



Sähköistetyn höyryajoneuvon muutoskatsastuksen vaatimuk- set

Eemeli Katajamäki

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2022

Ajoneuvotekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

KATAJAMÄKI, EEMELI:
Sähköistetyin höytyajoneuvon muutoskatsastuksen vaatimukset

Opinnäytetyö 39 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Kesäkuu 2022

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää höytyajoneuvon muutoskatsastuksen vaatimuksia muutettaessa ajoneuvon käyttövoima sähköksi. Opinnäytetyö on tehty osana Tampereen ammattikorkeakoululla tehtävää höytyajoneuvon sähköistämismuutostyötä. Sähköistämismuutostyössä muutetaan N3 ajoneuvoluokkaan kuuluva Scania P320 kuorma-auto sähkökäyttöiseksi. Tavoite muutetulle ajoneuvolle oli saada se hyväksytyä muutoskatsastuksessa, jotta ajoneuvoa voitaisiin käyttää tieliikenteessä.

Sähköautojen yleistyminen herättää kysymyksen muuntaa olemassa oleva polttomoottorilla toimiva ajoneuvo sähkökäyttöiseksi. Työn teoria osuudessa perehdytään ajantasaisiin ajoneuvoja ja niiden muuntamista koskeviin lainsäädäntöihin ja määräyksiin, jotta muutettavasta ajoneuvosta saadaan vaatimustenmukainen. Teknisen vaatimustason osalta työssä käytettiin ajoneuvon käyttöönottoajankohdasta voimassa olleita säädöksiä.

Työn kohteena olevalle ajoneuvolle luotiin sitä koskevien lainsäädäntöjen ja määräysten pohjalta tehtävälästä tarvittavista muutoksista. Muutoksissa käsitellään niitä kohtia, jotka soveltuvat kyseiseen ajoneuvoon. Opinnäytetyössä muutoskatsastusprosessia kuvataan työssä vaadittujen asiakirjojen ja muiden dokumenttien osalta.

Opinnäytetyön tekemisen aikana ajoneuvon muutostyöt viivästyivät, eikä täysin valmista ajoneuvoa päästy työhön käsittelemään. Ajoneuvon muutoskatsastuksessa käyttäminen ei ollut opinnäytetyön aikana mahdollista viivästyminen vuoksi.

Asiasanat: muutoskatsastus, sähköauto, höytyajoneuvo

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Vehicle Engineering
Automotive and Workshop Technology

KATAJAMÄKI, EEMELI:
Electrified Commercial Vehicle Requirements for Conversion Inspection

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 7 pages
June 2022

The purpose of this thesis was to collect information about the requirements for electrifying a commercial vehicle. Goal for the work was to get the vehicle legally allowed for road use by passing the inspection that is required for vehicle conversions. The work was done as part of conversion that was done at Tampere University of Applied Sciences.

The theoretical section explores up to date legislations and regulations regarding vehicles and conversions allowed to those vehicles. For the level of technical requirements, regulations from when the vehicle was first registered were used.

Based on the findings it was possible to make a list of applicable requirements for the vehicle. The process of inspection required for converted vehicles in this thesis introduces the documents needed when taking the vehicle to the inspection.

Conversion work for the vehicle was delayed during the making of this thesis and therefore the fully finished conversion is not covered in this thesis.

Key words: conversion inspection, electric vehicle, commercial vehicle

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET	7
	2.1 Rakennemuutoksen yleiset määräykset.....	7
	2.2 Muutoskatsastus	8
	2.3 Moottorin ja käyttövoiman muutos.....	9
	2.4 Sivusuojaus.....	11
	2.5 Sähköturvallisuus	12
3	TEKNISET VAATIMUKSET	14
	3.1 Ajoneuvo	14
	3.2 Toimenpiteet	14
	3.2.1 Suojaus sähköiskuilta	15
	3.2.2 Eristysresistanssi.....	16
	3.2.3 Ladattava sähköenergian varastointijärjestelmä.....	17
	3.2.4 Toiminnallinen turvallisuus	17
	3.2.5 Sivusuojauksen vaatimukset	18
4	AJONEUVON MUUNTAMINEN.....	22
	4.1 Moottori ja voimansiirto	22
	4.2 Sähköinen voimalinja	23
	4.3 Sivusuojaus ajoneuvon	25
5	MUUTOSKATSASTUS	28
6	POHDINTA	30
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	33
	Liite 1. Jännitteisten osien suojaus kosketukselta (Regulation No. 100 2011, 18-20).....	33
	Liite 2. Eristysresistanssin mittaus (Regulation No. 100 2011, 21-24).36	

LYHENTEET JA TERMIT

BMS	Battery Monitoring System
E-sääntö	Genevessä 1958 tehtyyn sopimukseen (SopS 70/1976) liitetty sääntö.
EMC	Electromagnetic compatibility
OBD	On-board diagnostics
REESS	Rechargeable Electric Energy Storage System

1 JOHDANTO

Liikenteen sähköistyminen eli sähkökäyttöisten ajoneuvojen lisääntyminen herättää kysymyksen muuntaa olemassa oleva polttomoottorikäyttöinen ajoneuvo toimimaan sähköllä. Ajoneuvojen turvallisuus tieliikenteessä on kuitenkin erityisen tärkeää ja turvallisuuden vuoksi ajoneuvoja koskee useat vaatimukset, jotka voivat olla hankalia ymmärtää.

Opinnäytetyössä selvitetään sähkökäyttöiseksi muutettavan N3-luokan kuorma-autoa koskevia vaatimuksia, jotta ajoneuvosta saadaan vaatimustenmukainen ja se saadaan muutoskatsastettua tieliikennekäyttöön. Opinnäytetyö on tehty osana Tampereen ammattikorkeakoululla tehtävää ajoneuvon sähköistämismuutos-työtä.

Vaatimustenmukaisuuden selvityksessä perehdytään ajoneuvoja ja ajoneuvojen muuttamista koskeviin lainsäädäntöihin ja määräyksiin. Erityinen painotus vaatimustenmukaisuuden selvityksessä on tutustua N3-luokan ajoneuvoja ja käyttövoiman muuttamista sähköksi koskeviin säädöksiin ja määräyksiin. Opinnäytetyössä on käytetty ajantasaista lainsäädäntöä ja määräyksiä. Teknisen vaatimustason osalta työssä on käytetty ajoneuvon käyttöönottoajankohtana voimassa olleita säädöksiä ja osittain sovellettu myöhemmin voimaan tulleita säädöksiä.

Työssä on kuvattu kyseiseen ajoneuvoon tehtäviä voimalinjan muutoksia ja niiden toteutusta siten, että ne ovat vaatimustenmukaisia. Opinnäytetyössä on tutkittu lisäksi vaatimustenmukaisuuden täyttymistä ajoneuvon muuttuvan sivusuojauksen osalta. Muutoskatsastusprosessi ja tätä varten vaaditut asiakirjat ja dokumentit on esitetty työssä niiltä osin kuin ne ovat soveltuvia tehtävään muutostyöhön.

Opinnäytetyössä ei oteta kantaa muutoksen aiheuttamiin kustannuksiin. Työssä ei myöskään oteta kantaa muutetun ajoneuvon ominaisuuksiin kuten kantamaan, kulutukseen ja lataustehoon, jotka eivät ole olennaisia tieliikenteeseen hyväksymisen kannalta muutoskatsastuksessa.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET

2.1 Rakennemuutoksen yleiset määräykset

Kaikkien ajoneuvoon tehtävien muutosten jälkeen ajoneuvon tulee täyttää sen ensimmäisen käyttöönoton ajankohtana voimassa olleet tai sitä myöhemmin voimassa olleet tekniset vaatimukset. Teknisistä vaatimuksista voidaan kuitenkin poiketa, jos niitä koskevissa säädöksissä tai liikenne- ja viestintäviraston määräyksessä auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen (TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019) säädetään toisin. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 5.)

Ajoneuvoon ja sen perävaunuun tehtävissä muutoksissa tulee noudattaa liikenne- ja viestintäviraston määräyksen auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen (TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019) lisäksi ajoneuvon valmistajan ohjeita. Ajoneuvon valmistajan ohjeita tulee noudattaa auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen määräyksen sijasta, jos niissä ohjeistetaan tekemään muutos eri tavalla kuin määräyksessä. Ajoneuvon valmistaja voi ohjeissaan myös kieltää määräyksessä sallitun muutoksen tekemisen, jolloin valmistajan ohjetta on noudatettava. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 6.)

Vaatimustenmukaisuuden osoittamistapoihin sovelletaan muutetun ajoneuvon tapauksessa, mitä ajoneuvolaissa (82/2021) ja sen nojalla on osoittamistavoista säädetty. Jos ajoneuvon vaatimustenmukaisuuden osoittamistavoista on määrätty muualla, voidaan niissä määrättyjä kohtia soveltaa osoittaessa ajoneuvon vaatimustenmukaisuutta. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 6.)

Ajoneuvojen muutoksissa käytettävien osien on oltava tarkoitettuja tieliikenteessä käytettäviksi. Muutokset eivät saa heikentää liikenneturvallisuutta vähäistä enempää. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 6.)

2.2 Muutuskatsastus

Ajoneuvolaissa (82/2021) säädetään muutuskatsastusvelvollisuudesta. Muutuskatsastusvelvollisuudesta on säädetty, että moottorikäyttöinen ajoneuvo tai sen perävaunu on ennen sen käyttöä liikenteessä hyväksyttävä muutuskatsastuksessa, jos:

- 1) ajoneuvon rakennetta on muutettu siten, että muutoksella on vähäistä suurempi vaikutus ajoneuvon turvallisuuteen tai päästöihin;
- 2) ajoneuvon rakennetta tai käyttötarkoitusta on muutettu ja muutoksella on olennaista vaikutusta rekisteriin merkittäviin tietoihin;
- 3) ajoneuvon rakennetta tai käyttötarkoitusta on muutettu siten, että muutoksella on vaikutusta ajoneuvon kohdistuvaan veroon tai olennaista vaikutusta lakisääteisiin maksuihin;
- 4) ajoneuvoa on muutettu siten, että sen luokitus muuttuu;
- 5) aikaisintaan vuonna 1960 käyttöön otetun ajoneuvon osista vähintään 25 prosenttia on vaihdettu ensirekisteröinnin jälkeen. (Ajoneuvolaki 82/2021.)

Kanta-ajoneuvolla tarkoitetaan ajoneuvoa, jonka osista yli 50 % on ajoneuvon alkuperäisiä osia. Jos ajoneuvoa muutetaan siinä määrin, että ajoneuvon osien prosentista yli 50 % on vaihdettuja osia, tulee ajoneuvo hyväksyä yksittäishyväksynnässä. Osista ja niiden muuttamisen aiheuttamista kantaosien prosentti osuuksien suuruudesta säädetään valtioneuvoston asetuksessa ajoneuvoista. (Ajoneuvolaki 82/2021.) Valtioneuvoston asetuksessa ajoneuvoista on säädetty moottorin ja sen apulaitteiden kokonaisuuden kattavan ajoneuvosta 26 %. Erilleen jaettuna osien osuudet ovat: moottori 16 %, vaihteisto ja voimansiirtoakseli 8 %, jäähdytin 2 % ja polttoainesäiliö 2 % (Valtioneuvoston asetus ajoneuvoista 162/2021.)

Muutuskatsastuksessa järjestelmän, komponentin, erillisen teknisen yksikön, osan tai varusteen vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa ajoneuvolaissa säädettyin tavoin:

- 1) hyväksynnän hakijan toimittamalla ETA-valtion tai Ahvenanmaan maakunnan hyväksyntäviranomaisen myöntämällä EU-tyyppihyväksyntätodistuksella tai todistuksen mukaista hyväksyntää osoittavalla hyväksymismerkinnällä; tai
- 2) asianomaista E-sääntöä soveltavan valtion hyväksyntäviranomaisen myöntämällä E-tyyppihyväksyntätodistuksella tai todistuksen mukaista hyväksyntää osoittavalla hyväksymismerkinnällä;

- 3) katsastajan tekemillä tarkastuksilla, mittauksilla, laskelmilla ja selvityksillä silloin, kun vaatimustenmukaisuuden toteaminen ei edellytä muita kuin muutoskatsastuksia tekevän katsastajan käytössä yleisesti olevia työkaluja eikä muuta kuin muutoskatsastusten suorittamisen edellytyksenä olevaa ammattitaitoa;
- 4) ajoneuvon valmistajan tai muutoksen tekijän suorittamin yleisesti käytettyihin menettelyihin perustuvien mittauksien, laskelmien tai testien 3 kohdassa tarkoitettussa tapauksessa sekä silloin, kun valmistajan suorittamat mittaukset, laskelmat tai testit hyväksytään yleisesti ETA-valtioissa vaatimustenmukaisuuden osoittamistavaksi taikka kun muutoskatsastuksen suorittaja voi vakuuttua ajoneuvon vaatimustenmukaisuudesta valmistajan tai muutoksen tekijän toimittamiin asiakirjoihin perustuen;
- 5) ajoneuvoon, järjestelmään, komponenttiin, erilliseen tekniseen yksikköön, osaan tai varusteeseen kiinnitetyllä kansainvälisesti yleisesti käytetyllä muulla kuin 81 §:n 1 momentissa tarkoitettulla hyväksymismerkinnällä silloin, kun hyväksymismerkinnästä voidaan päätellä, että ajoneuvo vastaa siltä edellytetyistä teknisistä vaatimuksista;
- 6) hyväksytyt asiantuntijan pätevyysaluettaan vastaavan selvityksen perusteella:
- a) 3–5 kohdassa tarkoitettussa tapauksessa; tai
- b) kun 7 kohdassa tarkoitetun selvityksen hankkiminen ei kohtuullisin kustannuksin ole mahdollista eikä selvityksen antaminen katsota edellyttävän 7 kohdassa tarkoitettua tutkimuslaitokselta edellytettävää pätevyyttä;
- 7) ETA-valtion tai E-sääntöä soveltavan valtion ilmoittaman tutkimuslaitoksen pätevyysaluettaan vastaavan selvityksen perusteella:
- a) 3–6 kohdassa tarkoitettussa tapauksessa; tai
- b) kun ei edellytetä tyyppihyväksyntää eikä nimetyn tutkimuslaitoksen suorittamia tarkastuksia, mittauksia, testejä tai laskelmia. (Ajoneuvolaki 82/2021.)

Ajoneuvojen vaatimustenmukaisuuden osoittamiselle on siis useita tapoja. Liikenne- ja viestintävirasto voi kuitenkin antaa edellä mainittuihin osoittamistapoihin ja niiden soveltamiseen tarkemmat määräykset (Ajoneuvolaki 82/2021).

2.3 Moottorin ja käyttövoiman muutos

Ajoneuvon moottorin muutoksessa tai vaihtamisessa moottorin saa vaihtaa teholtaan alkuperäistä moottoria vastaavaksi tai iskutilavuudeltaan alkuperäisestä moottorista poikkeavaksi ja moottorin iskutilavuutta voidaan muuttaa. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 24.)

Ajoneuvon moottorin teho saa kuitenkin moottorin muutoksista tai moottorin vaihtamisesta kasvaa enintään 20 prosenttia vastaavaan vertailuajoneuvoon nähden seuraavin edellytyksin:

- 1) ajoneuvon jarrut, voimansiirto ja akselistot vastaavat mitoitukseltaan vähintään vertailuajoneuvoa ja mahdollinen vakiovarusteena oleva lukkiutumaton jarrujärjestelmä vastaa vertailuajoneuvon lukkiutumaton jarrujärjestelmää;
- 2) moottorin vaihdon mahdollisesti edellyttämien uusien tai muutettujen kiinnikkeiden tulee olla asianmukaiset;
- 3) jos moottoriin on tehty moottorin tehoa ilmeisesti lisääviä muutoksia, muutetun moottorin tehosta on esitettävä tehonmittaustodistus;
- 4) ajoneuvoon vaihdettavan muuttamattoman moottorin tehosta esitetään selvitys. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 24.)

Alkuperäistä moottoria pienempi tehoisempi moottori on siis käytännössä sallittu suoraan vaihdettavaksi ajoneuvoihin.

M- ja N-luokan ajoneuvoissa, jotka ovat varusteltu sähköisellä voimansiirtojärjestelmällä, joiden rakenteellinen nopeus on suurempi kuin 25 kilometriä tunnissa ja käyttöjännite tasajännitteellä on suurempi kuin 60 volttia tai vaihtojännitteellä suurempi kuin 30 volttia. Sähköisen voimansiirtojärjestelmän turvallisuuden vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi muutoskatsastuksessa tulee ajoneuvon osoittaa täyttävän vähintään E-sääntöä 100 vastaavat vaatimukset. Tai jos ajoneuvo on rekisteröity aiemmin muussa maassa, hyväksytään sähköturvallisuuden osalta aiemmassa rekisteröintimaassa voimassa olevien vastaavien teknisten vaatimusten täytyminen. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista annetun liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen muuttamisesta 1064/2011.) Muutettaessa sähkökäyttöiseksi ajoneuvoa, joka on käyttöön otettu 21 päivänä elokuuta 2002 tai sen jälkeen tulee ajoneuvon täyttää käyttöönottoajankohdan mukaiset E-säännön 100 vaatimukset (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 30).

Sähkömagneettisen yhteensopivuuden osoittamiseksi muutoskatsastuksessa riittää muutossarjan valmistajan antama todistus soveltuvuudesta muutoksen kohteena olevaan ajoneuvoon, tai osoitus EMC-yhteensopivuudesta kaikkien korkeajännitteisten laitteiden osista. Mikäli ajoneuvossa on OBD-järjestelmä, ei

ajoneuvon käyttövoiman muutos saa aiheuttaa vikailmoituksia järjestelmään. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 30.)

E-säännössä 100 esitetty eristysresistanssia koskeva mittausta voidaan tehdä normaalissa ulkoilman kosteudessa ilman vakautusta. Eristysresistanssin vaatimustenmukaisuus on osoitettava ajoneuvon käyttöönottoajankohtana voimassa olleiden säännösten mukaisesti. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 30.)

Muutettaessa ajoneuvo kokonaan sähkökäyttöiseksi saa siitä poistaa komponentteja tai osia, jotka ovat polttomoottorikäytön edellyttämiä ja joita ei enää tarvita muutetulla käyttövoimalla. Päästö- ja meluvaatimusten täyttymistä ei tarvitse osoittaa, kun ajoneuvo on muutettu kokonaan sähkökäyttöiseksi. Jarru- ja ohjaustehostin järjestelmät on usein toteutettu polttomoottorin yhteydessä toimivaksi. Poistettaessa polttomoottori ajoneuvon jarru- ja ohjaustehostin voidaan muuttaa erillisellä pumpulla toimivaksi ilman osoitusta jarru- tai ohjauslaitevaatimusten täyttymisestä. Sähkökäyttöisen ajoneuvon vaatimat uudelleen ladattavat energiavarastot eli korkeajänniteakut tulee sijoittaa niin, etteivät ne törmäystilanteissa ole alttiina vaurioitumiselle. Muutoksessa poistetuista ja lisätyistä osista aiheutuu ajoneuvolle omamassan muuttuminen, jolloin muutoksen jälkeen ajoneuvon muuttunut omamassa tulee katsastuksen yhteydessä punnita ja kirjata rekisteriin. (Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen 2019, 31.)

2.4 Sivusuojaus

Sivusuojaus tarkoitus N2-, N3-, O3- ja O4-luokan ajoneuvoissa on estää muiden tienkäyttäjien suistumista ajoneuvon tai sen pyörien alle. 1.1.1992 tai sitä myöhemmin käyttöönotettuihin N2-, N3-, O3- ja O4-luokan ajoneuvoihin sovelletaan sivusuojausvaatimuksia. (alleajosujoaohje 2017, 2, 4.)

Sivusuojausvaatimuksia sovelletaan kaikkiin edellä mainittuihin ajoneuvoluokkiin pois lukien puoliperävaunun vetoautot ja ajoneuvot, jotka on suunniteltu ja rakennettu sellaiseen erityistarkoitukseen, joihin ei ole käytännön syistä mahdollista

asentaa sivusuoja. Ajoneuvojen sivusuojauksen tulee vastata E-säännön 73 alkuperäisen version tai sitä uudemman muutossarjan taikka direktiivin 89/297/ETY vaatimuksia. (alleajosuojahje 2017, 2, 4–5.)

2.5 Sähköturvallisuus

Korkeajännitteen määritelmä ajoneuvotekniikassa eroaa sähkötekniikassa käytettävästä määritelmästä. Ajoneuvotekniikassa korkeajännitteeksi määritellään tasavirta järjestelmissä 60–1500 voltia ja vaihtovirta järjestelmissä 30–1000 voltia (Regulation No. 100 2011, 5). Sähköturvallisuuslaista sovelletaan siis sellaisia kohtia, jotka koskevat kyseiseen työhön liittyvää sähköjärjestelmää.

Sähköturvallisuuslaissa (1135/2016) 55 § esitetyistä sähkötöiden tekemisen edellytyksistä on sähköturvallisuuslain 56 § säädetty, että sähkötöiden tekemisen edellytyksistä voidaan poiketa tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmien sähkötöissä, jos henkilö on riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähkön vaaroihin (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016). Tämä tarkoittaa sitä, että kun henkilö, joka muutostyön suorittaa on myös riittävästi perehtynyt sähkön vaaroihin ja kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään, voi tämä henkilö suorittaa muutostyön ilman erillistä sähköpätevyyttä sekä laatia muutoskatsastukseen vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen tarkoitetun käyttöönottopöytäkirjan.

Sähköturvallisuuslaissa sähkölaitteet ja sähkölaitteistot on jaettu eriäviin vaatimuksiin. Määritelmät sähköturvallisuuslain 4 § on, että sähkölaitteella tarkoitetaan sähköä toimiakseen tarvitsevaa valmista laitetta ja sähkölaitteistolla kiinteää asennusta tai muuta vastaavaa sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuvaa toiminnallista kokonaisuutta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016). Näistä voidaan tulkita muunnossähköauton rakentamisen olevan sähkölaitteen valmistamista.

Muutoskatsastuksen vaatimustenmukaisuuden osoittamistavoissa esitetty termi käyttöönottopöytäkirja on sähköturvallisuuslaissa kutsuttu käyttöönottotarkastuspöytäkirjaksi. Ajoneuvokäyttöön käyttöönottopöytäkirjalle ei ole annettu suoria

vaatimuksia. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle sisällön vaatimuksista on säädetty valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistoista (1434/2016) (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016). Asetuksen vaatimuksia voidaan käyttää soveltuvin osin muunnossähköauton käyttöönottopöytäkirjaan, vaikka edellä todettiin muunnossähköauton olevan sähkölaitteen valmistamista ja asetus koskee sähkölaitteistoja. Valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteiston käyttöönottopöytäkirjasta on säädetty seuraavasti:

Sähköturvallisuuslain 43 §:ssä tarkoitetusta tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, sovelletut standardit, mahdollisten poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain 34 §:n mukaisen selvityksen olemassaolo, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja tai varmennettava se muulla vastaavalla luotettavalla tavalla. (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016.)

Koska tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötöissä voidaan poiketa sähkötöiden tekemisen edellytyksistä, joista on säädetty sähköturvallisuuslain 55 §:ssä ei tässä tapauksessa käyttöönottopöytäkirjaan tarvita sähkötöiden johtajaa. Muilta osin tarkastuspöytäkirjan vaatimukset soveltuvat käytettäväksi muunnossähköauton käyttöönottopöytäkirjassa.

3 TEKNISET VAATIMUKSET

3.1 Ajoneuvo

Muutostyön kohteena oleva ajoneuvo on Scania P320 kuorma-auto (KUVA 1). Ajoneuvo kuuluu ajoneuvoluokkaan N3 ja on käyttöönotettu 23.10.2012.



KUVA 1. Sähkökäyttöiseksi muutettava kuorma-auto

Ajoneuvo on päällysrakenteeltaan tarkoitettu siirtolavojen kuljettamiseen. Alkuperäinen käyttövoima ajoneuvossa on diesel.

3.2 Toimenpiteet

Ajoneuvon tarvittavat toimenpiteet tulee suorittaa niitä koskevien säännösten, määräysten ja lakien pohjalta. Sähkökäyttöisen ajoneuvon vaatimuksissa on säädetty, että ajoneuvon tulee täyttää sen käyttöönottoajankohtana voimassa olleet E-säännön 100 vaatimukset. E-säännön perässä ilmoitetulla numerolla on jaoteltu E-säännöt eri osa-alueisiin. E-sääntö 100 tarkoittaa yhdenmukaistettuja

vaatimuksia, jotka koskevat ajoneuvojen hyväksyntää sähköiseen voimalaitteeseen sovellettavien erityisvaatimusten osalta. Tässä työssä vaatimustenmukaisuuden selvittämiseen käytetään ajoneuvon käyttöönottoajankohtana voimassa ollutta E-sääntö 100, muutossarjaa 1, joka oli tullut voimaan 21. maaliskuuta 2011.

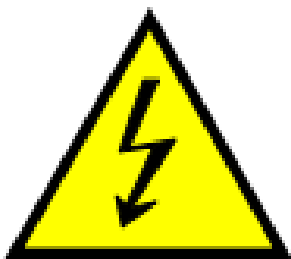
Akusto ajoneuvoon tullaan asentamaan ajoneuvon sivuille, jolloin ajoneuvon sivuilla olleita varusteita ja sivusuojausta muutetaan siten, että on syytä varmistaa muutoksen vaatimustenmukaisuus. Sivusuojauksen vaatimustenmukaisuuden selvittämiseen käytetään E-sääntö 73, muutossarjaa 1, joka on tullut voimaan 9. joulukuuta 2010. E-sääntö 73 koskee yhdenmukaisia määräyksiä ajoneuvojen sivusuojiin osalta ja kyseisen säännön mukaisesti hyväksytyä tyyppiä olevien sivusuojiin asennuksen osalta. E-säännön 73 lisäksi sivusuojiin vaatimustenmukaisuuden käsittelyyn on käytetty Liikenteen turvallisuusviraston Trafi, nykyisin Liikenne ja viestintävirasto Traficom alleajosuojahjetta (TRAFI/198962/03.04.03.03/2017).

3.2.1 Suojaus sähköiskuilta

Jännitteiset osat tulee suojata siten, että matkustamoon tai tavaratilaan sijoitetut korkeajännitteiset osat täyttävät suojausluokan IPXXD. Muualle kuin matkustamoon tai tavaratilaan sijoitetut korkeajännitteiset osat on suojattava suojausluokan IPXXB mukaisesti. Liittimet kuten ajoneuvon lataus liitin katsotaan täyttävän vaatimukset, jos edellä mainitut suojausluokat täyttyvät liittimen sijainnista riippuen silloin kun liitin on erotettu käyttämättä työkaluja. Huoltoerotin, joka voidaan avata, purkaa tai poistaa ilman työkalujen käyttöä, katsotaan täyttävän vaatimukset, jos suojausluokka IPXXB täyttyy huoltoerotinta avatessa, purkaessa tai poistaessa. Vaatimustenmukaisuus on osoitettava liitteessä 1 esitetyillä testausmenettelyillä. (Regulation No. 100 2011, 7–8.)

REESS-järjestelmässä tai sen läheisyydessä tulee näkyä varoitusmerkintä korkeajännitteestä (KUVA 2). Varoitusmerkintä korkeajännitteestä tulee olla näkyvässä myös sellaisissa koteloissa ja sähkösuojuksissa, joiden poistaminen paljastaisi korkeajännitteisiä osia. Varoitusmerkintä korkeajännitteväylillä oleviin liitäntälaitteisiin on valinnaista. Varoitusmerkintä vaatimusta ei sovelleta tapauksissa,

joissa sähkösuojuksia tai koteloita ei voida fyysisesti koskettaa, avata tai poistaa ilman, että ajoneuvosta poistetaan muita komponentteja työkaluja käyttäen. Varoitusmerkintä vaatimusta ei myöskään sovelleta ajoneuvon lattian alla sijaitseviin sähkösuojuksiin tai koteloihin. Korkeajänniteväylien kaapelit, jotka eivät sijaitse koteloiden sisällä on oltava oransseja ulkokuoren väriltään. (Regulation No. 100 2011, 8.)



KUVA 2. Korkeajännite varoitusmerkintä (Regulation No. 100 2011, 8).

Jännitteelle alttiina olevat osat, kuten sähkösuojukset ja kotelot on epäsuorasta kosketuksesta mahdollisesti aiheutuvan sähköiskun varalta liitettävä galvaanisesti sähköiseen alustaan niin ettei vaarallisia potentiaaleja pääse muodostumaan. Sähköisellä alustalla tarkoitetaan sähköliitännöillä yhteen kytkettyjen johtavien osien muodostamaa kokonaisuutta, jonka potentiaalia käytetään vertailuarvona. Jännitteelle alttiina olevien kosketeltavien osien ja sähköisen alustan välisen resistanssin on oltava pienempi kuin 0,1 ohmia, kun virran voimakkuus on vähintään 0,2 ampeeria. Resistanssi vaatimus täyttyy, jos galvaaninen liitos on tehty hitsaamalla. Sellaisissa ajoneuvoissa, jotka on tarkoitettu kytkettäväksi maadoitettuun ulkoiseen tehonlähteeseen ajoneuvon latausliitännän ja ajoneuvoliittimen välisen liitännäjohdon kautta, on oltava laite, joka mahdollistaa sähköisen alustan ja ulkoisen tehonlähteen maadoitusliittimen välille galvaanisen kytkennän. (Regulation No. 100 2011, 8-9.)

3.2.2 Eristysresistanssi

Muutettavaan ajoneuvoon voimansiirtojärjestelmä toteutetaan tasavirta akustosta ja vaihtovirta sähkömoottorista. Näiden komponenttien välillä tasavirta muutetaan vaihtovirraksi inverttereiden avulla. Inverttereiden sisäiset komponentit on tulkittu puolijohteiksi, jolloin voimansiirtojärjestelmä koostuu yhdistetyistä tasa- ja vaihtovirtaväylistä.

E-säännössä 100 on annettu vaatimukset tällaiselle galvaanisesti yhdistetyille voimansiirtojärjestelmille. Jos korkeajännitteiset tasa- ja vaihtovirtaväylät on yhdistetty galvaanisesti, tulee korkeajänniteväylän ja sähköisen alustan välisen eristysresistanssin olla vähintään 500 ohmia käyttöjännitteen voltia kohden. Kuitenkin jos kaikki korkeajännitteiset vaihtovirtaväylät on suojattu joko vähintään kahdella kerroksella kiinteää eristettä, sähkösuojuksia tai koteloita siten, että ne täyttävät itsenäisesti aiemmin kohdassa 3.2.1 esitetyt vaatimukset suojaukseen suoralta kosketukselta. Tai jos korkeajännitteiset vaihtovirtaväylät on suojattu mekaanisesti kestäväillä suojuksilla, jotka ovat riittävän kestäviä ajoneuvon käyttöä ajan, kuten moottorien suojuukset, elektronisten muuttajien kotelot tai liittimet, tulee jokaisen korkeajänniteväylän ja sähköisen alustan välisen eristysresistanssin olla vähintään 100 ohmia käyttöjännitteen voltia kohden. Eristysresistanssi korkeajänniteväylän ja sähköisen alustan välillä tulee osoittaa muutoskatsastuksessa laskelmin tai mittauksin taikka molemmilla tavoilla. Vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi eristysresistanssia koskeva mittaus on tehtävä liitteessä 2 esitetyllä tavalla. (Regulation No. 100 2011, 9–10.)

3.2.3 Ladattava sähköenergian varastointijärjestelmä

Ladattava sähköenergian varastointijärjestelmä tulee suojata liiallisen virran vaikutuksilta. REESS-järjestelmän vaatimuksena on, ettei se saa ylikuumentua. REESS-järjestelmä on varustettava suojalaitteella, joka estää järjestelmää ylikuumentumasta liiallisen virran vuoksi. Tällainen suojalaite voi olla sulake, katkaisija tai päävirtakytkin. (Regulation No. 100 2011, 10.)

Suojalaitetta ei kuitenkaan vaadita, jos liiallisesta virrasta johtuva ylikuumentuminen todistetaan olevan estetty muulla tavalla (Regulation No. 100 2011, 10). Muuksi tavaksi estää REESS-järjestelmän ylikuumentuminen voidaan soveltaa BMS-järjestelmiä tai vastaavia akuston valvontajärjestelmiä.

3.2.4 Toiminnallinen turvallisuus

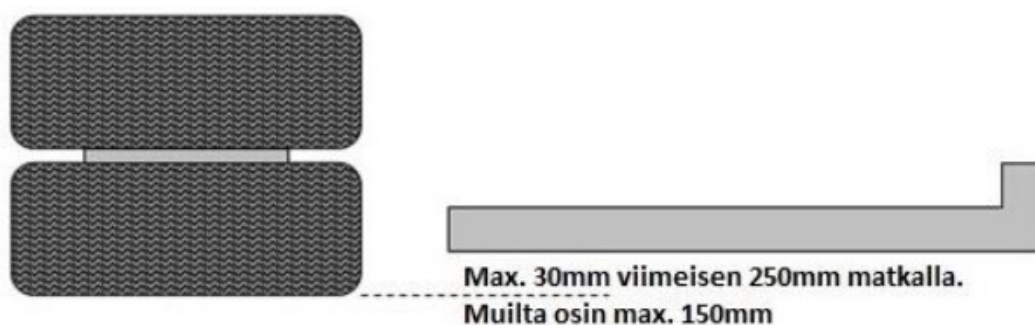
Kun ajoneuvo asetetaan aktiivisen ajon mahdollistavaan tilaan, tulee kuljettajalle antaa ainakin lyhyt ilmoitus. Ajoneuvosta poistuttaessa kuljettajalle tulee antaa

nähtävissä tai kuultavissa oleva ilmoitus, jos ajoneuvo on edelleen aktiivisen ajon mahdollistavassa tilassa. Ajoneuvon ulkopuolelta ladattavissa olevan REESS-järjestelmän tapauksessa ajoneuvo ei saa liikkua oman käyttövoimajärjestelmän avulla, kun ajoneuvoliitin on fyysisesti kytkettynä ajoneuvon latausliitäntään. (Regulation No. 100 2011, 10–11.)

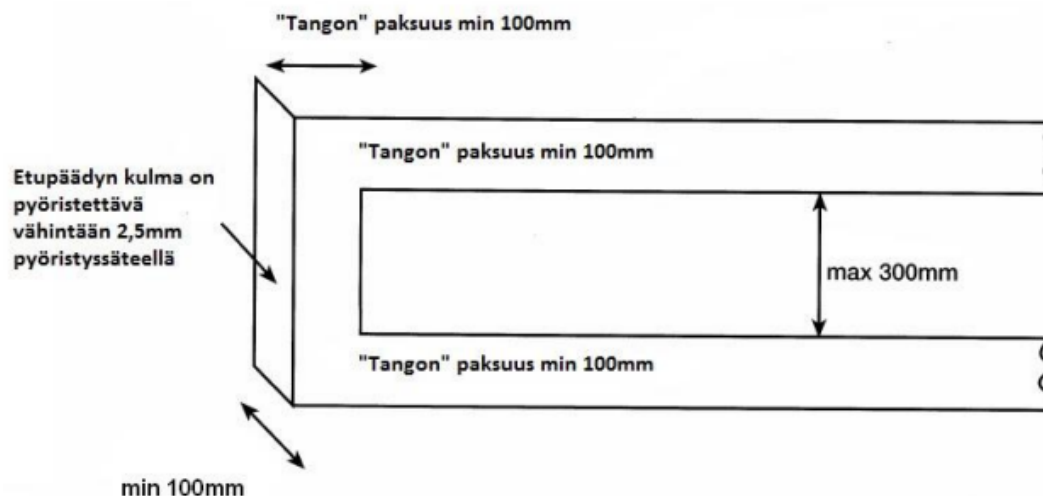
Kuljettajalle on annettava ilmoitus ajosuunnan valitsimen asennosta (Regulation No. 100 2011, 11).

3.2.5 Sivusuojausten vaatimukset

Ajoneuvon sivusuojat eivät saa lisätä ajoneuvon kokonaisleveyttä eikä pääosa sivusuojusta saa olla enempää kuin 150 mm ajoneuvon enimmäisleveyden sisäpuolella. Sivusuojan takimmaisella vähintään 250 mm alueella suojeiden takaosa ei saa olla enempää kuin 30 mm takarenkaiden ulkopintaa sisempänä huomioiden renkaan pullistumaa lähellä maan pintaa (KUVA 3). Sivusuojeiden ulkopinnan tulee olla sileä ja mahdollisimman yhtenäinen alusta loppuun. Sivusuoja voi olla yhtenäinen tasainen pinta tai yhdestä tai useammasta vaakasuorasta tangosta tai pinnan ja tankojen yhdistelmä siten, että tankoja käytettäessä niiden väli ei saa olla yli 300 mm eikä niiden korkeus saa olla alle 100 mm (KUVA 4). Peräkäiset osat voivat kuitenkin olla limittäin, jos limisauma osoittaa taakse- tai alaspäin. Jos ulkopinnalle tarvitaan pultteja tai niittejä, tulee niiden päät olla kupumaisia, sileitä tai vastaavasti pyöristettyjä eikä ne saa olla enempää kuin 10 mm ulompana kuin sivusuojan muu pinta. Kaikkien ulkoreunojen ja kulmien, joihin voidaan koskettaa läpimitaltaan 100 mm kokoisella pallolla, on oltava pyöristettyjä vähintään 2,5 mm kaarevuussäteellä. Pinnasta alle 5 mm ulkonevien osien ulospäin suuntautuvien kulmien on oltava tylpät. (Regulation No. 73 2011, 11–12.)

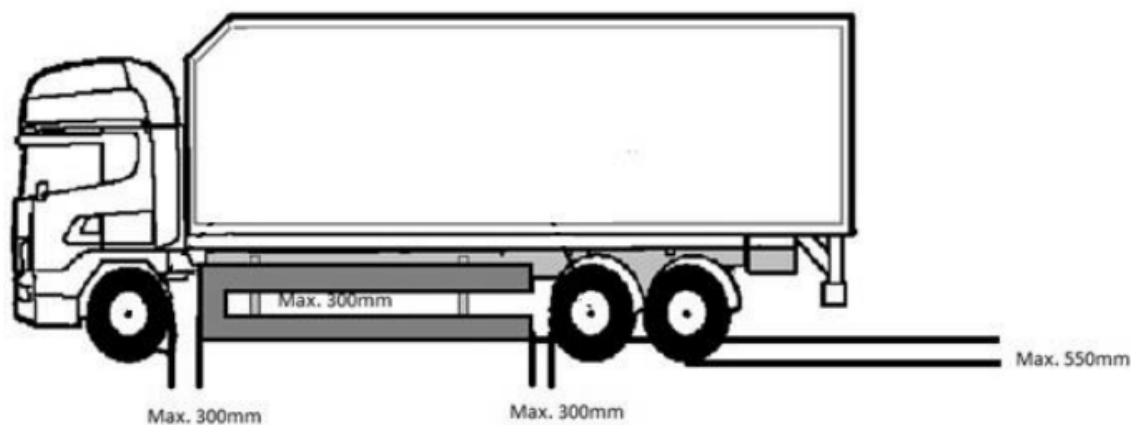


KUVA 3. Sivusuojiin etäisyydet takareunaan ulkopinnasta (Alleajosuojajohtaja 2017, 7)



KUVA 4. Sivusuojan rakenne N3-luokan ajoneuvoissa (Alleajosuojajohtaja 2017, 6)

Sivusuojiin etureunojen on sijoitettava ajoneuvossa enintään 300 mm taaksepäin mitattuna sivusuojan etupuolella olevan renkaan ulkopinnasta. Jos sivusuojan etureuna sijaitsee yli 25 mm suuruisessa avoimessa tilassa, on etureunan muodostuttava yhtenäisestä pystysuorasta palkista, joka ulottuu yli koko sivusuojan korkeuden. Tämän pystysuoran palkin ulko- ja etupintojen on ulotuttava vähintään 100 mm taaksepäin ja 100 mm sisään päin tai niiden säteen on oltava vähintään 100 mm. Takareuna sivusuojoissa saa sijaita enintään 300 mm sivusuojan takapuolella sijaitsevan renkaan ulkopinnan etupuolella. Sivusuojan takareunaan ei vaadita yhtenäistä pystysuoraa palkkia. Sivusuojan alareuna ei saa missään kohdassa olla yli 550 mm etäisyydellä maan pinnasta. (Regulation No. 73 2011, 12.) Kuvassa 5 on esitetty sivusuojan etureunan, takareunan ja alareunan etäisyyksiä koskevat säännökset.



KUVA 5. Sivusuojan mitoitus ajoneuvon sivulta (Alleajosuojaohje 2017, 6)

Sivusuojan yläreuna ei saa sijaita yli 350 mm ajoneuvon sen rakenteen alapuolella, jota leikkaa tai koskettaa renkaiden ulkopintaa sivuava pystysuora taso. Jos edellä mainittu taso ei lainkaan leikkaa ajoneuvon rakenteita, sivusuojan yläreunan on oltava tasoissa kuormalavan yläpinnan kanssa tai 950 mm:n korkeudella maasta sen mukaan kumpi mitta on pienempi. Jos renkaiden ulkopintaa sivuava pystysuora taso leikkaa ajoneuvon rakenteen yli 1,3 m korkeudella maasta tulee sivusuojan yläreunan olla vähintään 950 mm:n korkeudella maasta. Ajoneuvoissa, jotka ovat varta vasten suunniteltu ja rakennettu kuljettamaan kontteja tai vaihtolavoja, sivusuojuksen yläreunan korkeus voidaan määrittää edellä mainittujen säädösten mukaan siten, että konttia tai lavaa pidetään ajoneuvon osana. (Regulation No. 73 2011, 13.)

Ajoneuvon sivusuojaan saa sisällyttää ajoneuvoon kiinteästi kiinnitetyjä laitteita, kuten varapyöriä, akkukoteloita, ilmasäiliöitä, polttoainesäiliöitä, valaisimia, heijastimia ja työkalulaatikoita edellyttäen, että nämä osat täyttävät tässä kohdassa käsitellyt sivusuojuksen mittavaatimukset. Sivusuojukseen ei saa kiinnittää jarru-, ilma- tai hydraulikkaputkia. (Regulation No. 73 2011, 13.)

Sivusuojan on oltava valmistettu metallista tai muusta sopivasta materiaalista, lukuun ottamatta edellisessä kappaleessa mainittuja kiinteästi sivusuojaan sisällytettyjä laitteita. Sivusuojan tulee olla kiinteä ja lujasti kiinnitetty niin, ettei se voi irrota ajoneuvon normaalikäytössä syntyvän värinän vaikutuksesta. Sivusuoja on pidettävä sopivana, jos se kestää 1 kN:n suuruisen vaakasuoran staattisen voiman kohdistamisen tangolla, jonka pää on tasainen, poikkileikkaukseltaan

pyöreä ja halkaisijaltaan $220 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$, mihin hyvänsä kohtaan ulkopinnassaan niin, että tästä aiheutuva taipuma tangon keskipisteestä mitattuna kuormittuna on enintään, 30 mm sivusuojan taaimman 250 mm matkalla ja enintään 150 mm sivusuojan muulla alueella. Vaatimuksen noudattaminen voidaan osoittaa laskennalla, jossa laskentamenetelmän soveltuvuus on osoitettava teknisen tutkimuslaitoksen hyväksymällä tavalla. (Regulation No. 73 2011, 13.)

4 AJONEUVON MUUNTAMINEN

4.1 Moottori ja voimansiirto

Ajoneuvon alkuperäisen polttomoottorin teho on 239 kW. Ajoneuvon muutettavan sähkömoottorin teho on 177 kW. Sähkömoottorin tehon ollessa pienempi kuin alkuperäisen polttomoottorin teho, voidaan todeta moottorin olevan hyväksyttävä muutokseen. Moottoria muutettaessa alkuperäisen moottorin kiinnikkeet harvoin sopivat suoraan muutettavaan moottoriin. Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen (TRA-FICOM/194495/03.04.03.00/2019) määräyksessä vaatimuksena mahdollisesti muuttuville moottorin kiinnikkeille on, että ne tulee olla asianmukaiset. Kuvassa 6 on esitetty ajoneuvon asennettu sähkömoottori ja sen kiinnitys ajoneuvon. Moottorin kiinnittämisessä on hyödynnetty ajoneuvon alkuperäisiä moottorin kiinnikkeitä.



KUVA 6. Sähkömoottori ja sen kiinnitys

Mekaanisen voimansiirron osat kuten vaihteisto, kardaniakseli ja tasauspyörästö ajoneuvossa säilyvät alkuperäisinä. Sähkömoottori on tällöin liitetty ajoneuvossa olevaan vaihteistoon. Ajoneuvon alkuperäiset jarrujen paineilmakompressori ja ohjaustehostin, muutetaan erillisillä sähköisillä toimilaitteilla toimiviksi.

4.2 Sähköinen voimalinja

Koteloiden ja sähkösuojusten ulkopuolella sijaitsevien korkeajänniteväylien kaapelointi toteutetaan ulkokuoreltaan oranssin värisellä sähköajoneuvokäyttöön tarkoitetulla kaapelilla (KUVA 7). Varoitusmerkintä korkeajännitteestä tulee merkitä koteloihin ja sähkösuojuksiin, joiden poistaminen paljastaisi korkeajännitteisiä osia. Kuvassa 8 on esitetty varoitusmerkintä korkeajännitteestä sellaisessa kotelossa, jonka poistaminen paljastaisi korkeajännitteisiä osia aktiivisena ollessaan. Sähkösuojukset ja kotelot, joiden poistaminen paljastaa korkeajännitteisiä osia on merkittävä varoitusmerkinnällä, ellei kyseessä ole kohdassa 3.2.1 esitetty poikkeus.



KUVA 7. Ulkokuoreltaan oranssi korkeajännitekaapeli



KUVA 8. Varoitusmerkintä korkeajännitteestä ajoneuvossa

Kohdassa 3.2.3 esitettyjen vaatimusten täyttämiseksi REESS-järjestelmä suojataan sulakkeella estämään ylikuumeneminen. Sulakkeen lisäksi ajoneuvoon asennettava BMS valvoo REESS-järjestelmää vikatilanteiden varalta. Mikäli lämpötila REESS-järjestelmässä nousee, BMS rajoittaa purettavaa tai ladattavaa virtaa tilanteesta riippuen.

Sähköisen voimalinjan asennuksen jälkeen tulee ajoneuvolle suorittaa liitteen 1 mukaiset testaukset suojausluokkien varmistamiseksi. Suojauksen vaatimusten mukaisuuden osoittamiseksi käyttöönottopöytäkirjaan kirjataan käytetty testausmenetelmä ja tulokset testeistä. Valmistuneelle asennukselle tulee tehdä lisäksi liitteen 2 mukainen eristysresistanssin mittaus. Eristysresistanssin mittauksessa saatujen tulosten tulee täyttää kohdassa 3.2.2 esitetyt vaatimukset. Käyttöönottopöytäkirjaan tulee kirjata eristysresistanssin mittauksissa käytetty menetelmä ja saadut tulokset.

Toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvät turvallisuus vaatimukset ajoneuvoon tehdään ohjelmistollisesti. Kuljettajalle annettavat visuaaliset ilmoitukset ja varoitukset annetaan ajoneuvoon asennettavan erillisen näytön avulla (KUVA 9). Näytölle

annetaan ilmoitukset muun muassa ajosuunnan valitsimen asennosta, aktiivisen ajon mahdollisimman tilan päällä olosta ja mahdollisista vikatilanteista korkeajännitejärjestelmissä varoituksina. Ajoneuvoon asennettava näyttö yksikkö on epec 6107.



KUVA 9. Ajoneuvoon asennettava näyttö (epec n.d.)

4.3 Sivusuojaus ajoneuvoon

Ajoneuvoon asennettava akusto ja sen kotelointi sellaisenaan eivät täytä kohdassa 3.2.5 esitettyjä vaatimuksia sivusuojaukselle. Kuvassa 10 on esitetty ajoneuvon akuston kotelointi ajoneuvon sivulla.



KUVA 10. Akuston kotelointi

Kuten kuvasta 10 voidaan havaita akuston koteloinnin sivu ei ole tasainen eikä se siten ole vaatimustenmukainen. Ajoneuvon sivulta puuttuu kuvassa 10 vielä komponentteja, joita siihen tullaan asentamaan. Lisäksi kuvassa 10 akuston koteloinnin tukipalkit sijaitsevat yli 150 mm ajoneuvon enimmäisleveyttä sisempänä. Vaatimustenmukaisuuden täyttämiseksi ajoneuvoon tulee toteuttaa, joko yhteisestä vaatimukset täyttävästä sileästä pinnasta muodostettu suoja tai vaakatasoon asennettavista palkeista muodostettu sivusuojaus.

Kuvassa 11. on esitetty ajoneuvon akuston koteloinnin etuosa. Sivusuojauksen etuosan toteutuksessa tulee huomioida, että sivusuojan etuosan tulee alkaa enintään 300 mm etäisyydeltä etu renkaan ulkopinnasta mitattuna. Lisäksi sivusuojan toteutuksessa tulee huomioida mahdollinen väliin jäävä avoin tila. Jos väliin jäävä avoin tila on yli 25 mm, tulee sivusuojan etureunan muodostua yhtenäisestä pystysuorasta palkista, joka ulottuu koko sivusuojauksen korkeuden yli.



KUVA 11. Akuston koteloinnin etuosa

Muutettava ajoneuvo on varta vasten rakennettu ja varusteltu kuljettamaan vaihtolavoja. Tällöin sivusuojaus yläreunan toteutuksessa voidaan ajoneuvon päälle otettava vaihtolavaa pitää ajoneuvon osana. Sivusuojaus yläreuna ei saa sijaita yli 350 mm sen ajoneuvon osan alapuolella, jota renkaiden ulkopintaa sivuava tai koskettava taso leikkaa. Jos taso ei leikkaa ajoneuvon rakenteita tulee sivusuojan yläreunan sijaita samassa tasossa kuormalavan yläpinnan kanssa tai 950 mm korkeudella maanpinnasta sen mukaan kumpi mitta on pienempi.

5 MUUTOSKATSASTUS

Muutosten lisäksi ajoneuvon määräaikaikatsastus oli myöhässä, jonka vuoksi ajoneuvo oli asetettu käyttökieltoon. Käyttökiellossa olevan ajoneuvon siirtämistä eli tässä tapauksessa muutos- ja määräaikaikatsastukseen vientiä varten ajoneuville on varattava aika katsastusasemalta. Ajoneuvossa tulee olla voimassa oleva liikennevakuutus, jotta ajoneuvo voidaan siirtää katsastusasemalle ilman, että sille vaaditaan siirtolupaa, kun ajoneuvo siirretään suorinta reittiä ennalta varatulle katsastusajalle. Jos ajoneuville ei ole voimassa olevaa liikennevakuutusta tai ajoneuvoa ollaan siirtämässä pelkästään muutoskatsastukseen, vaaditaan siirtoon siirtolupa.

Muutoskatsastukseen tarvittavia asiakirjoja ovat rekisteröintitodistus ja ajoneuvon asennetuista osista kuitit osien tunnistamista ja todentamista varten. Sähkömoottorin teho voidaan osoittaa sähkömoottorin valmistajan spesifikaatiolla. E-sääntöä 100 koskevat vaatimukset voidaan muutoskatsastuksessa osoittaa asianmukaisesti täytetyllä käyttöönottopöytäkirjalla. Ajoneuvoa muutoskatsastukseen vietäessä muutosten tulee olla valmiita, ajoneuvon sellaisessa kunnossa kuin se on tarkoitettu olevan ja käyttöönottopöytäkirja täytettynä ja allekirjoitettuna. Käyttöönottopöytäkirjassa tulee löytyä siihen soveltuvat kohdat, jotka on määritellyt valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistoista (1434/2016). Käyttöönottopöytäkirjassa tulee lisäksi olla tehtyjen mittausten tulokset ja käytetyt mittausmenetelmät kirjattuna.

EMC-yhteensopivuuden osoittamiseksi auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen (TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019) määräyksessä on säädetty osoitukseksi kelpaavan muutossarjan valmistajan todistus tai kaikista korkeajännitteisistä osista osoitus EMC-yhteensopivuudesta. EMC-yhteensopivuus muutoskatsastuksessa tarkoittaa kuitenkin koko valmiin ajoneuvon eri osien yhteensopivuutta keskenään. EMC-yhteensopivuus voidaan muutoskatsastuksessa osoittaa mittauksin, joista mittausmenetelmät on myös esitetty, asiantuntijan tai katsastajan lausunnolla taikka muun riittävän pätevyyden omaavan tahon ohjeiden mukaisesti suoritettuin asennuksin, kuten valmistajan ohjeilla.

Jarru- ja ohjauslaite muutokset sähkökäyttöiseksi muutettavissa N3-luokan ajoneuvoissa eivät kuitenkaan ole niin yksinkertaisia kuin auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen (TRAFICOM/194495/03.04.03.00/2019) määräyksessä näistä on säädetty. Raskaassa kalustossa ohjaustehostimen puuttuminen tekee ajoneuvon ohjaamisesta erittäin hankalaa, ellei jopa mahdotonta. Vastaavasti paineilmajarrujärjestelmissä paineilman tuoton puuttuessa, jarrujen käyttö ei ole mahdollista. Näistä syistä raskaankaluston jarru- ja ohjauslaite muutoksista katsotaan aiheutuvan vähäistä enemmän haittaa liikenneturvallisuudelle. Jarru- ja ohjauslaitevaatimusten täytyminen tulee raskaankaluston muutoskatsastuksessa osoittaa asiantuntijan lausunnolla, jos näihin järjestelmiin on muutoksia tehty.

Sivusuojauksen vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi, sijoituksen ja mittojen osalta ei vaadita erityisiä tarkastuspöytäkirjoja tai muuta vastaavaa muutoskatsastukseen. Katsastaja, joka on hyväksytty asiantuntija alleajosuojien vaatimustenmukaisuuden määrittelyyn, voi tarkastaa sivusuojauksen vaatimustenmukaisuuden muutoskatsastuksen yhteydessä. Sivusuojauksen kestävyys voidaan osoittaa laskennalla, jossa laskentamenetelmän soveltuvuus on osoitettu teknisen tutkimuslaitoksen hyväksymällä tavalla.

Muutoskatsastusprosessi on pitkälti asiakirjojen läpikäyntiä katsastajan kanssa. Katsastaja tutkii ajoneuvon muutoskatsastuksen yhteyteen tuodut asiakirjat ja dokumentit ja toteaa näiden pohjalta, onko ajoneuvo vaatimustenmukainen. Asiakirjojen lisäksi muutoskatsastuksessa katsastaja suorittaa tarkastuksia, tutkii ajoneuvoa ja kyselee muutokseen liittyviä lisätietoja, jos näihin ei välttämättä ole pystytty vastaamaan asiakirjoilla. Muutoksen tehneen henkilön läsnäolo muutoskatsastuksessa voi siis helpottaa ja nopeuttaa prosessia.

Muutoskatsastuksessa hyväksytylle ajoneuvolle kirjataan rekisteriin tiedot tehdyistä muutoksista kuten muuttunut omamassa, kantavuus, käyttövoima ja osat. Ajoneuvon rekisteriin merkitään myös muutoksista syntyneet kanta-ajoneuvon osien määrän muuttuneet prosentit, mahdollisen tarpeen vuoksi huomioida ne tulevaisuudessa.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää N3-luokan kuorma-autoa koskevat vaatimukset sähkökäyttöiseksi muutettaessa, jotta ajoneuvo saadaan hyväksytyä tieliikennekäyttöön. Työn selvitystä tehdessä ajoneuvojen muutoskatsastusten vaatimuksista saatiin laaja ja kattava käsitys. Työssä keskityttiin nimenomaan tutkimaan N3 ajoneuvoluokkaa koskevia vaatimuksia. Ajoneuvolle pystyttiin tekemään selvityksellä tehtäväläistä, jota muutostyön tekijä pystyy hyödyntämään muutosta tehdessä.

Ajoneuvon käyttövoiman muuttaminen sähköksi ei ole täysin suoraviivainen prosessi. Ajoneuvoihin liittyy useita säädöksiä ja määräyksiä, jotka on huomioitava muutoksia tehdessä ja sitä kautta mitä enemmän muutoksia tehdään, sitä useampia säädöksiä ja määräyksiä muutostyössä tulee huomioida. Ajoneuvojen muutoksissa suuri merkitys on kanta-ajoneuvon käyttöönottoajankohdalla, sillä tekninen vaatimustaso määräytyy käyttöönottoajankohdan perusteella ajoneuvoille. Ajoneuvojen tekninen vaatimustaso on uusissa ajoneuvoissa huomattavasti tiukempi ja tarkempi kuin esimerkiksi ajoneuvoissa, jotka ovat käyttöönotettu 1990 luvulla. Ajoneuvoluokkien välillä on myös erilaisia vaatimuksia, jolloin vaatimusten tarkastelussa tulee kiinnittää huomiota kyseessä olevaan ajoneuvoluokkaan. Opinnäytetyössä esitetyjä tuloksia ajoneuvon muutosten vaatimuksista voidaan hyödyntää mahdollisissa muissa sähkökäyttöiseksi muutettavissa ajoneuvoissa. Opinnäytetyön tuloksia hyödynnettäessä, tulee kuitenkin kiinnittää huomiota aina ajantasaiseen lainsäädäntöön ja määräyksiin sekä tarkistaa sovellettaviksi kelpaavat kohdat teknisen vaatimustason osalta.

Vaikka ajoneuvolle tehdään sähköjärjestelmän osalta turvallisuuteen liittyviä mitauksia, kun asennus on valmis, ovat ne lähinnä loppukäyttäjää ja muita käyttäjiä suojaavia. Muutoksentehtäjän on muutosta tehdessään erityisen tärkeää kiinnittää huomiota, jotta ajoneuvo on jokaisessa asennusvaiheessa turvallinen hänelle itselleen ja mahdollisille ulkopuolisille henkilöille ajoneuvon läheisyydessä, etenkin kun muutoksen tekijältä ei vaadita sähköpätevyyttä tieliikenne käyttöön soveltuvan ajoneuvon muutostöissä.

Opinnäytetyötä tehdessä ajoneuvon muutosten valmistumisessa ilmeni viivästyksiä, joiden vuoksi työssä ei päästy käsittelemään valmistunutta sähkökäyttöiseksi muutettua ajoneuvoa. Muutostyön kohteiden vaatimukset saatiin kuitenkin kuvattua sillä tarkkuudella työssä, että ajoneuvo pystytään niillä saamaan vaatimustenmukaiseksi valmiiksi ajoneuvoksi muutokatsastukseen.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 15.1.2021/82. Viitattu 3.5.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210082>

Alleajosujoaohje. 2017. Trafi. Pdf-dokumentti. Viitattu 10.5.2022. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Alleajosujoaohje.pdf>

Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen. 2019. Traficom. Pdf-dokumentti. Viitattu 1.5.2022. <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/muutoskatsastus>

epec. n.d. epec 6107 display unit. Viitattu 2.6.2022. <https://epec.fi/epec-oy-products/displays/display-6107/>

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista annetun liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen muuttamisesta 1064/2011. Viitattu 3.5.2022. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111064>

Regulation No. 100. 2011. UNECE. Viitattu 11.5.2022. <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R100r1e.pdf>

Regulation No. 73. 2011. UNECE. Viitattu 14.5.2022. <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R073r1e.pdf>

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Viitattu 6.5.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Pidm45237815767664>

Valtioneuvoston asetus ajoneuvoista 162/2021. Viitattu 14.5.2022. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210162>

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016. Viitattu 6.5.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434>

LIITTEET

Liite 1. Jännitteisten osien suojaus kosketukselta (Regulation No. 100 2011, 18-20).

1 (3)

E/ECE/324/Rev.2/Add.99/Rev.1
E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.99/Rev.1
Annex 3

Annex 3

Protection against direct contacts of parts under voltage

1. Access probes

Access probes to verify the protection of persons against access to live parts are given in Table 1.
2. Test conditions

The access probe is pushed against any openings of the enclosure with the force specified in Table 1. If it partly or fully penetrates, it is placed in every possible position, but in no case shall the stop face fully penetrate through the opening.

Internal barriers are considered part of the enclosure

A low-voltage supply (of not less than 40 V and not more than 50 V) in series with a suitable lamp should be connected, if necessary, between the probe and live parts inside the barrier or enclosure.

The signal-circuit method should also be applied to the moving live parts of high voltage equipment.

Internal moving parts may be operated slowly, where this is possible.
3. Acceptance conditions

The access probe shall not touch live parts.

If this requirement is verified by a signal circuit between the probe and live parts, the lamp shall not light.

In the case of the test for IPXXB, the jointed test finger may penetrate to its 80 mm length, but the stop face (diameter 50 mm x 20 mm) shall not pass through the opening. Starting from the straight position, both joints of the test finger shall be successively bent through an angle of up to 90 degree with respect to the axis of the adjoining section of the finger and shall be placed in every possible position.

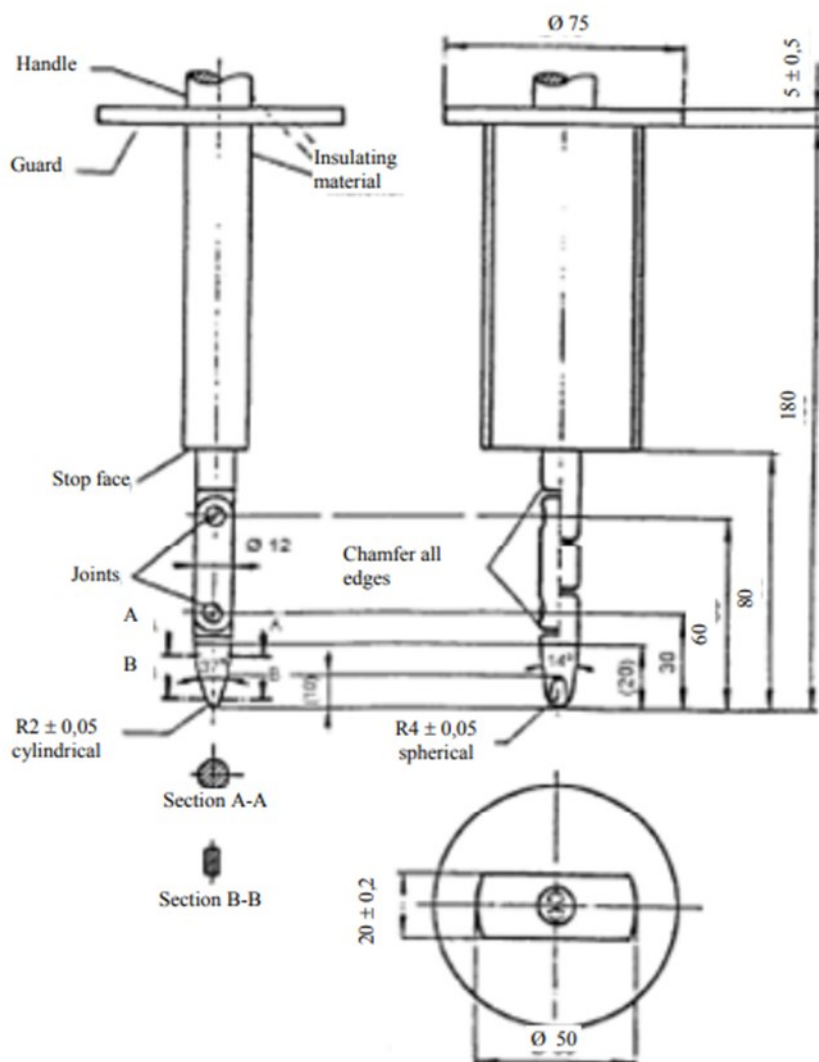
In case of the tests for IPXXD, the access probe may penetrate to its full length, but the stop face shall not fully penetrate through the opening.

Table 1
Access probes for the tests for protection of persons against access to hazardous parts

First numeral	Addit. letter	Access probe (Dimensions in mm)	Test force
2	B	<p>Jointed test finger</p> <p>Stop face (Ø 50 x 20)</p> <p>Ø 12</p> <p>See Fig.1 for full dimensions</p> <p>Jointed test finger (Metal)</p> <p>Insulating material</p> <p>80</p>	10 N ± 10 %
4, 5, 6	D	<p>Test wire 1.0 mm diameter, 100 mm long</p> <p>Sphere 35 ± 0.2</p> <p>Approx. 100</p> <p>Ø 10</p> <p>Handle (Insulating material)</p> <p>Stop face (Insulating material)</p> <p>Rigid test wire (Metal)</p> <p>Edges free from burrs</p> <p>100 ± 0.2</p> <p>Ø 1.0</p>	1 N ± 10 %

E/ECE/324/Rev.2/Add.99/Rev.1
E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.99/Rev.1
Annex 3

Figure 1
Jointed test finger



Material: metal, except where otherwise specified

Linear dimensions in millimeters

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

- (a) N_n angles: $0/-10^\circ$;
- (b) On linear dimensions: up to 25 mm: $0/-0.05$ mm over 25 mm: ± 0.2 mm

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a 0 to $+10^\circ$ tolerance.

Annex 4**Isolation resistance measurement method**

1. General

The isolation resistance for each high voltage bus of the vehicle shall be measured or shall be determined by calculation using measurement values from each part or component unit of a high voltage bus (hereinafter referred to as the "divided measurement").

2. Measurement method

The isolation resistance measurement shall be conducted by selecting an appropriate measurement method from among those listed in paragraphs 2.1. through 2.2., depending on the electrical charge of the live parts or the isolation resistance, etc.

The range of the electrical circuit to be measured shall be clarified in advance, using electrical circuit diagrams, etc.

Moreover, modification necessary for measuring the isolation resistance may be carried out, such as removal of the cover in order to reach the live parts, drawing of measurement lines, change in software, etc.

In cases where the measured values are not stable due to the operation of the on-board isolation resistance monitoring system, etc., necessary modification for conducting the measurement may be carried out, such as stopping of the operation of the device concerned or removing it. Furthermore, when the device is removed, it shall be proven, using drawings, etc., that it will not change the isolation resistance between the live parts and the electrical chassis.

Utmost care shall be exercised as to short circuit, electric shock, etc., for this confirmation might require direct operations of the high-voltage circuit.

2.1. Measurement method using DC voltage from off-vehicle sources

2.1.1. Measurement instrument

An isolation resistance test instrument capable of applying a DC voltage higher than the working voltage of the high voltage bus shall be used.

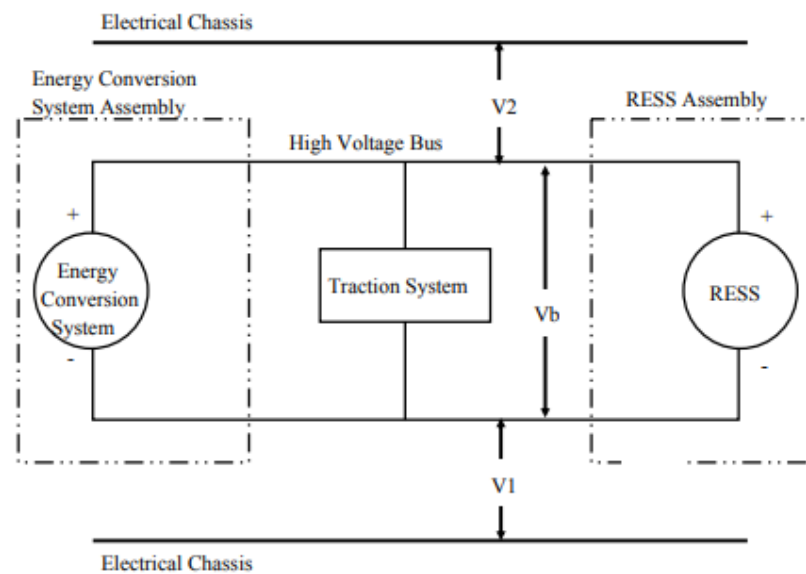
2.1.2. Measurement method

An insulator resistance test instrument shall be connected between the live parts and the electrical chassis. Then, the isolation resistance shall be measured by applying a DC voltage at least half of the working voltage of the high voltage bus.

If the system has several voltage ranges (e.g. because of boost converter) in galvanically connected circuit and some of the components cannot withstand the working voltage of the entire circuit, the isolation resistance between those components and the electrical chassis can be measured separately by applying at least half of their own working voltage with those component disconnected.

- 2.2. Measurement method using the vehicle's own RESS as DC voltage source
- 2.2.1. Test vehicle conditions
 The high voltage-bus shall be energized by the vehicle's own RESS and/or energy conversion system and the voltage level of the RESS and/or energy conversion system throughout the test shall be at least the nominal operating voltage as specified by the vehicle manufacturer.
- 2.2.2. Measurement instrument
 The voltmeter used in this test shall measure DC values and shall have an internal resistance of at least 10 M Ω .
- 2.2.3. Measurement method
- 2.2.3.1. First step
 The voltage is measured as shown in Figure 1 and the high voltage bus voltage (V_b) is recorded. V_b shall be equal to or greater than the nominal operating voltage of the RESS and/or energy conversion system as specified by the vehicle manufacturer.

Figure 1
 Measurement of V_b , V_1 , V_2



- 2.2.3.2. Second step
 Measure and record the voltage (V_1) between the negative side of the high voltage bus and the electrical chassis (see Figure 1).
- 2.2.3.3. Third step
 Measure and record the voltage (V_2) between the positive side of the high voltage bus and the electrical chassis (see Figure 1).

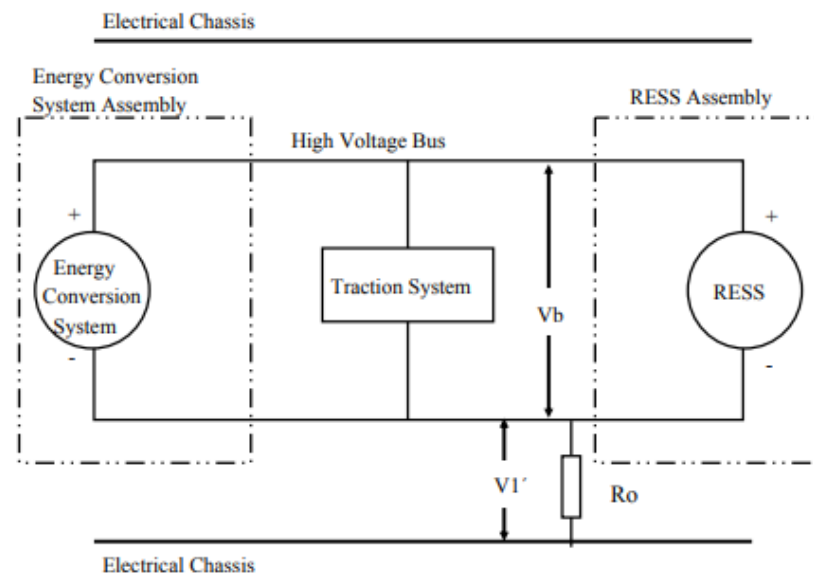
2.2.3.4. Fourth step

If V_1 is greater than or equal to V_2 , insert a standard known resistance (R_o) between the negative side of the high voltage bus and the electrical chassis. With R_o installed, measure the voltage (V_1') between the negative side of the high voltage bus and the electrical chassis (see Figure 2).

Calculate the electrical isolation (R_i) according to the following formula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_1' - V_b / V_1) \quad \text{or} \quad R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

Figure 2
Measurement of V_1'

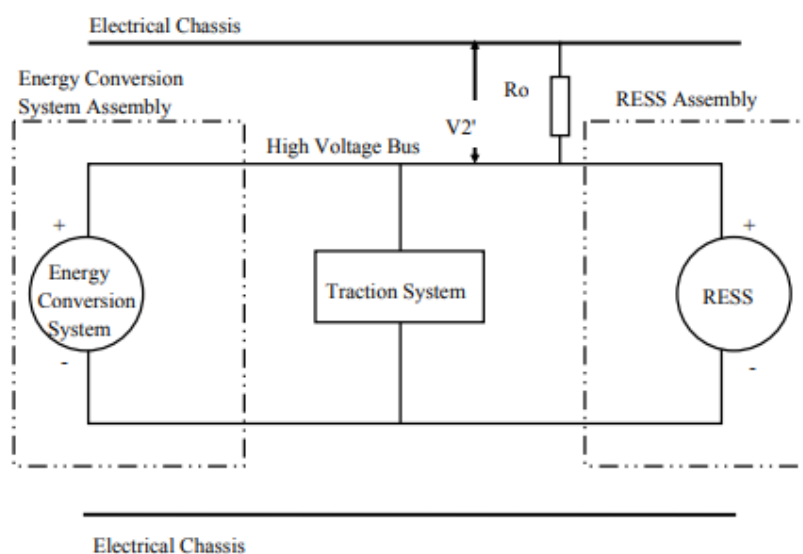


If V_2 is greater than V_1 , insert a standard known resistance (R_o) between the positive side of the high voltage bus and the electrical chassis. With R_o installed, measure the voltage (V_2') between the positive side of the high voltage bus and the electrical chassis (see Figure 3). Calculate the electrical isolation (R_i) according to the formula shown. Divide this electrical isolation value (in Ω) by the nominal operating voltage of the high voltage bus (in volts).

Calculate the electrical isolation (R_i) according to the following formula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_2' - V_b / V_2) \quad \text{or} \quad R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_2' - 1 / V_2)$$

Figure 3
 Measurement of V_2'



2.2.3.5. Fifth step

The electrical isolation value R_i (in Ω) divided by the working voltage of the high voltage bus (in volts) results in the isolation resistance (in Ω/V).

Note: The standard known resistance R_o (in Ω) should be the value of the minimum required isolation resistance (in Ω/V) multiplied by the working voltage of the vehicle plus/minus 20 per cent (in volts). R_o is not required to be precisely this value since the equations are valid for any R_o ; however, a R_o value in this range should provide good resolution for the voltage measurements.