



# Raskaan liikenteen latausjärjestelmän toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

13.7.2025

# Tiivistelmä

Tekijä: Matias Laukkanen  
Otsikko: Raskaan liikenteen latausjärjestelmän toteuttaminen  
Sivumäärä: 40 sivua  
Aika: 13.7.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka  
Ohjaajat: Joonas Töyräs, Network Development Team Lead  
Jukka Karppinen, Lehtori

---

Tässä insinööriyössä kuvattiin raskaan liikenteen latausjärjestelmäprojektin vaiheet aina kartoituksesta käyttöönottoon asti. Työssä huomioitiin hyvät asennustavat sekä SFS-standardit. Tämä insinööriyö tehtiin Plugit Finland Oy:n alaisuudessa.

Työn alussa esitellään eri latausstandardien eroja ja raskaan liikenteen sähköajoneuvoja. Lisäksi käydään lyhyesti läpi raskaan liikenteen kehitystilannetta Suomessa. Tämän jälkeen keskitytään latausjärjestelmäprojektin eri vaiheisiin, kuten kartoitukseen, suunnitteluun ja toteutukseen.

Insinööriyö tehtiin samanaikaisesti useiden raskaan liikenteen latausjärjestelmien toteutuksien aikana, mikä osaltaan helpotti insinööriyön aiheen tutkimustyötä. Tutkimustyössä hyödynnettiin insinööriyön tekijän käytännön kokemusta sekä eri alojen lähteistä kerättyä tietoa, joka koottiin yhdeksi selkeäksi kokonaisuudeksi.

Lopputuloksena syntyi kuvaus raskaan liikenteen latausjärjestelmän toteutuksesta. Työssä esitettyä tietoa voidaan hyödyntää tulevien projektien kartoituksessa, suunnittelussa ja toteutuksessa.

Avainsanat: raskas liikenne, lataus, latausjärjestelmä

## Abstract

Author: Matias Laukkanen  
Title: Heavy-Duty EV Charging Solution Execution  
Number of Pages: 40 pages  
Date: 13 July 2025

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Engineering  
Supervisors: Joonas Töyräs, Network Development Team Lead  
Jukka Karppinen, Senior Lecturer

---

In this bachelor's thesis, the phases of a heavy-duty vehicle charging system project were described from the initial assessment to commissioning, taking into account modern practices and standards. The thesis was carried out for Plugit Finland Oy.

The beginning of the thesis introduces different charging standards and electric vehicles used in heavy transport. Additionally, the current state of heavy-duty transport development in Finland is briefly discussed. The main focus of the work is on the different phases of a charging system project, such as survey, planning, and execution.

The thesis was conducted while implementing various heavy-duty vehicle charging systems, which helped in the selection of relevant topics. The sources used include the author's own practical experience and knowledge gathered from sources in the field, which were compiled into a clear entity.

As a result, the thesis provides a comprehensive overview of the implementation of a heavy-duty charging system. The information can be utilized in the surveys, planning, and execution of future projects.

Keywords: heavy-duty transport, charging, charging solution

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköinen raskas liikenne	2
2.1	Sähkölinja-autot	3
2.2	Sähkökuorma-autot	6
3	Sähköajoneuvojen latausstandardit	7
3.1	AC- ja DC-lataustavan erot	9
3.2	DC-latureiden suosio raskaassa liikenteessä	9
4	Latausjärjestelmän projektin vaiheet	10
4.1	Latausjärjestelmän kartoitus	11
4.2	Tarjous	20
4.3	Suunnittelu	24
4.4	Sähkökuvat	26
4.5	Latausjärjestelmän toteutus	30
4.6	Latausjärjestelmä projektin viimeistely	34
5	Yhteenveto	36
	Lähteet	37

## Lyhenteet

- HSL: *Helsingin seudun liikenne*. Helsingin seudun joukkoliikennejärjestelmästä vastaava kuntayhtymä.
- AC: *Alternating Current*. Vaihtovirta.
- DC: *Direct Current*. Tasavirta.
- CCS: *Combined Charging System*. Tasavirta latausstandardi, joka mahdollistaa latauksen sadoilla kilowateilla.
- GB/T: Kiinan valtion standardijärjestön määrittämä standardi. Tässä työssä GB/T:llä tarkoitetaan vain latausstandardia.
- MCS: *Megawatt Charging system*. Tasavirta latausstandardi, joka mahdollistaa latauksen megawattien teholla
- PJ: *Pienjännite*. >1~kV Jännite
- KJ: *Keskijännite*. 1-36~kV Jännite

## 1 Johdanto

Tultaessa 2020-luvulle ovat valtion ja yritysten sisäiset tavoitteet ohjanneet yrityksiä kohti ympäristöystävällisempää liikennettä. (1.) Paikallisliikenteen yrityksillä siirtyminen kohti hiilineutraaliutta, on alkanut tapahtumaan aikaisemmin reittien kilpailutusten ja omien ilmastotavoitteidensa takia, mutta logistiikka yritykset ovat vasta 2020-luvulla alkaneet kehittää ympäristöystävällisempää logistiikkaa. Suurin syy myöhäiselle heräämiselle on ollut tarpeiden mukaisen raskaan kaluston puute.

Opinnäytetyö on tehty Plugit Finland Oy:n alaisuudessa. Tietoisuus raskaan liikenteen latausjärjestelmistä ja niiden vaatimuksista on vähäistä. Opinnäytetyön tarkoituksena on havainnollistaa ja selkeyttää lataustyyppien eroja ja latausjärjestelmän suunnittelun- ja työn vaiheita. Plugit Finland Oy:llä on yli kymmenen vuoden kokemus sähköisen liikenteen latausjärjestelmistä, mutta panostus raskaan liikenteen latausmarkkinoille on alkanut 2020-luvun vaihteesta lähtien. Ensimmäiset raskaanliikenteen latausjärjestelmät on tehty pääkaupunkiseudun bussivarikoille.

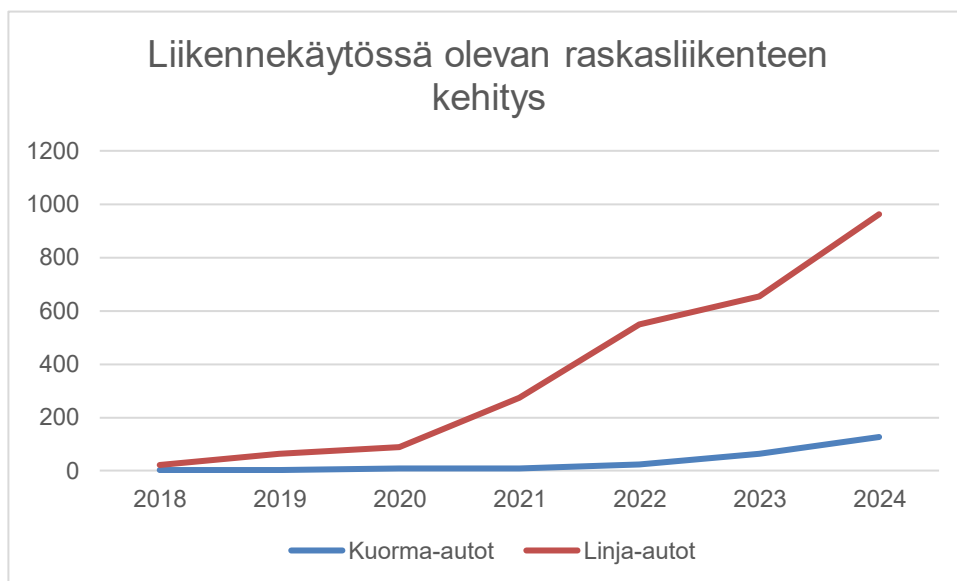
Suuri osa opinnäytetyön tiedosta on kerätty latausjärjestelmä projektien parissa ja eri lähteistä. Latauslaitteita ja raskaanliikenteen kalustoa koskevat tiedot on kerätty kyseisten laite- ja kalustonvalmistajien jakamista tiedoista. Lupa ja sähköliittymiin liittyvät tiedot on saatu kuntien, kaupunkien, yritysten ja verkkoyhtiöiden julkisista materiaaleista ja asiantuntijoilta.

## 2 Sähköinen raskas liikenne

Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan kansallisen standardointijärjestelmän määritelmän mukaan täyssähköauto on ajoneuvo, jonka voimanlähteenä on sähkömoottori ja energiavarastona jonkinlainen ladattava järjestelmä. (2.) Raskaaksi kalustoksi luetaan kaikki M3-luokan linja-autot ja yli 3,5 tonnia painavat kuorma-autot eli luokat N2 ja N3. (3.) Näiden yhdistelmä muodostaa sähköisen raskaan kaluston määritelmän.

Sähköinen raskas liikenne on alkanut kehittyä Suomessa toden teolla vasta 2020-luvulla Euroopan unionin ja kansallisten ilmastotavoitteiden vuoksi. Kuten taulukosta 1 ilmenee, raskaan liikenteen kaluston määrä on kasvanut huomattavasti vuonna 2020. Sähköisten linja-autojen määrä on kasvanut enemmän kuin kuorma-autojen.

Taulukko 1. Liikennekäytössä olevat sähköiset bussit ja kuorma-autot. (4.)

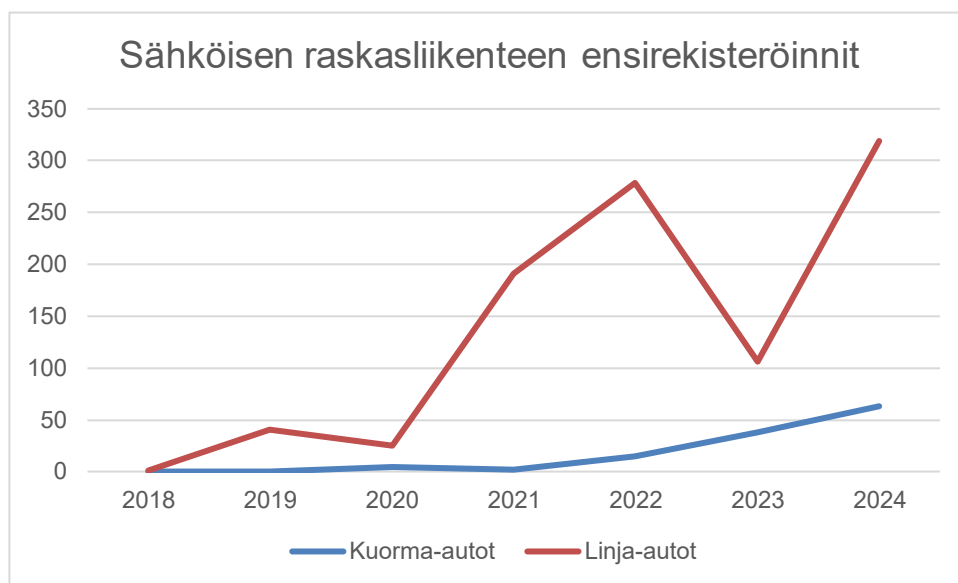


Suuri syy sähköisten linja-autojen suurempaan määrään verrattuna sähköisiin kuorma-autoihin on paikallisliikenteen kilpailutusten ehdot sekä ajamisen kustannukset. Koska paikallisliikenteen ajoreitit ovat lyhyitä, on ollut mahdollista käyttää sähköisiä linja-autoja, joiden vanhemman tekniikan ja pienempien

akkujen kantamat eivät riittäisi kaupunkien välisiä reittejä ajaviin kuorma-autoihin. (5; 6; 7.)

Taulukossa 2 esitetyt suuret muutokset sähköisten linja-autojen ensirekisteröinneissä selittyvät sillä, että paikallisliikenteen kilpailutuksia ei järjestetä vuosittain.

Taulukko 2. Sähköisten bussien ja kuorma-autojen ensirekisteröinnit Suomessa. (8.)



## 2.1 Sähkölinja-autot

Tässä luvussa esitellään eri valmistajien sähkölinja-autoja. Linja-autoissa verrataan pituuksia, suurimpia lataustehoja ja akun kapasiteettia. Volvo tarjoaa sähköisiä linja-autoja paikallis- ja reittiliikenteen käyttöön. Kuvassa 1 on esitetty Länsilinjat Oy:n liikennöimä Volvo 7900E Joensuun paikallisliikenteessä. Kyseisen 12-metrisen linja-auton suurin vastaanottama latausteho on 250 kW ja akun kapasiteetti 470 kWh. (9.)



Kuva 1. Volvo 7900E -sähkölinja-auto. (10.)

Yutong on kiinalainen ajoneuvovalmistaja. Yutong tunnetaan ensisijaisesti linja-autojen valmistajana, vaikka valmistaa myös pakettiautoja. Kuvassa 2 on esitetty Oy Pohjolan Liikenne Ab:n HSL-alueella liikennöimä sähkölinja-auto Yutong E15. Linja-auto on jäykkäkorinen ja kolmiakselinen, eli kyseessä on telibussi. Kyseisen 15-metrisen telibussin suurin vastaanottama latausteho on 360 kW ja akun kapasiteetti 563 kWh. (11.)



Kuva 2. Yutong E15 -sähkölinja-auto. (12.)

Kuvassa 3 on Oy Pohjolan Liikenne Ab:n liikennöimä Yutong U12 -kaksiakselinen sähkölinja-auto. Kyseinen linja-auto on 12-metrinen. Sen suurin vastaanottama latausteho on 360 kW ja akun kapasiteetti 528 kWh. (13.)



Kuva 3. Yutong U12 -sähkölinja-auto. (14.)

BYD on kiinalainen teollisuuskonserni, joka valmistaa pääasiassa ajoneuvoja trukeista sähköisiin linja-autoihin. Kuvassa 4 on esitetty Nobina Oy:n HSL-alueella liikennöimä eBus B18 -nivelbussi. Kyseinen bussi on 18-metrinen. Sen akun kapasiteetti on 511 kWh. (15.)



Kuva 4. BYD eBus b18 -sähkölinja-auto. (16.)

## 2.2 Sähkökuorma-autot

Tässä luvussa esitellään kuorma-autojen valmistajia. Tarkastelussa verrataan suurimpia lataustehoja sekä akun kapasiteetteja. Scania on tunnettu kuorma-autojen ja linja-autojen valmistaja. Scania tarjoaa useita eri kokonaisuuksia 4x2-pyöräkokoonpanosta aina 6x4-pyöräkokoonpanoon asti. Alustat sähkökuorma-autoissa ovat samat kuin muissa Scanian tarjoamissa kuorma-autoissa. Suurin ilmoitettu latausteho on 375 kW ja suurin akun kapasiteettivaihtoehto 728 kWh. (17.)

Volvon valikoimasta löytyy useita eri kokonaisuuksia, pienemmistä FL-malleista tehokkaampiin FH-malleihin. Kaikki käyttövoimavaihtoehdot jakavat samat alustat. Volvo FH -mallille ei ole ilmoitettu suurinta lataustehoa, mutta suurin mahdollinen akun kapasiteetti on 540 kWh. (18.)



Kuva 5. Volvo FH -sähkörekka latauksessa Logitri Oy:n toimipisteellä Tuusulassa.

Mercedes-Benziltä löytyy useita eri sähkökuorma-automalleja. eActros 300, 400 ja 600 on rakennettu samalle alustalle kuin yrityksen muiden käyttövoimien kuorma-autot. Poikkeuksena on eActros 600, joka on tehty täysin omalle alustalleen. eActros 600:n ilmoitettu suurin latausteho on 400 kW CCS-latausstandardilla ja 1 MW MCS-latausstandardilla. Akun suurin kapasiteetti on 600 kWh. (19; 20.)

### 3 Sähköajoneuvojen latausstandardit

Luvussa 3 käsitellään eri latausstandardeja, joita maailmalta löytyy. Selkein tapa jakaa latausstandardit on AC- ja DC-lataukseen. Alla olevasta taulukosta 3 ilmenevät yleisimmät käytössä olevat latausstandardit sekä kaksi kehitysvaiheessa olevaa latausstandardia, jotka ovat kiinalainen Ultra ChaoJi ja eurooppalainen MCS. Taulukossa 3 esitetään latausstandardien käyttöalue, lataustyyppi, tyypillinen latausteho ja ilmoitettu maksimi latausteho.

Taulukko 3. Latausstandardeja lataustehoineen. (21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28, s. 9–10; 29; 30, s. 2–3; 31; 32.)

Standardi	Käyttöalue	Lataus- tyyppi	Tyypillinen la- tausteho	Absoluuttinen maksimi lataus- teho
<b>Schuko</b>	Eurooppa	AC	<b>2,3 kW</b> (10 A, 230 V, 1-vaihe)	<b>3,7 kW</b> (16 A, 230 V, 1-vaihe)
<b>Type 1</b>	Pohjois-Ame- rikka, Japani	AC	<b>3,7–7,4 kW</b> (16–32 A, 230 V, 1-vaihe)	<b>19,2 kW</b> (80 A, 240 V, 1-vaihe, USA)
<b>Type 2</b>	Eurooppa	AC	<b>3,7–22 kW</b> (16–32 A, 1- tai 3-vaihe)	<b>43 kW</b> (63 A, 400 V, 3-vaihe)
<b>CCS</b>	Eurooppa, Poh- jois-Amerikka	DC	<b>50–350 kW</b> (400–800 V, 125–500 A)	<b>500 kW</b> (1000 V, 500 A CCS 2.0)
<b>CHAdeMO</b>	Japani, Eu- rooppa, Pohjois- Amerikka	DC	<b>50–60 kW</b> (500 V, 120 A)	<b>62,5 kW</b> (500 V, 125 A)
<b>Tesla Su- percharger</b>	Maailmanlaajui- nen	DC	<b>120–250 kW</b> (400 V, 625 A)	<b>350 kW</b> (1000 V, 350 A)
<b>GB/T</b>	Kiina	DC	<b>60–187,5 kW</b> (750 V, 250 A)	<b>250 kW</b> (1000 V, 250 A)
<b>MCS</b>	Eurooppa, Poh- jois-Amerikka	DC	<b>700 kW–3,75 MW</b> (700–1250 V, 1000–3000 A)	<b>4,5 MW</b> (1500 V, 3000 A)
<b>ChaoJi-1</b>	Kiina, Japani	DC	<b>900 kW</b> (1000 V, 400 A)	<b>1,2 MW</b> (1500 V, 800 A)
<b>Ultra- ChaoJi</b>	Kiina (suunnit- teilla)	DC	<b>1,2 MW–2,4 MW</b> (1500 V, 1600 A)	
<b>Pantografi</b>	Maailmanlaajui- nen	DC	<b>150–600 kW</b> (750–1000 V DC, 300–600 A)	

Taulukosta 3 käy ilmi, että DC-latausstandardeja on huomattavasti enemmän kuin AC-latausstandardeja. Lisäksi havaitaan, että MCS-standardin valmistuksessa se olisi selvästi tehokkain lataustapa.

### 3.1 AC- ja DC-lataustavan erot

AC-latauksella eli vaihtovirtalatauksella tarkoitetaan tilannetta, jossa latauslaite syöttää sähköiselle ajoneuvolle vaihtovirtaa, jonka ajoneuvon sisään rakennettu laturi muuntaa tasavirraksi akustoa varten. (33.)

DC-latauksella eli tasavirtalatauksella tarkoitetaan tilannetta, jossa latauslaite muuntaa vaihtosähkön tasasähköksi sen sisälle lisättyjen tehoyksiköiden avulla. Tällöin virta kulkee suoraan sähköajoneuvon akustoon sellaisenaan. Tämä mahdollistaa nopeamman latauksen, koska ajoneuvon sisällä oleva muuntaja ohitetaan täysin, eikä se näin ollen rajoita lataustehoa. Rajoittavina tekijöinä ovat tässä tapauksessa ainoastaan ajoneuvon akku ja sen kyky ottaa vastaan tehoa. (33.)

### 3.2 DC-latureiden suosio raskaassa liikenteessä

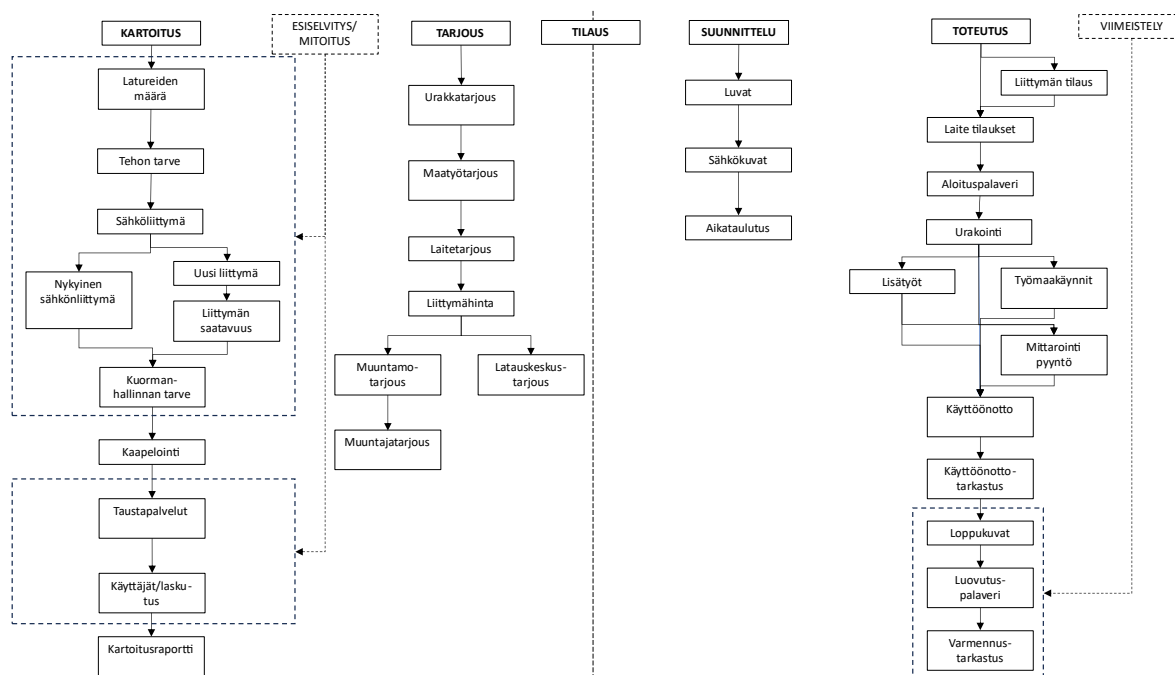
DC-latureiden käyttö perustuu niiden latausnopeuteen. DC-laturi mahdollistaa sähköajoneuvon lataamisen huomattavasti nopeammin kuin mitä AC-latauksella on mahdollista saavuttaa. Tämä korostuu erityisesti raskaan liikenteen sähköisissä ajoneuvoissa, sillä niiden akustojen kyky ottaa energiaa vastaan on erittäin suuri. Tämän vuoksi AC-latauksella kestäisi aivan liian kauan ladata sähköisen ajoneuvon akut täyteen, kun taas DC-latauksella lataus voi parhaimmillaan tapahtua kymmenissä minuuteissa. Kuvassa 6 on esitetty valmis toteutus linja-autovarikon DC-latausjärjestelmästä. (33; 34.)



Kuva 6. Sähkölinja-autojen latausjärjestelmä Helsingin Pasilassa.

#### **4 Latausjärjestelmän projektin vaiheet**

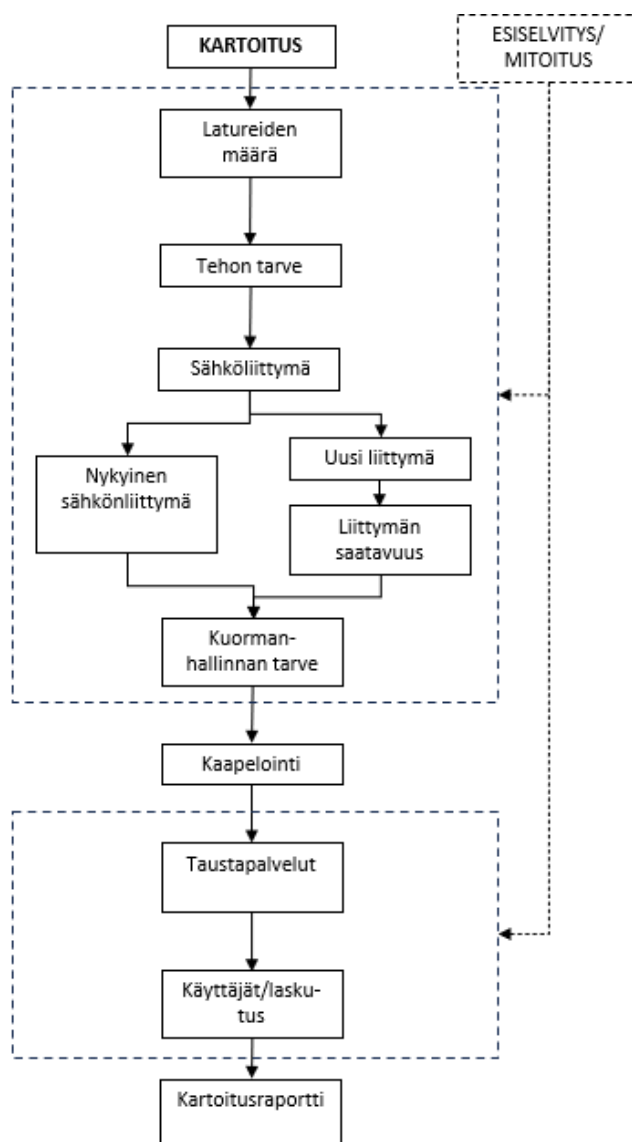
Luvussa neljä raportoidaan raskaan liikenteen latausjärjestelmän rakentamisprojektin vaiheista. Latausjärjestelmäprojekti jaetaan neljään eri vaiheeseen: kartoitus-, tarjous-, suunnittelu- sekä toteutusosioon. Jokaisella osiolla on oma merkityksensä ja päämääränsä. Kuvassa 7 on hahmoteltu projektin vaiheet.



Kuva 7. Latausjärjestelmän projektin vaiheet

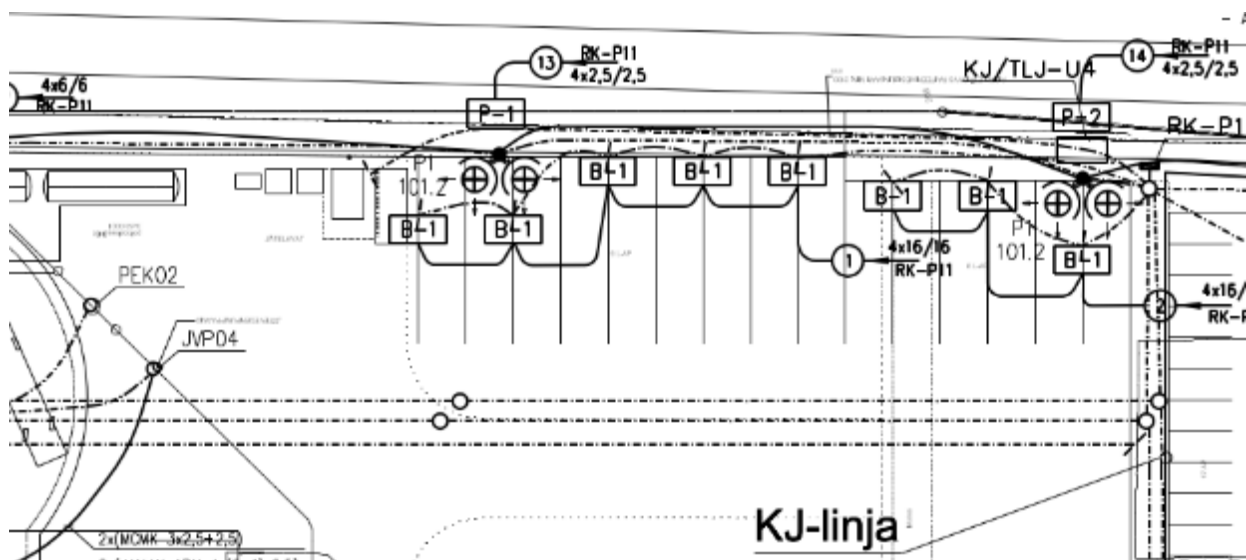
#### 4.1 Latausjärjestelmän kartoitus

Luvussa 4.1 selvitetään latausjärjestelmän kartoituksen vaiheet. Kartoituksen tarkoituksena on selvittää asiakkaan nykyinen tilanne ja toiveet tulevan latausjärjestelmän suhteen. Kohdekartoituksessa ovat yleisesti mukana latausjärjestelmän hankkijan tai käyttäjän eli asiakkaan edustaja, latausjärjestelmäorganisaation myyjä sekä latausjärjestelmän tarjoavan organisaation projekti-insinööri. Lisäksi on suositeltavaa, että kartoitukseen osallistuvat myös latausjärjestelmän rakentavan sähköurakoitsijan ja maaurakoitsijan edustajat. Ennen varsinaista kartoitusta myyjä ja asiakas ovat käyneet läpi asiakkaan toiveita latausjärjestelmän suhteen. Toiveet liittyvät muun muassa latauspisteiden määrään, latureiden tyyppeihin ja lataustehoon. (35.) Kuvassa 8 on esitetty kartoituksessa tarkasteltavat kohdat pääpiirteittäin.



Kuva 8. Latausjärjestelmän kartoituksen vaiheet.

Ennen kohdekartoitusta tehdään esiselvityksiä. Sähköliittymäkyselyjä verkkoyhtiöltä voidaan tehdä etukäteen, mikäli on tiedossa, että kohteeseen tarvitaan uusi sähköliittymä. Verkkoyhtiöltä tiedustellaan toiveiden mukaisen sähköliittymän aikataulua ja kustannuksia. Ennakkoon pyydetään kohteen sähkökuvia, joita voidaan hyödyntää ennen varsinaista kohdekartoitusta. Kuvassa 9 on esitetty ote linja-autovarikon tasokuvasta, jossa näkyvät esimerkiksi viemäriinlinjat, valaisintolpat, lämmitystolpat ja johdotukset.



Kuva 9. Ote linja-autovarikon tasokuvasta.

Kuvassa 10 on valokuva bussivarikolta. Sama kohta on nähtävissä myös kuvan 9 tasokuvassa. Ilman etukäteen saatuja tasokuvia on huomattavasti vaikeampaa selvittää, mitä putkia ja sähkökaapeleita maan alla kulkee.



Kuva 10. Valokuva linja-auto varikon kohdekartoitukselta.

## **Latureiden määrä**

Latureiden määrä määritellään sähköisen raskaan kaluston tulevan tai olemassa olevan määrän mukaan. Sähköajoneuvojen tyyppi ja käyttötarkoitus ratkaisevat AC- ja DC-latureiden määrän varikolla. Latureiden määrään vaikuttaa myös varikolla käytettävissä oleva tila.

On hyvin yleistä, että latausjärjestelmä mitoitetaan suuremmaksi kuin senhetkinen tarve. Tämä mahdollistaa latauslaitteiden lisäämisen jo olemassa olevaan järjestelmään. On kustannustehokkaampaa rakentaa latausjärjestelmän infrastruktuuri ottaen huomioon sekä nykyinen, että tulevaisuuden tarve, kuin laajentaa infrastruktuuria myöhemmin.

## **Lataus tehon tarve**

Sähköisen raskaan kaluston tyyppi ja käyttötapa vaikuttavat tarvittavaan lataustehoon. Sähköajoneuvolle, jossa on pieni akku ja jota käytetään ainoastaan päiväajossa, riittää yleensä 11–22 kW AC-laturi yö lataukseen. Linja-autoja ladataan linjojen välillä muutaman tunnin mittaisilla lataustauoilla. AC-lataus ei tällöin riitä akun täyttämiseen. Näissä tilanteissa käytetään yleisesti 120–180 kW DC-pikalatureita, joilla akut saadaan täyteen huomattavasti lyhyemmässä ajassa. (35; 6.)

Seuraavaa kaavaa voidaan käyttää laturin lataustehon määrittämiseen. Kaavalla voidaan laskea, kuinka paljon lataustehoa tarvitaan vähintään. Kaavaa käytetään yleisimmin linja-autovarikon tarvittavan lataustehon laskennassa, mutta sitä voidaan helposti soveltaa myös muihin tapauksiin, esimerkiksi akun täyttämiseen tarvittavan latausajan arvioimiseen.

$$P = \frac{\left( km_{Tarve} \cdot \frac{kWh}{km} \right) - (soc \cdot kWh_{kok})}{h}$$

$P$  on tarvittava latausteho

$km_{Tarve}$  on tuleva ajomatka

$\frac{kWh}{km}$  on kulutus

$soc$  on akunvarauksen lähtötilanne

$kWh_{kok}$  on akun koko

$h$  on latausaika

## Kohteen sähköliittymä

Latureiden määrän kasvaessa sähköliittymältä vaadittu teho kasvaa. Verkkoyhtiöiden myöntämät, enintään 1 000 tai 1 250 ampeerin pienjänniteliittymät riittävät vain tiettyyn pisteeseen asti. Kuvassa 11 Zerova -merkkisen 120 kW laturin ottama virta on 230 voltin järjestelmässä 193 ampeeria. 1 000 ampeerin pienjänniteliittymä voisi tällöin syöttää enintään viisi tällaista laturia. Kun tarve on useammalle pikalaturille, tarvitaan usein keskijänniteliittymä.

Model Name		DSYE122 Series
AC INPUT	Voltage Rating	3Φ380 ~ 415Vac (±15%)
	Max. Input Current	193A @230Vac ,L-N 230A@ 187Vac ,L-N
	Electrical Distribution	3P+ N+ PE (Wye configuration)
	Power Grid System	TN/TT and IT

Kuva 11. Zerova DSYE122 120kW DC-laturin syöttö virta. (36, s. 3)

## Kohteen nykyinen sähköliittymä

Kartoitettavasta kohteesta on tärkeää selvittää nykyisen sähköliittymän suurin tuntikohtainen kulutus, olipa kyseessä pienjännite- tai keskijänniteliittymä. Liittymän kuormituksen voi selvittää asiakkaan luvalla verkkoyhtiöltä. Tämä edellyttää valtakirjaa.

Kuvassa 12 on nähtävissä, miltä muuntamon pääkeskus näyttää laturilähtöineen. Kuvasta voidaan todeta, että kaikki jonovarokeytkimet ovat varattuja, mutta rivin oikealle puolelle on mahdollista lisätä uusia jonovarokeytkimiä.



Kuva 12. Linja-autovarikon latausjärjestelmän muuntamon pääkeskus.

## Kohteen uusi liittymä

Uutta liittymää voidaan tarvita, mikäli nykyisessä ei ole riittävää kapasiteettia tai todetaan, että uuden liittymän rakentaminen on kustannustehokkain ratkaisu. Jos jo ennen kohdekartoitusta tiedetään uuden liittymän tarpeesta, on

suositeltavaa selvittää verkkoyhtiöltä mahdollinen liittymispiste. Liittymispisteen sijainnin voi arvioida parhaansa mukaan esimerkiksi verkkoyhtiöiden muuntamoiden ja katujakokaappien sijaintien perusteella, mutta tähän arvioon liittyy aina riskejä.

### **Liittymän saatavuus**

Energiaviraston ohjeistuksen mukaan verkkoyhtiön on tarjottava kohtuullisessa ajassa arvio liittymiskustannuksista ja liittymän toimitusajasta. (37.) Toimitusajat voivat vaihdella huomattavasti riippuen verkkoyhtiön verkon tilanteesta alueella, jonne uutta liittymää ollaan tilaamassa. Esimerkiksi, jos alueen jakelumuuntamo on täynnä, verkkoyhtiölle ei jää vaihtoehdoksi muuta kuin korottaa nykyisen muuntajan kapasiteettia mahdollisuuksien mukaan tai rakentaa kokonaan uusi muuntamo. Keskijänniteliittymien saaminen kestää huomattavasti kauemmin kuin pienjänniteliittymien.

### **Kuormanhallinnan tarve latausjärjestelmään**

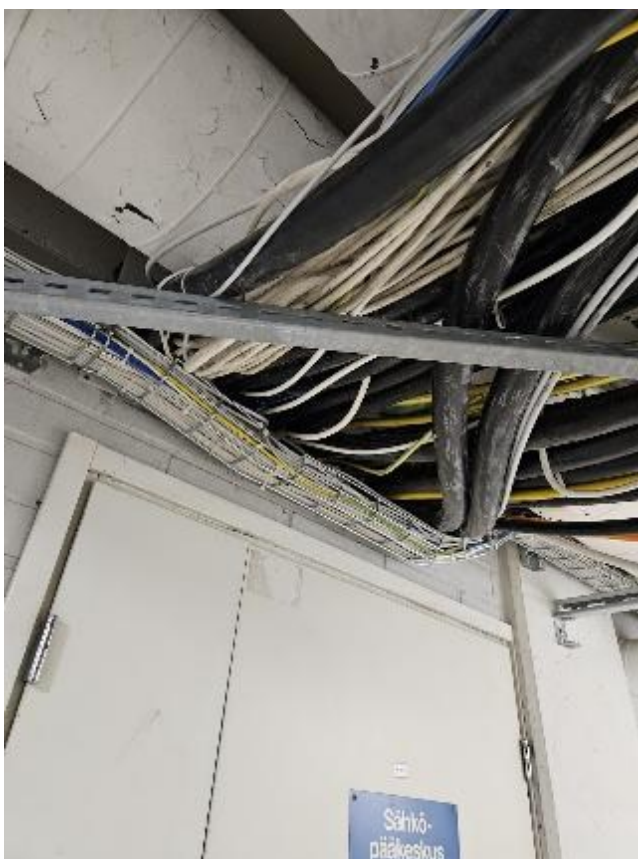
Latausjärjestelmän kuormanhallinta valvoo sähköjärjestelmän kuormitusta ja rajoittaa latureiden tehoa ennalta määriteltujen parametrien mukaisesti. Kuormanhallintaa tarvitaan silloin, kun tiedetään, että kokonaiskuormitus tulee ylittämään sähköliittymän tai järjestelmän komponenttien salliman kapasiteetin. Tilanteissa, joissa käytössä on useampia latauslaitteita, kuormanhallintaa hyödynnetään usein.

Kuormanhallintajärjestelmiä on sekä yksi- että monitasoisia. Yksitasoisella kuormanhallinnalla tarkoitetaan tilannetta, jossa asetetaan tietty raja teho tai virta, jota latausjärjestelmä ei saa ylittää. Monitasoisella kuormanhallinnalla puolestaan tarkoitetaan tilannetta, jossa kuormitusta seurataan jatkuvasti ja kapasiteettia jaetaan tilanteen mukaan latausjärjestelmän käyttöön.

## Latausjärjestelmän kaapelointi

Kohdekartoituksessa keskeistä on sähkökaapelien reittien selvittäminen. Vaikka ennen kohdekartoitusta saataisiin käyttöön kaikki mahdolliset ajantasaiset kohteen sähkökuvat, eivät ne usein vastaa täysin kohteen todellista tilannetta. Kohteessa kiinnitetään erityistä huomiota mahdollisiin läpimenoihin, koska ne voivat vaikuttaa kaapelin kuormitettavuuteen, ja palo-osastoinnit on aina ennallistettava. (35.)

Vaadittavan sähkökaapeloinnin poikkipinnan valintaan vaikuttavat syötettävän laitteen kuorma, kaapeloinnin pituus, läpimenojen tyyppi, rinnakkain kulkevat muut kaapelit, asennustapa sekä suojalaitteen tyyppi. SFS 6002-5-52-standardi, joka on tarkoitettu johtojärjestelmän mitoittamiseen, auttaa oikean kaapelin valinnassa. Kuvassa 13 on esitetty hyvin vaativa kohde kaapelin poikkipinnan mitoittamiseen ja kaapelireitin määrittämiseen.



Kuva 13. Hyvin vaativa johdotusreitti.

## **Latausjärjestelmän taustapalvelut**

Latausjärjestelmän taustapalvelun avulla voidaan valvoa ja ohjata asiakkaalle asennettua latausjärjestelmää etänä. Taustapalvelu mahdollistaa maksatusjärjestelyt sekä latausoikeuksien hallinnan. Se on myös huollon ja ylläpidon kannalta tärkeä, sillä se mahdollistaa latausjärjestelmän tarkastelun etäyhteydellä. Tämän myötä huoltotoimenpiteet nopeutuvat, kun laitteiden tila ja mahdolliset virhekoodit voidaan nähdä etänä. Lisäksi taustapalvelun kautta pystytään lataamaan järjestelmäpäivitykset latauslaitteisiin.

## **Käyttäjät/laskutus**

Käyttäjien hallinta ja latauksen laskutus hoidetaan taustapalveluiden kautta. Kartoituksessa on tärkeää huomioida, mitkä eri käyttäjäryhmät voivat mahdollisesti käyttää latausta kohteessa. Esimerkiksi käyttäjäryhmiä voivat olla työntekijät, aliurakoitsijat ja asiakkaat. Työntekijät eivät maksa latauksesta, aliurakoitsijat maksavat 0,2 €/kWh ja asiakkaat maksavat 0,2 €/kWh ensimmäiset kaksi tuntia, minkä jälkeen lataus maksaa 0,5 €/kWh. Tilanteessa, jossa sähköä myydään laturista kulutuksen mukaan, on huomioitava, että laturissa on MID-hyväksytty energiamittari.

## **Kartoitusraportti**

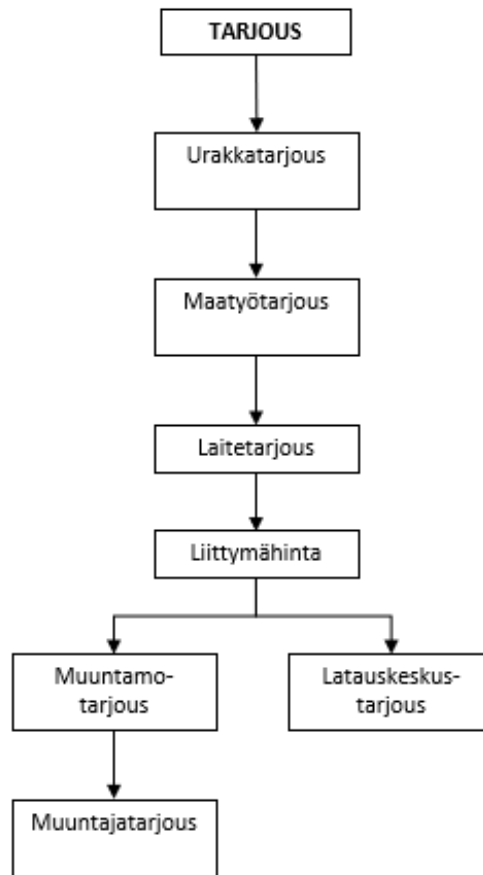
Kartoituksen jälkeen kohteesta laaditaan raportti. Raportin tulee olla riittävän kattava, jotta sen perusteella voidaan laatia tarjous. Raportissa ei kuitenkaan tarvitse esittää latureiden sijoittelua ja kaapeleiden reittejä millintarkasti. Tarkat sijoituspaikat ja reitit selvitetään suunnittelun alkaessa, ja niitä voidaan tarvittaessa muokata vielä projektin edetessä. Kuvassa 14 on esitetty ote kartoitusraportista, jossa havainnollistetaan latureiden sijoittelua.



Kuva 14. Ote kartoitusraportista.

## 4.2 Tarjous

Luvussa 4.2 käsitellään tarjouksen sisältöä, joka laaditaan kartoitusraportin pohjalta. Tarjouksen tekijän ei tarvitse välttämättä olla ollut mukana kohteen kartoituksessa. Käytännössä latauslaitteet ovat ainoa osa tarjouksesta, jonka hinta tiedetään tarkasti etukäteen. Kaikkiin muihin materiaaleihin ja asennustöihin tarvitaan tarjoukset toimittajilta ja urakoitsijoilta, minkä jälkeen hinnat voidaan sisällyttää asiakkaalle lähetettävään tarjoukseen. Kuvassa 15 on esitetty ne asiat, joista hinnat täytyy saada selville.



Kuva 15. Tarjouksen sisältö.

### Sähköurakka tarjous

Sähköurakoitsija antaa tarjouksen asennustyöstä ja -tarvikkeista. Asennustyöhön sisältyvät kaapeleiden asennus ja kytkeminen, latureiden asennus ja kytkeminen, keskuksen tai muuntamon asennus sekä käyttöönottotarkastus. Lisäksi urakoitsija voi sovittaessa huolehtia varmennustarkastuksen tilaamisesta urakan lopuksi.

Sähköurakoitsijan hintaan sisältyvät yleisesti myös mahdolliset läpivientien tiimanttiporaukset, palokatkot ja maatyöt. Näitä töitä sähköurakoitsija ei kuitenkaan useimmiten tee itse, vaan tilaa ne ulkopuolisilta toimijoilta. Harvemmin Plugit Finland Oy pääurakoitsijan roolissa pyytää näille erillisiä tarjouksia, sillä ne muodostavat yleensä vain pienen osan kokonaisurakasta. Poikkeuksena

ovat kuitenkin maatyöt, joiden osuus sähköurakkatarjouksessa voi nousta suureksi, jos kohteessa vaaditaan kaivuutöitä.

### **Maatyötarjous**

Tarjousta maansiirtotöille pyydetään maaurakoitsijalta. Toisin kuin sähköurakoitsijan valinnassa, maaurakoitsijaksi pyritään valitsemaan mahdollisimman paikallinen toimija. Syynä tähän ovat maansiirtokaluston suuret kuljetuskustannukset.

Maaurakoinnissa hinnan vaihtelu voi olla suurta riippuen kaivukohteesta. Kaivettaessa asfalttiin tai kiviseen maastoon hinta nousee huomattavasti verrattuna kaivuun nurmikolle. Lisäksi maata kaivettaessa on varauduttava yllätyksiin, joita on lähes mahdotonta havaita kartoitusvaiheessa. Tämän vuoksi tarjouksissa mainitaan yleisesti, että kivien kiilaus- tai PIMA-kustannukset (pilaantunut maaines) kuuluvat lisätöihin.

### **Laitetarjous**

Tarjous latureista on helpoin selvittää. Lähtökohtaisesti yrityksen listahinnoista ei poiketa, vaikka poikkeustapauksia esiintyykin. Katteen määrällä voidaan jonkin verran vaikuttaa kokonaishintaan. Lähtökohtaisesti latauslaitteet muodostavat kalleimman osa-alueen raskaan liikenteen latausjärjestelmässä, jos infrastruktuuri rakennetaan valmiille varikolle.

### **Liittymähinta**

Sähköliittymän hinta määräytyy koon, tyypin ja vyöhykkeen mukaan. Vyöhykkeellä tarkoitetaan verkkoyhtiön määrittelemää aluetta. Esimerkiksi vyöhyke yksi voi tarkoittaa, että liittymispiste sijaitsee alle sadan metrin päässä jakelu-  
muuntamosta. Usein hinnan voi selvittää verkkoyhtiön verkkosivuilta, oli kyseessä sitten pien- tai keskijänniteliittymä.

Verkkoyhtiön antama liittymän hinta sisältää heidän rakentamiskustannuksensa liittymispisteelle asti. Keskijänniteliittymässä liittymispisteenä toimii yleensä asiakkaan muuntamon kojeisto.

### **Muuntamo tarjous**

Muuntajat tarvitsevat muuntamoita, ellei asiakkaalla ole valmiiksi tyhjää muuntajaa tilaa. On mahdollista, että asiakkaalla on jo olemassa oleva muuntamo, johon voidaan lisätä muuntaja sähkökulutuksen kasvaessa. Yleisesti käytetään yksinkertaista, peltirakenteista puistomuuntamoita. Puistomuuntamon hintaan sisältyvät muuntamokoppi, keskijännitekojeisto, mahdollinen sähköverkkoyhtiön edellyttämä mittaus sekä pienjännitepuolen keskus. Keskuksen sisältö määritellään syötettävien laitteiden mukaan, ja muuntamo räätälöidään aina kohteen tarpeisiin. Muuntamon sisältöön vaikuttavat muun muassa vaadittavien lähtöjen määrä ja tyyppi, verkkoyhtiön alue, mahdollisten muiden muuntamoiden olemassaolo kohteessa, muuntajan jäähdytystarve sekä muuntajien koko ja määrä.

### **Muuntaja tarjous**

Jos kohteeseen tulee uusi keskijänniteliittymä, täytyy jännitteen muuntamista keskijännitteestä pienjännitteeksi varten hankkia muuntaja. Muuntajan koko ja määrä riippuvat tarvittavasta tehon määrästä. Keskijännitemuuntajien koko vaihtelee yleensä 30 kVA:sta 2000 kVA:han.

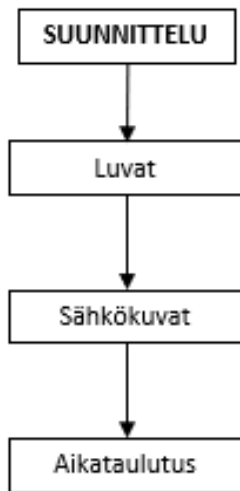
Markkinoilla on kahta erilaista muuntajaratkaisua: kuiva- ja öljyeristeinen muuntaja. Lähes aina valitaan öljymuuntaja, ja kuivamuuntaja vain silloin, kun muuntamo sijaitsee rakennuksen sisällä. Tämä johtuu siitä, että kuivamuuntajan palokuorma on pienempi verrattuna öljymuuntajaan. (38.) Muuntajien fyysisissä koissa on eroja, vaikka niiden teho olisi sama. Tämä on otettava huomioon muuntamokopin mitoituksessa.

## Latauskeskustarjous

Latauskeskustarjousta pyydettyäessä on tärkeää tietää, mitä kaikkea keskuk-  
selta vaaditaan. Asennetaanko keskus ulos vai sisätiloihin? Kuinka monta liittymisjohtoa tulee? Kuinka monta ja minkälaista lähtöä tarvitaan? Tuleeko keskuksen verkkoyhtiön mittaus? Mikä on keskuksen oikosulkukestoisuus? Verkkoyhtiökohtaiset ohjeet kannattaa käydä läpi erityisesti silloin, kun keskus on tarkoitettu uutta liittymää varten. Liittymiskaapelien poikkipinta ja määrä vaihtelevat verkkoyhtiöittäin, ja esimerkiksi mittamuuntimien toisiopuolen sallitut mittausheijot voivat poiketa verkkoyhtiöillä. Onneksi keskustoimittajat ovat lähes poikkeuksetta toimineet eri verkkoyhtiöiden alueilla, joten he tuntevat vaatimukset ja muistuttavat niistä tarvittaessa.

### 4.3 Suunnittelu

Kohdassa 4.3 käydään läpi suunnittelun osa-alueet, jotka ovat projektin läpiviennin kannalta tärkein vaihe. Hyvin toteutetun projektin tunnistaa huolellisesta suunnittelusta. Latausjärjestelmän suunnittelussa on tärkeää huomioida ajankohtaiset standardit ja määräykset sekä varmistaa, että kohteessa vaadittavat lupa-asiat on tiedostettu riittävän ajoissa. Hyvällä suunnittelulla voidaan välttää tarpeettomia ylimääräisiä kustannuksia projektin edetessä. Mitä vähemmän suunnitelmia joudutaan muuttamaan rakennusvaiheessa, sitä tehokkaampaa projektin eteneminen on. Kuvassa 16 on esitetty suunnittelun eri vaiheet.



Kuva 16. Suunnittelun vaiheet

### **Latausjärjestelmän vaatimat luvat**

Kunnilta tai kaupungeilta ei lähtökohtaisesti tarvitse hakea lupia DC-latauslaitteille, mutta mahdollinen asiakasmuuntamo vaatii yleensä vähintään toimenpidedeluvan. Aiemmin asiakasmuuntamoille vaadittiin rakennuslupa, mutta vuoden 2023 rakennuslain muutoksen myötä alle 30 m<sup>2</sup>:n rakennuksille ei enää tarvitse hakea rakennuslupaa. (39, § 41.)

Tietyillä yritysalueilla tai tonteilla rakentaminen voi vaatia lupia, joita normaalisti ei edellytettäisi. Esimerkiksi lentokenttäoperaattori Finavian alueella maatyöt edellyttävät lupaa, ja nosturin käyttöön tai korkean rakenteen rakentamiseen on haettava lentoestelupa. (40.)

### **Latausjärjestelmän rakennusurakan aikataulutus**

Urakan aikataulutuksessa on huomioitava useita tekijöitä, aina tarvikkeista asennusaikatauluihin. Pisimmät toimitusajat liittyvät yleensä muuntamoihin, muuntajiin ja DC-latureihin. Näiden toimitukset voivat kestää jopa useita kuukausia.

Latureiden ja sähkönsiirron komponenttien toimitusaikataulut määrittävät pitkälti asennusaikataulun. Kun toimitusaikataulut ovat tiedossa, voidaan asennukset aikatauluttaa tarkemmin. Aikataulutuksessa on kuitenkin tärkeää muistaa, mikä on sovittu valmistumisaikataulu, ja jo kartoitusvaiheessa tulee selvittää, mitä on mahdollista toteuttaa annetussa määräajassa.

#### 4.4 Sähkökuvat

Kohdassa 4.4 käydään lyhyesti latausjärjestelmä projektin ja standardin SFS 6000-1:2022, kohta 132.13 vaatimia sähkökuvia ja dokumentteja. Hyvät ja selkeät kuvat ovat olennainen osa kohteen toteutusta. Kun kuvat ovat kunnossa, mahdolliset jatkotoimenpiteet helpottuvat huomattavasti. Kuvista voi olla useita versioita projektista riippuen. Helpoin tapaus on silloin, kun työkuviin tarvitsee lisätä vain urakoitsijan tekemät punakynämerkinnät projektin lopussa. Liittymien tilauksissa vaaditaan usein jo asemakuvia sekä keskuksen tai muuntamon kuvia.

#### **Piirustusluettelo**

Piirustusluettelo toimii sisällysluettelona tehdyille kuville. Yleisesti luettelossa esitetään projektin yksilöivä tunnus, kuvan nimi, kuvan tyyppi, kuvan tekijä, teko päivämäärä, mittakaava sekä revisioversio, ellei kyseessä ole luovutuskuva.

#### **Asemapiirustus**

Asemapiirustus on yksi suunnitteluvaiheen tärkeimmistä kuvista. Kuvasta selviää latausjärjestelmän sijainti latureineen ja sähkönsyöttöineen. Asemapiirustukseen hahmotellaan yleisesti myös kaapelointi- ja putkitusreitit. Asemapiirustusta ei tule sekoittaa tasopiirustukseen. Asemapiirustuksessa koko järjestelmän sijoittelu ja mittakaava ovat merkittävämmässä roolissa kuin tasopiirustuksessa.

## **Tasopiirustus**

Tasopiirustuksiin sisältyy useita eri kuvatyyppejä, kuten johdotuspiirustukset ja detaljikuvat. Tasopiirustuksissa esitetään tarkemmin lähdöt ja kaapelityypit. Esimerkiksi, jos kohteessa on latureita sekä ulkona että sisätiloissa, asemapiirustuksessa näkyvät kaikkien latureiden sijainnit tontilla, mutta detaljikuvassa esitetään vain sisätiloissa olevien latureiden sijainnit sekä kaapelireitit. Detaljikuvien avulla voidaan selkeyttää monimutkaista kokonaisuutta.

Putkituspiirustukset sisältyvät myös detaljikuviin. Suojaputkituspiirustukset ovat suuntaa antavia, koska maaperän tarkkaa rakennetta ei yleensä tiedetä etukäteen. Suojaputkien paksuudet ovat kuitenkin paikkaansa pitäviä. Pääasiassa kuvista tulisi selvittää mahdolliset väistettävät anturat, putket ja maakaapelit. Lisäksi piirustuksista ilmenevät putkien päätöspisteet keskuksilla ja laturin perustuksilla.

Latureiden perustukset esitetään joko putkituspiirustuksissa tai niitä varten laaditaan oma piirustus. Tietyissä tapauksissa, joissa perustuksen kaivuussyvyys on määritetty tarkasti esimerkiksi tilanteissa, joissa rakennuksen antura tulee vastaan tai sen alla kulkee viemäriputki, käytetään detaljikuvia, joissa nämä seikat on esitetty selkeästi.

## **Keskijännitejakelukaavio**

Kaaviosta nähdään, mille kojeistolle verkkoyhtiön tähti- tai kolmioverkko kytkeetään. Tilanteessa, jossa asiakkaalla on useampi muuntamo, voidaan yhdelle kaaviokuvalle esittää, miten kytkennät kulkevat eri muuntamoiden kojeistojen välillä.

## **Nousujohtokaavio**

Nousujohtokaavio on tärkeä urakoitsijan kannalta. Kaaviosta nähdään latureiden nimet tai numeroinnit, kaapeleiden määrät ja poikkipinnat sekä latureita syöttävät keskuksset tai muuntamot.

## **Kommunikaatiokaavio**

Kommunikaatiokaaviossa on selkeästi merkitty, mistä kommunikaatiokeskuksesta lähtevät kommunikaatiokaapelit millekin laturille. Tilanteessa, jossa kohteessa on useita kommunikaatiokeskuksia, kaavion merkitys korostuu entisestään.

## **Maadoituskaavio**

Maadoituskaaviosta nähdään kaikkien kohteen elementtien maadoitukset, lisämaadoitukset sekä maadoituskaapeleiden poikkipinnat. Kaavio ei ota kantaa tarkkoihin kohtiin, joihin maadoituskaapelit kytketään.

## **KJ Pääkaavio**

Kaaviosta nähdään, mikä kenno on kytketty millekin muuntamolle sekä, mistä verkkoyhtiön syöttö saapuu. Lisäksi pääkaaviossa on esitetty ne kojeiston kennot, jotka syöttävät muuntajia.

## **Muuntamo mittapiirustus**

Muuntamon mittapiirustuksesta nähdään, miten muuntamo on rakennettu. Siitä selviää, missä sijaitsevat kojeistotila, pääkeskus ja mahdollinen mittaustila. Lisäksi urakoitsijalle käy ilmi, minkä kokoinen kaivanto on kaivettava muuntamon perustusta varten.

Muuntamon perustuksesta voidaan tarvittaessa toimittaa kuva urakoitsijalle. Eriyisesti tilanteissa, joissa perustus on ainutlaatuinen tai ennestään tuntematon, urakoitsija saattaa pyytää tarkentavia piirustuksia.

## **Muuntajan mittapiirustus**

Muuntajan mittapiirustuksesta nähdään muuntajan koko ja liittymispisteiden sijoittelu. Lisäksi mittapiirustus sisältää yleensä samat tiedot kuin muuntajan tietokilpi.

## **Muuntamon maadoitus**

Muuntamon maadoituskuvasta nähdään, missä muuntamon pääpotentiaaliskisko sijaitsee suurpiirteisesti. Lisäksi kuvasta selviää, mitä kohteita pääpotentiaaliskiskoon on kytketty. Yleisesti samasta kuvasta löytyvät myös muuntamon kaivannon mitat ja täyttöaineksen tyypit, sillä maaurakoitsijan on tiedettävä kaivannon rakenteen lisäksi maadoituskuparien sijainnit.

## **PJ pääkaavio**

Pääkaaviosta nähdään lähtöjen ja syötön tiedot. Näihin tietoihin sisältyvät suojalaitteen tyyppi, lähdön nimi, kaapelityyppi, suojalaitteen koko tai virtaraja sekä mahdollinen huomautus.

## **Laturin mittapiirustus**

Laturin mittapiirustuksesta nähdään laturin sekä mahdollisten ulokkeiden mitat. Mahdollisia ulokkeita ovat esimerkiksi kaapelikannakkeet, keventimet ja sadelipat.

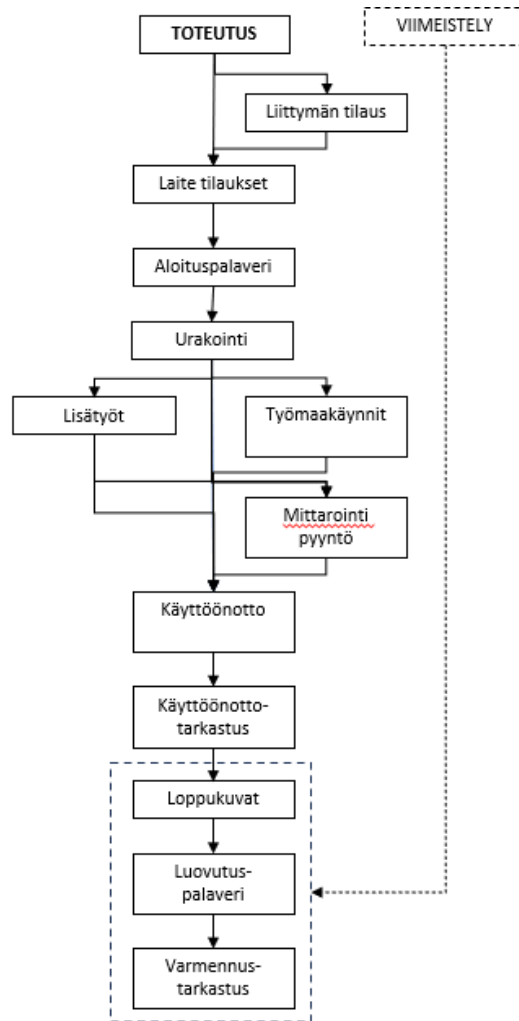
## **Perustuksen mittapiirustus**

Perustuksen mittapiirustuksesta selviävät laturin perustuksen mitat. Erityisesti korkeusmitta ja putkien läpivientikohta ovat olennaisia maaurakoitsijan kannalta. Laturin asennusohjeissa on esitetty valmistajan määrittämät perustuksen vähimmäisvaatimukset.

## 4.5 Latausjärjestelmän toteutus

Kohdassa 4.5 käydään läpi latausjärjestelmän toteutuksen vaiheita, johon siirrytään, kun tarjous on hyväksytty. Kartoitusvaiheessa selvitetään asiakkaan toiveet mahdollisesta urakan alkamisaikataulusta. Samassa vaiheessa tehdään myös selväksi, millä aikataululla eri työvaiheet voidaan aloittaa. Esimerkiksi maatyöt pyritään ajoittamaan aikaan, jolloin maaperä ei ole roudassa, sillä routa nostaisi merkittävästi työvaiheen kustannuksia.

Toteutukseen sisältyy useita eri osa-alueita aina aloituspalaverista käyttöönottoon. Kuvassa 17 on esitetty toteutuksen kaikki vaiheet. Toteutusvaiheessa korostuu edeltävien vaiheiden tärkeys — mikäli jokin aikaisempi vaihe on jäänyt puutteelliseksi, vaikeutuu toteutus merkittävästi. Keskeistä toteutuksessa on sujuva kommunikointi kaikkien osapuolten kesken. Kuitenkin tärkein tekijä on projektin toteuttaminen turvallisesti, ajankohtaisia standardeja ja määräyksiä noudattaen. (21.)



Kuva 17. Toteutuksen vaiheet.

## Liittymän tilaus

Liittymän tilaaminen on yksi ensimmäisistä toimenpiteistä, kun tarjous muuttuu tilaukseksi. Tämä johtuu liittymien pitkistä toimitusaajoista. Liittymän tilauksen yhteydessä verkkoyhtiö haluaa yleensä jo käyttöönsä latausjärjestelmän suunnitelukuvat, kuten asemapiirustuksen sekä keskuksen tai muuntamon piirustukset.

## **Laite tilaukset**

Laitetilauksiin sisältyvät kaikki pääurakoitsijan kautta hankittavat tarvikkeet. Näihin kuuluvat laturit, muuntamot, muuntajat, keskuskeskukset, perustukset sekä muut mahdolliset komponentit, jotka ovat osa latausjärjestelmää.

## **Aloituspalaveri**

Palavereja pidetään projektin eri vaiheissa. Asiakas ei useimmiten ole mukana kaikissa palavereissa. Projektin koosta riippuen palavereja voi olla useita. Usein ne käydään projektin vetäjän ja urakoitsijan edustajien kesken.

Aloituspalaveri on palavereista tärkein. Siinä käydään asiakkaan ja urakoitsijan edustajan kanssa läpi urakan aikataulut sekä kaikki mahdolliset järjestelyt, kuten liikennejärjestelyt, sähkökatkot ja laitteiden toimitukset.

Palaverikäytännöt vaihtelevat asiakkaiden välillä. Vaikka kyseessä olisi usean kuukauden mittainen projekti, joillekin asiakkaille riittää tilannekatsaus sähköpostitse kerran kuukaudessa. Toisessa ääripäässä asiakas saattaa toivoa päivittäisiä tilannetietoja kahden viikon pituisen projektin aikana.

## **Urakointi**

Urakointi alkaa työmaan perustamisella, eli työkohteeseen tutustutaan yhdessä urakoitsijan edustajan ja projektivastaavan kanssa. Työmaa-alue rajataan, ja työntekijät perehdytetään kohteeseen. Urakoitsijoille toimitetaan tarvittava materiaali sovitun aikataulun mukaisesti työkohteeseen. Urakoitsijalla on valmiudet suorittaa työ itsenäisesti, mutta jokaista työvaihetta valvotaan projektivastaavan toimesta.

Urakoinnin aikana ilmenevistä haasteista pidetään palaveri niiden ilmetessä. Haasteen laajuuden mukaan määritetään palaveriin osallistujat. Merkittävästi urakkaan vaikuttavat haasteet käsitellään koko urakointi- ja tilaajaorganisaation kesken. Urakoitsija on mukana projektissa aina käyttöönottoon saakka.

Asennusten valmistuttua urakoitsija suorittaa käyttöönottomittaukset ja -tarkastuksen. Tulokset kirjataan käyttöönottopöytäkirjaan, jonka kopiot toimitetaan asiakkaalle ja projektivastaavalle arkistoitavaksi.

### **Lisätyöt**

Lisätyöt eivät tarkoita, että projektin suunnittelussa olisi epäonnistuttu. Lähtökohtaisesti lisätyöt tulevat yllätyksenä, eikä niitä ole näin ollen voitu ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. Tietyissä tapauksissa lisätyöt ovat kuitenkin ennalta suunniteltuja asiakkaan kanssa. Esimerkiksi voidaan sopia, että urakkaan suoraan kuulumaton sähkökeskuksen siirto toteutetaan lisätöinä.

### **Työmaakäynnit**

Työmaakäyntejä tehdään tarvittavin väliajoin. Pienemmissä projekteissa työmaalla ei välttämättä käydä urakoinnin aikana lainkaan, ellei urakoitsija tai asiakas sitä erikseen vaadi. Yleisesti aloituspalaverin yhteydessä järjestetään työmaakäynti yhdessä urakoitsijan, asiakkaan ja mahdollisen kiinteistön tai tontin omistajien kanssa. Käynnin tarkoituksena on sopia latausjärjestelmän vaadittavista sijoitteluista.

Työmaakäynnit ovat hyvä tapa varmistaa, että projekti etenee suunnitelmien mukaisesti. Käyntien yhteydessä asentajilla on matalampi kynnyksesi esittää kysymyksiä asennusprojektiin liittyvistä haasteista ja ongelmista. Työmaakäyntien aikana voidaan myös havaita mahdollisia puutteita yleisessä turvallisuudessa ja asennusjäljessä.

### **Mittarointi pyyntö**

Uusi sähköliittymä vaatii uuden sähkönkulutusmittarin, jonka asentaa verkkoyhtiö. Mittarointi pyyntö tilataan verkkoyhtiöltä, kun tiedetään, milloin järjestelmä on sähköistetty. Mittarointi pyyntöä ei kuitenkaan pidä sekoittaa verkkoyhtiön suorittamaan sähköverkkoon liittymiseen. Mittarin asentaminen edellyttää, että kohteen sähkönostosopimus on kunnossa.

## **Latausjärjestelmän käyttöönotto**

Latausjärjestelmän käyttöönotto tehdään latauslaitteiden toimittajan ohjeiden mukaisesti. Käyttöönoton suorittaa yleensä kyseisestä projektista vastaava insinööri tai muu koulutettu henkilö. Käyttöönoton tarkoituksena on varmistaa, että latausjärjestelmä toimii, eli että latauslaitteet ja niitä syöttävä laitteisto toimivat turvallisesti ja laadukkaasti. Käyttöönoton aikana tehdyt havainnot ja testaukset kirjataan käyttöönottopöytäkirjaan, joka lopulta toimitetaan asiakkaalle muiden dokumenttien mukana.

## **Käyttöönottotarkastus**

Käyttöönottotarkastus tehdään urakoitsijan toimesta. Tarkastuksessa suoritetaan vaadittavat käyttöönottomittaukset sekä silmämääräinen tarkastus. Yleisesti tarkastus ei sisällä DC-laitteiden tarkastusta muuta kuin käyttöönottomittausten osalta, sillä DC-laitteiden käyttöönotto edellyttää erillistä laturitoimittajan koulutusta ja pöytäkirjaa.

## **4.6 Latausjärjestelmä projektin viimeistely**

kohdan 4.6 käydään läpi projektin viimeistelyä, jonka onnistunut loppuunsaattaminen on yhtä tärkeää kuin sen huolellinen toteutus. Huonolla viimeistelyllä voi helposti polttaa siltoja asiakkaiden tai urakoitsijoiden välillä. Viimeistelyvaiheessa on vähintäänkin suositeltavaa selvittää kaikkien osapuolten kanssa mahdolliset keskeneräiset asiat.

## **Luovutuspalaveri**

Mitään virallista kaavaa luovutukselle ei ole olemassa. Luovutus voi tapahtua monella eri tavalla ja eri vaiheessa. Se voi olla pelkkä loppukuvien ja tarkastuspöytäkirjojen palautus tai vaihtoehtoisesti latausjärjestelmän katselmus asiakkaan kanssa.

Luovutuksen yhteydessä pidetään latauslaitteen käyttökoulutus asiakkaan toiveesta. Asiakkaalle lähetetään yleensä loppukuvien mukana lyhyt ohje laturin käyttöön. Asiakas voi käyttää ohjetta apunaan opastaessaan laturin käyttäjiä.

### **Loppukuvat**

Hyvin suunnitellussa projektissa loppukuviin ei tarvitse käyttää suurta vaivaa. Mikäli tekniset kuvat ovat vielä projektin lopussa paikkaansa pitäviä, suuria muutoksia kuviin ei tarvita, lukuun ottamatta luovutusmerkintöjä nimiöissä.

Loppukuvat laaditaan urakoitsijan punakynäkuvien pohjalta. Ne toimitetaan asiakkaalle joko sähköisessä tai paperisessa muodossa. Yleisesti, jos projektiin on kuulunut uuden keskuksen tai muuntamon rakentaminen, paperiset kuvat sijoitetaan myös kyseisiin kohteisiin.

### **Varmennustarkastus**

Varmennustarkastuksen suorittaa ulkopuolinen valtuutettu henkilö. Tarkastus on tehtävä kaikille yli 35 A:n sähköjärjestelmille. Varmennustarkastuksessa todetaan käyttöönottotarkastuksen asianmukaisuus ja varmistetaan pistokoeluo-  
toisesti asennusten turvallisuus. Varmennustarkastus tulee suorittaa kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta. (41.)

## 5 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin raskaan liikenteen latausjärjestelmän toteutusta alusta loppuun. Työssä hyödynnettiin aiempaa kokemusta latausjärjestelmäprojektien parissa. Lisäksi käytettiin useita lähteitä yksityiskohtaisen tiedon keräämiseksi.

Opinnäytetyön teon aikana projektien läpivientiprosessit ja -rakenteet muuttuivat ja kehittyivät, mikä osaltaan vaikeutti ja hidasti työn etenemistä. Tämä toimii muistutuksena siitä, että uuden teknologian ja järjestelmien myötä ala kehittyy jatkuvasti, ja prosessien muutokset ovat välttämättömiä.

Työhön onnistuttiin kokoamaan ja tiivistämään kattavasti tietoa raskaan liikenteen latausjärjestelmäprojektin vaatimista vaiheista ja niiden toteutuksesta. Selkeä kokonaiskuva sekä eri osa-alueiden tarkemmat kuvaukset auttavat lukijaa ymmärtämään aihetta paremmin.

Raskaan liikenteen latausjärjestelmät valikoituivat aiheeksi luontevasti, sillä työskentelen tiiviisti aiheen parissa. Työn tekeminen lisäsi entisestään kiinnostani ja syvällisempää ymmärrystäni aiheesta. Opinnäytetyö antoi paljon, ja sen uskon olevan hyödyksi myös muille aiheesta kiinnostuneille.

## Lähteet

- 1 Liikenteen infratuki. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki>>. Luettu 13.3.2025.
- 2 Sähköautosanasto. 2021. Verkkoaineisto. Sesko. <<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/sahkoautosanasto/>>. Luettu 4.5.2023.
- 3 Ajoneuvoluokat. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat?toggle=Auto>>. Luettu 13.3.2025.
- 4 Traficom tilastotietokanta. 2025. Verkkoaineisto. Traficom. <[https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi\\_\\_Liikennekaytossa\\_olevat\\_ajoneuvot/040\\_kanta\\_tau\\_104.px/chart/chartViewLine/](https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/040_kanta_tau_104.px/chart/chartViewLine/)>. Luettu 20.3.2025.
- 5 Kestävä joukkoliikenne. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://ilmasto.hel.fi/hillinta/liikenne/raitioliikenne/>>. Luettu 10.4.2024
- 6 Muhonen, Arno. 2024. Raskaan liikenteen latausasemakentän sähkösuunnittelun esiselvitys. Insinööriyö. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Theseus tietokanta.
- 7 Sähköbussien määrä kasvaa nopeasti. Verkkoaineisto. HSL. <<https://www.hsl.fi/hsl/vastuullisuus/sahkobussien-maara-kasvaa-nopeasti>>. Luettu 10.4.2025.
- 8 Traficom tilastotietokanta. 2025. Verkkoaineisto. Traficom. <[https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi\\_\\_Ensirekisteroinnit/030\\_ensirek\\_tau\\_103.px/chart/chartViewLine/](https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Ensirekisteroinnit/030_ensirek_tau_103.px/chart/chartViewLine/)>. Luettu 20.2.2025.
- 9 Volvo 7900 Electricin tekniset tiedot. Verkkoaineisto. Volvo Trucks. <<https://www.volvobuses.com/fi/city-and-intercity/buses/volvo-7900-electric/specifications.html>>. Luettu 15.3.2025.
- 10 Länsilinjat Oy. Verkkoaineisto. Linjuri kuvapankki. <<https://linjuri.1g.fi/kuvat/L%C3%A4nsilinjat+Oy/>>. Luettu 8.4.2025.
- 11 Yutong E15 -sähköbussi. Verkkoaineisto. Yes-eu. <<https://yes-eu.fi/bus/yutong-e15-sahkobussi/>>. Luettu 14.3.2025.

- 12 Medialle. Verkkoaineisto. Pohjolan Liikenne kuvapankki. <<https://www.pl.fi/medialle/>>. Luettu 8.4.2025.
- 13 Yutong U12 -sähköbussi. Verkkoaineisto. Yes-eu. <<https://yes-eu.fi/bus/yutong-u12-sahkobussi/>>. Luettu 9.4.2025.
- 14 Eurotran. 2024.Helsinki - Espoo, yutong U12#1107 - Linjalla 206. Verkkoaineisto. Transphoto. <<https://transphoto.org/photo/1912977/?&lang=fi>>. Luettu 12.4.2025.
- 15 BYD eBus B18 -sähköbussi. Verkkoaineisto. BYD. <<https://bydeurope.com/byd-ebus-b18>>. Luettu 9.4.2025.
- 16 Nobinasta ensi vuonna Suomen suurin sähköbussioperaattori. 2020. Verkkoaineisto. Nobina. <<https://www.nobina.fi/uutiset/2020/nobinasta-ensi-vuonna-suomen-suurin-sahkobussioperaattori/>>. Luettu 12.4.2025.
- 17 Sähkökuorma-auto. Verkkoaineisto. Scania. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products/trucks/sahkokuorma-auto.html>>. Luettu 9.4.2025.
- 18 Sähkökuorma-autovalikoimamme. Verkkoaineisto. Volvo Trucks. <<https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/electric.html>>. Luettu 3.4.2025.
- 19 eActros 300/400. Verkkoaineisto. Mercedes-benz Trucks. <<https://www.mercedes-benz-trucks.com/fi/fi/trucks/eactros-300-400.html>>. Luettu 20.3.2025.
- 20 Uusi eActros 600. Verkkoaineisto. Mercedes-benz Trucks. <<https://www.mercedes-benz-trucks.com/fi/fi/trucks/eactros-600.html>>. Luettu 10.2.2025.
- 21 Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2023. Verkkoaineisto. Sesko. <<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/>>. Luettu 10.4.2024.
- 22 Löytty, Leevi. 2024. Latausstandardit sähköajoneuvoissa ja niiden kehitys tulevaisuudessa. Kandidaatintyö. LUT, teknillinen yliopisto. LutPub-tietokanta.
- 23 "Mikä DC, HPC, CHAdeMO?" Sähköauto- ja lataussanastoa. 2020. Verkkoaineisto. InterControl. <https://www.intercontrol.fi/blogi/mika-dc-hpc-chademo-sahkoauto-ja-lataussanastoa/>. Luettu 11.4.2025.

- 24 LILucky. 2023. Tesla's V4 Superchargers: Unveiling the 350 kW Charging Speed. Verkkoaineisto. Tesery. <<https://www.tesery.com/en-fi/blogs/news/teslas-v4-superchargers-unveiling-the-350-kw-charging-speed?srsId=AfmBOorzBS3e6WkV11TodIP-ConofXD9wQU7sfY0YhkTjv0sSylVmfOhD>>. Luettu 9.4.2025.
- 25 Chinese Protocol for Communication Between Chargers and Electric Vehicles. Verkkoaineisto. Vector. <https://www.vector.com/us/en/know-how/protocols/gbt-27930/#c205745>>. Luettu. 5.4.2025.
- 26 What's the GB/T charging standard. 2023. Verkkoaineisto. Grasen-power. <<https://www.grasen-power.com/info/what-s-the-gb-t-charging-standard-83302369.html>>. Luettu 5.4.2025.
- 27 Megawatt Charging System. Verkkoaineisto. Charin. <<https://www.charin.global/technology/mcs/>>. Luettu 10.11.2024.
- 28 CharIN Whitepaper Megawatt Charging System. 2022. Verkkoaineisto. Charin. <[https://www.charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/c708ba3361-1670238823/whitepaper\\_megawatt\\_charging\\_system\\_1.0.pdf](https://www.charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/c708ba3361-1670238823/whitepaper_megawatt_charging_system_1.0.pdf)>. Luettu 10.11.2024.
- 29 China Approves Next-gen GB/T Charging Standard, ChaoJi-1. 2023. Verkkoaineisto. Rhomotion. <<https://rhomotion.com/news/china-approves-next-gen-gb-t-dc-charging-standard-chaoji-1/>>. Luettu 4.4.2025.
- 30 Kamishima, Utaka; Kikuta, Takatoshi. 2022. Ultra ChaoJi Coupler report. Verkkoaineisto. Sino - Japanese ChaoJi Charging Technical Forum. <[https://www.chademo.com/wp2016/wp-content/uploads/ChaoJi2022/202209SEP21Ultra-ChaoJi\\_Coupler\\_report.pdf](https://www.chademo.com/wp2016/wp-content/uploads/ChaoJi2022/202209SEP21Ultra-ChaoJi_Coupler_report.pdf)>. Luettu 20.3.2025.
- 31 High Power (ChaoJi). Verkkoaineisto. Chademo. <<https://www.chademo.com/technology/high-power>>. Luettu 20.3.2025.
- 32 Link Charger. Verkkoaineisto. EkoEnergetyka. <<https://ekoenergetyka.com/products/link-charger/>>. Luettu 25.3.2025.
- 33 Tiitinen, Teemu. 2021. Suunnitteluohje sähköautojen latausjärjestelmille. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

- 34 Mikä vaikuttaa latausnopeuteen? 2024. Verkkoaineisto. Hivo. <<https://hivo.fi/mika-vaikuttaa-sahkoauton-latausnopeuteen/>>. Luettu 12.4.2025.
- 35 Innala, Jussi. 2024. Projektin Päällikkö, Plugit Finland Oy, Helsinki. Keskustelu 5.4.2024.
- 36 DC EVSE 120KW Standalone Fast Charger User Manual & Installation Instructions. 2023. Yrityksen sisäinen aineisto. Plugit Finland Oy.
- 37 Sähköverkkoon liittyminen. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/sahkoverkkoon-liittyminen>>. Luettu 10.12.2024.
- 38 Öljytyyppi vs. kuivatyypinen muuntaja, tiedätkö erot? 2022. Verkkoaineisto. Hydget power. <<https://fi.hydgetpower.com/info/oil-type-vs-dry-type-transformer-do-you-know-76290812.html>>. Luettu 10.4.2025.
- 39 Rakennuslaki. 2023. 751/26.4.2023.
- 40 Jokihaara. Piia. 2017. Maarankentäminen lentoasema-alueella. Insinööritö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 41 Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset. Verkkoaineisto. Tukes. <https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset>. Luettu 20.3.2024.