

Hannu Pöntinen

Alkolukon kytkentä Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybridiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

13.5.2013

Tekijä(t) Otsikko	Hannu Pöntinen Alkolukon kytkentä Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybridiin
Sivumäärä Aika	27 sivua + 2 liitettä 13.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotetekniikka
Ohjaaja(t)	Tekninen päällikkö Antero Aalto Yliopettaja, teknologiapäällikkö Pekka Hautala
<p>Tässä insinööriyössä kehitettiin toimiva alkolukkokytkentä Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybridiin, joka on tarkoitettu koulu- ja päivähoitokuljetuskäyttöön. E 300 Hybrid poikkeaa normaalista polttomoottorilla varustetusta autosta niin paljon, että alkolukkoa ei ole mahdollista asentaa siihen olemassa olevilla ohjeilla.</p> <p>Työ tehtiin tilauksena Mercedes-Benzin Suomen-maahantuojalle Veho Group Oy Ab:lle, ja yhteistyössä oli mukana myös Dräger-alkolukkojen maahantuoja Kaha Oy. Tavoitteena oli kehittää kaikki vaatimukset täyttävä kytkentä ja tehdä siitä ohjeet Kahan valtuuttamien asennuspisteiden käytettäväksi.</p> <p>Työssä tarkastellaan E 300 hybridin erityispiirteitä, Dräger Interlock XT -alkolukkoa laitteenä sekä esitellään erilaisia kehitettyjä ratkaisuvaihtoehtoja. Lisäksi perehdytään lakeihin alkolukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuskäytössä.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena valmistui lisäksi yksityiskohtaiset ohjeet Dräger Interlock XT -alkolukon asennukseen ja poistamiseen Mercedes-Benzin uuteen hybridimallissa. Ohjeet luovutettiin Drägerin maahantuojan tekniselle osastolle, sekä niitä ensi tilassa tarvitseville asennuspisteille.</p>	
Avainsanat	Alkolukko, E 300 Hybrid

Author(s) Title Number of Pages Date	Hannu Pöntinen Installing Alcohol interlock in Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid 27 pages + 2 appendices 13 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Design Engineering
Instructor(s)	Antero Aalto, Technical Manager Pekka Hautala, Technology Manager
<p>This Bachelor's thesis describes the process of designing a working installation for alcohol interlock to Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid. The designed installation is suitable to be used in school and daycare transportation use only, not in the alcohol-interlock-controlled drivers' license use. The E 300 Hybrid differs from conventional MB vehicle in such a way that, the alcohol interlock cannot be installed using the existing instructions.</p> <p>The project was carried out for the Mercedes-Benz importer, Veho Group Oy Ab, and it was carried out in cooperation with Kaha Oy, the importer of Dräger Interlock XT. The objective was to design an installation that would meet all the parties' requirements.</p> <p>This thesis describes the special features of the Mercedes-Benz E 300 Hybrid, the function of Dräger Interlock XT and optional solutions for the installation. Also the backgrounds of this thesis topic will be discussed, and the laws related to the use of alcohol interlock in school and daycare transportation use will be explained.</p> <p>As a result of this thesis there are now detailed instructions for installing and removing an alcohol interlock device to the Mercedes-Benz's new hybrid model. The instructions were handed over to the importer of Dräger alcohol interlocks and to the installation companies with urgent need for the instructions.</p>	
Keywords	Alcohol interlock, E 300 Hybrid

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yritys	1
3	Tausta ja toimeksianto	3
3.1	Tausta	3
3.2	Toimeksianto	4
4	Dräger Interlock XT -alkolukko	6
5	Mercedes-Benz E-sarja	7
5.1	Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid	7
5.2	Hybridijärjestelmä	9
6	Laki alkolukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuksissa	15
7	Kytkentä	17
7.1	Lähtökohdat	17
7.2	Ratkaisuvaihtoehto 1	18
7.3	Ratkaisuvaihtoehto 2	20
7.4	Ratkaisuvaihtoehto 3	22
7.5	Ratkaisuvaihtoehto 4	22
7.6	Ratkaisuvaihtoehto 5	24
8	Asennusohje	25
9	Ajoneuvon palauttaminen alkuperäiseen kuntoon	25
10	Yhteenveto	26

Liitteet

Liite 1. Asennusohje Dräger Interlock XT -alkolukko E 300 BlueTEC Hybridiin (salainen)

Liite 2. Ohje Dräger Interlock XT -alkolukon poistamiseksi E 300 BlueTEC Hybridistä (salainen)

Lyhenteet

kWh	Kilowattitunti. Sähköenergian määrää mitattaessa käytettävä yksikkö joka vastaa watin tehoa tunnin ajan. Kilo-etuliite tarkoittaa moninkertaa 10^3 .
V	Voltti. Jännitteen yksikkö SI-järjestelmässä.
Ah	Ampeeritunti. Sähkövaraus jonka ampeerin sähkövirta kuljettaa tunnin aikana.
BMS	Battery Management System. Akkuehallinnan ohjainlaite.
CDI	Common Direct Injection. Polttoaineensuihkutus järjestelmä.
CAN	Controller Area Network. Sähköinen tiedonsiirtoväylä.
RPM	Rounds Per Minute. Kappaleen pyörintänopeuden yksikkö.
RBS	Regenerative Braking System.
ABS	Anti Braking System. Ajoneuvojen lukkiutumaton jarrujärjestelmä.
ESP	Electronic Stability Program. Ajovakauden hallintajärjestelmä.
BAS	Brake Assist System. Häätäjarrutehostus.
15-virta	12 V:n jännite joka kytkeytyy päälle kun virta-avain on sytytysvirta-asennossa.
30-virta	Jatkuva 12 V:n jännite.
87-virta	12 V:n jännite joka kytkeytyy päälle kun virta-avain on sytytysvirta-asennossa, järjestelmän toimilaitteiden jännitesyöttö.
Vikakoodi	Koodi, joka tallentuu järjestelmän ohjainlaitteeseen, kun jonkin sen komponentin toiminta tai signaali ei ole looginen.
DC	Direct Current. Tasavirta, sähkövirta jonka suunta ei muutu.

1 Johdanto

Elokuussa 2011 voimaan tullut laki vaatii, että kaikkien valtion tuella koulu- ja päivähoitokuljetuksia suorittavien liikenteenharjoittajien ajoneuvojen tulee olla varustettuna alkolukolla, laitteella, joka estää auton käynnistymisen mikäli kuljettaja on alkoholin vaikutuksen alaisena. Mercedes-Benz toi elokuussa 2012 markkinoille E 300 BlueTEC Hybrid -mallin, jota on aktiivisesti markkinoitu Suomessa taksikäyttöön. Näistä autoista useat ajavat myös koulu- ja päivähoitokuljetuksia. Kyseinen auto kuitenkin poikkeaa rakenteeltaan ja toiminnaltaan niin paljon normaalista polttomoottorilla varustetusta autosta, että alkolukon asennus siihen ei onnistu olemassa oleville ohjeilla.

Sain toimeksiannon työnantajaltani Veho Group Oy Ab:n Mercedes-Benz-tuoteryhmältä suunnitella Dräger Interlock XT -alkolukon kytkentä Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid -ajoneuvoon, siten että kytkentä täyttää lain, maahantuojan sekä auton käyttäjän vaatimukset alkolukon toiminnalle. Tässä insinööriyössä käsitellään kytkennälle asetettuja vaatimuksia ja prosessia, jolla toimiva kytkentä saatiin aikaiseksi.

Työn tavoitteena on kehittää toimiva, kaikkien osapuolien vaatimukset täyttävä, kytkentä ja tehdä siitä asennusohjeet Dräger-alkolukkojen maahantuojan käytettäväksi. Kytkennässä joudutaan muokkaamaan auton alkuperäistä johtosarjaa ja tämä voi väärin tehtynä kasvattaa suuresti auton vikaherkkyyttä. Jotta mahdolliset alkolukkoasennuksesta johtuvat viat voidaan minimoida, tehdään ohjeet myös alkolukon poistamiseksi autosta. Kaikki työssä tuotetut ohjeet on tarkoitettu vain Mercedes-Benz- ja Dräger -huolto- ja asennusverkoston sisäiseen käyttöön.

2 Yritys

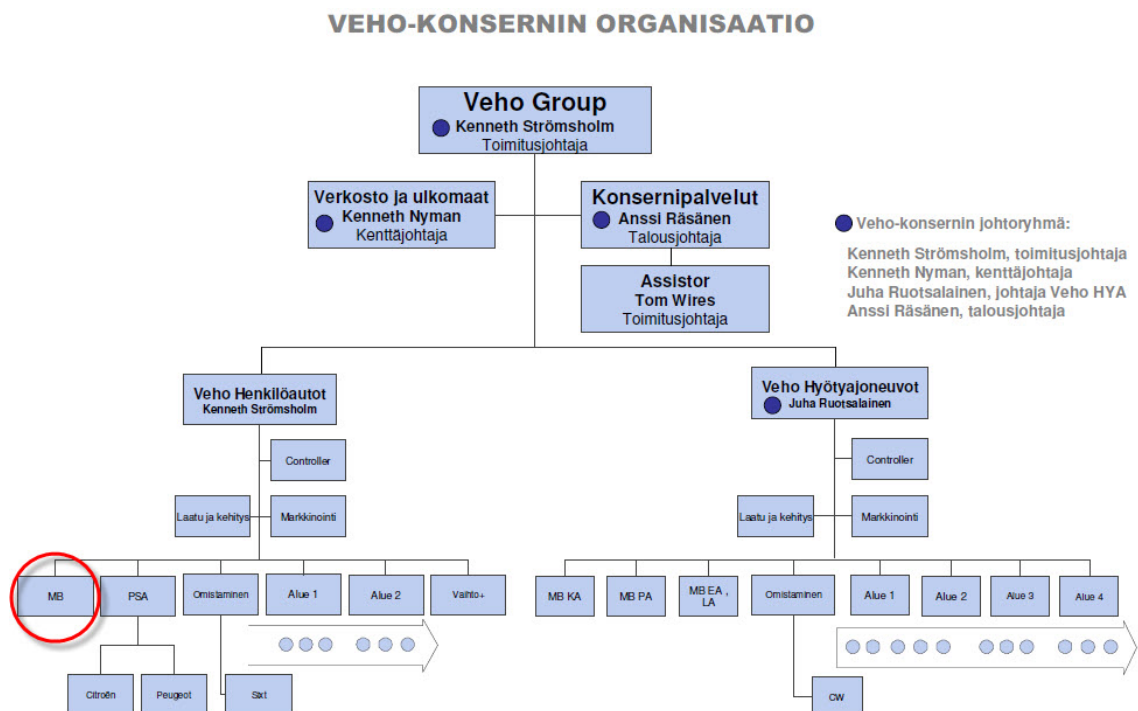
Veho-konserni on Suomen johtava autokaupan konserni, jolla on toimintoja myös Ruotsissa ja Baltian maissa. Koko konsernin liikevaihto oli 1060 miljoonaa euroa vuonna 2012 ja henkilöstön määrä 2152 henkilöä.

Veho on perustettu vuonna 1939 jolloin se aloitti Mercedes-Benz-henkilöautojen maahantuojana Suomessa. Nykyinen emoyhtiö Veho Group Oy Ab hoitaa edelleen tätä tehtävää pääkonttoristaan Helsingin Kampista käsin vastaten myös Smartin maahantuonnista Suomessa. Veho Hyötyajoneuvot tuo maahan Mercedes-Benz-

hyötyajoneuvoja, Fuso Canter -kuorma-autoja sekä Setra-linja-autoja. Näiden huoltoverkostona toimii niin ikään Veho-konserniin kuuluva Veho Trucks Service Oy Ab.

Veho Groupin tytäryhtiö Veho Autotalot Oy toimii Mercedes-Benz, Ford, Honda, Skoda ja Citroen -henkilöautojen jälleenmyyjänä Suomessa, joista viimeisimmän maahan tuonnista vastaa niin ikään Veho Groupiin kuuluva Auto-Bon. Veho Autotalojen lisäksi konsernin maahantuomia autoja myy ja huoltaa laaja itsenäisten jälleenmyyjien verkosto kautta maan. Veho Groupin kuuluu myös Peugeot-merkkisiä autoja maahantuova Maan Auto Oy. Peugeotilla on kuitenkin oma erillinen jälleenmyyntiverkostonsa joka huolehtii autojen myynnistä ja huollosta.

Mercedes-Benz HA-tuoteryhmässä (kuva 1 ympyröity) työskentelee minun lisäksi noin 40 henkeä, joten se on suhteellisen pieni kokonaisuus nykyisessä konsernissa. Valtaosa konsernin henkilöstöstä työskentelee luonnollisesti lähellä asiakaspintaa vähittäiskaupassa Veho Autotalojen sekä Veho Trucks Servicen toimipisteissä.



Kuva 1. Veho-konsernin organisaatiokaavio [1]

3 Tausta ja toimeksianto

3.1 Tausta

Mercedes-Benzillä on luotettavan auton maine, ja ehkä juuri tästä syystä merkki on jo vuosia ollut Suomen myydyin taksiauto. Taulukossa 1 esitetyt viimeisen viiden vuoden myyntimäärät osoittavat selkeästi että Mercedes-Benz on vakiinnuttanut itselleen noin neljänneksen markkinaosuuden kokonaistaksimyynnistä. Tarkasteltuna ajanjaksona Mercedes-Benz on pitänyt hallussaan myös eniten rekisteröidyn yksittäisen taksiauto-mallin titteliä E-sarjan mallillaan. Kyseinen mallisarja täydentyi elokuussa 2012, kun siihen lisättiin uusi malli, E 300 BlueTEC Hybrid, jossa dieselmoottorilla varustetun auton polttoainetaloudellisuutta on parannettu entisestään lisäämällä sähkömoottori auton voimansiirtolinjaan. Sähkömoottorin tehtävä on liikuttaa autoa alhaisilla nopeuksilla ajettaessa, tukea polttomoottoria kiihdytyksissä ja toimia generaattorina jarrutustilanteessa varastoiden jarrutusenergiaa korkeajänniteakkuun.

Taulukko 1. Taksien myyntimäärät Suomessa vuosina 2008 – 2012 [2]

Vuosi	Kokonais rekisteröinnit	Mercedes-Benz rekisteröinnit	Mercedes-Benz %-osuus	E-sarja rekisteröinnit
2012	3028	859	28,4 %	516
2011	3453	947	27,4 %	622
2010	3171	861	27,2 %	601
2009	3096	793	25,6 %	532
2008	3687	923	25,0 %	571

E 300 BlueTEC Hybrid -mallia on myyty Suomessa 21.3.2013 mennessä 61 kappaletta, joista 43 kappaletta taksikäyttöön. Ajanjaksona 1.8.2012 - 31.3.2013, jolloin Hybrid-malli on ollut myynnissä, E-sarjan kokonaismyynti taksikäyttöön oli 316 kappaletta. Hybridin 14 %:n osuus myydyistä E-sarjan takseista on siis varsin hyvä uudelle ja erikoiselle mallille. Hybridien osuutta myyntimäärästä saattanee alentaa hieman se, että autosta on tulossa markkinoille facelift-versio huhtikuussa 2013 ja moni taksiautoilija siirtää autonvaihtoa myöhempään ajankohtaan odottaessaan uutta mallia. [3.]

Taksien ja muiden koulu- ja päivähoitokuljetuksia ajavien liikenteenharjoittajien on ollut pakollista asentaa autoihinsa alkolukko 1.8.2011 alkaen. Alkolukko on laite, joka estää auton käynnistymisen, mikäli kuljettajan antamassa puhallusnäytteessä on alkoholia yli sallitun rajan. Laitteet on pääsääntöisesti suunniteltu asennettavaksi pelkällä poltto-

moottorilla ja perinteisellä 12 V:n käynnistinmoottorilla varustettuun autoon, eivätkä niiden valmistajat ole tehneet ohjeita asennukselle hybridautoon.

Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid –mallissa polttomoottori käynnistetään käyttötilanteesta ja auton akkujen varaustilanteista riippuen joko perinteisellä 12 V:n käynnistinmoottorilla tai hybridijärjestelmän korkeajännitteisellä sähkömoottorilla. Tästä johtuen esimerkiksi pelkkä 12 V:n käynnistinmoottorin toiminnan estäminen ei ole riittävä toimenpide polttomoottorin käynnistymisen estämiseksi. Myöskään jonkin polttomoottorin toiminnan kannalta oleellisen järjestelmän, kuten polttoaineensyötön, toiminnan estäminen ei riitä täyttämään lain kirjainta, koska autoa voidaan vielä liikuttaa pelkän sähkömoottorin voimin.

Myyntiorganisaatio ei joko ollut tietoinen, ettei alkolukolle ole olemassa asennusohjeita kyseiseen Hybrid-malliin, tai se on luottanut liikaa ratkaisun löytymiseen ennen kuin autot luovutettaisiin asiakkaille. Tästä johtuen tammikuussa 2013 Suomen Mercedes-Benz-maahantuojaan tietoon tuli jo useita tapauksia muun muassa Oulusta, Kotkasta ja Jyväskylästä, joissa asiakas ei voinut ottaa uutta autoaan liikennöintikäyttöön, koska siitä puuttui lain vaatima alkolukko.

3.2 Toimeksianto

Veho Group Oy Ab:n Mercedes-Benz-tuoteryhmä on pyytänyt useasti auton valmistajalta alkolukon asennusohjetta E 300 Hybrid -malliin. Auton saksalainen valmistaja ei kuitenkaan ole halukas käyttämään resurssejaan tämän ongelman ratkaisemiseksi, koska alkolukko on lähinnä vain Pohjoismaissa käytössä oleva jälkiasenteinen laite. Toimivan kytkennän kehittäminen ja asennusohjeiden tekeminen on siis ratkaistava paikallisesti. Maahantuoja Veho Group Oy Ab:n tahtotila tässä asiassa on, että kaikki Suomessa tehtävät Hybridin alkolukkoasennukset olisivat yhteneväisiä, jotta jälkiasenteisen laitteen vaikutukset auton omiin järjestelmiin tunnettaisiin ja ne voitaisiin sulkea pois mahdollisessa vianhakutilanteessa. Täten on luonnollista, että asennusohjeen alkolukolle tekee auton maahantuojan tekninen osasto.

Teknisen osaston rajallisista henkilöstöresursseista johtuen toimivaa kytkentää ei kuitenkaan saatu kehitettyä siihen varatussa ajassa ja työ osoitettiin minulle insinöörityönä. Kehitystyötä varten sain käyttöni esittelykäytössä olevan E 300 Hybrid -auton ja Dräger-maahantuoja Kaha Oy:ltä Dräger Interlock XT -alkolukkolaitteen ohjemateriaa-

leiseen. Auton järjestelmiin ja toimintaan liittyvän kirjallisuuden sain myös Veho Groupin Mercedes-Benz-tuoteryhmältä ja kytkentäkaaviot sekä korjausohjeet ovat Mercedes-Benz WIS/ASRA-tietokannasta.

Tutkimus- ja testaustyöpaikkana toimi Mercedes-Benz-tuoteryhmän koulutustilat Vantaalla, missä käytössäni oli kaikki tarvittavat työkalut, komponentit ja tietokannat. Tarkoitukseni oli tutustua auton järjestelmien toimintaan ja erilaisia vaihtoehtoja tutkimalla löytää ratkaisu, joka vastaa tyydyttävästi seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka estää auton käynnistyminen ja liikuttaminen?
- Aiheuttaako kytkentä häiriötä auton normaaliin toimintaan?
- Kuinka auto käyttäytyy mahdollisessa alkolukon vikatilanteessa?

Teknisen osaston sisällä päätimme, että kytkennän täytyy estää auton polttomoottorin käynnistyminen sekä sähkökäytöllä liikkuminen ennen hyväksytyä puhallusnäytettä. Luonnollinen vaatimus on myös, että alkolukon normaali toiminta ei saa aiheuttaa autoon minkäänlaista kuljettajalle havaittavaa häiriötä, kuten sytyttää häiriövaloja mittaristoon. Jälkiasenteisena laitteena alkolukko ei myöskään saa, edes mahdollisessa vikatilanteessaan, aiheuttaa auton normaalille toiminnalle mitään ajoturvallisuutta vaarantavaa häiriötä kuten sammuttaa moottoria kesken ajon tai vaikuttaa jarrujärjestelmän toimivuuteen. Kytkennän vikasietoisuuden pitäisi myös olla mahdollisimman hyvä ja mielellään täysin Dräger-ohjainlaitteen varassa.

Auton maahantuoja teki päätöksen, että kehitetään kytkentä ainoastaan koulu- ja päivähoitokuljetus -käyttöön. Tässä insinööriyössä suunniteltu kytkentä ei siis sovellu käytettäväksi oikeuden määräämään alkolukolla valvotun ajo-oikeuden käyttöön. Päätös perustui kytkentäohjeen kiireelliseen tarpeeseen sekä epätodennäköisyyteen että Mercedes-Benz E 300 Hybridin omistaja tarvitsisi alkolukolla valvottua ajo-oikeutta.

4 Dräger Interlock XT -alkolukko

Dräger on kansainvälinen sairaala- ja turvallisuusteknologia-alan konserni, joka valmistaa muun muassa uloshengitysilma-alkoholipitoisuuden mittaavia laitteita. Heidän valmistama Dräger Interlock XT -alkolukko on laite, joka mittaa uloshengitysilma-alkoholipitoisuuden kuljettajan uloshengitysilma-alkoholipitoisuuden ja estää auton moottorin käynnistymisen mikäli kuljettaja on alkoholin vaikutuksen alaisena. Suomessa on tarjolla muutamia muitakin Liikenteen turvallisuusviraston hyväksymiä alkolukkumerkkejä ja -malleja, mutta Dräger Interlock XT on käytännössä ainoa laite, jota Suomessa käytetään.

Laite koostuu kahdesta pääkomponentista: kojelautaan näkyville asennettavasta käsilaitteesta (kuva 2 vasemmalla), johon puhallusnäyte annetaan, sekä suojaan paikkaan asennettavasta ohjainyksiköstä (kuva 2 oikealla). Laite mittaa uloshengitysilma-alkoholipitoisuuden käsilaitteessa sijaitsevan elektrokemiallisen anturijärjestelmän avulla ja siirtää tiedon kaapelia pitkin ohjainyksikölle, joka sallii tai estää auton käynnistysjärjestelmän toimivuuden annetun puhallusnäytteen perusteella. Poliisien käyttämät uloshengitysalcolukit käyttävät samaa elektrokemiallista anturitekniikkaa, joten mittauksista voidaan pitää hyvin luotettavana. Laitteessa on myös sisään rakennettu muistiloki, joka rekisteröi jokaisen puhalluksen ja käynnistyksen sekä mahdolliset laitteen manipulointirytykset.



Kuva 2. Dräger Interlock XT -alkolukko [4, s. 1]

5 Mercedes-Benz E-sarja

Mercedes-Benz E-sarja on premium-luokan henkilöauto, jota valmistetaan sedan-, farmari-, coupe- ja avokorilla. Nykyinen E-sarja, sisäiseltä mallimerkinnältään W/S212, lanseerattiin vuonna 2008 ja sitä on saatavilla taka- ja nelivetoisina versioina teholuokittaan 136 – 585 hevosvoimaa. [5, s. 2.]

5.1 Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid

E 250 CDI -malliin pohjautuvassa E 300 BlueTEC Hybridissä (kuva 3) on sama iskutilavuudeltaan 2,15 litran 4-sylinterinen Common-Rail-dieselmoottori kuin E 250 CDI:ssä, ja vaihteistona molemmissa malleissa toimii 7-vaihteinen planeettapyörästöihin perustuva automaattivaihteisto. E 300 Hybridin voimansiirtolinjasta puuttuu kuitenkin automaattivaihteiselle autolle ominainen momentinmuunnin. Sen paikalle vaihteiston koteloon on sijoitettu kestmagnetoitu 20 kW:n sähkömoottori sekä hydraulisesti käytettävä monilevykytkin, jolla polttomoottorin vauhtipyörä erotetaan vaihteiston sisäänmenoakselista. E 300 Hybridia valmistetaan ainoastaan sedan- (kuva 4) tai farmarikorilla ja ne ovat aina automaattivaihteistolla varustettuja takavetoisia autoja. Taulukossa 2 esitettävät suoritusarvot ovat yhteneväiset kummallakin korimallilla. [6, s. 8.]



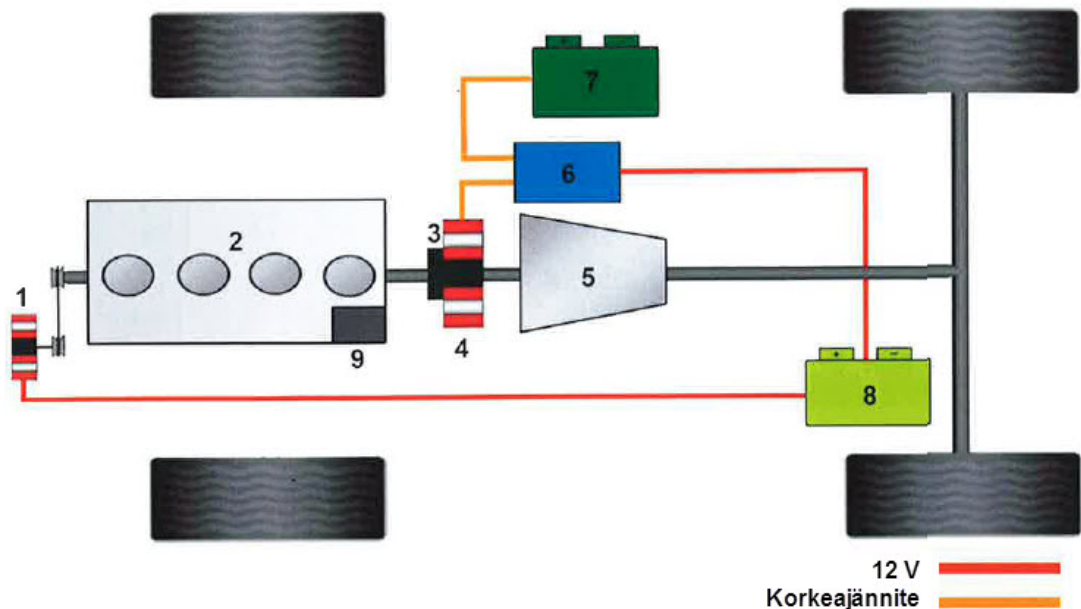
Kuva 3. Mercedes-Benz E 300 Bluetec Hybrid [7]

Taulukko 2. E 300 BlueTEC Hybridin suoritusarvot [6, s. 6–7]

	Yksikkö	E 300 Bluetec Hybrid
Polttomoottori OM 651.924		
Suurin teho kierroksilla	kW rpm	150 4200
Suurin vääntömomentti kierroksilla	Nm rpm	500 1600 - 1800
Sylinterin lukumäärä	-	4
Iskutilavuus	cm ³	2143
Suurin kierros-luku	rpm	4900
Puristussuhde	-	16.2 : 1
Venttiileitä per sylinteri	-	4
Sähkökone		
Tyyppi		Kestomagnetoitu moottori
Suurin teho kierroksilla	kW rpm	20 1800
Suurin vääntömomentti	Nm	250
Suurin jännite	V	120
Paino	kg	27
Yhdistetty polttomoottori ja hybridijärjestelmä		
Suurin teho kierroksilla	kW rpm	150 + 20 4200
Suurin vääntömomentti kierroksilla	Nm rpm	590 1600 - 1800
Suorituskyky		
Suurin nopeus	km/h	242
Kiihtyvyys 0 - 100 km/h	s	7,3
Polttoaineen kulutus	l / 100 km	4,2
CO ₂ päästöt	g / km	109

5.2 Hybridijärjestelmä

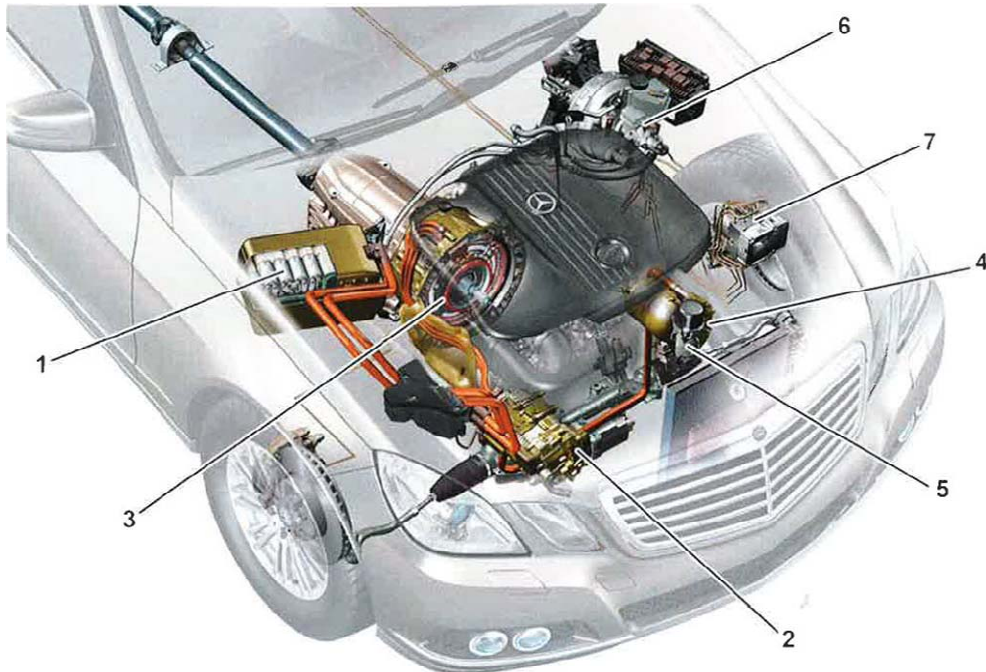
Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybrid on niin sanottu ”mieto hybridi”, koska pelkän sähköenergian voimalla voidaan ajaa vain kaupunkinopeuksissa ja hyvin rajallisen ajomatkan verran. Auton ollessa liikkeellä polttomoottori käynnistetään 12 V:n käynnistinmoottorilla (kuva 4, 9) vauhtipyörän ulkokehältä ja moottorin pyörintänopeus nostetaan vastaamaan vaihteiston sisäänmenoakselin pyörintänopeutta. Pyörintänopeuksien ollessa samat kytkee automaattivaihteiston ohjainlaite hydraulisen monilevykytkimen (kuva 4, 3) kiinni ja dieselmoottori alkaa myös osallistua auton liikuttamistyöhön. Koska kampiakselilla ja vaihteiston sisäänmenoakselilla ei ole keskinäistä pyörintänopeuseroa, on kytkentätapahtuma kuljettajalle huomaamaton. [6.]



Kuva 4. Kaaviokuva hybridijärjestelmästä [6, s. 8]

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 12 V:n generaattori | 6 Tehoelektroniikkamoduli |
| 2 Polttomoottori | 7 Korkeajänniteakku |
| 3 Monilevykytkin | 8 12 V:n akku |
| 4 Sähkökone | 9 12 V:n käynnistinmoottori |
| 5 7-vaihteinen automaattivaihteisto | |

Kuvassa 5 on kuvattu hybridijärjestelmän komponenttien sijoittelu ajoneuvossa. Muista markkinoilla olevista hybrideistä poiketen E 300 Hybridin korkeajänniteakku on sijoitettu auton moottoritilaan. Tämä tilankäyttöjärjestely mahdollistaa täysikokoisen tavaratilan sekä polttoainesäiliön auton takaosassa.



Kuva 5. Hybridijärjestelmän pääkomponentit [6, s.9]

Korkeajänniteakkumoduuli

Korkeajänniteakkumoduuli (kuva 5, 1) on sijoitettu moottoritilan oikeaan takareunaan ja se sisältää 35:stä 3,6 V:n litiumioni kennosta rakentuvan akun, jonka kapasiteetti on 0,8 kWh ja nimellisjännite 126 V. Akkumoduuliin on integroitu myös akkuehallinnan ohjainlaite BMS sekä modulin jäähdytyspiirin komponentit. [6, s. 25–26.]

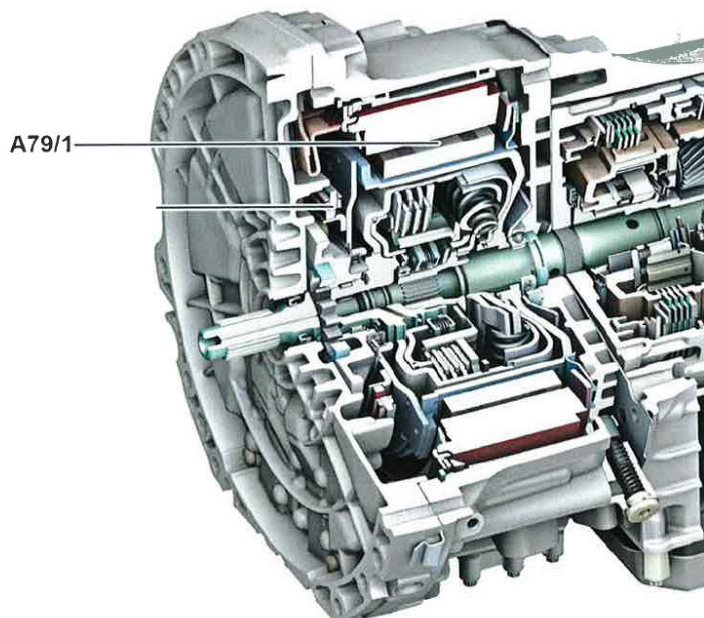
Jotta korkeajänniteakun toiminta ja käyttöikä olisivat optimaalisia, täytyy sen toimintalämpötila pitää mahdollisimman ihanteellisena. Akkumoduulin sisälämpötilaa tarkkailaan jatkuvasti lämpötilatunnistimelle. Mikäli lämpötila moduulin sisällä nousee liian suureksi, avautuu jäähdytyskierron magneettiventtiili ja ilmastoinnin ohjainlaitteelle välitetään CAN-väylää pitkin käsky käyttää sähköistä ilmastoinnin kompressoria kierrättämään kylmääainetta akkumoduulin jäähdytys-elementin läpi. [6, s. 25–26.]

Tehoelektroniikkamoduuli

Tehoelektroniikkamoduuli (kuva 5, 2) ohjaa voimansiirron sähkömoottoria kolmivaihevaihtosähköllä CDI-ohjainlaitteen antaman momenttipyyntön mukaisesti. Se myös tasauntaa jarrutustilanteessa sähkökoneen tuottaman vaihtojännitteen 126 V:n tasajännitteeksi, jota käytetään korkeajänniteakun lataamiseen. Moduuliin on myös integroitu DC/DC-muunnin joka mahdollistaa energian siirron korkeajännitejärjestelmän ja auton 12 V:n järjestelmän välillä. Tällä tasapainotetaan akkujen varaustiloja ja mahdollistetaan korkeampi 14 V:n jännite kun dieselmoottori käynnistetään perinteisellä käynnistinmoottorilla. [6, s. 23.]

Sähkökone

Sähkökone (kuva 5, 3; kuva 6, A79/1) sijaitsee vaihteiston kotelon sisällä vaihteiston ja dieselmoottorin välissä. Sen roottori on kiinnitetty märkälevykytkimeen roottorinkannattimella ja muodostaa näin yhteyden automaattivaihteiston ja dieselmoottorin välille. Sähkökone on kestmagnetoitu kolmivaihesähkömoottori jonka ohjauksesta ja valvonnasta vastaa tehoelektroniikan ohjainlaite. Sen päätehtävä on muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi ja päinvastoin. Lisäksi sitä voidaan käyttää dieselmoottorin käynnistämiseen paikaltaan liikkeelle lähettäessä. [6, s.18–19.]



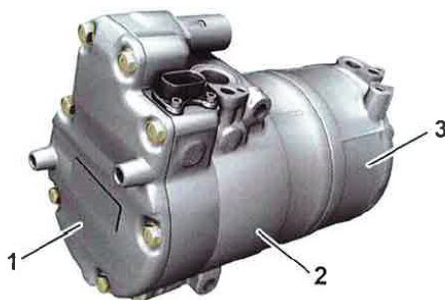
Kuva 6. Poikkileikkäuskuva sähkömoottorista vaihteiston etupäässä [6, s.18]

Sähköinen ilmastoinnin kompressori

Hybridiauton täytyy olla varustettuna sähköisellä ilmastoinnin kompressorilla (kuva 5, 4) jotta voidaan varmistaa riittävä jäähdytysteho ohjaamoon silloinkin kun polttomoottori on sammutettuna. Kompressoriin on integroitu kaikki sen kolme pääkomponenttia jotka voidaan nähdä kuvasta 7:

1. ohjainlaite
2. sähkömoottori
3. spiraalikompressori

Toimintaansa tarvittavan energian kompressori ottaa suoraan auton korkeajänniteakusta ja ohjainlaite säättää kompressorin kierroslukua 700:n ja 9000 rpm:n välillä ilmastoinnin ohjainlaitteen ilmoittaman jäähdytystarpeen mukaan. Myös akkuvalvonnan ohjainlaitteen pyytämä jäähdytyskäsky välitetään CAN-väylää pitkin ilmastoinnin ohjainlaitteelle, joka edelleen ohjaa kompressorin ohjainlaitetta. [6, s. 21.]



Kuva 7. Sähköinen ilmastoinnin kompressori [6, s. 21]

Sähköinen alipainepumppu

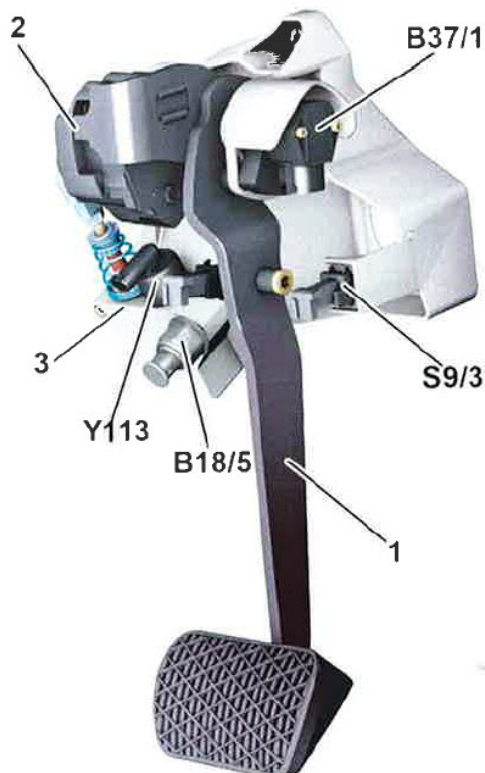
Sähköinen alipainepumppu (kuva 5, 5) varmistaa tarvittavan jarrutehostuksen myös polttomoottorin ollessa sammutettuna ja sähkökäytöllä liikuttaessa. Pumppu toimii 12 V:n jännitteellä ja sen toimintaa ohjaa RBS-ohjainlaite. Pumppu ei vaadi mitään huolto- toimenpiteitä, vaan se on suunniteltu toimivaksi koko auton käyttöiän. [6, s. 30.]

Jarrupoljinasetelma

Jarrupoljinasetelman (kuva 5, 6; kuva 8) tehtäviä ovat

- tunnistaa kuljettajan jarrutusvoimapyyntö
- simuloida jarrupoljintuntumaa
- käyttää perinteisiä hydraulisia jarruja.

Poljinkulman tunnistin (kuva 8, B37/1) välittää tiedon kuljettajan jarrutusvoimapyynnöstä regeneratiivisen jarrutuksen (RBS) ohjainlaitteelle, joka laskee tarvittavan jarrutusvoiman määrän ja päättää kuinka jarrutus toteutetaan. Mikäli jarrupoljinta painetaan rauhallisesti ja vain lyhyen matkaa, tapahtuu jarrutus pelkästään käyttämällä voimansiirron sähkökonetta generaattorina. Tässä tilanteessa jarrupolkimen tuntuma luodaan jarrupainesimulaattorilla (kuva 8, 2). Kun jarrutusenergian talteenoton tuottama hidastuvuus ei enää riitä ja jarrupoljinta painetaan syvemmälle, vähennetään simulaattorin tuottamaa vastavoimaa ja perinteiset hydrauliset jarrut aktivoituvat. [6, s. 28.]



Kuva 8. Jarrupoljinasetelma [6, s. 28]

Hybridijärjestelmän korkeajänniteakun lisäksi auton takakontin välipohjan alle on sijoitettu 100 Ah 12 V -akku joka syöttää virtaa auton 12 V:n järjestelmille. Korkeajänniteakkua ei voida normaalioloissa ladata verkkovirralla, vaan kaikki korkeajänniteakkuun varastoitava energia tuotetaan käyttämällä voimansiirron 20 kW:n sähkömoottoria generaattorina. Tehotehoelektronikan ohjainlaite tasasuuntaa sähkökoneen tuottaman vaihtojännitteen 126 V:n tasajännitteeksi jolla ladataan korkeajänniteakkua. Autosta löytyy myös perinteinen 12 V:n latausgeneraattori, jota polttomoottori käyttää moniurahiinan välityksellä. Tätä käytetään 12 V:n akun lataamiseen aina kun hybridijärjestelmä toimii täydellä kapasiteetillaan ja 12 V:n järjestelmä tarvitsee energiaa.

6 Laki alkolukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuksissa

Eduskunnan päätöksellä alkolukon asentaminen kuljetuksesta vastaavan liikenteenharjoittajan autoon on pakollista 1. päivä elokuuta 2011 alkaen, mikäli kuljetuksen järjestäjänä on kunta, kuntayhtymä, koulu tai laitos ja kuljetukseen saadaan kunnan tai valtion tukea [8].

Alkolukon asennuttamisesta ja pitämisestä toimintakuntoisena vastaa liikenteenharjoittaja itse ja sen saa asentaa vain laitteen maahantuojan valtuuttama asennuspiste joka on ilmoitettu Liikenteen turvallisuusvirastolle. Asentaja antaa kirjallisen todistuksen laitteen asennuksesta ja kalibroinnista kyseiseen ajoneuvoon. Tämä todistus on pidettävä autossa mukana aina sen suorittaessa koulu- tai päivähoitokuljetusta. [8.]

Laite on säädettävä siten että hyväksytyyn puhalluksen tilavuuden on oltava vähintään 1,0 litraa ja että se estää ajoneuvon käynnistymisen, mikäli kuljettajan uloshengitysilman alkoholipitoisuus on yli 0,10 milligrammaa alkoholia litrassa uloshengitysilmaa [9].

Alkolukon käytöstä säädetty laite ovat herättäneet autoalalla monia kysymyksiä: kuinka esimerkiksi toimitaan, jos alkolukolla varustettu auto rikkoutuu ja on pois liikennöintikäytöstä kaksi viikkoa varaosien toimitusajan vuoksi. Laissa alkolukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuksissa on säädetty, että liikenteenharjoittaja voi tilapäisesti, enintään viiden arkipäivän ajan käyttää ajoneuvoa, joka ei ole varustettu alkolukolla. Mikäli tämän määräajan jälkeen ei alkolukolla varustettua autoa ole vielä käytettävissä, voi kuljetuksen tilaaja myöntää tilapäisen kolmen arkipäivän luvan käyttää edelleen alkolukolla varustamatonta ajoneuvoa [8]. Laissa ei ole säädetty kuinka toimitaan tämän kuluneen kahdeksan arkipäivän jälkeen. Tästä aiheutuu varmasti ongelmia pienemmillä paikkakunnilla, mikäli alueen ainoasta alkolukolla varustetusta autosta rikkoutuu jokin ajamisen kannalta välttämätön komponentti, jolla on pitkä toimitusaika.

Laissa ei myöskään mainita millään tavalla kuinka toimitaan hybridi-auton, joka voi liikkua sähkömoottorin voimalla, ollessa kyseessä. Lakiin alkolukon hyväksymisestä liikenteeseen [10] on kirjattu alkolukon olevan ”kuljettajan hengitysilmaasta mitattavan alkoholipitoisuuden perusteella ajoneuvon käynnistymisen estävä laite”. Laista ei käy ilmi, kuinka ”ajoneuvon käynnistyminen” määritellään. Onko kyseessä auton polttomoottorin käynnistyminen, vai koskeeko laki myös sähkömoottorin toimintaa? Laissa ei

käsitellä millään tavalla auton liikuttamisen estämistä, tuotettiin liikuttamiseen tarvittava voima sitten poltto- tai sähkömoottorilla.

Lakien tulkinnanvaraisuus herättää kysymyksen: kuinka kuuluisi menetellä hypoteettisessa tilantessa, jossa lakia alkolukon hyväksymisestä liikenteeseen [10] sekä liikenne- ja viestintäministeriön asetusta alkolukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuksissa [9] noudatettaisiin niin kuin ne on kirjoitettu ja niissä mainittu alkolukon toiminta koskisi vain polttomoottorin käynnistymisen estämistä. Tällöin olisi mahdollista, että kuljettaja jonka uloshengitysilmassa on alkoholia 0,15 mg/l ei saa alkolukolla varustetun hybridi-auton polttomoottoria käyntiin, mutta voi silti ajaa autoa sähkövoimalla täysin laillisesti, koska lakiin kirjattu rattijuopumuksen raja on 0,22 mg alkoholia litrassa uloshengitysilmaa [11].

Alkolukkojen toimintakyvyille ja käytölle ei myöskään ole koulu- ja päivähoitokuljetuskäytössä minkäänlaista valvovaa elintä tai pakollisia tarkastuksia. Laitteiden toiminta tarkastetaan ainoastaan maahantuojan valtuuttaman asennuspisteen tehdessä laitteen määräaikaisen kalibroinnin laitteen sitä itse pyytäessä [4, s. 16]. Käytännössä on siis täysin mahdollista, että liikennöitsijä voisi osatessaan ohittaa alkolukon toiminnan ja poliisin pyytäessä esittää asennuspisteen täyttämän asennustodistuksen. Itse laitteen todellisen toiminnan tarkastukselle ei ole annettu minkäänlaisia määräyksiä tai ohjeita.

7 KytKentä

Tässä luvussa tarkastellaan koetettuja kytKentävaihtoehtoja sekä niiden hylkäämiseen tai hyväksymiseen johtavia asioita. Mainitsematta jätetään sellaiset tiedot, jotka julkisessa levityksessä ollessaan voisivat oleellisesti edesauttaa alkolukkokytKennän ohittamista ja näin ollen ajoneuvon väärinkäyttöä.

7.1 Lähtökohdat

Alkolukon kytKentää E 300 Hybridiin vaikeuttaa se että dieselmoottori käynnistetään lähes aina auton paikallaan ollessa hybridijärjestelmän sähkökoneella. Tällöin moottorinohjainlaite välittää Hybrid CAN -väylää pitkin käynnistyskäskyn tehoelektroniikan ohjainlaitteelle, joka käyttää korkeajännitteistä sähkömoottoria käynnistäen dieselmoottorin [6, s. 48]. Jo lähtökohtaisesti päätettiin, että väyläjohtimiin ei tehdä ylimääräisiä kytKentöjä, koska se aiheuttaisi liikaa häiriötä autoon ja mahdollisessa Dräger-ohjainlaitteen vikatilanteessa auton monet järjestelmät menettäisivät toimintakykynsä.

Ongelma onkin, että auton järjestelmien johtimissa liikkuu pääosin digitaalista tietoa ja Dräger Interlock XT:n toiminta perustuu analogisen signaalin katkaisuun. Ehdottomasti paras tapa kytkeä alkolukko nykyaikaiseen ajoneuvoon olisi sen sisällyttäminen auton moottorinohjainlaitteen ohjelmistoon jo valmistusvaiheessa. Tämä vaatisi myös alkolukkojen lähettämän ajonestosignaalin standardoimisen, jotta eri valmistajien alkolukot voitaisiin koodata toimimaan minkä tahansa valmistajan ajoneuvossa. Mutta koska alkolukko on maailmanlaajuisesti suhteellisen vähän käytössä oleva laite, ei auto- tai laitevalmistajilla ole halua tai resursseja tällaisen järjestelmän luomiseen.

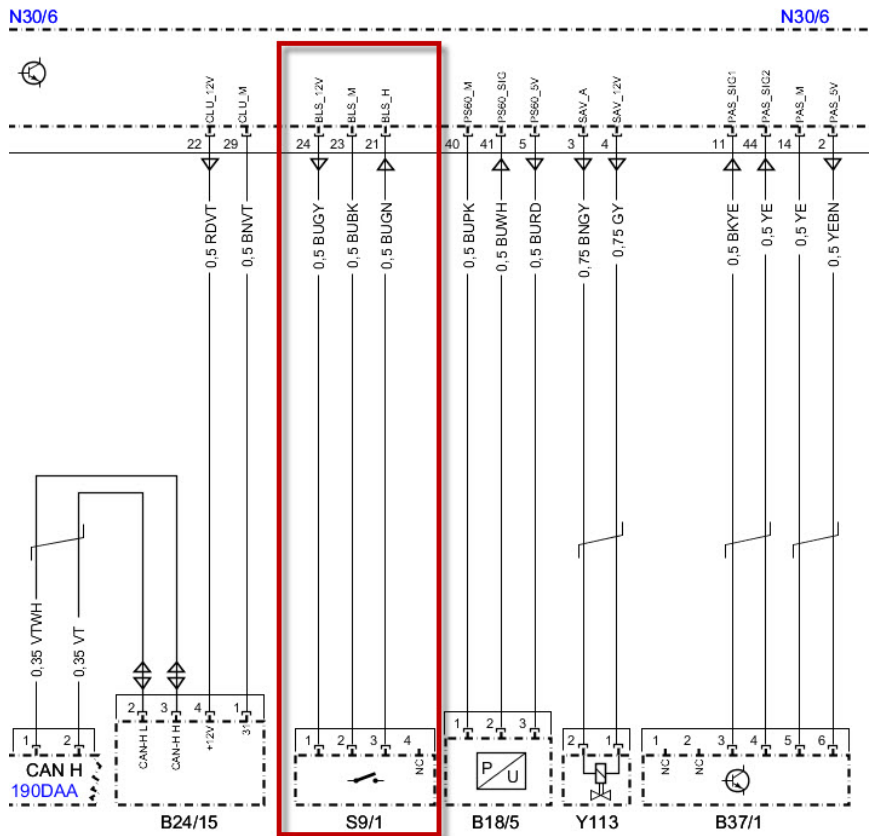
Dräger Interlock XT:n ohjainlaiteessa (kuva 2, oikealla) on kaksi sisäistä relettä, joita voidaan käyttää ajoneston toteuttamiseen. Ennen auton käynnistämistä, kun käynnistyslupaa ei vielä ole, on releiden kärjet auki ja piiri on avoin. Kun kuljettaja antaa hyväksytyyn puhallusnäytteen, releiden kärjet sulkeutuvat kytkien näin avonaiset piirit jälleen toimintaan ja auto on mahdollista käynnistää. Toimivan kytKennän suunnittelu on käytännössä auton järjestelmien toiminta- ja kytKentäkaavioiden läpi käymistä. Niitä hyväksikäyttäen täytyy selvittää eri signaalien vaikutus ajoneuvon toimintaan ja luoda erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja toimivan ajoneston toteuttamiseksi.

7.2 Ratkaisuvaihtoehto 1

Ensimmäisessä ratkaisuvaihtoehdossa selvitetään mahdollisuutta estää jarruvalokatkaisijan signaali ohjainlaitteelle. Tällöin vaihteiston ohjainlaite ei saa tietoa jarrupolkimen painamisesta eikä D- tai R-vaihteen päälle kytkeminen ole mahdollista. Kuvassa 9 on esitetty jarruvalokatkaisimen S9/1 kytkentä RBS-ohjainlaitteeseen N30/6.

Jarruvalokatkaisimen (kuva 9, S9/1) napajärjestys on seuraava

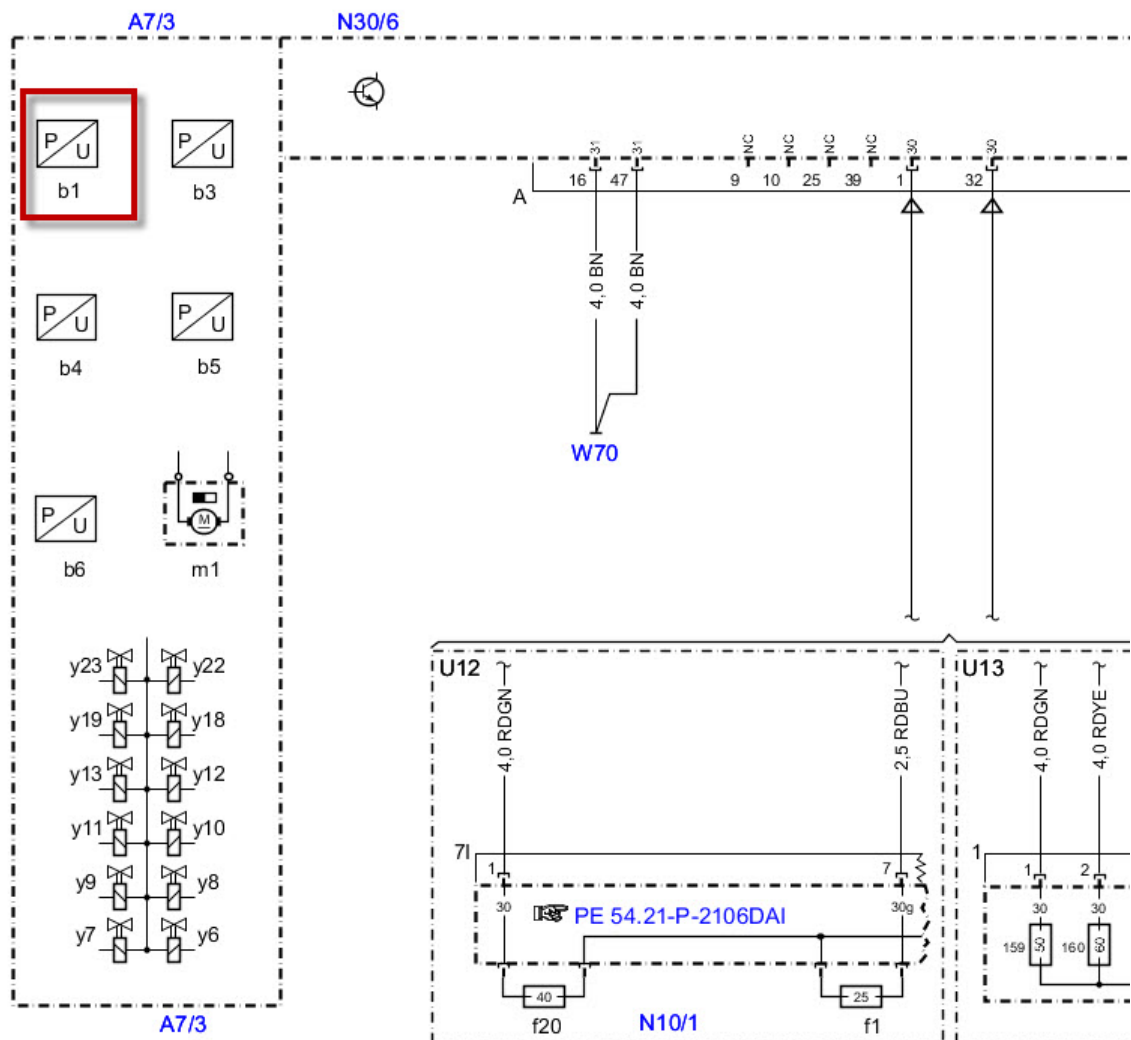
1. 12 V jännitesyöttö
2. Maadoitus RBS-ohjainlaitteen (kuva 11, N30/6) kautta
3. Signaalijohdin
4. Ei käytössä



Kuva 9. Kytkentäkaavio RBS-ohjainlaite [12, s. 4]

Jarruvalokatkaisimen signaali on 12 V:n jännite ohjainlaitteelle, kun jarrupoljinta painetaan, ja 0 V kun jarrupoljinta ei paineta. Signaalijohdin irrotettiin jarruvalokatkaisijan liittimestä, mutta tällä ei kuitenkaan ollut mitään vaikutusta auton vaihteenkytkeytymiseen. Tämä jarruvalokatkaisin ohjaa ainoastaan jarruvaloja regeneratiivista jarrutusta käytettäessä. Tällöin jarrupoljin on painettuna vain hyvin pienen liikematkan, eikä hydrauliset jarrut ole vielä aktivoituneet.

Vaihteen kytkemiseen tarvittava jarrupainetieto saadaan etuakselin jarrupainetunnistimelta (kuva 10, A7/3b1), joka on integroitu RBS-jarrujärjestelmän hydrauuliikkayksikköön. Hydrauuliikkayksikkö taas on integroitu RBS-ohjainlaitteeseen, joka välittää jarrupainetiedon eteenpäin alustan CAN-väylää pitkin. [13, s. 1.]



Kuva 10. Kytentäkaavio RBS-ohjainlaite [12,s.1]

Ainoa keino estää jarrupainetiedon välittyminen vaihteiston ohjainlaitteen on estää koko RBS-ohjainlaitteen toiminta. Tämä toteutettiin katkaisemalla RBS-ohjainlaitteen 30-virran sekä 87-virran syöttö poistamalla sulakkeet kyseisistä piireistä. Tällä saavutettiin tilanne, jossa vaihteiston ohjainlaite ei tunnista jarrupainetta eikä näin salli D- tai R-ajotilan valintaa ennen hyväksytyä puhallusta.

Kytkenän huonoja puolia ovat seuraavat:

- Moottori käynnistyy, lain kirjain ei siis täyty.
- Ohjainlaitteisiin tallentuu suuri määrä vikakoodeja.
- Dräger ohjainlaitteen vikatilanteessa RBS, ABS, ESP ja BAS järjestelmät lakkaavat toimimasta..

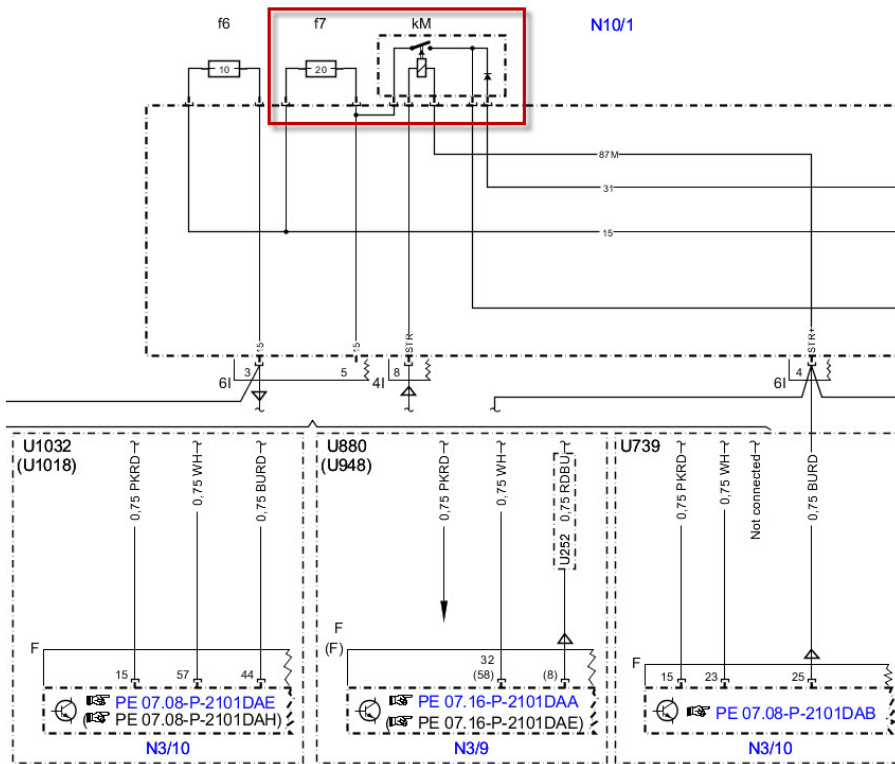
Kytkentä estää siis auton liikuttamisen ilman hyväksytyä puhallusnäytettä, mutta ei täytä mitään muita vaatimuksia eikä näin sovellu käytettäväksi.

7.3 Ratkaisuvaihtoehto 2

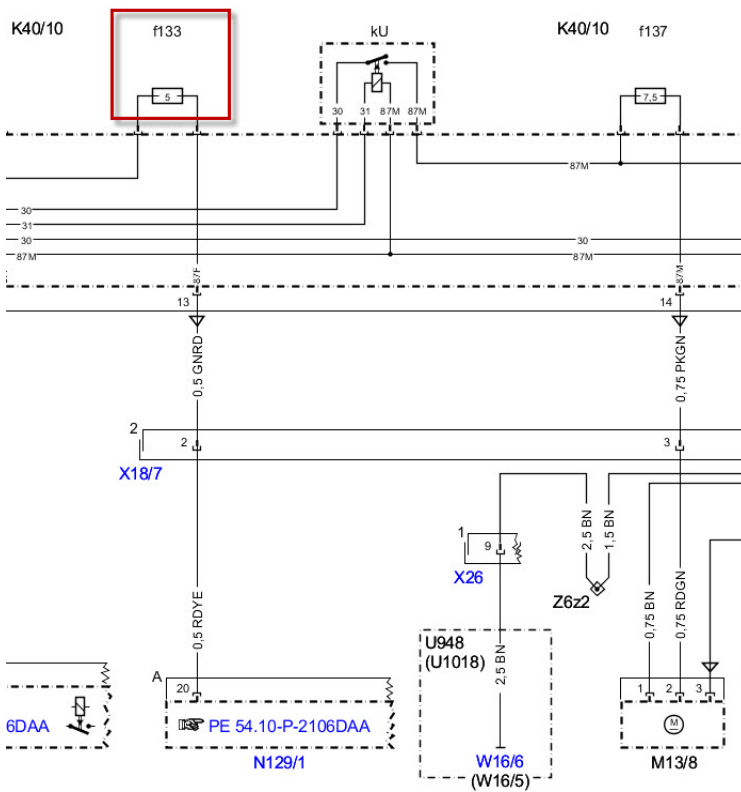
Toisessa ratkaisuvaihtoehdossa pyrittiin estämään polttomoottorin käynnistäminen estämällä 12 V:n käynnistinmoottorin toiminta sekä saattamalla tehoelektroniikan ohjainlaite häiriötilaan. Tällöin kaikki korkeajännitettä vaativat toiminnot, mukaan lukien polttomoottorin käynnistys, ovat pois käytöstä.

12 V:n käynnistinmoottorin toiminta estettiin katkaisemalla käynnistinmoottorin 50-virtapiirin releen (kuva 11. N10/1kM) jännitesyöttö irrottamalla sulake f7 (kuva 11, N10/1f7). Toinen katkaistava virtapiiri on tehoelektroniikan ohjainlaitteen (kuva 12, N129/1) 87-virtapiiri, joka katkaistiin poistamalla sulake f133 (kuva 12, K40/10f133).

Tämä kytkentä estää moottorin käynnistymisen ja auton liikuttamisen toivotulla tavalla, mutta simuloitaessa Dräger Interlock XT -ohjainlaitteen vikaa auto sammui joka kerta noin 2 min:n ajon jälkeen eikä lähde enää käyntiin. Kytkentä ei siis sovellu käytettäväksi, koska vikatilanteessa auto ei saa sammua itsestään, vaan vasta seuraavassa luonnollisessa moottorin sammutuksessa.



Kuva 11. Kytentäkaavio etu-SAM-ohjainlaite [15, s. 1]



Kuva 12. Kytentäkaavio Hybrid-järjestelmän sulake ja relersia [16, s. 2]

7.4 Ratkaisuvaihtoehto 3

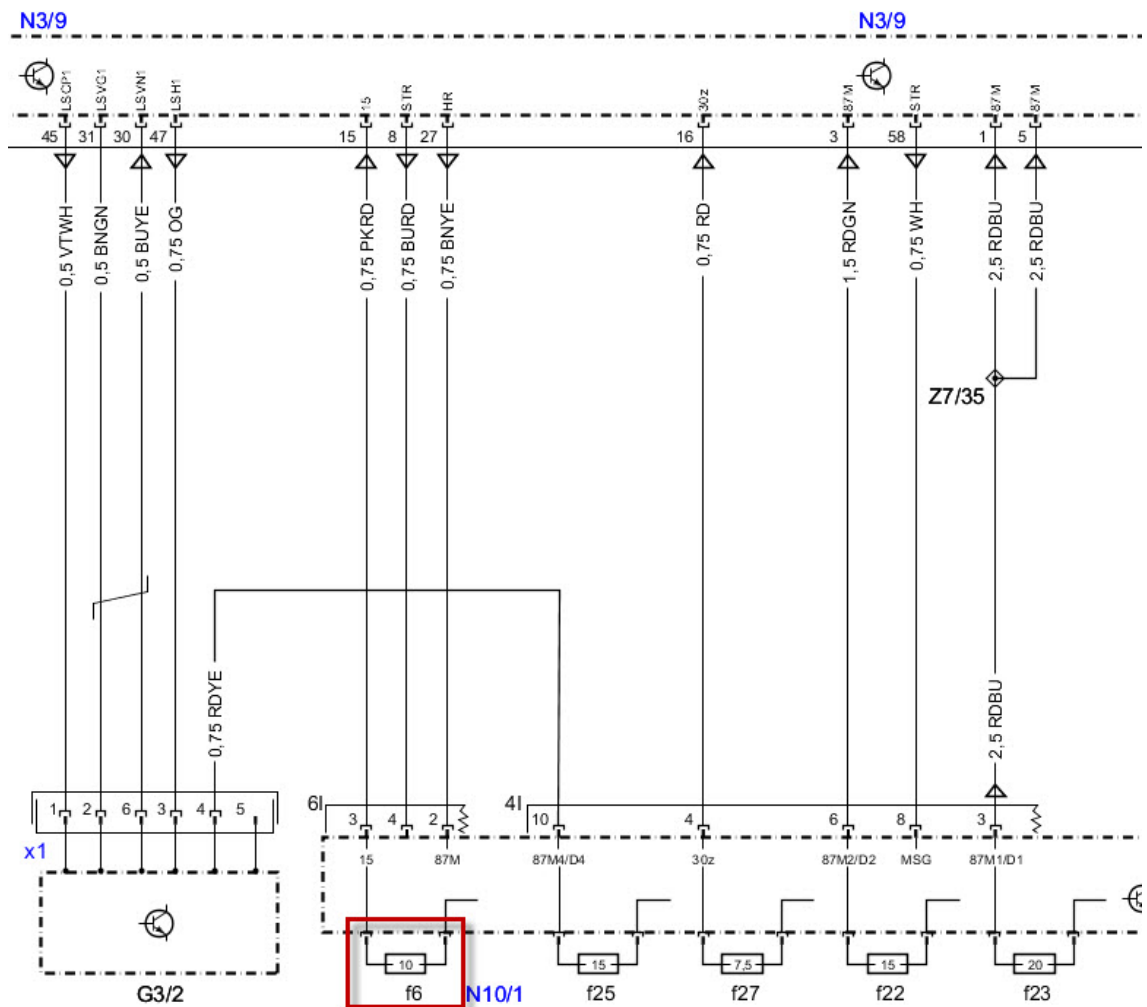
Tässä vaihtoehdossa tutkittiin mahdollisuutta estää polttomoottorin käynnistyminen poistamalla joku käynnistymisen kannalta tärkeä komponentti toiminnasta. Komponentin valintaa hankaloitti se, että mahdollisessa ajonaikana tapahtuvassa Dräger-ohjainlaitteen viassa moottori ei saa sammua tämän komponentin signaalin puuttumisen takia. Kampiakselin Hall-tunnistin ja Rail-korkeapaineen tunnistin olisivat sammuttaneet auton saman tien mahdollisessa vikatilanteessa, joten päädyttiin kokeilemaan Nokka-akselin Hall-pyörintänopeustunnistinta. Nokka-akselin asematiedon poistamalla moottorinohjainlaite ei tiedä mihin sylinteriin ruiskuttaa polttoainetta ja polttomoottorin käynnistyminen estyy. Mikäli signaali häviää ajon aikana, ei moottori sammu, koska ohjainlaitteella on jo muistissaan tieto meneillään olevasta käyntisyklistä.

Tämä kytkentä ei kuitenkaan osoittautunut testeissä toimivaksi, koska moottorinohjainlaite yrittää arvata mikä sylinteri on vuorossa ja ruiskuttaa polttoainetta sattumanvaraisesti sylintereihin. Moottori käynnistyykin arvaamalla useamman käynnistysyrityksen jälkeen. Mikäli tällä kytkennällä olisi saatu estettyä polttomoottorin käynnistyminen, olisi autoa kuitenkin voinut liikuttaa ympäristön olosuhteiden ja akkujen varaustilojen sallimassa sähkökäytöllä.

7.5 Ratkaisuvaihtoehto 4

E 300 Hybridin voimansiirron toiminnasta vastaa viime kädessä CDI-moottorinohjainlaite; se ohjaa niin polttomoottorin kuin sähkömoottorinkin toimintaa kuljettajan antamaan momenttitarpeen mukaisesti. Vaihtoehdossa numero 4 tutkittiin minkälainen vaikutus auton järjestelmiin on sillä, että moottorinohjainlaitteen toiminta estetään ennen hyväksytyä puhallusnäytettä. Lähtökohtaisesti oli tiedossa, että tämä estää tehokkaasti auton käynnistymisen, mutta vaarana on, että samalla aiheutetaan useita CAN-tiedonsiirtoon viittaavia vikakoodeja.

Käytännössä moottorinohjainlaitteen toiminta estettiin katkaisemalla moottorinohjainlaitteelle (kuva 13, N3/9) etu-SAM-ohjainlaitteelta (kuva. 13, N10/1) tuleva 15-virtapiiri irrottamalla sulake f6. Tämä estää moottorinohjainlaitteen toiminnan ja estää näin polttomoottorin käynnistämisen. Autoa ei myöskään voi liikuttaa sähkökäytöllä, koska moottorinohjainlaite ei välitä tietoa momentintarpeesta tehoelektroniikan ohjainlaitteelle.



Kuva 13. Kytentäkaavio CDI-ohjainlaite [16, s. 1]

Ennako-odotusten mukaisesti polttomoottori ei käynnisty eikä autoa pysty liikuttamaan sähkökäytöllä, ennen kuin Dräger-ohjainlaite kytkee 15-virtapiirin takaisin toimintaan ja herättää näin moottorinohjainlaitteen. Myös toinen ennako-odotus täyttyi: „Kaikkiin moottorinohjainlaitteen kanssa samaan CAN-väylään kytkettyihin ohjainlaitteisiin tallentui vikakoodi virheellisestä CAN-tiedonsiirrosta moottorinohjainlaitteen kanssa, sekä mittaristoon syttyi ABS- ja ESP-järjestelmien puutteelliseen toimintaan liittyvät häiriövalot. Tämä johtui puutteellisesta tiedonsiirrosta RBS- ja CDI-ohjainlaitteen välillä. Tämä kytkentä ei täytä päävaatimuksista kuin yhden, joten se ei sovellu käytettäväksi.

7.6 Ratkaisuvaihtoehto 5

Viides ratkaisuvaihtoehto täyttää kaikki kytkennälle asetetut vaatimukset, ja se valittiin käytettäväksi ratkaisuksi. Tarkka kytkentä esitellään salatussa liitteessä 1, koska asennusohjeen julkinen levittäminen tekisi laitteen ohittamisen suhteellisen helpoksi.

Kytkenän numero 5 hyviä ominaisuuksia ovat seuraavat:

- Moottori ei käynnisty, eikä auto liiku ennen hyväksytyä puhallusta.
- Mittaristossa ei pala mitään häiriövaloja.
- Dräger ohjainlaitteen vikatilanteessa ajoturvallisuus ei vaarannu millään tavalla.

Kytkenän huonoja ominaisuuksia taas ovat seuraavat:

- Dräger-ohjainlaitteen vikatilanteessa auton polttomoottori ei käynnisty enää, mikäli se oli sammuneena vian ilmenemishetkellä.
- Aiheuttaa normaalilla toiminnallaan yhteensä 3 vikakoodia moottorin- ja tehoelektronikan ohjainlaitteisiin.

Tämä kytkentä toteutettiin kokonaisuudessaan testiautoon, jota koeajettiin kymmenen päivän ajan, jotta voitiin varmistua sen käytännön toimivuudesta sekä siitä, ettei esiintyvien vikakoodien toistuvuus sytytä häiriövaloja mittaristoon. Koeajo sisälsi kaikki normaalit auton käyttötilanteet, ja koeajon perusteella kytkentä todettiin toimivaksi.

Koeajon aikana simuloitiin myös kaikki mahdolliset Dräger-ohjainlaitteen vikatilanteet katkaisemalla virtapiirit ajon aikana, eikä sen todettu vaikuttavan auton toimintaan negatiivisella tavalla, mikäli polttomoottori on käynnissä vian ilmenemishetkellä. Mikäli Dräger-ohjainlaitteen vika ilmenee juuri sellaisella hetkellä, jolloin polttomoottori ei ole käynnissä, ei polttomoottori käynnisty enää sen jälkeen. Tällainen toiminta on täysin normaalia kaikissa alkolukolla varustetuissa autoissa, joten kytkentää numero 5 ei hylätä tämän ominaisuuden takia.

8 Asennusohje

Toimivasta kytkennästä numero 5 (luku 7.6) tehtiin asennusohje (liite 1), jossa on kytkentäkaavio kytkennästä sekä vaihe vaiheelta kuvin ja selityksin ohjattu asennus. Ohje luovutettiin Dräger-alkolukkojen maahantuojaja Kaha Oy:n tekniselle osastolle sekä ohjetta ensi tilassa tarvitseville asennuspisteille helmikuun 2013 alussa. Ensimmäisten kuukausien seurannan perusteella Kaha Oy on edelleen välittänyt ohjetta sellaisenaan tekemättä siihen muutoksia.

Asennusohjeessa käsketään ilmoittamaan tehdystä asennuksesta Mercedes-Benz tuoteryhmän tekniselle osastolle, jotta jälkiasenteisesta laitteesta voidaan tehdä merkintä auton tietoihin. Tällöin maahantuojan teknisellä osastolla on vikatapauksessa välittömästi tiedossaan että autoon on asennettu laite joka voi aiheuttaa tietynlaista häiriötä auton omiin järjestelmiin. Tämä merkintä helpottaa myös takuuosaston työtä tapauksissa joissa tehtaalle täytyy lähettää järjestelmätesterin pikatestiprotokolla. Tällöin voidaan virallisesti esittää että toimivankin alkolukkokytkennän aiheuttamat vikakoodit ovat maahantuojan tiedossa eivätkä ne liity kyseisen takuuanomuksen vikaan.

9 Ajoneuvon palauttaminen alkuperäiseen kuntoon

Alkolukon kytkentä E 300 Hybridiin vaatii muutoksia auton johtosarjoihin ja on erittäin tärkeää, että laitetta poistettaessa johtosarjat palautetaan normaaliin kuntoonsa auton valmistajan ohjeita noudattaen. On myös mahdollista, että alkolukon irroittaa sellainen liike, jolla ei ole kokemusta E 300 Hybridin alkolukkoasennuksesta, eikä näin tietoa liitosten fyysisistä sijainneista. Tällaisia tilanteita varten tässä insinööriyössä tehtiin myös ohjeet alkolukon poistamiselle autosta (liite 2). Ohjeet on luovutettu asennusohjeen tapaan Dräger-alkolukkojen maahantuojalle, joka voi välittää ne edelleen valtuutamilleen asennusliikkeille. Poistamisohjeet eivät ole julkisessa levityksessä tämän insinööriyön liitteenä, koska niiden avulla on mahdollista väärinkäyttää alkolukolla varustettua autoa.

10 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli kehittää toimiva kytkentä, jolla Dräger Interlock XT -alkolukko voidaan asentaa Mercedes-Benz E 300 BlueTEC Hybridiin. Työn aluksi perehdyttiin auton erityispiirteisiin sekä selvitettiin suomen lain-, auton maahantuojan- ja käyttäjän vaatimukset alkolukon toiminnalle.

Vaihtoehtoisia kytkentöjä testaamalla kehitettiin kaikki vaatimukset täyttävä kytkentä, josta tehtiin asennusohje. Ohje luovutettiin Dräger-alkolukkoja maahantuovan Kaha Oy:n käyttöön, joka on välittänyt ohjeen edelleen valtuuttamilleen asennuspisteille. Työssä valmistauduttiin myös tulevaisuuteen tekemällä ohjeet alkolukkokytkennän purkamiselle. Kytkennässä joudutaan tekemään liitoksia auton alkuperäiseen johtosarjaan, ja huonosti tehtyinä nämä liitokset voivat aiheuttaa monenlaista häiriötä auton toimintaan. Kokonaisvaltaisilla ohjeilla haluttiin minimoida mahdolliset jälkiasenteisesta laitteesta aiheutuvat seurannaisvahingot. Neljän kuukauden seurannan perusteella jo tehdyt asennukset ovat toimineet erinomaisesti.

Insinööriyön tekijä sekä työn tilaaja ovat tyytyväisiä saavutettuihin tuloksiin, ja kokonaisuudessaan insinööriyön voidaan sanoa onnistuneen hyvin, huolimatta kiireisestä aikataulusta. Haluan kiittää kaikkia työhön osallistuneita avustanne ja neuvoistanne, ilman niitä tämän insinööriyön tekeminen olisi ollut huomattavasti hankalampaa.

Lähteet

- 1 Nummela, Marja. 2012. Veho-konsernin organisaatiokaavio.
- 2 Veho konserni tutkimusraportit. 2008–2012. Rekisteröintiraportit.
- 3 Eskelinen, Pauli. 2013. Tuotepällikkö, Veho Group Oy Ab, Helsinki. Sähköposti 21.3.2013.
- 4 Dräger Interlock XT -asennusohje. 2013.
- 5 Veho Group Oy Ab. 2013. E-sarjan hinnasto.
- 6 System description of hybrid system. 2012. Daimler AG.
- 7 Mediapankki. 2012. Daimler AG.
- 8 Laki alkoholukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuksissa. 1110/2010.
- 9 Liikenne ja viestintäministeriön asetus alkoholukon käytöstä koulu- ja päivähoitokuljetuksissa. 405/2011.
- 10 Laki alkoholukon hyväksymisestä liikenteeseen. 1109/2010.
- 11 Rikoslaki. 1198/2002 . 23 luku 3§ Rattijuopumus.
- 12 Wiring diagram for RBS control unit. 2012. WIS/ASRA dokumentti PE42.22-P-2101-97DAA.
- 13 Electrical function schematic, key P. 2011. WIS/ASRA dokumentti PE27.19-P-2058-97DAD.
- 14 Wiring diagram for front-SAM control unit. 2012. WIS/ASRA dokumentti PE54.21-P-2106-97DAF.
- 15 Wiring diagram for Hybrid fuse and relay box. 2012. WIS/ASRA dokumentti PE54.15-P-2109-97DAA.
- 16 Wiring diagram for CDI control unit. 2012. WIS/ASRA dokumentti PE07.16-P-2101-97DAI.