



Juha-Pekka Suuronen

Sähkö- ja hybridautojen latauskaapeleiden standardit ja lainsäädäntö Suomessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

14.3.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Juha-Pekka Suuronen
Otsikko:	Sähkö- ja hybridautojen latauskaapeleiden standardit ja lainsäädäntö Suomessa
Sivumäärä:	34 sivua
Aika:	14.3.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Sanna Heikkinen Tekninen johtaja Jouko Sohlberg, AKL

Tässä opinnäytetyössä luotiin tietokokonaisuus sähkö- ja hybridautojen latauskaapeleiden standardeista sekä niitä koskevasta lainsäädännöstä. Työn tavoitteena oli, että työn tilaaja Autoalan Keskusliitto sekä muut toimijat ja yksityishenkilöt voisivat tulevaisuudessa hyödyntää tietokokonaisuutta.

Työssä käydään läpi sähkö- ja hybridauton lataamisen perustekijät, latauskaapeleita koskevat standardit sekä niitä Suomessa koskeva lainsäädäntö. Osa standardeista sekä säädöksistä on satojen sivujen mittaisia ja sisältää viittauksia toisiin standardeihin sekä säädöksiin. Työn toteutuksen ja luettavuuden vuoksi työ sisältää vain tiivistelmiä ja otteita työn kirjoitushetkellä voimassa olevien standardien sekä säädösten oleellisimmista osista.

Standardeja käsittelevät tiedot on hankittu SFS ry:n kirjasto- sekä SFS Online -palveluiden avulla. Lainsäädäntöä koskevat tiedot on haettu oikeusministeriön oikeudellisten aineistojen veloitusettomasta verkkopalvelusta. Standardien lainaukset on tehty Suomen Standardoimisliitto SFS ry:n luvalla.

Valmista opinnäytetyötä voidaan hyödyntää, kun käytetty ladattava auto on tuotu Suomeen ja tahdotaan tarkistaa, onko auton mukana tullut latauskaapeli käyttökelpoinen. Työtä on mahdollista hyödyntää myös muissa töissä, jotka vaativat latauskaapeleita koskevien standardien ja lainsäädännön selvittämistä tai käsittelyä. Työn avulla myös asiaan perehtymätön saa käsityksen sähkö- ja hybridauton lataamisesta sekä siitä, millainen lataukseen käytettävän latauskaapelin tulee olla.

Avainsanat: sähköauto, latauskaapeli, latausliitäntä

Abstract

Author: Juha-Pekka Suuronen
Title: Standards and legislation for charging cables of electric and hybrid cars in Finland
Number of Pages: 34 pages
Date: 14 March 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electronics Engineering
Supervisors: Sanna Heikkinen, Lecturer
Jouko Sohlberg, Technical Director, AKL

In this Bachelor's thesis a data set about standards and legislation for electric and hybrid vehicle charging cables was created. The objective of this thesis was that the client of the work, other companies and private individuals could make use of the data set.

The data set will examine the basics regarding charging an electric or hybrid car, standards for the charging cables and the Finnish legislation for the cables. Some of the standards and regulations are hundreds of pages long and they contain references to other standards and regulations. In terms of the implementation and readability of the work, the data set contains only summaries and extracts from the most relevant parts of the standards and regulations that exist while creating the data set.

The data related to the standards has been acquired from SFS ry's library and SFS Online services. The data pertaining the legislation has been acquired from the free online service of legal materials owned by the Finnish Ministry of Justice. The quotes from the standards have been made with the permission of the Finnish Standards Association SFS ry.

The final product can be used when used electric vehicle is being imported to Finland and there is a need to make sure that the charging cable that came with the car is suitable for use. The data set can be also used for other projects where the information about the standards and legislations for electric vehicle charging cables is needed. Also, a person who is not familiar with the subject will gain a basic understanding through the work about charging an electric vehicle and will know as well what type of charging cable is required for the charging.

Keywords: electric vehicle, charging cable, charging connector

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lataaminen	2
2.1	Akusto	2
2.2	Lataustapahtuma	3
2.3	Latauslaite	5
2.4	Latauskaapeli	5
2.5	Akun- ja latauksenhallinta	6
3	Latausliitännät	7
3.1	Type 1	7
3.2	Type 2	8
3.3	CCS-pikalatausliitin	9
3.4	CHAdemo	10
4	Standardit	11
4.1	SFS-EN IEC 61851-1 - Sähköajoneuvon lataamisen yleiset vaatimukset	12
4.1.1	Mode 1	13
4.1.2	Mode 2	13
4.1.3	Mode 3	14
4.1.4	Mode 4	15
4.2	SFS-EN 50620 - Latauskaapelit	16
4.2.1	Merkinnät	16
4.2.2	Johdin	17
4.2.3	Kaapelin vaippa	17
4.2.4	Lämpötila	17
4.3	SFS-EN IEC 62196 - Latausliitännät	18
4.3.1	SFS-EN IEC 62196-1	18
4.3.2	SFS-EN IEC 62196-2	18
4.3.3	SFS-EN IEC 62196-3	19
4.4	IEC 62752 – Ohjaus- ja suojalaite latauskaapelissa	19
5	Lainsäädäntö Suomessa	20

5.1	Sähköturvallisuuslaki 1135/2016	20
5.2	Pienjännitedirektiivi - Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/35/EU	21
5.3	Liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelu 2017/478	22
5.4	Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002	23
6	Yhteenveto	23
7	Työn jatkokehitys	25
	Lähteet	26

Lyhenteet

AC: Alternative Current, vaihtovirta

DC: Direct Current, tasavirta

IC-CPD: In-cable Control and Protection Device, latauskaapelin suojaus- ja ohjauslaite

ICCB: In-cable Control Box, suojaus- ja ohjauslaite latauskaapelissa

CCS: Combined Charging System, yhdistelmälatausliitin

EVC: Electric Vehicle Cable, sähköajoneuvon latauskaapeli

1 Johdanto

Käytettyjen sähkö- ja hybridautojen maahantuominen ulkomailta Suomeen on viime vuosina ollut huomattavan suosittua, ja auton päätyessä käyttöön kuluttajalle tulisi varmistaa, että auton mukana toimitettu latauskaapeli sopii käytettäväksi Suomessa ja on turvallinen. Vuosien 2020–2022 aikana Suomeen tuotiin käytettynä yhteensä 45 891 ladattavaa autoa, joista 21 322 tuotiin pelkästään vuoden 2022 aikana [1].

Työn tilaaja Autoalan Keskusliitto on saanut toiveita käytetyn autokaupan alalta, että tietokokonaisuus latauskaapeleiden vaatimuksista olisi tarpeellinen juuri käytettyjen sähköautojen suurten maahantuontimäärien takia. Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda tietokokonaisuus, johon on koostettu Suomessa kirjotushetkellä voimassa olevia sähkö- ja hybridautojen latauskaapeleita koskevia standardeja sekä lainsäädäntöä. Latauskaapeleita sekä latauslaitteita koskevat säädökset voivat poiketa eri maiden välillä, ja opinnäytetyön tavoitteena on, että auton maahantuonut myyjäliike tai kuluttaja voi varmistaa työn avulla latauskaapelin soveltuvuuden Suomessa käytettäväksi. Autonvalmistajien alkuperäiset latauskaapelit myös maksavat usein enemmän kuin tarvikevalmistajien latauskaapelit, jolloin esimerkiksi latauskaapelia verkosta ostettaessa on syytä tarkastaa kaapelin soveltuvuus Suomessa käytettäväksi.

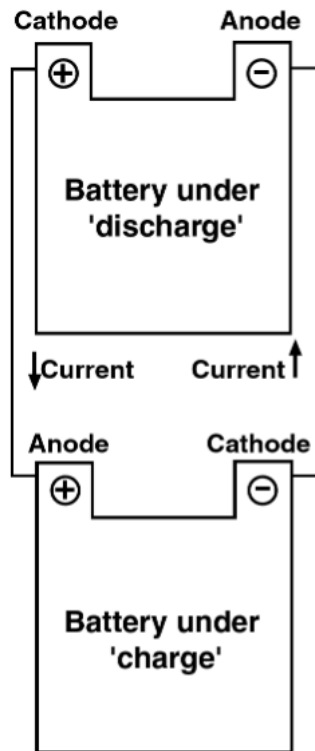
Työhön on koostettu tietoa aihetta käsittelevän kirjallisuuden sekä verkkolähteiden avulla. Työssä käsiteltävät standardit on hankittu SFS ry:n kirjasto- sekä SFS Online -palveluista. Lainsäädäntöä koskevat tiedot on haettu pääosin oikeusministeriön tarjoamasta verkkopalvelusta.

2 Lataaminen

Keskeisiä asioita sähkö- tai hybridi-auton lataamisessa ovat akusto, itse lataustapahtuma, latauksenhallintajärjestelmä sekä latauskaapeli. Sähkö- ja hybridi-autojen käyttäjien olisi hyvä perehtyä edellä mainittujen tekijöiden toimintaan, jotta ajoneuvon lataamista ja sen toimintaa latauksen aikana voitaisiin ymmärtää paremmin. Käyttäjän olisi syytä tietää esimerkiksi, mitä eroa on vaihtovirta- ja tasavirtalatauksella, tukeeko auto latausta yksi- vai kolmivaiheisena, kannattaako autoa ladata suoraan kotitalouspistorasiasta vai onko erillisen latauslaitteen hankinta järkevämpää sekä miksi latausteho vaihtelee. Työ keskittyy pääosin latauskaapeleihin, mutta tässä luvussa tutustutaan pääpiirteittäin latauksen yleisiin toimintaperiaatteisiin, jotta työn lukijan olisi tarvittaessa helpompi etsiä enemmän tietoa kyseisestä aiheesta.

2.1 Akusto

Akku on kemiallinen laite, johon varastoidaan energiaa, jonka sähkö- tai hybridi-auto hyödyntää muuttamalla sen liike-energiaksi. Akku koostuu kennoista, jotka sisältävät negatiivisen sekä positiivisen elektrodin, anodin ja katodin. Kun useita kennoja kytketään yhteen ne muodostavat yhdessä akun. [2, s. 10.] Elektrodit erotetaan toisistaan elektrolyytillä, joka toimii johdinaineena sekä eristeenä. Kennon purkautuessa negatiivisella elektrodilla tapahtuu kemiallinen reaktio, joka vapauttaa elektroneja. Varautuneet elektronit kulkevat elektrolyytin välityksellä negatiiviselta elektrodilta positiiviselle elektrodille saaden aikaan sähkövirran. Kennoa varattaessa tapahtuma on päinvastainen. [2, s. 12.] Kuvassa 1 on esitetty sähkövirran kulkusuunta kennon sisällä sen purkautuessa sekä varautuessa.



Kuva 1. Virran kulkusuunta akun purkautuessa sekä varautuessa [2, s. 11].

Sähkö- ja hybridi-autoissa akkukemioita on lukuisia erilaisia, ja kuten autot nekin kehittyvät jatkuvasti. Useimmat akustot ovat tänä päivänä litiumpohjaisia, esimerkiksi litium-nikkeli-mangaanikobolttioksidit- tai litium-nikkeli-koboltti-alumiinioksidiaakustoja. Vuonna 2021 on julkaistu sähköautojen akkukemioita käsittelevä AMK-opinnäytetyö: Samuli Rautiaisen Sähköautojen erilaiset akkukemiat -nyt ja tulevaisuudessa [3].

2.2 Lataustapahtuma

Lataustapahtuman aikana sähköauton akustoon varataan energiaa sähköverkosta. Lataustavat on jaettu neljään eri tasoon, Mode 1–4 ja niitä käsitellään työn myöhemmissä luvuissa. Sähköautoa voidaan ladata autosta ja latauslaitteesta riippuen vaihto- tai tasavirralla.

Vaihtovirtalataus eli AC-lataus on käytännössä yleisin lataustapa, koska AC-latauksen voi suorittaa yksinkertaisimmillaan kotitalouspistorasiasta. Kotitalouspistorasian kautta ladattaessa on otettava huomioon, että tavallista kotitalouspistorasiaa ei ole suunniteltu pitkäaikaiseen sähkö- tai hybridi-auton lataamiseen. Tavallinen kotitalouspistorasia ei kestä pitkäjaksoisesti lataamisesta syntyvää lämpökuormaa. Mikäli lataus suoritetaan tavallisesta kotitalouspistorasiasta, on tällöin lataamiseen käytettävä virta rajoitettava enintään 8 ampeeriin tai vaihtoehtoisesti hankittava pistorasia, joka on suunniteltu kestävästi jatkuva lataaminen ja siitä syntyvä kuormitus. Kotitalouspistorasian kautta lataamiselle parempi vaihtoehto on voimavirtapistorasian kautta lataaminen, koska ne kestävät lataamisesta syntyvän kuormituksen. [4, s. 2.]

Voimavirtapistorasian kautta lataustapahtuma voidaan myös suorittaa nopeammin, koska lataus on mahdollista kolmivaiheisena. Kolmivaiheisen voimavirtapistorasian kautta lataus on mahdollista jopa 11 kW:n teholla. Mode 1- ja 2 -lataustavoissa sähköajoneuvoa ladataan kotitalous- tai voimavirtapistorasiasta vaihtovirralla. Mode 3 -latauksessa sähköautoa ladataan vaihtovirralla erillisen latauslaitteen kautta Type 2 -pistorasiasta. Julkisilla latauspisteillä Mode 3 mahdollistaa AC-latauksen 43 kW:n latausteholla, kun taas kuluttajakäyttöön tarkoitetuilla AC-latureilla lataus on mahdollista enimmillään 22 kW:n teholla [5, s. 110].

Tasavirtalatausta eli DC-latausta käytetään pääsääntöisesti sähköautojen pikalataukseen eikä DC-latausasemia ole saatavilla kuluttajakäyttöön. DC-lataus mahdollistaa nopeamman latauksen kuin AC-lataus, koska DC-laturin sisällä olevan muuntajan avulla latauslaite muuntaa sähköverkosta tulevan vaihtovirran valmiiksi tasavirraksi, jollaisena se varastoidaan sähköauton akustoon. [6.] Mode 4 tarkoittaa latausta, jossa sähköautoa ladataan suurella virralla tasasähköllä latauslaitteella, jossa latauskaapeli on kiinteästi kiinnitetty. DC-latureiden lataustehot ovat yleensä noin 50 kW:sta ylöspäin [4, s. 2].

2.3 Latauslaite

Sähköautoa voidaan ladata suoraan sähköverkosta vaatimukset täyttävän kotitalous- tai teollisuuspistorasian kautta tai sähköverkkoon erikseen kytketyllä latauslaitteella. Kuluttajakäyttöön tarkoitettuja erillisiä latauslaitteita on saatavilla vain vaihtovirtalataukselle, eikä tasavirtalatauslaitteita ole tarjolla kuluttajakäyttöön. Erillisen latauslaitteen on sisällettävä latauksenhallintalaite, mikäli kaapeli on asennettu siihen kiinteästi. Sähköverkkoon asennetun erillisen latauslaitteen tulee täyttää kotelointiluokitukseltaan vähintään IP44-luokitus, mikäli latauslaite on asennettu ulos [7, s. 65]. Latauslaitteita sekä niiden asentamista koskevaa lainsäädäntöä ja standardeja on paljon, mutta tässä opinnäytetyössä käsitellään pääosin latauskaapeleita.

2.4 Latauskaapeli

Latauskaapeli on johdin, jota käytetään energian siirtämiseen sähköverkosta auton akustoon. Latauskaapeli voi olla kiinteä osa latauslaitetta tai irrallinen kaapeli, jota voidaan kuljettaa auton mukana. Irralliset auton mukana kuljetettavat latauskaapelit tukevat ainoastaan lataustapoja 2–3, eli kaapeli on varustettu Type 1- tai Type 2 -liittimellä. Kaapelin sähköverkkoon kytkettävä pää voi olla varustettu suoraan kotitalouspistorasiaan sopivalla pistokkeella, voimavirtapistokkeella tai Type 2 -liittimellä.

Kotitalouspistorasian kautta lataaminen on mahdollista vain yksivaiheisena, jolloin latausteho jää suhteellisen pieneksi ja lataustapahtuma kestää kauemmin. Voimavirtapistoke ja Type 2 -liitin mahdollistavat latauksen kolmivaiheisena, joka mahdollistaa suuremman lataustehon, mutta kaikki ajoneuvomallit eivät tue kolmivaihelatausta, vaikka ne olisivat Type 2 -liitännällä varustettuja.

Mode 4 eli tasavirtalataus vaatii kaapelin olevan kiinteästi osa latauslaitetta, eikä tällaisia latauslaitteita ole kuluttajamarkkinoilla. Vaatimukset latauskaapeleille, kuten kaapelissa käytettävä johdinmateriaali sekä kaapelin käyttölämpötilat, on määritetty standardissa SFS-EN 50620 [8].

2.5 Akun- ja latauksenhallinta

Korkeajänniteakuston lataamista hallitaan autossa olevalla akunhallinnan ohjainlaitteella sekä latauslaitteessa tai latauskaapelissa olevalla latauksenhallintajärjestelmällä. Latauslaitteessa tai latauskaapelissa oleva latauksenhallintalaitte valvoo latausta siten, että lataus on turvallista sähköverkolle tai virtalähteelle, johon se on kytketty. Latauslaitteen sekä latauskaapelin latauksenhallintaa koskevat vaatimukset on määritelty standardissa IEC 62752 [9].

Autossa sijaitseva akunhallinnan ohjainlaite määrittää akustoon vastaanotettavan virran määrää useiden eri tekijöiden perusteella, kuten akuston lämpö- sekä varaustilan mukaan. Tyypillisesti akustoon varataan energiaa suurimmalla teholla akuston ollessa optimaalisessa lämpötilassa sekä matalasti varautunut. Akun varaustason kasvaessa tai akuston lämpötilan ollessa optimaalisen lämpötilan ulkopuolella lataustehoa rajoitetaan tarkoituksenmukaisesti.

Akuston optimaalisen latauksen toteuttamiseksi jotkin automallit on varustettu akuston esilämmitystoiminnolla. Esilämmityksen avulla viileän akuston lämpötilaa optimoidaan ennen latauspisteelle saapumista, jotta sitä voidaan ladata suuremmalla teholla ja tällöin lataukseen käytettävä aika lyhenee. Autojen sekä akustojen käyttäytyminen latauksen aikana on auto- ja valmistajakohtaista. Perehtyessä jonkin tietyn auton käyttäytymiseen latauksen aikana on syytä hankkia teknisiä tietoja autosta suoraan valmistajalta.

3 Latausliitännät

Yleisimmät käytössä olevat sähkö- ja hybridautojen latausliitännät ovat Type 2, CCS sekä CHAdeMo. Type 2 ja CCS ovat yleisimmät Euroopassa käytettävät liitintyyppit. Tässä luvussa esitellään myös Type 1- sekä CHAdeMo -liitännät, koska ne ovat vielä kohtalaisen yleisiä iäkkäämmissä sähkö- ja hybridautoissa. Latauspistokkeet on määritelty SFS-EN IEC 62196 -standardisarjassa [10].

3.1 Type 1

Type 1 on yksivaiheinen latausliitäntä, joka on käytössä hieman vanhemmissa sähkö- ja hybridautoissa. Suurin Type 1 -liitännän kautta saatava latausteho vaihtosähköverkosta on 7,4 kW. Type 1 -liitäntä on nykyään vanhentunut heikon lataustehonsa vuoksi, eikä liitäntää juurikaan käytetä uusissa sähkö- tai hybridautoissa tänä päivänä. [5, s. 115.] Vaatimukset Type 1 -liitännälle on määritelty SFS-EN IEC 62196-2 -standardissa [11].

Kuvassa 2 on esitelty Type 1 -mallinen latausliitin. Liittimen kaksi ylintä kontaktia ovat virransyöttö sekä nollajohdin, kaksi pienempää kontaktia ovat ohjaussignaaleja varten ja yksittäinen kontakti alaosassa on suojamaadoitus. [12, s. 2.]



Kuva 2. Type 1 -latausliitin [13].

3.2 Type 2

Type 2 on yleisin latausliitintä Euroopassa, ja sellainen löytyy lähes jokaiselta kaupallisesta latauspisteestä. Liitintää voidaan käyttää yksi- tai kolmivaiheiseen lataukseen vaihto- tai tasavirralla, mutta pääsääntöisesti sitä käytetään vaihtovirtalataukseen. Tyypillisesti Type 2 -liitintää käytetään kolmivaiheisena 16 A:n tai 32 A:n virralla, jolloin latausteho on noin 11–22 kW. [14.] Suurin latausteho Type 2 -liitännällä saadaan kolmivaihelatauksella 63 A:n vaihtovirralla, jolloin teho voi olla jopa 43 kW [15]. Tesla on käyttänyt Type 2 -liitintä DC-lataukseen tietyissä automalleissa joillain Tesla Supercharger -latausasemillaan [16]. Vaatimukset Type 2 -liitännälle kuten liitännän kontaktien kytkeytymisjärjestys sekä liitännän rakenteellisia vaatimuksia on määritelty SFS-EN IEC 62196-2- sekä SFS-EN IEC 62196-3 -standardeissa [11; 17].

Kuvassa 3 on esitelty Type 2 -mallinen latausliitin. Liittimen keskimäinen kontakti on suojamaadoitus, kaksi ylintä kontaktia ovat ohjaussignaaleille ja loput neljä kontaktia ovat virransyöttöä varten [18, s. 5].



Kuva 3. Type 2 -latausliitin [19].

3.3 CCS-pikalatausliitin

Combined Charging System- eli CCS-liitin on yhdistelmäliitintä, jota käytetään pika- tai suurteholataukseen. Puhekielessä liitintä kutsutaan yleisesti pikalatausliittimeksi. CCS-liitin on jatkettu Type 2 -liittimestä, ja se koostuu Type 2 -liittimen tiedonsiirtokontakteista sekä kahdesta DC-lataukseen käytettävästä virransyöttökontaktista [20]. Esimerkkinä autonvalmistaja Volkswagen lupaa Volkswagen ID.3 -mallille CCS-liitännän kautta parhaimmillaan 135 kW:n lataustehon riippuen auton versiosta [21]. Vaatimukset CCS-liitännälle on määritetty SFS-EN IEC 62196-3 -standardissa, ja se käsittelee liittimen sähkötekniisiä sekä rakenteellisia vaatimuksia, kuten kontaktien kytketymisjärjestystä [17].

Kuvassa 4 on esitelty CCS mallinen yhdistelmälatausliitin. Liittimen yläosassa on kontaktit Type 2 -liittimen ohjaussignaaleille sekä suojamaadoitukselle. Liittimen alaosassa on kaksi erillistä kontaktia, jotka ovat DC-virransyöttöä varten. [20.]



Kuva 4. CCS-latausliitin [22].

3.4 CHAdeMO

CHAdeMO-liitin on tasavirtalataukseen käytettävä japanilainen pikalatausliitäntä ja sitä käytetään pääosin japanilaisvalmisteisissa sähkö- ja hybridautoissa. CHAdeMO-liitin ei ole yhtä yleinen Euroopassa kuin CCS-liitin, mutta CHAdeMO-liitännällä varustettuja latauspisteitä sekä autoja on Euroopassa runsaasti. [13.] Suurin osa käytössä olevista CHAdeMO-liitännällä varustetuista lataureista on CHAdeMO 1.0 -protokollan mukaisia, ja ne tukevat latausta enintään 63 kW:n teholla. CHAdeMO-yhdistys kehittää uusia latausprotokollia jatkuvasti, ja se on ilmoittanut kehitteillä olevan CHAdeMO 3.0 -protokollan tukevan jopa yli 500 kW:n lataustehoa. [23.] Tekniset vaatimukset CHAdeMO-liitännälle on määritelty SFS-EN IEC 62196-3 -standardissa. Standardissa käsitellään esimerkiksi liittimen rakenteellisia sekä sähköteknisiä vaatimuksia. [17.]

Kuvassa 5 on esitelty CHAdeMO-latausliitin. Liittimen keskiosassa kaksi kooltaan suurempaa yksittäistä kontaktia ovat virransyöttöä varten. Liittimen ylä- ja alaosassa on yhteensä kahdeksan kontaktia, joita käytetään latauksen ohjaukseen sekä väyläviestintään. [23, s. 14.]



Kuva 5. CHAdeMO-latausliitin [25].

4 Standardit

Työhön on koostettu sähkö- ja hybridautojen latauskaapeleita koskevia standardeja, jotka voivat olla oleellisia auton käyttäjän kannalta. Useimmat standardit ovat useiden satojen sivujen mittaisia, joten työn luettavuuden sekä toteutuksen kannalta luvut sisältävät vain lyhyitä yhteenvetoja niistä. Sähkötekniikan standardisoinnista maailmanlaajuisesti vastaa kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio IEC, ja Suomen sisäisestä sähkötekniikan standardisoinnista vastaa sähkötekniikan alan kansallinen standardointijärjestö SESKO. Suomessa käytettävät standardit ovat Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n vahvistamia sekä julkaisemia. Taulukkoon 1 on koostettu työssä esiteltävät latauskaapeleita koskevat standardit.

Taulukko 1. Latauskaapeleita koskevat standardit.

SFS-EN IEC 61851-1	Yleiset vaatimukset ja määritelmät sähköajoneuvon lataamiselle.
SFS-EN 50620	Määritelmät ja vaatimukset latauskaapelille.
SFS-EN IEC 62196 standardisarja	Määrittelyt ja vaatimukset latauksessa käytettäville liitännöille.
IEC 62752	Määrittelyt ja vaatimukset latauskaapelin ohjaus- ja suojalaitteelle.

4.1 SFS-EN IEC 61851-1 - Sähköajoneuvon lataamisen yleiset vaatimukset

SFS-EN IEC 61851-1 -standardi sisältää määritelmän sähköajoneuvon latauslaitteiden ominaisuuksista sekä käyttämisestä, auton sekä latauslaitteen välisestä yhteydestä sekä sähköturvallisuusvaatimuksia. Sähkö- tai hybridi-auton käyttäjän kannalta oleellista standardissa on sähköajoneuvojen lataustapojen määritelmät. Standardissa on määritelty sähköajoneuvojen lataustavat Mode 1, Mode 2, Mode 3 sekä Mode 4. Luvussa käydään lyhyesti läpi standardissa SFS-EN IEC 61851-1 määritetyt sähköajoneuvojen lataustavat. Eri lataustapoja Suomessa koskevat suositukset ovat eriteltynä SESKOn julkaisemassa

sähköauton lataussuosituksessa. Taulukossa 2 on yhteenveto standardissa SFS-EN IEC 61851-1 määritetyistä sähköajoneuvon lataustavoista.

Taulukko 2. Yhteenveto standardista SFS-EN IEC 61851 [26].

Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
Sähköpyörän tai potkulaudan lataaminen kotitalouspistorasiasta	Sähkö- tai hybridi-auton lataaminen kotitalouspistorasiasta	Sähkö- tai hybridi-auton lataaminen Type 2 -kaapelilla kotilatauspisteestä	Sähköauton lataaminen CCS-liitäntällä varustetulla kaupallisella pikalatausasemalla

4.1.1 Mode 1

Mode 1 -lataustapa käsittää kevyen sähköajoneuvon, kuten sähköpyörän tai sähköpotkulaudan, lataamisen yksivaiheisena vaihtosähköverkosta kotitalouspistorasian kautta [26, s. 29]. Oleellisia lataustapoja ovat Mode 2, Mode 3 sekä Mode 4, sillä ne koskevat sähkö- ja hybridi-autojen lataamista, joten työssä ei perehdytä tämän enempää Mode 1 -lataukseen.

4.1.2 Mode 2

Mode 2 on lataustapa, jossa sähkö- tai hybridi-autoa ladataan vaihtosähköverkosta kotitalouspistorasian tai yksi- tai kolmivaiheisen voimavirtapistorasian kautta latauskaapelilla, joka sisältää standardin IEC 62752 mukaisen ohjauksen sekä suojalaitteen. Latauskaapelin toinen pää on vaihtosähköverkkoon sopiva

ja toisessa päässä on Type 2 -liitäntä. [26, s. 30.] Puhekielessä Mode 2 -latauksesta kotitalouspistorasian kautta käytetään tyypillisesti nimitystä sukolaus. Standardissa SFS-EN IEC 61851-1 on määritelty myös suurin latausvirta sekä latausjännite, joita Mode 2 -latauksessa ei saa ylittää sekä yksittäisiä lataustapaa koskevia maakohtaisia suosituksia [26]. Suomalaiset suositukset koskien Mode 2 latausta on koostettu SESKOn julkaisemassa sähköauton lataus-suosituksessa [4].

Kuvassa 6 on esitelty Mode 2 -lataustapahtuma, jossa hybridi- tai sähköautoa ladataan suoraan sähköverkosta kotitalouspistorasian kautta. Kuvassa näkyy myös kaapelissa oleva ohjaus- ja suojalaite, jollainen vaaditaan aina Mode 2 -lataukseen.

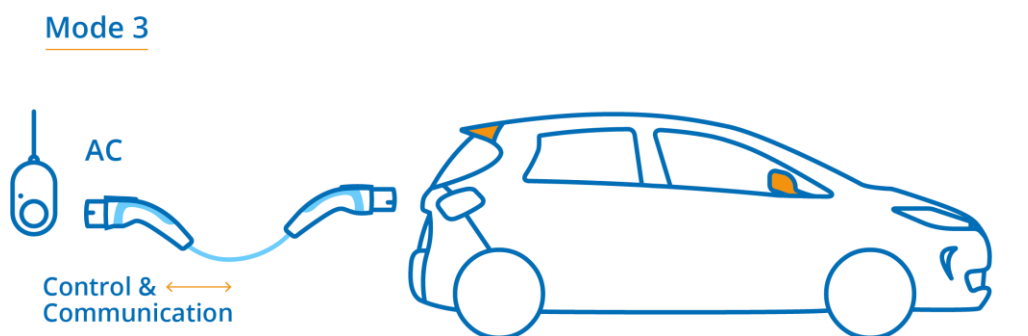


Kuva 6. Mode 2 -lataustapahtuma [27].

4.1.3 Mode 3

Mode 3 on lataustapa, jossa sähkö- tai hybridi-autoa ladataan latauskaapelilla erillisen latauslaitteen kautta, joka on kytketty kiinteästi sähköverkkoon tai virtalähteeseen [26, s. 30]. Mode 3 -lataus tarkoittaa siis sähkö- tai hybridi-auton lataamista kiinteästi sähköverkkoon asennetulla kotilatauspisteellä, jossa voi olla kiinteä latauskaapeli tai pistorasia standardin SFS-EN IEC 62196-2 määrittämälle Type 2 -liitännälle. SESKOn lataussuosituksen mukaan Mode 3 on suositeltavin tapa ladata sähkö- tai hybridi-autoa [4, s. 1].

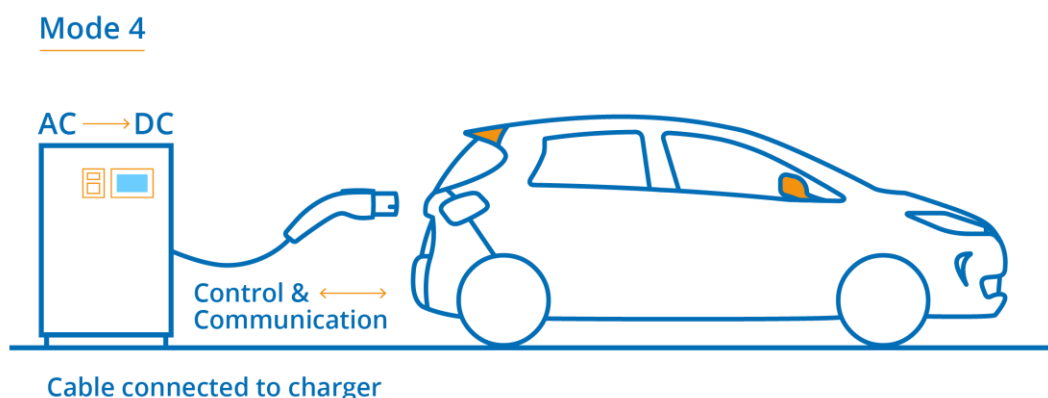
Kuvassa 7 on esitelty Mode 3 -lataustapahtuma. Kuvassa sähkö- tai hybridi-autoa ladetaan kiinteästi sähköverkkoon asennetun latauslaitteen kautta latauskaapelilla, jonka molemmissa päissä on Type 2 -liitäntä.



Kuva 7. Mode 3 -lataustapahtuma [27].

4.1.4 Mode 4

Mode 4 on lataustapa, jossa sähköautoa ladetaan suurella tasavirralla erillisen latauslaitteen kautta, johon latauskaapeli on asennettu kiinteästi osaksi latauslaitetta. [26, s. 30]. Puhekielessä Mode 4 -latausta kutsutaan tyypillisesti pikalataukseksi suuren lataustehon mahdollistaman nopean latauksen vuoksi. Tasavirtalataukseen käytetään esimerkiksi CHAdeMo- sekä CCS-liittimiä, joista CCS-liitin on huomattavasti yleisempi Euroopassa. Tasavirtalataukseen käytettäviä latausliittimiä koskevia vaatimuksia on määritelty standardissa SFS-EN IEC 62196-3. Mode 4 -latausta tukevia latauspisteitä ei ole lainkaan saatavilla kuluttajakäyttöön, vaan pikalatauspisteet on aina asennettu kaupallisten tahojen käyttöön. Kuvassa 8 on esitetty Mode 4 -lataustapahtuma, jossa sähköverkkoon kiinteästi asennettu latauslaite muuntaa pikalatausta varten vaihtovirran valmiiksi tasavirraksi. Kuvasta käy myös ilmi, että latauskaapeli on kiinteästi osa latauslaitetta.



Kuva 8. Mode 4 -lataustapahtuma [27].

4.2 SFS-EN 50620 - Latauskaapelit

SFS-EN 50620 -standardissa on määritelty vaatimukset sähkö- tai hybridiajoneuvon lataamisessa käytettävälle latauskaapelille. Standardi koskee vain itse kaapeliosaa, mutta ei kaapelissa olevaa liitintä eikä ohjaus- ja suojalaitetta. Latauskaapelit soveltuvat standardissa SFS-EN IEC 61851-1 määriteltyihin Mode 1–3 -lataustapoihin sekä ne käyttävät SFS-EN IEC 62196 -standardisarjan mukaisia latausliitäntöjä. Latauskaapelin on tarkoitus syöttää virtaa sekä siirtää tietoa latauslaitteen ajoneuvon välillä. Standardin mukaan kaapeli voi olla kiinteä osa ajoneuvoa, irrallinen kaapeli, joka kytketään ajoneuvon ja sähköverkon välille tai erilliseen latauslaitteeseen kiinteästi kytketty kaapeli. [8, s. 4.] Lukuun on koostettu standardissa määrättyjä vaatimuksia, jotka ovat auton tavallisen käyttäjän kannalta oleellisia.

4.2.1 Merkinnät

Kaapelin vaipassa eli kaapelin ulkokuoressa tulee olla merkittynä kaapelin valmistaja, EVC-merkintä (Electric Vehicle Cable), kaapelin tyyppi, kaapelin sisällä olevine johtimien määrä ja poikkipinta-ala, kaapelin jännitetaso sekä standardit, joiden vaatimusten mukainen kaapeli on. Standardin mukaan merkintöjen tulee

olla merkittynä selkeästi kaapelin vaipan pinnalle, jatkuvasti koko kaapelin pituudelle. [8, s. 7.]

4.2.2 Johdin

Kaapelin sisällä olevan johtimen tulee olla standardissa EN 60228 määritetyn luokan 5 taipuisaa kuparijohdinta. Johdin voi olla myös pinnoitettu tinalla tai hopealla. Tarkemmat tekniset vaatimukset johdinmateriaalille on määritetty erikseen standardissa EN 60228; standardissa on esimerkiksi määritelty johtimen resistanssi 20 celsiusasteen lämpötilassa. [8, s. 8.]

Standardissa SFS-EN 50620 on johtimista määritetty muun muassa, että kolmijohtimisien kaapeleiden, joiden jännitetaso on 300 V, johtimen poikkipinta-alan tulee olla 1,5 mm². Kolmijohtimiset kaapelit, joiden jännitetaso on 500 V, johtimen poikkipinta-alan tulee olla 2,5 mm². Kaapelit, joissa johtimia on kolme ja jännitetaso on 450 V, johtimen poikkipinta-alan tulee olla 1,5 mm². Kaapeleissa, joissa johtimia on kolme tai enemmän ja jännitetaso on 750 V, tulee johtimen poikkipinta-alan olla 2,5 mm² - 35 mm². [8, s. 9.]

4.2.3 Kaapelin vaippa

Kaapelin vaipassa eli kaapelin ulkokuoressa käytettävä materiaali sekä vaatimukset sille on määritelty standardissa SFS-EN 50620. Standardissa on esimerkiksi määritetty, että vaipan tulee olla yksivärinen koko matkalta sekä ulkokäyttöä varten vaipan tulee olla suojattu UV-säteilyltä värin haalistumisen välttämiseksi [8, s. 12].

4.2.4 Lämpötila

Kaapelin johtimien enimmäiskäyttölämpötilan on oltava vähintään 90 celsiusastetta, eli johtimien on kestävä käyttöä vähintään niiden ollessa 90 celsiusasteen lämpötilassa. Kaapelin ulkopinta saa lämmitä latauksen aikana enintään 80 celsiusasteeseen. [8, s. 24.] Latauskaapeli tulee voida vaurioitumatta kytkeä

käyttöön sekä sitä pitää pystyä käsittelemään normaalisti -35 celsiusasteessa. Kaapelin tulee lisäksi kestää säilytystä 40 celsiusasteen lämpötilassa. [8, s. 25.]

4.3 SFS-EN IEC 62196 - Latausliitännät

SFS-EN IEC 62196 -standardisarjassa on määritetty vaatimukset sähköauton latauksessa käytettäville latausliittimille sekä latauspistokkeille. Opinnäytetyön kannalta oleelliset SFS-EN IEC 62196 sarjan standardit ovat SFS-EN IEC 62196-2, jossa on määritetty vaatimukset Mode 2–3 -lataustavoissa käytettäville liitännöille sekä SFS-EN IEC 62196-3, jossa on määritetty vaatimukset Mode 4 -latauksessa käytettäville DC-latausliitännöille. [11; 16.]

4.3.1 SFS-EN IEC 62196-1

Standardissa SFS-EN IEC 62196-1 on määritelty yleisiä vaatimuksia sähköauton latauksessa käytettäville liitännöille. Standardissa on eritelty lataustavat peruslataukseen eli Mode 1–3 -lataustavat, sekä DC- ja yhdistelmäjärjestelmät eli Mode 4 lataus. Itse latausliittimiä koskevat määritelmät on käsitelty standardisarjan muissa standardeissa. SFS-EN IEC 62196-2 koskee Mode 1–3 -lataustapoja eli esimerkiksi Type 2 -liitäntää ja SFS-EN IEC 62196-3 esimerkiksi CCS-liitäntää. [10, s. 24.]

4.3.2 SFS-EN IEC 62196-2

Standardissa on määritetty vaatimukset latausliitännöille, joita käytetään Mode 1–3 -lataustavoissa, eli esimerkiksi Type 2 -liittimelle. Standardin mukaisessa latausliittimessä voi olla enintään seitsemän virta- tai signaalijohdinta, ja se voi tukea latausta yksi- tai kolmivaiheisena vaihtovirralla. Latausliittimen tulee olla myös rakenteeltaan sellainen, ettei sitä ole mahdollista kytkeä vääräntyyppiin latausliitäntään. [11, s. 9.] Tarkemmat tekniset sekä rakenteelliset vaatimukset standardin mukaisille latausliittimille on määritelty samassa standardissa, mutta työn luettavuuden sekä toteutuksen kannalta niitä ei ole koottu työhön.

4.3.3 SFS-EN IEC 62196-3

Standardissa SFS-EN IEC 62196-3 on määritetty vaatimukset DC-latausliitännöille sekä DC- ja AC-latauksen yhdistäville yhdistelmäliitännöille. Yhdistelmäliitännässä olevien johtimien tulee olla eroteltu siten, että vaihtovirta kulkee aina tietystä johtimesta ja tasavirta tietystä johtimesta [16, s. 9]. Standardin mukaan kaikilla DC-latausta käyttävillä liitännöillä latauslaitteen kytkennän tulee tapahtua siten, että suojamaadoitus kytkeytyy ennen virransyöttöä ja virransyöttö kytkeytyy ennen latauksen ohjaamiseen käytettäviä kontakteja. Latauksen ohjaamiseen käytettävät kontaktit voivat kuitenkin kytkeytyä yhdenaikaisesti. Latauslaitteen irrotessa tulee kytkennän tapahtua päinvastaisessa järjestyksessä, kuin liitännän kytkeytyessä. [16, s. 12.] Liitännän on lisäksi oltava varustettu järjestelmällä, joka lukitsee latauslaitteen siten, että se ei pääse irtoamaan tahattomasti latauksen aikana [16, s. 14]. Tarkemmat tekniset sekä rakenteelliset vaatimukset standardin mukaisille latausliittimille on määritelty samassa standardissa.

4.4 IEC 62752 – Ohjaus- ja suojalaite latauskaapelissa

Standardi IEC 62752 koskee Mode 2 -lataustapaa ja määrittää vaatimukset latauskaapelin ohjaus- ja suojalaitteelle. Mode 2 -lataustavassa autoa ladataan Type 1- tai Type 2 -liittimellä varustetulla latauskaapelilla, jossa on kiinteä ohjaus- sekä suojalaite osana latauskaapelia, eli käytännössä standardi koskee sukolatureita. Ohjaus- ja suojalaitteesta käytetään yleisesti lyhennettä ICCB, mutta kyseisessä standardissa siitä käytetään nimitystä IC-CPD. Ohjaus- ja suojalaitteen on oltava varustettu vikavirtatoiminnolla, sekä sen on pystyttävä tunnistamaan virheellinen kytkentä tai virransyöttöhäiriö, jolloin se voi keskeyttää tai estää lataustapahtuman [9, s. 29]. IC-CPD ei siis itsessään määritä lataukseen käytettävää tehoa, vaan sen on tarkoitus suojata sähköverkkoa sekä ajoneuvoa lataustapahtuman aikana. Kuvassa 9 on esitelty IC-CPD:llä varustettu Type 2 -latauskaapeli.



Kuva 9. IC-CPD:llä varustettu Type 2 -latauskaapeli [28].

5 Lainsäädäntö Suomessa

Työhön on koottu Suomessa voimassa olevaa lainsäädäntöä, joka koskee sähkö- ja hybridautojen latauslaitteita sekä latauskaapeleita. Työssä ei ole huomioitu latauslaitteiden tai latauspisteiden asennusta koskevaa lainsäädäntöä, koska työ keskittyy pääosin itse latauskaapeleihin. Sähköturvallisuuslaissa sekä pienjännitedirektiivissä on määritetty vaatimuksia sähkölaitteille, jotta ne ovat käyttäjilleen ja ympäristölle turvallisia sekä ettei niiden sähkömagneettinen säteily aiheuta haittoja tai häiriöitä käyttäjälleen ja ympäristöön. Liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelua koskevassa laissa on säädös tiedoista, jotka autoa kaupallisesti myyvän tahon on varmistettava olevan kuluttajan saatavilla, kun auto päätyy kuluttajan käyttöön.

5.1 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto valvoo Suomessa sähköturvallisuuslain noudattamista [29, 88 §]. Lain valvontaa koskeva ohjaus tulee työ- ja elinkeinoministeriöstä [29, 87 §]. Sähköturvallisuuslaissa on säädetty vaatimukset sähkölaitteelle tai sähkölaitteistolle, jotta se on turvallinen sekä ettei sen

käyttämisestä syntyvästä sähkömagneettisesta kentästä synny haitallisia häiriöitä [29, 1 §].

Sähköturvallisuuslaki koskee sähköautojen latauslaitteiden kannalta sähkölaitteita sekä sähkölaitteistoja, joita käytetään sähkön siirrossa, jakelussa tai käytössä, sekä laitteita, joiden sähkömagneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vaaraa tai häiriöitä. [29, 2 §.] Sähköturvallisuuslain pykälä 9–28 sovelletaan sähkölaitteisiin, jotka toimivat nimellisjännitealueella 50–1000 V:n vaihtovirralla sekä 75–1500 V:n tasavirralla [29, 8 §].

Sähkölaitteesta ei saa aiheutua vaaraa terveydelle tai turvallisuudelle sen ollessa oikein asennettu, oikein huollettu sekä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettynä sekä sen on oltava sähkömagneettisesti yhteensopiva [29, 13 §]. Vain sähköturvallisuuslain vaatimusten mukaisen sähkölaitteen saa asettaa saataville markkinoille [29, 10 §]. Sähkölaitteen katsotaan täyttävän sähköturvallisuuslaissa säädetyt turvallisuusvaatimukset sekä olevan sähkömagneettisesti yhteensopiva, mikäli se on Euroopan unionin virallisessa lehdessä sitä koskevien yhdenmukaistettujen standardien tai niiden osien mukainen. [29, 28 §.]

5.2 Pienjännitedirektiivi - Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/35/EU

Pienjännitedirektiivi pätee sähkölaitteisiin, joiden nimellisjännitealue on 50–1000 V:n vaihtovirralla ja 75–1500 V:n tasavirralla [30, 1 §]. Direktiivin mukaan Euroopan unionin alueella sähkölaitteen saa asettaa markkinoille vain, mikäli se on valmistettu unionin turvallisuusteknisten käytäntöjen mukaisesti eikä se aiheuta vaaraa oikein asennettuna ja huollettuna sekä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettynä. Direktiivin turvallisuustavoitteita koskevat pääkohdat ovat säädetty direktiivin liitteessä 1. [30, 3 §.]

Sähkölaitteen markkinoille asettavan jakelijan velvollisuuksista on säädetty pienjännitedirektiivin artikla 9:ssä. Esimerkiksi sähkölaitteen markkinoille asettavan jakelijan on varmistettava, että sähkölaite on merkitty CE-merkinnällä sekä

lisäksi varmistettava, että kyseistä sähkölaitetta koskevat tarvittavat asiakirjat ovat saatavilla tuotteen mukana. [30, 9 §.]

Määräykset sähkölaitteiden standardeja koskevista vaatimuksista on säädetty direktiivin artikloissa 12–14. Direktiivin artiklassa 3 sekä sen liitteessä 1 on säädetty sähkölaitteita koskevista turvallisuustavoitteista. Mikäli sähkölaite on Euroopan unionin virallisessa lehdessä julkaistujen yhdenmukaistettujen standardien mukainen, on tällöin sähkölaite direktiivissä säädettyjen turvallisuustavoitteiden mukainen. [30, 12 §.]

Sähkölaitteessa olevaa CE-merkintää koskien yleiset säädökset ovat säädetty asetuksessa (EY) N:o 765/2008 [30, 16 §]. Ennen sähkölaitteen julkaisemista markkinoille on CE-merkinnän oltava kiinnitetty sähkölaitteeseen pysyvästi helposti luettavaan kohtaan. Mikäli merkintä suoraan sähkölaitteeseen ei ole mahdollista, on CE-merkinnän löydyttävä sähkölaitteen pakkauksesta sekä asiakirjoista. [30, 17 §.]

5.3 Liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelu 2017/478

Liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelua koskeva laki on säädetty, jotta voidaan varmistaa julkisten lataus- ja tankkauspisteiden olevan yhteisten teknisten vaatimusten mukaisia sekä kuluttajalle annetaan riittävät tiedot koskien vaihtoehtoista polttoainetta sekä sen jakelua tuotteen päätyessä kuluttajakäyttöön. [31, 1 §.]

Tämän työn kannalta oleellisia ovat tässä laissa määritetyt tiedot, jotka on annettava tuotteen käyttäjälle. Lain mukaan ajoneuvon käyttäjän saatavilla tulee olla selkeät tiedot siitä, mitä vaihtoehtoista polttoainetta ajoneuvossa voidaan käyttää. Tietojen tulee löytyä ajoneuvosta, ajoneuvon ohjekirjasta, ajoneuvon edustusliikkeestä sekä tankkaus- tai latauspisteestä. Toimijoiden, jotka luovuttavat ajoneuvoja käyttöön, kuten kaupalliset myyjät sekä vuokraajat, on varmistettava, että ajoneuvossa sekä ajoneuvon ohjekirjassa on saatavilla momentissa 1 määrätyt tiedot. [31, 5 §.]

5.4 Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002

Sähkötyöturvallisuusstandardissa SFS 6002 on määrätty vaatimuksia sähkölaitteiden käyttämiselle sekä niiden kanssa työskentelemiselle. Standardissa määritellyt asiat eivät kuitenkaan koske sähkölaitteita käytettäviä maallikoita, mikäli sähkölaitte on valmistettu ja asennettu maallikoiden käyttöön sekä on sitä koskevien standardien mukainen. [32, s. 6.] Tämä tarkoittaa, että latauskaapeleita sekä latauslaitteita koskevat sähkötyöt, kuten korjaustoimenpiteet, tulee aina suorittaa paikalliset vaatimukset täyttävän henkilön toimesta. Sähkölaitteen käyttökylkimen ohjaus, vikavirtasuojan testaus ja palauttaminen toimintakuntoon ovat esimerkkejä standardissa mainitusta toiminnasta, jotka tavallinen käyttäjä voi suorittaa, eli käytännössä kaikki normaalista käytöstä poikkeava toiminta latausvälineiden kanssa tulee suorittaa vaatimusten mukaisen henkilön toimesta.

6 Yhteenveto

Työhön on koottu lyhyitä tiivistelmiä kirjoitushetkellä voimassa olevista sähkö- ja hybridautojen latauskaapeleita koskevista standardeista sekä niitä koskevasta suomalaisesta lainsäädännöstä. Työn avulla sähkö- tai hybridauton käyttäjä voi varmistaa esimerkiksi autoa ostaessaan, että auton mukana oleva latauskaapeli on vaatimusten mukainen ja turvallinen. Työtä on lisäksi mahdollista hyödyntää latauskaapeleiden teknisiä vaatimuksia sekä lainsäädäntöä koskevien tietolähteiden etsinnässä.

Suomessa sähköajoneuvoja koskevat standardit ovat pitkälti kansainvälisen sähköalan standardisointiorganisaatio IEC:n määrittämiä ja julkaisemia. Suomessa ne ovat SESKOn tarkastamia sekä hyväksymiä, minkä jälkeen ne on julkaistu SFS ry:n toimesta. Työn kirjoitushetkellä standardeja on ollut mahdollista ostaa omaan käyttöön SFS:n verkkokaupasta tai niitä on voinut vaihtoehtoisesti käydä erikseen sovittaessa lukemassa SFS:n kirjastossa; osa standardeista on myös luettavissa verkossa.

Sähköajoneuvoja koskevat standardit päivittyvät kohtalaisen usein sähköajoneuvojen ollessa jatkuvan kehitystyön alla ja suuressa suosiossa, joten standardeja käsitellessä on syytä aina tarkistaa, että kyseistä standardia ei ole kumottu ja korvattu uudella. Samat standardit pätevät pitkälti kaikissa EU:n jäsenmaissa, mutta jotkin standardit sisältävät pieniä erillisiä maakohtaisia suosituksia. Hybridi- tai sähköautoa ulkomailta tuodessa olisi siis syytä tarkistaa vähintään alkuperämaan sekä Suomen sähköverkkojen väliset erot, mikäli auton mukana tulleen latauskaapelin teknisiä tietoja ei ole saatavilla.

Lainsäädännöllisesti sähkö- tai hybridiajoneuvojen latauskaapeleita koskevat Suomessa pitkälti samat lainsäädökset kuin mitä tahansa kuluttajakäyttöön tarkoitettua matalalla jännitteellä toimivaa sähkölaitetta. Suomessa voimassa olevaa lainsäädäntöä uudistetaan huomattavasti harvemmin kuin latausvälineitä koskevia standardeja, koska lainsäädäntö on niin sanotusti yleispätevää eikä se käsittele juuri spesifisti tiettyä aihetta. Suomalainen lainsäädäntö on veloitusetta luettavissa oikeusministeriön julkisesta oikeudellisen aineiston palvelusta.

Tärkeänä lisänä aihetta koskien on huomattava SESKO ry:n vuonna 2021 julkaisema sähköajoneuvojen lataussuositusdokumentti. Lataussuositus sisältää yleistä tietoa sekä suosituksia ja määräyksiä sähköajoneuvojen lataamisesta sekä latauspisteiden- ja latauslaitteiden asentamisesta Suomessa. Sähköajoneuvoja käyttävän tai niiden parissa työskentelevän henkilön olisi hyödyllistä perehtyä lataussuositukseen, jotta lataustapahtuma suoritettaisiin aina suositusten mukaisesti ja turvallisesti.

7 Työn jatkokehitys

Työtä on tulevaisuudessa mahdollista kehittää ja jatkaa eteenpäin latausjärjestelmien sekä latausliitännöiden kehittyessä, uusien lataustapojen kuten langattoman latauksen kehittyessä sekä sähköisten raskaan kaluston ajoneuvojen kehittyessä ja yleistyessä. Kun latausjärjestelmät uudistuvat ja mahdollistavat esimerkiksi entistä suuremmalla teholla lataamisen, latausvälineitä koskevia standardeja varmasti päivitetään. Markkinoille voi lisäksi tulla myös uusia latausliitännöitä, jolloin niille voidaan kehittää kokonaan uusia standardeja tai vanhat standardit voivat niiden vuoksi päivittyä.

Työssä ei lisäksi käsitellä lainkaan vaihtoehtoisia lataustapoja kuten langatonta lataamista tai sitä koskevia standardeja, vaan työssä käsitellyt standardit käsittelevät ainoastaan latauskaapelin välityksellä suoritettavaa lataustapahtumaa. Mikäli tulevaisuudessa langattomat latausjärjestelmät kehittyvät ja yleistyvät, olisi niistäkin tarpeen koostaa tietokokonaisuuksia.

Lisäksi raskaan kaluston ajoneuvoja pyritään sähköistämään jatkuvasti, joten niiden latausjärjestelmiä koskevat tietokokonaisuudet olisivat tulevaisuudessa varmasti tarpeellisia. Raskaan kaluston latausjärjestelmiä pyritään todennäköisesti kehittämään siten, että lataukseen voidaan käyttää huomattavasti suurempaa tehoa kuin tällä hetkellä henkilöautojen lataukseen käytetään. Suuremman lataustehon myötä raskaan kaluston käyttöön voidaan kehittää myös omia latausliitännöitä, jolloin niille todennäköisesti kehitetään kokonaan omia standardeja.

Työn jatkokehitysmahdollisuudet riippuvat siis hyvin pitkälti siitä, miten hybridi- ja sähköautojen latausjärjestelmät tulevat kehittymään, sekä siitä, yleistyvätkö sähköiset raskaan kaluston ajoneuvot ja minkälaisia latausjärjestelmiä niille kehitetään.

Lähteet

- 1 Käytettynä yksittäismaahantuodut henkilöautot merkeittäin, käyttövoimittain ja käyttöönottovuosittain 2014–2023. Verkkoaineisto. Traficom. <https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Kaytettyna_maahan-tuodut/030_yksmaah_tau_103.px/>. Luettu 11.3.2023.
- 2 Dell, R.M. & Rand, D.A.J. 2001. Understanding Batteries. E-kirja. Royal Society of Chemistry.
- 3 Rautiainen, Samuli. 2021. Sähköautojen erilaiset akkukemiat: nyt ja tulevaisuudessa. Insinööriyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 4 Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2021. Verkkoaineisto. SESKO. <<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/>>. Luettu 11.3.2023.
- 5 Denton, Tom. 2016. Electric and Hybrid Vehicles. Oxfordshire: Routledge
- 6 EV Charging current: What's the Difference Between AC and DC. Verkkoaineisto. Wallbox. <https://wallbox.com/en_catalog/faqs-difference-ac-dc>. Luettu 11.3.2023.
- 7 ST-käsikirja 41. 2022. Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. Verkkoaineisto. Sähkötieto ry. <<https://severi.sahkoinfo.fi/>>. Luettu 11.3.2023.
- 8 SFS-EN 50620:2017. Electric cables – Charging cables for electric vehicles. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 9 IEC 62752:2018+AMD1:2018 ed1.1. In-cable control and protection device for mode 2 charging of electric road vehicles (IC-CPD). 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 10 SFS-EN IEC 62196-1:2022. Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 1: General requirements. 2022. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 11 SFS-EN IEC 62196-2:2022. Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 2: Dimensional compatibility requirements for AC pin and contact tube accessories. 2022. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- 12 Type 1 AC Connector. 2020. Verkkoaineisto. REMA EV connections GmbH. <<https://www.rema-ev.com/type-1-connector/#download>>. Luettu 11.3.2023.
- 13 AC charging cable – EV-T1G2C-1AC80A-25FT6ASBK11. Verkkoaineisto. Phoenix Contact. <<https://www.phoenixcontact.com/fi-fi/tuotteet/ac-charging-cable-ev-t1g2c-1ac80a-25ft6asbk11-1277169>>.
- 14 Sähköauton ostajan ABC. 2017. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/liikenne/sahkoauton_ostajan_abc.10750.shtml>. Luettu 11.3.2023.
- 15 AC Power Plug – Type 2 – 43 kW. Verkkoaineisto. Raydiall Automotive. <<https://raydiall.com/cable-connectors-for-automotive-industry/ac-power-plug-type-2-43kw/>>. Luettu 11.3.2023.
- 16 Connector types for EV charging around the world. Verkkoaineisto. EV Expert. <<https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/connector-types-for-ev-charging-around-the-world>>. Luettu 11.3.2023.
- 17 SFS-EN IEC 62196-3:2022. Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3: Dimensional compatibility requirements for DC and AC/DC pin and contact-tube vehicle couplers. 2022. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 18 Electric car charging coupler. Verkkoaineisto. Amphenol PCD Shenzhen. <<https://www.amphenolpcd.com.cn/products-detail/i-1105.html>>. Luettu 11.3.2023.
- 19 AC charging cable – EV-T2G3C-3AC32-5,0M6,0ESBK01. Verkkoaineisto. Phoenix Contact. <<https://www.phoenixcontact.com/fi-fi/tuotteet/ac-charging-cable-ev-t2g3c-3ac32a-50m60esbk01-1627355>>.
- 20 CCS Type 2 Connector for DC Fast Electric Car Charging Station. 2021. Verkkoaineisto. Shanghai Mida EV Power Co. <<https://www.mi-daevse.com/project/ccs-type-2-connector-for-dc-fast-electric-car-charging-station/>>. Luettu 11.3.2023.
- 21 Täyssähköinen ID.3. Verkkoaineisto. Volkswagen. <<https://www.volkswagen.fi/fi/mallit/id3.html>>. Luettu 11.3.2023.
- 22 DC charging cable – EV-T2M4CC-DC80A-6,0M16ESBK11. Verkkoaineisto. Phoenix Contact. <<https://www.phoenixcontact.com/fi-fi/tuotteet/dc-charging-cable-ev-t2m4cc-dc80a-60m16esbk11-1106945>>.

- 23 Protocol Development. Verkkoaineisto. CHAdeMO. <<https://www.chademo.com/technology/protocol-development>>. Luettu 11.3.2023.
- 24 Rapid EV Chargers: Implementation of a Charger. 2016. Verkkoaineisto. University Of Canterbury. <<https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/15517>>. Luettu 11.3.2023.
- 25 Electway Connector. Verkkoaineisto. CHAdeMO. <https://www.chademo.com/products/connectors/electway_c>.
- 26 SFS-EN IEC 61851-1:2019. Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements. 2019. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 27 The 4 EV Charging Modes You Need To Know About. Verkkoaineisto. go-e. <<https://go-e.com/en/magazine/charging-modes-electric-car>>.
- 28 Charging Cable Mode 2 Type 2 13A 4m VDE. Verkkoaineisto. Mennekes. <<https://www.mennekes.org/emobility/product-details/charging-cable-mode-2-type-2-13a-4m-vde-35201100061/>>.
- 29 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 1135/16.12.2016.
- 30 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi. 2014. 35/EU/26.2.2014.
- 31 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2017. 478/28.6.2017.
- 32 SFS 6002:2015 + A1:2018. Sähköturvallisuus. 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.