

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikan insinööri (AMK)

2023

Ville Koskensalo

Sähkö- ja hybridautojen katsastus



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Auto- ja kuljetustekniikan insinööri (AMK)

Toukokuu 2023 | 27 sivua

Ville Koskensalo

Sähkö- ja hybridautojen katsastus

Tämän työn tavoitteena on selventää Traficomien Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteiden marraskuussa 2022 määäämiä uusia arvosteluperusteita sähkö- ja hybridautoille. Tavoitteena on myös parantaa katsastajan yleistä käsitystä sähkö- ja hybridautojen tekniikasta.

Työssä käsitellään Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteiden eri tarkastuskohteita korkeajännite merkinnöistä sähkö- ja hybridautojen latausjärjestelmiin. Työssä kerrotaan minkälaisia arviointeja Traficom haluaa tehdä eri vioista ja kohtia, kuten säännöstenvastainen avataan tarkemmin tarkentamalla mitä sähkö- ja hybridautojen E-säännössä määrätään. Työssä myös ohjeistetaan sähkö- ja hybridautojen nostossa.

Työn tavoitteeseen päästiin ja ohjeistusta sähkö- ja hybridautojen katsastuksesta saatiin tehtyä.

Asiasanat:

Katsastus, Sähköautot, Hybridautot

Bachelor's / Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Automotive and Transportation Engineering

May 2023 | 27 pages

Ville Koskensalo

Inspection of electric- and hybrid vehicles

The aim of this work is to clarify the new criteria for electric- and hybrid vehicles imposed by Traficom's Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet in 2022. The aim is also to improve inspection engineer's general understanding of electric- and hybrid vehicle technology.

The work deals with the various inspection targets for the criteria for periodic vehicle inspection, from high-voltage markings to charging systems for electric- and hybrid cars. The work describes what kind of assessments Traficom wants to make of various faults. The work also explains how non-compliant inspection criteria should be made from E-regulation. The work also provides guidance on the lifting of electric- and hybrid cars.

The goal of the work was achieved and guidance on the inspection of electric- and hybrid cars was completed.

Keywords:

Inspection, Electric cars, Hybrid cars

Sisältö

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Käytetyt lyhenteet tai sanasto | 6 |
| 1 Johdanto | 7 |
| 2 Toimeksiantaja | 8 |
| 3 Arvosteluperusteet | 9 |
| 3.1 Sähkölaitteiden merkinnät | 9 |
| 3.2 Regeneratiivinen jarrujärjestelmä | 10 |
| 3.3 Matalajännitysjohto | 12 |
| 3.4 Sähköinen voimalaite | 13 |
| 3.5 Akut | 14 |
| 3.6 Hallintajärjestelmät | 15 |
| 3.7 Elektroniset muuttajat | 17 |
| 3.8 Sähkösäädin | 19 |
| 3.9 Apuvoimalaitteet | 21 |
| 3.10 Ilmaisimet | 22 |
| 3.11 Latausjärjestelmät | 23 |
| 4 Nostokohdat | 25 |
| 5 Lopuksi | 26 |
| Lähteet | 27 |

Kuvat

| | |
|---|----|
| Kuva 1. A-Katsastuksen logo | 8 |
| Kuva 2. Korkeajännite vaaramerkintä | 9 |
| Kuva 3. Audin Dakar auton regeneratiivinen jarrujärjestelmä | 11 |

| | |
|---|----|
| Kuva 4. Nissan Leafin sähkötehosteinen jarrutehostin | 12 |
| Kuva 5. REESS-järjestelmän terminologiaa..... | 13 |
| Kuva 6. Porsche Taycanin ajoakkuja ja niiden virtapiirejä | 14 |
| Kuva 7. Mercedes-Benz EQS mittaristoa, jossa näkyy akun tämänhetkinen lataus ja jäljellä oleva toimintamatka..... | 16 |
| Kuva 8. Ilmoitus akun toimintahäiriöstä..... | 17 |
| Kuva 9. Audi RS e-tron GT:n kaksivaihteinen vaihdelaatikko | 18 |
| Kuva 10. Audi RS e-tron GT:n taka-akseli. | 19 |
| Kuva 11. Hyundai Ioniq 5:n etu- ja takamoottorit | 20 |
| Kuva 12. Tesla model 3:n ilmastointi- ja lämpöpumppu-järjestelmä | 21 |
| Kuva 13. Volkswagen ID.4:n mittaristo, jossa oikeassa reunassa on ajosuunnan ilmaisin..... | 22 |
| Kuva 14. Tesla Model S:n sisäinen latausjärjestelmä..... | 23 |
| Kuva 15. Tesla Model 3:n nostokohdat..... | 25 |

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

| | |
|-------|--|
| REESS | Rechargeable Electrical Energy Storage System (E-sääntö n.100 2022.) |
| BMS | Battery management system (Bosch 2018.) |

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on A-Katsastus Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, minkälaisia muutoksia sähköautojen yleistyminen aiheuttaa perinteiselle katsastustapahtumalle ja parantaa katsastajien tietämystä sähköautoista. Pohjana käytän marraskuussa 2022 Traficomien julkaisemaa katsastuksen arvosteluperusteita.

Päädyin aiheesta tekemään opinnäytetyötä, koska minua kiinnosti uusien Määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteiden sähkö- ja hybridautoille annetut muutokset muokkaavat perinteistä katsastusprosessia. Muutkin sähköautojen tuomat muutokset ja haasteet kiinnostavat minua. Esimerkiksi sähköautoja pohjasta nostaessa pitää olla erittäin tarkkana mistä autoa voidaan nostaa. Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteiden sähkö- ja hybridautojen tarkastuskohteita on hyvä selvittää, sillä vanhemmat katsastajat eivät välttämättä ole tekniikan aallonharjalla, mutta myös Traficomien käyttämä viranomaiskieli saattaa aiheuttaa päänvaivaa nuoremmallekin katsastajalle. Arvosteluperusteissa käytetään myös termiä säännöstenvastainen, mikä katsastajalle, joka ei sähköautojen E-sääntöjä muista ulkoa, ei katsastusta tehdessä välttämättä kerro asiasta tarkemmin.

2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii A-Katsastus Oy. A-katsastus Oy muodostaa yhdessä Ajovarma Oy:n kanssa A-Katsastus Groupin. A-Katsastuksen toiminta alkoi 1900-luvun alussa, kun Suomen autokanta oli tarpeeksi suuri, jotta katsastustoiminta oli järkevää aloittaa. Suomessa katsastus tuli pakolliseksi vuonna 1922. Vuonna 1968 katsastustoiminta Suomessa liitettiin Autorekisterikeskuksen alaisuuteen ja nimi muuttui Suomen Autokatsastus Oy:ksi. 1990-luvulla katsastus Suomessa mullistui, kun 1994 katsastustoiminta avattiin kilpailulle ja Suomen Autokatsastus Oy yhtiöitettiin valtionyhtiöksi. Valtio myi osuutensa yhtiöstä vuonna 2003 ja yhtiön nimi muutettiin A-Katsastus Oy:ksi. (A-Katsastus Oy 2023.)



Kuva 1. A-Katsastuksen logo

A-Katsastuksella on noin 150 katsastuskonttoria ympäri Suomen ja näissä työskentelee 900 työntekijää. Vuodessa A-Katsastuksen konttoreilla tehdään määräaikaikatsastuksia 650 000 kappaletta. A-Katsastus Groupin liikevaihto oli vuonna 2021 67 miljoonaa €. (A-Katsastus Oy 2021.)

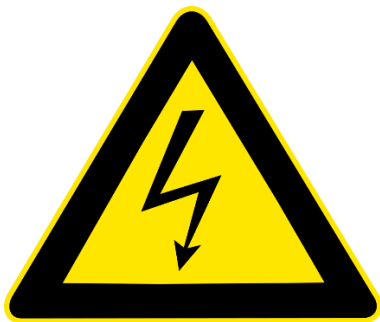
3 Arvosteluperusteet

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin antamassa määräyksessä: Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet antaa katsastajille määreet, joiden sisällä toimia katsastettaessa autoja. Määräyksessä tarkennetaan mitä tarkastuskohteita autojen määräaikaikatsastuksessa on ja minkälaisia katsastuspäätöksiä tulisi tehdä erinäisien vikojen mukaan. Arvosteluperusteissa sovelletaan ajoneuvolakia ja EU:n katsastusdirektiiviä 2014/45/EU. Sähkö- ja hybridautojen arvosteluperusteissa säädetään myös E-sääntö n.100, jossa säännöstellään sähkö- ja hybridautojen tieliikennekelpoisuutta. (Traficom 2022.)

2022 marraskuussa julkaistussa uusissa Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteissa uutena osana on sähkö- ja hybridautojen tarkastuskohteet. Uusia tarkastuskohteita ovat muun muassa sähkö- ja hybridautojen ajomoottorit ja korkeajännite akut, sekä muut sähkö- ja hybridautoissa käytettävät laitteistot. (Traficom 2022.)

3.1 Sähkölaitteiden merkinnät

Sähkölaitteiden merkinnöillä tarkoitetaan korkeajännitteisistä komponenteista varoittavista merkinnöistä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tarrat, jotka ovat liimattu eri komponentteihin ja sähköjärjestelmän jäähdytysjärjestelmän sinetti. Jos korkeajännitekomponenttien johtosarjoja kulkee korkeajännite komponenteille tarkoitetun kotelon ulkopuolella, pitää ne olla merkattu oransilla suojalla. (E-sääntö n.100 2022.)



Kuva 2. Korkeajännite vaaramerkintä

Arvosteluperusteissa määrätään tarkistamaan silmämääräisesti ”sähköisen vaaramerkinnän olemassaolo”. Mahdolliseksi viaksi annetaan: puuttuu tai sitä ei löydy, puutteellinen tai lukukelvoton ja säännöstenvastainen. (Traficom 2022.)

Puuttuu tai sitä ei löydy tarkoittaa yleisen vaaramerkinnän puuttumista, tai korkeajännitteisten akkujen jäähdytysjärjestelmän sinettiä. Myös korkeajännitejohtojen oranssin suojan puuttuminen aiheuttaisi katsastuksessa hylätyn. Yleisen

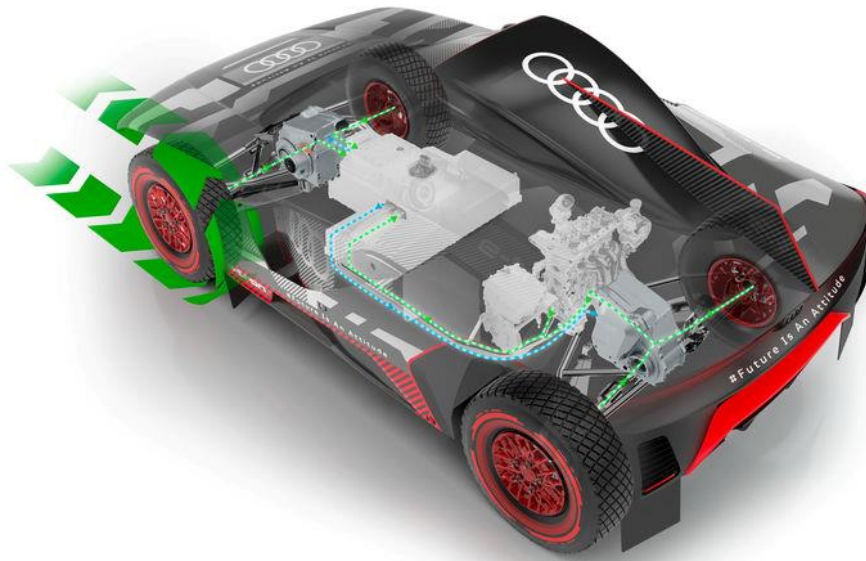
vaaramerkinnän puuttuminen on katsastajan vaikea huomata, jollei katsastaja ole hyvin tietoinen auton mallista tai sähkökomponenttien sijainnista.

Puutteellinen tai lukukelvoton tarkoittaa vaaramerkinnän vaurioitumista tai korkeajännite akkujen jäähdytysjärjestelmän sinetin vaurioitumista. Korkeajännite akkujen jäähdytysjärjestelmä voisi vaurioitua, kun siihen on tehty korjauksia sellaiset mekaanikot, joilla ei ole oikeuksia tai tietämystä niitä korjata. Korkeajännitejohtojen oranssin suojan vaurioituminenkin aiheuttaa hylätyn katsastuksessa. Katsastajalle on helpompaa huomata vaurioitunut merkintä kuin puuttuva merkintä, joten vaurioituneita merkintöjä tullaan merkitsemään enemmän.

Säännöstenvastainen vika olisi esimerkiksi merkitsemätön avonainen johdin tai jokin laite, josta voi saada sähköiskun. Autovalmistajat ovat tehneet sähköjärjestelmistä sellaisia, että niihin ei pitäisi jäädä sähköiskun aiheuttavia komponentteja esille. Mutta jos sähkö- ja hybridi-autojen sähkölaitteista tietämätön on korjannut tai huoltanut autoa itse ja ei ole koonnut autoa oikeaoppisesti ja jättänyt vaarallisia komponentteja esille, aiheuttaa tämä katsastuksessa hylätyn ja on auto korjattava alkuperäiseen kuntoon suojineen. (E-sääntö n.100 2022.)

3.2 Regeneratiivinen jarrujärjestelmä

Regeneratiivinen jarrujärjestelmä kerää energiaa takaisin korkeajännite akustoon. Akkuja lataa auton sähkömoottorit moottorijarrutuksen aikana. Sähköautoissa on myös suosioon noussut one pedal driving-ajotilat, eli yhden polkimen ajotilat. Yhden polkimen ajotilassa regeneratiivinen jarrutus on hyvin aggressiivinen ja tällöin ei ole tarvetta käyttää auton perinteisiä jarruja ja niiden poljinta. Sähkö- ja hybridi-autoissa on usein valitsin, jolla voi hallita regeneratiivisen jarrujärjestelmän aggressiivisuutta. Jos auto on juuri ladattu ja auton akusto on vielä täyteen ladattuna, ei regeneratiivinen jarrujärjestelmä toimi, koska täysiä akkuja ei voi ladata lisää. Sähkö- ja hybridi-autoista on tärkeää tarkastaa jarrujen kunto tarkkaan, sillä niitä ei välttämättä olla käytetty paljoa ja hätätilanteissa ne voivat olla tehottomat. (Bosch 2018.)



Kuva 3. Audin Dakar auton regeneratiivinen jarrujärjestelmä

Regeneratiivisen jarrujärjestelmän viaksi annetaan: komponentit puuttuvat, ovat vahingoittuneet tai syöpyneet, varoituslaite toimii virheellisesti ja varoituslaite osoittaa järjestelmän toimintahäiriön. Tarkastus tehdään silmämääräisesti. Jos ajoneuvosta löytyy tällaisia vikoja, tulee ajoneuvolle antaa katsastuspäätökseksi hylätty. (Traficom 2022.)

Komponentit puuttuvat, ovat vahingoittuneet tai syöpyneet viat aiheutuvat ajoneuvon sähkömoottoreille, sillä regeneratiivinen jarrutus käyttää samaa järjestelmää kuin ajoneuvon ajomoottorit. Komponenttien puuttuminen tarkoittaisi, että autosta puuttuisi jokin kriittinen auton ajamiseen liittyvä komponentti, kuten ajomoottori. Vahingoittuneet tai syöpyneet komponentit on helpompia huomata ja arvioida, kuin puuttuvat komponentit. Vahingoittuneet komponentit tarkoittavat ajoneuvon sähkömoottorien vaurioita. Esimerkiksi vauriot ajomoottorin koteloon tai sen kiinnitykseen aiheuttaa hylkäyksen katsastuksessa. Syöpyneet komponentit tarkoittavat ajomoottorin tai sen apujärjestelmien koteloiden ruostevauriot tai maadoituksen tai muun johdinten syöpymistä. (E-sääntö n.100 2022.)

Varoituslaitteesta aiheutuvat viat ilmoittavat ajoneuvon ajotietojärjestelmä. Ajotietojärjestelmään tulee ajoneuvon aktiiviseen ajotilaan laitettaessa ilmoitus ajojärjestelmien valmiina olosta. Jos ilmoitusta ei tule tai aktiivinen ajotila ei kytkeydy päälle, on järjestelmässä jonkinlainen vikatila, joka aiheuttaa katsastuksessa hylätyn. Jos ajotietojärjestelmä ilmoittaa viasta, mutta aktiivinen ajotila kytkeytyy päälle, on vikatila silti katsastuksessa hylkäyksen aiheuttava vika. (E-sääntö n.100 2022.)

3.3 Matalajännitysjohto

Sähköautoissa ei ole polttomoottoriautojen tapaan moniurahihnalla toimivaa apulaitteistoa, jolla avustetaan auton käyttöön liittyviä tarpeellisia ominaisuuksia. Tällaisia laitteita ovat ohjaustehostin, ilmastointi, jäähdytyksen vesipumppu ja matalajännitejärjestelmän akun laturi ja sähkömekaaninen jarrutehostin. Sähköautoissa nämä laitteet on korvattu sähköisillä versioilla, jotka saavat voimansa matalajännite akusta. Vaikka sähköautoissa ei tarvitakaan yhtä tehokasta jäähdytystä kuin polttomoottoreissa moottoria jäähdytetään, pitää sähkömoottoreitakin jäähdyttää, joko vesijäähdytteisesti tai ilmajäähdytteisesti. Myös sähkö- ja hybridi-autojen korkeajännite akkuja pitää jäähdyttää joissakin tilanteissa, jotta ne pysyisivät optimi toiminta-alueella. (Bosch 2018.)



Kuva 4. Nissan Leafin sähkötehostein jarrutehostin

Traficom määrää arvosteluperusteissa tekemään silmämääräisen tarkastuksen auton alle ja myös tarvittaessa moottoritilaan (konepellin alle). Viaksi matalajännitejohtoksissa Traficom antaa: johdotus koskettaa kuumenevia osia, pyöriviä osia tai maata, jarrutukseen tai ohjaukseen liittyvien osien liittimet irti/vaurioituneet, välitön palovaara, kipinöiden muodostuminen, kiinnitys puutteellinen, kiinnitys puutteellinen tai johdotus vaurioitunut niin että oikosulkuvaara ja johdotus vaurioitunut. (Traficom 2022.)

Viasta johdotus koskettaa kuumenevia osia, pyöriviä osia tai maata Traficom määrää antamaan katsastuspäätökseksi ajokiellon. Jos matalajännitejohto koskettaa kuumia tai pyöriviä osia tai maata voi autolle aiheutua suuri palovaara tai muunlainen vakava onnettomuus, jos jokin auton laite lakkaa toimimasta. (EU Direktiivi 2014/45/EU 2014.)

Auto on myös asetettava ajokieltoon, jos sähköauton jarrutukseen tai ohjaukseen liittyvien osien liittimet irti/vaurioituneet. Jos auton ohjaukseen tai jarrutukseen tulee häiriöitä, on kolarivaara erittäin korkea. (EU Direktiivi 2014/45/EU 2014.)

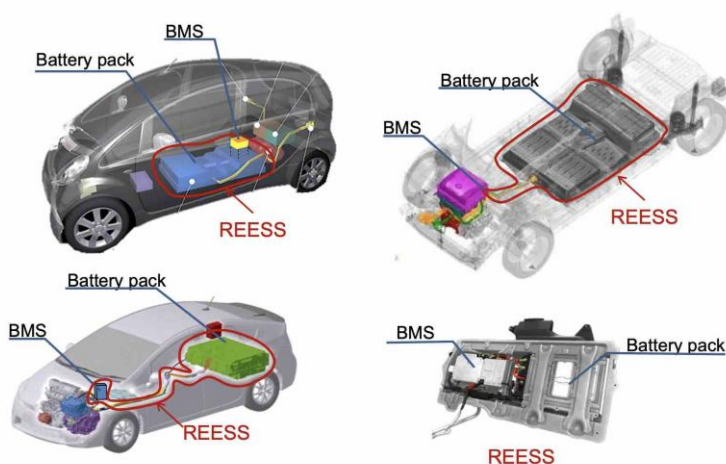
Matalajännitejohdotuksen viimeinen ajokieltoon johtava vika on välitön palovaara, kipinöiden muodostuminen, kiinnitys puutteellinen. Jos sähköauton jollakin sähköisellä apulaitteella on putoamisvaara johonkin missä on välitön palovaara tai apulaitteet alkavat kipinöimään muihin komponentteihin koskiessa. Jos sähköisillä apulaitteilla on mahdollisuus irrota tai heilua, mutta palovaaraa ei ole eikä kipinöitä muodostu, tulee katsastuspäätökseksi antaa autolle hyläty. (EU Direktiivi 2014/45/EU 2014.)

Jos sähkö- ja hybridi-auton matalajännitejohdotus on vaurioitunut, tulee autolle antaa katsastuksessa korjauskehoitus. Johdotuksen vaurioituminen katsotaan olevan pienempi vika. Mutta jos vaurioitunut johto voi aiheuttaa palovaaraa, kipinöintiä tai oikosulkuvaaraa pitää se joko arvioida hylätyksi tai ajoneuvo on asetettava ajokieltoon. (EU Direktiivi 2014/45/EU 2014.)

3.4 Sähköinen voimalaite

Sähköisellä voimalaitella tarkoitetaan sähkö- ja hybridi-autojen ajomoottoreita ja niiden käyttöön liittyvää virtapiiriä. Joissain tapauksissa virtapiiri saattaa sisältää REESS-järjestelmän, sähköenergian muunnosjärjestelmän, muuttajat, liittyvät johdinsarjat ja liittimet ja REESS-järjestelmän lataamisessa käytettävän kytkentäjärjestelmän. REESS-järjestelmä sisältää uudelleen ladattavan akuston ja johtimet, jotka vievät sähköenergian akustosta auton ajomoottoreille. (E-sääntö n.100 2022.)

Terminology related to REESS



* Components of REESS may be distributed in different part of the vehicles.

Kuva 5. REESS-järjestelmän terminologiaa

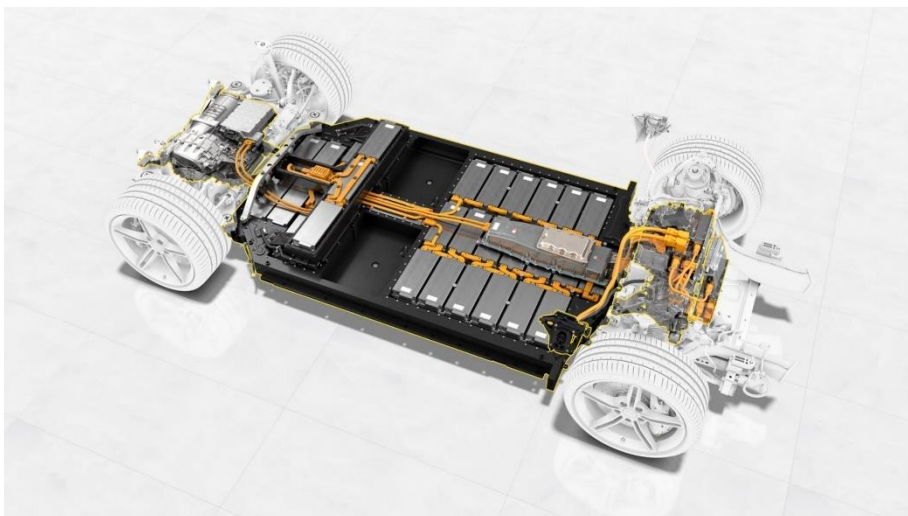
Traficom in arvosteluperusteissa tarkastus määrätään tehdä silmämääräisesti auton alapuolelta, sekä auton moottoritilasta. Viaksi Traficom kertoo vain

säännöstenvastaisuuden, joka tarkastetaan sähköautojen E-säännöstä n.100. (Traficom 2022.)

Jos katsastuksessa huomataan autossa jotain säännöstenvastaista, tulee autolle antaa katsastuspäätökseksi hylätty. Sähkö- ja hybridi-auton sähköisissä voimalaitteissa ei saa ilmetä palovaarallista lämpiämistä, repeämiä, ilman purkausta, jolla estetään akun kennoissa, REESS-järjestelmässä tai REESS-osajärjestelmässä tai elektrolyyttiaineen vuoto akustosta. Elektrolyyttiaineen vuotoa varten ei saa purkaa autoa mitenkään, mutta katsastuksessa ei saakaan tehdä muutoksia katsastettavalle ajoneuvolle. (E-sääntö n.100 2022.)

3.5 Akut

Sähkö- ja hybridi-autojen akut ovat korkeajännitteisiä akkukokonaisuuksia, joissa on useita akkukennoja sarjaan kytkettynä, joista kootaan isompi kokonaisuus, jota kutsutaan akkupaketiksi. Sähkö- ja hybridi-autojen korkeajänniteakut ovat yleensä litiumioniakkuja, mutta akkuteknologian kehittyessä tämäkin voi muuttua. Sähköautoissa korkeajänniteakut ovat yleensä sijoitettu auton pohjaan mahdollisimman matalalle, jotta auton painopiste pysyisi mahdollisimman alhaalla ja auton ajominaisuudet pysyisivät hyvänä. Hybridi-autoissa ajoakut on yleensä sijoitettu auton takakontin alle, niin sanottuun varapyöräkoteloon. Ajoakut ovat hyvin suojattuja iskuilta, mutta akkujen suojatkaan eivät saa kokea suuria vaurioita. (Bosch 2018.)



Kuva 6. Porsche Taycanin ajoakkuja ja niiden virtapiirejä

Ajoneuvojen arvosteluperusteissa annetaan sähkö- ja hybridiakuille viisi ajokiellon aiheuttavaa vikaa ja neljä hylkäyksen aiheuttavaa vikaa. Ajokiellon aiheuttavat viat ovat: Välitön putoamis-, palo-, oiko-, sulku- tai kiilautumisvaara, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit, joilla on välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, vuoto, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara ja vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys, josta on välitön putoamis-, oikosulku tai kiilautumisvaara. Hylkäyksen taas katsastuksessa

aiheuttaa: kiinnitys puutteellinen, vaurioitunut tai siirtynyt, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit, suojat eivät ole paikallaan tai vahingoittuneet ja sähköeristys vaurioitunut tai heikentynyt. (Traficom 2022.)

Katsastuksessa ajokiellon aiheuttavat viat sähkö- ja hybridautojen akuissa ovat kaikki mahdollisia, jos auton ajoakku on saanut jonkun kovan iskun tai ajoakun kotelon suunnittelussa on tullut virhe ja akusto ja sen kotelo altistuu korroosiolle. Jos auton ajoakusta vuotaa elektrolyyttiainetta aiheuttaa se myös katsastuksessa ajokiellon, sillä jos elektrolyyttiainetta vuotaa akusta, on akkuun kohdistunut muitakin vaurioita ja siinä voi piillä joko palo- tai oikosulkuvaara. (E-sääntö n.100 2022.)

Hylkäyksen taas auton ajoakuissa aiheuttaa vauriot akuille, niiden koteloidille ja sähköeristeille. Jos auton akulle on tehty korjaustöitä, voi akuston kiinnitys olla jäänyt löysälle ja siten akuston kiinnitys on puutteellinen ja auto on hylättävä katsastuksessa. (E-sääntö n.100 2022.) Akustojen kotelot antavat myös sähkö- ja hybridautojen akuille maadoituspuutteen. Täten on hyvin tärkeää, ettei akkujen kotelot olisi vaurioituneet, sillä niillä on tärkeä osa auton akkupakkauksen toiminnassa. (Bosch 2018.)

3.6 Hallintajärjestelmät

Sähkö- ja hybridauton hallintajärjestelmillä tarkoitetaan ominaisuuksia, jotka tarkkailevat ja säätelevät akun toimintaa ja kaikki niiden toimintaan liittyvät komponentit ja johdotus. Tällaisia ovat muun muassa akun jäljellä lataus, ilmoitus akkujen lataamisesta ja akun toimintalämpötila. Jokaisessa autossa ei välttämättä ole kaikkia ominaisuuksia ja osassa vain osittain. Esimerkiksi jossain autoissa akun lämpötilasta tulee ilmoitus vain, jos akut ovat liian kylmiä tai liian kuumia. Ilmoitus akun lämpötilasta ovat erittäin tärkeitä, sillä jos akku lämpenee liikaa voi akkukennoihin tulla vaurioita ja jopa palovaara. Taas kylmä lämpötila heikentää akun käytettävää toimintamatkaa. Akun jäljellä oleva lataus on taas tärkeä auton omistajalle matkaansa suunnitellessa. (Bosch 2018.)



Kuva 7. Mercedes-Benz EQS mittaristoa, jossa näkyy akun tämänhetkinen lataus ja jäljellä oleva toimintamatka

Arvosteluperusteissa Traficom on määrännyt sähkö- ja hybridautoille hallintajärjestelmistä kaksi ajokieltoon johtavaa vikaa ja viisi hylkäykseen johtavaa vikaa. Ajokieltoon johtavat viat ovat: välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara ja varoituslaite osoittaa kriittisen järjestelmän toimintahäiriön. Hylkäysvikoja taas ovat: säännöstenvastainen, komponentit puuttuvat tai ovat vaurioituneet, varoituslaitteen toimintahäiriö, varoituslaite osoittaa järjestelmän toimintahäiriön ja REESS-ilmanvaihto- / jäähdytysjärjestelmän toiminta on häiriintynyt, esim. tuuletusaukkojen, kanavien, letkujen tukkeutuminen tai nestevuoto. (Traficom 2022.)

Hallintajärjestelmän putoamis-, oikosulku- ja kiilautumisvaaralla tarkoitetaan akkujen komponentteja ja sensoreita, eikä niinkään varoituslaitetta auton hytin sisällä. Sähkö- ja hybridautojen akkuja säätelee BMS, joka sijaitsee yleensä akkujen päällä tai ensimmäisessä akkukerroksessa. Kun akkujen hallintalaite osoittaa kriittisen toimintahäiriön syttyy auton kojelautaan tai muuhun näyttöön ilmoitus akkujen hallintajärjestelmän toimintavirheestä. (Bosch 2018.)



Kuva 8. Ilmoitus akun toimintahäiriöstä.

Sähkö- ja hybridautojen hallintajärjestelmässä varoituslaitteiden ei kriittiset häiriöt on katsastuksessa arvioitava hylkäykseksi. Kriittisen hallintalaitteiden vian takia autolla ei pitäisi saada ajaa enää ja auton varoituslaite ilmoituksessaan ilmoittaa onko vika kriittinen vai ei. Jos auton ilmoituksessa ei mainita kriittisyydestä, ei autoa tarvitse määrätä ajokieltoon, vaan auto hylätään. (E-sääntö n.100 2022.)

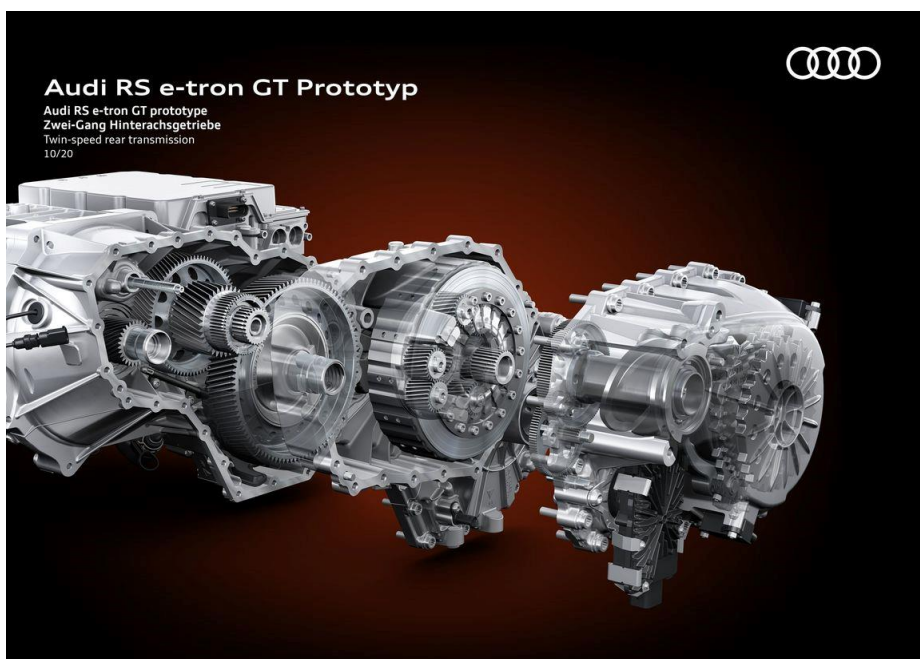
Jos auton REESS-järjestelmän ajoakkujen huuhotus-, jäähdytysputkisto tai tuuletusaukko on tukkeutunut, pitää auto hylätä katsastuksessa. Auton hallintajärjestelmän varoituslaittekin ilmoittaa, jos auton akuston lämpötila on noussut liian korkeaksi. Kun auton varoituslaite ilmoittaa kohonneesta lämpötilasta akustossa, kannattaisi tarkistaa auton ajoakkujen eri ilmanvaihtojärjestelmät tukkeutumisien varalta. (E-sääntö n.100 2022.)

Sähkö- ja hybridautojen e-säännöissä määritellään hallintajärjestelmän säännöstenvastaisuutta. E-säännöissä määrätään, esimerkiksi hallintajärjestelmien varoituslaitteen varoitusvalojen on oltava tarpeeksi kirkkaat, että ne voisi nähdä yöllä sekä päivällä. E-säännöissä määrätään myös, että auton on ilmoitettava, kun auton REESS-järjestelmän ajoakun lataus alkaa olla vaarallisen alhainen ja tämäkin ilmoitus tulee näkyä selvästi yöllä ja päivällä. (E-sääntö n.100 2022.)

3.7 Elektroniset muuttajat

Elektronisella muuttajalla tarkoitetaan komponentteja, jotka ohjaavat auton ajosuuntaa ja joissakin automalleissa vaihteen vaihtoa, sekä näiden komponenttien johtosarjoja ja niiden liittimiä. Hybridautoissa auton voimansiirron komponentit riippuvat siitä, kuinka auton sähkömoottori, ajoakut ja polttomoottori ovat kytkettyjä toisiinsa. Nämä komponentit voivat olla kytkettynä joko sarjaan tai rinnan. Kun sähkö- ja polttomoottori

on kytkettynä rinnan, toimivat moottorit yhteistyössä auton liikuttamisessa. Tällöin sähkömoottori käyttää polttomoottorin kanssa samoja voimansiirron komponentteja. Kun sähkö- ja polttomoottori on kytketty sarjaan, toimii polttomoottori generaattorina, joka lataa auton ajoakkuja. Polttomoottori toimii toimintamatkan pidentäjänä. (Bosch 2018.)

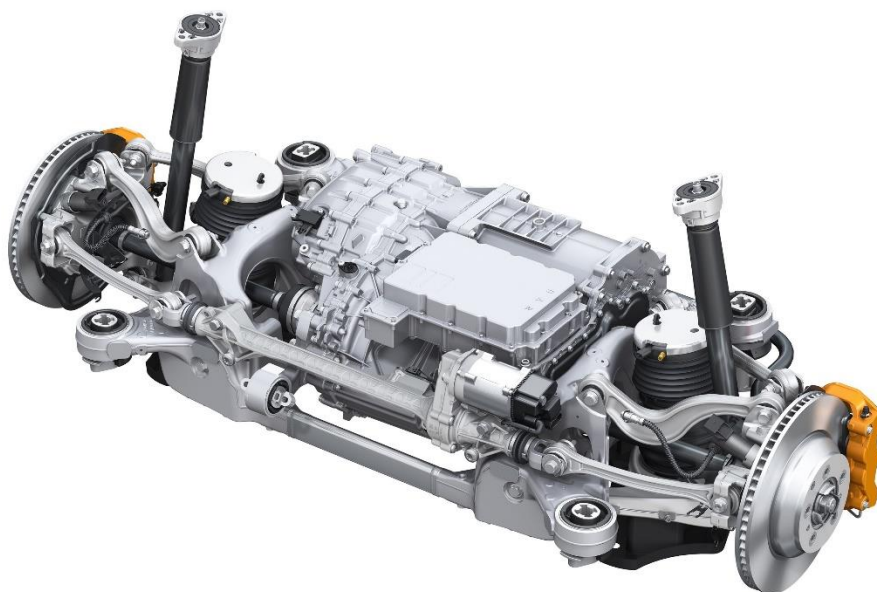


Kuva 9. Audi RS e-tron GT:n kaksivaihteinen vaihdelaatikko

Traficomin arvosteluperusteissa elektronisille muuttajille annetaan neljä vikaa, jotka johtavat ajokieltoon katsastuksessa. Nämä viat ovat: puutteellinen kiinnitys ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit, ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet niin että välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara ja vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys, josta voi aiheutua välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara. Hylkäykseksi arvosteluperusteissa määrätään seuraavat viisi kohdetta: säännöstenvastainen, puutteellinen kiinnitys, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet ja vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys. (Traficom 2022.)

Ajokieltoon johtavissa vioissa yhdistävä tekijä on laitteelle tapahtunut jokin ulkoinen tai sisäinen vaurio, jossa komponentille tapahtunut vaurio on niin suuri, että se voi aiheuttaa vaurioita muille komponenteille tai ajoneuvolle putoamisen, oikosulun tai kiilautumisen muodossa. Ilman muille komponentille tai autolle aiheutuvaa vaaraa ovat nämä viat hylkäysvikoja. (Traficom 2022.)

Hylkäyksen aiheuttavat viat ovat samoja, jotka aiheuttavat ajokiellon, mutta ilman vaaraa muille komponenteille tai autolle aiheutuvasta vahingosta. Elektronisten muuttajien vikoja voi olla vaikeaa havaita katsastuksessa, sillä kuten kuvassa 5. sähköohjain on taka-akselin päällä, sähköohjaimet ovat paikoissa, joihin on huono näköyhteys. (Traficom 2022.)

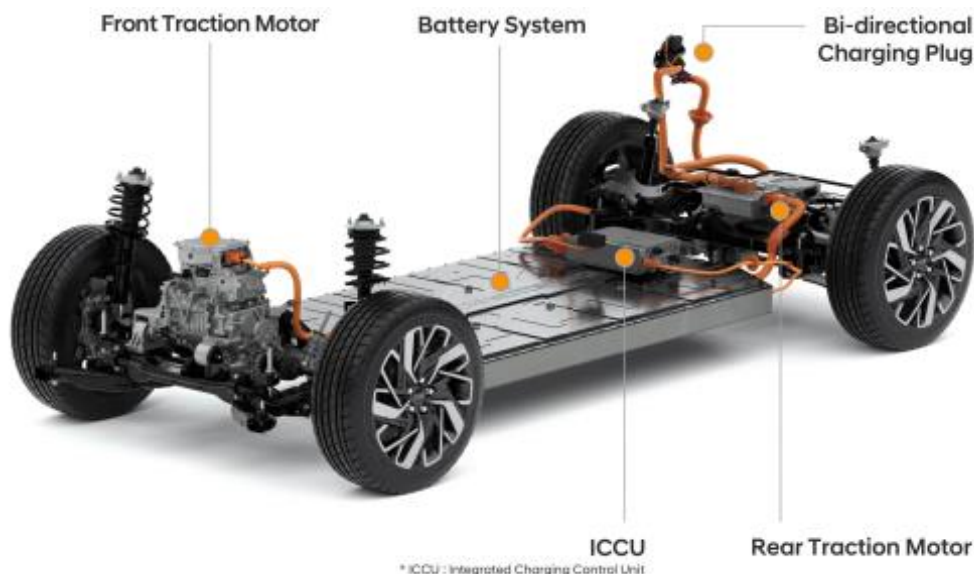


Kuva 10. Audi RS e-tron GT:n taka-akseli.

Sähkökäyttöisten autojen E-säännössä määrätään että, auton ohjainyksikkö on eristettävä kahdella kerroksella sähköeristettä. Myös auton elektronisten muuttajien kotelot ja niiden johtimet on suojattava siten että niiden suojat kestävät auton eliniän ajan. (E-sääntö n.100 2022.)

3.8 Sähkömoottorit

Sähkömoottoreilla tarkoitetaan sähkö- ja hybridautojen ajomoottoreita. Sähkömoottorit on yleensä asennettu matalalle, etu-, taka-akselille tai molemmille akseleille. Sähkömoottorit on asennettu samanlailla, kuin polttomoottorit. Sähkömoottorit ovat hyvä vaihtoehto polttomoottoreille niiden hyvän hyötysuhteen takia, sillä niiden hyötysuhde on n. 95–98 %, kun taas polttomoottorin hyötysuhde on n.28 %. (Bosch 2018.)



Kuva 11. Hyundai Ioniq 5:n etu- ja takamoottorit

Sähkö- ja hybridautojen tarkastuskohteissa arvosteluperusteissa ajokieltoon johtaviksi vioiksi on määrätty neljä vikaa: kiinnitys puutteellinen ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara ja vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara. Katsastuksessa hylkäyksen aiheuttavat viat ovat seuraavat viisi vikaa: ei vaatimusten mukainen, kiinnitys puutteellinen, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet ja vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys. (Traficom 2022.)

Ajokieltoon johtavissa vioissa samaa on välitön vaara autolle tai auton muille komponenteille. Pudotessaan tai kiilautuessaan auton sähkömoottorit voivat aiheuttaa suurta vahinkoa autolle ja auton muille komponenteille. Varsinkin moottoreiden kiinnityksen vaurioituessa moottoreiden ollessa vielä käytössä voi tehdä hyvinkin suurta tuhoa. Myös jos ajomoottorien virtakaapeleihin tulee oikosulkuvaara voi vauriot olla suuria. (Traficom 2022.)

Hylkäyksen aiheuttavat viat ovat samoja kuin ajokiellon viat, mutta ilman välitöntä putoamisen-, oikosulun- tai kiilautumisen vaaraa. Ajomoottoreiden vikoja on todennäköisesti helppo huomata, sillä esimerkiksi ajomoottorin kiinnityksen välitys tulee esille suurena heilahduksena moottorissa. Myös itse moottorin, sen kotelon ja sähköeristyksen vauriot ovat hyvin huomattavissa auton alta, jollei niitä ole suojattu suurella määrällä muovipanssareita. (Traficom 2022.)

Sähkö- ja hybridautojen ajomoottorien vaatimukset asettaa E-sääntö n.100. Ajomoottorien kotelot on oltava tarpeeksi kestävä, että ne kestävätkin auton eliniän verran. Ajomoottorien on myös oltava vedenkestävä, niin että auton pesusta ja vesilätäköstä ajaminen ei vaurioita auton moottoria. Ajomoottoreilla tulisi myös olla toimiva ylivirtasuojat. (E-sääntö n.100 2022.)

3.9 Apuvoimalaitteet

Kuten aikaisemmin on mainittu sähköautoissa ei voida hyödyntää polttomoottorin lailla moniurahihnaa apulaitteiden käyttämiseen, vaan niitä käytetään sähköllä. Myös sähköautojen huollossa käytettävä huoltoerotin kuuluu apuvoimalaitteisiin, joita tässä osiossa tarkastellaan. Huoltoerotin on niin sanottu päävirtakytkin, josta saa sähkö- ja hybridi-auton korkeajännite järjestelmän jännitteettömäksi. Huoltoerotin on oranssi vetokahva ja sitä tulisi käyttää vain sähkötoihin tarkoitetuilla hanskoilla sähköiskuvaaran takia ja vain sellainen henkilö, joka on siihen koulutettu. (Sähtöturvallisuuslaki 1135/2016.)



Kuva 12. Tesla model 3:n ilmastointi- ja lämpöpumppu-järjestelmä

Apuvoimalaitteista Traficom määrää viisi ajokieltoon johtavaa vikaa: Puutteellinen kiinnitys ja välitön oikosulku- tai kiilautumisvaara, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara, vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara ja huoltoerotin vaurioitunut (jännitteisiä osia esillä). Katsastuksessa hylkäyksen apulaitteista aiheuttaa: puutteellinen kiinnitys, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit, suojat eivät ole paikallaan tai ovat vahingoittuneet ja sähköeristys vaurioitunut tai heikentynyt. (Traficom 2022.)

Kuten muissakin sähköautojen ajokieltoon johtavissa vioissa, apuvoimalaitteissakin hylkäysvioista tulee ajokieltoon johtavia vikoja, kun ne aiheuttavat vaaraa autolle tai sen muille komponenteille. Mutta myös huoltoerottimelle aiheutunut vaurio aiheuttaa ajokieltoon katsastuksessa. Jos huoltoerottimesta näkyy jännitteellisiä osia tai huoltoerotin on vaurioitunut niin että siitä näkyy jännitteisiä osia. Huoltoerotin voi aiheuttaa suuren sähköiskuvaaran, jos sen läheisyydessä on ilman vaadittavia turvavarusteita. (E-sääntö n.100 2022; Sähtöturvallisuuslaki 1135/2016.)

Hylkäyksen aiheuttavia vikoja ovat esimerkiksi apuvoimalaitteen huono kiinnitys konepellin alla tai vaurioituneet apuvoimalaitteen kotelo tai sen suoja. Myös jos jokin apuvoimalaitteen osa on syöpyntyt tai sen sähköeristys on vaurioitunut. (Traficom 2022.)

3.10 Ilmaisimet

Sähkö- ja hybridautojen ilmaisimilla tarkoitetaan aktiivisen ajotilan- ja ajosuunnan ilmaisinta. Aktiivisen ajotilan ilmaisinta tarkoittaa ilmoitusta auton kuljettajalle, jossa kuljettajan käynnistäessä auton, auto ilmoittaa auton kytkeytyneen aktiiviseen ajotilaan, jossa auto lähtee liikkeelle, joko jarrua nostaessa tai kaasua painaessa. Aktiivisen ajotilan ilmaisimessa on kaksi vaihetta, tarkistus- ja ajotila. Nämä vaiheet ilmoitetaan check ja on ilmoituksilla. Auton tulisi myös ilmoittaa kuljettajan noustessa, jos aktiivinen ajotila on jäänyt päälle. Ajosuunnan ilmaisimella tarkoitetaan ilmoitusta, joka kertoo auton tämänhetkisen ajosuunnan. Näyttää yleensä perinteiseltä vaihteenvälitsimeltä. Molemmat ilmaisimet ovat sähköautoissa pakollisia, mutta vaihtoehtoisia hybridautoissa. (E-sääntö n.100 2022.)



Kuva 13. Volkswagen ID.4:n mittaristo, jossa oikeassa reunassa on ajosuunnan ilmaisinta

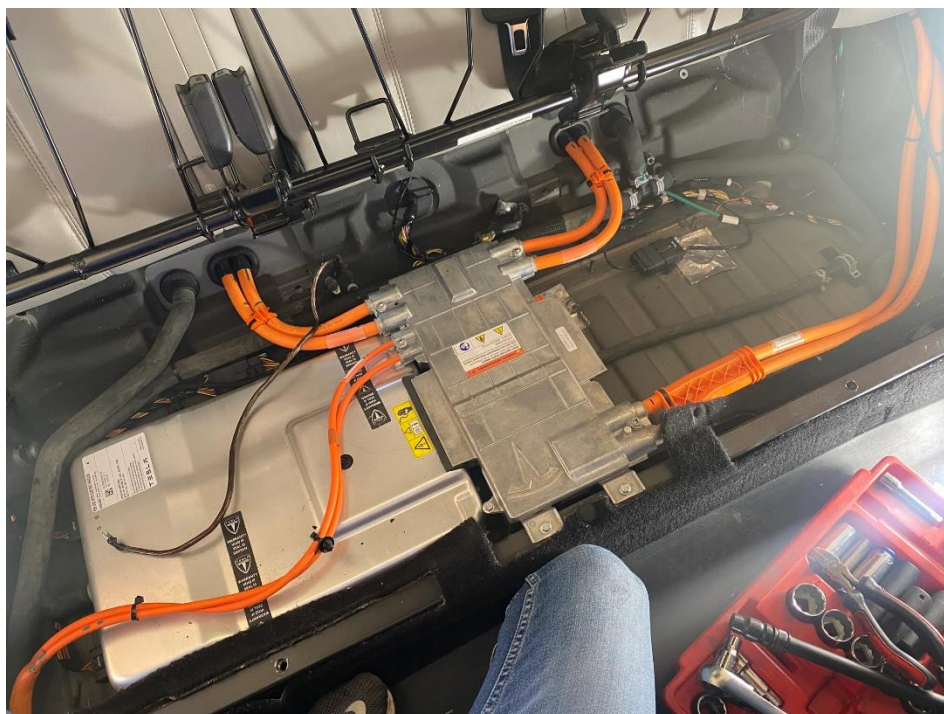
Arvosteluperusteissa ilmaisimista määrätään kummallekin ilmaisimelle erikseen. Aktiivisen ajotilan ilmaisimista hylkäykseen johtavia vikoja ovat: ilmaisinta / informaatio-signaalia ei ole asennettu standardin vaatimusten mukaisesti ja ilmaisinta / informaatio-signaali ei toimi oikein. Ajosuunnan ilmaisimista määrätään: ilmaisinta ei ole asennettu vaatimusten mukaisesti ja indikaattorin toiminta virheellinen. (Traficom 2022.)

Jos aktiivisen ajotilan ilmaisain ei ole asennettu standardin mukaisesti, se ei silloin ilmaise joko auton siirtymistä aktiiviseen ajotilaan tai se ei ilmaise auton kuljettajalle tämän noustessa autosta pois, että auto on edelleen aktiivisessa ajotilassa. Ilmaisain / informaati signaalin ei toimi oikein vialla viitataan todennäköisesti ilmoituksen huonoon äänenvoimakkuuteen tai heikkoon valonvoimakkuuteen. Hybridiautoihin nämä määräykset vaikuttavat vain, jos nämä ilmaisimet on autoon asennettu. (E-sääntö n.100 2022.)

Jotta ajosuunnan ilmaisain täyttäisi vaatimuksensa, pitää siinä selvästi ilmaista auton ajosuunta, jotta se näkyisi selvästi päivällä ja yöllä. Ilmaisain ei saa myöskään ilmaista väärää informaatiota. Tämäkin ominaisuus on vapaaehtoinen hybridiautoissa, joten sitä arvostellaan vain, jos autoon on tällainen ilmaisain asennettu. (E-sääntö n.100 2022.)

3.11 Latausjärjestelmät

Latausjärjestelmällä tarkoitetaan autoon asennettua latausjärjestelmää, ei erillistä latausjohtoa, vaikka kuljettajalla olisikin ne mukana. Kenenkään ei tietysti pitäisi käyttää viallisia latausjohtoja, mutta niitä ei arvostella katsastuksessa. Sähkö- ja hybridiautojen latausjärjestelmästä arvioidaan katsastuksessa latauspistokkeesta auton akulle menevät johtimet ja komponentit. Sähköautoissa latausjärjestelmä lataa sekä korkeajänniteakustoa että auton matalajänniteakkuja. Kaikissa hybridiautomalleissa ei välttämättä ole edes mahdollisuutta ladata itse auton akkuja, vaan ne latautuvat regeneratiivisella jarrutuksella. (Bosch 2018.)



Kuva 14. Tesla Model S:n sisäinen latausjärjestelmä

Traficom määrää arvosteluperusteissa ajokieltoon johtaviksi vioiksi: vaurioituneet tai syöpyneet komponentit ja välitön putoamis-, oikosulku- tai kiilautumisvaara ja vaurioitunut tai heikentynyt sähköeristys ja välitön putoamis-, oikosulku- ja kiilautumisvaara. Latausjärjestelmässä hylkäyksen katsastuksessa aiheuttaa seuraavat viat: ei vaatimusten mukainen, vaurioituneet tai syöpyneet komponentit ja sähköeristys vaurioitunut tai heikentynyt. (Traficom 2022.)

Ajokieltoon johtavat viat aiheuttavat suurta vahinkoa autolle tai sen muille komponenteille. Esimerkiksi latausjärjestelmän oikosulku voi aiheuttaa suurta vahinkoa auton läheisyydessä oleville henkilöille tai auton muille komponenteille. Myös latausjärjestelmän putoamis- tai kiilautumisvaara voi aiheuttaa autoa ajaessa vaaraa. (Traficom 2022.)

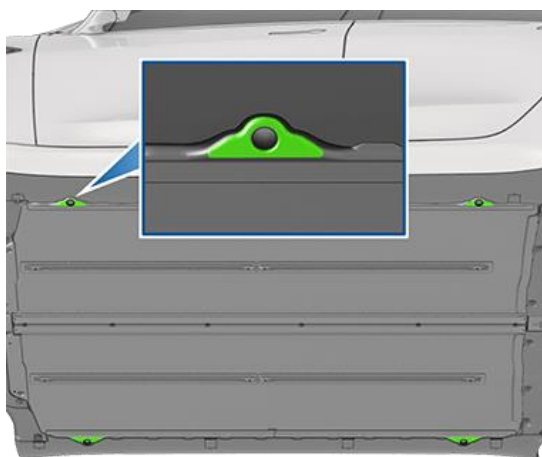
Sähkö- ja hybridautojen latausjärjestelmän vaurioituneet tai syöpyneet komponentit ja sähköeristyksen vaurioituminen tai heikentyminen voi aiheuttaa suuria vahinkoja latausjärjestelmän komponenteille tai auton muille komponenteille. Katsastuksessa latausjärjestelmän komponentteja voi olla vaikea arvioida, sillä ne ovat hyvin vaikeasti huomattavassa paikassa. (Bosch 2018.)

Sähköautojen E-säännöissä määrätään että, auton latausaseman on oltava ehjä, jotta se olisi turvallinen autoa ladatessa. Auton pitää antaa myös ilmoitus, kun auto on kytketty laturiin. Auto ei saa myöskään liikkua omalla voimalla, kun auto on latauksessa. Auton pitää myös pystyä lopettamaan lataus itse, eikä sitä pidä saada lopettaa manuaalisesti. Myöskään auton lataustehoa ei saa muuttaa manuaalisesti. Myös latauksen virheestä pitää tulla pysyvä ilmoitus, kunnes vika on autosta korjattu. (E-sääntö n.100 2022.)

4 Nostokohdat

Sähköautoissa on useasti hyvin erilaiset nostokohdat, kuin polttomoottoria käyttävissä ajoneuvoissa. Sähköautojen pohjan muotoilu on hyvin erilainen isojen akkukokonaisuuksien takia ja tasainen pohja hyvän virtaviivaisuuden saavuttamiseksi. Sähköautoja nostaessa katsastuksessa on kuitenkin oltava erittäin huolellinen, ettei autoa nosteta väärästä kohdasta, ja täten mahdollisesti vahingoiteta auton erittäin kallista akustoa.

Teslan Model 3 mallissa Tesla ohjeistaa nostamaan autoa vain auton helmoissa sijaitsevista nostokohdista. Teslan mukaan auton nostaminen muista kohdista voi aiheuttaa vahinkoa ja vahinkoja, jotka tapahtuvat väärästä kohdasta nostosta ei auton takuu korvaa. Joihinkin Teslan malleihin on myös asennettu ilmajousituksella toimivia jousituksia, jotka on laitettava nostotilaan ennen kuin autoa alkaa nostamaan, ettei ilmajousitusjärjestelmään tule vahinkoja. Kun auto on asetettu nostotilaan, jousitus on korotettu ylös ja lukittu. Katsastusasemien nostolaitteet huomioon ottaen olisi kuitenkin järkevämpää nostaa Tesloja auton alatukivarsista, varmistaen jos autossa on ilmajousitus, että auto on asetettu nostotilaan. (Tesla 2023.)



Kuva 15. Tesla Model 3:n nostokohdat.

Ford ohjeistaa nostamaan F-150 Lightning sähköautoa runkopalkeista. Ford myös ohjeistaa nostamaan vain runkopalkeista, ettei auto vahingoitu nostamisen takia. Ford myös kieltää nostamasta alatukivarsista. Takaa autoa voi nostaa akselista, mutta ei varsinaisesta tasauspyörästä kotelosta. (Ford 2023.)

Jaguar I-Pace autoa Jaguar ohjeistaa nostamaan joko auton helmasta nostokohdista, tai auton etu- ja taka-apurungosta. Apurungosta nostaminen on katsastusasemien nostimien kannalta järkevämpi ratkaisu, sillä auton helmat ovat hyvin leveät. (Autodata 2023.)

5 Lopuksi

Opinnäytetyön tavoitteena oli selventää Traficomien Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteita ja parantaa omaa ja muiden katsastajien tietämystä sähkö- ja hybridautojen katsastuksesta ja niiden yleistekniikasta. Opinnäytetyön tekeminen meni hyvin, vaikka informaation haaliminen olikin hieman aikaa vievää melkein satasivuisista lakiteksteistä, E-säännöstä ja EU-direktiivistä.

Mielestäni opinnäytetyö onnistui hyvin ja sain selvennettyä hyvin arvosteluperusteita. Sain myös kerrottua yleistä tietoa sähköautoista ja ainakin oma tietämykseni sähkö- ja hybridautojen tekniikasta on parantunut huomattavasti. Toivottavasti työ myös auttaa muita katsastajia sähkö- ja hybridautojen katsastuksessa. Myös mielestäni tärkeistä nostokohdista pystyin selventämään, jotta säästyttäisiin tapaturmilta autoja nostessa.

Lähteet

A-Katsastus 2023. Yrityksen historiaa. Viitattu 21.3.2023. <https://www.a-katsastus.fi/tietoa-meista/a-katsastuksen-historiaa/>

A-Katsastus 2021. Yrityksen tunnuslukuja. Viitattu 21.3.2023. <https://www.a-katsastus.fi/tietoa-meista/tietoa-a-katsastus-konsernista/>

Autodata 2023. Autodata-järjestelmä. Viitattu 30.5.2023. <https://workshop.autodata-group.com>

Bosch 2018. Automotive handbook. Karlsruhe: Robert Bosch GmbH.

E-sääntö n.100 2022. UN Regulation No. 100 - Rev.3 - Electric power trained vehicles. Viitattu 9.5.2023.

EU Direktiivi 2014/45/EU 2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/45/EU. Viitattu 22.5.2023

Ford 2023. Ford F-150 Lightning Owner's Manual. Viitattu 18.4.2023

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Annettu Helsingissä 16.12.2016. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Tesla 2023. Model 3 owner's manual. Viitattu 18.4.2023

Traficom 2022. Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet. Viitattu 21.3.2023.