

# Sähkölatausaseman suunnittelu ja urakkalaskenta



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)  
kevät 2022  
Hannes Haavisto

Sähköautoilu on tänä päivänä kuuma puheenaihe. Sähköautoilun yhteydessä herää kysymys, miten ja missä sähköauton voi ladata. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä sähköauton latausjärjestelmiin. Teoriaosassa perehdyttiin erilaisiin sähköautotyyppeihin ja niiden latausjärjestelmiin. Toteutusosassa tehtiin suunnitelma parkkihalliin asennettavista latauslaitteista ja niiden syöttöjärjestelmästä. Suunnitelmassa perehdyttiin laitevaihtoehtoihin ja tehtiin laitevalinnat. Työssä käytiin läpi myös kohteeseen tarvittavan latauksen kuormanhallinnan perusteet ja valittiin kohteeseen parhaiten soveltuva vaihtoehto. Työn pääpainopiste perustui laitevalintoihin, joiden tarkoitus oli toimia sähkösuunnittelun tukena, työ tehtiin Telilän Sähkötyö OY:lle.

Työ onnistui hyvin ja tavoitteeseen päästiin, mutta tavoite muuttui jonkin verran alkuperäisestä suunnitelmasta, sillä varsinainen sähkösuunnitteluosa jätettiin kokonaan pois opinnäytetyöstä ja työn pääpainopiste muuttui merkittävästi aikataulusyistä johtuen. Alun perin tavoitteena oli kohteen sähkösuunnittelu ja urakkalaskenta kokonaisuudessaan, mutta aihealue todettiin liian laajaksi ja rajattiin laitevalintoihin ja kokonaiskustannusarvioon. Työ osoittautui mielenkiintoiseksi ja opin sen aikana paljon uutta sähköautoista ja niiden latausjärjestelmistä, lisäksi opin sähkölaitteiden valinnasta oikeaan kohteeseen ja sähköurakan kustannusrakenteesta. Opinnäytetyöstä oli hyötyä minulle itselleni kehittyvänä alan osaajana ja tarkoitus on, että tästä opinnäytetyöstä on myös hyötyä taloyhtiöille ja yrityksille, jotka haluavat tietoa sähköautojen lataamisesta.

Avainsanat Kuormanhallinta, Latausasema, Latauspistoke, Sähköauto

Sivut 32 sivua

Valkeakoski

---

Author Hannes Haavisto

Year 2022

Subject Planning and contract calculation of an electric charging station

Supervisors Timo Viitala

---

Electric cars are a hot topic today. In connection with electric cars, the question has arisen as to how and where to charge an electric car. The aim of this thesis project was to get acquainted with electric car charging systems. The theoretical part of the thesis introduces different types of electric cars and their charging systems. In the implementation part, a plan was made for the charging devices to be installed in the parking garage and their supply system. In this plan the equipment options were examined and equipment selections were made. The basics of load management for the load required for the object were also reviewed and the most suitable option for the object was selected. The main focus of the work was based on equipment choices that were intended to support electrical planning, the work was commissioned by Telilän Sähkötyö.

The work succeeded well and the goal was achieved, but the goal changed somewhat from the original plan, as the actual electrical design part was completely omitted from the thesis and the main focus of the work shifted to equipment selection. Initially, the goal was to deal with the electrical design and contract calculation as a whole but the subject area was found to be too broad and thus it was limited to equipment selection and total cost estimation. The work proved to be interesting and during the process I learned a lot about electric cars and their charging systems, in addition to learning about choosing the right electrical equipment for the right destination and the cost structure of an electrical contract. The thesis project was useful to me as a developing expert in the field and the purpose is that this thesis will also be useful for housing companies and companies looking for information on charging electric cars.

Keywords Electric vehicle, charging station, charging plug, Dynamic Load Management

Pages 32 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Sähköautotyypit.....	1
2.1	Kevythybridi (MHEV).....	2
2.2	Hybridi (HEV).....	2
2.3	Lataushybridi (PHEV).....	3
2.4	Täyssähköauto (BEV).....	4
3	Lataustavat ja latauspistoketyypit.....	5
3.1	Lataustavat.....	5
3.1.1	Kevyiden sähköajoneuvojen lataus.....	5
3.1.2	Hidaslataus .....	6
3.1.3	Peruslataus .....	6
3.1.4	Teholataus.....	7
3.2	Latauspistoketyypit .....	8
3.2.1	Tyyppi 1 .....	8
3.2.2	Tyyppi 2 .....	9
3.2.3	CCS Compo (teholataus).....	9
3.2.4	Chademo (teholataus).....	10
4	Kuormanhallintamenetelmät .....	10
4.1	Tavallinen kuormanhallinta .....	10
4.2	Dynaaminen kuormanhallinta .....	11
5	Latauspisteiden vaikutus kiinteistön sähkönsyöttö- ja jakelujärjestelmään .....	11
5.1	Omakotitalot ja pienet asuinkiinteistöt .....	12
5.2	Taloyhtiöt ja julkinen sektori .....	12
6	Asiakaskohteen kartoitus ja latausaseman suunnittelu.....	14
6.1	Asiakaskohteen alkutiedot.....	15
6.2	Latausaseman valinta.....	16
6.2.1	Latausaseman sisäiset suojatoiminnot .....	17
6.2.2	Latausaseman liitettävyyys .....	18
6.2.3	Latausaseman energianmittaus .....	19
6.3	Latauksen kuormanhallinta.....	19

6.4	Tunnistautuminen ja energian laskutus.....	20
7	Laitevalinnat .....	20
7.1	Virtakiskojärjestelmä .....	20
7.2	Keskukset .....	25
7.3	Kaapelit .....	27
7.4	Virtamittari.....	28
8	Kokonaiskustannusarvio.....	29
9	Yhteenveto .....	31
	Lähteet.....	32

## 1 Johdanto

Sähköautoilun suosio on kasvanut huomattavasti suomessa muutaman viime vuoden aikana, suosion taustalla on valtion kannustimet ja tavoitteet autoilun sähköistämisestä. Toisena suosion tekijänä on ympäristöarvojen nouseminen tärkeäksi tekijäksi auton hankinnassa, varsinkin yritysten keskuudessa. Sähköautoilun suosion kasvaminen on lisännyt sähköautojen määrää, mikä tarkoittaa lisääntyntä lataustarvetta. Pirkanmaan alueella latausasemia on eniten Tampereen alueella, pienemmissä kunnissa latausasemia on harvassa, joissakin pikkukylissä ei julkisia latausasemia ole laisinkaan. Lisääntyvä latausasemien tarve on saanut taloyhtiöt ja liikekeskukset miettimään latausasemien hankkimista.

Työssä perehdytään sähköautotyyppeihin ja erilaisiin latausratkaisuihin. Sähköauton latauspistoketyypit ja lataustavat selitetään työn teoriaosassa. Toteutusosassa suunnitellaan taloyhtiölle sähköautojen latausjärjestelmä ja tehdään järjestelmän toteutuksesta kokonaiskustannusarvio. Työ tehdään Telilän sähkötyö OY yritykselle, tavoitteena on tuottaa suunnitelma latausjärjestelmässä käytettävistä laitteista ja taloyhtiöön tulevasta laskutusjärjestelmästä parkkihallin omistavalle taloyhtiölle. Telilän sähkötyö OY on sastamalalainen perheyritys, joka on perustettu vuonna 1956. Nykyään yrityksellä on toimipisteitä kolmella paikkakunnalla, Sastamalassa, Huittisissa ja Lohjalla, yrityksen toiminta alue kattaa koko eteläsuomen. Yrityksen päätoimialana on sähköurakointi, sähkö- ja järjestelmäsuunnittelu, kunnossapito ja aurinkoenergiaratkaisut.

Opinnäytetyössä oleva kohde on vielä suunnitelman tasolla, mutta kohteen on tarkoitus toteutua käytännössä tulevaisuudessa. Opinnäytetyöstä on toivottavasti hyötyä yritykselle ja kohteena olevalle taloyhtiölle.

## 2 Sähköautotyyppit

Sähköautot jakautuvat neljään eri ryhmään, joista Kevythybridi ja hybridi lataavat akkunsaa jarrutusenergian ja polttomoottorin avulla. Hybridi ja kevythybridi ajoneuvoja ei tarvitse ladata lainkaan pistokkeesta. Lataushybridi ja täyssähköauto ovat ladattavia ajoneuvoja ja jälkimmäinen saa kaiken käyttöenergiänsä pistokelatauksesta. Sähköautojen akustokoot

vaihtelevat autotyypeittäin, täyssähköauton akusto on yleensä suurin ja nykyautoissa se on 20–100 KW/h. Ladattavissa hybrideissä akuston koko on noin 10 KW/h, ajoneuvon koko vaikuttaa akuston kokoon, sillä suuri akusto ei mahdu pieneen autoon ja vastaavasti suuri ja painava maasturi kuluttaa paljon energiaa liikkumiseen, siinä on oltava suuri akusto. Ei ladattavien hybridien akustokoko on yleensä noin 1 KW/h, eikä ajoneuvon koko vaikuta juurikaan akuston kokoon. (ST-Käsikirja 41 2019, s. 15)

## **2.1 Kevythybridi (MHEV)**

Kevythybridi (Mild Hybrid Electric Vehicle) on hybridiratkaisuista kaiken pienin akustoltaan ja sähköiseltä toimintasäteeltään ja monesti myös edullisin hybridiratkaisu. Kevythybridissä on 48V:n akusto, jota lataa käynnistinmoottorigeneraattori, edellä mainittu laite toimii generaattorin lisäksi ajonaikaisen lisäväännön antavana sähkömoottorina ja polttomoottorin käynnistinlaitteena. Kevythybridi ei voi liikkua pelkän sähköenergian voimalla, vaan sähkömoottorin tarkoitus on toimia polttomoottorin lisävoimanlähteenä polttoaineenkulutuksen vähentämiseksi. Kevythybridissä käynnistinmoottorigeneraattori on monesti asennettu moottorinkylkeen ja sen voimavälitys tapahtuu moottorinapulaitehinnan kautta. Käynnistinmoottorigeneraattori toimii myös auton laturina, ladaten ensin ajoakustoa, jonka jälkeen ajoakustosta ladataan 48/12 V jännitemuuntimen välityksellä auton käyttösähköjärjestelmän akkua. (Moottori, 2020).

## **2.2 Hybridi (HEV)**

Hybridi (Hybrid electric Vehicle) on itselataava Hybridiajoneuvo, jossa on sekä poltto- että sähkömoottori. Hybridi pystyy liikkumaan pelkällä sähköllä, pelkällä polttomoottorilla, tai molempia yhtä aikaa hyödyntämällä. Toimintasäde pelkällä sähköllä on muutamia kilometrejä ja monessa automallissa sähköllä pystyy ajamaan vain pienillä nopeuksilla ja suuremmilla nopeuksilla polttomoottori käynnistyy aina. Hybriditekniikan tavoitteena on vähentää ajoneuvon päästöjä ja polttoaineen kulutusta. Hybridia ei ladata vaan se saa käyttösähkönsä ajonaikana akustoa lataavalta generaattorilta. (Plugit, 2021. -b).

Hybridiajoneuvon latautuminen tapahtuu ajoneuvossa olevan latausgeneraattorin kautta, kun ajoneuvolla ajetaan polttomoottori käy ja pyörittää latausgeneraattoria, joka säätää lataustehoa älykkäästi. Älykkäällä latauksensäädöllä mahdollistetaan akuston lataaminen silloin, kun polttomoottorin käynti on optimaalisella kierrosalueella parantaen hyötysuhdetta. Monessa hybridiajoneuvossa akkuja voidaan ladata myös jarrutusenergialla, energia saadaan talteen jarruttamalla autoa ajosähkömoottorilla, jolloin ajosähkömoottori toimii generaattorina ja lataa akustoa. (Saka, 2021).

### **2.3 Lataushybridi (PHEV)**

Lataushybridi englanniksi PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) on ladattava hybridiajoneuvo, jonka voimanlähteenä toimii sähkömoottori ja polttomoottori. Lataushybridi kykenee liikkumaan pelkän sähkönvoimalla melko suuria matkoja yleensä noin 20–70 km. Lataushybridien akuston koko on melko pieni yleensä 6–10 KW/h, joka on noin kymmenesosa täyssähköauton akkukapasiteetista. Ilmanlämpötilalla on suuri vaikutus lataushybridin sähköiseen toimintasäteeseen, kylmällä kelillä (pakkasta useita asteita) toimintasäde laskee merkittävästi ja osa lataushybrideistä käyttää polttomoottoria aina ilmanlämpötilan ollessa useita asteita pakkasella. Lataushybridien latausmahdollisuudet vaihtelevat autokohtaisesti, yleisin latausvaihtoehto on maksimissaan 3.7 KW 1 x 16 A latausteho. Muutamit lataushybridimallit kykenevät 3-vaiheiseen vaihtosähkölataukseen parhaillaan jopa 10 KW 3 X 16 A lataustehoon. Tasasähkölataukseen kykenevät lataushybridimallit ovat vielä harvinaisia. (ST-kortti 51.90 2021, s.4.)

Renault Captur E-TECH-Plug-in hybridissä on 9.8 KW/h 400 V akusto, joka mahdollistaa sekalaisessa ajossa 50 km toimintasäteen ja kaupunkiajossa 63 km toimintasäteen, auton maksimilatausteho latauslaitteella on 3.6 KW ja lataus kestää 3 tuntia. Auto on automaattivaihteinen ja sen erikoisuutena on ajotila, jossa auto jarruttaa kaasua vähennettäessä generaattorin avulla, joka mahdollistaa jarrutusenergian tehokkaan hyödyntämisen akustonlataamiseen. (Renault, n.d.)

Skoda Octavia IV on Plug-in hybridi, jonka akusto on 13 KW/h ja valmistajan lupaama toimintasäde pelkällä sähköllä on yli 60 km sähkömoottorin huipputeho on 75 KW. Skodan

tapauksessa akku on melko suuri ja sen täyteen lataamiseen menee kotilaturilla noin 5 h ja kiinteällä sähköautonlatauslaitteella noin 3.5 h. (Skoda, 2021)

## 2.4 Täyssähköauto (BEV)

Täyssähköauto englanniksi (Battery Electric Vehicle) on nimensä mukaisesti pelkästään sähkövoimalla kulkeva ajoneuvo, joka saa käyttösähkönsä suuresta akustosta, sen koko on yleensä 20—100 KW/h. Täyssähköauton toimintasäde on keskimäärin 100—500 km, vaikeat olosuhteet vähentävät toimintasädettä, kylmyys vähentää akusta saatavaa kapasiteettia, pimeässä tarvitaan pitkiä valoja, jotka vievät sähköä. Sähköautossa ei tule hukkalämpöä, joten sisätilan lämmittämiseen käytettävä lämpö on tuotettava sähköllä, myös lämmityspuhallin kuluttaa paljon sähköä. Täyssähköautossa akuston lämmönhallinta eristys, akkukemia, viilennys ja lämmitys on toteutettu yleensä paremmin kuin hybridiautoissa. Täyssähköauto pystyy talteen ottamaan jarrutusenergiaa mutta siinä ei ole akuston lisäksi muita energianlähteitä, joten se on ladattava aina kun akusto on tyhjä. (ST-kortti 51.90 2021, s. 3—4)

Täyssähköautojen latausjärjestelmät ovat yleensä 1-vaiheisia vaihtosähköjärjestelmiä, sillä ulkomailla 3-vaihe järjestelmät ovat harvinaisia. Kolmivaihe latausjärjestelmiä on mahdollista hankkia osaan autoista lisäoptioina. 1-vaiheisena lataustehot ovat parhaillaan 7.4 KW (1 x 32 A), 3-vaiheisena yleisesti käytössä on (3 x 32 A) 22KW latausteho ja lisäoptiona joissakin harvoissa malleissa jopa (3 x 63 A) 43 KW latausteho. Osassa automalleista minimi latausteho 1-vaiheisena on 3 KW (1 x 13 A), kyseisien ajoneuvojen lataaminen ei onnistu laisinkaan pistoriasialaturilla (1 x 8 A), tämä edellyttää aina kiinteän latauslaitteen käyttöä. Osassa automalleista, joita voi ladata pistoriasialaturilla (1 x 8 A) lataus ei käynnisty kylmässä, sillä akuston lämmitin vie osan sähköstä ja jäljelle jäävä teho ei riitä ajoneuvon latauksen käynnistymiseen. Täyssähköautojen tasasähkölataustehot lähtevät yleensä 50 KW tehosta ylöspäin, ja uusimmissa malleissa lähestytään jo 350 KW lataustehoja. (ST-Käsikirja 41 2019, s. 21)

### 3 Lataustavat ja latauspistoketyypit

Sähköautot EV (ladattavat sähköautot) on ladattava säännöllisesti, lataustapahtuma eroaa jonkin verran polttomoottoriauton tankkauksesta, sillä sähköauton lataus ei tapahdu muutamassa minuutissa. Sähköautojen kyky vastaanottaa latausta vaihtelee suuresti, kaikkien ajoneuvojen turvallisen lataamisen varmistamiseksi on kehitetty erilaisia lataustapoja. Lataustavat eroavat hyvin paljon toisistaan, vaihemäärä, virrانتyyppi tasa- tai vaihtovirta ja virran määrä muutamista ampeereista jopa satoihin ampeereihin. Suurien erojen vuoksi eri lataustavat vaativat erilaiset pistokkeet.

#### 3.1 Lataustavat

Sähköajoneuvojen lataamiseen on Suomessa käytössä 4 lataustapaa: Lataustavat ovat hidaslataus, peruslataus, tehollataus ja kevyiden sähköajoneuvojen lataus. Kevyiden sähköajoneuvojen lataus on vain kevyille sähköajoneuvoille, eikä se sovellu autojen lataamiseen. Sähköauton lataustapahtuman kestoon vaikuttaa sähköauton kyky vastaanottaa latausta, akunvaraustila, akuston lämpötila ja akustonkapasiteetti ja käytettävissä oleva latausteho. Sähköajoneuvon kyky vastaanottaa latausta vaihtelee suuresti ja vaihtelua esiintyy sen mukaan, minkälaisella sähköllä ajoneuvoa on mahdollista ladata, vaihtosähköllä (AC) ja/tai tasasähköllä (DC). Vaihtelua esiintyy myös vähimmäislatausvirran ja enimmäislatausvirran suhteen. Ajoneuvossa oleva akustonhallintajärjestelmä määrittelee latausprofiilin, eli sen millaisella virralla akustoa ladataan milläkin ajanhetkellä. Latausasema/ suojalaiteyksikkö toimii lataustapahtumassa latausta hallinnoivana ohjaimena ja varsinaisen latauksen hoitaa autossa sijaitseva laturi, poikkeuksena on tehollataus, jossa autossa oleva laturi ohitetaan ja latauksen hoitaa latausasemassa oleva laturi. (ST-Käsikirja 41 2019, s. 20).

##### 3.1.1 Kevyiden sähköajoneuvojen lataus

Lataustapaa 1 käytetään pienitehoisten sähköajoneuvojen lataamisessa, lataustavassa 1 lataus tapahtuu liittämällä siirrettävä latauslaite tavalliseen pistorasiaan, jonka tulee olla

suojattu 30 mA vikavirtasuojalla. Lataustapaa hyödyntäviä ajoneuvoja ovat sähköpyörät, ruohonleikkurit sähköskootterit, seniorimopot ja sähköpyörätuolit. Lataustapa on tarkoitettu vain lyhytaikaiseen lataukseen, sillä latauslaitteet, kaapelit ja pistorasiat kuumenevat pitkäaikaisessa käytössä. (Sesko 2021, s. 2)

### 3.1.2 Hidaslataus

Lataustapa 2 hidaslataus on tarkoitettu sähköautojen ja muiden vastaavan tehoisten sähköajoneuvojen väliaikaiseen lataamiseen tilanteissa, joissa lataustavan 3 laitetta ei ole käytettävissä. Lataustavassa 2 lataus tapahtuu vaatimustenmukaisella latauskaapelilla, latauskaapeleita on erityyppisiä ja suojalaitteiden vaatimukset ja latausvirta-arvot riippuvat käytettävästä pistoketyypistä. Usein ajoneuvon mukana toimitetussa latauskaapelissa on tavallinen 1-vaihe 16 A pistorasialiitin, tässä tapauksessa johdossa on oltava 8A virran rajoitin, lisäksi vakuutusyhtiöillä saattaa olla omia vaatimuksia kotitalouspistorasiaan liitettävien latauskaapeleiden käytölle. Lataustavan 2 latauskaapeleita on saatavana myös 400V 3-vaihe voimavirtapistorasiaan- ja 3-napaiseen 1-vaihe pistokkeeseen liitettäviä versioita, nämä pistokkeet on suunniteltu kestävään jatkuvaa kuormitusta nimellisvirta-arvoillaan, tämä mahdollistaa tehokkaamman latauksen turvallisesti. (Sesko 2021, s. 1–2)

### 3.1.3 Peruslataus

Lataustapa 3 peruslataus on nimensä mukaisesti tarkoitettu sähköajoneuvojen pääasialliseksi lataustavaksi ja peruslatausta on suositeltavaa käyttää ajoneuvon lataamiseen ensisijaisesti. Muita lataustapoja on suositeltavaa käyttää vain tilanteissa, joissa peruslataus ei ole mahdollista, esimerkiksi latausasemaa ei ole saatavilla tai tarvitaan pikalatausta (pitkät ajomatkat). Peruslatauksessa sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen erityisesti sähköautonlataamiseen suunniteltua kiinteää latauslaitetta, jossa on kiinteä latauspistoke tai suoraan ajoneuvoon kytkettävä latausjohto. Lataustavan 3 mukaisissa latauslaitteissa käytettävien pistorasioiden tai ajoneuvopistokkeiden on oltava SFS-EN 62196-2 tyyppin 2 mukaisia. Lataustavassa 3 latausvirta voi olla enimmillään 3x63A ja täten latausteho on 43 KW. Enimmäislataustehoihin päästään lähinnä julkisissa latauspisteissä, sillä kotitalouksissa ja taloyhtiöissä rajoittaa kiinteistön sähköliittymänteho lataustehoa. (ST-kortti 51.90 2021, s. 4)

Lataustavassa 3 käytettävissä latauslaitteissa on tiedonsiirtojärjestelmä, jolla estetään pistokkeen tuleminen jännitteiseksi sen ollessa irti kytkettynä, lisäksi tiedonsiirtoväylä mahdollistaa latauksen älykkäänvalvomisen ja latausvirran hallinnan. Turvallisuussyistä pistokkeissa on lukitus, joka estää pistokkeen irrottamisen latauksen ollessa käynnissä. (Sesko 2021, s. 1)

#### **3.1.4 Teholataus**

Lataustapa 4 teholataus, joka on arkikielessä pikalataus. Teholataus on tasavirtatekniikkaan perustuva lataustapa, joka mahdollistaa 50 – 350 KW lataustehon. Teholataus on tarkoitettu sähköajoneuvojen lataamiseen sellaisissa tilanteissa, joissa ajoneuvoon on tavoitteena saada ladattua suuri toimintamatka pienessä ajassa. Teholataus vaatii aina suoraan sähköverkkoon liitettävän latauslaitteen, jossa on kiinteä latausjohto ja ajoneuvopistoke, jonka on oltava standardin SFS-EN 62196-3 mukainen. Teholatauksessa autonsisäinen latauslaite ohitetaan ja latausaseman latauslaite syöttää suurella jännitteellä tasavirtaa suoraan ajoneuvon akustoon, huolehtien samalla latauksen älykkästä valvonnasta ja ohjauksesta.

Latausjärjestelmän sisältämä tiedonsiirtoväylä mahdollistaa latauslaitteen turvallisen kytketymisen ajoneuvoon, lataustehon valvomisen ja säätämisen, latauksen seurannan ajoneuvon monitoiminäytöltä. Edellä mainittujen toimintojen lisäksi tiedonsiirtoväylä antaa laitevalmistajille mahdollisuuden luoda omia turva ja valvontatoimintoja. (ST-kortti 51.90 2021, s. 4)

Teholatauksen 350 KW maksimiteho mahdollistaa 100 km toimintasäteen lataamisen muutamissa minuuteissa. Teholatauksen suurenlataustehon saavuttamiseksi tarvitaan suotuisat olosuhteet, akuston oikea lämpötila, akuston oltava riittävän tyhjä (viimeisiä latausprosentteja ei voi ladata maksimiteholla) ja latausasemalla ei saa olla ruuhkaa(kuormanhallinta).

Teholatauksen mahdollistamiseksi ovat ajoneuvo ja latauslaitevalmistajat kehittäneet apujärjestelmiä akuston ja latauslaitteiden lämpötilojen säätämiseen. Ladattaessa suurilla tehoilla myös virrat ovat suuria, jonka seurauksena akusto lämpenee huomattavasti, ylikuumentumisen estämiseksi on osassa ajoneuvoista akustonjäähdytysjärjestelmä. Akuston ollessa erityisen kylmä (lämpötila pakkasenpuolella) ei akustoa voida ladata, jotta

sähköajoneuvoja on mahdollista käyttää talvella, ovat ajoneuvovalmistajat asentaneet akustoon lämmityslaitteen, joka käynnistyy latauksen yhteydessä ja lämmittää akuston ennen varsinaisen lataustapahtuman alkamista. Suomen talviolosuhteet asettavat haasteita tehollataukselle, latauksen alkuvaiheessa akustoa on lämmitettävä ja lataustehon ollessa huipussaan saatetaan akustoa joutua jäädyttämään. Nykypäivänä vain harva automalli pystyy hyödyntämään tehollatauksen suurta tehoa, latausmenetelmän suuri maksimiteho onkin suunniteltu tarjoamaan latausmahdollisuus tuleville entistä tehokkaammille ja akustoltaan suurempikapasiteettisille automalleille. (Tekniikanmaailma, 2018).

## **3.2 Latauspistoketyypit**

Sähköautojen turvallisen ja esteettömän lataamisen turvaamiseksi on latauspistokkeiden oltava kestäviä, turvallisia ja luotettavia, tämän takia on sähköauton lataamiseen kehitetty omat pistoketyypit. Käytettävä pistoketyyppi määräytyy lataustavan mukaan. Lataustavoissa 1 ja 2 käytetään tavallista kotitalouspistorasiaa tai 3-vaiheista teollisuuspistorasiaa, lataustavoissa 3 ja 4 käytetään erityisesti sähköautonlataamiseen tarkoitettuja latauspistokkeita.

### **3.2.1 Tyyppi 1**

Tyyppin 1 pistoke on käytössä japanilaisissa ja yhdysvaltalaisissa ajoneuvoissa, pistoke onkin suunniteltu lähinnä Yhdysvaltojen markkinoille. Euroopan alueella tyyppin 1 pistoke on harvinainen latausasemilla, joten kyseisellä pistokkeella olevan ajoneuvon lataaminen vaatii adapterilaitteen. Tyyppin 1 pistoke on yksivaiheinen ja sen maksimivirta on 80 ampeeria vaihtosähköä. Tyyppin 1 pistokkeella ladattaessa käytetään autonsisäistä laturia, jonka ominaisuudet määrittävät latauksen maksimitehon, joka on usein 16 A. (Plugit, 2021. -a).

### 3.2.2 Tyypin 2

Tyypin 2 pistoke on Euroopan alueella yleisin käytössä oleva pistoketyyppi, EU-alueella jakeluinfradirektiivi (2014/94/EU) määrää, että julkisissa vaihtovirtalatauspisteissä on oltava vähintään yksi tyypin 2 pistoke, jonka lisäksi saa olla muitakin pistoketyyppejä.

Eurooppalaiset autovalmistajat ovat käyttäneet jo pitkään ajoneuvoissaan tyypin 2 pistoketta ja pistoketyypin yleistyessä myös japanilaiset ja yhdysvaltalaiset autovalmistajat ovat alkaneet käyttämään sitä. (ST-kortti 51.90 2021, s. 5).

Tyypin 2 pistoke tukee kolmivaiheista vaihtovirtalatausta, jonka enimmäisteho on 3x63A eli suurin latausteho on 43 KW. Tyypin 2 pistokkeella lataus tapahtuu käyttämällä auton sisäistä laturia, joka määrittää latauksen maksimitohon, yleisimmät pistokehybridit pystyvät lataamaan 1x16A ja täyssähköautot 3x32A. Tyypin 2 pistoke on parhaimmillaan ladattaessa ajoneuvoa kolmivaiheisesti, sillä kolmivaiheisessa latauksessa sama latausteho kuin yksivaihelatauksessa jakautuu kaikkien kolmen vaiheen kesken ja täten kuormittaa vähemmän latauslaitetta ja sähköverkkoa. (Plugit, 2021. -a).

### 3.2.3 CCS Compo (teholataus)

CCS Compo (Compinen Charging System) on teholataukseen suunniteltu tasavirtapistoketyyppi. CCS pistoke on suunniteltu kestämään satojen ampeerien virtoja, tämän mahdollistaa liittimen suuret kontaktipinnat. Liittimen kontaktipintojen, syöttökaapelin suuren koon ja painon takia pistoke on oltava mekaanisesti suuri ja järeä, jotta se kestävä siihen kohdistuvan mekaanisen rasituksen. CCS pistokkeessa on latauspinnien lisäksi pienemmät pinnit tiedonsiirtoväylää varten, tiedonsiirtoväylä on teholatauksessa välttämätön, sillä suurin osa latauksenohjauksen käyttämästä tiedosta on peräisin ajoneuvon tiedonsiirtojärjestelmästä. Latauslaitteessa on kytkennän tunnistusjärjestelmä, joka estää latauksen alkamisen, mikäli pistoketta ei ole kytketty ajoneuvoon, järjestelmä estää myös pistokkeen irrottamisen ajoneuvosta, mikäli lataus on käynnissä. Pistokkeen irrottamisen estäminen on toteutettu pistokkeessa olevilla lukituskyynillä. (ST-Käsikirja 41 2019, s. 35).

### 3.2.4 Chademo (teholataus)

Chademo on teholataukseen suunniteltu tasavirtapistoketyyppi, suurimmat erot verrattuna CCS Compo pistokkeeseen ovat pistokkeen muoto ja siinä käytettävän tiedonsiirtojärjestelmän tyyppi. Chademo-pistokkeessa käytetään CAN-väylään perustuvaa tiedonsiirtotekniikkaa. CCS Compo pistokkeesta poiketen ajoneuvoissa, joissa on Chademo teholatauspistoke on oltava erikseen tyyppin 1 tai tyyppin 2 peruslatauspistoke. Chademo pistoketta käyttävät lähinnä japanilaiset autovalmistajat. (Plugit, 2021. -a).

## 4 Kuormanhallintamenetelmät

Kiinteistöjen sähkönjakelu infrastruktuuri pääsulakkeidenkoko, olemassa olevat kaapeloinnit ja niihin varattu tehoreservi vaihtelee kohteittain. Kiinteistöä rakennettaessa ei ole välttämättä voitu varautua kaikkiin tulevaisuuden sähkökäyttötarpeisiin. Sähköautoissa on eroja lataustarpeiden suhteen, hybridien laturit ovat monesti 1-vaiheisia ja täyssähköautojen laturit 3-vaiheisia. Kaapelointien ja pääsulakkeiden uusiminen sähköautonlatausasemien takia ei ole monesti kannattavaa kustannussyistä. Kuormanhallinnalla saadaan latausteho rajoitettua niin, että vanhoja asennuksia voidaan hyödyntää ilman suuria muutoksia. Kuormanhallinnalla voidaan muokata latausratkaisu sopimaan kohteen vaatimukseen, kuormanhallintaa on kahta tyyppiä tavallinen kuormanhallinta ja dynaaminen kuormanhallinta, joka on kehittyneempi ja monipuolisempi vaihtoehto. (Ensto, 2021 s. 6)

### 4.1 Tavallinen kuormanhallinta

Tavallisessa kuormanhallinnassa latausteho jaetaan tasan kaikkien latauspaikkojen kesken kuormittavimman tilanteen mukaan. Tilanteissa, joissa kaikki latauspaikat ovat käytössä saadaan paras hyöty, mikäli osa latauspaikoista on tyhjänä, jää näille paikoille varattu latausteho hyödyntämättä. Tavallinen kuormanhallinta on hyvä vaihtoehto kohteisiin, joissa halutaan sähköautonlatauspaikat rakentaa ilman suuria investointeja, kun hyödynnetään vanhoja kaapelointeja ja säilytetään sähköliittymän koko ennallaan. Tässä tapauksessa on kuormaa rajoitettava syöttöjärjestelmän ylikuormituksen estämiseksi, tämä menetelmä

kuitenkin varaa turhaan tehoa niille latauspaikoille, joissa ei ole ajoneuvoa latauksessa. (Ensto, 2021 s. 7).

Kotitalouksissa tavallinen kuormanhallinta toteutetaan yleensä latausasemassa olevilla säätöominaisuuksilla, esimerkiksi lataustehon rajoitus, ettei kiinteistön sähköliittymä ylikuormitu. Rajoitus tehdään yleensä asennusvaiheessa, sillä monesti rajoituksen säätö vaatii latausaseman avaamista, jos säätö on mahdollista tehdä asemaa avaamatta, voidaan sitä säätää myös käyttäjän toimesta. (Paraslataus n.d.).

## **4.2 Dynaaminen kuormanhallinta**

Dynaaminen kuormanhallinta on kehittynyt kuormanhallintamenetelmä ja sille on paljon erilaisia toteutus vaihtoehtoja. Parhailaan dynaamisella kuormanhallinnalla voidaan säätää yksittäisten latauspaikkojen lataustehoja kuormituksen mukaan, esimerkiksi enemmän maksava käyttäjä saa käyttöönsä suuremman tehon, mitä vähemmän maksava.

Dynaamisella kuormanhallinnalla voidaan myös muokata lataustehoja käyttöajankohdan mukaan, päivällä on paljon kulutusta ja sähkö kallista, joten tehoa lasketaan ja vastaavasti yöllä, kun kuormitus on vähäistä ja sähkö halpaa voidaan lataustehoa nostaa. Edellä mainittujen toimintojen käyttö vaatii paljon taustajärjestelmiä, jotka seuraavat kiinteistön kokonaisvirrankulutusta, yksittäisten latauspisteiden virrankulutusta, kellonaikaa ja pörssisähkönhintaa. Taustajärjestelmien toimiminen vaatii tiedonsiirtoyhteyttä latauspisteiden välillä ja mahdollisesti internet yhteyden, yhteydet on mahdollista toteuttaa joko langattomina tai langallisina. (ST-Käsikirja 41 2019, s. 53—54)

## **5 Latauspisteiden vaikutus kiinteistön sähkönsyöttö- ja jakelujärjestelmään**

Latausasemien suunnittelun yhteydessä on tärkeää tehdä katsaus kiinteistön olemassa olevaan sähköjärjestelmään, näin saadaan selville, onko latausasemien asennus mahdollista toteuttaa käyttämällä olemassa olevaa järjestelmää, vai tarvitaanko suuria lisäinvestointeja, jotta järjestelmä voidaan päivittää vastaamaan latausasemien sähköntarvetta. Pienemmissä kohteissa, joihin latausasemia asennetaan vain muutama, on tavoitteena säilyttää olemassa

oleva sähköliittymä ja estää ylikuormittuminen kuormanhallinnalla. Kohteissa, joihin asennetaan useita, jopa kymmeniä latausasemia, on liittymä kokoa usein kasvatettava, tai hankittava oma sähköliittymä ja jakelujärjestelmä latauspisteille. Pikalatausasemien tapauksessa tarvitaan lähes poikkeuksetta latausasemille oma sähköliittymä, lisäksi pikalatausasemat ovat monesti eri omistajan, kun kiinteistö, jonka mailla ne sijaitsevat. Taloyhtiöiden ja parkkihallien tapauksessa on huomioitava energiamittaus, jolla erotetaan latausenergia kiinteistön muusta energiankäytöstä.

### **5.1 Omakotitalot ja pienet asuinkiinteistöt**

Kiinteistön sähköjärjestelmän katsauksessa kannattaa kiinnittää erityistä huomiota, kaapelointeihin, kaapelireitteihin, keskuksen nimellisvirtaan, pääsulakkeiden kokoon ja kiinteistön sen hetkiseen todelliseen sähkönkulutukseen. Omakotitalojen ja muiden pienien asuinkiinteistöjen kohdalla on tavoitteen asentaa yksi tai kaksi latausasemaa. Monesti kiinteistön sähköliittymään on mahdollista lisätä latausasema, usein tämä kuitenkin edellyttää kuormanhallintaa, joka kytkee muita kuormia pois latauksen ajaksi tai aloittaa latauksen silloin, kuin kuormitusta on muuten vähemmän. Yhtenä hyvänä vaihtoehtona kuormanhallintaan on järjestelmä, joka ajoittaa sähköautonlatauksen yöhön, yöllä on kotitalouksissa vähiten kuormitusta, joten liittymässä on kapasiteettia reilusti vapaana yö aikaan. Osassa kotitalouksista on aurinkopaneelijärjestelmä, tämän tyyppisissä kohteissa suurimman hyödyn saavuttamiseksi kannattaisi asentaa järjestelmä, joka käynnistää sähköautonlatauksen aina kun aurinkosähköjärjestelmästä jää ylituotantoa. Järjestelmän hyöty on suuri, sillä se tasaa sähkönkulutusta ja vähentää kuormitushuippuja.

### **5.2 Taloyhtiöt ja julkinen sektori**

Taloyhtiöissä ja julkisella sektorilla latausasemien suunnittelu aloitetaan tarveselvityksellä, jossa päätetään latauspaikkojen määrätavoite, tarvittavat asennustilat, tarvittavat resurssit ja kulurakenne. Latauspisteiden määrätavoitteen perusteella päästään miettimään syöttävän verkon kapasiteettia ja kaapelointeja, tämän hoitaa yleensä sähkösuunnittelija, tai kiinteistön tekninen asiantuntija. Tarveselvityksessä päätetään myös käytettävä sähköauton lataustapa, taloyhtiöissä ja julkisella sektorilla suosituksena on lataustapa 3 peruslataus.

Muitakin lataustapoja saa käyttää tilannekohtaisesti, mutta yleensä niille ei ole tarvetta, osaan kohteista voidaan asentaa lisäksi tehollatausasemia lataustapa 4. (Ensto, 2021 s. 6).

Latausasemien teho ja määrä vaikuttaa merkittävästi syötön uusinnan tarpeeseen, monissa taloyhtiöissä, jonne asennetaan vain muutamia latausasemia, voidaan latausasemat asentaa lämmitystolppien tilalle. Lämmitystolppien tilalle tulevat latausasemat ovat yleensä alle 11kw, sillä autonlämmitystolpat ovat ketjutettuja ja niissä on monesti vain vähän ylimääräistä tehoa vapaana. Tilanteessa, jossa latausasemia tulee useita, on mietittävä koko syöttö uudestaan ja se jätetäänkö lämmitystolpat vai poistetaanko ne ja asennetaan tilalle uudella syötöllä toteutettuna latausasemat. Asennettaessa useita latausasemia ei aina riitä pelkkä syöttökaapelien uusiminen, pääsulakkeen kokoa voidaan joutua kasvattamaan, mikäli keskuksessa ei ole enää mahdollisuutta pääsulakkeen koon kasvattamiseen, on uusittava koko keskus ja kaikista suurimmat investoinnit tulevat, mikäli myös keskusta syöttävä jakelumuuntamolta tuleva pääsyöttö joudutaan uusimaan. Mikäli keskus pitäisi uusia latausasemien takia, eikä kiinteistössä ole lähiaikoina tulossa muuta sähköremonttia, jonka takia keskus pitäisi uusia tulee monesti kustannustehokkaammaksi vaihtoehdoksi hankkia latausasemia varten omakeskus ja tapauskohtaisesti voi olla järkevää hankkia latausasemille oma sähköliittymä.

Taloyhtiöihin ja liikekiinteistöihin asennettavissa sähköautonlatausjärjestelmissä kuormanhallinta on nykypäivänä merkittävässä roolissa, kohteet missä kuormanhallinnalla ei saavuteta hyötyjä ovat vähissä. Kiinteistön liittymäkapasiteetti on monesti mitoitettu niin, ettei ylimääräistä ole tehoa ole riittävästi jäljellä sähköautonlatausasemille. Mainittu tilanne ei ole kuitenkaan tekemätön paikka, kun käytetään kuormanhallintaa, saadaan latauspisteiden huipputehoa rajoitettua ja ajastettua, joka mahdollistaa latausasemien hankkimisen ilman liittymäkoon kasvattamista tai uusimista kokonaisuudessaan. Latauksen ajoittaminen yöaikaan, kun liittymän muu kuormitus on pientä, on hyvä vaihtoehto taloyhtiöissä, liikekiinteistöissä tämä ratkaisu ei usein toimi, sillä monesti työntekijöiden autot täytyy ladata päiväaikaan. Mikäli liikekiinteistössä on yrityksen autoja, ne voitaisiin ladata yöaikaan, mikä mahdollistaisi säästöjä ja liittymän tasaisen kuormituksen. Kuormanhallinnalla voidaan myös mahdollistaa latausasemien maksimitehon reaaliaikainen tehon rajoitus, joka säätelee maksimilataustehoa koko ajan tarpeen mukaan. Reaaliaikainen tehon rajoitus mahdollistaa liittymän tehokkaan hyödyntämisen, jolloin saadaan pienellä

liittymä koolla yllättävän paljon tehoa. Kiinteistöt, joissa on aurinkosähköjärjestelmä hyötyvät paljon reaaliaikaisesta lataustehon säätämisestä, kun tehoa säädetään liittymän kokonaiskuormituksen ja aurinkosähköjärjestelmän tuoton mukaan, saadaan kulutus ja tuotto kohtaamaan. Ihannetilanteessa ylituotantosähköä ei jää verkkoon syötettäväksi ja liittymä kokoa ei ole tarve suurentaa.

Julkisissa latauspisteissä kuormanhallinta on kohde kohtainen kysymys, sillä kaupalliseen käyttöön tarkoitetuissa latauspisteissä on monesti tarkoitus saada kaikille latauspisteille maksimiteho myös tilanteissa, joissa kaikki paikat ovat täynnä. Mikäli verkko on mitoitettu kestävästi yhtäaikainen maksimikuorma ei kuormanhallintaa tarvita, koska tarvetta tehon rajoittamiselle ei ole. Kuormanhallinta on hyvä vaihtoehto sellaisissa kaupallisissa sovelluksissa, joissa latauspisteitä on paljon ja ajoneuvojen keskimääräinen parkkeerausaika on pitkä, jolloin ei latauksen hidastumisesta aiheudu haittaa asiakkaalle. Julkisissa latauspisteissä käytettävät kuormanhallinta menetelmät ovat usein dynaamista kuormanhallintaa ja toteutusratkaisut ovat erikseen kohteeseen räätälöityjä. Suurissa kohteissa kuormanhallinta voi olla hyvinkin monimutkainen kokonaisuus ja siihen liittyy paljon erilaisia taustajärjestelmiä ja toimintoja.

## **6 Asiakaskohteen kartoitus ja latausaseman suunnittelu**

Kohteena on Lohjalla sijaitseva parkkihalli, jonne on tarkoitus toteuttaa sähköautojen latausinfrastruktuuri. Parkkihallissa autopaikkojen omistus on jaettu osakkaille ja tavoitteena on luoda latausjärjestelmä, jossa jokainen osakas voi itse valita ottaako latauspisteen omalle autopaikalleen vai ei. Sähköautojen latauspaikkojen tarve kohteessa ei ole kovin suuri vielä tällä hetkellä, on olemassa kuitenkin näyttöä siitä, että tulevaisuudessa latauspiste tarvitaan lähes jokaiselle autopaikalle. Pää tavoitteena on luoda järjestelmä, joka mahdollistaa latauspisteen hankinnan jokaiselle osakkaalle, joka latauspistettä tarvitsee, aiheuttamatta kuitenkaan kohtuuttomia kustannuksia niille, jotka eivät latauspistettä ota. Järjestelmän toteutus on suunniteltu niin, että kaikki osakkaat maksavat järjestelmän perustoteutuksesta, ja osakkaat kustantavat erikseen latauspisteen autopaikalleen, se miten kustannukset jaetaan käytännössä, on kiinteistönomistajan vastuulla. Tässä vaiheessa on tavoitteena

toteuttaa järjestelmä, joka mahdollistaa latauspisteiden hankinnan välittömästi ja myös helpon laajennettavuuden tulevaisuudessa, käytännössä tämä tarkoittaa, että kaikille 56 autopaikalle on latauspistevaraus.

Lataus infrastruktuuriin kuuluu oman latausryhmäkeskuksen toteutus, syöttöjen veto, latauslaitteiden suunnittelu ja asennus, laskutusjärjestelmän toteutus ja kuormanhallinta. Kohteeseen toteutetaan tässä vaiheessa ulkolatauspaikat ja autotallipaikat, sekä halliin syöttökiskojärjestelmä, josta otetaan syötöt ja asennetaan latausasemat osalle autopaikoista, loput latauspisteet lisätään jälkikäteen asiakkaan toiveiden mukaisesti.

## **6.1 Asiakaskohteen alkutiedot**

Parkkihallia syöttää pääkeskus, jossa on 400 A sähköliittymä, liittymän kokonaisteho on 271 KW ja kulutukseksi on mitattu 87 KW, joten tehoa on vapaana 184 KW/266 A edestä. Koska tehonkulutus voi vaihdella, ei kaikkea vapaana olevaa tehoa voida varata latausasemille. Latausasemille on päätetty varata 250 A lähtö, jonka teho rajoitetaan kuormanhallinnalla 200 Ampeeriin. Latausasemien ryhmäkeskusta syötetään pääkeskuksesta ja kuormanhallinnan virtamittaus asennetaan pääkeskukseen ryhmäkeskuksen syöttökaapeliin. Pääkeskukseen asennetaan mittarivaraus tulevaisuuden laajennuksia silmällä pitäen. Ulkolatauspaikoille asennetaan oma ryhmäkeskus, jota syötetään latausryhmäkeskuksesta.

Parkkihallissa on suuri yhtenäinen hallitila, tilaan asennetaan virtakisko, josta tiputetaan syöttö latauspaikoille, kiskon hyötynä on helppo laajennettavuus. Virtakiskosto on mitoitettu niin että hallissa on varaus 56 latauspisteelle, tässä urakassa asennettavien latauspisteiden määrä selviää myöhemmin. Latauspisteiden suojaus toteutetaan käyttämällä virtakiskossa virranottimia, joissa on sisäiset suojalaitteet.

Hallissa on 5 autotallia, joihin kaikkiin asennetaan yksi latauspiste, tallien syötöt otetaan suoraan ryhmäkeskuksesta ja jokaiselle tallille tuodaan oma syöttö. Talleihin asennettavat latauslaitteet asennetaan seinään ja kaapelit asennetaan kaapelihyllyille, mikäli sellaiset on olemassa.

Parkkihallissa on 22 ulkopaikkaa, jokaiseen ulkopaikkaan tulee latauspiste. Ulkopaikkojen latauspisteitä varten asennetaan ryhmäkeskus, joka sijoitetaan ulos. Ryhmäkeskuksesta

lähtee jokaiselle ulkolatauspaikalle oma syöttönsä. Ulkolatauslaitteet asennetaan seinään, mikäli paikat sijaitsevat seinän vieressä. Mikäli paikat sijaitsevat parkkialueella asennetaan latauslaitteet lisävarusteena toimitettaviin asennuspylväisiin. Latauspaikkojen sijainti selvinnee myöhemmin.

## **6.2 Latausaseman valinta**

Kohteeseen asennettavat latauslaitteet ovat ABB:n terra AC-sarjan 11 KW malleja. Latausasemat ovat lataustyyppiltään lataustapaa 3 (peruslataus) kyseinen lataustapa soveltuu kohteeseen parhaiten, peruslataus on tarkoitettu jatkuvaan käyttöön ja se on riittävän tehokas myös tulevaisuuden täyssähköautoille. Peruslataus tukee pistoketyypin 2 käyttöä ja valituissa latauslaitteissa on tämä pistoke, tyyppin 2 pistoke on suomessa yleisin pistoketyyppi ja se on myös EU:n suosittelu pistoketyyppi käytettäessä peruslatausta. Latausasemat ovat varustettu kiinteällä tyyppin 2 latausjohdolla ja dynaamisella kuormanhallinnalla, latausasemien laskutukseen tarvittava tietoliikenne toteutetaan langallisella yhteydellä. Latauksen käynnistämiseksi asiakas tunnistautuu RFID-tunnisteella. Latauslaitteiden valinta perustui asiakkaan antamiin vaatimuksiin, jotka ovat laskutus ilman ulkopuolista palvelun tarjoajaa, ajoneuvon lataus yönaikana täyteen ja järjestelmän toteutus ilman pääsyötön uusimista. ABB:n latausasemat täyttivät nämä vaatimukset ja lisäksi laitevalmistajan tuotteilla on hyvä saatavuus ja huoltovarmuus. Terra AC-latauslaite näkyy kuvassa 1, latauslaitteessa on kiinteä latauskaapeli.

Kuva 1. Terra AC-latausasema W11-G5-R-0 (KotilatURI, n.d.)



### 6.2.1 Latausaseman sisäiset suojoiminnot

Latausasemissa on sisäänrakennettuja suojoimintoja, joiden tarkoitus on suojata ladattavaa ajoneuvoa ja latauslaitetta sähköisiltä vioilta ja käyttäjää sähköiskulta. Tarkasteltaessa latauslaitteessa olevien suojoimintojen ja ominaisuuksien määrää voidaan todeta, että laadukkaan latauslaitteen käyttö lisää merkittävästi sähkö- ja paloturvallisuutta.

Ylivirtasuojaus on suojoiminto, joka kytkee latauksen pois päältä, mikäli latauslaite havaitsee ajoneuvon ottavan enemmän virtaa, mitä on sallittu. Käytännössä suojoiminnolla estetään sähköverkon ylikuormittuminen ja ajoneuvon vaurioituminen.

(ABB, 2021 s. 2)

Yli- ja Alijännitteiden tunnistus on suojatoiminto, joka tarkkailee syöttävän verkon jännitettä ja kytkee latauksen pois päältä, havaitessaan liian korkean tai matalan jännitteen.

Suojatoiminnon tarkoitus on estää laturin ja ajoneuvon vaurioituminen jännitevaihteluiden seurauksena. (ABB, 2021 s. 2)

Maasulkusuojaus on suojatoiminto, joka valvoo DC-vuotovirtaa ja kytkee latauksen pois päältä, mikäli vuotovirta ylittää (6 mA). Normaalisti latausasemissa on käytettävä B-tyyppin vikavirtasuojaa, mutta vuotovirran valvonta mahdollistaa A-tyyppin vikavirtasuojan käytön syöttävässä verkossa. (ABB, 2021 s. 2)

Lisäksi latausasemassa on ylijännitesuojaus ja suojamaan jatkuva valvonta. Suojatoimintojen laajuutta tarkastellessa käy nopeasti ilmi, että ABB:n terra AC-sarjan laitteet ovat turvallisia ja mahdollistavat huolettoman latauksen. (ABB, 2021 s. 2)

### **6.2.2 Latausaseman liitettävyyys**

Latausaseman liitettävyydellä tarkoitetaan tässä yhteydessä tietoliikenneväyliä ja protokollia, jonka välityksellä aseman tietoliikennettä ja ohjausta hallitaan. Kaikissa terra AC malleissa on vakiona Ethernet, WIFI ja Bluetooth lisäksi optiona on valittavissa 4G (ei 11 KW mallissa). Ethernet on tarkoitettu aseman liittämiseen langallisesti internettiin tai kiinteistön sisäverkkoon, Wifi ajaa saman asian mutta langattomasti. Bluetooth mahdollistaa käyttäjän kirjautumisen älylaitteella. 4G on tarkoitettu sovelluksiin, joissa latausasema halutaan liittää suoraan internettiin ja hoitaa ohjaus ja laskutustoiminnot sen välityksellä. 4G on hyvä varsinkin, jos latausasemat ovat kaukana toisistaan tai sisäverkon luominen asemien välillä ei ole muuten mahdollista. Kaikissa latausasemissa on tuki OCPP 1.6 pilvipalveluun ja tämän tiedon siirtoon voidaan käyttää 4G, Wifi ja Ethernet tiedonsiirtoväyliä. OCPP-protokolla on avoimeen lähdekoodiin perustuva ohjelmisto, joka mahdollistaa paljon erilaisia valvonta ja ohjaustoimintoja. Latausasemissa on Modbus-RTU väylä, jota voidaan käyttää paikalliseen ohjaukseen esimerkiksi ulkoisen kuormanhallinnan ja energiamittarin kytkeminen. Latausasemissa on potentiaalivapaat koskettimet, joita voidaan käyttää sovelluksen välityksellä ulkopuolisen kuormanohjaukseen. (ABB, 2021 s. 2)

Tunnistautumiseen latauksen aloittamiseksi on saatavana muutamia eri vaihtoehtoja, jotka ovat Bluetoothin kautta tapahtuva tunnistautuminen älylaitteella, RFID-kortti ja näytöllä

varustetuissa malleissa PIN-koodi. Yleisissä latauspisteissä älylaitteella tunnistautuminen on vaivattomin ja nopein tapa, mutta taloyhtiöissä RFID-kortti on käytännöllinen tapa, koska se ei tarvitse kirjautumista sovellukseen tai salasanoja. Kohteeseen tulevissa asemissa tullaan käyttämään RFID-kortteja.

### **6.2.3 Latausaseman energiamittaus**

Latausasemissa on sisäinen energiamittari, joka soveltuu tarkkuudeltaan energian laskutukseen luokka B (1 % tarkkuus). Energiamittari soveltuu sellaisenaan staattiseen kuormanhallintaan ja yhdistämällä latausasema ulkoiseen energiamittariin tai ohjaukseen voidaan sitä hyödyntää dynaamiseen kuormanhallintaan. (ABB, 2021 s. 2)

Sisäinen mittari mahdollistaa käytännössä energian suoran mittaamisen ja käyttäjän laskuttamisen ilman ulkopuolista järjestelmää. Monissa tapauksissa kuitenkin on järkevää kytkeä latausasemat ulkopuoliseen taustajärjestelmään, jolloin latausaseman energiamittari mittaa käytetyn energian ja lähettää tiedot järjestelmään, jonka kautta laskutetaan käyttäjää. Sisäisestä energiamittarista on hyötyä myös kotitalouksissa, sillä sen kautta käyttäjä näkee sähköautonlataukseen kulutetun energian, joka on hyvä ominaisuus seurattessa kiinteistön energian kulutusta.

## **6.3 Latauksen kuormanhallinta**

Kuormanhallinta toteutetaan pääkeskukseen sijoitetulla ulkoisella energiamittarilla, joka on kytketty Modbus RTU -väylään. Modbus RTU -väylä on kytketty yhteen terra AC latausasemaan, jonka kautta virtamittarin virta-arvo siirretään pilvipalveluun. Pilvipalvelu ohjaa latausasemien latauspisteiden tehoa. Pilvipalveluun on määritetty latauspaikkojen virranrajoitukseen liittyen eri prioriteetteja, mikäli kaikissa 83 autopaikassa on auto latauksessa, niin myös latauspaikkojen määritetyn 6 A latauskeskuksen maksimivirta-arvo 200 A ylittyy. Tämän takia on määritetty latausprioriteetit, eli viimeisenä tulleet autot ladataan ja pitkään latauksessa olleiden lataus katkaistaan. Tehoa aletaan rajoittamaan, mikäli pääkeskuksessa mitattu virta-arvo ylittää 200 A. Edellä mainitussa tapauksessa

kuormanhallinta pudottaa latauspisteiden tehoa niin paljon, että virta-arvo alittaa 200 A arvon.

#### **6.4 Tunnistautuminen ja energian laskutus**

Tunnistautuminen on tarkoitus hoitaa RFID-korteilla, jokaiselle latauspisteen hankkineelle autopaikka osakkaalle, jaetaan kortit latauspisteen asennuksen yhteydessä. RFID-kortit on ohjelmoitu niin että niillä voi käynnistää latauksen vain omasta autopaikastaan ja käytetty latausenergia tallentuu suoraan pilvipalveluun. Parkkihallin omistaja laskuttaa käytetyn latausenergian määräajoin, esimerkiksi puolen vuoden välein autopaikan omistajilta. Tämä on järkevin tapa, koska sama käyttäjä käyttää samaa latauspistettä päivittäin. Asiakkaan että laskuttajan kannalta olisi sekä työlästä ja rasittavaa maksaa jokainen latauskerta välittömästi.

### **7 Laitevalinnat**

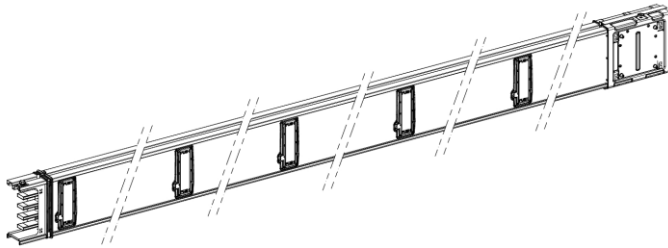
Laitevalinnat ovat monesti vaikeita ja niihin vaikuttavat monet tekijät, laitteiden soveltuvuus käyttötarkoitukseen, kustannukset, laajennettavuus, käyttöikä, varaosien saatavuus, laitteiden saatavuus (komponenttipulaa) ja lukuisat muut syyt. Alun perin oli tarkoituksena käyttää ainoastaan ABB:n laitteita, mutta valmistajan valikoimassa ei ollut sopivia ratkaisuja, joten päädyin käyttämään muiden valmistajien laitteita, jotka soveltuvat paremmin kohteeseen.

#### **7.1 Virtakiskojärjestelmä**

Latausasemien virransyöttö yhtenäisessä hallitilassa toteutetaan Schneiderin Canalis KS 250 A virtakiskojärjestelmällä. Virtakiskojärjestelmällä saadaan koko hallin kattava latauspistevalmius ilman suuria investointeja ja suurin osa investoinneista kohdistuu latausaseman hankkiville käyttäjille vasta hankinta hetkellä. Virtakiskojärjestelmä tulee halvemmaksi myös kokonaiskustannuksiltaan. Virtakiskon virransyöttö tapahtuu virtakiskon päähän tulevan virransyöttölaitteen kautta. Virransyöttölaite on eräänlainen liitin, joka muuttaa 5- johtimisen kaapelin 5-kiskoiseksi virtakiskoksi. Virtakiskon sisällä on 5 toisistaan erotettua alumiinikiskoa, jotka toimivat johtimina L1, L2, L3, N ja PE. Virtakiskossa on

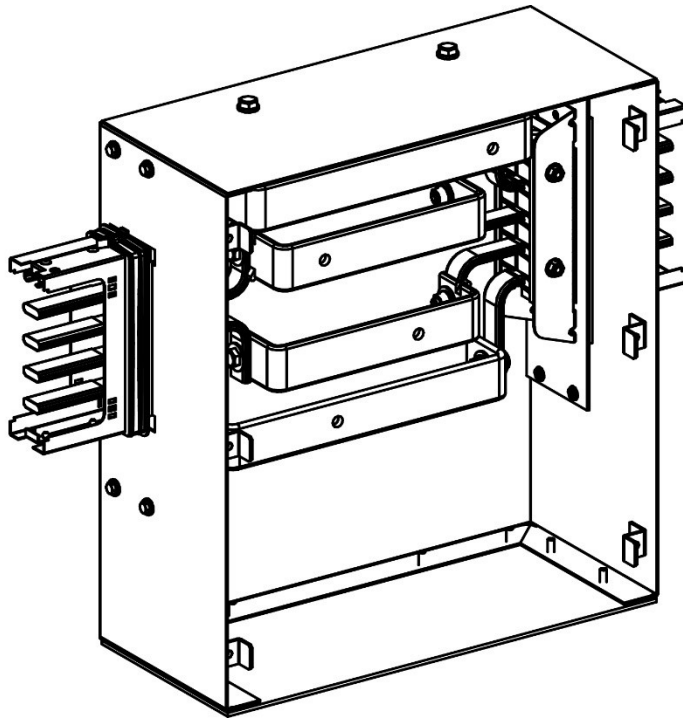
tasaisinvälein kytkentäpisteitä, joihin voi kytkeä virranottimia tai haaroituslaitteita. Virtakiskon rakenne selviää kuvasta 2.

Kuva 2. Virtakisko 5 m (se suomi, n.d.)



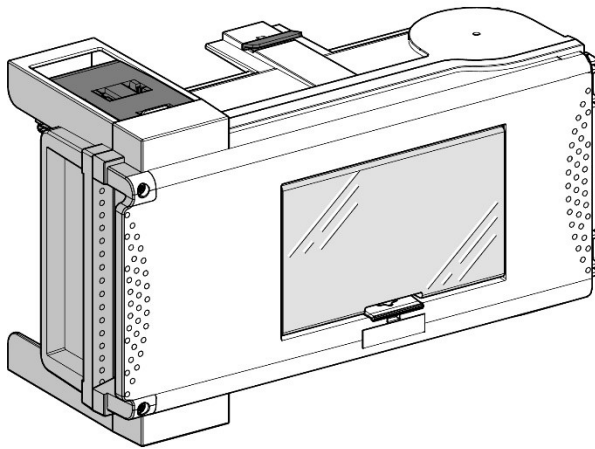
Virransyöttölaite on kotelo, jonka päissä on koskettimet, jotka liitetään virtakiskoon. Liittäminen virtakiskoon tapahtuu pikaliitoksella. Sähkö virransyöttölaitteeseen tuodaan kaapelilla, joka kytketään kaapelikengillä virransyöttölaitteeseen. Virransyöttölaitteita on saatavana erilaisia, on kiskonpäätyyn asennettava linjan päättävä syöttölaite ja sitten kiskolinjan väliin asennettava kiskoston jatkava keskisyöttökotelo, virransyöttölaitteista löytyy myös koteloimattomat mallit. Parkkihallin tapauksessa on tarkoitus käyttää virtakiskon keskelle asennettavaa keskisyöttökotelo. Keskisyöttökotelo soveltuu kohteeseen parhaiten, sillä latausryhmäkeskus sijaitsee keskellä hallia, joten keskisyöttökotelolla saadaan virtakiskosta tehtyä yhtenäinen koko hallin läpimenevä kokonaisuus. Kuvassa 3 näkyvä virransyöttölaite on tarkemmalta tyypiltään keskisyöttökotelo päätykappaleilla.

Kuva 3. Virransyöttökotelo (se suomi, n.d.)



Latauspisteiden suojalaitteet sijoitetaan virranotinlaitteeseen, joka tulee virtakiskon kylkeen. Latauspisteiden syöttöjohdot lähtevät virranottimilta latauspisteille MMJ-kaapelilla. Virranottimissa käytettävät suojalaitteet ovat ABB:n vikavirtajohdonsuojakatkaisijoita, lisäksi virranottimissa on PE-riviliitin suojamaan jatkamiseen. Virranotin on rakenteeltaan pieni kytkentärasia, jossa on DIN-kisko suojalaitteiden ja riviliittimien kiinnitystä varten. Virranottimen liittimiltä tulee valmiit syöttöjohdot kotelon sisälle 8-moduulisessa 63 A mallissa johdot ovat 16 mm<sup>2</sup>. Virranotin näkyy kuvassa 4.

Kuva 4. Virranotin (se suomi, n.d.)



Virranottimien suojalaitteiksi parhaiten soveltuvat ABB:n vikavirtajohdonsuojakatkaisijat, joissa on paljon etuja, ne vievät 4-moduulia asennuskiskosta ja erikseen asennettuina menisi 8-moduulia, joten olisi käytettävä 12-moduulista virranotinta, jotta myös PE-riviliitin mahtuisi DIN-kiskoon. Yhdistelmäsuojia käytettäessä ei tarvita virranottimen sisälle välilyhdyksiä, yhdistelmäsuojat ovat myös edullinen vaihtoehto. Latausasemissa oleva sisäinen DC-vuotovirranvalvonta mahdollistaa tyyppin A-vikavirtasuojan käyttämisen tyyppin B tilalla, tyyppin A-vikavirtasuojia on huomattavasti edullisempi vaihtoehto, lisäksi tyyppin B - vikavirtasuojasta ei ole ainakaan helposti saatavilla yhdistelmäsuojaa 30 mA C16 arvoilla. Kuvassa 5 näkyy ABB:n vikavirtajohdonsuojakatkaisija.

Kuva 5. Vikavirtajohdonsuojakatkaisija (Sonepar, n.d.)



Virtakiskojärjestelmään tarvitaan paljon lisäosia, päätykappaleet, haaroituskappaleet, kulmakappaleet, nousu- ja laskukulmat ja kiinnikkeet. Parkkihalliin tarvitaan ainakin kulmapaloja 4kpl ja T-haaroja 4kpl, nousu ja laskukappaleita saatetaan joutua asentamaan, mikäli hallissa on betonipalkkeja tai muita vastaavia esteitä, kyseisten komponenttien tarve ja tarkat määrät selviävät vasta sähkösuunnitteluvaiheessa, jossa rakennuksesta on tarkat rakennepiirrustukset käytävissä suunnittelun pohjana. Virtakiskojärjestelmää suunniteltaessa ja asentaessa on otettava huomioon, että normaaleista kaapeloinneista poiketen virtakiskot ovat määrämittäisiä, eikä niitä voi itse lyhentää. Mikäli kiskojärjestelmän pituus osoittautuu sellaiseksi, ettei vakiopituiset kiskot sovi, on kiskoja mahdollista tilata tehtaalta määrämittäisinä. Tilanteesta ja asennuskohteen luonteesta riippuen on monesti helpoin tapa sovittaa kiskojärjestelmän pituus, kiinnikkeiden siirto ja kiskon jättäminen hieman lyhyeksi. Kiskojärjestelmä on tarkoitettu sellaiseksi, että kisko kiertää hallin neliömäisesti, jonka lisäksi hallin keskelle lisätään kaksi kiskolinjaa. Sähkösuunnittelussa selviää kuitenkin, onko hallissa rakenteita kiskoston tiellä, todennäköisesti on ja tämä tarkoittaa sitä, että kiskostoa ei saada vietyä yksimittaisena hallinläpi. Virtakiskolinjan esteiden määrä vaikuttaa linjan asennuksen tyyppiin, jos esteitä on paljon ja kisko ei pystytä viemään yhtenäisenä hallin eri osiin, on järkevää asentaa useampi syöttölaite ja

jakaa kiskosto kahteen tai useampaan eri osaan. Virtakiskon osien rakenne ja kiskon liitostekniikka selviää hyvin kuvasta 6, jossa on virtakiskon kulmapala. Oikean- ja vasemmanpuoleiset kulmat ovat erilaisia, koska kiskossa on vaiheet aina samassa paikassa. Myös nousu- ja laskukulmat ovat erilaisia, joten tuotetilausta tehdessä tulee olla tarkkana.

Kuva 6. Virtakiskon kulma (se suomi, n.d.).



## 7.2 Keskuksset

Keskuksien valintaan vaikuttaa tarvittavan asennustilan määrä ja IP-luokitus, latauksen ryhmäkeskukseen tulee myös mittarivaraus, jolle on jätettävä tilaa ja varattava riittävän suuret syöttöliittimet ottaen huomioon keskuksen mahdollisen 400A syötön tulevaisuudessa. Keskuksia tulee yhteensä kaksi, sillä ulkolatauspaikoille tulee omaryhmäkeskuksensa, jota syötetään latausryhmäkeskuksesta. Erillinen ulkoryhmäkeskus on kannattava, sillä ilman sitä pitäisi jokaiselle ulkolatauspaikalle vetää monen kymmenen metrin syöttökaapeli, joka olisi hidas ja hankala ratkaisu asennuksen kannalta ja tulisi myös kalliiksi.

Parkkihalliin tulevan ryhmäkeskuksen vaatimukseen kuuluu mittarivaraaus, 56 vikavirtajohdonsuojakatkaisijaa, 250 A pääsulake, 250 A kahvalähtö, 125 A kahvalähtö. Edellä mainituista vaatimuksista käy nopeasti ilmi, ettei vakiokeskusmallistossa ole kohteeseen soveltuva keskusta, joten keskuksena käytetään ABB:n keskusrunkoja, joista kasataan vaatimukset täyttävä keskus.

Ulkoryhmäkeskus asennetaan joko seinään tai maahan asennusjalan varaan, jälkimmäisessä vaihtoehdossa keskusrunkona on käytettävä katujakokaappityyppistä metallirunkoa, joka täyttää mekaanisensuojauksen vaatimukset. Ulkoryhmäkeskukseen tulee 125 A syöttö ja keskuksen nimellisvirta on oltava vähintään 160 A, jotta tulevaisuudessa voidaan nostaa syöttösulakkeen kokoa. Ulkoryhmäkeskukseen tulee 22 kappaletta vikavirtajohdonsuojakatkaisijoita, edellä mainituilla kriteereillä olevaa keskusta ei ole saatavana vakiona, joten se kasataan tyhjään keskusrunkoon.

Keskusrunkoina on tarkoitus käyttää ABB:n keskusrunkoja, latauksen ryhmäkeskuksen rungoksi kelpaa System pro e Energy keskuskotelo, keskuskoteloon voidaan asentaa Combiline-n pikakoontijärjestelmä, johon keskuksen komponentit asennetaan. Pikakoontijärjestelmä koostuu moduuleista, joissa on laitteet valmiina tai DIN-kiskot asennuspaikalla tehtäviä laiteasennuksia varten. Ulkoryhmäkeskus rungoksi yhtenä vaihtoehtona voisi olla katujakokaappi, sähköautonlatauskeskukseksi on saatavana jonovarokkeilla olevia ulkokäyttöön asennettavia keskuksia, ne eivät kuitenkaan sovellu kohteeseen, sillä niistä puuttuu vikavirtasuojat ja niitä ei ole saatavana 22-lähtöisinä versioina. Yksi vartenotettava vaihtoehto olisi edellä mainitun sähköautonlatauskeskuksen tyhjä keskusrunko, josta rakennettaisiin kohteeseen sopiva keskus. Keskuksen suunnittelu ja valmistaminen kokonaisuudessaan on kuitenkin melko suuri prosessi, sillä keskusta valmistettaessa pelkkään tyhjään runkoon on keskuksen kaikki eri luokitukset määritettävä ja nykyään vaaditaan paljon erilaisia laadun varmistukseen liittyviä hyväksyntöjä. Edellä mainittujen asioiden takia, on vartenotettava vaihtoehto tilata tunnetuilta keskusvalmistajilta mittatilauksena valmistettava ryhmäkeskus.

### 7.3 Kaapelit

Latauspisteiden kaapeloinnissa ryhmäkeskusten kaapeloinneissa ei voida käyttää suoranaista tasauskerrointa, vaan todellinen teho on määritettävä kuormanhallinnan perusteella joka kohteessa erikseen. Yksittäisten latauspisteiden kaapeloinneissa käytetään tasauskerrointa 1, sillä latauspiste käyttää aina maksimi tehoa, mikäli kuormanhallinta niin sallii.

Periaatteessa ulkolatauspisteet olisi mahdollista ketjuttaa yhdellä runkokaapelilla, sillä asennusjaloissa on tilaa ketjutusliittimille ja suojalaitteille. Kohteessa tulee kuitenkin oma ulkoryhmäkeskus, joten yksittäistenlatauspisteiden syöttökaapelit jäävät sen verran lyhyiksi, ettei syötön ketjuttaminen tule tarpeeseen. Tästä syystä jokaiselle latauspisteelle vedetään oma syöttökaapeli ulkoryhmäkeskukselta. Latauspisteitä tulee suurimäärä varauksena 83 latauspistettä, joten vinokuorman mahdollisuus on merkittävä. Vinokuormaa voidaan korjata vuorottelemalla vaiheita, käytännössä tämä tarkoittaa L1-liittimeen asennetaan vuorotellen L1-L3 vaihe, tämä on mahdollista yksivaihe latauslaitteissa. Kohteessa käytetyt latauslaitteet ovat kolmivaiheisia, joten vaihevuorottelun käyttömahdollisuus on selvitettävä laitevalmistajalta. (ST-kortti 51.90 2021, s. 6)

Latausryhmäkeskuksen syöttökaapeliksi tulee AMCMK 4x185+57, kaapelin valinta perustui kaapelia syöttävän suojalaitteen kokoon, joka on 250 A Gg tyyppin kahvavaroke. Kaapelireitti menee pääkeskukselta latausryhmäkeskukselle parkkihallissa suojattuna pinta-asennuksena, eli kaapelin mitoituskäyttöön käytetään asennustapaa C, 185 mm<sup>2</sup> alumiinikaapelin maksimikuormitus on 274 A (asennustapa C), joka on yli 250 A.

Ulkoryhmäkeskusta syöttää latausryhmäkeskus ja kaapelireitti kulkee parkkihallin läpi suojattuna pinta-asennuksena, ulkona kaapeli jatkaa putkitettuna maa-asennuksena. Kaapelin asennuksessa on käytössä (asennustapa C Pinta-asennus) ja (asennustapa D maa-asennus). Kaapeli on mitoitettu vähemmän kuormitusta sallivan asennustavan C mukaan, näin varmistetaan kaapelin riittävä kuormituksenkesto kaikissa olosuhteissa. Kaapelina käytetään AMCMK 4x 95+29 maakaapelia, jonka maksimi kuormitettavuus on 180 A (asennustapa C). Kaapelia syöttävä suojalaite on 125 A Gg tyyppin kahvavaroke. 125 A sulakkeella on 22 autopaikalle käytössä 5.7 A/latauspiste, tämä on lähellä kuormanhallinnan minimivirtaa, joka on 6 A. On kuitenkin huomattava, että 125 A virta ei ole mahdollinen kaikissa tilanteissa, sillä kaikille 83 latauspisteelle on yhteensä käytettävissä 250 A.

Käytännössä virranrajoitus kuormanhallinnalla ei riitä tilanteessa, jossa kaikki latauspisteet ovat käytössä; joten osa latauspaikoista joutuu keskeyttämään latauksen kokonaan. Edellä mainittu tilanne on erittäin epätodennäköinen, mutta mahdollinen, joten se on otettava huomioon ohjausjärjestelmien suunnittelussa järjestelmän suojaamiseksi.

Ulkolatauspisteiden kaapelointi tehdään MCMK maakaapelilla, joka on konsetrisella suojamaalla varustettu kuparikaapeli. Kaapelia syöttävä suojalaite on 16 A nimellisvirraltaan, joten MCMK 4x2.5+2.5 riittäisi kuormitusvirranpuolesta. Ulkolatauspisteiden kaapelointi päätettiin toteuttaa MCMK 4x6+6 maakaapelilla, vaikka pienempikin kaapeli olisi riittänyt, päätettiin valita astetta suurempi kaapeli, sillä tässä kokoluokassa se ei tule merkittävästi kalliimmaksi ja suuremmassa kaapelissa on monia hyviä puolia. Suuremmassa kaapelissa on parempi mekaanisen rasituksen kesto, pidemmissä vedoissa tulee ottaa huomioon jännitehäviö, jotta saavutetaan riittävä oikosulkuvirta ja suuremmalla kaapelilla tämä on helpompi saavuttaa. Lisäksi 6 mm<sup>2</sup> kaapelin kuormituskestävyys maa-asennuksessa (asennustapa D) on 57 A, joten se mahdollistaa 32 A suojalaitteen käyttämisen, joten tulevaisuudessa, kun sähköautojen lataustehot kasvavat on latauslaite mahdollista vaihtaa pykälää isompaan 32 A 22 KW latauslaitteeseen.

Latausasemien Tietoliikenne yhteyden muodostamiseksi tarvitaan yleiskaapelointi, kaapelointi tehdään Cat6-luokan kaapelilla. Kaapelit asennetaan hallitilassa kaapelihyllyille ja muilta osin suojaputkeen. Ulkolatauspaikoille tulevat kaapeloinnit tehdään Cat6-luokan maahan asennettavalla supercat kaapelilla ja kaapelit asennetaan suojaputkeen. Latausryhmäkeskuksen viereen asennetaan rakkikaappi, jonne kaikki Ethernet-kaapelit vedetään. Rakkikaappiin asennetaan 4G-modeemi tai parempana, mutta kalliimpana ratkaisuna hankitaan valokuituliittymä, mikäli sellainen on kyseisellä alueella järkevään hintaan saatavana. Vaikka kuormanhallinta toimii sisäverkossa, tarvitaan internetyhteyttä tietojen siirtämiseksi pilvipalveluun, jonka kautta laskutus ja latauksen aktivointitunnistus tapahtuu.

#### **7.4 Virtamittari**

Virran mittaus tapahtuu pääkeskuksessa ja virtamuuntajat asennetaan latausryhmäkeskuksen syöttökaapeliin, varsinainen virtamittari on keskuksen oveen tai

keskuksen sisälle tyhjään asennustilaan tuleva monitoimimittari. Virtamuuntajat ovat hagerin SRC/BG113 20x20 400/5 5VA lk1 sarjan virtamuuntajia, joiden maksimimittausvirta on 400 A ja tällä virta-arvolla toisiovirta on 5 A, virtamittari mittaa toisiovirtaa. Virtamuuntajia tulee 3, joka vaiheelle yksi. Virtamuuntajien kanssa on muistettava, että virtamuuntajan toisiopuoli on aina oltava kytkettynä virtamittariin tai oikosulussa, avoin piiri toimii muuntajana ja se voi muodostaa hengenvaarallisen jännitteen. Virtamittari on hagerin Monimittari - SM103E U/I/P/tk/E/h 96x96 tyyppiä, mittarilla on tarkoitus mitata ensisijaisesti virtaa, mutta mittarissa on paljon muitakin ominaisuuksia, jolla voidaan seurata latauskeskuksen sähkönlaatua ja kulutusta. Virtamittarin on tarkoitus ohjata kuorman hallintaa, tämä onnistuu lisämoduulin avulla, joka mahdollistaa mittarilta pulssilähdön (RS485/Modbus) väyläteknikalla. Mittarissa on paljon toimintoja, ja mittausdatan hyödyntäminen keskukselta on vaikeaa, joten latausasema urakan yhteydessä olisi järkevää kehittää jonkinlainen energian valvonta järjestelmä lisäurakkana. Kuormanhallinta ja laskutusjärjestelmä vaatii joka tapauksessa pilvipalvelun/kiinteistönsisäisen serverin, jonne tallennetaan lataustiedot latauspistekohtaisesti ja jonka kautta ohjataan kuormanhallintaa ja latauksen käynnistämistä, joten samaan järjestelmään olisi järkevää lisätä monimittarilta saatavan datan tallennus.

## 8 Kokonaiskustannusarvio

Yleensä kokonaiskustannusarvio kattaa kaikki urakkaan liittyvät kulut, eli kokonaiskustannusarvio on urakkahinta-arvio ilman yrityksen katetta. Kulurakennetta voidaan jakaa eri osiin, komponenttien hinta, työn hinta, suunnittelun hinta, lupahakemukset ja kate. Opinnäytetyössä oleva parkkihallikohde on vasta suunnittelun alkuvaiheessa ja opinnäytetyön pitää olla valmis, ennen työmaan aloittamista, lisäksi tarkat kustannuslaskelmat olisivat olleet ongelmallisia liikesalaisuus syistä. Näistä syistä johtuen, käsitellään työssä vain laitekustannukset.

Kokonaiskustannusarvio perustuu raportissa esitettyihin laitteisiin ja varsinaisen urakan kokonaiskustannukset ovat huomattavasti suuremmat. Kustannusarviosta ei pysty huomaamaan virtakiskojärjestelmän hyötyä, sillä suurin ero tulee asennuskustannuksiin ja

latauspisteiden määrään, laskelmassa on kuitenkin mukana kaikki 83 latausasemaa, vaikka todellisuudessa ei kaikkia vielä tässä vaiheessa hankita. Sähkökeskukset tai keskusrungot ja niihin tulevat komponentit eivät ole mukana laskelmassa, koska niistä täytyy tehdä erillinen tarjouskysely keskusvalmistajalta.

Kustannusarviossa on mukana latausasemat, syöttökaapelit, virtamittari, virtakiskojärjestelmän osat. Raportissa esitettyjen laitteiden kokonaishinta kohteeseen arvioituilla tarvikemäärillä on 186 500 € alv.0 %. eli alv.24 % mukaan lukien tulee laitteiden hinnaksi 231 260 €, josta alv:n osuus on 44 760 €. Latauslaitteet muodostavat suurimmanosan laitekustannuksista, toisena suurena kulujentekijänä on virtakiskojärjestelmä, joka kuitenkin on säästöä tulevaisuudessa, kun lisättäville latauslaitteille on syötöt valmiina.

## 9 Yhteenveto

Työ onnistui mielestäni hyvin ja siinä saavutettiin haluttu lopputulos, työn tavoite muuttui kuitenkin monta kertaa toteutusaikana ja se vaikutti työn lopputulokseen. Työn teoriaosassa käsiteltiin sähköautotyyppejä, sähköauton latausratkaisuita ja latauspistoketyyppejä. Teoriaosassa opin paljon uutta sähköauton lataamisesta ja samalla heräsi mielenkiinto, siihen miten kuormanhallinnalla voi vaikuttaa sähkön kulutukseen ja sähköliittymän kuormitushuippujen tasoittamiseen. Sähköautojen määrä on kasvanut viimevuosina, joten uskon näiden opittujen tietojen tulevan tarpeeseen.

Toteutusosassa oli alun perin tarkoituksena suunnitella Lohjalla sijaitsevaan parkkitalokohteeseen sähköautonlatausjärjestelmä ja tehdä siitä urakkalaskenta, myöhemmin kuitenkin urakan opinnäytetyö osuudeksi rajattiin laiteajatuksat ja kokonaiskustannusarvio laitteiden osalta. Kohde osoittautui kiinnostavaksi ja laitteiden valinta oli haastava kokonaisuus. Kohteessa oli tarkoitus käyttää lähinnä ABB:n laitteita, mutta muilta valmistajilta löytyi paremmin kohteeseen sopivia laitevaihtoehtoja. Kohteeseen asennetaan ABB:n terra AC-latauslaitteet ja ABB:n vikavirtajohdonsuojakatkaisijat virranottimiin. Virtakiskojärjestelmä on Schneider Electricin Canalis KS-sarjaa virtakiskojärjestelmällä toteutetaan parkkihallin yhtenäinen halliosuus. Sähkökeskusten osalta paras vaihtoehto on tilata kohteeseen räätälöidyt keskukset suoraan keskusvalmistajalta. Kuormanhallintajärjestelmä toteutetaan virtamittarilla, joka on kytketty pilvipalveluun, jonka kautta ohjataan kuormanhallinnan ja latausenergian laskutuksen kokonaisuutta. Tein firmalle kohteeseen laiteajatuksat ja niistä on toivottavasti hyötyä kohteen sähkösuunnittelussa. Kokonaiskustannusarvio perustui laitevalintojen laitteisiin ja sen oli tarkoitus toimia lähinnä apuna kokonaiskustannusten hahmottamisessa.

Työ oli haastava ja opettavainen kokonaisuus ja suunnitelmien muutoksista huolimatta päästiin työssä mielestäni haluttuun lopputulokseen ja saatiin laadittua tarvittavat materiaalit ja laiteluettelo. Kuormanhallinta ja laskutusjärjestelmä osuus jäi mielestäni hieman suppeaksi, jos aikaa olisi ollut enemmän olisi siihen ollut mukavaa perehtyä tarkemmin.

## Lähteet

ABB. (2021). Uusi Terra AC -latausasema 3-22 kW

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107680A3807&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

Ensto. (2021). Suunnittelijan opas Sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa 2021.

<https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>

Kotilaturi. (n.d.). ABB Latausasema Terra AC-W11-G5-R-0. kuva 1.

<https://www.kotilaturi.fi/tuote/abb-latausasema-terra-ac-w11-g5-r-0/>

Moottori. (20.10.2020). Niin mikä oli: aivan kaikki, mitä sinun tulee tietää hybrideistä.

<https://moottori.fi/ajoneuvot/jutut/niin-mika-oli-aivan-kaikki-mita-sinun-tulee-tietaa-hybrideista/>

Paraslataus. (n.d.). Kuormanhallinta dynaaminen. Haettu 15.3.2022 osoitteesta

<https://paraslataus.fi/kuormanhallinta/#dynaaminen>

Plugit. (2021. -a). Latauspistoketyypit sähköautoille. Haettu 15.3.2022 osoitteesta

<https://plugit.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>

Plugit. (2021. -b). Latauspistoketyypit sähköautoille. Haettu 15.3.2022 osoitteesta

<https://plugit.fi/artikkelit/sahkoautotyypit/>

Renault. (n.d.). RENAULT CAPTUR E-TECH PLUG-IN HYBRID. Haettu 15.3.2020 osoitteesta

<https://www.renault.fi/henkiloautot/captur-plug-in-hybrid/>

Saka. (9.7.2021). Hybridiauton valinta: mitä eroa erilaisilla hybridiautoilla on?

<https://saka.fi/fi/yritys/ajankohtaista/mita-eroa-erilaisilla-hybridiautoilla-on/>

Scoda. (8.2021). Innovatiivisuus näkyy kaikessa. Haettu 15.3.2022 osoitteesta

[https://www.magnetcloud1.eu/s/skoda/OCTAVIA\\_ESITE\\_8\\_2021/#p=83](https://www.magnetcloud1.eu/s/skoda/OCTAVIA_ESITE_8_2021/#p=83)

se suomi. (n.d.). virtakisko-canalisksa-250a-3vaihe-pituus-5m-10-virranottoa. kuva 2.

<https://www.se.com/fi/fi/product/KSA250ED45010/virtakisko-canalisksa-250a-3vaihe-pituus-5m-10-virranottoa/?filter=business-4-s%C3%A4hk%C3%B6jakelu&node=12143972810-canalisksa&parent-subcategory-id=1310&range=1753-canalisksa&selected-node-id=12143974784>

se suomi. (n.d.) Virranotin, Canalis KSA, 63A, 3-vaihe, virranotin 63A, 8 moduulia. kuva 4.

<https://www.se.com/fi/fi/product/KSB63SM48/virranotin-canalisksa-63a-3vaihe-virranotin-63a-8-moduulia/?range=1753-canalisksa&node=12143972810-canalisksa&filter=business-4-s%C3%A4hk%C3%B6jakelu&selected-node-id=12143982672>

se suomi (n.d.) Keskisyöttökotelo ja päätykappaleet, Canalis KSA, 250A, 3-vaihe, keskisyöttö 100-250A. kuva 3.

<https://www.se.com/fi/fi/product/KSA250ABT4/keskisy%C3%B6tt%C3%B6kotelo-ja-p%C3%A4tykappaleet-canalisksa-250a-3vaihe-keskisy%C3%B6tt%C3%B6-100250a/?filter=business-4-s%C3%A4hk%C3%B6jakelu&node=12143972810-canalisksa&range=1753-canalisksa&selected-node-id=12143973192>

se suomi (n.d.). Kulma, Canalis KSA, 250A, 3-vaihe, kulma oikea tai vasen. kuva 6.

<https://www.se.com/fi/fi/product/KSA250DLC401/kulma-canalisksa-250a-3vaihe-kulma-oikea-tai-vasen-/?filter=business-4-s%C3%A4hk%C3%B6jakelu&node=12143972810-canalisksa&range=1753-canalisksa&selected-node-id=12143978279>

Sesko. (2021). Sähköajoneuvojen lataussuositus. 5 painos Helsinki.

<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/>

Sonepar. (n.d.). ABB Vikavirtajohdonsuojakatkaisija - DS203NC-C16A30. kuva 5.

<https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/vikavirtajohdonsuojakatkaisija-ds203nc-c16a30-3211101>

ST-käsikirja 41 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: sähkötieto ry

ST-kortti 51.90 2021. Sähköauton lataaminen ja latauspisteen toteutus. Espoo: Sähkötieto ry