



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Matias Rajamäki

# Kauppakeskusten sähköautopaikkojen tarve ja tekniset vaatimukset tulevai- suudessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

15.9.2020

Tekijä Otsikko	Matias Rajamäki Kauppakeskusten sähköautopaikkojen tarve ja tekniset vaatimukset
Sivumäärä Aika	28 sivua 15.09.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio
<p>Tässä insinööriyössä selvitetään sähköautopaikkojen tarvetta ja teknisiä vaatimuksia kauppakeskuksissa sekä muissa kiinteistöissä. Tämän lisäksi työssä tarkastellaan sähköautopaikkoja asennusteknisestä näkökulmasta sekä tehomitoituslaskelmia kiinteistöiden sähköjärjestelmiä varten. Työssä käsiteltiin Kauppakeskus Kaaren sähköautopaikkojen sähkön kulutusta, jotta saatiin todellinen käsitys sähköautopaikkojen kulutuksesta kaupallisessa kohteessa.</p> <p>Tavoitteena työssä oli selvittää, minkälaiset tekniset vaatimukset sähköautopaikoilla on kauppakeskuksissa, minne sähköautopaikkoja kannattaa asentaa ja mitkä ovat hyvän asennustavan mukaisia toimenpiteitä. Tuloksena työssä nähdään, kuinka suuri sähköautopaikkojen todellinen tarve on, millaisia latauspaikkavaihtoehtoja löytyy ja miten niitä kannattaa kauppakeskuksiin asentaa tällä hetkellä ja tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	latauspaikka, sähköauto, ST-käsikirja, kauppakeskus

Author Title Number of Pages Date	Matias Rajamäki Technical requirements and need for electric vehicle charging stations in shopping centers 28 pages 15 March 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Lecturer Jarno Nurmio
<p>This thesis investigates technical requirements and need for electric vehicle charging stations in shopping centers and in other commercial real estates. In addition, this work surveys charging station's installation process from technical point of view and examines the power sizing calculations for electrical systems in real estate. The work analyses the electrical power consumption of charging stations in Kauppakeskus Kaari in order to get a real understanding of the consumption in a commercial site.</p> <p>The aim of the work was to find out, what kind of technical requirements are for charging stations in shopping centers, where the electric vehicle charging stations should be installed and what are the good installation measures.</p>	
Keywords	electric vehicle, charging station, real estate, installation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköautojen lataustavat	1
2.1	Lataustapa 1	3
2.2	Lataustapa 2	3
2.3	Lataustapa 3	3
2.4	Lataustapa 4	4
3	Sähköautopaikkojen suunnittelu ja toteutus kiinteistöön	4
3.1	Sähköautojen käyttäjäprofiilin arviointi	4
3.2	Sähköautopaikkojen suunnittelu kauppakeskukseen	6
3.3	Sähköautopaikkojen asennukset ja vikavirtasuojaus	7
3.4	Latausasemien käyttöönottotarkastus	9
3.5	Latauspisteiden ja latausverkon kunnonvalvonta	9
4	Oma projekti kauppakeskus Kaaressa	10
4.1	Julkisten latauspisteiden määräykset	10
4.2	Asennusprojekti kauppakeskus Kaareen	10
4.3	Käytetyt laitteet ja asennusmateriaalit	13
4.4	Järjestelmän helppokäyttöisyys	16
4.5	Lataustapahtumat Kaaressa	16
5	Sähköautopaikkojen tarve ja tekniset vaatimukset tulevaisuudessa	19
5.1	Kasvu ja tavoitteet Suomessa ja EU:ssa	19
5.2	Sähköverkon vaatimukset	20
5.3	Turvallisuus	21
5.4	Valmiudet kauppakeskuksissa ja muissa kiinteistöissä	23
5.5	Latauspaikkojen määrä ja sijainnit	25
6	Pohdinta	26
7	Yhteenveto	26



## 1 Johdanto

Sähköautojen lukumäärä on ollut voimakkaassa kasvussa viime vuodet, ja niiden määrä on kaksinkertaistunut vuosittain. Merkittävänä syynä räjähdysmäiseen kasvuun on Euroopan unionin tahto vähentää hiilidioksidipäästöjä sekä öljyriippuvuutta. Euroopassa myös ajoneuvojen ”vihreys” on ollut nousevana trendinä jo pidemmän aikaa. Tulevaisuudessa sähköautojen kasvun määrä tulee vaatimaan hyvin kattavan latausverkon ja tämän takia kannattaa kiinteistöissä aloittaa valmistautuminen sisäisen sähköverkon suunnitteluun mahdollisimman pian. Sähköautopaikkojen asennus on tarkka prosessi, jossa täytyy seurata useita määräyksiä ja suosituksia, jotta saadaan turvalliset ja toimivat latauspaikat. Monipuolisimmat suositukset asennusprosesseihin ja mitoittamiseen ovat *Sähkötietokortistossa* kohdassa *Määräys- ja suosituskortit*. [1]

Työssä perehdytään ensin neljään eri lataustapaan, joita käytetään erilaisissa kohteissa ympäri Suomea. Tämän jälkeen tarkastellaan sähköautopaikkojen asennusprosessia suunnittelun ja toteutuksen kannalta. Soveltamisen osalta työssä kerrotaan omasta projektista Kauppakeskus Kaaressa, minkä jälkeen keskitytään kasvun vaatimuksiin ja turvallisuuteen. Lopuksi pohditaan asiaa turvallisuuteen, tekniikkaan ja taloudellisuuteen liittyen.

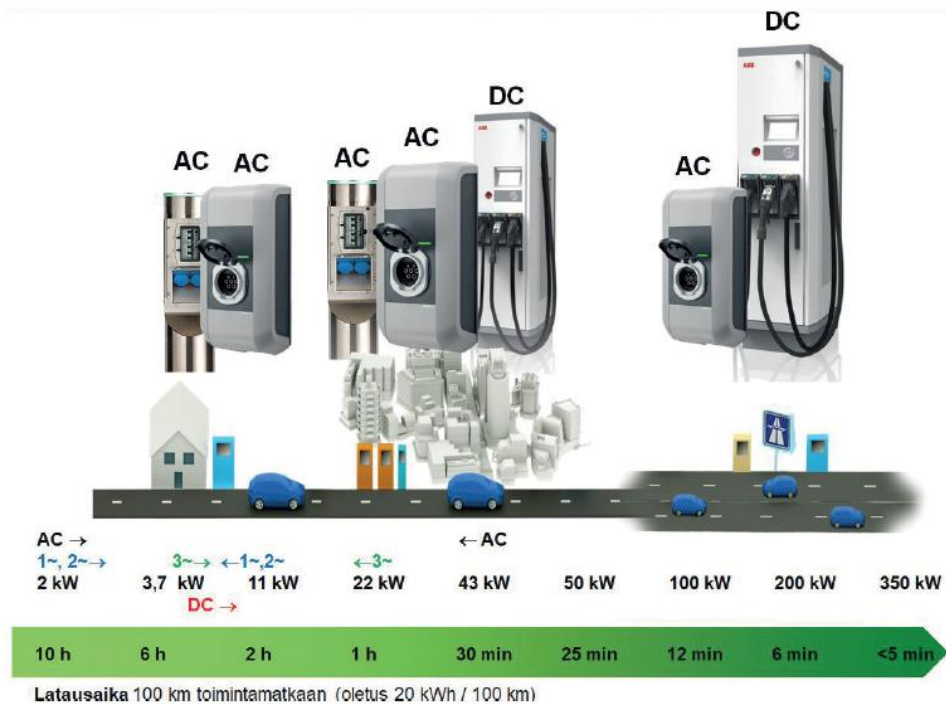
Opinnäytetyö tehtiin Newsec Asset Managementin kautta Kauppakeskus Kaarelle, koska kauppakeskuksessa haluttiin tulevaisuuden varalta perehtyä aiheeseen. Työ toteutettiin tutkimalla nykyisiä ja menneitä sähkötekniisiä suosituksia ja määräyksiä sekä perehtymällä kauppakeskuksen sähköautopaikkojen asennusprosessiin käytännössä.

## 2 Sähköautojen lataustavat

Sähköautojen latausta varten on esitetty neljä erilaista lataustapaa. Nämä lataustavat jakautuvat tehon, kytkentätavan, käyttötarkoituksen ja tasasähkö/vaihtosähkö -ominaisuuksiin perustuen.

Lataustapoja (modeja) sähköautoille ovat

- Lataustapa 1: Kevyiden ajoneuvojen lataus
- Lataustapa 2: Hidas lataus
- Lataustapa 3: Peruslataus
- Lataustapa 4: Teholataus



Kuva 1. Tarpeenmukaiset lataustehot [2]

Kuvassa 1 näytetään, minkä suuruisilla lataustehoilla saadaan 100 kilometrin toimintamatka missäkin ajassa. Lataustapa 1 sijoittuu tässä kuvassa 2–3,7 kW:n luokkaan. Lataustavalla 2 päästään 22 kW:iin asti, lataustavalla 3 voidaan päästä 43 kW:n lataustehoon ja lataustavalla 4 voidaan saavuttaa tehoksi esimerkiksi Tesla Supercharger -latauspaikalla 150 kW:n teho, riippuen käytettävästä latauspaikkaversiosta. [2; 3; 4.]

## 2.1 Lataustapa 1

Lataustapa 1 on tarkoitettu kevyille ajoneuvoille, kuten sähköpyörille ja sähkömopoille. Sähköajoneuvo liitetään tässä tapauksessa sähköverkkoon käyttäen enintään 16 ampeerin 250 V:n yksivaiheista tai 480 V:n kolmivaiheista standardoitua pistorasiaa. Tämän lisäksi tulee myös käyttää tehoa syöttäviä johtimia ja suojamaadoitusjohtimia. Pistorasiana käytetään normaalia kolmivaiheista pistorasiaa tai Schuko-pistorasiaa, joka on suojamaadoitettu sähköpistoke tai pistorasia. Tätä lataustapaa käytetään lähinnä tilapäiseen lataukseen. [1]

## 2.2 Lataustapa 2

Lataustavassa 2 liitetään sähköauto vaihtosähkösyöttöön ja käytetään enintään 32 A:n ja 250 V:n yksivaiheista tai 480 V:n kolmivaiheista standardien mukaista pistorasiaa. Kuten lataustavassa 1, tässäkin käytetään suojamaadoitusjohtimia ja tehoa syöttäviä johtimia. Pistorasiana voidaan käyttää Schuko-pistorasiaa tai kolmivaiheista pistorasiaa. Lataustavan 2 käyttö on tarkoitettu tilapäiseen käyttöön, jos lataustavan 3 kaltaista latauspistettä ei ole mahdollista käyttää. Tässä lataustavassa on suositeltu käytettävän enintään 8 ampeerin latausvirtaa. Latauspisteen liitosjohdossa tulee olla Sähkötietokortissa vaaditut suojalaitteet. [1]

## 2.3 Lataustapa 3

Lataustapa 3 on erityisesti sähköajoneuville tarkoitettu järjestelmä, jossa paikan ohjaustoiminnot menevät kiinteästi sähköverkkoon. Latausvirta laitteissa voi olla 6 A–63 A, jolla saadaan 1,4–43 kW:n latausteho. Pistorasiana tässä tapauksessa tulee käyttää Suomen Standardisoimisliiton SFS ry:n standardin SFS-EN 62196-2 mukaisia kolmevaiheisia pistorasioita. Latausjärjestelmässä on tiedonsiirtoväylä, jonka avulla voidaan varmistaa ajoneuvon oikeanlainen kytkeytyminen latauspaikkaan ja ohjata saatua kuormitusta. [1]

## 2.4 Lataustapa 4

Lataustapa 4 on pikalataustapa, joka toimii sähköauton liittämällä sähköverkkoon käyttäen sähköajoneuvon ulkopuolista laturia. Tässä laturissa ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitetyn sähköajoneuvon latauslaitteeseen. Järjestelmä on suunniteltu erityisesti sähköautojen latausta varten, mutta siinä voidaan ladata myös pikalatauksen mahdollistavia hybridautoja. Lataustavassa 4 käytetään standardin SFS-EN 62196-3 mukaista pistoketta. [1]

## 3 Sähköautopaikkojen suunnittelu ja toteutus kiinteistöön

Tässä luvussa perehdytään Sähkötietokortistossa eli ST-kortistossa ja standardeissa annettuihin suosituksiin sähköautopaikkojen käyttäjäprofiilin arvioinnista, suunnittelusta, asennustekniikasta ja latauspaikkojen ylläpitoprosessista. Näihin käytetään ST-kortteja 13.31, 51.90 ja ST-käsikirjaa 41 sekä standardia SFS 6000-7-722. [1]

### 3.1 Sähköautojen käyttäjäprofiilin arviointi

Latausjärjestelmää tehtäessä täytyy ottaa huomioon kiinteistö, jonne järjestelmä asennetaan ja kohteen käyttäjäprofiili. Käyttäjäprofiilissa tehdään arvio, kuinka kauan lataustapahtuma keskimäärin kestää ja kuinka paljon sähköenergiaa käyttäjät lataavat. Kuormanhallintaa käyttäen tehoa voidaan rajoittaa kahdessa portaassa: ryhmäkeskus- ja pääkeskustasolla.

ST 13.31 -kortissa esitetään kiinteistöjen liittymän ja sähköverkon mitoittaminen kuormanhallinnalla varustetun älykkään latausjärjestelmän huipputehon arviointiin kuvan 2 kaavalla.

$$P_{lataus} = \frac{\text{haluttu toimitasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{auto}}{\text{latauskerran aika h}}$$

$P_{lataus}$	=	latausjärjestelmän teho
haluttu toimitasäde latauskerralla	=	tilaajan päättämä toimitasädemäärä, joka taataan kaikille latauspisteille yhdellä latauskerralla
20 kWh/100 km	=	yleinen sähköajoneuvojen taloudellisen ajon keskimääräinen kulutus
latausaika kerralla	=	aika, jonka sähköajoneuvo voi keskimäärin olla latauksessa per latauskerta
$n_{auto}$	=	kyseistä mitoitusta käyttävien ajoneuvojen lukumäärä

Kuva 2. Latausjärjestelmän tehon laskentakaava [1]

Kuvan 2 kaavasta voidaan laskea järkevä latausteho esimerkiksi kauppakeskukseen, jossa asioiva asiakas viettää aikaa 20 minuuttia ja ajaa sen jälkeen takaisin kotiinsa 10 kilometrin päähän:

$$\frac{10 \text{ km} * 0,2 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} * 1}{0,33} = 6,1$$

Tällöin saamme yhden latauspaikan latausjärjestelmän tarvittavaksi tehoksi kotimatalle 6,1 kW.

Oletuksena kaavan käytössä on, että käytettävä latausjärjestelmä on älykäs ja valvoo runkojohtojen kuormitusta, sekä ohjaa lataustehoja tarpeen mukaan. Mikäli kohteeseen on tarkoitus asentaa erityyppisiä latauspisteitä, täytyy näiden pisteiden tehomitoitus laskea omina laskuinansa ja summata. Näin voi joutua menettelemään esimerkiksi kauppakeskuksissa, joissa rakennetaan omat kevyet latauspisteet henkilökunnalle ja tehokkaammat yleisessä käytössä olevat latauspisteet asiakkaille, joiden vierailut kauppakeskuksissa ovat lyhyempiä. [1]

### 3.2 Sähköautopaikkojen suunnittelu kauppakeskukseen

Suunnitteluvaiheessa suositellaan seuraavia asioita katsottavaksi läpi sähkökäytönjohtajan ja urakoitsijan kanssa ennen järjestelmän asennusta:

- Mitoitusvirta
- Liittymisjohdon kunto ja koko
- Pääsulakkeiden kunto
- Keskuksen kunto
- Keskuksessa olevat tilat uusille lähdöille
- Syöttävän sähköjärjestelmän kunto
- Sähköjärjestelmän tämän hetkinen kuormitus
- Kauppakeskuksen budjetti
- Johtoreitit
- Käyttötarkoitus
- Kaapelointi.

Sähkökäytön johtaja otetaan mukaan suunnittelu ja toteutus prosessiin, jos kiinteistössä on esimerkiksi suurijännitteinen muuntamo, tai liittymisteho on yli 1 600 kVA. Muissa tapauksissa täytyy luottaa urakoitsijaan ja olla varma, että urakoitsija tietää, mitä tekee. Asiakkaan täytyy tällaisessa tapauksessa olla mielellään hyvin perehtynyt sähkötekniikkaan tai käyttää muita konsultointitahoja. [1]

Latausjärjestelmän asennusprosessia suunniteltaessa on selvitettävä järjestelmän käyttötarkoitus. Käyttötarkoituksessa on otettava huomioon, mitkä ovat tarvittavat toimintasäteet, mitkä kauppakeskus haluaa tarjota asiakkaille. Kauppakeskuksiin ei mielestäni tarvita suuritehoisia latauspisteitä, koska suurimmassa osassa tapauksia asiakkailla ei ole tarvetta ladata sähköautonsa akkua täyteen kalliimmalla sähkön hinnalla, kuin kotona pystyttäisiin. Asiakas haluaa yleensä ladata akkua sen verran, että hän kykenee tällä latausmäärällä ajamaan kotiinsa ja seuraavana päivänä takaisin töihin. Tämä tarkoittaa, että suositeltavina lataustapoina olisivat heikompitehoiset (noin 5–22 kW) latausjärjestelmät, koska näillä saadaan asiakkaiden käyttötarkoitukseen tarkoitukseenmukaiset lataustehot. Kuitenkin joissakin tapauksissa suurempitehoisten järjestelmien asennus on kannattavaa, jos halutaan antaa mahdollisuus kaiken tyyppisille lataajille ja tiedetään, että suurempitehoiselle lataukselle on kysyntää tai tulee olemaan kysyntää tulevaisuudessa kyseisessä kohteessa.

Kaapeloidessa latausjärjestelmää on otettava huomioon tietoliikennekaapeloinnin ja kaiken muun kaapeloinnin häiriösuojauksen vaatimukset. Syöttöjä suunniteltaessa täytyy varautua kuormituksen ohjaukseen, mittauksien järjestämiseen ja laitteiden etähallinta mahdollisuuksiin. Turvallisuutta huomiolla pitäen voi olla myös tarpeen liittyä muihinkin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin tai turvajärjestelmiin kuten paloilmoitinjärjestelmään, jolloin saadaan esimerkiksi keskeytettyä lataustoimenpide paloilmaitimen avustuksella. Suurissa latausjärjestelmissä voi käyttää mm. energiavarastoja, jos halutaan leikata huippukuormia. Suosittelen, että kaikki suuremmat sähköasennukset käytäisiin läpi sähkökäytönjohtajan kanssa. [1; 2.]

### 3.3 Sähköautopaikkojen asennukset ja vikavirtasuojaus

Sähköajoneuvojen lataamiseen käytettävien kiinteistöjen sähköverkkojen erityiset asennusvaatimukset kerrotaan standardissa SFS 6000-7-722, tämän lisäksi on otettava huomioon standardisarjan SFS 6000 muut vaatimukset, jotka koskevat pienjännitesähköasennuksia.

Vikavirtasuojaja mittaa siihen kytkeytyneessä virtapiirissä kuormaan menevän ja kuormasta tulevan virran suuntineensa. On mahdollista, että vikatilanteesta johtuen summavirta poikkeaa mitoitetusta virtaamasta, jolloin vikavirtasuojajan koskettimet avautuvat ja suojattu ryhmä muuttuu jännitteettömäksi. Vikavirtasuojajakin suojaa ihmisiä ja muita eliöitä jännitteisten osien suoralta sekä epäsuoralta kosketukselta. Suora koskettaminen tarkoittaa, kun kosketetaan suoraan sähköasennuksen jännitteistä osaa. Epäsuorassa kosketuksessa taas kosketetaan eristysvian takia jännitteiseksi tullutta sähkölaitteen kuoren osaa. Vikavirtasuojalla saadaan katkaistua mahdolliset vuotovirrat, joten se suojaa myös niiden aiheuttamalta tulipaloriskiltä. [5; 6.]

A-tyypin vikavirtasuojaja suojaa äkillisesti tai hitaasti kasvavalta sinimuotoiselta vaihtovirralla ja myös pulssimuotoiselta tasavirralla. B-tyypin vikavirtasuojissa on A-tyypin ominaisuudet ja sen lisäksi vuotovirtavika voi olla puhdasta tasavirtaa. [7; 8; 9.]

Maadoitusvastus voidaan määrittää seuraavasta kaavasta:

$$R \leq \frac{U}{I}$$

I on Vikavirtasuojakytkimen nimellinen laukaisuvirta ampeereina, U on Sallittu kosketusjännite voltteina ja R on Maadoitusvastus ohmeina. [6]

Sähköautopaikkoja asennettaessa suositellaan akkujen lataukseen suunniteltuja lataus-  
asemia. Tämä tarkoittaa sitä, että ei käytetä esimerkiksi tavallista lämpötolppaa hybridin  
tai varsinkaan sähköauton lataukseen. Kaikki latauspisteet on asennettava itsenäisiksi  
virtapiireiksi ylivirtasuojan ja vikavirtasuojan taakse. Paikat täytyy suojata vähintään  
30 mA:n vikavirtasuojauksella. Käytettäessä standardin SFS 62196 kaltaisia pistorasi-  
oita tai pistokkeita, täytyy kaikki latauspisteet suojata B-tyyppin vikavirtasuojalla tai A-tyy-  
pin vikavirtasuojalla yhdistettynä 6 mA:n tasasähkövikavirran poiskytkävän laitteen  
kanssa.

Latauspisteissä täytyy olla myös sellainen suojaus, joka häiriötilanteessa estää syötön  
kokonaan ajoneuvon akusta jännitteettömään sähköverkkoon. Jos käytetään latausta-  
paa 3 tai 4, täytyy latauspistokkeessa olla myös lukitusjärjestelmä, jotta latauspistoketta  
ei voida irrottaa tai kytkeä jännitteellisenä.

Tarkoituksena latausjärjestelmän kuormanhallinnassa on rajoittaa latausjärjestelmän te-  
hoa latausvirran hallinnalla. Rajoitus tehdään, jotta liittymän tai keskuksen nimellisvirta  
ei ylity ja sähkökaapelit voidaan mitoittaa taloudellisemmin. Käytettäessä kuormanhallin-  
taa välttään ylimitoitukselta. Suuremmissa latausjärjestelmissä suositellaan varatta-  
vaksi latauskäyttöön oma ryhmäkeskus, josta syöttö menee ainoastaan latausasemille.

Latauspistettä sijoittaessa ulos, täytyy pisteen koteloituksella olla vähintään IP44. Suo-  
sitteluna asennuskorkeutena latauspisteelle käytetään 0,5–1,5 metriä, ja se kannattaa  
sijoittaa mahdollisimman lähelle sähköauton pysäköintipaikkaa. Asennuspaikan korkeus  
tulee mitata pistorasian ala-osasta. [1; 2.]

### 3.4 Latausasemien käyttöönottotarkastus

Latausasemat ovat sähkölaitteita, joten niiden käyttöönotossa tulee huomioida laitestandardi. Sähköturvallisuuslaki edellyttää käyttöönottotarkastusta, joka täytyy tehdä kaikille kiinteille asennuksille. Tässä tapauksessa latausaseman toimintatarkastus tehdään laitteen valmistajan ohjeistuksen mukaisesti.

Latauspisteiden syöttökaapelille tehdään käyttöönottotarkastus, jossa tehdään aistivaiset tarkastukset, mitataan suojamaadoitusjohtimen jatkuminen, todetaan vikasuojauksen toiminta, mitataan erityisresistanssi ja tarkastetaan vikavirtasuoja. Vikavirtasuoja voi olla latausasemassakin; tällöin latausaseman vikavirtasuoja tarkastetaan ja mitataan se valmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Vaikka latausasemassa olisi B-tyypin vikavirtasuoja, riittää toiminnan tarkastaminen sinimuotoisella vikavirralla. On tärkeää, että tarkastetaan myös kaapelireitti, ettei syöttökaapeli mene määräysten vastaisesti lämpöeristyksen sisäpuolella.

Laitteiden valmistajan asennusohjeita täytyy noudattaa, ja jos latausaseman toimintatestinä vaaditaan muitakin tarkastus- tai mittaustoimenpiteitä, tulee nämä toteuttaa täydellisen toimivuuden ja takuuasioden varmistamiseksi. Yksityiskohtaiset tiedot latausasemien suunnitteluprosessista löytyvät ST-kortista 51.90 Sähköautojen lataaminen ja latauspisteiden toteutus ja vielä laajemmin ST-käsikirjasta 41 sähköautot ja latausjärjestelmät. [2]

### 3.5 Latauspisteiden ja latausverkon kunnonvalvonta

Latauspistokkeet ja pistokytkimet likaantuvat käytössä, joten niiden kuntoa pitää valvoa säännöllisesti valmistajan ohjeiden mukaisesti. Vikavirtasuojauksen toiminta täytyy testata laitteessa olevalla testauspainikkeella laitevalmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Suositellaan myös, että pistokytkimille, vikavirtasuojaukselle ja kaikille muille säännöllistä tarkastusta ja huoltoa vaativille laitteille tehdään kunnossapito-ohjelma kirjallisesti. Jos kunnossapito-ohjelma ei vaadi töitä, jotka aiheuttaisivat sähköiskun vaaraa tai lait-

teen rikkoutumisen mahdollisuutta, voidaan tämä prosessi sisällyttää esimerkiksi kiinteistönhuollon sopimuksen piiriin ja pyytää paikkojen toimittajaa kouluttamaan huolto oikeaoppiseen puhdistamiseen. [2]

## 4 Oma projekti kauppakeskus Kaaressa

Tässä luvussa kerron kauppakeskus Kaaren sähköautopaikkojen asennusprojektista, jonka organisoin syksyllä 2019 yhdessä Plugit Finland Oy:n kanssa. Toimin projektissa tilaajan roolissa ja perehdyin asennusprojektissa tarvittaviin komponentteihin ja niiden käyttöön.

### 4.1 Julkisten latauspisteiden määräykset

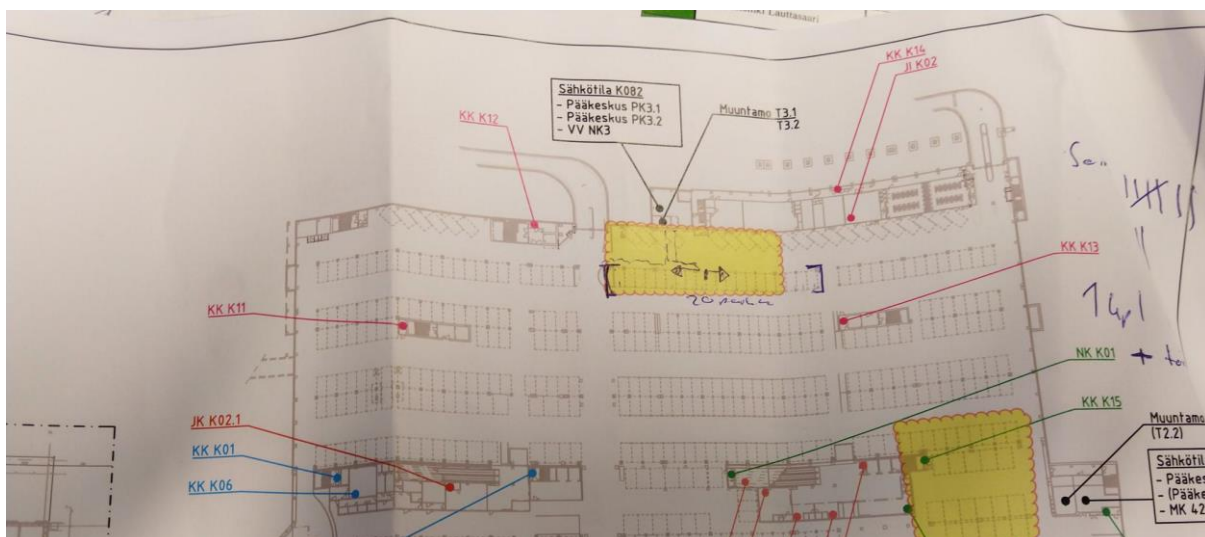
Jakeluinfradirektiivi määrää, että 17.11.2017 lähtien julkisten vaihtovirtalatauspisteiden tulee olla varustettuna vähintään lataustapaan 2 soveltuvilla pistorasioilla. Samoin tasasähköpisteet täytyy varustaa vähintään SFS-EN 6296-3 mukaisella FF ”CCS2” -pistokkeella. Tämän direktiivin tai standardin kanssa ei tullut Kaaressa ongelmia, kun asennetut laitteet olivat tyyppiä mode 3.

### 4.2 Asennusprojekti kauppakeskus Kaareen

Sähköautojen julkisten latauspisteiden investointituki oli voimassa 2017-2019. Vuoden 2019 syksyllä tilasin kauppakeskus Kaareen uusia sähköautopaikkoja 15 kpl ja tästä hyvästä saimme valtiolta 30 % kokonaisinvestointihinnasta takaisin. Tällä hetkellä Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksella (Ara) on vielä voimassa sähköautopaikkojen avustustuki, jossa myönnetään enintään 35 % hyväksytyistä ja toteutuneista kustannuksista korvaukseksi. Aralta voidaan myös saada lataustukea korotettuna, jos vähintään puolella avustuksella toteutettavista latauspaikoista pystytään lataamaan vähintään 11 kW:n teholla. Tällöin tuen määräksi tulee 50 % koko hankkeen hyväksytyistä kuluista. [8]

Organisoin sähköautopaikkojen asennusprojektin kauppakeskus Kaareen. Projektin tarkoituksena oli saada asennettua mahdollisimman edullisesti 20 sähköautopaikkaa. Kiinteistön omistajalta tuli pyyntö, että sähköautopaikkajärjestelmässä pitäisi olla mahdollisuus laskuttaa asiakasta kWh-perusteisesti. Tulevaisuudessa kaikki sähköautopaikat tulevat kauppakeskuksissa olemaan maksullisia, koska jos sähköautojen määrä lisääntyy samaa tahtia kuin nykyään, kustannukset nousevat hyvin korkeiksi.

Projektin lähtiessä eteenpäin, ensimmäisenä täytyi selvittää, mistä saadaan vedettyä sähköt autopaikolle mahdollisimman kätevästi. Kävi ilmi, että kauppakeskuksen sähkötila K082 ja pääkeskukset PK3.1 ja PK3.2 olivat noin 25 metrin päässä kauppakeskuksen suunnittelemaasta asennuspaikasta. Tämä ilmenee kuvassa 3.

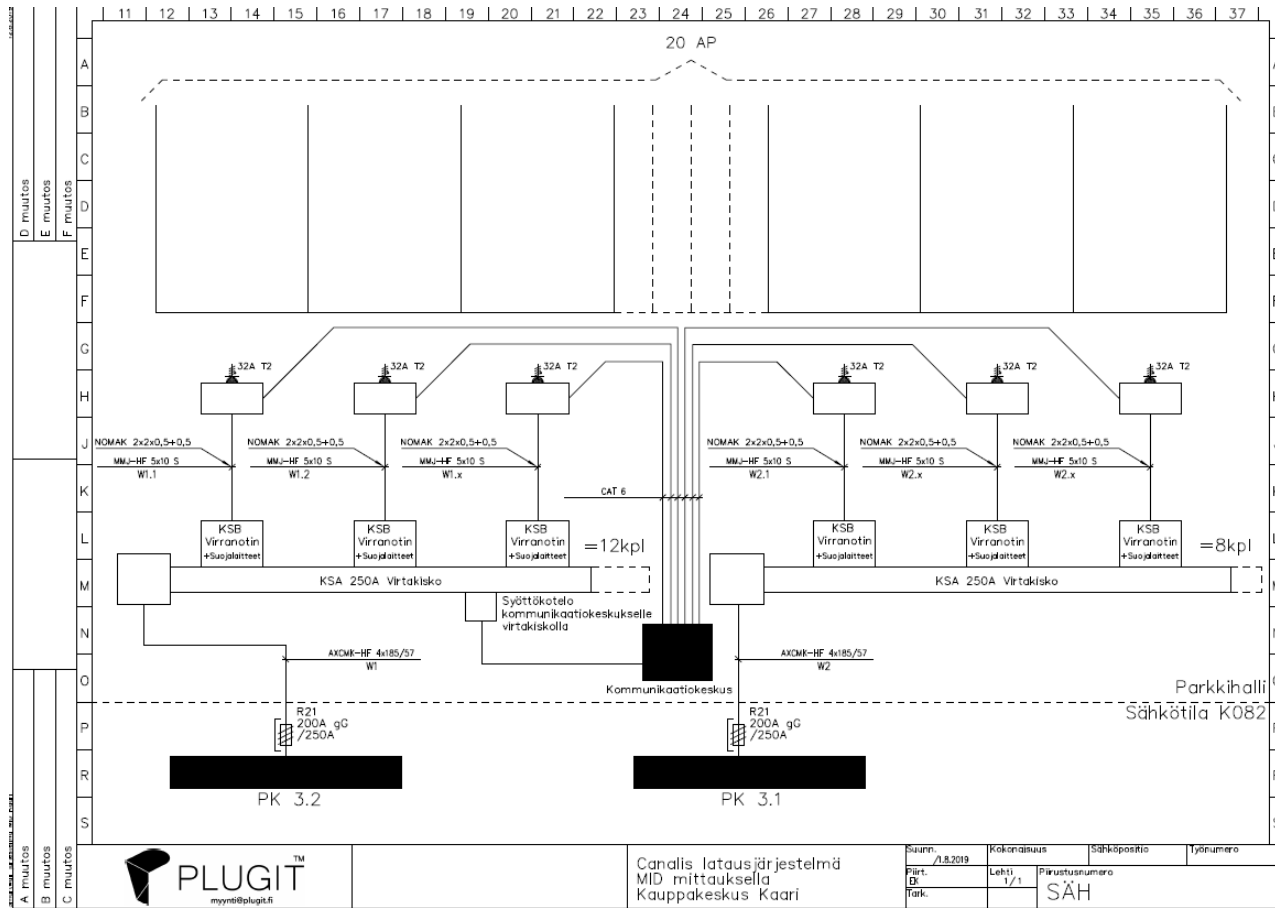


Kuva 3. Plugit Oy:n asennuspaikkasuunnitelma

Kaareen sähköautopaikkojen asennukset toteutettiin EV-Ready-kiskoratkaisulla. Tässä ratkaisussa johdettiin kaapelit sähköpääkeskuksista virtakiskoille ja virtakiskoilta virranottimelle, joka oli suojattu suojalaitteilla. Virranottimelta sähkö johdettiin latauspisteisiin, joiden sähkövirta oli 32 A. Latauspaikkojen asentamista varten kiinteistön pääkeskuksesta vaadittiin 2 kpl 250 A:n lähtöjä. Syöttökaapelien pituus kiskoille oli noin 25 metriä. 20 latauspaikkaa jaettiin kahteen 250 A:n virtakiskoon, 10 kpl sähköautopaikkoja kumpaankin.

Tarkoituksena asennuksissa oli, että latauslaitteet toteutetaan nykyaikaisesti siten, että latauspisteet keskustelevat keskenään ja niiden kuormitusta hallitaan dynaamisesti.

Kaassa käytettiin lataustapaa 3 (Mode 3) ja latausjärjestelmän toteutuksessa käytettiin standardikäsirojoja SFS 600-1-1 ja SFS 600-1-2. Mode 3:lla lataustavan laitteet mahdollistavat kaikkien ladattavien sähköajoneuvojen lataamisen. Latausvirta näissä laitteissa voi olla 63 A:a ja tällä saadaan enintään 43 kW:n latausteho. Riippuen käytössä olevasta sähkötehosta, pistorasiaa voi käyttää pienemmilläkin virroilla. Lataustapahtuman aikana pistokytkimet lukittuvat sähköisesti tai mekaanisesti vastakappaleisiin. Laturijärjestelmään kuuluu tiedonsiirtoväylä, jolla varmistetaan, että auto on oikealla tavalla ja turvallisesti kytkettynä latausjärjestelmään. Väylällä voidaan myös ohjata virran syöttöä ja kuormitusta kumpaankin suuntaan. [2]



Kuva 4. Plugit Oy:n latausjärjestelmäpiirustus MID-mittauksella

Kuvassa 4 näytetään, millä tavalla asennukset on Kaareen toteutettu. Herää kysymys, minkä takia jokaiselle latauspisteelle tarvitsee olla oma virranotin, eikä virranottimia voitaisi tulevaisuudessa yhdistää yhdeksi suuremmaksi virranottimeksi, josta olisi mahdollista jakaa kaikki virta hallitusti jokaiseen latauspisteeseen erikseen.

#### 4.3 Käytetyt laitteet ja asennusmateriaalit

Latausjärjestelmä 2 x 250 A koostui seuraavista:

- 2 kpl 250 A virtakiskoa
- 20 kpl virranotin kalustettuna
- 20 kpl Schneider Smart Wallbox
- kommunikaatiokeskus.

Kiinteistön kahdesta sähköpääkeskuksesta 3.1 ja 3.2 vietiin kummastakin erikseen kymmenelle autopaikalle 250 A:n lähtö, joissa käytettiin halogeenitonta voimakaapelia, joka soveltuu käytettäväksi kiinteissä asennuksissa ulkotiloissa, sisätiloissa sekä rakennusten uloskäytävissä.

Virranottimena käytettiin Schneider Electric KSB100SM412 -virranotinta, jossa oli Schneider Electric Acti9 -energiamittari, jota tarvittiin asiakkaiden laskutusta varten. Virranottimen virtakytkin oli Schneider Acti9 IID, jonka tehtävänä on suojata laitteiden käyttäjiä. Johdonsuojakatkaisija oli Schneider Electric Acti9 iC60N 3P, joita käytetään mm. ryhmäjohtojen suojaamiseen.

Virranottimelta latauspaikalle vedossa käytettiin asennuskaapelia MMJ-HF 5x10 S ja latauspisteeltä kommunikaatiokeskukseen käytettiin instrumentointikaapelia, 2x2x0,5+0,5, joka on tarkoitettu instrumentointi- ja prosessinohjausjärjestelmien kaapelointiin.



Kuva 5. Kauppakeskus Kaaren latauspaikka

Kuvassa 5 nähdään asennettu sähköautopaikka kauppakeskuksen parkkihallissa.

Sähköautopaikat olivat mallia:

Schneider Electric Evlink Smart WallBox

Tuotekoodi: EVB1A22P2RI

Nimellisteho: max 22kW (3x32A), säädettävissä

Pistoketyyppi: 1 kpl Mode 3 Type 2 -pistoke oikealla puolella

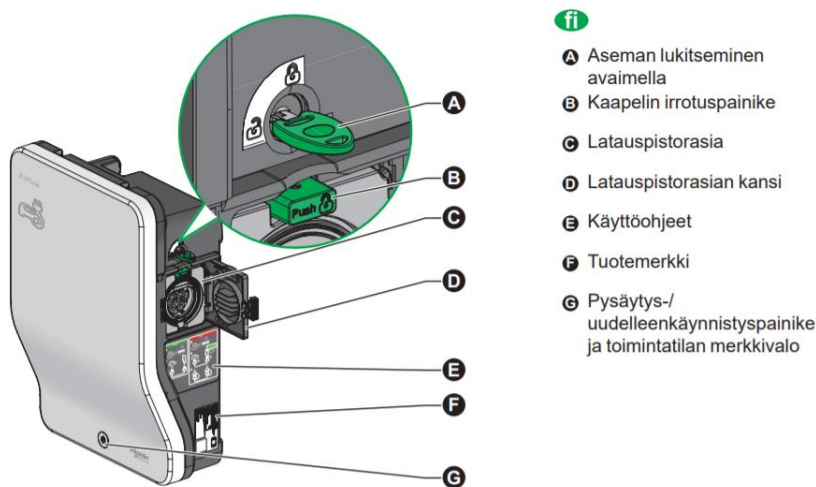
Toimintalämpötila: -30...50 celsiusastetta

IP-luokka: 54

IK-luokka: 10

#### 4.4 Järjestelmän helppokäyttöisyys

Latausasemia valittaessa julkiselle paikalle erilaisten asiakkaiden käytettäväksi, on kiinnitettävä huomiota latausjärjestelmän selkeään ja yksinkertaiseen käyttöön. Tulevaisuudessa olisi hyvä, että käyttöohjeet olisivat suuremmalla fontilla kirjoitettuna myös esimerkiksi latauspisteen yläpuolella, koska iäkkäämmät asiakkaat eivät aina pysty näkemään kovinkaan pienellä kirjoitettua fonttia selkeästi, ja jos latauslaite poikkeaa paljon kotona olevasta, ei sitä pystytä aina käyttämään ilman avustusta. Tämän vuoksi Kaaren latauslaitteistossa on Plugit Oy:n asiakaspalvelunumero. Kuvassa 6 on Kaareen asennettujen latauspisteiden sivuprofiilista kuva.



Kuva 6. Schneiderin latauspaikan sivuprofiili

Kuten kuvasta 6 huomataan, latauspaikat ovat helposti käytettävissä ja niiden kylkeen on lisätty käyttöohjeet asiakkaita varten. Tämän lisäksi latauspaikkojen etupuolelle lisättiin tarrat, joista asiakas näkee lataustapahtuman hinnan, joka on kWh-perusteinen.

#### 4.5 Lataustapahtumat Kaaressa

Sähköautopaikkojen valmistuttua Kauppakeskus Kaareen, pystyttiin niiden kulutusta ja käyttöä seuraamaan reaaliaikaisesti erinomaisella tarkkuudella. Rakennetut paikat halettiin maksullisiksi, jotta kiinteistölle ei tulisi kohtuuttomia kuluja paikkojen ylläpidosta.

Kuvassa 6 on aikavälin 26.12.2019–26.01.2020 latauspaikkojen käyttötiedot Kaaressa, esimerkiksi latausten kokonaismäärä oli 1310 ja niiden kuluttama kokonaisenergiamäärä 5 004,51 kWh.



Kuva 7. Kaaren latauspaikkojen tiedot Plugit Oy:n sovelluksesta

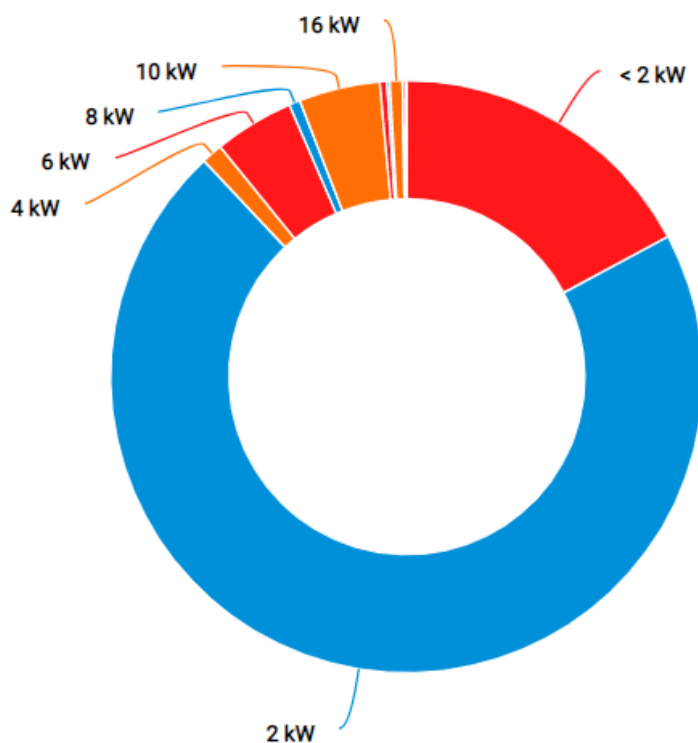
Tulevaisuus näyttää, minkälainen käyttö ja kulutus paikoilla tulee olemaan jatkossa. Jos sähköautopaikkojen käyttö jatkaa lisääntymistä samanlaisella tahdilla, kuin nykyään, voidaan olettaa kuvassa 7 näkyvien tulosten jopa kaksinkertaistuvan kahden vuoden sisällä.

Kauppakeskuksen lataustapahtumien tehon keskiarvon mukaan voidaan päätellä, että suurin osa ladattavista autoista on hybridejä. Hybridien latausteho on huomattavasti pienempi verrattuna täyssähköautoihin.

Suosittelisin, että Kaareen asennettaisiin vielä lisää sähköautopaikkoja, kun sähköautojen latauspaikat ovat vielä pienen kysyntänsä vuoksi edullisia ja on mahdollista saada tukea latauspisteitä varten. Lisäksi, jotta paikat olisivat käyttäjäystävällisempiä, niiden olisi hyvä olla lataustavan 3 paikkoja, koska näillä saataisiin asiakkaan autoa ladattua huomattavasti enemmän esimerkiksi ostoskäynnin aikana. Tästä voisi olla myös rahallista hyötyä kauppakeskukselle, jos kauppakeskukset nostaisivat sähkön myyntihintaa.

Tämänhetkisellä tilanteella kuitenkin lataustapahtumien määrä ja kulutettu energia ovat niin vähäisiä, että ei kannata odottaa, rahallista hyötyä tai että latauspaikat edes maksaisivat itsensä takaisin.

Tapahtumat tehon keskiarvon mukaan



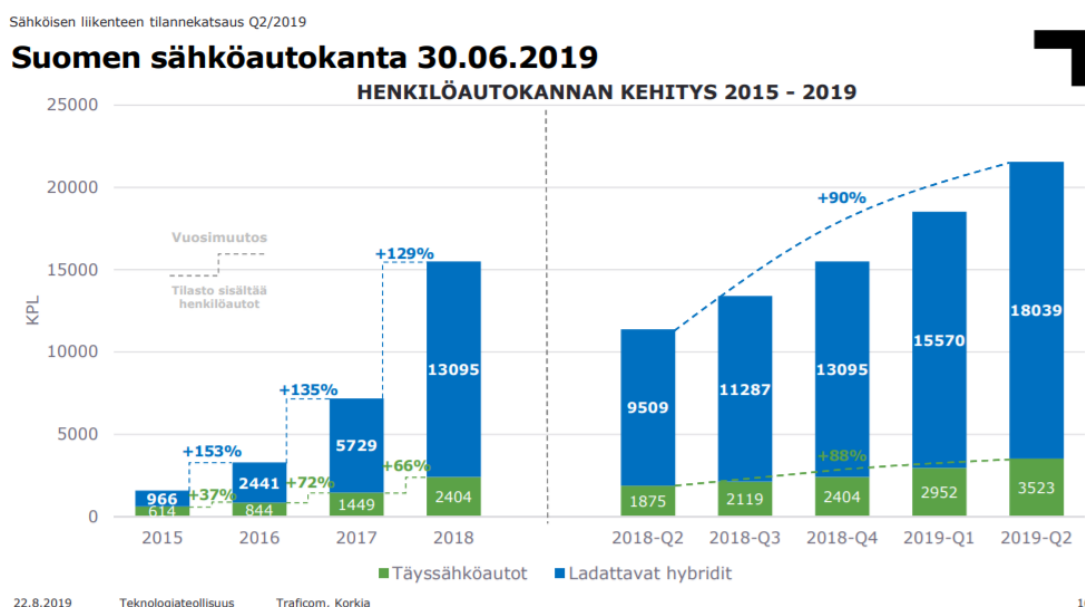
Kuva 8. Kaaren lataustapahtumat keskiarvon mukaan Plugit Oy:n sovelluksesta

Kuvasta 8 nähdään paremmin jäsenneiltyä, minkälaisia lataustapahtumia Kaaressa on ollut 26.12.2019–26.1.2020. Kuvasta pystytään päättelemään tarkemmin tehojen mukaan, minkälaisia autoja ollaan pidetty latautumassa.

## 5 Sähköautopaikkojen tarve ja tekniset vaatimukset tulevaisuudessa

### 5.1 Kasvu ja tavoitteet Suomessa ja EU:ssa

Sähköautojen ja ladattavien hybridi-autojen määrä on kasvanut Suomessa viime aikoina huomattavasti. Vuodesta 2015 vuoteen 2018 mennessä sähköautojen määrä on noin nelinkertaistunut ja ladattavien hybridien määrä yli 10-kertaistunut. Tästä voi päätellä, että julkisten sähköautopaikkojen tarve esimerkiksi kauppakeskuksissa nousee prosentuaalisesti samaa vauhtia, kuin autojen määrät.



Kuva 9. Suomen sähkö- ja hybridi-autokannan kehitys [9]

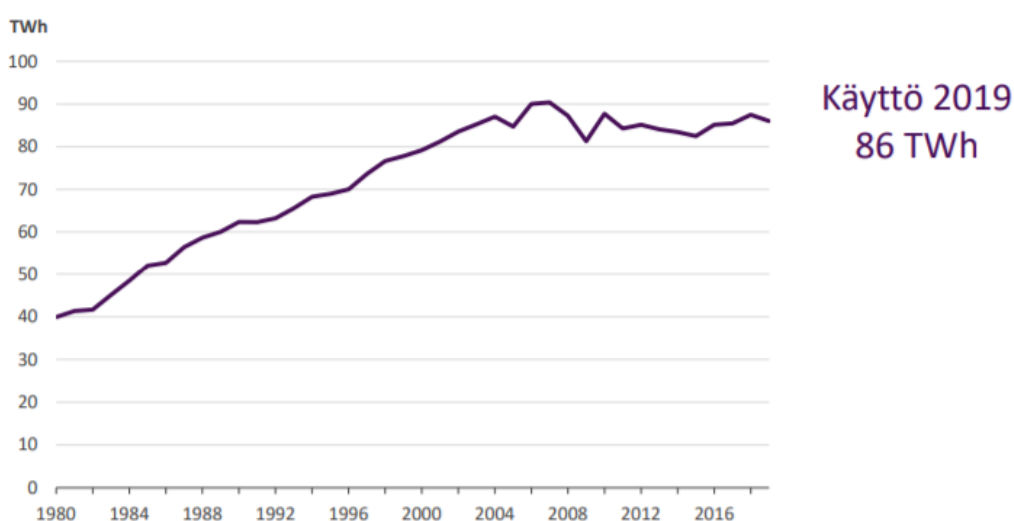
EU:n komissio on asettanut tavoitteen, että tavallisten polttomoottoriautojen käyttö puollittuisi vuoteen 2030 mennessä, minkä lisäksi olisi tarkoituksena poistaa kaikki tavalliset autot liikenteestä vuoteen 2050 mennessä. Tämä saattaa kuulostaa ylioptimistiselta, mutta EU näkee tämän mahdollisena. Sähköautojen määrä tulee tästä johtuen jatamaan kasvuaan tulevaisuudessa.

Liikenne- ja viestintäministeriön työryhmä on Suomessakin työskennellyt polttomoottoriautojen eteen, jotta saataisiin Euroopan komission suunnitelmat toteutettua. Liikenne-

ja viestintäministeriön tavoitteena on, että Suomi on polttomoottoreista vapaa vesi-, tie- ja raideliikenteessä vuonna 2050. Yhtenä tärkeänä toimenpiteenä tähän on työryhmän yritys varmistaa, että saadaan riittävä sähköautojen latausinfrastruktuuri joka puolelle Suomea. [9]

## 5.2 Sähköverkon vaatimukset

Sähköverkon vaatimuksiin paikkojen asennus ei vaikuta kovinkaan paljoa prosentuaalisesti Suomen mittakaavassa, ellei kaluston määrä nouse huomattavan suureksi. Arviolta 250 000 sähköauton kanta Suomessa vuonna 2030 lisäisi Suomen sähkönkulutusta yhdellä prosentilla. Teoreettisessa tilanteessa, jos Suomen kaikki autot vaihdettaisiin sähköautoiksi, voisi kulutus kasvaa noin 10 %. Silloin sähkönkulutus nousisi 86 TWh:sta noin 96 TWh:iin. Kuitenkin, jos rakennetaan suuritehoinen latausjärjestelmä pienitehoisen jakeluverkon puolelle, tulee varmistaa sähkönsyöttö kapasiteetin riittävyys. Sähköverkon toimivuutta voidaan varmistaa myös älykkäällä latausjärjestelmällä, joka ottaa sähköä verkosta silloin, kun sähkönhinta on halvimillaan ja suurimmat kulutuspiikit kuten iltapäivän piikki ovat menneet ohi. Tällöin päivien ja öiden latauspiikit voitaisiin tasata. Mahdollisesti päivällä voitaisiin jopa ottaa akuista sähköä verkkoon, mikä vähentäisi sähköntuotannon tarvetta voimalaitoksissa kiireisimpinä aikoina. [11]



Kuva 10. Suomen sähköverkon käyttö [11]

Kuvassa 10 näytetään Suomen sähkönkulutus vuositasolla. Taulukossa 1 on arvioita sähköautojen kulutuksen määrästä henkilöautokaluston mukaan. Jos koko henkilöautokalusto vaihtuisi sähköautoiksi, muuttuisi niiden kuluttaman tehon tarve huomattavaksi. [12]

Taulukko 1. Sähkönkulutus lukumäärään suhteutettuna

Sähköautojen lkm.	Sähkön määrä TWh	% v. 2010 kulutuksesta	Keskiteho MW	Latausteho MW <sup>*)</sup>
11.000 (min.)	0,04	0,05	5	40
25.000	0,10	0,11	11	90
36.000	0,14	0,16	16	130
140.000 (maks.)	0,55	0,63	63	504
<hr/>				
1.000.000 autoa	4,0	4,5	452	3600
Koko ha-kalusto, 2,5 miljoonaa	10,9	11,4	1140	9076

<sup>\*)</sup> Kaikki autot kytketään lataukseen samanaikaisesti.

Kauppakeskuksessa kokonaissähkönkulutus on keskimäärin noin 1 425 000 kWh/kk. Tähän voi lähteä vertaamaan sähköautopaikkojen kokonaiskulutusta kuukausitasolla, joka on ollut keskimäärin 5 000 kWh/kk. Tulevaisuudessa, jos sähköauto- ja hybridikanta jatkaa kasvuaan samaan tahtiin, voidaan olettaa lataustapahtumien ja käytetyn energian määrän kasvan esimerkiksi 5 vuoden sisällä ainakin viisinkertaiseksi, kun otetaan huomioon teknologian ja autojen kehitys. Tämä arvioitu määrä ei kuitenkaan olisi kovinkaan suuri lohko kauppakeskuksen kokonaissähkön kulutuksesta, vaan jäisi vain 1,7 prosenttiin kokonaissumasta. [11]

### 5.3 Turvallisuus

Tutkimusta ja tuotekehitystä tulisi kehittää lisää ja pelastushenkilöstöä kouluttaa onnettomuuksien varalla, varsinkin nyt sähkö- ja hybridautojen määrän lisääntyessä. Ympä-

ristöministeriössä on juuri käsitelty rakennusten paloturvallisuutta koskevasta asetusmuutoksesta annettuja lausuntoja. Sähköautoiluun ei puututtu, mutta oli muutama yksittäinen lausunto, joissa oltiin huolissaan sähköautojen määrän kasvamisen aiheuttamista paloturvallisuusriskeistä. Artikkelissa pohditaan, tuleeko rakentamismääräyksiin uusia teknisiä vaatimuksia sähköautojen kasvun takia.

Sähköautot muodostavat huomattavan palokuorman verrattuna tavallisiin polttomoottoriautoihin. Kerrostaloissa ja kauppakeskuksissa palokuorma vaikuttaa palo-osastojen ja kantavien rakenteiden paloteknisiin vaatimuksiin, joten sähköautot tuovat tähän oma ongelmansa. Ympäristöministeriön rakennusneuvos Jorma Jantunen kuitenkin toteaa, että asia vaatii lisäselvitystä, ennen kuin ryhdytään toimenpiteisiin. Asialla alkaa olla jo kiire, koska sähköautopaikkojen määrä on kasvanut räjähdysmäisesti kauppakeskuksissa ja muissa kiinteistöissä.

Paloturvallisuussuunnittelijan, insinööri Ari Mattilan mukaan sähköautopaikkoja tulisi rakentaa maanpinnan tasalta löytyville parkkipaikoille. Hänenkin mielestään sähköautojen palokuorma on riski ja syttyttyään sähköauton akku palaa hyvin kuumana ja pitkään. Tietyn tyyppisten akkujen palaminen voi myös tuottaa palamiseen tarvitsemansa hapen itse. [14]

Esimerkiksi Wicfordissa Essexissä oli vuonna 2017 syttynyt sähköauto palamaan kesken latausprosessin, kun se oltiin jätetty latautumaan. Syynä oli ollut sähkövika. Tällaiset onnettomuudet saattaisivat aiheuttaa mittavia ongelmia kauppakeskuksissa. [13]



Kuva 11. Sähköauton latauspiste palon jäljiltä [13]

Tällaiset tilanteet voitaisiin estää tutkimalla tarkemmin, mistä syttymistilanteet johtuvat ja minkälaisia toimenpiteitä voitaisiin tehdä, jotta näitä ei tulevaisuudessa pääsisi syntymään. Esimerkiksi virkavirtasuojien laukaisuherkkyyttä.

Sähköautojen akkujen tehokkaimmaksi sammutuskeinoksi on havaittu veteen upottaminen, joten suosittelen, että kauppakeskuksissa ja muiden kohteiden parkkihalleissa huolehdittaisiin varsinkin vesipalopostien toimivuudesta ja tarkastuksista sähköautojen latauspaikkojen läheisyydessä. Tämän lisäksi täytyy ottaa huomioon palokaasujen aiheutuminen akun palossa, koska on mahdollista, että akku on litiumioniakku, joka tarpeeksi kuumetessaan muodostaa fluorivetyjä ja/tai muita myrkyllisiä kaasuja. [14]

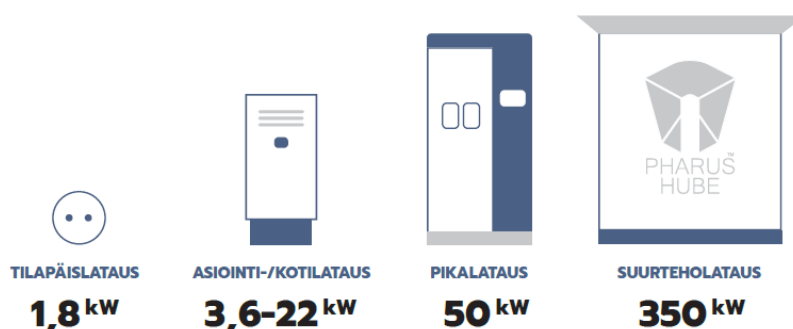
#### 5.4 Valmiudet kauppakeskuksissa ja muissa kiinteistöissä

Euroopan unionin tasolla puhutaan noin 20 %:n valmiudesta toimitiloissa ja kauppakeskuksissa. Asioiden realisoituminen jää nähtäväksi tulevaisuuteen. Ennen kaikkea tulee miettiä, millainen on tyypillinen lataaja kohteessa, kuinka pitkä on lataajan viipymä ja tähän pohjautuen täytyy suunnitella latausteho, joka lataajalle kannattaa laitteesta antaa.

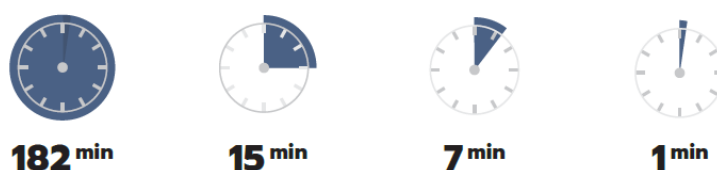
Kauppakeskus Kaarella olevat laitteet (kuva 5) mahdollistavat asiakkaille noin 100 km:n ajomatkan latauksen tunnin aikana, autosta riippuen. Esimerkiksi asiakas, joka saapuu Kaukalahdesta, pystyy lataamaan autonsa kuluttaman energian 20 minuutin latauksen aikana.

## LATAUSVAIHTOEHDOT

### Sähköajoneuvon latausasemat



### Latausaika 32 kilometrin ajomatkaan

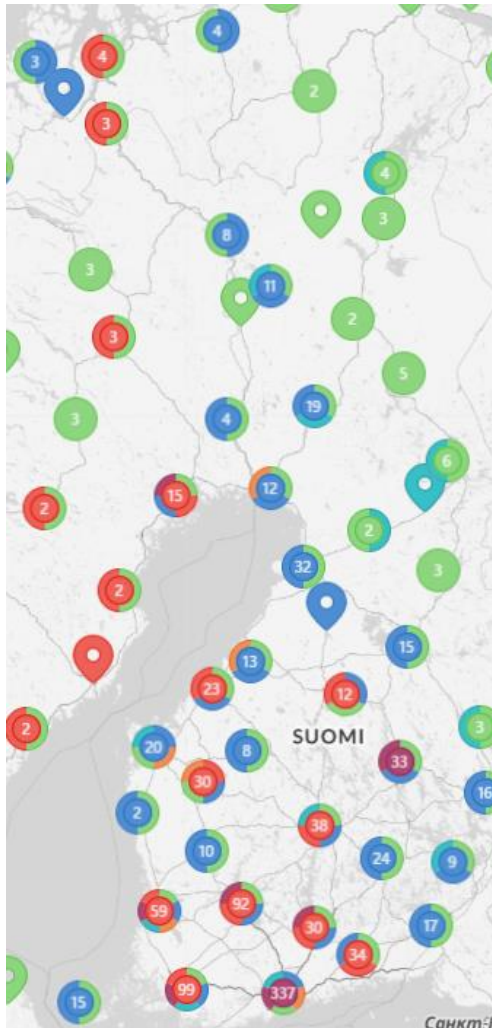


Kuva 12. Latausvaihtoehdot [15]

Laitteet tulevat olemaan tulevaisuudessa huomattavasti suurempitehoisia, mutta suurempitehoisien laitteiden sijoittaminen ei ole järkevää kauppakeskuksiin, joissa viipymä on yleensä yli 30 minuuttia. Esimerkiksi tienvarsilla huoltoasemilla, joissa viipymä on huomattavasti lyhyempi, olisi käyttöä hyvin tehokkaille laitteille, joilla saataisiin auton akku ladattua täyteen muutamassa minuutissa. [15]

## 5.5 Latauspaikkojen määrä ja sijainnit

Tällä hetkellä julkisten lataussijaintien määrä pääkaupunkiseudulla on 267 kpl ja koko Suomessa yhteensä 1 058 kpl. Julkiset latauspaikat keskittyvät suurimmilta osin kaupakeskuksiin, työpaikoille ja huoltoasemille. (Kuva 13.)



Kuva 13. Latauspisteet Suomessa [16]

Sopiva autojen määrä latauspisteitä kohden on 10 kpl latauspistettä kohden. Siten vaikka kartasta voi katsoa, että melkein joka puolella Suomea löytyy latauspisteitä, eivät ne tule riittämään, vaan pisteistä on lisättävä enenevässä määrin kaikkialle, koska sähkökullisten autojen kasvu on niin suurta. [16]

## 6 Pohdinta

Sähköautopaikkoja täytyy rakentaa tulevaisuudessa enemmän kauppakeskuksiin, liiketiloihin ja julkisille paikoille. Niiden asennuskustannukset ovat nykyään vielä kalliita, mutta asennuksiin on mahdollista saada taloudellista tukea. Kauppakeskuksiin asennettaessa on erityisen tärkeää huomioida sähköautopaikkojen turvallisuus, koska taloudelliset haitat voivat nousta hyvin suuriksi, jos palo pääsee leviämään ja aiheuttamaan henkilövahinkoja ja vaurioita kiinteistölle. Suosittelen, että sisätiloihin asennettaessa paikkojen välittömässä läheisyydessä olisi vesipaloposti, joka on huollettu asianmukaisesti ja koeponnistettu ennen paikkojen käyttöönottoa, koska nopein tapa sammuttaa akun palaminen on sen upottaminen veteen.

Kaikista parhaat latauspaikat mielestäni kauppakeskuksiin ovat Mode 3 Type 2 -latauspisteet. Nämä eivät kuormita kauppakeskuksen sähköverkkoa kohtuuttomasti ja niillä saadaan sopivan nopea latausteho autoihin asiakkaiden keskimääräisin asiointiajan puitteissa. Tästä tehokkaammat latauspaikat tulisi rakentaa esimerkiksi huoltoasemille, joissa pysähdykset ovat lyhyitä ja halutaan päästä jatkamaan matkaa esimerkiksi kesämökille, joka sijaitsee kaukana.

Paikat on hyvä asettaa myös maksullisiksi ja hieman kalliimmiksi kuin ostosähkön hinta. Tällä tavalla kauppakeskus tai muu kiinteistö voi vuosien saatossa saada ainakin osan asennuksiin käytetystä rahasta takaisin sähkön myynnin avulla. Samalla maksulliset paikat karkottavat tehokkaasti vapaamatkustajat, jotka jättävät auton paikalle latautumaan työpäivän ajaksi ja varaavat paikkoja niitä oikeasti tarvitsevilta käyttäjiltä.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyö tehtiin Newsec Asset Managementille Property Management -osastolle, joka keskittyy asuin- ja liikekiinteistöjen tekniseen isännöintiin. Opinnäytetyö tehtiin osittain kauppakeskus Kaarta varten, jotta saataisiin parempi yleinen käsitys sähköautopaikkojen tarpeesta, asennustekniikasta ja mahdollisuuksista tällä hetkellä ja tulevaisuudessa.

Työn toteutus tapahtui organisoimalla kauppakeskus Kaaren sähköautopaikkojen asennustöiden kulku käytännön kokemuksen vuoksi ja tekemällä selvitys kauppakeskukseen tehdyistä asennus toimenpiteistä. Lisäksi työssä tarkasteltiin sähköautopaikkojen sähkötehonkulutusta verrattuna muuhun sähkönkulutukseen ja todettiin, että kohtuullisella määrällä paikkoja ei ole merkittävää vaikutusta kiinteistön sähkötehon kulutukseen. On kuitenkin otettava huomioon, että kiinteistön sähköliittymään on tehtävä muokkauksia, jos paikkojen määrä lisääntyy huomattavasti ja on muistettava, että sähköautopaikkojen asennusten suunnittelu kaupallisissa kohteissa tulee olla asiakaslähtöistä, eihän muuten ole järkeä niitä asentaa.

Työssä päästiin siihen lopputulokseen, että kun sähkö- ja hybridautoilijoiden määrä kasvaa jatkuvasti tasaisella vauhdilla, on sähköautoille latausmahdollisuuden järjestäminen tulevaisuudessa välttämätöntä kauppakeskuksissa. Sähköautoilijat ohjautuvat monesti sellaisiin paikkoihin, joissa on järjestetty latausmahdollisuus käytännöllisesti. Latausjärjestelmiä on neljää erilaista ja järjestelmä tulee valita kohteen mukaan. ST-kortiston ja SFS-standardien ohjeistusta kannattaa seurata ja päivittää omaa tietämystensä jatkuvasti järjestelmien ja suositusten kehittyessä.

## Lähteet

- 1 Korhonen, Eero ym. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: Sähkötieto.
- 2 Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2019. Helsinki: SESKO ry.
- 3 Supercharging-lataus. 2020. Verkkoaineisto. Tesla Suomi. <[https://www.tesla.com/fi\\_FI/support/supercharging](https://www.tesla.com/fi_FI/support/supercharging)>. Luettu 25.02.2020.
- 4 Webasto 16 latausasema. Verkkoaineisto. Finnparttia Oy. <<https://www.finnparttia.fi/WEBASTO-16-latausasema>>. Luettu 26.2.2020.
- 5 Harsia Pirkko. 2008. Vikavirtasuojat. Verkkoaineisto. Ensto. <<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1204792797383/1210594480264/1210594518400/1210595439547.html>>. Luettu 15.1.2020.
- 6 Virtasuojakatkaisijat. 2019. Verkkoaineisto. Utu Automation Oy. <<https://www.utu.eu/komponentit/johdonsuojat-vikavirtasuojat-ja-ylijannitesuojat/vikavirtasuojakatkaisijat/vikavirtasuojakatkaisijat-b>>. Luettu 15.1.2020.
- 7 Acti 9 tuoteluettelo. 2019. Verkkoaineisto. Schneider Electric. <[https://www.se.com/fi/fi/download/document/Acti\\_9\\_kuvasto\\_2019/](https://www.se.com/fi/fi/download/document/Acti_9_kuvasto_2019/)>. Luettu 15.1.2020.
- 8 Sähköturvallisuusmääräykset käytännössä 2019. 2019. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 9 Nylund, Nils-Olof. 2011. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintäministeriö. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-221-6>>. Luettu 16.1.2020.
- 10 Sähköautojen latausinfra-avustus hakuohje. 2020. Verkkoaineisto. Asumisen ra-hoitus- ja kehittämiskeskus. <<https://www.ara.fi/latausinfra-avustus>>. 7.1.2020. Luettu 20.3.2020.
- 11 Heima, Timo-Pekka. 2020. Kuusi väitettä sähköstä – uskotko Suomen olevan Venäjän sähköstä riippuvainen ja sähköautojen kaatavan verkot? Verkkoaineisto. Yle Suomi. <<https://yle.fi/uutiset/3-11103633>>. 6.1.2020. Luettu 15.1.2020.
- 12 Energiavuosi 2019 Sähkö. Verkkoaineisto. Energiateollisuus ry. <[https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/energiavuosi\\_2019\\_sahko.html](https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/energiavuosi_2019_sahko.html)>. Päivitetty 22.1.2020. Luettu 26.2.2020.

- 13 Evans, Alice. 2017. Electric car bursts into flames and burns to the ground after it was left charging overnight 'at a faulty power point'. Verkkoaineisto. Daily Mail. <<https://www.dailymail.co.uk/news/article-4679416/Electric-car-left-charging-overnight-destroyed-fire.html>>. Päivitetty 10.7.2017. Luettu 15.1.2020.
- 14 Lautkaski, Risto. 2016. Litiumioniakut autopalossa. Verkkoaineisto. Palo- ja pelastustieto ry. <<https://pelastustieto.fi/pelastustoiminta/operatiivinen-toiminta/litiumioniakut-autopalossa>>. 30.3.2016. Luettu 15.1.2020.
- 15 Aaltonen Topi. 2020. Liiketoiminnanjohtaja, Plugit Oy, Helsinki. Sähköpostikeskustelu 29.1.2020.
- 16 Latauspistekartta. 2020. Verkkoaineisto. Sähköautoilijat Ry. <<https://latauskartta.fi/>>. Luettu 16.1.2020.