

Sähköautojen lataus

Akkuteknologiat paloturvallisuuden näkökulmasta

Juha Vesa
Kehityspäällikkö
SESKO



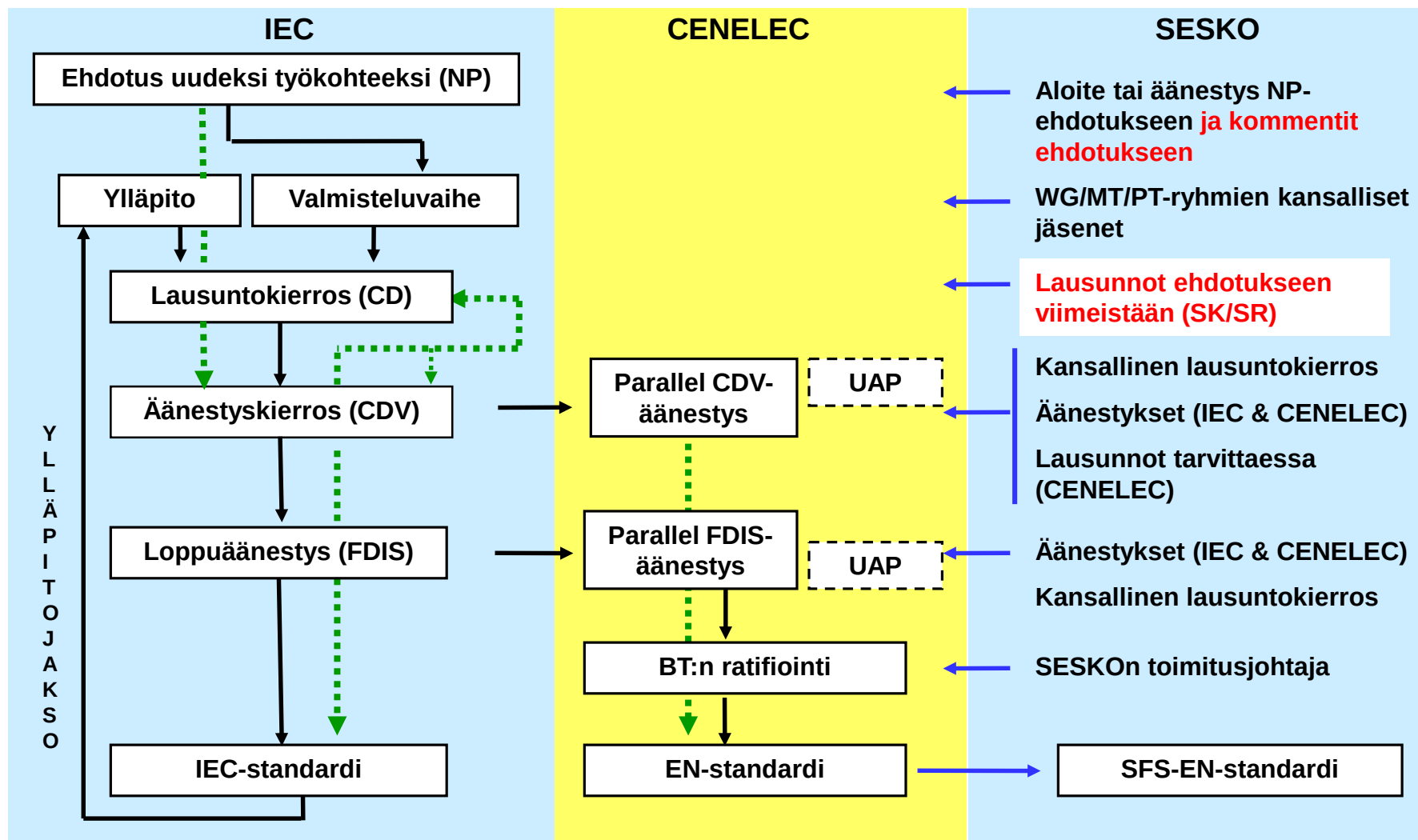
Standardointiorganisaatio

	Yleinen	Sähkötekniikka	Televiestintä
Maailma	 ISO TC 22/SC 37	 21, 23H, 64, 69, 121B	
Eurooppa	 TC 301	 21X, 23H, 64, 69X	
Suomi		 SK 23, SK 64, SK 69	

IEC = International Electrotechnical Commission

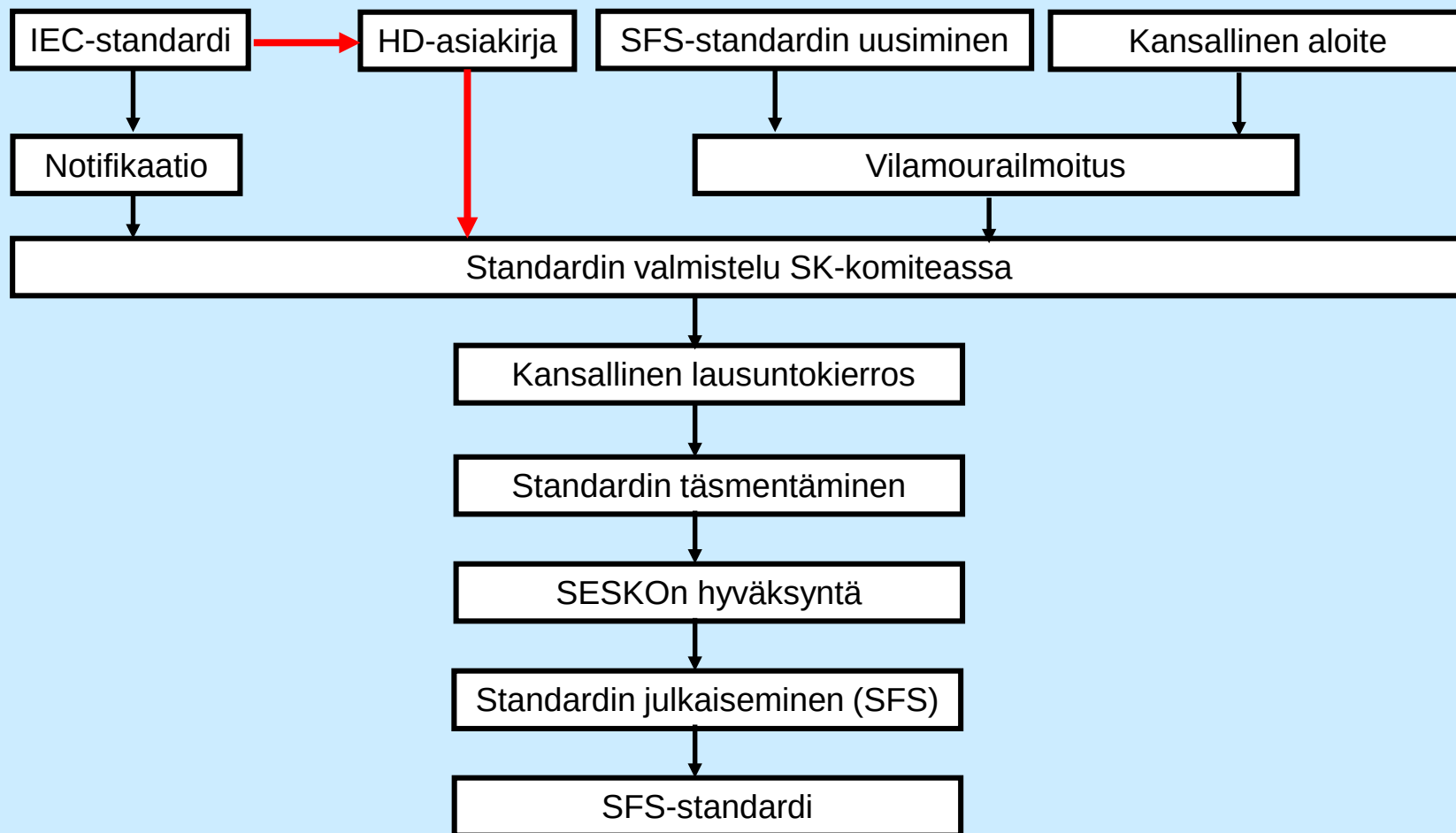
CENELEC = European Committee for Electrotechnical Standardization

IEC-, EN- ja SFS-standardien valmistelu (tuotteet, esim. SFS-EN 61851-1)



"Puhtaasti kansallisten" standardien valmistelu (SFS 6000)

SESKO

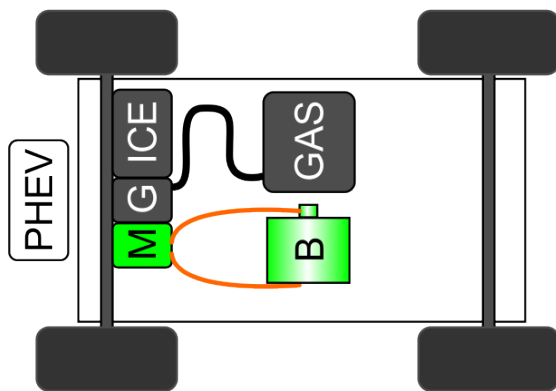


Sähköautojen ja latausjärjestelmien teknisiä haasteita

- ✓ Auton turvallisuus - suuret jännitteet < 400 V vs. 12 V/24 V (normaali käyttö, huolto, poikkeustilanteet)
- ✓ Latausjärjestelmän turvallisuus - suuret jännitteet ja virrat < 1000 V/200 A (350 A)
- ✓ Auton EMC ja matalataajuiset häiriöt 2 kHz...150 kHz ladattaessa
- ✓ AC-lataus (lataustavat 1, 2 ja 3) & DC-lataus (lataustapa 4)
 - AC-latauksen pistokytkimet (IEC 62196-2)
 - DC-latauksen pistokytkimet (IEC 62196-3)
 - Kotitalouspistokytkimet
- Johdoton lataus
- Liittyminen sähköverkkoon, kuormitusten hallinta ja syöttö autosta verkkoon
- Useiden autojen lataamisesta johtuvat (paikalliset) verkkovaikutukset
- Sähköbussien lataus (johdollinen & johdoton)
- Kevyiden sähköajoneuvojen latausjärjestelmät
- Tunnistus, tiedonsiirto, protokollat, tietoturva, laskutus
- ✓ Kansalliset asiat (asennukset, olemassa olevan infran hyödyntäminen, kuormitusten optimointi, maantieteelliset seikat, etäisyydet, ilmasto, suola)

Sähköautojen rakenne

Ladattava hybridi (PHEV)



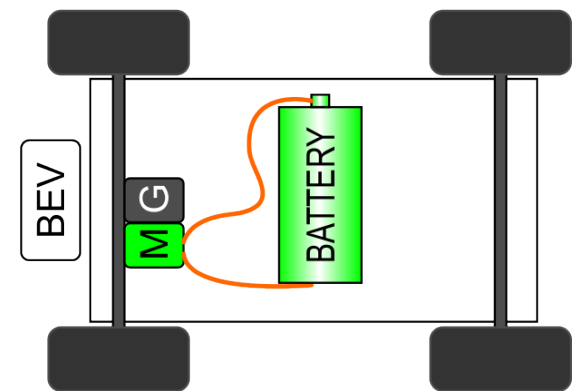
Type 2



CCS



Täyssähköauto (BEV)



Plug-in Hybrid Electric Vehicle

AC-lataus

Akuston koko < 12 kWh

PHEV toimintasäde 10 - 50 km

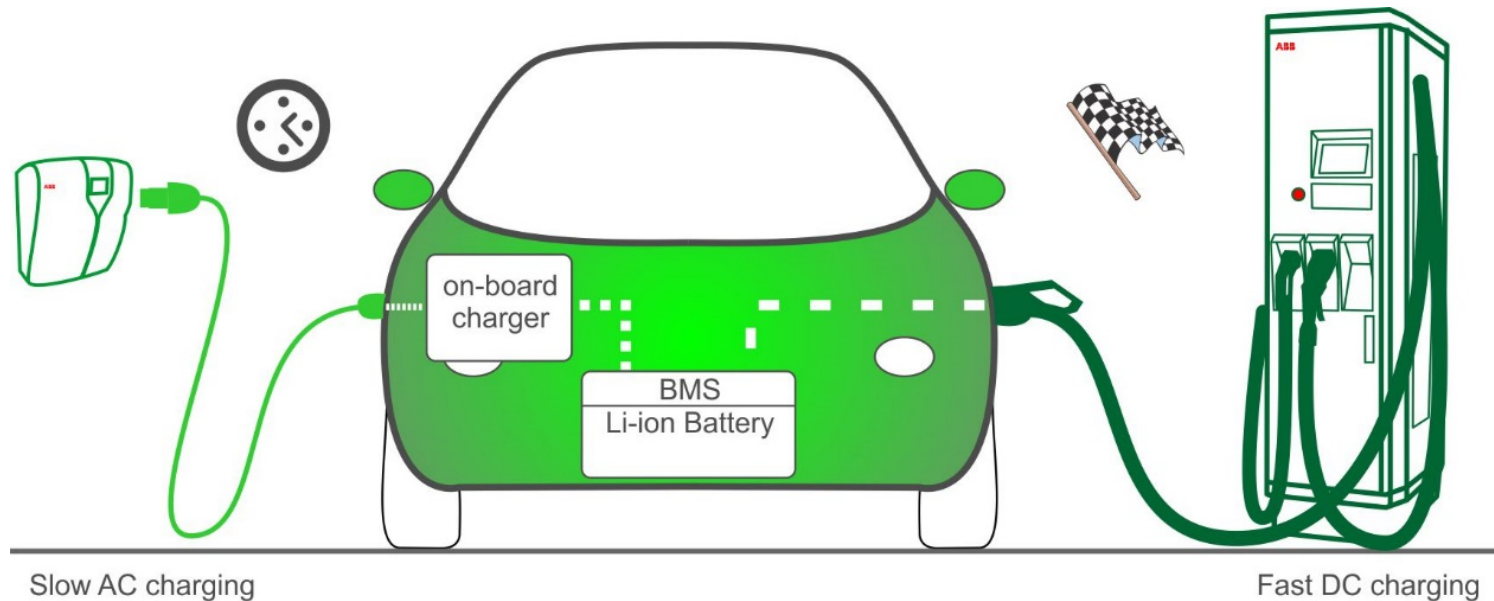
Battery Electric Vehicle

DC- ja AC-lataus

Akuston koko > 20 kWh

BEV toimintasäde 50 - 500 km

Periaate



16 A / 230 VAC
4 - 8 tuntia

BMS (Battery Management System)
ohjaa käyttövoima-akuston latausta sekä
AC- että DC-latauksessa

50 -100 A / 500 VDC
15 – 30 min

Lähde: ABB

Ajovoima-akkustandardeja

Muut akkuteknologiat kuin litiumioni

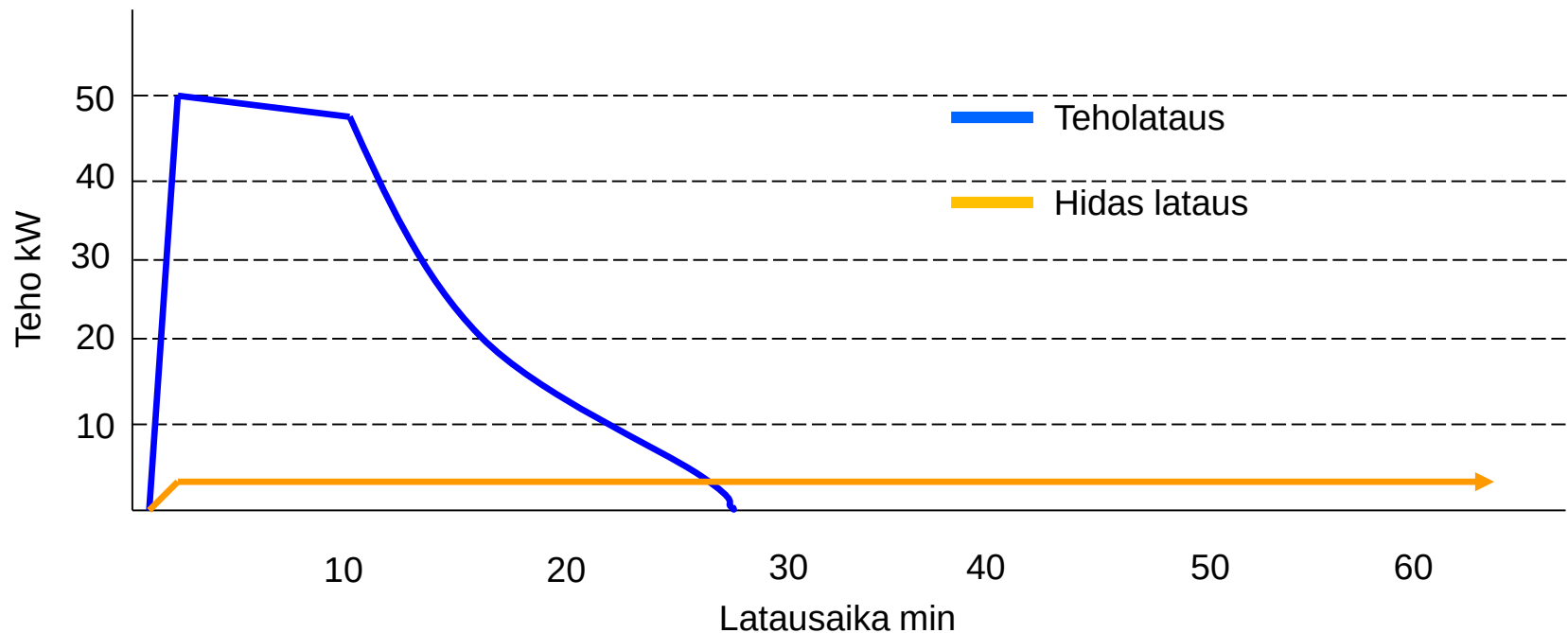
- SFS-EN 61982:2012 Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles - Performance and endurance tests
- SFS-EN 62485-3:2014 Safety requirements for secondary batteries (except lithium) and battery installations - Part 3: Traction batteries
- SFS-EN 61982-4:2015 Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles - Part 4: Safety requirements of nickel-metal hydride cells and modules

Litiumionikennot ja -akut

- SFS-EN 62660-1:2010 Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part 1: Performance testing
- SFS-EN 62660-2:2010 --. Part 2: Reliability and abuse testing
- SFS-EN 62660-3:2016 --. Part 3: Safety requirements
- IEC TR 62660-4:2017 --. Part 4: Candidate alternative test methods for the internal short circuit test of IEC 62660-3
- ISO/IEC PAS 16898:2012 Electrically propelled road vehicles -- Dimensions and designation of secondary lithium-ion cells
- Draft IEC 62485-6 Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part - 6: Lithium-ion batteries for traction applications (työkoneet yms. ja veneet yms.)
- ISO 12405-1:2011 Electrically propelled road vehicles -- Test specification for lithium-ion traction battery packs and systems -- Part 1: High-power applications
- ISO 12405-2:2012 --. Part 2: High-energy applications
- ISO 12405-3:2014 --. Part 3: Safety performance requirements

Energian kulutus ja siirto

0,2 kWh/km
24 kWh = 120 km
60 kWh = 300 km



Latausaika vaihtelee akun kapasiteetin, varaustason, lämpötilan sekä ulkolämpötilan ja lataustehon mukaan

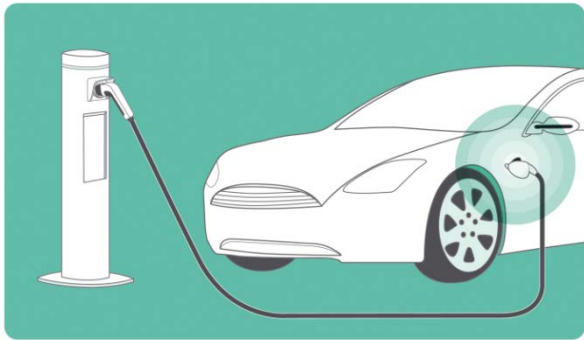
Lataustehot ja latausajat

Latausteho

Latausaika, 20 kWh akku

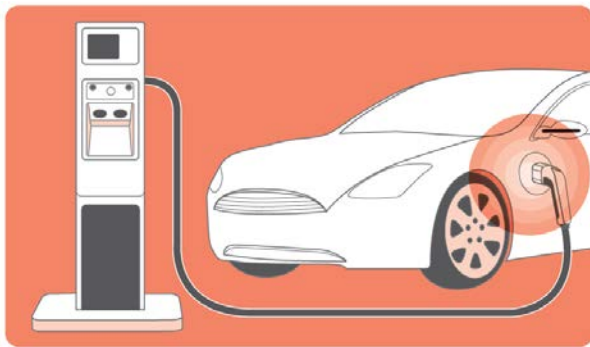
50 - 350 kW	< 20 min	Pikalataus (High Power Charging) DC-lataus auton ulkopuolisella laturilla (lataustapa 4)
20 - 50 kW	30 - 60 min	Teholataus DC-lataus auton ulkopuolisella laturilla (Lataustapa 4)
3,6 - 20 kW	1 - 5 h	Peruslataus , 400 V, 3P, 32 A, AC-lataus (Lataustapa 3)
2,5 kW	10 - 12 h	Hidas lataus 230 V, 1P, max 8 A, AC-lataus (Lataustapa 2)

Sähköauton varsinaiset lataustavat – SFS-EN 61851-1 (IEC 61851-1 Ed. 3.0 voimaansaattaminen EN-standardiksi kesken)



Sähköauton peruslataus (lataustapa 3)

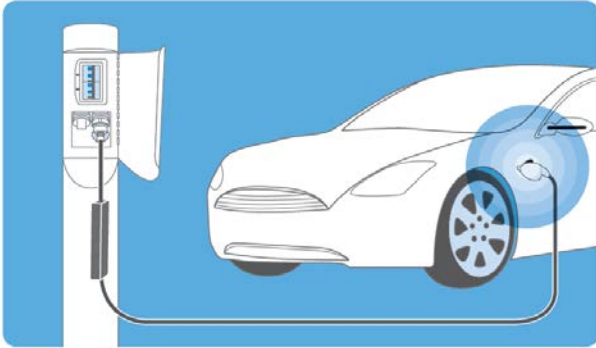
- **Vaihtosähkösyöttö** erityisestä sähköautopistorasiasta
- Tunnistus- ja valvontajärjestelmä
- Latauspisteen pistorasioiden mitoitusvirta on 63 A yksi- tai kolmivaiheisena. Pistorasiasta otettava virta valitaan automaattisesti käytössä olevan syöttöverkon mukaan
- Max. 22 kW (43 kW)
- V2G-kommunikaatio mahdollistaa kuormitusten ohjauksen, virran syötön verkkoon jne. (sähköauto osaksi sähköverkkoa)



Sähköauton teholataus (lataustapa 4)

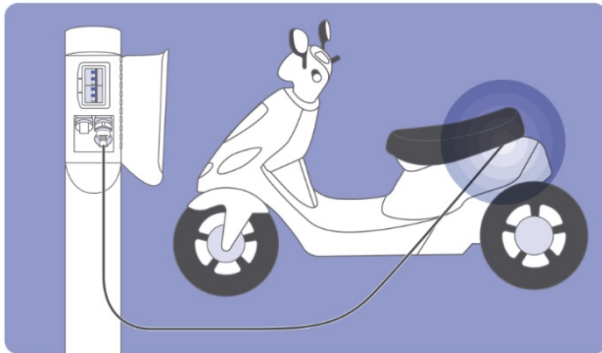
- **Tasasähkölataus** ulkopuolisella tasasähkölaturista
- Max. 50 kW (erityisratkaisuin jatkossa 350 kW)
- Latausjohto kiinteästi latauspisteessä

Hidas lataus ja kevyet sähköajoneuvot



Hidas/tilapäinen lataus (lataustapa 2) SFS-EN 61851-1

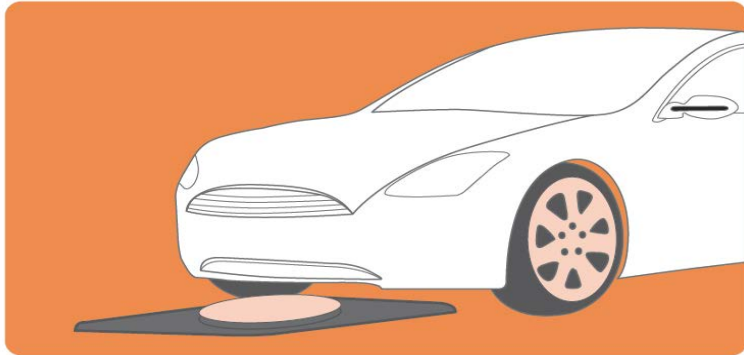
- **Vaihtosähkösyöttö** tavanomaisesta maadoitetusta kotitalouspistorasiasta tai kolmivaiheisesta voimapistorasiasta liitântäjohdolla, jossa on tarvittavat suoja- ja ohjauslaitteet (ml. vikavirtasuoja) sisältävä yksikkö
- Latausvirta on syytä rajoittaa pitkäaikaisessa käytössä 8 A:iin (kotitalouspistorasiat usein vanhoja, kuluneita, rikkiinäisiä)



LEV-lataus (lataustapa 1) IEC 61851-3

- **Vaihtosähkösyöttö** tavanomaisesta maadoitetusta kotitalouspistorasiasta, joka on suojattu kiinteään asennukseen kuuluvalla vikavirtasuojalla

Johdoton lataus, akunvaihto



Johdoton lataus

IEC 61980-1:2015 Electric vehicle wireless power transfer systems (WPT) - Part 1: General requirements

Draft IEC/TS 61980-2 Ed. 1.0 - Part 2: Communication between EV and infrastructure with respect to wireless power transfer (WPT) systems, valmistuu 2018

Draft IEC/TS 61980-3 Ed. 1.0 Part 3 specific requirements for the magnetic field power transfer systems, valmistuu 2018



Akunvaihtoasemat

IEC/TS 62840-1 Ed. 1.0 Electric vehicle battery swap system Part 1: General and guidance

IEC 62840-2 Ed. 1.0 Part 2: Safety requirements

Latausjärjestelmän turvallisuusstandardit

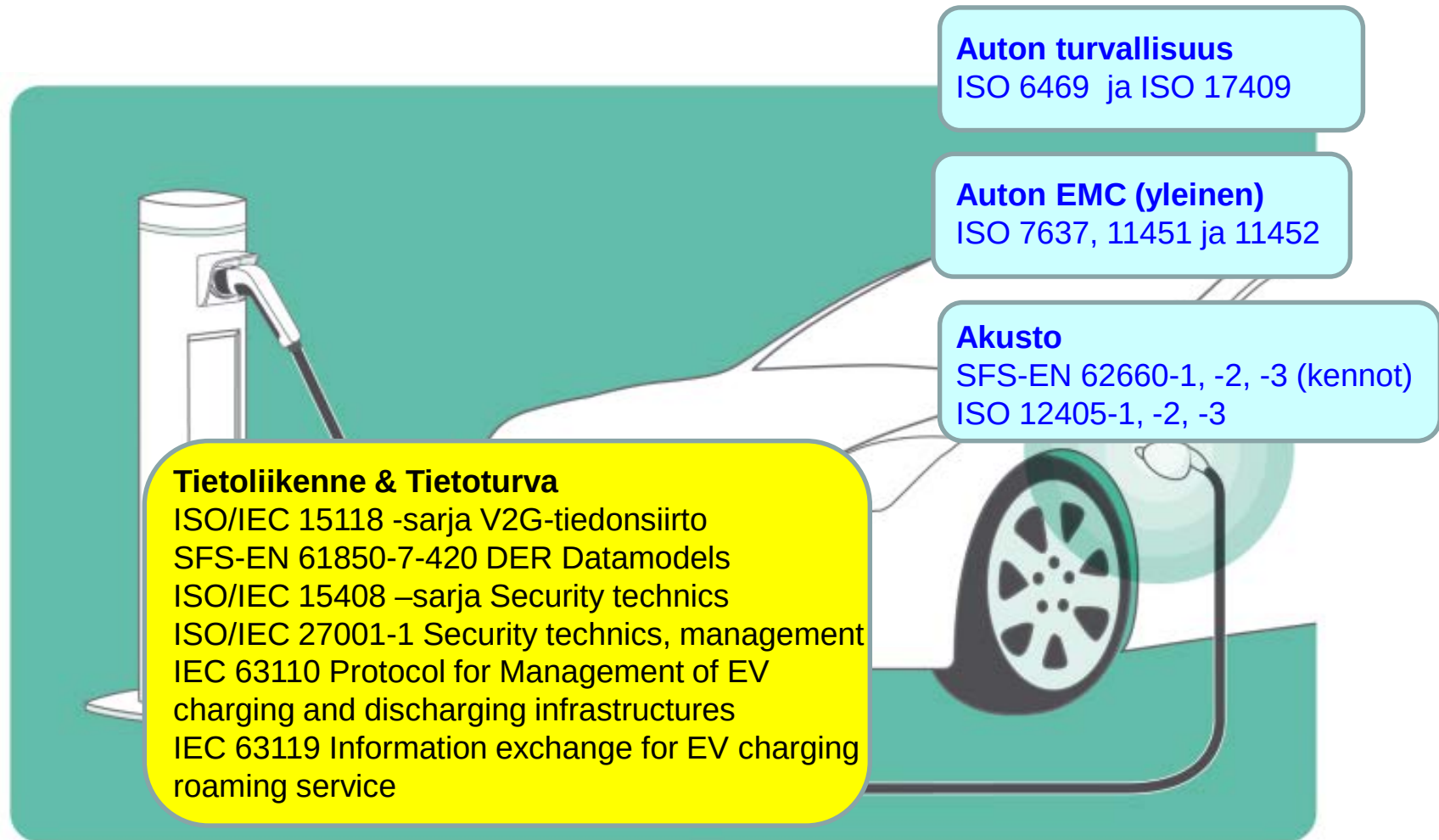
Latauspisteestä autoon

SFS-EN 61851-1 Yleiset turvallisuusvaatimukset
SFS-EN 61851-21 On- ja off-board-laturin EMC, verkkovaikutukset
SFS-EN 61851-23 DC-latausasema
SFS-EN 61851-24 DC-latausasema/EV-kommunikaatio
SFS-EN 62196-1 ja -2 AC-pistokytin
SFS-EN 62196-1 ja -3 DC-pistokytin
SFS-EN 50620 Latauskaapeli ja SFS-EN 62752 Suojalaiteyksikkö

Sähköverkosta latauspisteeseen

SFS 6000-7-722 Latauspisteen asennus ja syöttö
IEC/TS 61439-7 Lataustolppa (koteloinnit yms.)
SFS-EN 61000-6-2 ja -3 EMC, immunitetti ja emissio
SFS-EN 61140 Suojaus sähköiskulta
SFS-EN 61508 Sähköisten järjestelmien toiminnallinen turvallisuus

Sähköauto-, kommunikaatio-, tietoturvastandardit



Sähköautojen pistokytimet

Lataustapa 3 (peruslataus) – SFS-EN 62196-2



Type 1



Type 2
max. 3 x 63 A, 480 V AC

Lataustapa 4 (teholataus) – SFS-EN 62196-3



CHAdeMO



CCS 2 (Combo 2)
200 A, 1000 V DC

Eurooppalaiset ratkaisut
julkisissa latauspisteissä
(AFID 2014/94/EU ja Laki
478/2017)

EU:n direktiivi liikenteen vaihtoehtoisista käyttövoimista (AFI)

L 307/20

EN

Official Journal of the European Union

28.10.2014

ANNEX II

TECHNICAL SPECIFICATIONS

1. Technical specifications for recharging points

1.1. Normal power recharging points for motor vehicles **Enintään 22 kW**

Alternating current (AC) normal power recharging points for electric vehicles shall be equipped, for interoperability purposes, at least with socket outlets or vehicle connectors of Type 2 as described in standard EN 62196-2. While maintaining the Type 2 compatibility, those socket outlets may be equipped with features such as mechanical shutters.

1.2. High power recharging points for motor vehicles **Yli 22 kW**

Alternating current (AC) high power recharging points for electric vehicles shall be equipped, for interoperability purposes, at least with connectors of Type 2 as described in standard EN 62196-2.

Direct current (DC) high power recharging points for electric vehicles shall be equipped, for interoperability purposes, at least with connectors of the combined charging system 'Combo 2' as described in standard EN 62196-3.

1.3. Wireless recharging points for motor vehicles **31.12.2019**

1.4. Battery swapping for motor vehicles **31.12.2022**

1.5. Recharging points for L-category motor vehicles **31.12.2016**

1.6. Recharging points for electric buses **31.12.2018 wireless, 31.12.2019 connectors**

Latausasema (DC)



Kuva: ABB

Latausasemia (AC)



Kuva: Satmatic



Kuvat: Ensto



Suomen latauspisteverkosto

Julkisia latauspisteitä noin 500

- Palveluasemat
- Kauppakeskukset
- Pysäköintihallit ja pysäköintipaikat
- Liiketilat
- Kadunvarret jne.



ABC Viipurinportti, Lappeenranta

Yksityisiä arviolta 1500

- Yritykset
- Taloyhtiöt
- Kodit
- Yms.

Verkosto laajenee jatkuvasti!!!

STEKin toimitalo, Helsinki
(yksityinen)



Sähköbussien lataus

Pantografi 150-450 kW

Draft IEC 61851-23-1



Rooftop 4-pole
charging rails

On-board
converter

VMS
BMS

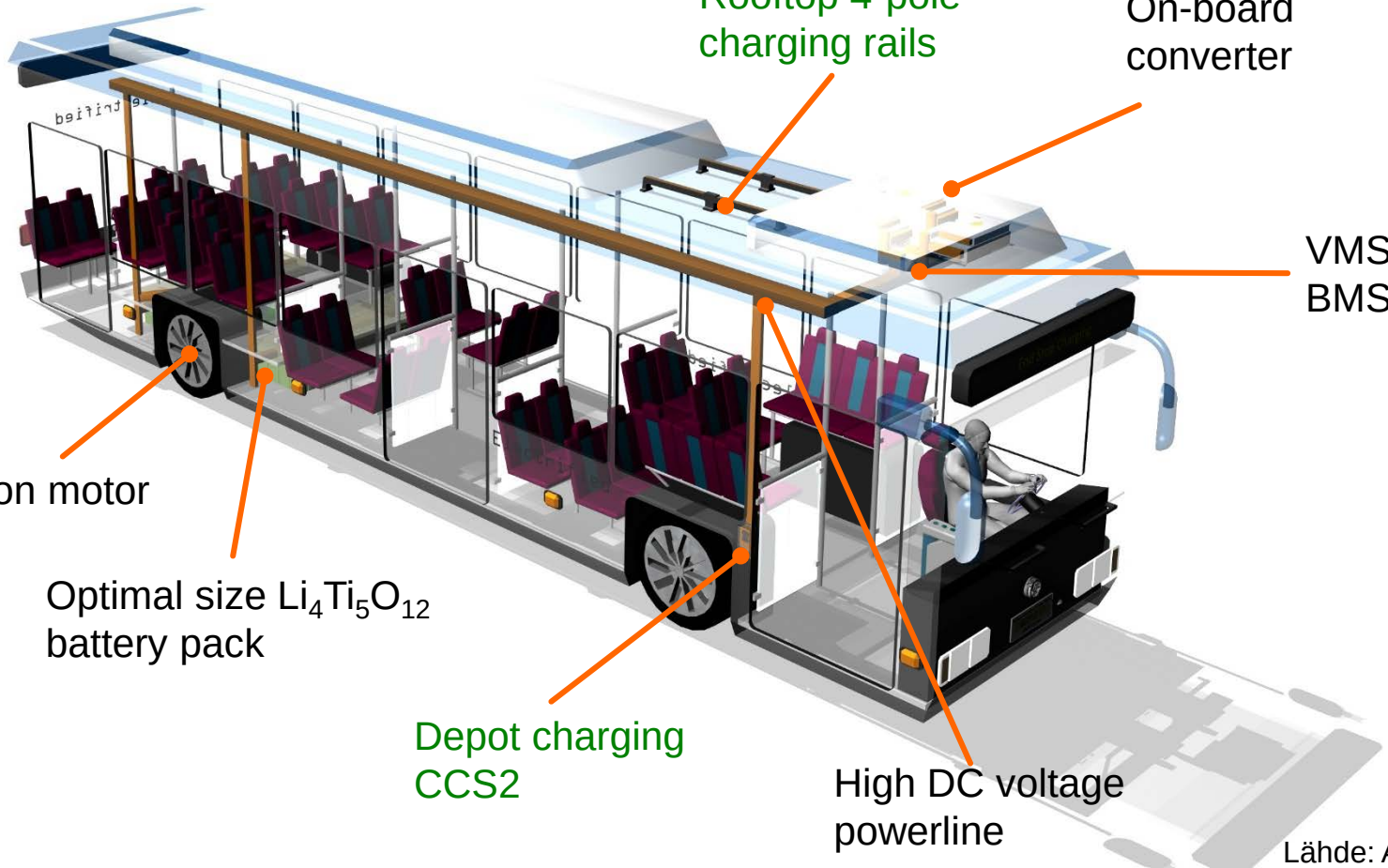
AC traction motor

Optimal size $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
battery pack

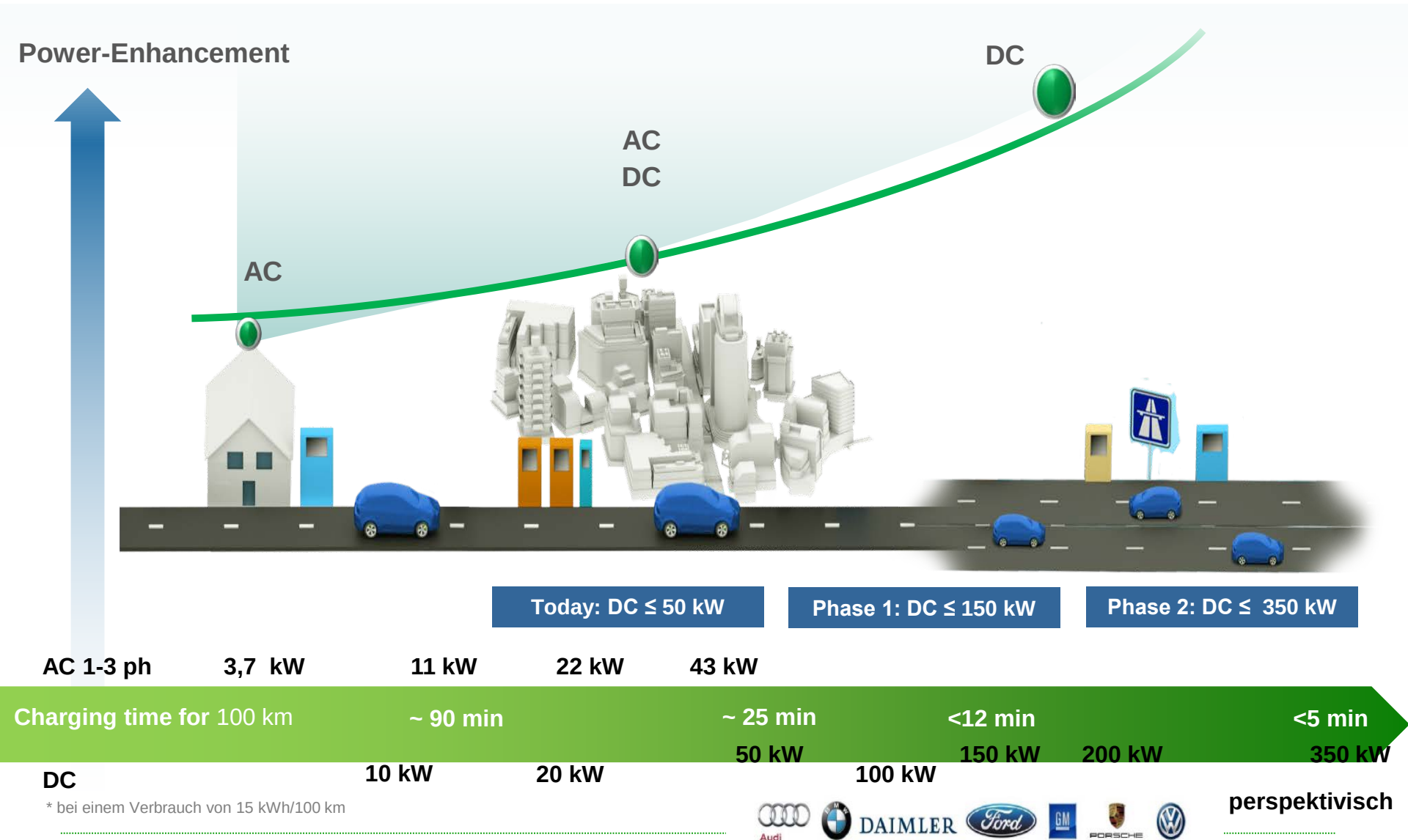
Depot charging
CCS2

High DC voltage
powerline

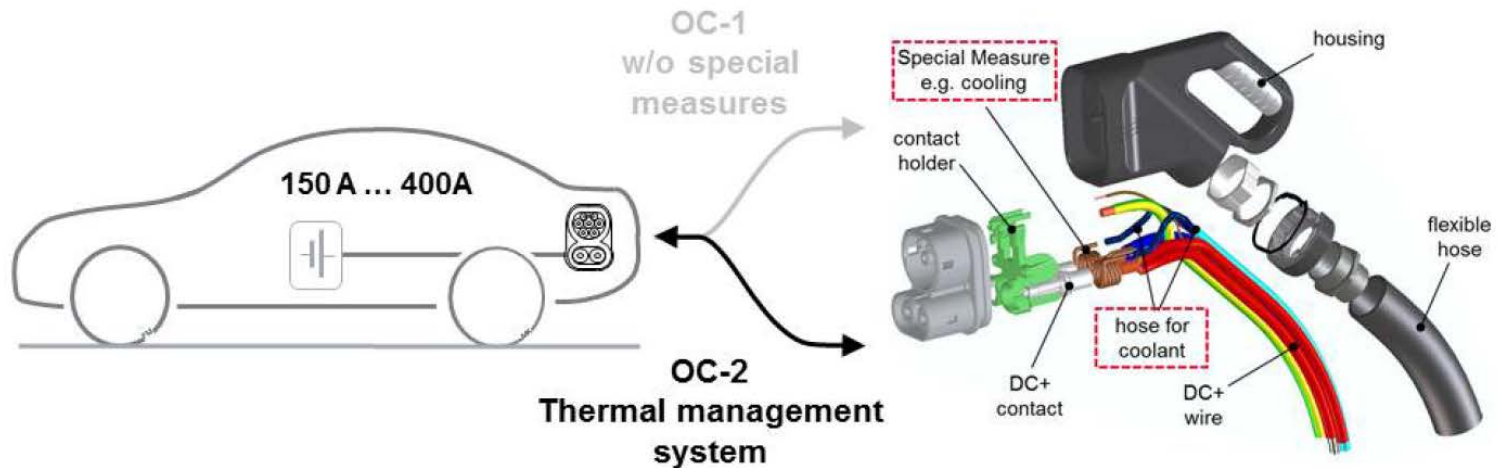
Lähde: ABB



CCS – The next level!



CCS2 + thermal cooling, 1000 V/400 A (Draft) – High power charging



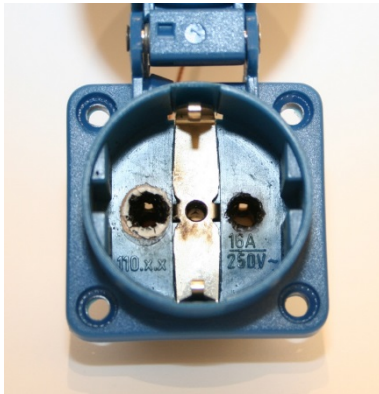
Draft IEC TS 62196-3-1 Ed.1

- Jäähdytyksellä saadaan latauskaapelin johdinpoikkipinta (ja massa) putoamaan järjestäisiin arvoihin (240 mm² → 70 mm²)
- Huolena se, että liittimien lämpenemät yms. aivan sallituissa ylärajoissa. Oletettavasti lataustehot pienentyvät jonkin verran laskennallisista arvoista (turvamarginaali)
- Jännite 200 – 920 V DC
- Latausteho 150 – 350 kW
- Valmis IEC/TS: 2019-06

High load (HL) plug and socket-outlet (Draft)

IEC 60884-1 Normaali pistokytin

- Lämpenemistesti 22 A, 1 h
- $\Delta T = 45 \text{ K}$
- Ripustuskuorma 0,5 kg
- Kuormitus täydellä mitoitusvirralla tilapäistä



IEC 60884-1 High load –pistokytin

- Puristusliitokset
- Solidit kosketintapit
- 16 A/2,5 mm²
- Lämpenemistesti 26 A, 5 h +1 h, min. 125 jaksoa
- $\Delta T = 35 \text{ K}$
- Pitkäaikainen kuormitus täydellä mitoitusvirralla

IEC 60884-1 Ed. 4.0 "parannettu schuko" ollut lausuntokierroksella. Vastustusta !!

Valmis standardi ehkä Q4/2018

→ SFS 5610 Ed. 5 valmistuu aikaisintaan 2019

Puoli miljoonaa lämmitys-/ulkopistorasiaa, joiden kuntoa ei kukaan tiedä...

Yllä sähköautokäytössä ollut kotitalouspistorasia

HUOM. Markkinoilla on myös erilaisin teknisin turvaratkaisun varustettuja sähköauton lataamiseen erityisesti suunniteltuja latauskeskuksia, joissa on "normaali" pistorasia.

SESKOn SK 69:n suositus 2014 (2. painos)

Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa

– http://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus_2014


www.sesko.fi



Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa

SESKO SK 69

Päivitetty 2015-02-10

Soveltamisala

Sähköajoneuvojen (täyssähköautot, ladattavat hybridit ja kevyet sähköajoneuvot) lataamiseen käytettävien kiinteistöjen sähköverkkojen asennusvaatimusten osalta on noudatettava standardisarjassa SFS 6000 esiteltyjä yleisiä vaatimuksia. Standardeissa SFS 6000-7:722 ja SFS 6000-8:813 annetaan täydentäviä vaatimuksia erityisesti sähköauton lataamiseen tarkoitettuihin asennuksiin. Tässä suosituksessa esitetään em. standardeja täydentäviä ohjeita, jotka on syytä ottaa huomioon, kun Suomessa suunnitellaan tai hankitaan sähköajoneuvojen lataukseen sähköasennuksia ja muutetaan olemassa olevia asennuksia sellaisiksi, että niistä voidaan sähköajoneuvoja ladata turvallisesti.

Tämä suositus korvaa ensimmäisen painoksen vuodelta 2012. Tätä uutta painosta on täydennetty koskemaan yksittäisten latauspisteiden lisäksi myös laajempia latausasennusjärjestelmiä. Suositusta on myös täsmennetty saatujen käyttökokemusten perusteella.

Lataustavat, nimitykset ja tekniset ominaisuudet

Peruslataus (LataustapaMode 3)

Tämä on varsinainen sähköauton lataustapa. Sähköajoneuvossa olevaa laturia syötetään vaihtosähköllä ajoneuvon kuuluvalle litäntäjohtolle erityisesti standardin SFS-EN 62196-2 mukaisesta tyyppi 2 sähköautopistorasiasta.

Latausvirta voi olla 6 A ... 63 A, jolloin saavutetaan latausnoho 1,4 kW ... 43 kW.

Latausjärjestelmän tiedonsiirtoväyän avulla varmistetaan, että ajoneuvo on oikein ja turvallisesti kytketty latauspisteeseen. Lisäksi sillä voidaan ohjata kuormitusta ja virran syötoa molempiin suuntiin. Kojepötkökeellä varustettu latausjohto voi olla myös kiinteästi liitetty latauspisteeseen.

Hidas lataus (LataustapaMode 2)

Jos ei ole käytettävissä varsinaista sähköauton lataustapaa 3 ja sen mukaista pistorasiaa, voidaan hidasta lataustapaa käyttää tilapäisesti. Sähköajoneuvossa olevaa laturia syötetään vaihtosähköllä tavallisesta maadoitetusta 230 V kotitalouspistorasiasta (SFS 5610) tai voimapistorasiasta (SFS-EN 60309).

Sähköautoa ja pistoke-hybridit voidaan ladata kotitalouspistokäytöimellä tilapäisesti edellyttäen, että ajoneuvon ottama pitkäaikainen latausvirta on rajoitettu riittävän pieneksi (esim. 8 A) (ks. SFS 6000-8:813).

Hitaassa latauksessa latausnohot ovat yleisesti alle 2000 W, kun käytetään standardin SFS 5610 mukaista kotitalouspistokäytöä.

Ajoneuvo liitetään latauspisteeseen ajoneuvon valmistajan hyväksymällä litäntäjohtolla, jossa on ohjaus- ja suojajälkyksikkö. Latausjohton suojajälkyksikkö on tuettava. Latauspisteet voivat olla pylväsmallisia tai latauspiste voi sijaita seinälle asennetussa keskuksessa.

Teholataus, asiointilataus (LataustapaMode 4)

Sähköajoneuvon akustoa syötetään tasasähköllä suurella virralla auton ulkopuolella olevasta tasasähkölaturista.

Litäntäjohto on kiinteästi liitetty latauspisteeseen ja litäntäjohton pistoke on standardin SFS-EN 62196-3 mukaista rakennetta AA tai FF.

Tällä lataustavalla päästään maksimissaan 200 A:n latausvirtaan ja 22 ... 50 kW:n latausnohoon.

Kevyiden sähköajoneuvojen lataus (LataustapaMode 1)

Kevyessä pienitehoisessa sähköajoneuvossa (sähköpolkupyörät, -skootterit, -ruohonleikkurit yms.) olevaa laturia syötetään vaihtosähköllä tavallisesta maadoitetusta 230 V kotitalouspistorasiasta, joka on suojattu kiinteään asennukseen kuuluvalle mitoitustamattavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla.

Uusitaan 2018 alussa

• SESKO ry - Sähkö- ja elektronikka-alan kansallinen standardointijärjestö
• Päätoimipaikka P. 134, 00211 HELSINKI • Käyntiosoite Särkänniemeentie 3 HELSINKI
• Puhelin +358 9 696 391 • Sähköposti asiakaspalvelu@sesko.fi

Kansallisen suosituksen pääsanoma

Latausverkon suunnittelu

- Järjestelmän kunto, kuormitus, häiriötaso ja uuden kuormituksen liittämismahdollisuus
- Valitaan käyttöön ja ympäristöön soveltuvat latauspisteet, lukumäärä, sijoittelu jne.
- Syötöt. Varaudutaan kuormituksen ohjaukseen, mittauksen järjestämiseen ja etähallintaan

Latausverkon tekniset vaatimukset

- Asennukset SFS 6000 (SFS 6000-7-722) mukaisesti
- Pistorasiat suojataan mitoitustoimintavirrallaan max. 30 mA vikavirtasuojilla (tyyppi B tai tyyppi A + dc-valvonta) [Muuttunut vaatimus uuden SFS 6000-7-722 myötä]
- Syöttävään ryhmäjohtoon vain lataamiseen ja lämmittämiseen tarkoitettuja piirejä
- Tehonrajoitusta voidaan käyttää, jos syötetään useampia latauspisteitä
- Latauspistekohtainen ohjaus, tunnistus ja tarvittaessa mittaus
- Maakaapelit asennetaan suojaputkeen
- Mitoitetaan kestäämään pitkäaikaista täyttä kuormitusta kesällä (ilma 30 °C, maa 20 °C)
- Latauspisteen osalta otetaan huomioon ulkoiset tekijät (lumi, maantiesuola)

Latausverkon kunnonvalvonta

- Vikavirtasuojille, pistokytkimille ja muille säännöllistä huoltoa ja tarkastusta tarvitseville laitteille kirjallinen kunnossapito-ohjelma

Viranomaisasiat ja lainsäädäntö

478/2017 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta

- AFI-direktiivin kansallinen käyttöönotto
- <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170478>
- Lain tarkoituksena on varmistaa yhteiset tekniset määrittelyt vaihtoehtoisten polttoaineiden julkisille lataus- ja tankkauspisteille
- Oleellista on, että sähköautojen julkinen lataaminen on hoidettava älykkäästi ja siinä edellytetään peruslataukseen käytettävän Type 2 -pistokytкимиä. Sähköauto ja sen lataaminen on entistä enemmän osa sähköverkkoa ja -markkinaa
- Valtion tavoitteena on saada Suomeen 250 000 sähköajoneuvoa vuoteen 2030 mennessä
- Laki on tullut voimaan 2017-08-01

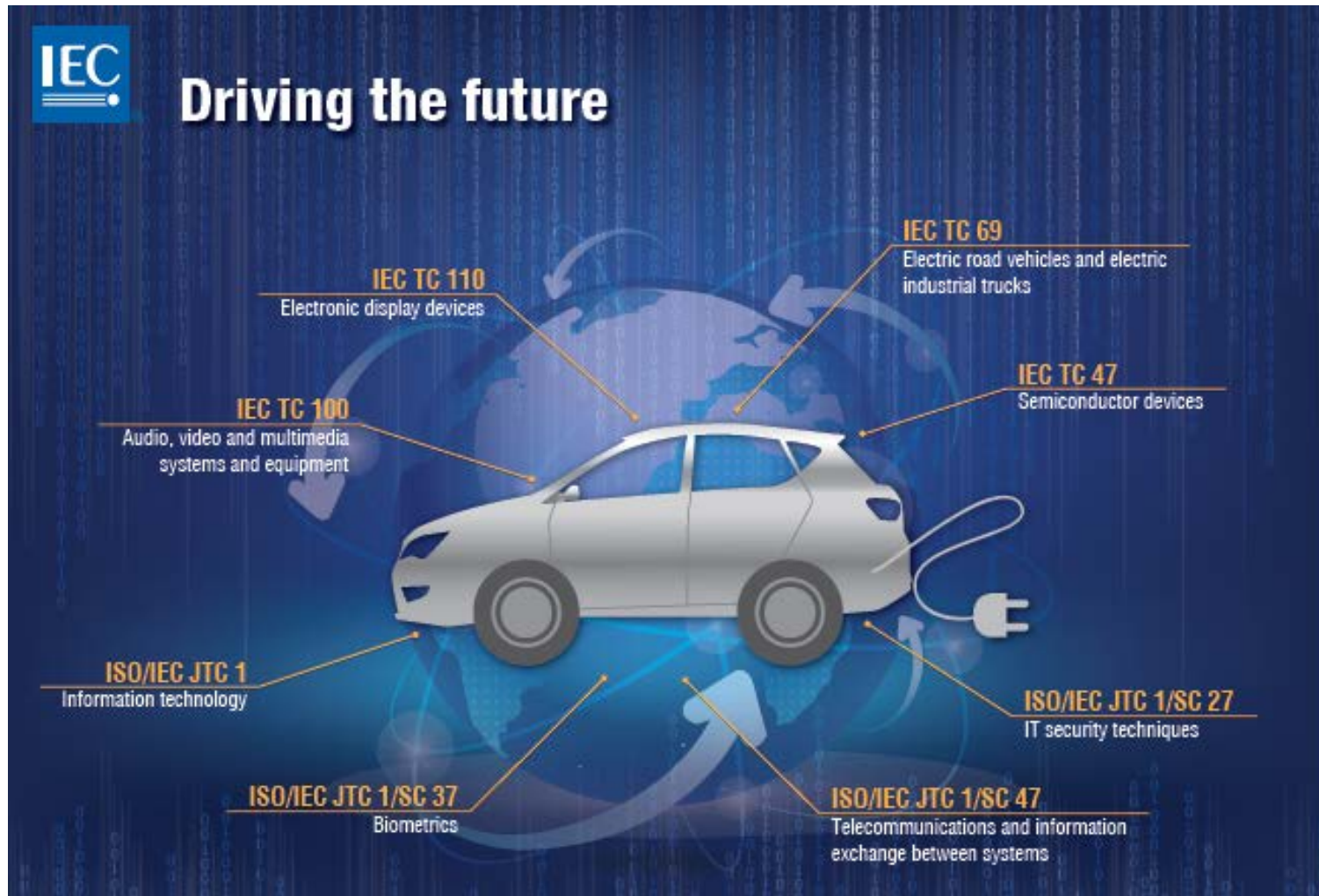
Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD)

- Uudistettu direktiivi voimaan kesällä 2018 (implementoitava kansallisesti kahden vuoden kuluessa)
- Vaaditaan, että uusiin ja peruskorjattaviin rakennuksiin (liikerakennukset ja julkiset rakennukset, ei asuinrakennukset) on tehtävä yksi latauspiste kymmentä ajoneuvoa kohti ja muihin pysäköintipaikkoihin on tehtävä varaukset latausmahdollisuutta varten

Pelastusviranomaisten kannalta oleellista

- Latauspiste vähintään 10 m räjähdysvaaralliseksi luokitellusta tilasta
- Latausasemia (AC) asennetaan myös luoliin ja halleihin
- Latausasemaa on käsiteltävä samoin kuin kiinteistön keskusta tai ryhmäkeskusta
- Latausasemissa on kondensaattoreita (varautuneita jännitteitä)
- DC-latausasemat: ylikuumentumisia/sulamisia on tapahtunut, asemat ovat ulkotiloissa
- Auto on masteri latausasemalle. Auto kertoo asemalle lataustilanteessa, mitä pitää tehdä ja kommunikaatio toimii koko ajan. Jos tietoliikenne keskeytyy, niin latauskin keskeytyy
- Auton osalta vaikea tietää onnettomuustilanteessa, onko virrat päällä. Vaarana on se, että auto lähtee liikkeelle. Akustossa voi olla suuret jännitteet
- Akkuja jäähdytettävä, kunnes reaktio on loppunut (tulipalo voi sammua, mutta syttyy uudestaan, jos ei jäähdytetä)

Suunnannäyttäjä - autoteollisuus vai teleoperaattori?



Lisätietoja standardoinnista

Standardoinnin seuraaminen

- www.sesko.fi
- www.iec.ch/tc69
- www.iec.ch/tc64
- www.cenelec.eu

Standardien tilaaminen

- sales@sfs.fi

Standardointiin osallistuminen ja vaikuttaminen

- SESKOn SK-komiteat ja seurantaryhmät
- SK 64 Pienjännitesähköasennukset
- SK 69 Sähköautot ja latausjärjestelmät

Lisätietoja

- [juha.vesa\(at\)sesko.fi](mailto:juha.vesa(at)sesko.fi)
- asiakaspalvelu@sesko.fi

