces. In addition, an overview will be made of LiDAR light radars as well as HUD systems and their new stages of development.</p> <p>As a result of this thesis was an overview of the data sources of trucks and vans in the freight and alarm sector. Also an overview of the new technologies of the future was created. The results can be used in the Älykäs ammattiajo -project.</p>	
Keywords	SAE J1939, LiDAR, HUD, FMS

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Raskaan kaluston standardi SAE J1939	2
2.1	SAE J1939 -standardin protokolla	2
2.2	J1939-standardin viestin rakenne	4
2.3	FMS-standardi	6
3	Käytössä oleva teknologia	7
3.1	Pilvipalvelut	7
3.1.1	Scanian tarjoamat pilvipalvelut	7
3.1.2	Mercedes Benzin tarjoamat pilvipalvelut	8
3.1.3	Volkswagenin tarjoamat pilvipalvelut	9
3.2	Hälytys- ja rahtiliikenteessä käytetty teknologia	11
3.2.1	Mercedes Benz -pakettiautoluokan ajoneuvoalustat	12
3.2.2	Volkswagen-pakettiautoluokan ajoneuvoalustat	14
3.2.3	Scania-kuorma-autoluokan ajoneuvoalustat	15
3.3	Hälytysajoneuvojen moduulien teknologia	16
4	Uusia tulevaisuuden teknologioita	17
4.1	LiDAR-valotutkat	17
4.2	HUD-systeemit	24
4.2.1	HUD-systeemien pääluokat	24
4.2.2	AR HUD -laitteet	25
5	Yhteenveto	30
	Lähteet	32
	Liite 1. Kirje Euroopan komissiolle	

## Lyhenteet

FMS	Fleet management system
VCSEL	Vertical cavity surface emitting laser.
SAE	The Society of Automotive Engineers
PGN	Parameter Group Number
SPN	Suspect Parameter Number
CAN	Controller Area Network
ISO	International Organization for Standardization
ACEA	The European Automobile Manufacturers' Association
PSM	Parameterizable special module
PLC	programmable logic controller
BCI	Bodywork Communication Interface
BIC	Bodywork Interface Configuration
AR HUD	Augmented reality heads-up display
VID	Virtual image distance
FOV	Field of view
WHUD	Windshield heads-up display
CHUD	Combiner heads-up display

HMI	Human machine interface
DLP	Digital Light Processing
API	Application programming interface
OBD	On-Board Diagnostics
CFCU	Customer-specific functional control unit
LiDAR	Light Detection and Ranging
ToF	Time of Flight
MEMs	Microelectromechanical systems
OPA	Optical phase array
FMCW	Frequency-modulated continuous wave
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor

## 1 Johdanto

Ajoneuvot ovat kehittyneet tämän vuosikymmenen aikana mekaanisista laitteista verkotuneiksi data-alustoiksi. Ajoneuvot keräävät dataa ympäristöstä ja kuljettajasta enemmän kuin vuosikymmenen alussa olisi voinut kuvitellakaan. Kuljettaja saa ajoneuvolta ajoneuvon keräämän datan perusteella informaatiota joskus jopa häiritsevän paljon. Nykyaikana haasteena onkin kuljettajan havainnointikyvyn pitäminen tiessä eikä oheislaitteissa. Tätä haastetta onkin lähdetty kehittämään eri toimin. Lisääntynyt data tuo mukanaan myös uusia mahdollisuuksia. Sen avulla voidaan toteuttaa uusia toimintoja ja kehittää kuljettajan suorituskykyä.

Tämä insinööriyö on selvitys nykyään käytettävistä sekä kehitteillä olevista teknologioista, joilla kerätään ajoon ja ympäristöön liittyvää dataa ajoneuvoissa sekä avustetaan kuljettajaa työssään. Insinööriyön tavoitteena oli kartoittaa teknologioita, joilla voidaan seurata kuljettajan suorituskykyä sekä tukea kuljettajan työtä. Insinööriyö toteutettiin Älykäs ammattiajo -hankkeelle. Hanke on Business Finlandin rahoittama, ja sen toteuttaa Tampereen yliopisto yhteistyössä Metropolia Ammattikorkeakoulun kanssa. Hankkeen yhtenä tavoitteena on etsiä uusia tutkimusaiheita, joilla voidaan kehittää ammatti liikennettä. Tämä insinööriyö on kohdennettu ajoneuvoihin, jotka kuuluvat rahti- ja hälytysalalla käytettäviin ajoneuvoihin.

Insinööriyö voidaan jakaa kahteen eri osioon. Ensimmäinen osio koostuu jo käytössä olevan teknologian tarkastelemisesta. Osiossa pyritään tarkastelemaan, mitä dataa ajoneuvo kerää sekä miten tämä data saadaan käyttöön. Toinen osio koostuu uuden teknologian selvittämisestä. Osiossa selvitetään, mitä uusia teknologioita on prototyyppivaiheessa tai kehitteillä. Osiossa tutkitut teknologiat ovat lähitulevaisuudessa tulossa ajoneuvokäyttöön.

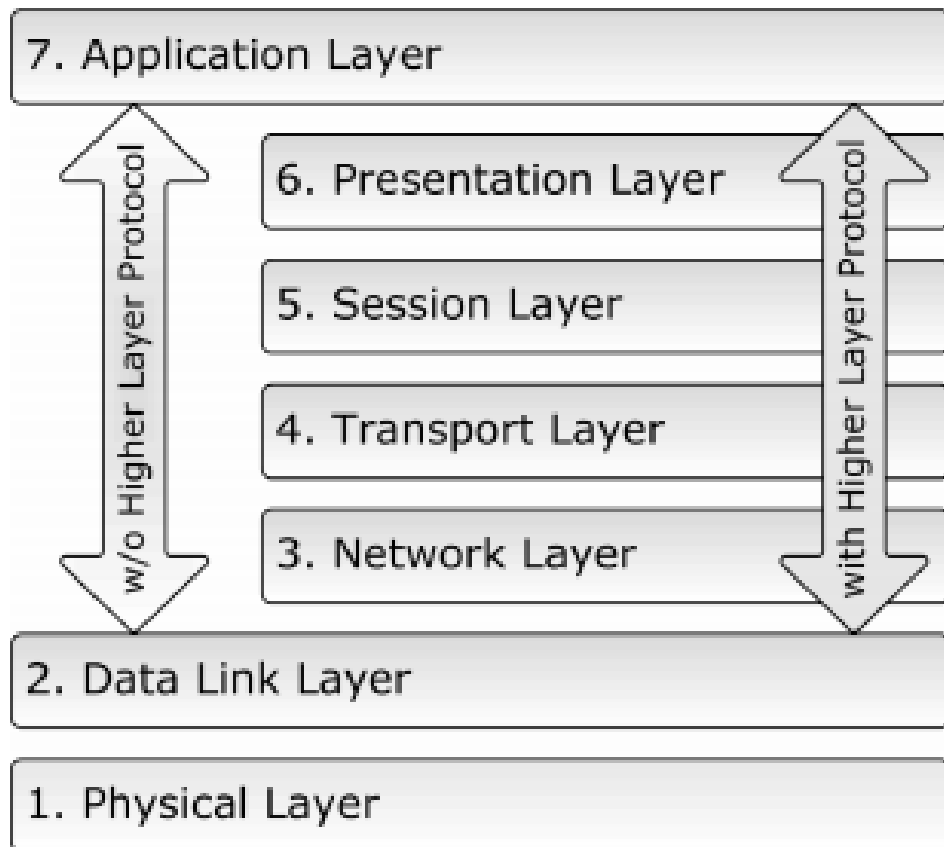
## 2 Raskaan kaluston standardi SAE J1939

J1939 on SAE:n (The Society of Automotive Engineers) kehittämä standardiperhe, joka koskee sähköisiä signaaleja lähetäviä laitteita sekä suunnittelua, kuinka informaatio kulkee ajoneuvon komponenttien välillä. J1939-standardit yhdistämällä saadaan aikaan viestiprotokolla, jonka avulla ohjainlaitteet voivat kommunikoida. J1939-protokollan toiminnot pohjautuvat SAE:n kahteen vanhempaan protokollaan. Protokollat ovat SAE J1708 ja SAE J1587. (Voss 2008: 1–5.)

### 2.1 SAE J1939 -standardin protokolla

J1939 on korkeamman tason protokolla, joka käyttää hyväkseen Controller Area Network (CAN) -protokollan mukaista fyysistä kerrosta. Kuvassa 1 on visuaalisesti esitetty ISO/OSI-mallin avulla korkeamman ja alemman tason protokollien erot. (Voss 2008: 1–5.) Tässä insinööriyössä ei perehdytä CAN-väylän viestikehykseen, vaan tarkastellaan J1939-protokollan eroavaisuuksia perinteisestä CAN-viestistä.





Kuva 1. Seitsemätasoisien viitemallin avulla esitetty ISO/OSI-standardin korkeamman ja alemman tason protokollien ero (Voss 2008: 14).

J1939-protokollaan perustuvaa kommunikointia käytetään esimerkiksi

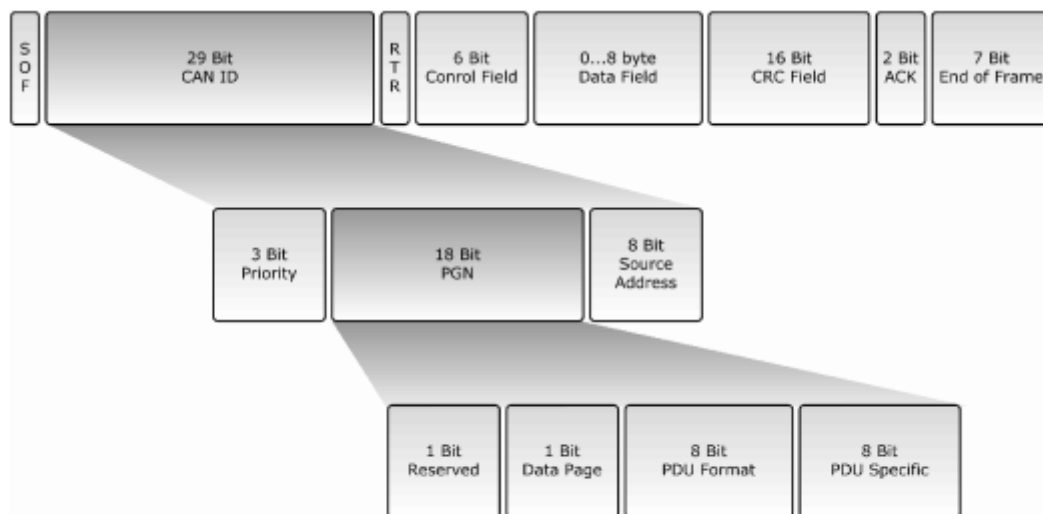
- dieselveimansiirtosovelluksissa
- ajoneuvon sisäiseen verkotukseen kuorma-autoissa ja busseissa
- maatalous- ja metsäkoneissa
- kuorma-auton ja perävaunun liittämisesssä
- sotilasajoneuvoissa
- työkonelaivueen tiedonkeräyksessä
- matkailuautoissa
- merenkulkuajoneuvoissa (Voss 2008: 2).

J1939-protokollan mukaista kommunikointia on jouduttu hieman muokkaamaan maatalous-, sotilas- ja merenkulkuajoneuvoissa. Muokkauksen takia viestiprotokollat kulkevat eri nimellä. Maatalouskoneissa käytetty protokollan nimi on ISO 11783, joka tunnetaan

myös nimellä ISOBUS. Sotilasajoneuvoissa käytetään MilCAN-nimistä protokollaa ja merenkulkuajoneuvoissa NMEA 2000 -protokollaa. (Voss 2008: 2, 23.)

## 2.2 J1939-standardin viestin rakenne

Kuten aikaisemmin on mainittu, J1939 käyttää CAN-protokollan fyysistä tasoa. J1939 käyttää CAN-protokollan 2.0B-versiota, joka tarkoittaa CAN-viestin pidennettyä ID-osiota. Tämä ID-osio on 29 bittiä pitkä. Kuvassa 2 näkyy J1939-protokollan käyttämä viestikehys. ID-osio sisältää 3 bitin pituisen prioriteettiosion, 18 bittiä pitkän parametri-ryhmänumeron sekä 8 bittiä pitkän lähettävän ohjainlaitteen osoitteen. Väylän maksimipituudeksi on määrätty 40 m ja väylän tiedonsiirtonopeudeksi 250 kBit/s. Nykyään on kuitenkin sovelluksia, joissa käytetään tiedonsiirtonopeutta 500 kBit/s (J1939 Explained – A Simple Intro (2020)). CAN-väylää määrittelevän ISO 11898 -standardin mukaan 250 kBit/s tiedonsiirtonopeudella väylä voisi olla 250 m pitkä. J1939-standardissa tämä on kuitenkin määrätty olevan 40 m, jotta väylän turvallinen toiminta voidaan taata. J1939 rajoittaa väylällä olevien ohjainlaitteiden enimmäismääräksi 30 kappaletta. (Voss 2008: 18, 21.)

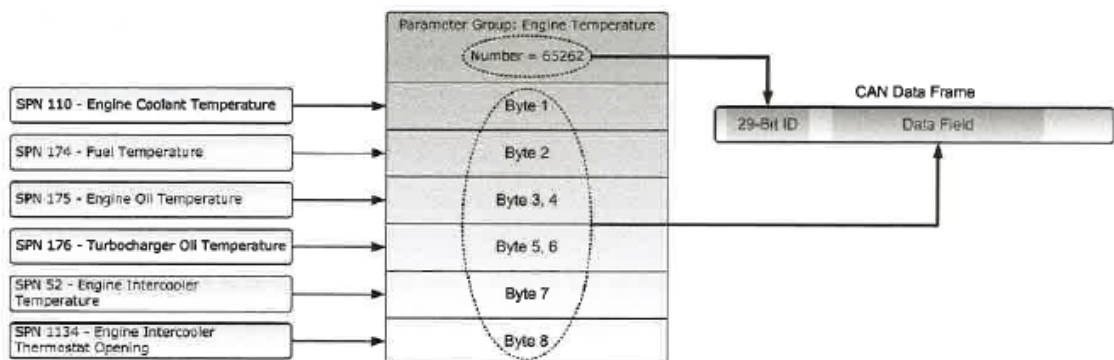


**Picture 2.3.2.1 J1939 Message Format**

Kuva 2. J1939-protokollan mukainen viestikehys (Voss 2008: 21).

J1939-protokollan avulla voidaan lähettää yli 8 tavua pitkiä viestejä, toisin kuin tavallisella CAN-protokollalla. Prosessia kutsutaan kuljetusprotokollaksi ja tämä on määritelty J1939/21-standardissa (J1939 Explained – A Simple Intro (2020)). J1939-protokollan mukainen tiedonsiirto tukee maksimissaan 1 785 tavua pitkiä viestejä. (Voss 2008: 18, 21.)

J1939 viestien ID-osio sisältää 18 bittiä pitkän parametriryhmänumeron, jonka avulla saadaan selville mitä tietoa tai toimintoja viestin dataosio sisältää. Parametriryhmänumeroista käytetään lyhennettä PGN. Parametriryhmänumerot kuvaavat parametriryhmiä, jotka on määritelty J1939-standardissa. Parametriryhmät on järjestelty sisältämään samankaltaisia tietoja. Esimerkki tämän kaltaisista tiedoista voi olla ajoneuvon eri lämpötilat. Parametriryhmän sisällä olevat parametrit on numeroitu ja jokaisella parametrilla on oma tunnistenumero. (Voss 2008: 44–47.) Tunnistenumeroa kutsutaan SPN:äksi (Suspect Parameter Number). Kuvassa 3 on esitetty PGN- ja SPN-osion esitys väyläviestissä.



**Picture 4.4.2.1 SPNs and PGNs**

Kuva 3. PGN- ja SPN-osion esitys väyläviestissä (Voss 2008: 47).

Valmiiksi määritellyt parametriryhmänumerot ja SPN-datan määrittelyt löytyvät J1939/71-standardista. J1939-protokollan rakenne mahdollistaa 8 672 eri parametriryhmää. (Voss 2008: 44–47.) Suurin osa näistä parametriryhmistä on valmiiksi määritelty, mutta ajoneuvovalmistajille on jätetty parametriryhmiä valmistajan itse määriteltäväksi (Hyvämäki 2015: 14). Vaikka suurin osa parametriryhmistä ja tämän sisällä olevat parametrit ovat valmiiksi määriteltynä, ajoneuvovalmistajat eivät hyödynnä kaikkia parametrejä.

## 2.3 FMS-standardi

FMS-standardi on suunniteltu turvaamaan kuorma-autojen ohjainlaitteiden käyttämät tietoväylät. FMS-standardi on laadittu suurten kuorma-autovalmistajien kanssa. Nämä valmistajat ovat

- Daimler
- MAN Truck & Bus
- Scania
- DAF Trucks
- CHN IVECO
- Volvo Trucks
- Renault Trucks (Information about the FMS-Standard).

FMS-liityntä on ainoa hyväksytty tapa liittää kolmannen osapuolen tiedonsiirtolaitteet kuorma-auton väylään ilman ajoneuvon takuun raukeamista. Liitteessä 1 on ajoneuvovalmistajien laatima kirje Euroopan komissiolle. Kirjeessä ajoneuvovalmistajat pyytävät Euroopan komissiota olemaan hyväksymättä kolmannen osapuolen laitteita, jotka kiinnitetään ajoneuvon omiin väyliin. FMS-liityntää ei kuitenkaan ajoneuvovalmistajien ole pakko tarjota. FMS-liityntä koostuu ajoneuvon väylään liitetystä ohjainlaitteesta sekä dataliitimestä, jonka avulla kolmannen osapuolen laitteet pääsevät dataan käsiksi. FMS-ohjainlaite toimii näin gateway-ohjainlaitteena kolmannen osapuolen laitteen ja ajoneuvon välillä. Ajoneuvovalmistajat ovat sopineet yhteisestä dataliitimestä FMS-liitynnässä. (Information about the FMS-Standard.) FMS-standardissa FMS-viestit käyttävät J1939-standardin viestiformaattia ja J1939-standardissa määrättyjä parametriryhmiä (FMS-Standard description 2017: 2). FMS-standardissa ajoneuvo- sekä digipiirturivalmistajat ovat määritelleet turvallisen ja laillisen tavan ladata tietoa digipiirturista etänä ja tämä dokumentti löytyy FMS-standardin nettisivuilta (Information about the FMS-Standard). Valmistajat tarjoavat dokumentteja, joista käy ilmi mitä tietoa ja toimintoja FMS-liittymän kautta tarjotaan (CAN communication specification for FMS 2020). Standardia ylläpitää ACEA-yhdistys (Information about the FMS-Standard).

### 3 Käytössä oleva teknologia

Käytössä olevaan teknologiaosuuteen on kerätty tietoa eri ajoneuvoalustojen tiedonkeräysmahdollisuuksista, joita kolmas osapuoli voi hyödyntää datan keräykseen. Osuuteen ei ole otettu mukaan tekonlogoita, joiden käyttö rikkoisi ajoneuvon takuuta tai olisi muuten mahdotonta tai erittäin vaikeaa käyttää ilman ajoneuvovalmistajan lupaa.

#### 3.1 Pilvipalvelut

Pilvipalvelut tarjoavat palveluita muun muassa ajoneuvojen paikallistamista varten ja teknisten tietojen seurantaan. Tällä seurannalla on suuria hyötyjä kuljetusyrityksille ja mahdollisesti pilvipalveluiden avulla saatua ajoneuvon dataa voidaan jatkojalostaa uusiksi palveluiksi.

##### 3.1.1 Scanian tarjoamat pilvipalvelut

Scania tarjoaa ajoneuvoihinsa seurantapalveluja, joilla kuljetusyritys voi seurata kaluston tuottavuutta ja taloudellisuutta. Scania tarjoaa eri laajuisia palveluita ajoneuvon seurantaan Scania Fleet Management -portaalissa. (Scania fleet management -palvelut.) Monitorointiraportti on Scanian tarjoama ilmainen viikoittainen kalustohallintaraportti, joka lähetetään sähköpostiin. Monitoriraporttia tarjotaan ilmaiseksi 10 vuoden ajan. Raportti sisältää yleiskatsauksen ajoneuvon suorituskyvystä. Raportti sisältää esimerkiksi ajoneuvon joutokäyntiajan. Raportti vertaa viikoittain ajoneuvon suorituskykyä edellisiin viikoihin ja korostaa eroavaisuudet edellisiin raporteihin. Näiden eroavaisuuksien avulla voidaan analysoida eri kuljettajia sekä ajoneuvon tehokkuutta. Ajoneuvo lähettää tarvittavat tiedot Scania Fleet Management -palveluun, jossa huoltosuunnittelun avulla kuljetusyritys voi laatia ajoaikaan ja matkaan perustuvan huoltosuunnitelman. Portaali sisältää myös osion johon kuljettajat voivat Fleet App -puhelinsovelluksella ilmoittaa ongelmista ja lähettää ongelmasta kuvia portaaliin. (Monitoriraportti.)

Scanian tarjoama laajempi palvelu on kontrollipaketti. Kontrollipaketin avulla kuljetusyritys voi seurata ja valvoa koko kalustoa Fleet Management -portaalin kautta. Kontrollipaketin avulla voi myös lajitella, suodattaa ja luoda raportteja analyyseja varten. Analyysejä

voidaan tarvita esimerkiksi kuljettajien vertailemiseen. Paketin avulla voidaan myös lähettää ilmoituksia ajojärjestelyyn, kun ajoneuvo saapuu tai poistuu tietyltä vyöhykkeeltä. (Kontrollipaketti.)

Scania tarjoaa ajoneuvojen dataa myös ulkopuolisten sovellustarjoajien käyttöön. Data access -paketit tarjoavat kolme eri API-rajapintaa ulkopuolisille palveluntarjoajille datan keräykseen. Saatavilla olevat paketit ovat huoltosuunnittelu-, sijainti- ja suorituskykypaketti. Huoltosuunnittelupaketti sisältää ajoneuvon tiedot, matkamittarilukeman ja huoltovarausten päivämäärät. Paketti on nimensä mukaisesti oman kaluston huolto- ja korjaustoimenpiteiden hallintaan. Sijaintipaketti sisältää huoltopaketin lisäksi ajoneuvon sijaintitiedon, Ad-Blue-nesteen tasotiedon sekä ajoneuvon nopeustiedon. Suorituskykypakettiin kuuluu edellä esitetyt datapaketit. Lisäksi suorituskykypaketin avulla sovellustarjoaja saa käsiinsä ajoneuvon historiatietoja kuten ajoajan, jarrutukset ja kiihdytykset. Paketin avulla käyttäjä saa käyttöönsä rFMS-standardin mukaiset API:t sekä Scania-merkkikohtaiset API:t. (Data access.)

### 3.1.2 Mercedes Benzin tarjoamat pilvipalvelut

Mercedes PRO connect -seurantajärjestelmä on Mercedes Benz -pakettiautoihin tarkoitettu pilvipalvelu. Pilvipalvelun avulla kuljetusliike voi kerätä ajodataa ajoneuvosta, karottaa ajoneuvokaluston huoltotarvetta sekä kuski voi palvelun avulla pitää digitaalista ajopäiväkirjaa ja hallita ajoneuvoa etänä älypuhelinsovelluksen avulla. (Mercedes PRO connect -tarjontamme.)

Mercedes PRO connect -seurantajärjestelmä on saatavilla uusiin pakettiautoihin. Pakettiautot, joihin palvelu on saatavana ovat

- W907 Sprinter
- W910 Sprinter
- W447 Vito
- W447 V-Sarja
- W447 eVito
- W910 eSprinter (Osat ja edellytykset).

Mercedes PRO connect -palveluiden tarvitsema data kerätään ajoneuvoon tehtaalla asennetun kommunikaatiomodulin (LTE) avulla. Tämä kommunikaatiomoduli kommunikoi pilvipalvelun kanssa matkapuhelinverkon kautta. Kommunikaatiomoduli sisältää integroidun SIM-kortin. Ajoneuvon kuljettajalla oleva Mercedes PRO connect App -puhelinsovelluksen avulla ajojärjestelijä voi suoraan kommunikoida kuljettajan kanssa. Kuljettaja voi myös puhelinsovelluksella avata sekä lukita ajoneuvon ovet ilman avaimia ja kohdistaa itsensä ajoneuvon kuljettajaksi. Kuljettajan kohdistaminen tiettyyn ajoneuvoon auttaa ajojärjestelijää pysymään tietoisena kuka kuljettaja ajaa milläkin ajoneuvolla. Riippuen hankitusta tuotteesta kuljettaja voi myös tarkistaa ajoneuvon tilan etänä sovelluksen avulla. (Osat ja edellytykset.)

Mercedes PRO connect -palvelun voi myös liittää jo olemassa olevaan kalustonhallintajärjestelmään. Tämä mahdollistaa koko kaluston seuraamisen yhden palveluntuottajan sovelluksen kautta. (Dataliitännät.) Mercedes PRO connect -palvelu tarjoaa eri tasoisia palveluita eri käyttötarkoituksiin. Esimerkiksi jos kuljetusliike ei tarvitse kuin ajoneuvon perustiedot ja sijaintitiedot, hän voi valita kevyemmän dataliitännän. Palvelu mahdollistaa myös ajoneuvon datan luovuttamisen kolmansien osapuolien käyttöön (Kolmansien osapuolten rajapinta). Esimerkiksi ajoneuvon diagnostiikkatiedot voidaan välittää riippumattomalle korjaamolle.

### 3.1.3 Volkswagenin tarjoamat pilvipalvelut

Volkswagenin hyötyajoneuvoihin on tarjolla jälkiasennuksena Connected Cars -yrityksen tarjoama ajotietopalvelu. Ajotietopalvelu on räätälöity Volkswagen-merkille. Esimerkiksi ajotietopalvelun puhelinsovellus on räätälöity Volkswagen brändin mukaiseksi. Connected Cars -yrityksen ajotietopalvelu tarjoaa Volkswagen-korjaamoille palvelun, jonka kautta he voivat seurata asiakkaidensa ajoneuvojen kuntoa, huoltotarvetta sekä kommunikoida ajotietopalvelua käyttävien kuljetusliikkeiden kanssa ajoneuvojen huoltotarpeista sekä huoltoajankohdista (Customer-centric workshop management). Ajoneuvoihin on tarjolla kaksi eri laajuista ajotietopalvelupakettia. Paketit ovat Basic- ja Fleet-ajotietopalvelu. Ajotietopalveluiden tarkoitus kuljetusliikkeiden kannalta on helpottaa kuljetusyrityksien ajoneuvokaluston kunnon ja sijainnin seuranta. Palvelu helpottaa myös kuljetusyrityksen, kuljettajan sekä korjaamon välistä kommunikointia. Palvelut eroavat toisistaan ajoneuvokaluston seurannan osalta. Laajempi Fleet-palvelu tarjoaa kuljetusyritykselle

ajoneuvokaluston hallintaportaalin, jossa kuljetusyritys pääsee käsiksi ajoneuvoja koskeviin tietoihin sekä näkee ajoneuvojen sijainnit, kulkemat reitit sekä portaali antaa ajoneuvoille ajotaparaportin. (Ajotietopalvelu Basic; Ajotietopalvelu Fleet.) Kuvassa 4 on havainnollistettu Basic- ja Fleet-palveluiden eroavaisuudet.

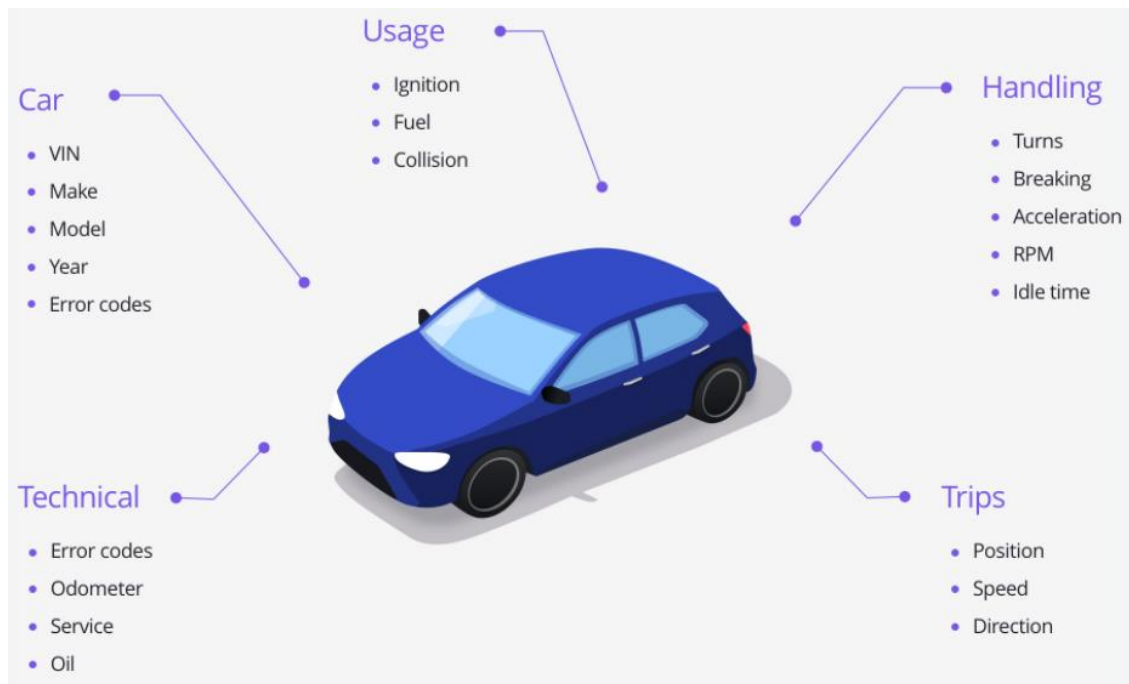
	Basic 0 € / kk / auto	Fleet 10 € / kk / auto
Kuljettajan applikaatio	X	X
Huoltojen suunnittelu ja huoltoon kutsu	X	X
Häiriövalojen ja vikakoodien etäluku	X	X
Suora yhteys applikaation kautta huoltoon	X	X
Ajopäiväkirjatoiminto	X	X
Yrityksen ajoneuvokaluston hallintaportaali		X
Yrityksen ajoneuvokaluston GPS-paikannus		X
Yrityksen ajoneuvokaluston ajoreitit		X
Yrityksen ajoneuvokaluston ajotapa		X

Kuva 4. Volkswagen hyötyajoneuvojen Basic- ja Fleet-ajotietopalveluiden erot (Ajotietopalvelu Basic).

Kapeampi ajotietopalvelu on enemmän keskittynyt ajoneuvojen kunnon seurantaan sekä sähköisen ajopäiväkirjan ylläpitämiseen. Ajotietopalvelun puhelinsovelluksella kuljettaja näkee ajoneuvonsa tekniset tiedot, ajoneuvon kulkemat reitit, ajokäyttäytymisarvionsa sekä voi olla yhteydessä huoltoon.

Ajoneuvon data kerätään ajoneuvon OBD-portista. Connected Cars -yrityksen datankeräyslaite sopii enemmistöön vuoden 2008 jälkeen valmistetuista ajoneuvoista. (Smart vehicle diagnostics and driving behavior insights.) Kuvassa 5 on esitetty yleiskatsaus laitteen keräämästä datasta.





Kuva 5. Yleiskatsaus Connected Cars -yrityksen datankeräysyksikön keräämästä datasta (Smart vehicle diagnostics and driving behavior insights).

Datankeräysyksikkö asennetaan yleensä ajoneuvon kojelaudan sisälle, jossa laite pysyy kytkettynä ajoneuvon eliniän. Connected Cars -yrityksen mukaan datankeräysyksikkö kerää enemmän dataa kuin OBD II -standardin mukaan toimivat laitteet. Datankeräysyksikön keräämä data lähetetään Connected Cars -yrityksen pilvipalveluun, josta tämä prosessoidaan eteenpäin. (Smart vehicle diagnostics and driving behavior insights.)

### 3.2 Hälytys- ja rahtiliikenteessä käytetty teknologia

Hälytys- ja rahtiliikenteessä käytetään paljon samoja ajoneuvoalustoja. Ajoneuvojen ensirekisteröintimäärältään kolme eri kuorma-automerkkiä ovat dominoivassa asemassa yli 16 tonnin kuorma-autoluokassa. Kuorma-autot ovat Scania (36 %), Volvo (34 %) sekä Mercedes Benz (16 %) (Raskaiden kuorma-autojen rekisteröinnit 2019: – Kokonaismarkkina kasvoi vain hieman, Scania nousi ykköseksi). Tässä insinööriyössä kuorma-autojen osalta selvitettiin Scania-kuorma-autoalustojen teknologiaa. Lisäksi insinööriyössä selvitettäviin pakettiautoihin lukeutui Volkswagen- ja Mercedes Benz -ajoneuvovalmistajien valmistamia ajoneuvoalustoja. Kyseisten merkkien ajoneuvoalustoille oli eniten tarjontaa ajoneuvovarustelijoiden palveluvalikoimissa.

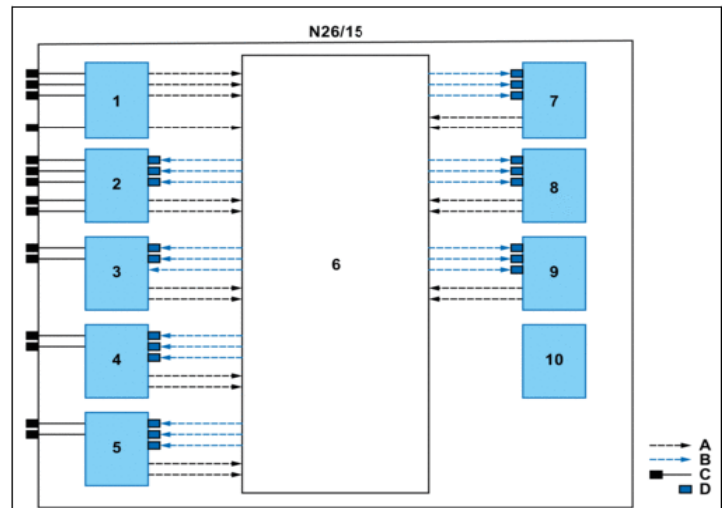
### 3.2.1 Mercedes Benz -pakettiautoluokan ajoneuvoalustat

Mercedes Benz -pakettiautoissa on kuljettajan vireystilaa valvova avustin. Avustimen nimi on Attention Assist ja sen tarkoitus on ennaltaehkäistä kuljettajaa joutumasta mikrouneen. Avustin luo kuljettajan ensimmäisten ajominuuttien aikana kuljettajan ajotavasta ajoprofiilin kuljettajalle useiden parametrien avulla. Nämä parametrit ovat muun muassa ajoneuvon nopeus, pitkäaikainen sekä sivuttainen kiihtyvyys, ratin liike ja vilkun sekä polkimien käyttö. Ajoneuvo vertaa luotua ajoprofiilia ajon aikaiseen ajotapaan ja tämän perusteella ajoneuvo voi todeta kuljettajasta väsymisen merkkejä. Ajoneuvo antaa varoituksia kuljettajalle ja suosittelee tauon pitämistä, kun ajoneuvo toteaa kerätyn datan perusteella kuljettajan ajoprofiilin muutoksen. Kuljettajaa varoitetaan optisesti sekä akustisesti äänimerkin avulla. Avustin on toiminnassa ajonopeuksilla 60–200 km/h. (Attention assist and driver-fitness safety: Take a break; Voi varoittaa kuljettajaa uupumisesta.)

W448- sekä W910-korimallin Mercedes Benz Vito- ja Sprinter-pakettiautoissa on PSM-ohjainlaite (Parameterizable Special Module), joka yhdistää ajoneuvon sekä päällirakenteen sähköjärjestelmän. PSM-ohjainlaitteen avulla päällirakenne pystyy kommunikoimaan ajoneuvon sisätilan CAN-väylän kanssa. PSM-ohjainlaite voi lisäksi ohjata ajoneuvon omia toiminnallisuuksia tai luoda uusia toimintoja ajoneuvoon. Nämä toiminnallisuudet voidaan toteuttaa PSM-ohjauslaitteessa olevien moduulien avulla. Kuvasta 6 käy ilmi Mercedes Sprinter -pakettiauton PSM-ohjainlaitteen sisältämät moduulit. (Parameterizable Special Module (PSM) Model 447, 448 2016: 12; Parameterizable Special Module (PSM) Model 907, 910 with code ED5 2018: 6.)

**PSM function model**

1	Inputs
2	Outputs
3	Interior CAN
4	Body manufacturer CAN
5	Peripheral device CAN
6	Signal pool
7	Special functions
8	Programmable logic controller (PLC)
9	Arithmetic unit
10	Global functions module
N26/15	Parameterizable special module (PSM) control unit
A	Assigned signal (not adjustable)
B	Assigned signal (adjustable)
C	Pin (plug contact of control unit)
D	Input of module (adjustable)



D54.21-1331-76

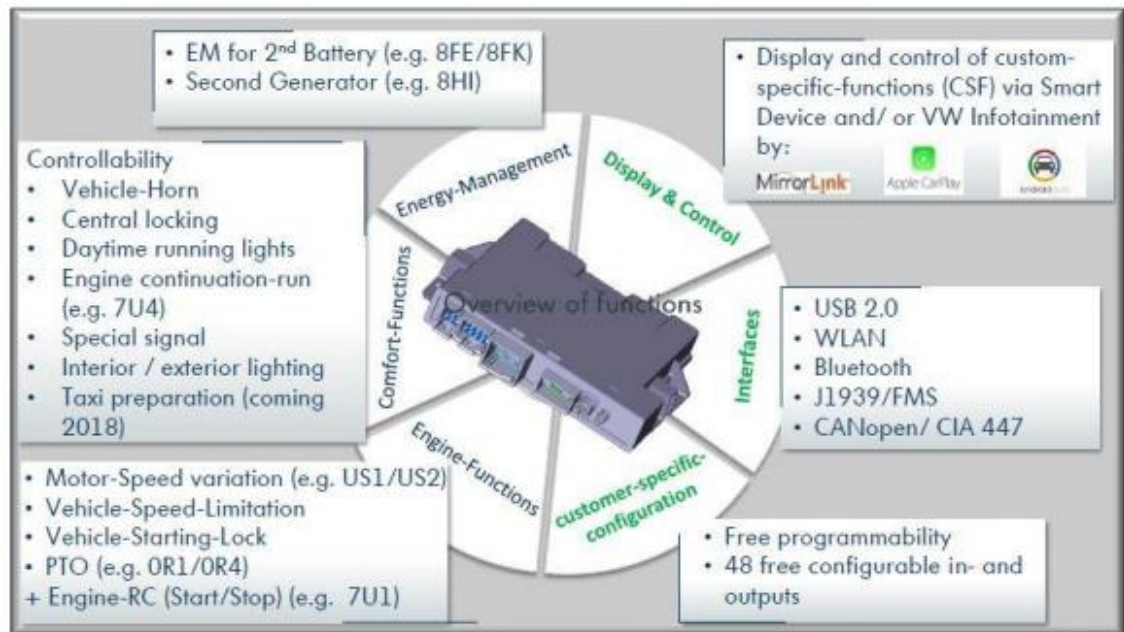
Kuva 6. Mercedes Sprinter -pakettiauton PSM-ohjainlaitteen sisältämät moduulit (Parameterizable Special Module (PSM) Model 907, 910 with code ED5 2018: 6).

PSM-ohjainlaite sisältää useita analogisia sekä digitaalisia sisääntulo- ja ulostulorajapintoja, joihin voidaan asentaa kytkimiä, tunnistimia tai käyttölaitteita ajoneuvon varustelussa. Sisäisen PLC-moduulin avulla voidaan ohjelmoida logiikka, jonka avulla esimerkiksi ajoneuvon sivuovi avataan, kun ajoneuvon pysähtymisehto täyttyy ja ulkoista kytkintä painetaan. Ohjainlaite sisältää ajoneuvon oman sisäisen CAN-väylän lisäksi kaksi muuta CAN-väylä rajapintaa, jotka ovat tarkoitettu kolmannen osapuolen digitaaliseen kommunikointiin. Ajoneuvon ulkoiseen kommunikaatioon tarkoitettut CAN-väylät ovat varustelijan CAN ABH -väylä ja oheislaitteiden CAN-väylä. Vito-mallissa nämä rajapinnat ovat yhdistetty samoihin fyysisiin lähtöihin. Vito-mallin tapauksessa parametroidulla valitaan minkä protokollan mukaan viestit tulkitaan. Oheislaitteille tarkoitettu CAN-väylä noudattaa CiA 447–3 -standardin mukaista kommunikaatiota. (Parameterizable Special Module (PSM) Model 447, 448 2016: 8–9; Parameterizable Special Module (PSM) Model 907, 910 with code ED5 2018: 38.) Tämä standardi on suunniteltu erityisesti helpottamaan erikoisajoneuvojen lisälaitteiden lisäämistä (CiA® 447 series: CANopen application profile for special-purpose car add-on devices). Ajoneuvovarusteluun tarkoitettu CAN-väylä käyttää FMS v1.0 - ja ISO11992-2/3-standardin mukaista kommunikaatiota (Parameterizable Special Module (PSM) Model 907, 910 with code ED5 2018: 36).

PSM-ohjainlaite sisältää signaalivaraston, johon kaikki ohjainlaitteeseen saapuvat signaalit varastoidaan. Tästä varastosta voi useampi ohjainlaite noutaa tarvitsemansa tiedon toiminnon toteuttamiseen. Esimerkiksi ulostulomoduuili voi lukea signaalivarastosta sisääntulomodulin viestin, jossa kerrotaan ulkokytkimen tila. Viestin perusteella ulostulomoduuili voi kytkeä työvalot päälle, jos kytkin on aktiivinen. (Parameterizable Special Module (PSM) Model 907, 910 with code ED5 2018: 6.) Vito- ja Sprinter-mallien PSM-ohjainlaitteet eivät ole aivan identtisiä. Pakettiautojen PSM-ohjainlaitteiden suurin ero on ulkoisten CAN-väylien määrässä. Muuten ohjainlaitteiden toiminnallisuudet ovat melko samoja. PSM-ohjainlaitteen välittämä data ja mahdolliset toimintopyynnöt ajoneuvolle löytyvät ajoneuvovalmistajan omista PSM-ohjainlaitteiden dokumenteista. Dokumenttien avulla varustelijat tietävät minkä viesti-ID:n takana on heidän tarvitsema tieto ja kuinka tämä muunnetaan oikeaan muotoon.

### 3.2.2 Volkswagen-pakettiautoluokan ajoneuvoalustat

Volkswagen Crafter -pakettiauton ensimmäinen sukupolvi, jota valmistettiin vuonna 2006–2016 perustui Mercedes Benz Sprintterin tekniikkaan ja oli tämän sisarmalli. Tämän vuoksi myös Volkswagen Crafter -varustelumoduulina käytettiin PSM-moduulia. Toisen sukupolven Crafter-pakettiauto on Volkswagenin omaa tuotantoa ja näin myös varusteluohjainlaite muuttui. Crafter-pakettiautossa varusteluohjainlaitetta kutsutaan CFCU-ohjainlaitteeksi (Customer-specific Functional Control Unit). (The Crafter 2017: 50; Nurminen 2018; 14.) CFCU-ohjainlaitteessa on myös itse konfiguroitavia tulo- ja lähtöliitäntöjä. Ohjainlaitteessa on myös useita muita eri toimintoja. Nämä lisätoiminnot ovat muun muassa lisäakun valvonta, moottorin sekä muiden erillisten toimintojen ohjaus. (Nurminen 2018: 15.) Kuvassa 7 on esitetty mahdollisia toimintoja, joita CFCU-ohjainlaitteella voi toteuttaa.



Kuva 7. Mahdollisia toimintoja, joita CFCU-ohjainlaitteella voi toteuttaa (Nurminen 2018: 15).

Ohjainlaitteesta on saatavilla kaksi eri variaatiota. Variaatiot ovat BASIC sekä MAX. MAX-versio mahdollistaa ohjainlaitteen ohjauksen puhelimen avulla. Puhelinohjausta varten MAX-versiossa on USB-liitäntä, Bluetooth- sekä WLAN-moduuli. (The Crafter 2017: 50.) Päällirakentajalle on myös annettu mahdollisuus luoda omia älylaitteella toimivia sovelluksia Android Studio -ohjelmiston avulla, jolla voidaan ohjata CFCU-ohjainlaitteen toimintoja (Nieminen 2018: 22).

### 3.2.3 Scania-kuorma-autoluokan ajoneuvoalustat

Scania LPGR-sarja on nykyään markkinoilla oleva joukko eri Scanian malleja. Mallit alkavat kaupunkiolosuhteisiin suunnitelluista pienistä kuorma-autoista aina pitkän matkan kaukokuljetuksiin tarkoitettuihin kuorma-autoihin. Ajoneuvoissa on kaksi eri rajapintaa datankeräykseen, joita kolmas osapuoli voi käyttää. Rajapinnat ovat FMS- ja BCI-liitäntä. (BCI – Päällirakenteen tietoliikenneliittymä: 1; FMS:n CAN-liitäntä 2016: 1.)

BCI-ohjainlaite (Bodywork Communication Interface) on tarkoitettu ajoneuvon varustelua varten. BCI-ohjainlaite hallitsee ajoneuvon kaikkea logiikkaa. BCI-ohjainlaite on liitetty ajoneuvon omaan CAN-väylään. Ajoneuvon oman CAN-väylän tarjoaman datan avulla BCI-ohjainlaite voi arvioida onko jokin tietty toiminto sallittua. BCI-ohjainlaitteen liitimen

napoja ei ole yksilöity tietyille toiminnoille. Ohjainlaitteen liittimen navat voidaan parametroida BIC-toiminnon avulla. BCI-ohjainlaitteeseen voi lisätä ulkoisen CAN-väylän kautta laajennusyksiköitä. Nämä laajennusyksiköt voivat olla esimerkiksi päällirakenteen ohjainyksiköitä. (BCI – Päällirakenteen tietoliikenneliittymä: 1–3.) BCI-ohjainlaite ja ulkoisessa CAN-väylässä olevat laajennusyksiköt käyttävä kommunikointiprotokollanaan muokattua J1939-protokollaa. Scania ei käytä J1939-protokollan mukaista automaattista osoitevarausta, vaan ohjainlaitteiden osoitteet on ennalta määrätty. Scania tarjoaa BCI-ohjainlaitteen ja laajennusyksikön väliset CAN-viestien ID-osiot sekä dataosion selitykset nettisivuillaan. (Päällirakenteen CAN-liitäntä 2017: 3; External CAN Communication Specification 2020: 4.)

FMS-liitäntä on valinnainen lisävaruste ja se on tarkoitettu ajoneuvon toimintojen seurantaan ja analysointiin (FMS:n CAN-liitäntä 2016: 1). FMS-liitäntä käyttää J1939-tiedon siirtoprotokollaa kuten aikaisemmin on mainittu. Scania ei FMS-liitännässäkään tue J1939-81-standardin mukaista automaattista osoitevarausta vaan käyttää staattista osoitevarausta ohjainlaitteille. (FMS:n CAN-liitäntä 2016: 4.) Scania tarjoaa FMS-ohjainlaitteeseen lähetettävät ja ohjainlaitteen lähettämät viestit sekä näiden viestien datasiällön selitykset nettisivuillaan (CAN Communication specification for FMS 2020).

### 3.3 Hälytysajoneuvojen moduulien teknologia

Hälytysajoneuvoihin tulee lisätä useita lisävarusteita, joiden avulla voidaan suorittaa hälytysyksikön työtehtävät. Hälytysajoneuvoilla tulee olla hyvät viestintäyhteydet, ajoneuvot tulee pystyä paikallistamaan, tiettyjen toimintojen ja laitteiden tulee olla erittäin toimintavarmoja sekä ajoneuvoissa tulee olla itsenäisiä lisäjärjestelmiä. Esimerkki lisäjärjestelmästä on liikennevalojen ohjaus. Hälytysajoneuvoissa on myös paljon järjestelmiä, joiden teknologiaa viranomaiset ovat kieltäneet tuomasta julki.

J5L-niminen yritys varustelee ajoneuvoja hälytysyksiköiden käyttöön. Yrityksen varustelemia pakettiautoluokan ajoneuvomalleja ovat Ford Transit, Volkswagen Crafter sekä Mercedes Benz Sprinter. Hälytysajoneuvon lisävarusteiden ajoneuvosta lukemia tietoja ovat muun muassa virtalukon asennot, moottori käyntioliotiedot, ajoneuvon valojen tilat, eri lämpötilat, kello, nopeus, ovitiedot sekä äänimerkki. Näitä tietoja luetaan eri ajoneuvomalleista eri tavalla. Mercedes Benz Sprinter -ajoneuvosta nämä luetaan aikaisemmin

mainitun PSM-moduulin kautta. Volkswagen Crafter -ajoneuvosta nämä luetaan CFCU-ohjainlaitteen kautta ja Ford Transit -ajoneuvossa on kiinteä rajapinta, josta nämä tiedot saadaan erillisen HSVIC-liittimen avulla. (Nousiainen 2020.)

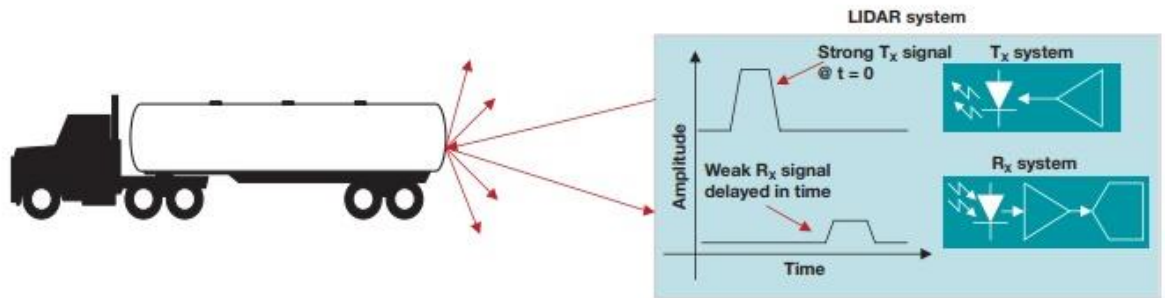
Yritys lisää ajoneuvoanturoinnin lisäksi vain muutamia lämpötilatunnistimia ajoneuvoon. Kuvaa ja ääntä tallentavat järjestelmät ovat kuitenkin yleistymässä hälytysajoneuvojen varustelussa. Myös ajoneuvon data liikkuu suurimmalta osin ajoneuvolta lisälaitteille. Poikkeuksena tähän on ajoneuvo. Ajoneuvojen seurantajärjestelmät ovat erillisiä tai kokonaan omia järjestelmiä ja nämä saavat tarvittavan datan ajoneuvolta OBD-portin kautta. (Nousiainen 2020.)

## 4 Uusia tulevaisuuden teknologioita

Uusia tulevaisuuden teknologioita on kehitteillä valtava määrä ajoneuvokehityksen kannalta, joten näistä ei voida tämän insinööriyön laajuuden puitteissa kokonaiskuvaa tehdä. Tähän osioon on koottu ajoneuvoalalla kiinnostusta herättäneitä teknologioita, jotka liittyvät kuljettajaa tukeviin toimintoihin. Uusiksi tulevaisuuden teknologioiksi valittiin LiDAR-valotutkat sekä HUD-systeemit. Teknologiat valittiin Älykäs ammattiajo -hankkeen kiinnostuksen perusteella. Lisäksi näillä teknologioilla on suuri potentiaali kehittää kuljettajan suorituskykyä.

### 4.1 LiDAR-valotutkat

LiDAR-valotutkat ovat optisia tutkia, joiden avulla kartoitetaan ympäristöä ja ympäristössä olevien esteiden etäisyyksiä. LiDAR-valotutkan lyhenne tulee sanoista Light Detection and Ranging. Tutkien toimintaperiaate perustuu esteiden valaisemiseen valopulssin avulla ja mittaamalla heijastuneen valopulssin ominaisuuksia. Heijastuneesta valopulssista tarkastellaan muun muassa heijastumiseen kulunutta aikaa sekä tehoa. Kuvassa 8 on esitetty LiDAR-valotutkan toimintaperiaate. (Cherian & Khader 2020: 2.)



Kuva 8. LiDAR-valotutkan toimintaperiaate (Cherian & Khader 2020: 2).

Yleisimmät ajoneuvotekniikassa käytetyt LiDAR-tutkat perustuvat ToF-metodiin (Wijeyasinghe 2019). ToF tarkoittaa time of flight ja ToF-metodiin perustuvissa tutkissa esteiden etäisyys mitataan valopulssin heijastumiseen kuluneen ajan avulla. ToF-metodiin perustuvat LiDAR-valotutkat voidaan jakaa kahteen ryhmään. Nämä ryhmät ovat mekaaniset sekä puolijohde LiDAR-valotutkat. (Cherian & Khader 2020: 2.)

Mekaaniset LiDAR-valotutkat käyttävät mekaanisesti pyörivää tunnistuskokoonpanoa, joka tunnistaa tutkan lähettämän valopulssin. Tunnistuskokoonpano koostuu peileistä ja valopulssin lähettävästä laservalosta. Mekaanisten LiDAR-valotutkien hyötyihin lukeutuu leveä tunnistuskenttä, joka tyypillisesti on 360 astetta. Haittoina voidaan pitää mekaanisten LiDAR-tutkien suurta kokoa sekä tutkien alttiutta mekaaniselle vaurioitumiselle. (Cherian & Khader 2020: 3; Wijeyasinghe 2019.)

Puolijohde LiDAR -valotutkista on saatu mekaanisesti pyörivät osat eliminoitua ja siten yksi tutkan ongelmakohta on mitätöity. Puolijohde LiDAR -valotutkia voidaan valmistaa useilla eri toimintaperiaatteilla. Toimintaperiaatteet voivat perustua muun muassa mikromekaaniseen toimintaan (MEMs), salamanvaloon, optiseen vaiheeseen sekä taajuusmoduloituun jatkuvaan aaltoon. (Cherian & Khader 2020: 4.)

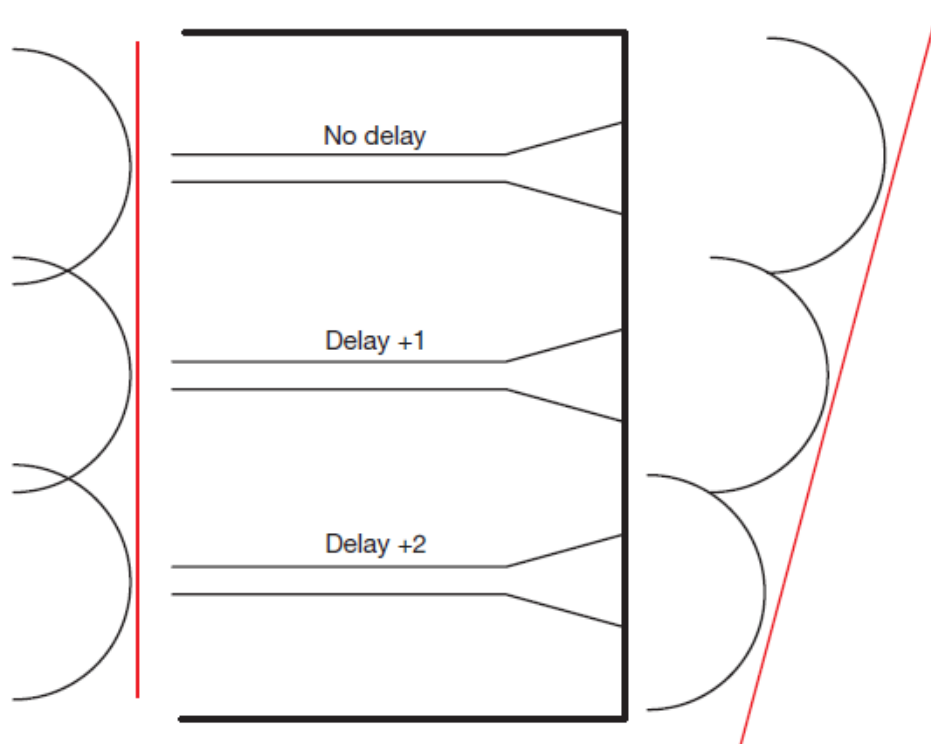
Mikromekaaniseen toimintaan perustuvat LiDAR-tutkat käyttävät pieniä peilejä, joiden kallistuskulmat muuttuvat. Kallistuskulman säätö voi esimerkiksi tapahtua jännitteen avulla. MEMs LiDAR -tutkat ovatkin korvanneet mekaanisen LiDAR-tutkan pyörivän tunnistuskokoonpanon vastaavalla sähkömekaanisella kokoonpanolla. Peilit on aseteltu



mikropiirille, johon valolähde on kohdennettu. Peilijoukon tulee liikkua mikropiirillä tarkasti suunnitellulla tavalla, jotta lähetetyn valopulssin avulla voidaan skannata ympäristö. Esteiden heijastamista valopulsseista muodostetaan pistepilvi, jonka avulla esteen muoto ja etäisyys voidaan määrittää. Ajoneuvoympäristössä mikropiilit ovat kovalla koetuksella tunnistimeen kohdistuneen tärinän ja iskujen takia. (Cherian & Khader 2020: 4.)

Salamanvaloon perustuvat LiDAR-tutkat toimivat samankaltaisella toimintaperiaatteella kuin digitaaliskamerat. Tutkassa oleva yksi laser valolähde lähettää suurialueisen valopulssin, joka valaisee edessä olevan ympäristön. Ympäristö tunnistetaan keskitetyllä valokennojen joukolla, joka havaitsee ympäristöstä takaisin heijastuneen valon. Yksittäisistä valokennoista on rakennettu heijastuneen valon tunnistuselementti. Tunnistuselementissä yksittäiset valokennot ovat aseteltu samalle tasolle toistensa välittömään läheisyyteen. Tutkasta saatavasta valokennojen muodostavasta kuvasta saadaan selville esteen etäisyys, sijainti sekä heijastuksen intensiteetti. Salamanvaloon perustuvan LiDAR-tutkan hyvinä puolina voidaan pitää sen nopeampaa datankeräysnopeutta verrattuna mekaaniseen laserskannaukseen sekä suurempaa vastustuskykyä tärinän aiheuttamaan kuvan vääristymiseen. Nämä hyödyt perustuvat tutkan kykyyn tunnistaa ympäristö yhden valopulssin aikana. Tutkan heikkouksia ovat tutkan tarvitsema korkea teho valopulssin valaisuhetkellä sekä ympäristössä olevat takaisinheijastimet, jotka voivat sokaista tutkan. Takaisinheijastimet heijastavat suurimman osan valosta takaisin hajottamatta sitä. Tästä syystä valo heijastuu takaisin sokaisemalla tunnistinelementin. (Cherian & Khader 2020: 4.)

Optiseen vaiheeseen perustuvat LiDAR-tutkat (OPA) toimivat vaiheistamalla optisten aaltojen lähetysaikoja. Optiset vaiheet toteutetaan optisella vaihemodulaattorilla, joka kontrolloi linssien läpi kulkevan valon nopeutta. Valon nopeuden kontrolloinnilla voidaan ohjata lasersäde eri suuntaan. (Cherian & Khader 2020: 4.) Kuvassa 9 on esitetty optiseen vaiheeseen perustuvan tutkan lähetettävien optisten aaltojen vaiheiden kontrollointi.



*Figure 2. An OPA.*

Kuva 9. Optiseen vaiheeseen perustuvan tutkan lähetettävien optisten aaltojen vaiheiden kontrollointi (Cherian & Khader 2020: 4).

Vaihe-eroon perustuvaa tunnistusmetodia voidaan käyttää myös ohjaamaan takaisin heijastunut valo tunnistuselementtiin. Tämän tunnistusmetodin avulla voidaan eliminoida liikkuvat mekaaniset osat. (Cherian & Khader 2020: 4.)

Taajuusmoduloituun jatkuvaan aaltoon perustuva LiDAR-tutka (FMCW) ei perustu ToF-mittausmetodiin toisin kuin aikaisemmat LiDAR-tutkat. FMCW LiDAR -tutka käyttää mittaukseen taajuusmoduloitua laservaloa. Tutka lähettää lyhyitä taajuusmoduloitua laser-valosysäyksiä ja mittaa heijastuneen valon vaiheen sekä taajuuden. Heijastuksesta tutka voi mitata etäisyyden ja suhteellisen nopeuden. FMCW-mittausmetodi pienentää elektronikan laskennallista kuormaa, vaikka valosysäyksen tuottaminen lisää monimutkaisuutta. (Cherian & Khader 2020: 5.)

LiDAR-valotutkat eivät ole vielä vakiintuneet ajoneuvoissa ja niiden lisälaitteissa, mutta ne ovat näyttäneet potentiaalinsa verrattuna vakiintuneisiin tunnistimiin. LiDAR-tutkat voivat havaita esineen muutamasta metrissä jopa yli 200 metriin samoin kuin perinteinen

tutka. Kumpikaan tutka ei vielä kata koko mittausalueen tunnistamista, vaan tutkat joudutaan valitsemaan käyttökohteen mukaan. LiDAR-valotutkien etu on tutkan skannauksen resoluutio sekä laajempi vertikaalinen skannausalue. Mekaanisten LiDAR-valotutkien horisontaalinen tunnistusalue on 360 astetta kun taas puolijohde LiDAR-valotutkien tunnistusalue on samaa luokkaa perinteisten tutkien kanssa. LiDAR-valotutkien huonoina puolina voidaan pitää sääolosuhteiden vaikutusta valotutkien toimintakykyyn sekä valotutkien suurta kokoa ja kallista hintaa. LiDAR-valotutkien toimintakykyä eri sääolosuhteissa saadaan parannettua käyttämällä valotutkan valon aallonpituutena infrapuna-alueen 1,550 nm aallonpituutta. LiDAR-valotutkien koko on pienentynyt huomattavasti ja tulee pienentymään puolijohde LiDAR -valotutkien myötä. Valotutkien hinta on jo nyt tippunut noin 50 000 dollarin kappalehinnasta alle 10 000 dollarin kappalehintaan. LiDAR-moduulien hinnan on ennustettu tippuvan alle 200 dollariin vuoteen 2022 mennessä. (Cherian & Khader 2020: 3, 6.)

Vielä markkinoilla ei ole edullista ja tarpeeksi kehittyneitä puolijohde LiDAR -valotutkia, joka olisi tarpeeksi luotettava ja halpa ajoneuvokäyttöön. Ouster ES2 on markkinoille tuleva puolijohde LiDAR -valotutka, joka voisi olla yksi mahdollinen tutka ajoneuvokäyttöön. ES2-tunnistimesta on korvattu mekaanisesti pyörivä lasertutka ja peilit optisella moduulilla. Optinen moduuli koostuu kahdesta mikrosirusta ja kahdesta linssistä. Tunnistin käyttää ympäristön valaisemiseen VCSEL-lasermikrosirua, johon on tulostettu kymmenen tuhatta laservalolähdettä. Aktivoimalla jaksoittain näitä laservalolähteitä, saadaan tuotettua valosignaali, joka heijastuu esteistä. Laservalolähteet on paritettu digitaalisen valon tunnistusmatriisin kanssa, joka pystyy laskemaan biljoona yksittäistä fotonia joka sekunti. (Ouster Announces First High-Performance True Solid-State Digital Lidar Sensor 2020; Solid-State Lidar is now Digital.) Kuvassa 10 näkyy tunnistimen optinen moduuli korostettuna.



Kuva 10. Ouster ES2 Solid state lidar -valotutka josta tunnistimen optinen moduuli korostettu (Solid-State Lidar is now Digital).

Ouster ES2 -valotutka on suunniteltu sopimaan ADAS-toimintojen sekä korkeampien autonomisen ajamisen tasojen vaatimuksiin. Tunnistin täyttää ISO 26262 (ASIL-B)-, SIL-2- sekä ASPICE-standardit. Tuotteesta on suunniteltu valmistettavan näytesarja avainasiakkaille ja kumppaneille vuonna 2022 ja volyymituotannon on suunniteltu alkavan vuonna 2024. Arvioitu hinta volyymituotetulle tuotteelle on 600 dollaria. Yrityksellä on tavoitteena tuottaa LiDAR-valotutka, joka kustantaisi 100 dollaria kappaleelta. (Ouster Announces First High-Performance True Solid-State Digital Lidar Sensor 2020.)

LiDAR-valotutkat ovat kiinnostava ja kehitetty teknologia, mutta se ei kuitenkaan yksin ole avain uusille kuljettajaa avustaville järjestelmille (ADAS) tai autonomiselle ajamiselle. LiDAR-valotutka ja sen teknologian kehitys on kuitenkin keskeisessä roolissa ADAS L2+ autonomisten toiminnallisuuden saavuttamiseksi. Uusien ADAS-toimintojen sekä autonomisen ajamisen toteuttamiseen tarvitaan muitakin tunnistimia riittävän tarkkuuden ja turvallisuuden takaamiseksi. Nämä välttämättömät tunnistimet ovat LiDAR-valotutkat, perinteiset tutkat sekä kamerat. Ajoneuvoalalla ADAS-toimintojen sekä autonomisen aja-

misen kohdalla olevat lähitulevaisuuden läpimurrot tulevat olemaan välttämättömien tunnistimien raakadatan fuusioitumisessa sekä puolijohde LiDAR-valotutkien massatuotannossa. (Philips 2020: 5, 6, 15.)

Sensorifuusio on yksi uusi kehittämisalue, jolla voidaan ratkoa pakkauksellisia sekä datan vaihtoon ja keräämiseen liittyviä ongelmia. Ajoneuvokäytössä on jo kehitetty valmiita ratkaisuja, joissa kamera sekä LiDAR-valotutka on yhdistetty. Esimerkkinä tämän kaltaisesta ratkaisusta on Continentalin kehittämä Camera with LiDAR. (Camera with Lidar.) Kuvassa 11 on kyseinen tuote.



Kuva 11. Continentalin kehittämä Camera with LiDAR (Camera with Lidar).

Kuvan 11 tunnistin sisältää lyhyen kantaman LiDAR-valotutkan sekä CMOS-kameran. Lyhyen kantaman LiDAR-valotutka tunnistaa ympäristön 20 metrin päähän. Tunnistin on jo sarjatuotannossa. Tunnistinfuusio tekee kamera- sekä LiDAR-tunnistimista kompaktin yksikön ja helposti asennettavan pienenkin ajoneuvon tuulilasin taakse. (Camera with Lidar.)

## 4.2 HUD-systeemit

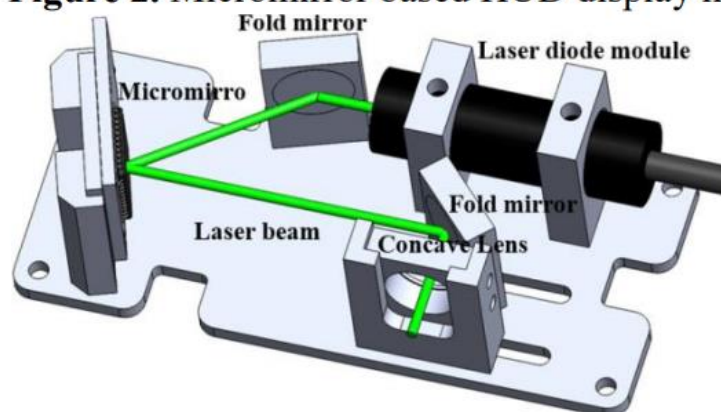
Head-Up Display (HUD) -systeemi on yksinkertaisesti esitettyä laite, joka näyttää informaatiota kuljettajan näkökenttään (Betancur ym. 2016: 1). HUD-systeemejä on lähdetty kehittämään, jotta kuljettajan tarvitsemien kriittisten tietojen havainnointiaika vähenee ja samalla kuljettaja voi havainnoida ajoneuvon ulkopuolella tapahtuvia tapahtumia. Kriittisiin tietoihin kuuluu esimerkiksi ajoneuvon nopeus. (Betancur ym. 2016: 3.) Tutkimukset ovat osoittaneet, että HUD-laitetta käyttämällä kuljettajan vasteaika on vähentynyt 75–80 % verrattuna tavalliseen ratin takana olevaan näyttöön (Fan & He 2017: 2). HUD-systeemit eivät ole uusi keksintö. HUD on alun perin suunniteltu armeijan ilmailukäyttöön, mutta ajoneuvon turvallisuuden tullessa merkittäväksi suunnittelukriteeriksi alkoivat HUD-laitteet yleistyä ajoneuvoteollisuudessa 1980-luvulla. (Wang ym. 2019: 2.)

### 4.2.1 HUD-systeemien pääluokat

Yleisesti HUD-systeemit jaetaan kahteen pääluokkaan. Nämä luokat ovat tuulilasi- ja yhdistäjätyyppinen. Tuulilasityyppisessä HUD-systeemissä (WHUD) informaatio heijastetaan suoraan tuulilasiin. Heijastettu informaatio näyttää kuljettajan näkökentästä katsottuna olevan yleensä noin 2–3 metrin etäisyydellä kuljettajasta (Firth 2019: 2). WHUD-laitteiden ongelmana on ajoneuvokäytössä ajoneuvon kaareva tuulilasi, jonka seurauksena WHUD-laitteen heijastava linssi tulee mukauttaa ajoneuvon tuulilasin muotoon. (Wang ym. 2019: 2.) Yhdistäjätyyppisessä HUD-systeemissä (CHUD) informaatio heijastetaan erilliselle yhdistäjälle. Yhdistäjä on yleensä pala läpinäkyvää hartsia. CHUD-laitteet ovat helpommin integroitavissa ajoneuvoon, johtuen erillisestä informaatiota esittävästä yhdistäjäpalasta. Markkinoilla on kolmannen osapuolen CHUD-laitteita, jotka voidaan liittää ajoneuvon OBD-porttiin. Tästä portista laite kerää tarvittavan informaation ja esittää nämä jälkiasenteisessa näytössä. (Wang ym. 2019: 3.)

Yksi kehitelty HUD-laite on mikrojeileihin ja LED- tai laservaloon perustuva laite. Kuvassa 12 on havainnollistettu HUD-laitteen rakenne. Laite koostuu laservalolähteestä, kahdesta taitepeilistä, koverasta linssistä ja mikrojeilimikropiiristä. Laitteen koverasta linssistä saapuva valokuvio heijastetaan läpikuultavaan filmiin, joka voi olla esimerkiksi tuulilasissa. (Fan & He 2017: 4.)

**Figure 2.** Micromirror based HUD display module.

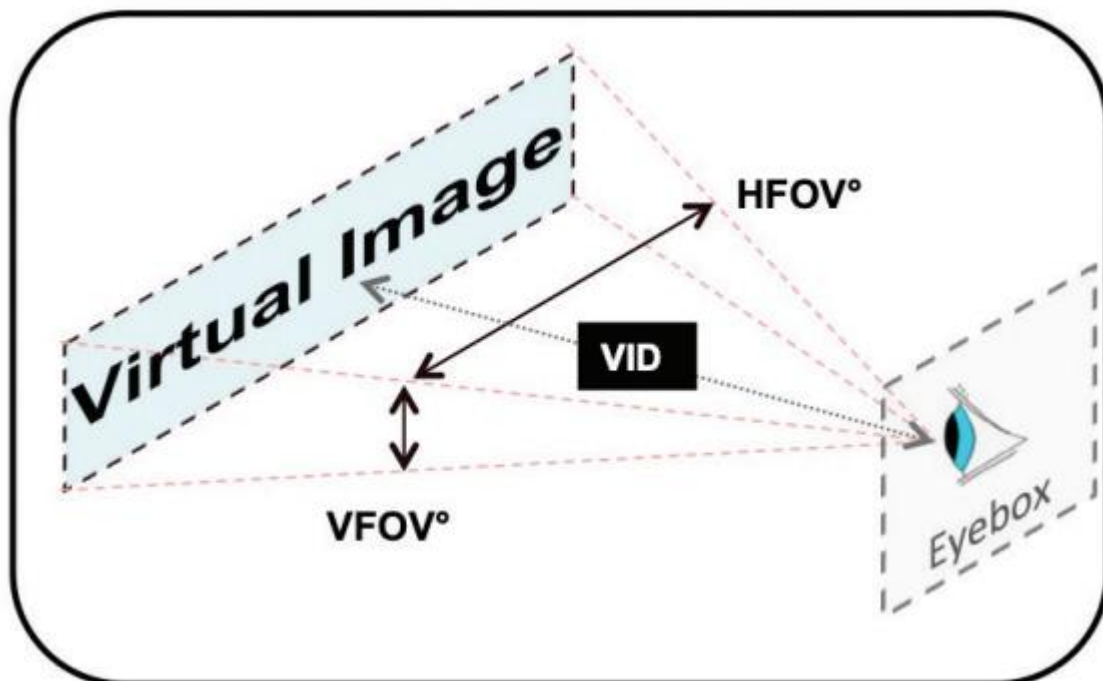


Kuva 12. Mikropeileihin perustuva HUD-laitteen rakenne (Fan & He 2017: 23).

Laservalo moduloidaan päälle ja pois suurella taajuudella. Kun laservalo on päällä, mikropeili kartoittaa laservalon mukailemaan informaatiokuviota. Laservalon ollessa pois päältä, mikropeili kartoittaa seuraavan peilien siirtymän uudelle informaatiokuvionle. Laservaloa ohjataan yli 30 Hz taajuudella. (Fan & He 2017: 3–4.)

#### 4.2.2 AR HUD -laitteet

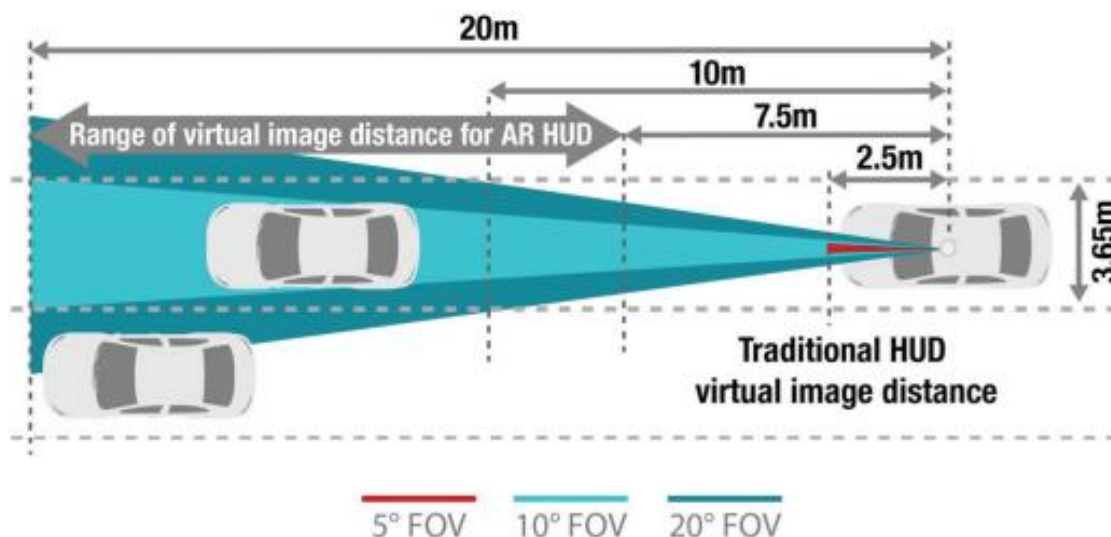
Augmented Reality Head-up Display (AR HUD) -laitteet ovat kasvattaneet kiinnostusta ajoneuvoalalla. AR HUD -laitteen heijastama informaatio heijastetaan kauemmas kuin tavallinen HUD-laite heijastaa. Tällä tavalla kuljettaja huomioi heijastetun informaation aivan kuin tämä olisi luonnollinen jatke kuljettajan näkökentässä. AR HUD -laitteet kuuluvat WHUD-tyylisiin HUD-laitteisiin, jossa informaatio heijastetaan tuulilasiin. Etäisyys johon kuljettaja havainnoi informaation heijastettavan kutsutaan virtuaaliseksi kuvaetäisyydeksi (VID). AR HUD -laitteen virtuaalisen näytön kokoa kuvataan näkökentän asteina (FOV) ja silmälaatikoksi kutsutaan aluetta, jossa kuljettaja voi havainnoida koko virtuaalisen näytön. (Firth 2019: 2.) Kuvassa 13 on visuaalisesti selitettynä kuljettajan virtuaalinen näkökenttä ja -kuvaetäisyys sekä silmälaatikko.



Kuva 13. Visuaalisesti selitettynä kuljettajan virtuaalinen näkökenttä ja -kuvaetäisyys sekä silmälaatikko (Firth 2019: 2).

AR HUD -laitteilla saadaan lisättyä kuljettajan näkökenttään virtuaalista informaatiota aivan kuin nämä olisivat oikeassa maailmassa. Tämä virtuaalinen informaatio voi olla esimerkiksi varoitus lyhyestä turvavälisestä tai navigointiohjeita. Yksi keskeisimmistä vaatimuksista AR HUD -laitteen käytölle on riittävä virtuaalinen kuvaetäisyys. Kuvaetäisyys tulee olla vähintään 7 metriä, mutta suositeltava matka on 10–20 metriin. Kuvaetäisyyden ollessa yli 7 metriä ihmisen kyky tunnistaa heijastettua informaatiota muusta ympäristöstä vähenee merkittävästi. Tällä informaation ja oikean maailman fuusioitumisella vähennetään ihmisen silmän mukautumiseen vaadittavaa aikaa. (Firth 2019: 3.) Kuvassa 14 esitetään miten virtuaalinen kuvaetäisyys sekä näytön koko vaikuttaa alueeseen, jossa voidaan informaatiota esittää.





Kuva 14. Virtuaalisen kuvaetäisyyden sekä näytön vaikutus alueeseen, jossa informaatiota voidaan esittää. (Firth 2019: 3.)

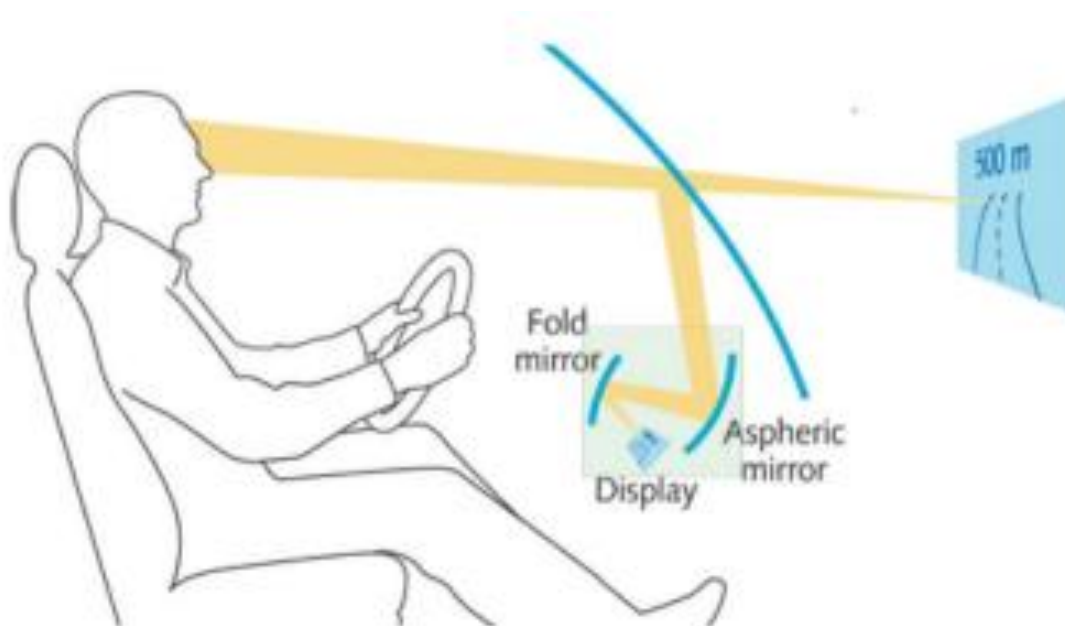
Laitteen tulee saada ajoneuvon reaaliaikaista sensoridataa, jotta AR HUD -laitteet voivat tuottaa lisäarvoa kuljettajan näkökenttään. Tämä ajoneuvon sensoreiden ja HUD HMI -ohjelmiston integrointi on yksi avainongelmista AR HUD -laitteiden toiminnan kannalta. (Firth 2019: 3.)

Toinen ongelma laitteilla on informaation kohdistus eri kuljettajien välillä. Eri pituisilla kuljettajilla tulee virtuaalisen näytön havainnointipiste eli silmälaatikko sijaita eri kohdissa. Tämä silmälaatikon korkeus voidaan säätää muuttamalla HUD-laitteen peilien korkeutta. Peilien korkeuden muuttaminen muuttaa myös oikean maailman sijaintia suhteessa lisättyyn informaatioon. Esimerkiksi navigointiohjeet voivat olla korkeammalla kuin alun perin on suunniteltu. Tämä ongelma voidaan ratkaista lisäämällä grafiikan prosessointia yhdistettynä kuljettajan seurantaan tai suurentamalla silmälaatikkoa. Yleisesti käytetään näiden kahden ratkaisun yhdistämistä. (Firth 2019: 4.)

AR HUD -laitteilla lämmönhallinta tuo suunnittelun ongelmia. AR HUD -laitteiden tarvitsemasta suuremmasta virtuaalisesta näkökentästä ja silmälaatikosta joudutaan tuottamaan suurempi valomäärä kuin tavallisissa HUD-laitteissa. Suurempi valomäärä yhdistettynä auringon säteilykuormaan voi aiheuttaa komponenttien ylikuumenemisen. Auringon säteilykuorma on suurempi AR HUD -laitteissa kuin tavallisissa HUD-laitteissa joh-

tuen AR HUD -laitteiden pidemmästä virtuaalisesta näkökentästä. Pidemmän näkökentän takia AR HUD -laitteilla on noin 5–6 kertaa suurempi suurennuskerroin kuin tavallisilla HUD-laitteilla ja tästä syystä auringon säteilykuorma kasvaa merkittävästi. DLP-tekniikan perustuvissa laitteissa aurinkokuorma keskittyy läpinäkyvään hajotusnäyttöön, joka hajottaa ja siirtää suurimman osan auringon lämpöenergiasta. (Firth 2019: 4–5.)

AR HUD -laitteet ovat kookkaita ajoneuvokäyttöön. Perinteisellä peilipintoihin perustuvalla optiikalla varustettu laitteen koko voi olla 15–20 litraa. AR HUD -laitteen näkökentän koko on suoraan verrannollinen laitteen tuulilasille heijastavan peilin kokoon. Perinteisen peilipintoihin perustuvan AR HUD -laitteen sijoittaminen nykyaikaisen auton kojelautaan ei ole helppo tehtävä. Ajoneuvovalmistajat ovatkin miettineet uudenlaisia kuvan heijastusteknologioita. (Firth 2019: 8.) Kuvassa 15 näkyy perinteinen peilipintoihin perustuvalla optiikalla toimivan HUD-laitteen heijastama kuva.



Kuva 15. Perinteinen peilipintoihin perustuvalla optiikalla oleva HUD-laitteen kuvan heijastus (Firth 2019: 8).

Uusia kiinnostavia informaation heijastusteknologioita ovat aalto-opaat ja hologrammit. Molemmat teknologiat pienentäisivät AR HUD -laitetta merkittävästi. Teknologiat käyttävät hologrammisiä elementtejä ja näin korvaisivat peilit. (Firth 2019: 8.)

AR HUD -laitteita ei vielä ole vielä täysimittaisesti markkinoilla, mutta moni ajoneuvovalmistaja tarjoaa näitä laitteita lähitulevaisuudessa. Volkswagen ID.3 tarjoaa AR HUD -laitetta lisävarusteena. Lisävaruste tarjoaa tällä hetkellä WHUD-tyylisen lisänäytön, mutta lisätyn todellisuuden toiminnot tulevat vasta myöhemmin käyttöön. (ID.3 1st Max - Opetusvideo - AR HUD 2020.) Daimler tarjoaa myös uusimmassa My MBUX -informaatiojärjestelmässään AR HUD -näytön toiminnot lisävarusteena. Näyttö tarjoaa 10 asteen vaakasuoran ja 5 asteen pystysuoran virtuaalisen kuvan, jonka virtuaalinen kuvaetäisyys on 10 metriä. Uusi My MBUX -informaatiojärjestelmä on mahdollista saada vuosimallin 2021 Mercedes Benz W223 korimallin S-luokan ajoneuvoon. (Meet the S-Class DIGITAL: "My MBUX" (Mercedes-Benz User Experience): At home on the road – luxurious and digital.)

## 5 Yhteenveto

Nykyaikana ajoneuvoissa kulkee todella paljon dataa. Dataa kulkee ajoneuvon verkoissa sekä ohjainlaitteiden sisällä eri osioiden välillä. Datan määrän lisääntyessä ajoneuvon ohjainlaitteiden ohjelmien monimutkaisuus kasvaa sekä ohjelmien kehittämisen kustannukset nousevat. Vuoden 2007 BMW 7 -sarjalaisen pääohjainlaitteessa on noin 4 miljoonaa riviä koodia. Tämä antaa perspektiiviä ajoneuvon ohjainlaitteiden monimutkaisuudesta. Ajoneuvon kustannuksista on arvioitu 40 % määräytyvän elektroniikasta sekä näiden ohjelmistoista. (Weber 2009: 53–54.)

Tämä insinööriytyö onkin vain pintaraapaisu ajoneuvossa liikkuvasta datasta. Yleisesti ajoneuvoissa kulkeva data on tarkoin varjeltu salaisuus ja tämä toikin haastetta tiedonhakuun. Tästä syystä useat alan toimijat eivät voineet tarjota materiaalia insinööriytyöhön. Insinööriytyön alkuperäinen tarkoitus oli selvittää puolustusvoimissa, rahti-, hälytys- ja metsäalalla käytettyjen ajoneuvojen datalähteitä. Insinööriytyö tuli alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen koskemaan vain rahti- ja hälytysalalla käytettyjä ajoneuvoja materiaalin saatavuusongelmien takia. Ongelmista huolimatta insinööriytyö on hyvä katsaus markkinoilla olevien ajoneuvojen datankeräykseen sekä lähitulevaisuudessa tuleviin kuljettajaa avustaviin teknologiaan.

Insinööriytyössä selvitettiin J1939-standardin mukaisen kommunikation olevan suuressa roolissa rahti-, metsä- sekä puolustusalalla olevien ajoneuvojen datan siirrossa. Standardi on mukautunut jokaisen alan tarpeiden mukaan pienien variaatioiden avulla. Tästä syystä standardi on hyvä katsaus alalla olevien ajoneuvojen tiedonsiirtoon. Insinööriytyössä käytiin myös läpi eri ajoneuvovalmistajien käyttämiä pilvipalveluita, joilla voidaan kerätä ja jatkojalostaa ajoneuvon dataa. Useammassa pilvipalvelussa oli mahdollisuus jakaa ajoneuvon dataa kolmannen osapuolen kanssa. Tämä datan jako mahdollistaa uusia palvelumahdollisuuksia. Esimerkiksi kuljetusyrityksille voidaan myydä ajoreittien optimointipalveluja. Ajoneuvojen teknologiasta selvitettiin tapoja, joilla voidaan kerätä ajoneuvossa kulkevaa dataa ilman ajoneuvon takuun raukeamista.

Uusiksi teknologioiksi insinööriytyössä valittiin ympäristöä kuvaavat LiDAR-valotutkat sekä HUD-näytöt. Teknologiat valittiin Älykäs ammattiajo -hankkeen ehdotuksien perusteella heitä kiinnostavista teknologioista. Kumpikaan teknologia itsessään ei ole uusi,

mutta näiden teknologioiden kehitysasteet ovat kovaa vauhtia tulossa ajoneuvoteknologiaan. Nämä kehitysasteet ovat puolijohde LiDAR -valotutkat sekä AR HUD -näytöt. Insinööryössä saatiin selville molemmissa teknologioissa olevan jo prototyyppisiä valmiita ja alkutuotannon tuotteita markkinoilla. Kumpikin teknologia on kuitenkin vielä lapsen kengissä ja odottaa laajempaa teknologian käyttöönottoa.

## Lähteet

Ajotietopalvelu Basic. Verkkoaineisto. Volkswagen. <<https://www.volkswagen.fi/fi/hyotyautot/ajotietopalvelu-basic.html>>. Luettu 20.11.2020.

Ajotietopalvelu Fleet. Verkkoaineisto. Volkswagen. <<https://www.volkswagen.fi/fi/hyotyautot/ajotietopalvelu-fleet.html>>. Luettu 20.11.2020.

Attention assist and driver-fitness safety: Take a break. Verkkoaineisto. Daimler. <<https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=9361847&rellid=1001&resultInfoTypeld=175#toRelation>>. Luettu 23.11.2020.

Betancur, J. A., Villa-Espinal, J., Osorio-Gómez, G., Cuéllar, S., & Suárez, D. 2016. Research topics and implementation trends on automotive head-up display systems. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM). s.1–3.

Camera with Lidar. Verkkoaineisto. Continental. <<https://www.continental-automotive.com/en-gl/Passenger-Cars/Autonomous-Mobility/Enablers/Lidars/Camera-with-Lidar>>. Luettu 30.11.2020.

CAN Communication specification for FMS. 2020. Verkkoaineisto. Scania Truck Bodybuilder. <[https://til.scania.com/w/bwm\\_0001132\\_99](https://til.scania.com/w/bwm_0001132_99)>. Päivitetty 8.9.2020. Luettu 27.10.2020.

Cherian, Samir & Khader, Motaz. 2020. An Introduction to Automotive LIDAR. Verkkoaineisto. Texas Instruments. <[https://www.ti.com/lit/wp/slyy150a/slyy150a.pdf?ts=1606290438231&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/wp/slyy150a/slyy150a.pdf?ts=1606290438231&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)>. 5.2020. Luettu 25.11.2020.

CiA® 447 series: CANopen application profile for special-purpose car add-on devices. Verkkoaineisto. CiA. <<https://www.can-cia.org/can-knowledge/canopen/cia447/>>. Luettu 23.10.2020.

Customer-centric workshop management. Verkkoaineisto. Connected Cars. <<https://connectedcars.dk/workshop/>>. Luettu 20.11.2020.

Data access. Verkkoaineisto. Scania Ab. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/connected-services/API-rajapinnat.html>>. Luettu 16.11.2020.

Dataliitännät. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <<https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/pro-connect/data-interfaces>>. Luettu 16.11.2020.

External CAN Communication Specification. 2020. Verkkoaineisto. Scania Truck Bodybuilder. <[https://til.scania.com/w/bwm\\_0001161\\_99](https://til.scania.com/w/bwm_0001161_99)>. Päivitetty 15.10.2020. Luettu 27.10.2020.

Fan, C., & He, S. 2017. Micromirror-based real image laser automotive head-up display. *International Journal of Optomechatronics*, s. 2, 23.

Firth, Mike. 2019. Introduction to automotive augmented reality head-up displays using TI DLP® technology. Verkkoaineisto. Texas Instruments <[https://www.ti.com/lit/wp/dlpy009/dlpy009.pdf?ts=1604566119067&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/wp/dlpy009/dlpy009.pdf?ts=1604566119067&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)>. Toukokuu 2019. Luettu 5.11.2019.

FMS:n CAN-liitäntä. 2016. Verkkoaineisto. Scania Truck Bodybuilder. <[https://til.scania.com/w/bwm\\_0001097\\_07](https://til.scania.com/w/bwm_0001097_07)>. Päivitetty 2.9.2016. Luettu 27.10.2020.

FMS-Standard description. 2017. Verkkoaineisto. FMS-Standard. <[http://www.fms-standard.com/Truck/down\\_load/fms%20document\\_v\\_04\\_vers.13.10.2017.pdf](http://www.fms-standard.com/Truck/down_load/fms%20document_v_04_vers.13.10.2017.pdf)>. Päivitetty 13.10.2017. Luettu 21.10.2020.

Hyvämäki, Heikki. 2015. CAN-väylän lukeminen ja SAE J1939 -viestien tulkinta. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

ID.3 1st Max - Opetusvideo - AR HUD. 2020. Verkkoaineisto. YouTube. <[https://www.youtube.com/watch?v=yHarQCxFUfk&ab\\_channel=VolkswagenSuomi](https://www.youtube.com/watch?v=yHarQCxFUfk&ab_channel=VolkswagenSuomi)>. Luettu 9.11.2020.

Information about the FMS-Standard. Verkkoaineisto. FMS-Standard. <<http://www.fms-standard.com/Truck/index.htm>>. Luettu 21.10.2020.

J1939 Explained - A Simple Intro (2020). Verkkoaineisto. CSS Electronics. <<https://www.csselectronics.com/screen/page/simple-intro-j1939-explained/language/en>>. Luettu 21.10.2020.

Kolmansien osapuolten rajapinta. Verkkoaineisto. Mercedes Benz. <<https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/pro-connect/data-interfaces/interface-third-party>>. Luettu 30.11.2020.

Kontrollipaketti. Verkkoaineisto. Scania Ab. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/connected-services/fleet-management/fleet-management-control-package.html>>. Luettu 16.11.2020.

Meet the S-Class DIGITAL: "My MBUX" (Mercedes-Benz User Experience): At home on the road – luxurious and digital. Verkkoaineisto. Daimler Global Media Site. <<https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Meet-the-S-Class-DIGITAL-My-MBUX-Mercedes-Benz-User-Experience-At-home-on-the-road--luxurious-and-digital.xhtml?oid=46757031>>. Luettu 9.11.2020.

Mercedes PRO connect -tarjontamme. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <<https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/pro-connect>>. Luettu 16.11.2020.

Monitoriraportti. Verkkoaineisto. Scania Ab. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/connected-services/fleet-management/fleet-managment-monitoring-report.html>>. Luettu 16.11.2020.

Nousiainen, Jukka. 2020. Suunnittelupäällikkö, J5L-Production Oy, Alapitkä. Sähköpostiviesti. 23.11.2020.

Nurminen, Kari. 2018. VW Crafter 2017 CFCU-ohjainlaitteen hyödyntäminen osana ambulanssin sähköjärjestelmää. Opinnäytetyö. Kajaanin Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Osat ja edellytykset. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <<https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/pro-connect/requirements>>. Luettu 16.11.2020.

Ouster Announces First High-Performance True Solid-State Digital Lidar Sensor. 2020. Verkkoaineisto. Businesswire. <<https://www.businesswire.com/news/home/20201005005270/en/Ouster-Announces-First-High-Performance-True-Solid-State-Digital-Lidar-Sensor>>. Päivitetty 5.10.2020. Luettu 8.10.2020.

Parameterizable Special Module (PSM) Model 447, 448. 2016. Yrityksen sisäinen dokumentti. Daimler AG.

Parameterizable Special Module (PSM) Model 907, 910 with code ED5. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Daimler AG.

Philips, Tom. 2020. Driving Towards Autonomy in Passenger Vehicles. Verkkoaineisto. Automotive iQ. <<https://www.automotive-iq.com/autonomous-drive/reports/driving-towards-autonomy-in-passenger-vehicles>>. Päivitetty 9.7.2020. Luettu 30.11.2020.

Päällirakenteen CAN-liitäntä. 2017. Verkkoaineisto. Scania Truck Bodybuilder. <[https://til.scania.com/w/bwm\\_0001091\\_07](https://til.scania.com/w/bwm_0001091_07)>. Päivitetty 20.6.2017. Luettu 27.10.2020.

Raskaiden kuorma-autojen rekisteröinnit 2019: – Kokonaismarkkina kasvoi vain hieman, Scania nousi ykköseksi. Verkkoaineisto. Metsätrans. <<https://met-satrans.com/raskaiden-kuorma-autojen-rekisteroinnit-2019-kokonaismarkkina-kasvoi-vain-hieman-scania-nousi-ykkoseksi/>>. Päivitetty 7.1.2020. Luettu 1.12.2020.

Scania fleet management -palvelut. Verkkoaineisto. Scania Ab. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/connected-services/fleet-management.html>>. Luettu 16.11.2020.

Smart vehicle diagnostics and driving behavior insights. Verkkoaineisto. Connected Cars. <<https://connectedcars.dk/device/>>. Luettu 20.11.2020.



Solid-State Lidar is now Digital. Verkkoaineisto. Ouster. <[https://ouster.com/products/es2-solid-state-lidar-sensor/?utm\\_source=businesswire&utm\\_medium=pr&utm\\_campaign=solid-state&utm\\_content=201005-release](https://ouster.com/products/es2-solid-state-lidar-sensor/?utm_source=businesswire&utm_medium=pr&utm_campaign=solid-state&utm_content=201005-release)>. Luettu 8.10.2020.

The Crafter 2017. 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Volkswagen AG.

Voi varoittaa kuljettajaa uupumisesta. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <<https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/vito/panel-van/equipment/standard-equipment-highlights/teaser-group/attention-assist>>. Luettu 23.11.2020.

Voss, Wilfried. 2008. A Comprehensible Guide to J1939. Greenfield: Copperhill Media Corporation.

Wang, L., Chen, B., Yu, C., & Ma, W. 2019. A Review of Automotive Head-Up Display. CICTP 2019, s. 2.

Weber, Julian. 2009. Automotive Development Processes. E-kirja. Springer.

Wijeyasinghe, Nilushi. 2019. Lidar: Making Sense of the Complicated Technology Landscape. Verkkoaineisto. IDTechEx. <<https://www.idtechex.com/en/research-article/lidar-making-sense-of-the-complicated-technology-landscape/18795>>. 18.11.2019. Luettu 25.11.2020.

## Kirje Euroopan komissiolle

Ajoneuvovalmistajien laatima kirje Euroopan komissiolle

Brussels, 14 October 2004

**Subject : CAN bus connection**

Dear,

The European commercial vehicle manufacturers would like to draw to your attention and increasingly risky phenomena.

As you know, the electronic system in vans and trucks are increasing day by day and now govern most of the functionalities. The possibility to get operating data information from the vehicle electronics has been supported by the main European truck manufacturers and they have agreed a common standard (FMS-Standard\*) for the communication between the truck electronics and on-board computers used to retrieve these data. In order to supply this information, each manufacturer makes available an interface, which is the only acceptable way to connect external devices to the vehicle electronics.

Direct connection to the CAN bus system for the purpose of retrieving operating data or for other purposes is not allowed as it could be extremely dangerous since it can interfere with the correct functionality of the truck systems, for example engine or brakes.

For this reason, European truck manufacturers declare that in the case of direct connection with the CAN bus, they reserve the right to withdraw any warranty on the product or to consider it null and void. At the same time the truck manufacturer shall not be subject to product liability arising from any direct CAN bus connection made by a third party.

We would ask therefore that your institute does not approve any third party external electronic device that connects directly to the internal bus system.

Yours sincerely,

Ivan Hodac  
Secretary General

\* Fleet Management System