

Tuomas Rantala

**LASKENTATYÖKALU SÄHKÖAUTOJEN LATAUSPISTEIDEN
KUSTANNUKSILLE**

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Toukokuu 2021**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Toukokuu 2021	Tekijä/tekijät Tuomas Rantala
Koulutusohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
Työn nimi LASKENTATYÖKALU SÄHKÖAUTOJEN LATAUSPISTEIDEN KUSTANNUKSILLE		
Työn ohjaaja Hannu Puomio	Sivumäärä 47	
Työelämäohjaaja Tomi Vähäkangas		
<p>Laki muuttui Suomessa sähköautojen latauspisteiden rakentamisen osalta. Nykypäivänä on lain mukaan pakollista rakennuttaa tietyn tyypisiin kiinteistöihin latausvalmiuksia pysäköintialueelle ja joidenkin kiinteistöjen osalta myös latauspisteitä. Laki vaikuttaa uusiin ja laajasti korjattaviin rakennuksiin. Vanhojen kiinteistöjen omistajat haluavat lain takia tehdä selvityksiä sähköauton lataukseen liittyvistä asioista. Opinnäytetyön toimeksiantajan puolesta on tehty Excel-tiedosto, johon voi kirjata ylös kiinteistöjen perustiedot, mahdollisen latausjärjestelmän tiedot ja kustannukset. Tiedostoon voi kerätä useampien vanhojen kiinteistöjen tietoja ja milloin niihin ennustetaan olevan tulossa laajoja korjauksia. Kiinteistöille voi siten etukäteen miettiä valmiiksi jotain suunnitelmaa. Tiedostoa testattiin lisäämällä siihen yhden olemassa olevan kiinteistön tiedot. Esimerkkikiinteistölle laskettiin kustannukset latausvalmiuksien lisäämiseksi. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli sähkösuunnitteluyritys Selkämaan Suunnittelu Oy.</p> <p>Opinnäytetyössäni tutkitaan tarkasti lakivaatimukset ja niiden merkitykset. Sähköautoista ja niiden latauksesta kerrotaan perusideat, mm. latauspistokkeiden rakenne. Olemassa olevia latauslaitteita ja latausjärjestelmän suunnittelussa merkittäviä asioita käydään työssä läpi. Suunnittelussa käytettäviä laskuja on esiteltynä tarkemmin ja niillä on tehty esimerkkikiinteistölle laskelmia. Opinnäytetyön lopussa on esiteltynä toimeksiantajaa varten tehty Excel-tiedosto.</p>		
Asiasanat Latausjärjestelmä, sähköauto, sähköautojen latauspiste		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date May 2021	Author Tuomas Rantala
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
Name of thesis CALCULATION TOOL FOR THE COSTS OF CHARGING POINTS FOR ELECTRIC CARS		
Instructor Hannu Puomio	Pages 47	
Supervisor Tomi Vähäkangas		
<p>The law changed in Finland regarding the construction of charging points for electric cars. Nowadays, according to the law, it is required for certain type of real estates to build readiness for charging points in the parking lot and for some real estates charging points as well. The law applies to new and extensively renovated buildings. The owners of the old buildings want to make clarifications about things regarded to electric vehicle charging. An Excel file was made for the client of the thesis, where it is possible to write down the basic information of the real estate, possible charging system and costs. It is possible to gather information of multiple old real estates and when it is predicted for them to be extensively renovated. The file was tested with one existing real estate by adding its information to the file. The costs of readiness for charging points was calculated for the example real estate. The client of the thesis is the electrical design company Selkämaan Suunnittelu Oy.</p> <p>In my thesis the law requirements and their meanings are scrutinized. The basic ideas about electric cars and their charging are told, e.g. the structure of charging plugs. The existing charging devices and notable things for planning charging system are told. The calculations used in the planning are presented specifically and with them calculations were made for the example real estate. The Excel file made for the client is presented at the end of the thesis.</p>		

<p>Key words Charging system, electric car, charging point for electric cars</p>

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Latauslaite	Sähköverkkoon kytketty laite, johon voi latauskaapelilla liittää sähköauton latautumaan. Laitteessa voi olla kiinteästi asennettu latauskaapeli tai siihen voi liittää sellaisen.
Latauspiste	Pysäköintiruutu, joka on varustettu sähköauton latauslaitteella.
Latausvalmius	Valmiiksi putkitettu tai kaapeloitu latauspiste ilman latauslaitetta.
Latausjärjestelmä	Latauslaitteille tulevat liitäntäjohdot suojalaitteineen ja mahdollisine ohjauslaitteineen. Latausjärjestelmä voi yksinkertaisesti olla lataustapa 2:n liitäntäjohdo suojalaitteineen, joka on liitetty kotitalouspistorasiaan. Latausjärjestelmään voi kuulua pistorasioiden älykästä ohjausta, josta käytetään nimityksiä kuormanhallinta ja älykäs lataus. (Korhonen, Orrberg, Linja-aho & Mäkinen 2019, 38.)
Latausvastake	Sähköauton latausvastakkeeseen liitetään latauskaapeli, jonka kautta sähköauto latautuu.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 SÄHKÖAUTOT JA NIIDEN LATAAMINEN	3
2.1 Hybridi-auto (HEV)	3
2.2 Ladattava hybridi-auto (PHEV)	4
2.3 Täyssähköauto (BEV)	4
2.4 Sähköauton lataaminen	5
2.4.1 Hidas lataus (lataustapa 2)	5
2.4.2 Peruslataus (lataustapa 3)	6
2.4.3 Pikalataus (lataustapa 4)	7
2.4.4 Langaton lataus	8
2.5 Sähköautojen määrät sekä julkiset latauspisteet Suomessa	8
2.6 Sähköenergian riittävyys sähköautoille	11
2.7 Vehicle-to-Grid (V2G)	13
3 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA ASIOTA	15
3.1 Laki koskien sähköautojen latauspisteitä	15
3.2 Standardit	17
3.3 Latauspisteiden kaapelointi	18
3.4 Suojaus	18
3.5 Latauspisteiden sijoittelu	19
3.6 Staattinen/kiinteä kuormanhallinta	19
3.7 Dynaaminen kuormanhallinta	20
3.8 Jännitteenalennuksen laskeminen	20
3.9 Oikosulkuvirta kaapelin mitoituksessa	21
3.10 Erilaisia latausasemia	23
3.11 Päätöksenteko kiinteistön asukkaiden ja omistajien kesken	29
3.12 Avustusraha latausinfraan rakentamista varten	29
4 ESIMERKKIKOHDE	31
4.1 Latausvalmiuksien lisäys ja lataustolppien laajennusvara kohteeseen	32
4.2 Oikosulkuvirran raja-arvo nykyiselle kaapelille	33
4.3 Jännitteenalennus nykyiselle kaapelille	35
4.4 Kaapeloinnin uusiminen autopaikoille	36
4.5 Kiinteistön huipputeho	36
5 KUSTANNUKSIEN LASKEMINEN EXCEL-OHJELMALLA	38
5.1 Latauspisteiden määrän arviointi ilman kulutustietoja	39
5.2 Latauspisteiden tiedot	41
5.3 Kustannukset	41
6 POHDINTA	43
LÄHTEET	44

KUVIOT

KUVIO 1. Liikennekäytössä olevat sähkökäyttöiset henkilöautot 2015–2020	9
KUVIO 2. Henkilöautojen ensirekisteröinnit Suomessa 2017–2020	10
KUVIO 3. Sähköenergian tuotanto Suomessa	13
KUVIO 4. Kiinteistön alue ylhäältä katsottuna	32

KUVAT

KUVA 1. Hitaassa lataustavassa käytettäviä pistokkeita.....	6
KUVA 2. Peruslatauksessa käytettäviä pistokkeita	7
KUVA 3. Pikalatauksessa käytettäviä pistokkeita	8
KUVA 4. Julkiset latauspisteet Suomessa	11
KUVA 5. Lataus- ja lämmitysasema	24
KUVA 6. ABB Evlunic pro -latausasema	25
KUVA 7. Schneider Electric EVlink Wallbox -latausasema.....	26
KUVA 8. Ensto One -latausasema.....	27
KUVA 9. GARO Twin -latausasema.....	28
KUVA 10. Esimerkkikohteen sähköpääkeskus	31
KUVA 11. Perustiedot rakennuksesta	38
KUVA 12. Pysäköintialueen keskuksen tiedot	39
KUVA 13. Latauspisteiden enimmäismäärän arviointi	40
KUVA 14. Latausjärjestelmän mitoittaminen	40
KUVA 15. Latauspisteiden tiedot	41
KUVA 16. Kustannukset	42

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Vähimmäisvaatimukset uusille ja laajasti korjattaville rakennuksille.....	17
TAULUKKO 2. Mitoitusoikosulkuvirrat liittymille.....	22
TAULUKKO 3. Kaapelien impedanssiarvoja	23
TAULUKKO 4. Esimerkkikohteen tietoja	31
TAULUKKO 5. Pienimmät oikosulkuvirrat gG-sulakkeille	35

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Selkämaan Suunnittelu Oy. Yritys tekee sähkösuunnitelmia koko Suomen alueelle. Idea opinnäytetyölle syntyi, kun sähköauton latauspisteisiin liittyvästä laista uutisoitiin. Lehtiartikkeleissa kerrottiin lain tuomista uusista velvoitteista joidenkin rakennuksien omistajille. Laissa velvoitetaan rakennuksien omistajia asennuttaa sähköautoja varten latauspisteitä ja/tai valmiuksia latauspisteille. Laki tuli voimaan vuoden 2021 alussa. Uusien rakennuksien pysäköintialueille on jo ennen lain voimaan tuloa asennettu latausvalmiuksia. Nykyään vanhoillekin kiinteistöille latausvalmiuksia tulisi asentaa rakennusten laajamittaisten korjausten tullessa. Vanhojen kiinteistöjen omistajia kiinnostaa tietää, mitä lisäkuluja latausvalmiuksien lisääminen toisi.

Opinnäytetyön toimeksiantaja antoi tehtäväksi tehdä Excel-tiedoston, johon voi lisätä vanhojen kiinteistöjen tietoja mm. sähköliittymän tiedot ja hinnat asennuksille, latauspisteille ja -valmiuksille. Tiedoilla voidaan laskea kokonaiskustannukset latausvalmiuksien ja mahdollisten latauspisteiden lisäämiseksi. Tiedostoon voi halutessaan lisätä useamman kohteen tiedot, jos asiakkaalla on omistuksessa useampia kiinteistöjä. Tiedostosta voi nopeasti tarkistaa kiinteistön sähköauton lataukseen liittyvät asiat ja päivämäärät seuraavalle rakennuksen peruskorjaukselle. Tiedot pysyvät tallessa ja niillä voidaan asiakkaan kanssa tehdä suunnitelmia jatkoa varten.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi, minkä tyyppisiä sähköautoja on olemassa ja kerrotaan selventävää tietoa niiden toiminnasta. Opinnäytetyön toimeksiantajan ehdottamana tutkittiin myös sähköautojen ja julkisten latauspisteiden määriä. Sähköautojen eri lataustavoista selvitettiin perusideat ja latauskaapelien pistokkeiden nastojen tehtävät. Sähköautojen kasvavaa määrää on huomioitu ja tutkittu niiden merkitystä sähkökulutuksessa. Jotkut kuluttajat voivat pohtia sitä, mistä sähköautojen kasvavalle määrälle riittää sähköenergia tulevaisuudessa. Tarkastelua varten tehtiin joitakin laskelmia ja tutkittiin Suomen sähköntuotannon vaihtelua 2000-luvulla.

Excel-tiedostoa haluttiin testata oikealla rakennuksella. Sitä varten käytiin kiertämässä muutamia sopivia kiinteistöjä, joihin voisi mahdollisesti miettiä sähköauton lataukseen liittyviä asioita. Näistä kiinteistöistä valittiin esimerkkikohteeksi sopivin, johon on lähiaikoina tulossa laajempaa korjausta. Esimerkkikohteeksi valikoitui kerrostalorakennus. Kohteelle mietitään opinnäytetyössä tarpeeksi laajan korjauksen tullessa pakollisia latausvalmiuksien lisäämistä ja mihin nykyinen pysäköintialueen sähkönsyöttö

vielä kykenee. Ylimääräisten kulujen välttämiseksi halutaan välttää pysäköintialueen kaapeloinnin uusimista ja vanhat asennukset pidetään käytössä mahdollisimman kauan. Kiinteistön sähköpääkeskuksesta saatiin kerättyä tarvittavat tiedot, joilla pystyi laskemalla arvioimaan kiinteistön sähköliittymän tehokapasiteetin.

Esimerkkikohteelle ei ollut vielä ajankohtaista lisätä sähköautojen latauslaitteita, joten työstä rajattiin pois uuden latausjärjestelmän mitoittamiset ja rakentelut. Työssä on koottuna yleisiä ohjeita ja huomioitavia asioita latauspisteiden suunnittelusta. Sähköautoihin ja niiden lataukseen liittyy monia standardeja ja säännöksiä. Näistä ovat lueteltuna ne, jotka kiinnostavat sähkösuunnittelijaa latausjärjestelmän suunnittelun aikana. Laista selvitettiin opinnäytetyössä rakennukset, joihin laki tulee vaikuttamaan. Lakivaatimuksista on tekstin jälkeen koosteena selventävä taulukko, johon on huomioitu pienet yksityiskohdat lakiteksteissä. Tietolähteenä käytettiin hallituksen esitystä ja eduskunnan vastausta laista. Näiden tietoja yhdistelemällä saatiin useimpiin lakia koskeviin kysymyksiin vastaukset.

Latausjärjestelmän rakentamiseen tarjotaan ainakin vielä vuodelle 2021 avustusrahaa. Opinnäytetyössä selvitettiin ehdot avustuksen saamiseen. Avustuksen hakeminen liittyy rakennusten ja omistusasuntojen omistajien kiinnostuksen kohteisiin, kun sähköautojen latausjärjestelmää aletaan miettimään omalle kiinteistölle. Opinnäytetyön lopputuloksen kannalta epäolennaisimpiin asioihin ei syvennytty liikaa. Pyrkimyksenä oli tehdä työstä ainakin suuriltaosin kaikille ymmärrettävä kertomalla asioita selventävin lausein.

2 SÄHKÖAUTOT JA NIIDEN LATAAMINEN

Tässä osiossa kerrotaan kolmen rakenteeltaan erityyppisen sähköauton erot, sähköautojen eri lataustavat, sähköautojen ja julkisten latauspisteiden määrät Suomessa, kaikkien henkilöautojen ensirekisteröinnit Suomessa viime vuosilta ja sähköautojen vaikutus sähköenergian kulutuksessa. Lataustavoista selvitetiin niissä käytettävät lataustehot ja latauskaapelit. Latauskaapeleiden pistokkeista kerrotaan niiden rakenne ja tehtävät latauksen aloittamiseksi. Erityyppisten sähköautojen ja muiden henkilöautojen määriä verrataan toisiinsa. Sähköautojen sähköenergiankulutus laskettiin eri lähteistä löytyvillä tiedoilla. Laskennan tulosta verrataan lopulta Suomen vuosittaiseen kokonaiskulutukseen.

2.1 Hybridiauto (HEV)

Hybrid Electric Vehicle (HEV) on hybridiauto, joka sisältää polttomoottorin ja sähkömoottorin. Hybridiauton sähkömoottorin akustoa ei voi ladata latauspisteestä. Sen sijaan auton akusto latautuu jarruttaessa. Jarrua painaessa sähkömoottori pyörii vastakkaiseen suuntaan. Sähkömoottorin pyöriessä vastakkaiseen suuntaan se ei kuluta, vaan tuottaa generaattorina sähköenergiaa. Tuotettu sähköenergia varastoituu sähköauton akkuun. Hitailla nopeuksilla hybridillä on mahdollista ajaa pelkästään akun avulla, jos akussa on riittävästi virtaa. Suuriin nopeuksiin hybridi vaatii samalla polttomoottorin toimimisen. Polttomoottorin käyttö lataa myös hybridissä olevia hyvin pieniä akkuja. (Electric Car Home 2018.)

Tavallisissa polttomoottoriautoissa jarrutusenergia karkaa lämpöenergiana ilmaan. Hybridiautot muuttavat jarrutusenergian sähköenergiaksi sähkömoottorilla, joka myös hidastaa autoa jarrutuksen aikana. Jarrutusenergian hyödyntäminen vähentää polttoainekulutusta, koska talteen otettavasta jarrutusenergiasta osa käytetään auton kiihdytykseen. Kaupunkiajoon hybridi soveltuu parhaiten, koska kaupungissa jarrutetaan ja kiihdytetään paljon lyhyellä matkalla. Hybridiautoilla jarrutusenergian hyödyntäminen voi vähentää auton polttoainekulutusta jopa 30 % polttomoottoriautoon verrattuna. Maantieajossa, jossa on hyvin vähän jarrutuksia, hybridiauton jarrutusenergian hyödyntäminen jää vähäiseksi. (Motiva 2020a.)

2.2 Ladattava hybridauto (PHEV)

Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) on latauspisteestä ladattava hybridauto. Autolla ajetaan ensin täysin sähkömoottorin voimalla ja akun tyhjennettyä polttomoottori käynnistyy. (Electric Car Home 2018.) Polttomoottorilla ajaessa ladattava hybridi toimii kuten hybridauto, koska ladattavissa hybrideissäkin hyödynnetään jarrutusenergiaa. Ladattavassa hybridissä on hybridautoa isompi akusto, jossa riittää sähkövirtaa noin 20–80 kilometrin matkalle. Sillä siis voi ajaa täyssähköauton lailla lyhyitä matkoja. Isomman akuston takia ladattava hybridi on tavallisia autoja raskaampi, mikä lisää polttoaineen kuluusta ajaessa pelkästään polttomoottorilla. Latausmahdollisuutta hyödyntämällä auton liikkumiseen käytetyn energian hinta on noin neljännesosa verrattuna polttomoottorilla ajoon. (Motiva 2020b.)

2.3 Täyssähköauto (BEV)

Battery Electric Vehicle (BEV) on täyssähköauto, joka käyttää voimansiirtoonsa vain akun sähköä. Niitä ei voi tankata polttoaineilla. (Electric Car Home 2018.) Täyssähköauton toimintamatka vaihtelee 100 kilometristä yli 500 kilometriin. Pienillä 20–30 kWh:n akuilla toimintamatka on noin 150–250 kilometriä, 40–60 kWh:n akuilla toimintamatka on noin 300–450 kilometriä ja 75–95 kWh:n akuilla pääsee yli 500 kilometriä. (Motiva 2020c.) Toimintamatkaan vaikuttaa oma ajotapa, ajoympäristö ja sääolosuhteet (Motiva 2020d).

Kylmimmissä talviolosuhteissa täyssähköauton toimintamatka on noin 15–30 % normaalia lyhyempi. Akuston ollessa kylmä sen energiansyöttö on heikompaa, mikä vaikuttaa suorituskykyyn ja latauksen nopeuteen. Akuston sähköä kuluu kylmällä säällä myös sisäilman ja akuston lämmittämiseen. Polttomoottoriautoissa moottorin hukkalämpöä hyödynnetään lämmittämällä auton sisäilmaa. Täyssähköautoissa hukkalämpöä syntyy sen verran vähän, ettei se riitä lämmittämään sisäilmaa. Akuston sähköä on sen takia käytettävä sisäilman lämmittämiseen. Useissa sähköautoissa on ilmanlämpöpumppu vähentämässä lämmitykseen käytettävää sähkön tarvetta leudoimmilla pakkasilla. Toimintamatkan lyhenemisen huomaa silloin vasta kovimmassa pakkasessa. Sähköauton lämmitykseen käytettävä teho voi hetken ajan olla 5...7 kilowattia. Uudemmissa sähköautoissa on akuston lämmitin, jolla akustoa voi lämmittää ennen ajoon lähtöä auton ollessa latauspisteeseen kytkettynä. Sisätilankin voi lämmittää etukäteen latauspisteestä otettavalla energialla. (Sauliala 2019.)

2.4 Sähköauton lataaminen

Sähköajoneuvoille lataustapoja on neljä, joista ensimmäinen (lataustapa 1) on tarkoitettu sähköautoa kevyemmille sähköajoneuvoille ja kolme muuta lataustapaa on tarkoitettu sähköautoille. Jokaisessa luokitelluissa lataustavoissa sähköajoneuvon lataaminen tapahtuu langallisesti käyttämällä latauskaapelia. (SFS 6000-7-722:2017, 200.) Latauskaapeli voi olla irrallinen, ja sen toinen pää liitetään sähköauton latausvastakkeeseen ja toinen sähköverkkoon liitettyyn pistorasiaan tai latauslaitteeseen. Joissakin latauslaitteissa latauskaapeli on kiinteästi asennettuna latauslaitteeseen. Näiden lataustapojen lisäksi on vielä Suomessa vielä vähässä käytössä oleva langaton lataus.

Sähköautoissa on monesti matkalatauskaapeli, jolla voi ladata sähköautoa yksivaiheisesta sukopistorasiasta 230 V:n verkkovirralla. Pitkäaikaista latausta varten kannattaa tarkistaa pistorasian sopivuus lataukseen. Tavalliset 16 A:n sulakkeella varustetut kotitalouspistorasiat eivät kestä pitkäaikaista korkeaa kuormitusta. (Tukes 2019.) Pistorasiassa on pienet metalliset kontaktipinnat, joiden vastus kasvaa jatkuvassa latauksessa niin suureksi, että pistorasia voi ylikuumentua ja osittain sulaa (Salo 2020).

2.4.1 Hidas lataus (lataustapa 2)

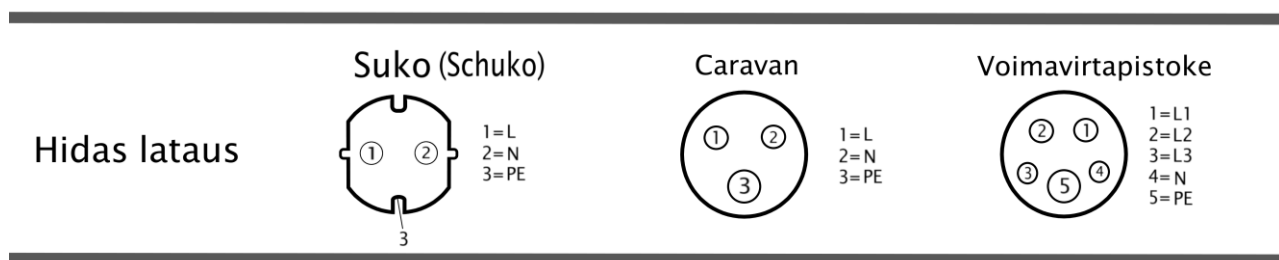
Hitaassa lataustavassa käytetään tilapäiskäyttöön tarkoitettuja latauskaapeleita, joiden latausvirta on säädettävissä kaapeliin liitetyn koteloidun yksikön avulla (Tukes 2019; DEFA). Yksikössä on vikavirtasuoja ja ohjauselektronikka, joka kommunikoi sähköauton kanssa. Latauskaapeliin kytkeytyy jännite vasta, kun latauskaapeli on liitetty molemmista päistä kiinni. Silloin ei aiheudu sähköiskun vaaraa, vaikka toisen pään jättää pistorasiaan kiinni. Joissakin latauskaapeleissa on lämpötila-anturi pistorasiaan kytkettävässä päässä. Sen avulla latausvirta pienenee, jos pistorasia uhkaa ylikuumentua latauksen aikana. (Linja-aho 2018.) Laturiosa kannattaa tukea hyvin, ettei se aiheuta pistorasiaan vääntöä. Jatkojohdojen tai pistorasiaan liitettävän kellokytkimen käyttö ei ole suositeltavaa. Se lisää liitoksia, jotka voivat myös ylikuumentua. Useimmat autovalmistajat kieltävätkin omissa ohjeissaan erilaisten adapterien käytön. (Tukes 2019.)

Yksivaiheisen pistorasian virta voi olla korkeintaan 32 A ja jännite 250 V. Kolmivaiheisen voimavirtapistorasian jännite on korkeintaan 480 V. Tavallisten kotitalouspistorasioiden virta tulisi rajoittaa 8 ampeeriin, etteivät ne ylikuumentune jatkuvassa käytössä. (Korhonen ym. 2019 30–31.) 8 ampeerin virralla saa lataustehoksi noin 1,8 kW, kun jännite on 230 V. Tehon voi laskea kaavalla 1:

$$P = U \times I \quad (1)$$

jossa P on teho [W], U on jännite [V] ja I on virta [A].

Sähköverkkoon liitettävässä päässä pistokkeina käytetään suko-, caravan- ja voimavirtapistokkeita. Nykyään markkinoilla on saatavissa super-sukopistorasioita. Ne kestävät jatkuvaa 16 ampeerin latausvirtaa. Super-sukopistorasiolla ja 16 ampeerin Caravan -pistorasiolla latausteho on korkeintaan noin 3,6 kW. Kolmivaiheisella voimavirtapistorasiolla ladatessa saa korkeintaan 3x32 ampeerin latausvirran, joka tarkoittaa 22 kW:n lataustehoa. Jotkut sähköautot tukevat voimavirtapistorasian kytkemisen vain yhteen vaiheeseen. (Salo 2020.) Jos voimavirtapistorasian kytkee yksivaiheisesti, siitä saa hitaan lataustavan yksivaiheisen maksimivirran. Kuvassa 1 on aikaisemmin mainitut pistoketyypit ja niiden nastat. L-nastat ovat kytketty kaapelin vaihejohtimiin, N-nasta on kytketty nollajohtimeen ja PE-nasta on kytketty suo- jamaajohtimeen.



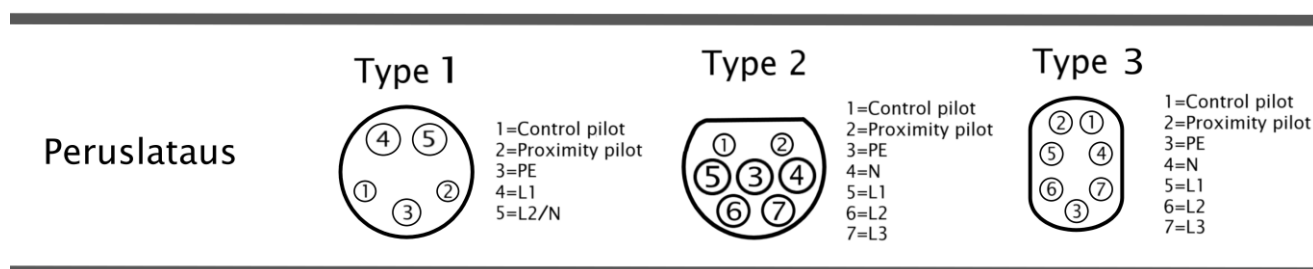
KUVA 1. Hitaassa lataustavassa käytettäviä pistokkeita

2.4.2 Peruslataus (lataustapa 3)

Hitaan lataustavan kaapeleista poiketen peruslatauksen kaapelien pistokkeissa on kahdet ylimääräiset nastat apuna kommunikoimassa sähköauton ja latauslaitteen välillä. Näissä kaapeleissa ei tarvita pistokkeiden välille koteloitua yksikköä. Peruslataukseen luokitelluissa latauslaitteissa on monesti vaihtoehtona valita latauslaite kiinteällä kaapelilla tai irralliseen peruslatauksen kaapeliin sopivalla pistorasiolla. Sellaisiakin latauslaitteita on saatavilla, joista voi ladata kahdella kaapelilla samaan aikaan.

Latauslaitteet ovat kiinteästi liitettäviä vaihtosähköverkkoon. Peruslatauksen latauslaitteissa latausvirta on 6 A–63 A ja latausteho on 1,4 kW–43 kW. Peruslatauksessa käytetään pistoketyyppejä Type 1 (Yazaki), Type 2 (Mennekes) ja Type 3 (Scame). Yleisin pistoketyyppi Suomessa näistä on Type 2.

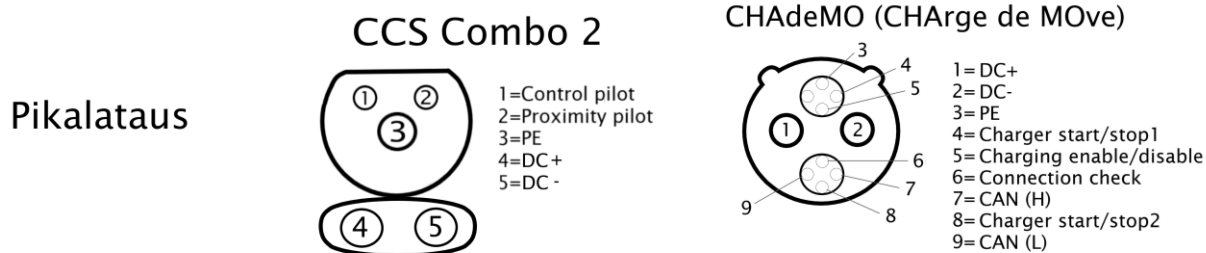
Proximity pilot -nastan avulla sähköauto tunnistaa latauskaapelin kytkeytymisen latausvastakkeeseen. Pistokkeet lukittuvat sähköautoon ja latauslaitteeseen, kun kytkentätilanteessa proximity pilot -nastan ja suojamaan väliin jää vastus. Käyttäjä voi itse avata lukituksen, kun lataus halutaan keskeyttää. Control pilot -nastan avulla aloitetaan ja lopetetaan lataus sekä säädetään latausvirtaa. Latauslaite lähettää signaaleja control pilot -nastan kautta sähköautoon. Control pilot -nastaan on liitetty diodi ja vastus. Vastusarvo vaihtelee latauksen aikana säädellen latausvirtaa. Latauksen lopussa sähköauto kasvattaa vastuksen arvoa ja latauslaite tunnistaa latauksen olevan valmis. (Korhonen ym. 2019, 24, 33.)



KUVA 2. Peruslatauksessa käytettäviä pistokkeita (mukaiillen Talbott; Gatton 2019; Bakker 2015)

2.4.3 Pikalataus (lataustapa 4)

Pikalataus tunnetaan myös nimillä teholataus ja DC-lataus. Pikalatauksessa sähköautoa ladataan tasasähköllä. Suomessa pistoketyypeinä näkee enimmäkseen CHaDeMO-pistokkeita tai CCS Combo 2 -pistokkeita. Pikalatausaseman voi varustaa molemmilla pistoketyypeillä samaan aikaan. CCS Combo 2 -pistokkeesta puuttuvat vaihtosähkölataukseen tarvittavat L-nastat ja tilalla on tasasähkölataukseen tarvittavat DC-nastat. (Korhonen ym. 2019, 25, 35.) CHaDeMO-pistokkeessa on monimutkaisempi rakenne. Charger start/stop1 -nastan herättää sähköauton analogisen signaalilla ja CAN-nastoja käytetään latauksessa tiedonsiirtoon CAN-väylän kautta. Yhteensopivuustarkistuksen jälkeen pistoke lukittuu sähköautoon. Connection check -nasta tarkastaa pistokkeen kytkeytymisen, Charging enable/disable -nasta sallii tai estää latauksen ja Charger start/stop2 lopulta antaa käskyn aloittaa latauksen. (Ota 2014.)



KUVA 3. Pikalatauksessa käytettäviä pistokkeita (mukaiillen Gatton 2019; Ota 2014)

2.4.4 Langaton lataus

Induktiivisessa latauksessa sähköajoneuvon langaton lataus alkaa, kun kahden käämin väliin syntyy magneettikenttä. Ensiökäämi sijaitsee latausalustalla ja toisiokäämi auton pohjassa. Magneettikenttä syntyy, kun auto ajetaan alustan päälle. Sähkövirta siirtyy ensiökäämistä toisiokäämiin magneettikentän kautta. Lataustehona voidaan käyttää esimerkiksi tehoja 3,3 kW, 6,6 kW ja 20 kW. (Moldrich 2020.)

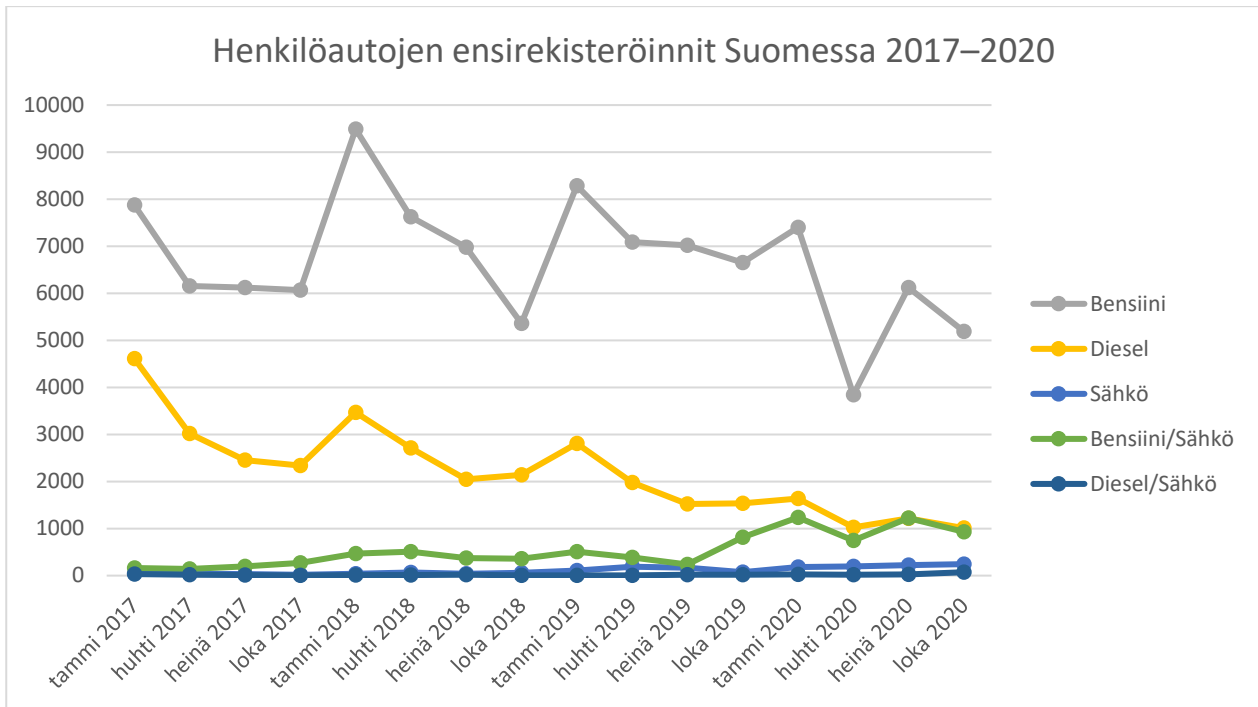
2.5 Sähköautojen määrät sekä julkiset latauspisteet Suomessa

Suomessa oli vuonna 2019 henkilöautoja noin 2,7 miljoonaa. Sähköautoille annettiin hallituksen laki-esityksessä eri suuruisia tavoitemääriä. ILMO 2045 -työryhmä antoi vuodelle 2030 tavoitteeksi 670 000 sähköautoa. Suomen liikenteen kasvihuonekaasupäästöt saadaan todennäköisesti kokonaan pois vuoteen 2045 mennessä, jos ILMO 2045 -työryhmän tavoite saavutetaan. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia antoi vuoden 2030 tavoitteeksi 250 000 sähköautoa, johon lasketaan mukaan myös vetyautot. GASELLI-tutkimushankkeessa arvioitiin vuodelle 2030 täyssähköautojen määrän olevan noin 80 000 ja ladattavien hybridien noin 290 000. Kannustimilla täyssähköautojen määrä voi olla suurempikin. (Eduskunta 2020a, 11.)



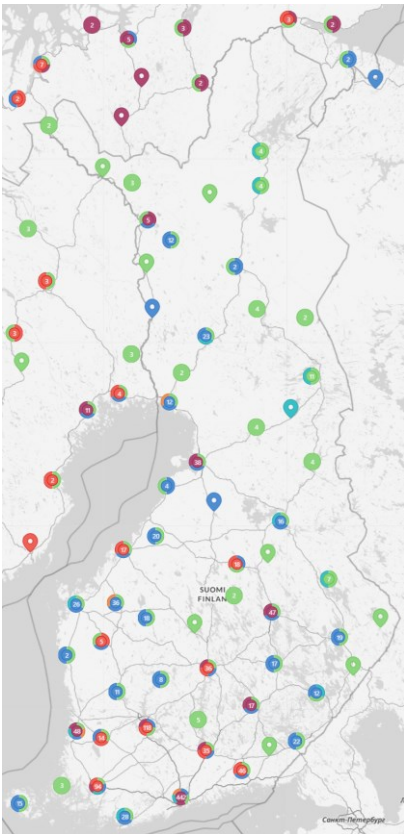
KUVIO 1. Liikennekäytössä olevat sähkökäyttöiset henkilöautot 2015–2020 (Traficom tilastotietokanta 2020)

Kolmen vuoden aikana bensiinimoottorilla varustetut hybridit ovat lisääntyneet todella paljon liikenteessä. Dieselmoottorilla toimivat ovat edelleen aika epäsuosittuja, mutta määrä on koko ajan viiden vuoden aikana kasvanut ainakin muutamalla autolla. Täyssähköautojen osalta kasvukäyrä on alkanut jyrkentyä kahden vuoden aikana. Latausmahdollisuudet kokonaan sähköllä toimiville autoille ovat vielä monissa paikoissa maata huonot, joten on ihan ymmärrettävää hybridien olevan suosituimpia. Täyssähköauto on helpompi hankkia, jos on tiedossa varma latauspaikka seuraaviksi vuosiksi. Usein muuttavilla vuokralla asuvilla voi olla liian korkea kynnys hankkia ensimmäiseksi sähköautoksi täyssähköauto.



KUVIO 2. Henkilöautojen ensirekisteröinnit Suomessa 2017–2020 (Traficom tilastotietokanta 2020)

Ensirekisteröintien lukumäärien perusteella bensiinipolttomotorilla varustetut ladattavat hybridit nousivat hetkeksi dieselautojen yläpuolelle vuoden 2020 loppupuolella. Aikaisemmin Suomessa sitä ei ole vielä tapahtunut. Lokakuussa kyseisten hybridien lukumäärä putosi hieman alle dieselautojen lukumäärästä. Täyssähköautoilla ensirekisteröintien lukumäärät ovat olleet korkeintaan vähän yli 200 autoa kuukaudessa ja dieselmotorilla varustetuilla hybrideillä alle 100 autoa. Kahdenkymmenen vuoden päästä voi hyvinkin olla vielä paljon bensiiniautoja liikenteessä, koska jotkut ajavat autonsa elinkaaren loppuun saakka.



KUVA 4. Julkiset latauspisteet Suomessa (Latauskartta.fi 2021)

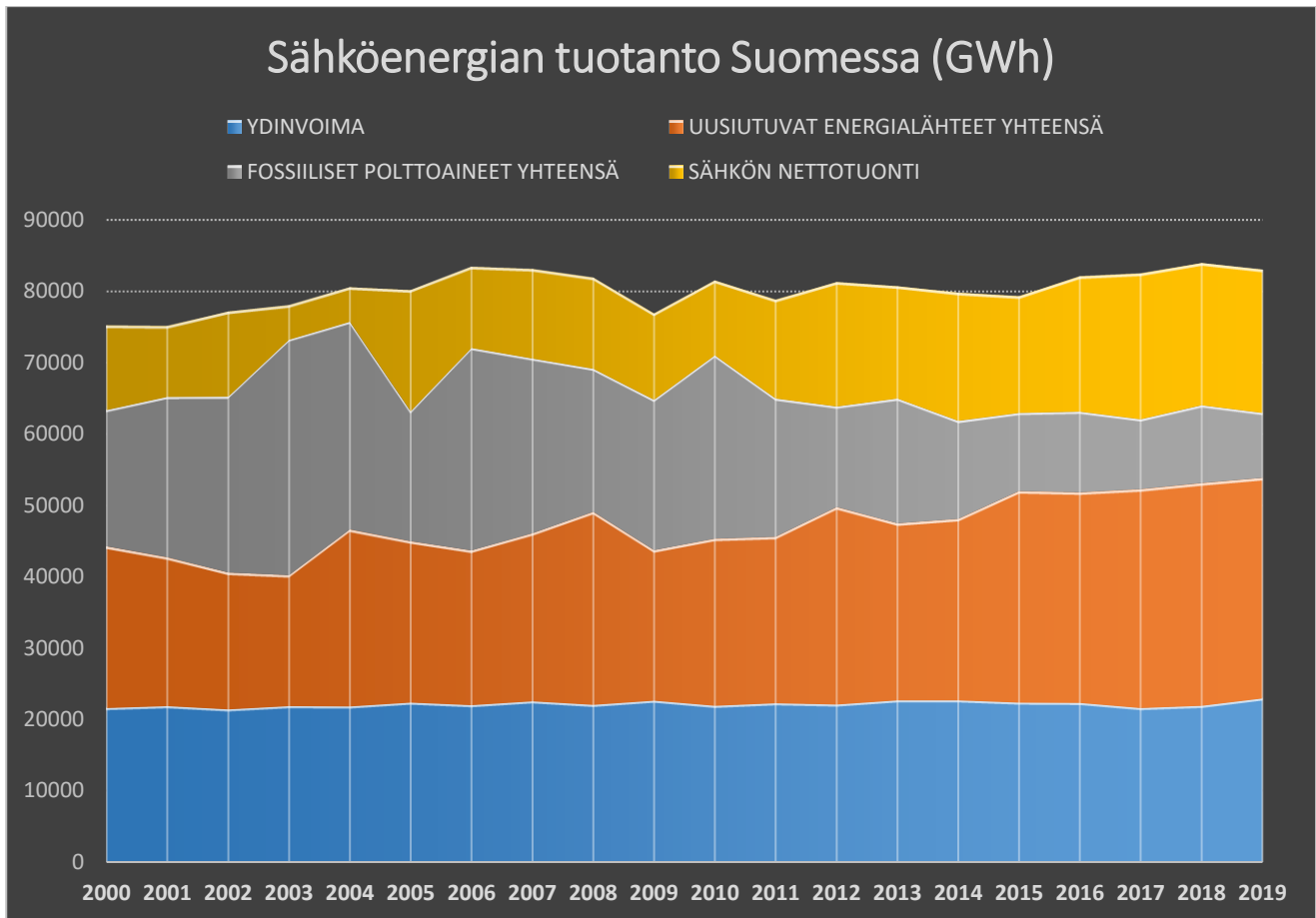
Julkisia latauspisteitä on lähinnä isoissa kaupungeissa kuten Helsingissä ja sen ympäristössä, Kuopiossa, Jyväskylässä, Oulussa ja Tampereella. Pohjois-Suomessa julkiset latauspisteet ovat suurilta osin varustettu vain Type 2 -pistokkeilla. Nämä pistokkeet on karttaan merkitty vihreinä. Monilla paikkakunnilla latauspisteitä ei ole vielä ollenkaan. Sen puolesta täyssähköautot tuskin leviää näille alueille vielä pitkään aikaan. Latauspisteitä on jo kuitenkin matkan varrella riittävästi, jos suunnittelee sähköautolla matkaa Etelä-Suomesta pohjoisimpiin osiin Suomea.

2.6 Sähköenergian riittävyys sähköautoille

Sähköautojen määrää Suomessa pyritään kasvattamaan vielä paljon tulevina vuosina. Jotkut voivat miettiä, mistä sähköautoille saadaan tarpeeksi sähköenergiaa. Tätä varten voisi tarkastella, miten paljon sähköenergiaa käytetään Suomessa ja kuinka paljon sähköautojen kasvava määrä tulee vaikuttamaan siihen. Samalla voidaan vielä tarkistaa, paljonko esimerkiksi tuulivoimaloita tarvitaan kattamaan sähköautojen sähköenergian kulutus. Arvot ovat laskettu 100 000 sähköautolle.

Sähköauton sähköenergiankulutuksen on laskettu olevan keskimäärin 0,2 kWh/km (Korhonen ym. 2019, 65). Vuonna 2019 kaikkien henkilöautojen keskimääräinen ajokilometrimäärä oli noin 13 600 kilometriä vuodessa. Bensiiniautojen ajokilometrimäärä oli vuodessa keskimääräisesti 11 000 kilometriä ja dieselautojen oli 19 900 kilometriä. Kaikista ajokilometreistä 57 % ajettiin bensiiniautoilla, 41 % dieselautoilla ja loput muilla autoilla. (Tilastokeskus 2020.) Vuonna 2020 tuulivoimaloita rakennettiin yhteensä 67, joiden teho on yhteensä 302 megawattia. Yhteensä voimaloiden määrä oli 821 ja teho yhteensä 2586 megawattia. Näillä voimaloilla tuotettiin vuoden 2020 aikana 7 788 gigawattituntia sähköenergiaa eli 7,788 terawattituntia. (Suomen Tuulivoimayhdistys 2021.)

Näillä tiedoilla pystyy arvioimaan, paljonko sähköautojen lataukseen kuluu suunnilleen sähköenergiaa vuodessa ja muut äsken mainitut asiat. Yksi sähköauto kuluttaa sähköenergiaa vuodessa noin 2 200–3 980 kilowattituntia, kun käyttää laskemisessa bensiini- ja dieselautojen keskimääräisiä ajokilometrejä. 100 000 sähköautolle sähköenergiaa tarvitaan noin 220–398 gigawattituntia. Tuulivoimalaitoksilla keskimäärin yhden megawatin teholla saatiin tuotettua noin 3 012 megawattituntia vuodessa, jos ajatellaan myös näiden 67 tuulivoimalan tuottaneen sähköenergiaa koko vuoden ajan. Vuoden 2020 rakennetuista voimaloista yhden voimalan teho on keskimäärin 4,5 megawattia ja kaikista tähän asti rakennetuista teho on keskimäärin noin 3,15 megawattia. Laskua varten voi ajatella, että lähivuosina voimaloiden keskimääräinen koko kasvaa tai pysyy lähes ennallaan. Yhdellä 4,5 megawatin tuulivoimalaitoksella saisi tuotettua sähköenergiaa vuodessa noin 13,6 gigawattituntia. Tämän mukaan 100 000 sähköauton lisäys liikenteeseen tarvitsee sähköenergiaa sen verran, mitä 17–30 tuulivoimalaa tuottaa.



KUVIO 3. Sähköenergian tuotanto Suomessa (Tilastokeskus 2021)

Kuvaajasta näkee, että Suomen sähkönkulutuksessa on ollut noin 3–5 terawattitunnin vaihtelua vuosien aikana. 100 000 sähköauton lisäys mahdollisesti 2–5 vuoden aikana ei näyttäisi aiheuttavan ongelmia. Tuotannossa käytetään vielä aika paljon fossiilisia polttoaineita, vaikka ne vähenevät joka vuosi. Sähköautot tavallaan hidastavat vähän fossiilisten polttoaineiden poistamista sähköntuotannosta, koska lataukseen käytetyn sähkön voisi kuluttaa johonkin muuhun. Ainoat ongelmat sähköntuotannon kannalta voisivat olla hetkinä, jolloin sähkönkysyntä ylittää tuotannon jollakin sähköverkon alueella. Tällökin ongelmalle on olemassa sähköautoille tehty teknologia, jolla sähköauton käyttäjät voivat tasapainottaa sähköverkkoa.

2.7 Vehicle-to-Grid (V2G)

V2G:n on ideana, että sähköautoa pystyisi käyttämään sähköenergiavarastona ja siitä pystytään syöttämään sähköenergiaa takaisin sähköverkkoon. Sähkön hinnan määräytyessä kysynnän mukaan käyttäjä

voi ladata autoaan kysynnän ollessa matala ja syöttää sähköä takaisin verkkoon kysynnän ollessa korkea. Sähköauton käyttäjä voi tällä tavalla säästää sähköauton käyttökuluissa. Sähköenergia varastoituu aina akkuun tasavirtana. Vaihtovirtalatauksessa sähköauton latausjärjestelmä muuttaa vaihtovirran tasavirraksi, josta se varastoituu akustoon. Tasavirtalatauksessa latausjärjestelmä ohitetaan ja se mahdollistaa lataamisen myös sähköautosta akustoon. Akuston tasasähkövirta muutetaan 50 Hz:n vaihtovirraksi ja jännite tahdistetaan vastaamaan sähköverkon jännitettä, jotta virran voi syöttää verkkoon. Sähköauton tai latauslaitteen voi rakentaa niin, että niillä onnistuu tahdistus, mutta rakentamiskustannukset nousevat sen takia todella paljon. Latauslaite on käytännön kannalta parempi rakentaa tahdistukseen kykeneväksi, kuin jokainen sähköauto erikseen. Euroopassa V2G-tekniikkaa on kehitelty pikalatauksen Chademo-liitännälle ja vähän myös CCS-liitännälle. V2G-latauslaitteita on testikäytössä yksittäisiä Euroopan alueella. (Sauliala 2017.)

3 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA ASIOTA

Sähkösuunnittelijan tehtävänä on tarkistaa, että tulevat sähköasennukset noudattavat voimassa olevia lakeja ja standardeja. Näin asennuksista tulee käyttäjille turvallisia. Moni standardin kohdista koskee niin pieniä kuin isoja rakennuksia, mutta omakotitaloille ei ole laissa mainittu velvoitteita. Latauslaitteiden syöttökaapelit tulisi suunnittelijan mitoittaa riittävän kokoisiksi, jotta suojaus sähkön vaaroilta toimii vikatilanteissa ja latauslaite toimii käytössä oikein. Näitä varten on koottu oikosulkuvirran ja jännitteenaleneman laskemiseen käytettyjä kaavoja. Latauslaitteisiin valittiin markkinoilta vielä vuoden 2020 lopulta ja vuoden 2021 alulta löytyviä laitteita. Esiteltyjä latauslaitteita voi käyttää taloyhtiöissä, yrityksissä ja omakotitaloissa. Pikalatausasemat ovat esiteltyjä laitteita kookkaampia ja paljon kalliimpia, joita ei verkkokauppojen mukaan myydä tavallisille kuluttajille.

3.1 Laki koskien sähköautojen latauspisteitä

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä hyväksyttiin eduskunnassa 16.10.2020 (Eduskunta 2020b, 10). Laki osittain panee täytäntöön rakennusten energiatehokkuutta koskevan direktiivin. Direktiivi on osa ilmastonmuutosta rajoittavaa EU:n puhtaan energian pakettia. Lain pyrkimyksenä on parantaa latausmahdollisuuksia sähköajoneuvoille. Laki velvoittaa suunnittelemaan ja asentamaan asuinrakennuksille ja muille julkisille rakennuksille latauspistevalmiudet ja latauspisteet. Laissa on myös vaatimuksia pysäköintitaloille, jotka järjestävät pysäköintiä yhdelle tai useammalle asuinrakennukselle. (Eduskunta 2020a, 1.) Taulukkoon 1 on koottu kaikki lain velvoittamat määrät latauspisteille ja -valmiuksille.

Vaatimukset koskevat rakennuksia, joiden rakentamiseen tai korjaukseen haetaan maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukaista rakennuslupaa ja jotka ovat tulleet vireille 11.03.2021 tai myöhemmin (Eduskunta 2020b, 3, 10). Vaatimukset eivät koske mikroyritysten omistuksessa ja käytössä olevia rakennuksia (Eduskunta 2020b, 5). Mikroyritykseksi luokitellaan yritys, jossa työskentelee alle 10 työntekijää, mikroyrityksen taseen loppusumma tai liikevaihto vuodessa on suurimmiltaan 2 miljoonaa euroa ja mikroyrityksen pääomasta tai osakkeista 25 prosenttia tai yli ei ole suuren yrityksen omistuksessa (Tilastokeskus). Poikkeus mikroyrityksille tehtiin sen takia, että jotkut mikroyritykset joutuisivat vaatimuksista taloudelliseen ahdinkoon ja pahimmillaan päätyisivät lakkauttamaan yrityksensä toiminnan. Suomen yrityksistä noin 93 prosenttia on mikroyrityksiä. (Eduskunta 2020a, 44, 56.)

Uuden tai laajasti korjattavan asuinrakennuksen yli 4 paikan pysäköintialueelle tulee asentaa latauspistevalmius kaikkiin pysäköintipaikkoihin (Eduskunta 2020b, 3, 4). Rakennuksen ulkovaippaan tai tekniisiin järjestelmiin liittyvien korjausten jälleenrakentamisesta aiheutuvien kustannusten ylittyessä 25 prosentilla rakennuksen arvosta korjaus tulkitaan laajaksi. Rakennusmaan arvoa ei lasketa rakennuksen arvoon mukaan. (Eduskunta 2020b, 2.) Muille uusille tai laajasti korjattaville rakennuksille, jotka eivät ole asuinrakennuksia, asennettavaksi riittää yli 10 paikan pysäköintialueelle yksi suuritehoinen latauspiste. Vaihtoehtoisesti vähimmäisvaatimus täyttyy 11–50 paikan pysäköintialueella yhdellä normaalitehoisella latauspisteellä, 51–100 paikan pysäköintialueella kahdella normaalitehoisella latauspisteellä ja yli 100 paikan pysäköintialueella kolmella normaalitehoisella latauspisteellä. (Eduskunta 2020b, 3, 4.) Normaalitehoinen latauspiste on nimellisteholtaan 3,7 kW–22 kW ja yli 22 kW:n nimellistehon latauspiste on suuritehoinen (Ympäristöministeriö 2020). Muille kuin asuinrakennuksille vaaditaan latauspistevalmius vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaikoista, jos niitä on 11–30. Tällaisille rakennuksille yli 30 paikan pysäköintialueelle vaaditaan latauspistevalmius vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista siten, että pysäköintialueella on latauspistevalmiuksia vähintään 15 pysäköintipaikassa. Vaatimus asentaa latauspistevalmius pysäköintipaikkaan täyttyy myös, jos siihen on jo asennettu latauspiste. (Eduskunta 2020b, 4.)

Käytössä oleviin muihin kuin asuinrakennuksiin, joissa on yli 20 paikan pysäköintialue, omistajan tulee asentuttaa ainakin yksi latauspiste rakennuksen yhteyteen viimeistään 31.12.2024. Uuteen tai laajasti korjattavaan pysäköintitaloon, joka on tarkoitettu ainakin yhden asuinrakennuksen käyttöön, tulee asentaa latauspistevalmius kaikkiin pysäköintipaikkoihin. (Eduskunta 2020b, 4.)

TAULUKKO 1. Vähimmäisvaatimukset uusille ja laajasti korjattaville rakennuksille

Vähimmäisvaatimukset uusille ja laajasti korjattaville rakennuksille		
Asuinrakennus		
Autopaikkojen määrä	Latauspistevalmiudet	Latauspisteet
yli 4	jokaiseen paikoista	Ei vaatimuksia
Pysäköintitalo, jossa järjestetään ainakin yhden asuinrakennuksen pysäköintiä		
Autopaikkojen määrä	Latauspistevalmiudet	Latauspisteet
Ei merkitystä	jokaiseen paikoista	Ei vaatimuksia*
Muu julkinen rakennus		
Autopaikkojen määrä	Latauspistevalmiudet	Latauspisteet
11–30	50%:iin paikoista	Yksi suuritehoinen (yli 22kW) latauspiste tai yksi normaalitehoinen (3,6kW-22kW) latauspiste
30-50	20%:iin paikoista, mutta vähintään 15 paikkaan	Yksi suuritehoinen (yli 22kW) latauspiste tai yksi normaalitehoinen (3,6kW-22kW) latauspiste
50–100	20%:iin paikoista, mutta vähintään 15 paikkaan	Yksi suuritehoinen (yli 22kW) latauspiste tai kaksi normaalitehoista (3,6-22kW) latauspistettä
yli 100	20%:iin paikoista	Yksi suuritehoinen (yli 22kW) latauspiste tai kolme normaalitehoista (3,6-22kW) latauspistettä

*Yli 20 paikkaisissa ja käytössä olevissa ei-asuinrakennuksissa tulee olla vähintään 1 latauspiste vuodesta 2025 alkaen

3.2 Standardit

Tähän osioon on koottu niitä standardeja, jotka kiinnostavat suunnittelijaa ja joita tulisi noudattaa latausjärjestelmän suunnittelussa. Tärkeimmät tarvittavat tiedot löytyvät seuraavasta standardista:

- SFS 6000-7-722. Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. Standardissa on vaatimuksia mm. sähköajoneuvojen syötön suojauslaitteille, syöttöön kuuluvien laitteiden suojuksille ulkoisia uhkia (vesi, pöly ja iskut) vastaan eri paikoissa, pistokkeille, pistorasioille ja latausasemille (SFS 6000-7-722:2017, 199–203).

Kaapelien mitoituksessa ja johtoreiteissä noudatettavia standardeja ja niiden ohjeistavia liitteitä:

- SFS 6000-5-523. Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Kuormitettavuus.
- SFS 6000-5-52. Liite 52B. Kaapelien kuormitettavuus.
- SFS 6000-528.2. Tiedonsiirtokaapeleiden läheisyys.

- SFS 6000-5-536.4.1. Selektiivisyysvaatimukset.
- SFS 6000-4-44.7. Johtotiet.
- SFS 6000-5-52. Liite 52F. Putkijärjestelmän valinta.
- SFS 6000-5-52. Liite 52G. Jännitteenalenema sähkökäyttäjän asennuksessa.
- SFS 6000-5-52. Liite 52Y. Esimerkki kaapelin kuormitettavuuden ja ylikuormitussuojauksen valinta.

3.3 Latauspisteiden kaapelointi

Sähköajoneuvon lataukseen käytettävään virtapiiriin saa liittää latauspisteiden lisäksi vain muiden ajoneuvojen lämmitykset, joten näille tulee olla omat ylivirtasuojat keskuksessa (SFS 6000-7-722:2017, 201). Kaapelit valitaan latausjärjestelmän järjestelmätoimittajan ohjeiden mukaan, jos käytettävä latausjärjestelmä on jo tiedossa. Muussa tapauksessa kaapeli on mitoitettava itse. Mitoituksessa on huomioitava oikosulkuvirta, jännitteenalenema ja kuormitettavuus kaapelille. Latauspisteen kaapelointi pitää suojata ulkoisilta vaurioilta. Seinäasennuksessa kaapelit voidaan suojata alumiiniputkella. Asennettaessa kaapeleita maahan syöttävältä keskukselta latauspisteille ne kannattaa asentaa muoviputkeen. Putken valinnassa kannattaa huomioida johtoreitin yläpuolinen liikenne. Älykkään latausjärjestelmän tiedonsiirtokaapeleille pitää jättää johtoreittiin tilaa. (Korhonen ym. 2019, 43, 86.) Johtoreitissä latauspisteiden syöttökaapeleille pitää olla riittävä etäisyys tai eristys tiedonsiirtokaapeleihin tietoliikenteen häiriöiden välttämiseksi (Mäkinen 2019, 57).

3.4 Suojaus

Kotelointiluokaltaan latauslaitteen tulisi olla ulkona vähintään IP44 ja sisätiloissa IP41. Iskunkestävyyden osalta sen tulee kestää keskimääräiset iskut. Tähän riittää, kun valitsee latauslaitteen, jonka iskunkestävyysluokka on IK07 tai korkeampi. Vaihtoehtoisesti voi käyttää esteitä suojaamaan laitetta tai valitsee turvallisen sijoituspaikan, jossa iskuilta vältytään. (SFS 6000-7-722:2017, 202–203.) Vaihtosähkölatauspisteet pitää suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojilla, jotka ovat tyypiltään A tai B. A-tyypin vikavirtasuojille vaaditaan lisäksi 6 mA:n tasasähkövikavirtasuojaus. Osassa latauslaitteissa molemmat vikavirtasuojaukset ovat jo valmiina. Jos vikavirtasuojan asentaa kylmään tilaan, siinä pitää olla merkattuna -25°C lumihiihtäesymboli kertomassa pakkasenkestävyydestä. (SESKO ry 2021, 3.)

3.5 Latauspisteiden sijoittelu

Julkisilla pysäköintialueilla esim. kaupan pysäköintialueella latauspisteiden paikat kannattaa miettiä siten, etteivät polttomootoriauton kuljettajat pysäköi autoansa latauspisteille. Julkisten rakennuksien sisäänkäyntien lähellä olevat pysäköintiruudut ovat suosituimpia. Latauspisteet voi merkitä liikennemerkkeillä osoittamaan pysäköintiajat, jotta autoa ei turhaan pidetä latauspisteellä latauksen päätyttyä. Mukavuussyistä latauspisteet on hyvä sijoittaa katosten alle, vaikka latauslaitteet kestävätkin sääolosuhteita. Latauslaitteet on määräyksen mukaan sijoitettava vähintään 10 metrin etäisyyteen räjähdysvaarallisista tiloista ja kohteista. (Korhonen ym. 2019, 44, 70–72.) Näitä ovat esim. räjähdysvaarallisten aineiden säilytysvarastot ja polttoaineiden tankkauspisteet. Huoltoasemilla sähköautojen pikalatauspisteitä ja polttoaineen tankkauspisteitä ei siten näe toistensa vieressä.

Taloyhtiöissä latauspisteiden sijoitteluun voi miettiä muutamia ratkaisuja. Jossakin tapauksessa edullisin ratkaisu on sijoittaa latauslaitteet lähimpiin pysäköintiruutuihin syöttävästä keskuksesta. Nämä ruudut vuokrataan ladattavien sähköautojen omistajille. Toisessa tapauksessa latauslaitteet sijoitetaan ympäri pysäköintialuetta niiden asukkaiden pysäköintiruutuihin, jotka haluavat latauslaitteen. Voi myös päättää, että jotkut pysäköintiruudut ovat vain latauskäytössä. Silloin asukkaat käyttävät autonsa latautumassa latauspisteellä ja muina aikoina pysäköivät muihin pysäköintiruutuihin. On myös hyvä miettiä latauspisteiden sijoittelussa, tarjotaanko muille kuin asukkaille mahdollisuus ladata autoa. (DEFA 2018, 14–16.)

Pysäköintiruutuun asentaessa latauslaitetta se on paras sijoittaa pysäköintiruudun vasempaan reunaan. Sähköauton latausvastake, johon latauspistoke tulee, sijaitsee yleensä keskellä auton keulaa, vasemmalla sivupeilin lähellä tai takana vasemmalla/oikealla. Latausjohto siten yltää auton latausvastakkeeseen, kun sen ajaa pysäköintiruutuun etu- tai takaperin riippuen vastakkeen sijainnista. (Energiateollisuus ym. 2019, 15.) Latauspisteen pistorasian alimmasta osasta katsottuna asennuskorkeus tulee olla puolesta metrillä puoleentoista metriin (Korhonen ym. 2019, 42–43).

3.6 Staattinen/kiinteä kuormanhallinta

Staattisessa kuormanhallinnassa lataustehon voi rajoittaa johonkin arvoon. Jokainen ladattava auto pienentää lataustehoa kellonajasta riippumatta, vaikka kapasiteettiä riittäisi tuona ajankohtana suurempaan

lataustehoon. (Alpiq.) Toinen staattiseen kuormanhallintaan kuuluva tapa, jonka voi toteuttaa samaan aikaan lataustehon alennuksen kanssa, on toisten kuormien ohjaaminen pois päältä latauksen aikana.

Kun monen sähköauton latauksesta aiheutuva kuorma kasvaa liian isoksi, releillä tapahtuvalla ohjauksella samankokoinen kuorma otetaan pois käytöstä sähkökeskuksessa (Korhonen ym. 2019, 53). Staattisessa kuormanhallinnassa pitää huomioida kiinteistöllä ladattavien sähköautojen minimilatausvirrat. Latausvirran ollessa liian pieni sähköauto ei tunnista sitä lataukseksi. Sähköauto voi jäädä valmiustilaan odottamaan latauksen alkamista kuluttaen samalla akun varausta. (Rakentaja.fi 2020.)

3.7 Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaamisessa kuormanhallinnassa latauslaitteille voi yksitasoisessa järjestelmässä antaa jonkin tehoraajan ja tätä latauslaitteet eivät ylitä missään tilanteessa. Latauslaitteet kommunikoivat keskenään ja jakavat lataustehoa lataajien kesken. Monitasoisessa järjestelmässä mitataan kiinteistön sähköenergian kulutusta pääkeskuksen sähkömittarilta, joka liitetään latauslaitteisiin. Kaikki sen hetkinen vapaa kapasiteetti sähköliittymästä saadaan siten käytettyä lataukseen. Silloin kun kiinteistön muu kulutus on alhaista, kaikkien sähköautojen lataustehot ovat korkeampia. Yksitasoisesti toteutettuna voidaan esimerkiksi antaa rajaksi 50 kW vuorokauden ympäri ja monitasoisesti toteutettuna alkuillasta saadaan latauskäyttöön sama 50 kW, mutta yöaikaan saadaankin 80 kW. (Plugit Finland Oy 2021.)

3.8 Jännitteenaleneman laskeminen

Suosittelavaa olisi, että yleisen jakeluverkon syöttämänä jännitteenalenema ei pienjänniteasennuksissa ylitä 3 prosenttia valaistusasennuksissa ja 5 prosenttia muissa asennuksissa. 100 metrin ylittävältä matkalta prosenttiarvoa voi nostaa 0,005 prosenttia per metri. (SFS 6000-5-52:2017, 282.) Jännitteenaleneman laskemiseksi voi käyttää standardin SFS 6000-5-52 kaavaa 2 tai D1-2017-käsikirjan kaavoja 3 ja 4. Näiden lisäksi on vielä muitakin kaavoja.

$$u = b(\rho_1 \times \frac{L}{S} \times \cos\varphi + \lambda \times L \times \sin\varphi) \times I_B \quad (2)$$

jossa u on jännitteenalenema [V], b on kerroin (yksivaiheisesti kuormitetuissa piirissä kerroin on 2 ja kolmivaiheisesti kuormitetuissa, joissa nollajohtimen virta kumoutuu, kerroin on 1), ρ_1 on johdinmateriaalin resistiivisyys [$\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$], L on johdinjärjestelmän pituus [m], S on johtimien poikkipinta-ala [mm^2], $\cos \varphi$ on tehokerroin (oletusarvona $\cos \varphi = 0,8$ ja $\sin \varphi = 0,6$), λ on johtimien reaktanssi pituusyksikköä kohti [$\text{m}\Omega/\text{m}$] (oletusarvo $0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$) ja I_B on suunniteltu virta [A] (SFS 6000-5-52:2017, 282–283).

Yksivaiheisen vaihtojännitteen jännitteenalenema lasketaan kaavalla 3:

$$\Delta U = I \times 2 \times l \times (r \times \cos \varphi \pm x \times \sin \varphi) \quad (3)$$

jossa ΔU on jännitteenalenema [V], I on virtapiirin kuormitusvirta [A], l on kaapelin pituus [m], r on ominaisresistanssi [Ω/m], x on ominaisreaktanssi [Ω/m] ja φ on vaihekulma jännitteen ja virran välillä (D1-2017, 242).

Kolmivaiheisen vaihtojännitteen jännitteenalenema lasketaan kaavalla 4:

$$\Delta U = I \times \sqrt{3} \times l \times (r \times \cos \varphi \pm x \times \sin \varphi) \quad (4)$$

Plusmiinusmerkin tilalle tulee plusmerkki induktiivisilla kuormilla ja miinusmerkki kapasitiivisilla (D1-2017, 242).

Suhteellinen jännitteenalenema prosentteina saadaan kaavalla 5:

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100\% \quad (5)$$

jossa Δu on suhteellinen jännitteenalenema, U_n on virtapiirin nimellisjännite (D1-2017, 242).

3.9 Oikosulkuvirta kaapelin mitoituksessa

Kaapelien ja suojalaitteiden mitoituksessa pitää suunnitteluvaiheessa laskea automaattisen poiskeytymisen toimiminen oikosulussa. Yksivaiheista oikosulkuvirtaa laskiessa ryhmäjohtimen päässä tulee ensin selvittää pääkeskuksen oikosulkuvirta. Oikosulkuvirran vaihe- ja suojamaajohtimen välillä voi saada selville sähköyhtiöltä tai arvioimalla pääsulakekoon mukaan. (TAMK Talotekniikka 2013.) Uusissa liittymissä, jossa pääsulakekoko on 3x25 A–3x50 A, oikosulkuvirta liittymän pääsulakkeilla on vähintään

250 A. Poikkeustapauksissa 3x25 A:n pääsulakkeilla oikosulkuvirta on uusissa liittymissä vähintään 180 A. (Caruna.) Taulukossa 2 on oikosulkuvirrat pääsulakkeille.

TAULUKKO 2. Mitoitusoikosulkuvirrat liittymille (mukaiillen Caruna)

Päävaroke (A)	Oikosulkuvirta (A)
3x25	180–250
3x35, 3x50	250
3x63	320
3x80	425
3x100	580
3x125	715
3x160	950
3x200	1250
3x250	1650

Oikosulkuvirran avulla voi laskea silmukkaimpedanssin pääkeskukselle kaavalla 6:

$$Z_{kPK} = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times I_{kPK}} \quad (6)$$

jossa Z_{kPK} on pääkeskuksen silmukkaimpedanssi [Ω], c on jännitteenaleneman huomioiva kerroin 0,95, U on pääjännite [V] ja I_{kPK} on pääkeskuksen oikosulkuvirta [A] (TAMK Talotekniikka 2013).

Tarkat kaapelien impedanssiarvot saa kaapelin valmistajan kertomista lisätiedoista (TAMK Talotekniikka 2013). Taulukosta 3 voi myös katsoa kaapelin johtimien poikkipinnan mukaan likimääräiset impedanssiarvot. Taulukon resistanssi- ja reaktanssiarvoja tarvitsee jännitteenaleneman laskuissa. Kaavalla 7 saadaan vikavirtapiirin impedanssi:

$$Z_k = Z_{kPK} + Z_L + Z_{PE} \times l \quad (7)$$

jossa Z_k on vikavirtapiirin impedanssi [Ω], Z_L on vaihejohtimen impedanssi [Ω], Z_{PE} on suojamaajohtimen impedanssi [Ω] ja l on kaapelin pituus [m] (TAMK Talotekniikka 2013).

TAULUKKO 3. Kaapelien impedanssiarvoja (mukaillen D1-2017, 96)

Johtimien poikkipinta neliömillimetreinä	Impedanssi Ω/m		Resistanssi Ω/m		Reaktanssi Ω/m	
	Kupari	Alumiini	Kupari	Alumiini	Kupari	Alumiini
1,5	0,014620		0,014620		0,000115	
2,5	0,008770		0,008770		0,000110	
4	0,005480		0,005480		0,000107	
6	0,003660		0,003660		0,000100	
10	0,002246		0,002244		0,000094	
16	0,001418	0,002326	0,001415	0,002324	0,000090	0,002326
25	0,000902	0,001492	0,000898	0,001489	0,000086	0,001492
35	0,000657	0,001089	0,000652	0,001086	0,000083	0,001089
50	0,000489	0,000800	0,000482	0,000796	0,000083	0,000800
70	0,000346	0,000557	0,000336	0,000551	0,000082	0,000557
95	0,000257	0,000406	0,000244	0,000398	0,000082	0,000406
120	0,000211	0,000326	0,000195	0,000316	0,000080	0,000326
150	0,000174	0,000270	0,000155	0,000258	0,000080	0,000270
185	0,000148	0,000222	0,000125	0,000207	0,000080	0,000222
240	0,000124	0,000180	0,000095	0,000162	0,000079	0,000180
300	0,000111	0,000155	0,000078	0,000133	0,000079	0,000155

Oikosulkuvirta ryhmäjohdon päässä saadaan laskettua kaavalla 8:

$$I_k = \frac{0,95 \times U}{\sqrt{3} \times Z_k} \quad (8)$$

jossa I_k on oikosulkuvirta ryhmäjohdon päässä [A] (TAMK Talotekniikka 2013).

3.10 Erilaisia latausasemia

Latausasemia saa monissa eri hintaluokissa. Lämmitystolppien kotelojen tilalle tulevat latauskäyttöön sopivat kotelot ovat hyviä silloin, kun budjetti on tiukka ja halutaan alustavasti säännökset täyttävät latausasemat. Kalliimmilla latausasemilla on mahdollisuus ladata korkeammalla latausteholla ja niissä on erilaisia hyödyllisiä ominaisuuksia moneen tarpeeseen. Latausasemista voi olla hyödyllistä selvittää, saako ne kytkeä yksi- ja kolmivaiheisesti. Pysyväksi latausasemaksi sopii hyvin latausasema, jonka saa kytkeä molemmilla tavoilla. Kiinteistön sähköliittymän tehokapasiteetti ei välttämättä heti riitä kolmivaihelataukseen tai ladattava sähköauto ei tue kolmivaihelatausta, mutta tulevaisuudessa muutosten tullessa kolmivaihelatauksen saa halutessaan käyttöön vaihtamatta latausasemaa.



KUVA 5. Lataus- ja lämmitysasema (Satmatic 2020)

8MMO466S Lataus- ja lämmitysasema on seinään tai tolppaan asennettava. Sen voi asentaa myös takaosat vastakkain toisen samaan sarjaan kuuluvan rasian kanssa. Asemassa on latauskäyttöön tarkoitettu 16 A:n supersukopistorasia ja 16 A:n lämmityspistorasia. Latauspistorasiassa on kilowattituntimittari seuraamassa latauspistorasian kulutusta ja lämmityspistorasiassa on digitaalinen ajastin. Asemassa on vakiona A-tyypin vikavirtasuojat. Asemasta on saatavilla myös kaksi muuta versiota. Ensimmäisessä supersukopistorasian tilalla on normaali jatkuva 8 ampeerin virtaa kestävä pistorasia. Toisessa on kaksi latauspistorasiaa, joissa on molemmilla omat kulutusmittarit. Kotelon osia vaihtamalla pystyy kWh-mittarilla varustetun latauspistorasian muuttamaan ajastimella toimivaksi lämmityspistorasiaksi ja toisinpäin. (Satmatic 2020.) Näiden hinnat ovat tällä hetkellä 300–400 euroa.



KUVA 6. ABB EvLunic pro -latausasema (Onninen 2020)

ABB EVLunic Pro -latausasema on seinään asennettava latausasema. Siinä on kiinteästi asennettu 4 metrin latauskaapeli Type 2 -pistokkeella. Asemassa on RFID-lukija, jolla voi hallita kuka voi käyttää asemaa. Lisäksi on vielä SIM-korttipaikka etäohjausta varten. Asemalla voi ladata korkeintaan 22 kW:n teholla, kun se on kytketty 3x32 A:n ylivirtasuojiin. Tästä on olemassa Master- ja Slave-versiot. Master voi hallita muiden saman ryhmän latausasemien latausvirtaa, jos lataustehoa on tarvetta pienentää. (Onninen 2020.) Latausaseman hinta on tällä hetkellä noin 1800 euroa.



KUVA 7. Schneider Electric EVlink Wallbox -latausasema (Schneider Electric 2020)

Schneider Electric EVlink Wallbox -latausasema soveltuu yksityiseen käyttöön omakotitaloihin, taloyhtiöihin ja muihin yksityisiin kohteisiin, joissa käyttäjää ei tarvitse tunnistaa. Latausasemassa on kuitenkin avainlukitus estämässä ulkopuolisilta luvattoman käytön. Latausasema on seinään tai jalustaan asennettava, jossa on Type 2 -pistorasia tai siihen voi liittää kiinteästi Type 2 - tai Type 1 -pistokkeella varustetun 4 metrin latausjohdon. Latausteho on yksivaiheisesti liitettynä 3,7 kW tai 7,4 kW ja kolmivaiheisena 11 kW tai 22 kW. Siinä ovat erityisinä toimintoina väliaikainen kuormanpudotus ja latauksen viivästetty aloitus, jotka vaativat erillisen kosketintiedon asemalle. Iskunkestävyysluokaltaan latausasema on IK10 ja IP-luokitukseltaan IP54. (Schneider Electric 2020.) Hinta näillä laitteilla on 1100–1500.



KUVA 8. Ensto One -latausasema (Ensto 2020)

Ensto One EVH -latausasema on suunniteltu taloyhtiöiden käyttöön. Latausteho on 3,6 kW (1x16 A) tai 7,4 kW (1x32 A). Latausvirtaa voi säätää 6 ampeerista ylöspäin Bluetooth-mobiilisovelluksella. Varusteluvaihtoehtona on Type 2 -pistorasia, kiinteä Type 2 -latauskaapeli tai ylimääräinen sukopistorasia. Latausasemassa on sisäänrakennettuna DC-vuotovirran valvonta, tyyppin A yhdistelmäsuoja ja MID-energiamittari. Latausaseman voi asentaa vain seinään. (Ensto 2020.) Hinta on noin 700–800 euroa riippuen myyntipaikasta.



KUVA 9. GARO Twin -latausasema (GARO 2021)

GARO Twin -latausasema voi ladata kahta sähköautoa samaan aikaan. Latausasema tukee kuormanhallintatoimintoja. Samaan kuormanhallintaryhmään voi liittää enintään 16 latausasemaa. Latausasemiin saa halutessaan kiinteän 4 metrin latauskaapelit Type 2 -pistokkeilla tai ilman kiinteitä kaapeleita Type 2 -pistorasiat. Latausasemia saa yksivaiheisina tehoiltaan 2 x 7,4 kW ja kolmivaiheisina tehoiltaan 2 x 11 kW ja 2 x 22 kW. RFID-kortinlukijan voi lisätä halutessaan latausasemaan. Latausasema on suunniteltu omakotitaloon, työpaikalle ja taloyhtiöihin sopivaksi. Latausaseman voi asentaa seinään tai pylväeseen. Johdinliittimet ovat kooltaan 16 mm² ja latausasemien ketjuttamista varten on omat liitinrimat. Latausasemiin saa WLAN- ja Wifi-moduulin, kWh-mittarin, DC-vikavirtavalvonnan ja A tyypin vikavirtasuojan. (GARO 2021.) Hinta on tämän tyypin latausasemilla 2200 €–2800 €.

3.11 Päätöksenteko kiinteistön asukkaiden ja omistajien kesken

Sähköautoa ei kannata hankkia taloyhtiöön, ennen kuin on tiedossa, voiko sitä edes ladata taloyhtiön pysäköintialueella. Kun on osakkaana aikeissa omalla kustannuksella muuttaa omaa autopaikkaa latauskäyttöön sopivaksi, taloyhtiöltä tarvitaan lupa. Muuttaessa useita autopaikkoja latauspisteeksi tarvitaan päätös osakkaiden kesken yhtiökokouksessa tai vuokrat taloyhtiöissä päätös kiinteistön omistajalta. Yhtiökokouksessa voidaan enemmistöäänien päätöksellä alkaa muuttamaan autopaikkoja latauspisteiksi. Rakennus- ja ylläpitokustannukset voidaan päättää periä yhtiövastikkeessa vain muutettavien autopaikkojen omistajilta tai kaikilta omistajilta. Latauksesta aiheutuvat kulut voidaan veloittaa lataajilta kulutuksen mukaan tai vaihtoehtoisesti heidän autopaikkamaksuaan voidaan korottaa. (Lavento & Kaarre 2020.)

Latauspisteiden rakentamisen voi myös ulkoistaa jollekin sitä palvelua tarjoavalle yritykselle. Silloin taloyhtiötä laskutetaan kuukausimaksun kautta latauspisteiden rakentamisesta ja ylläpitämisestä. Latauksesta yritys veloittaa erikseen sähköauton lataajia kulutuksen mukaan. Osakkaiden tai vuokrat taloyhtiön omistajan ei tarvitse ulkoistuksen takia huolehtia kulutuksen seuraamisesta ja laskuttamisesta. (Isännöinti Ilkka Saarinen Oy.)

Sähköauton hankintaa harkitsevan kannalta ongelmaksi voi tulla, että pysäköintialueen tai pysäköintitalon omistaa useampi taloyhtiö. Muita taloyhtiöitä ei välttämättä kiinnosta vielä sähköautojen lataus ja päätöksenteko on haastavampaa. Tehokkaita latauspisteitä ei päätetä heti rakentaa, joten tyydytään vaihtamaan lämmitystolppien koteloita latauskäyttöön sopiviksi. (Lavento & Kaarre 2020.)

3.12 Avustusraha latausinfraan rakentamista varten

Latausvalmiuksien ja -pisteiden lisäämiseen on varattu vuodelle 2021 avustusrahaa 5,5 miljoonaa euroa. Avustusrahaa myönnetään asuinrakennusten omistaville yhteisöille, kuten taloyhtiöille. Avustusrahaa voi hakea Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskukselta, ennen kuin latausvalmiudet ovat rakennettu. Avustusta ei saa keskeneräisille uudisrakennuksille. Alustavasti yhdelle hakijalle avustus kattaa kuluista 35 prosenttia, mutta enintään 90 000 euroa. Latauslaitteita ei ole pakko asentaa valmiuksiin 35 prosentin avustuksen saamiseksi. Avustus voi olla 50 prosenttia latausvalmiuksiin ja -pisteisiin aiheutuneista kuluista, kun latausvalmiuksia tulee ainakin viiteen autopaikkaan. Lisäedellytyksenä 50 prosentin avustuk-

seen on rakennuttava vähintään puoleen autopaikoista teholtaan vähintään 11 kW:n latauspiste. Taloudelliset toimijat voivat hakea eri ajankohtina avustusrahaa useammalle kohteelle, mutta he saavat 3 vuoden aikana avustusta yhteensä korkeintaan 200 000 euroa. Latausinfraan rakentamisessa avustettaviin kuluihin lasketaan kohteen tarvekartoitukset, hankesuunnittelu, muutostyöt sähköpääkeskukselle, sähköliittymän vaihto, kaapelit ja/tai niiden putkitukset, kaivuutyöt ja tuen saajan omistukseen tulevat latauslaitteet. (ARA 2021.)

4 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohteeksi valittiin vanhempi kerrostalo, johon on tulossa isompaa peruskorjausta. Tämä tarkoittaa sitä, että sen pysäköintialueelle pitää mahdollisesti lisätä korjauksen yhteydessä latausvalmiudet jokaiseen autopaikkaan. Kohteelle on tarkoitus asiakasta varten arvioida kustannukset latausvalmiuksien lisäämiselle ja miettiä samalla latausvaihtoehtoja nykyiselle liittymälle. Vertaamalla liittymiskaapelin kokoa pääsulakkeisiin ja pääkeskuksen nimellisvirtaan huomaa, että liittymiskaapeli sähköverkon ja pääkeskuksen välillä on todennäköisesti mitoitettu pääkeskuksen nimellisvirran mukaan. Mitoittaminen pääsulakkeiden mukaan tarkoittaisi ohuempaa liittymiskaapelia. Paksumman liittymiskaapelin takia pääsulakkeiden kokoa voi vielä kasvattaa ennen kuin liittymiskaapelin joutuisi vaihtamaan. Sähköpääkeskukselta menee kaapeli lämmitystolpille, jossa on kaksi vaihejohdinta, nolla ja suojamaa. Keskuksella on käytetty lämmitystolpille kaksi 20 ampeerin tulppasulaketta. Uusille ryhmille oli keskuksessa muutamia tyhjiä varokepesiä.

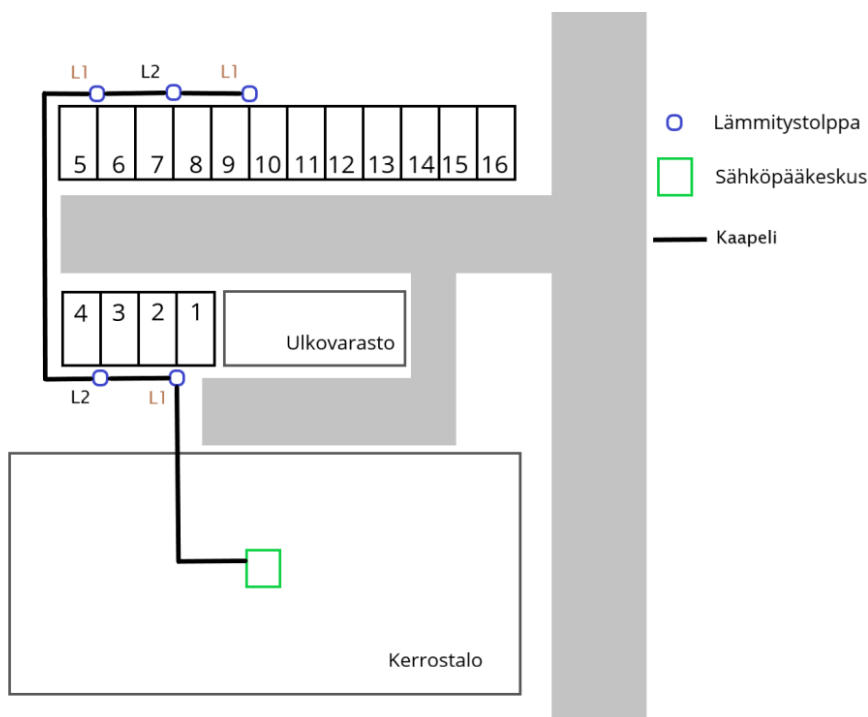
TAULUKKO 4. Esimerkkikohteen tietoja

Liittymiskaapeli	AMCMK 4x150+41 Cu
Pääsulakkeet	3x125A
Pääkeskuksen nimellisvirta	250A
Lämmitysryhmän syöttö	MCMK 3x6+6
Auton lämmitystolpat	5kpl
Autopaikkoja yhteensä	16kpl



KUVA 10. Esimerkkikohteen sähköpääkeskus

Kuviossa 4 on asemapiirroksen tyylinen piirustus kiinteistön alueesta. Kaapelireitti on oletettu kulkevan keskukselta lämmitystolpille kuvan mukaisesti. Samoin vaiheet ovat oletettavasti kytketty vuorotellen lämmitystolpilla. Kuormitukset olisi hyvä jakaa tasaisesti autopaikkojen sulakkeille, jotta yhtä sulaketta ei kuormiteta liikaa. Sähköpääkeskushuone on vähän vaikeassa paikassa rakennuksen keskellä. Jos autopaikkojen kaapelin haluaisi uusia nykyistä johtoreittiä pitkin, lattiaa olisi purettava. Kohteeseen voisi lisätä uuden latauskeskuksen uudella liittymällä. Latauskeskukselle hyvä paikka olisi ulkovaraston seinällä. Siitä saisi helposti vedettyä syötön autopaikkoihin. Latauspisteitä saisi kuusi ilman, että joutuisi purkamaan vanhoja asennuksia. Niitä paikkoja pystyisi kierrättämään kaikkien sähköautoilijoiden kesken. Vieraille olisi hyvä tietenkin jättää ainakin kaksi autopaikkaa vapaaseen käyttöön.



KUVIO 4. Kiinteistön alue ylhäältä katsottuna

4.1 Latausvalmiuksien lisäys ja lataustolppien laajennusvara kohteeseen.

Uuden liittymän tutkimisen sijaan tutkitaan, mihin vanha liittymä vielä kykenee. Tämän kokoiselle kohteelle ei vaadita kovin suuria investointeja, jotta latausvalmiudet saadaan lisättyä. Se vaatisi ainoastaan putkituksen asennuksen autopaikoille, joissa ei vielä ole lämmitystolppaa. Tolppiin asennettua kaapelia on sen jälkeen mahdollista jatkaa lähimmästä lämmitystolpasta putkitettuihin autopaikkoihin ilman

maan kaivamista. Putkitus asennetaan niin, että kaikkiin kuuteen ruutuun saa myöhemmin asennettua oman latauslaitteen. Silloin ei ole aina pakko valita latauslaitetta, jolla voi ladata kahta sähköautoa. Markkinoilla on vielä rajoitetusti eri tehoisia latauslaitteita, joihin saa kaksi latauskaapelia. Putkitukseen käy kaapelinsuojaputki 110 millin halkaisijalla. Sen kokoiseen putkeen mahtuu useampi kaapeli tulevaisuuden muutoksia varten.

D1-2017-käsikirjan sivun 228 taulukon 52.2 perusteella maahan asennetulle johdinpoikkipinnaltaan 6mm^2 kuparikaapelille sopivat korkeintaan 50 A:n sulakkeet. Keskuskuvia tutkimallakin selvisi, etteivät sulakekoot voi olla tämän suurempia kohteen autolämmitystolpille ilman pieniä muutoksia keskuksessa. Pääsulakkeilta meni syöttö ensin 3×63 A:n kokoiselle autolämmitysryhmälle merkitylle kytkimelle. Kytkimen jälkeen syöttö jatkui kWh-mittarille, joka mittaa pelkästään tolppien sähköenergian kulutusta. Syöttö oli liitetty mittarilta autonlämmitystolppien lähtösulakkeille. Jos autonlämmityksen 20 A:n lähtösulakkeet vaihdettaisiin 63 A:n kokoisiksi, suojauksen selektiivisyys ei toteutuisi ja kWh-mittari voi oikosulkutilanteessa hajota. Oikosulkuvirta autolämmitysryhmän päässä olisi hyvä tarkistaa laskemalla eri sulakekoolta. Tarpeeksi suuri sulake ei suoja näin ohutta kaapelia oikosululta. Jännitteenalenemäkin voi ylittää suositellun rajan suuremmalla kuormitusvirralla, näin ohuella kaapelilla ja näin pitkällä matkalla.

Sähkökeskukseen kannattaa tehdä vielä lämpökuvaus, jotta varmistuttaisiin, etteivät kaapelin johdinten liitokset lämpene liikaa suuremmilla sulakkeilla. Kuormanhallintaa ei pystytä toteuttamaan vielä, koska se vaatisi tietoliikennekaapeleita sähkökeskuksen kulutusmittarilta latauslaitteille. Huonona puolena näin rajoittuneissa asennuksissa muille saman taloyhtiön auton omistajille on se, että lämmitystolpille saatetaan asettaa tehorajat, jotta lataustolpille saadaan korkeampi teho käyttöön. Muilta autoilijoilta voidaan esimerkiksi kieltää lämmittämästä autoa, jos siinä on yli 1 kW:n moottorilämmitin.

4.2 Oikosulkuvirran raja-arvo nykyiselle kaapelille

Oikosulkuvirran autonlämmitysryhmän päässä saa laskettua, kun tiedetään keskuksen oikosulkuvirta tai silmukkaimpedanssi. Keskukselta saataisiin mitattua silmukkaimpedanssi käyttöönottomittaukseen tarkoitetulla laitteella. Sen voi tässä tapauksessa arvioida pääsulakkeiden oikosulkuvirran mukaan. Se on todennäköisesti suurempikin. D1-2017-käsikirjan sivun 94 taulukon 41.5 mukaan 125 A:n gG-sulakkeella pienin oikosulkuvirta on 715 A 5 sekunnin poiskytkentäajalla. Pääkeskuksen silmukkaimpedanssi lasketaan kaavalla 6:

$$Z_{kPK} = \frac{0,95 \times 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \times I_{kPK}} = \frac{0,95 \times 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \times 715 \text{ A}}$$

$$Z_{kPK} \approx 0,31 \Omega$$

Impedanssi kaapelin päässä lasketaan kaavalla 7:

$$Z_k = Z_{kPK} + Z_L \times Z_{PE} \times l$$

$$Z_k = 0,31 \Omega + 0,00366 \Omega/m \times 0,00366 \Omega/m \times 50 \text{ m}$$

$$Z_k \approx 0,68 \Omega$$

Oikosulkuvirta kaapelin päässä lasketaan kaavalla 8:

$$I_k = \frac{0,95 \times 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \times Z_k}$$

$$I_k = \frac{0,95 \times 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \times 0,68 \Omega}$$

$$I_k \approx 325 \text{ A}$$

D1-2017-käsikirjan sivun 94 taulukosta 41.5 katsottuna suurin sulake saisi olla 40 A, jossa on pienin sallittu oikosulkuvirta 315 A. 50 A:n sulake vaatisi vähintään 470 A:n oikosulkuvirran kaapelille. Tähän arvoon pääsisi, kun pääkeskuksen oikosulkuvirta on vähintään noin 2200 A. Suuremmalla 10 mm²:n kuparikaapelin arvoilla laskettuna 50 A:n sulakkeiden vaihtamiseksi pääkeskuksen oikosulkuvirran ei tarvitsisi olla kuin noin 910 A.

TAULUKKO 5. Pienimmät oikosulkuvirrat gG-sulakkeille (mukaillen D1-2017, 94)

Nimellisvirta [A]	gG-sulake 0,4 s [A]	Vaadittu mitattu arvo [A]
2	16	20
4	32	40
6	46,5	58,2
10	82	102,5
16	110	137,5
20	145	181,3
25	180	225
32	270	337,5
35		
40	315	393,8
50	470	587,5
63	550	687,5

4.3 Jännitteenalenema nykyiselle kaapelille

Jännitteenaleneman puolesta raja tulee vastaan 32 A:n virralla, jos pysäköintialueen kaapelointia kuormitetaan koko 50 metrin matkalla. Alla on laskettu jännitteenalenema yksivaiheisen jännitteenaleneman kaavalla 3, koska jokaista vaihetta kuormitetaan erikseen ja kolmatta vaihetta ei edes ole.

$$\Delta U = I \times 2 \times l \times (r \times \cos\varphi + x \times \sin\varphi)$$

$$\Delta U = 32 \text{ A} \times 2 \times 50 \text{ m} \times (0,00366 \text{ } \Omega/\text{m} \times 0,8 + 0,0001 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,6)$$

$$\Delta U = 11,29 \text{ V}$$

Suhteellinen jännitteenalenema laskemisessa käytetään kaavaa 5:

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100\%$$

$$\Delta u = \frac{11,29 \text{ V}}{230 \text{ V}} \times 100\%$$

$$\Delta u \approx 4,9\%$$

4.4 Kaapeloinnin uusiminen autopaikoille

Jos haluaa uusia kaapeloinnin kiinteistön pääkeskukselta lämmitystolpille, vanhat kaapeloinnit on purettava pysäköintialueelta putkitusten lisäämiseksi. Pääkeskuksen ja pysäköintialueen ensimmäisen lämmitystolpan välillä osittain rakennuksen alla menevä kaapeli todennäköisesti jätetään purkamatta. Se irrotetaan keskukselta ja merkitään molemmista päistä. Uudeksi johtoreitiksi sopii pääkeskukselta ulkoseinälle menevä kaapelihylly, josta kaapeli viedään maahan.

Pääkeskushuoneessa ei ole tilaa latauskäyttöön tarkoitettulle keskukselle, eikä vapaita paikkoja sulakkeille ole monta jäljellä. Jokaiseen autopaikkaan ei ainakaan pysty viemään yksittäistä kaapelia. Tähän kohteeseen voisi miettiä sellaista latausjärjestelmää, että muutamassa autopaikassa ketjutetaan kaapelia latauslaitteiden välillä ja johonkin autopaikkaan tulisi järeämpi latauslaite. Vapaiden varokepesien perusteella kaapeleita voisi viedä pysäköintialueelle kolmivaiheisena ainakin kolme. Pääkeskukselta on myös mahdollisuus vetää syöttökaapeli ulos tulevalle latauskeskukselle, jossa olisi helpompi tehdä muutoksia. Esimerkkikohteessa tilanpuute pääkeskuksessa ja sen huoneessa on isompi ongelma kuin tehokapasiteetti.

4.5 Kiinteistön huipputeho

Kiinteistön huipputehoa tarvitsee Excel-tiedostoa käsittelevässä osuudessa. Vaikka rakennuksen sähköenergian kulutustietoja ei saanut tietoon opinnäytetyötä varten, sähköenergian kulutuksen korkeimman arvon voi arvioida laskemalla huipputehon. Rakennuksen huipputehon laskemiseen käytettiin tässä työssä ST 13.31 -kortin kaavoja. Kerrostalossa ei ole huoneistoissa omia saunoja, joten huipputehon voi laskea kaavalla 9:

$$P_{max} = P_{VA} + 17 \text{ kW} \times A_{krs}/1000 \text{ m}^2 \quad (9)$$

jossa P_{max} on rakennuksen huipputeho [kW], P_{VA} on vakioarvo 65 kW, A_{krs} on kerroksien yhteispinta-ala [m^2] (Sähköinfo Oy 2020, 4).

Rakennuksen kerrospinta-ala ollessa pienempi kuin 2500 m^2 , P_{VA} :n tilalla käytetään laskettua P_V :n arvoa. Vaikka laskun jälkeen P_V :n arvo jää alle 30 kW:n, käytetään sen arvona silti arvoa 30 kW. Muulloin käytetään laskettua arvoa. (Sähköinfo Oy 2020, 4.) Rakennus on kolmikerroksinen ja yhden kerroksen

ala on arvioitu olevan noin 310 m^2 huoneistojen pinta-alojen perusteella. Kerrospinta-ala on siis 930 m^2 eli P_V :n arvo tulee laskea. P_V lasketaan kaavalla 10:

$$P_V = A_{krs}/2500 \times P_{VA} \quad (10)$$

$$P_V = 930 \text{ m}^2 / 2500 \text{ m}^2 \times 65 \text{ kW}$$

$$P_V \approx 24,2 \text{ kW}$$

Tehoarvo jäi alle 30 kW :n, joten P_V :n arvo on 30 kW .

$$P_{max} = P_V + 17 \text{ kW} \times A_{krs}/1000$$

$$P_{max} = 30 \text{ kW} + 17 \text{ kW} \times 930 \text{ m}^2 / 1000 \text{ m}^2$$

$$P_{max} \approx 45,8 \text{ kW}$$

Todellinen huippuarvo voi hyvinkin olla paljon pienempi, kun huoneistoissa ei käytetä sähkölämmitystä. Tämän lasketun arvon uskoisi esiintyvän todennäköisimmin silloin, kun kaikki asukkaat ovat kotona.

5 KUSTANNUKSIEN LASKEMINEN EXCEL-OHJELMALLA

Excel-tiedosto tehtiin selkeyttämään kustannuksien laskemista. Tarvittavat tiedot pysyvät tiedostossa tallessa ja aina tiedetään, mistä tiedot löytyvät. Tiedosto tehtiin sen näköiseksi, että siihen voi lisätä yhden kiinteistön tiedot. Tiedostossa on taulukot sijoitettu allekkain. Kopioimalla taulukoita toistensa viereen voi lisätä useamman kiinteistön tiedot. Kopiointia tarvitsee mahdollisesti silloin, kun asiakkaalla on useampia kohteita. Ohjelma laskee automaattisesti kustannuksia yhteen, kun eri hintoja lisää taulukoiden kohtiin. Tiedoston toiselle välilehdelle lisättiin myös latausjärjestelmän mitoittamista helpottavia toimintoja sekä latauspisteiden ja -valmiuksien lain mukaisista vähimmäismääristä kertova taulukko. Mitoitustoimintoja voi käyttää, jos haluaa asiakkaan kanssa alustavasti tarkistaa, paljonko latauspisteitä voi kohteeseen lisätä.

Tiedoston alkuun voi kirjoittaa perustiedot rakennuksesta. Siniset ruudut tiedostossa ovat ne, joihin käyttäjä itse kirjoittaa lukuarvot ja/tai tekstit. Tummanvihreisiin ruutuihin tiedosto laskee automaattisesti arvot. Kun pääsulakkeet ovat merkattu, tiedosto laskee niiden liittymistehon/laskennallisen huipputehon. Liittymistehoksi tulee 83,1 kW, kun pääjännite on 400 V, sulakekoko 3x125 A ja tehokertoimen arvo on 0,96. Liittymisteho pääsulakkeiden koon mukaan lasketaan kaavalla 11:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi \quad (11)$$

jossa P on liittymisteho, U on sähköverkon pääjännite, I on sulakkeiden nimellisvirta ja $\cos\varphi$ on tehokerroin.

Perustiedot rakennuksesta		
Rakennuksen tyyppi	<input checked="" type="checkbox"/> Asuinrakennus	<input type="checkbox"/> Muu julkinen rakennus
Autopaikkojen lukumäärä	16	
Pääsulakkeet	3x 125	A
Liittymis-/Nousukaapelin tyyppi	AMCMK 4x150+41 Cu	
Sähköpääkeskuksen nimellisvirta	250	A
Liittymisteho	83,1	kW
Varalähdöt keskuksessa	12	kpl
Seuraava peruskorjaus tulossa	2021	

KUVA 11. Perustiedot rakennuksesta

Pysäköintialueen keskukselle voi merkata tiedot kuvassa 12 näkyvään osioon. Esimerkkikohteessa ei tätä keskusta ei ole, joten kohdat jätetään tyhjiksi.

Pysäköintialueen keskuksen tiedot		
Sulakekoko	3x	A
Liittymis-/Nousukaapelin tyyppi		A kW kpl
Keskuksen nimellisvirta		
Sulakkeiden maksimikuormitus	0,0	
Varalähdöt keskuksessa		

KUVA 12. Pysäköintialueen keskuksen tiedot

5.1 Latauspisteiden määrän arviointi ilman kulutustietoja

Tiedostoon mietittiin ominaisuutta, jonka avulla pystyisi arvioimaan montako latauspistettä kohteeseen olisi mahdollista lisätä ilman tarkempia tuntikulutustietoja. Ominaisuudella voi asiakkaan luona käydessä ja pääkeskuksen nähtyään antaa arvion paljonko nykyiseen keskukseseen voi lisätä latauspisteitä. Tämä toteutettiin yksinkertaisesti siten, että tiedostoon voi arvioida nykyisen kuormituksen huippuarvon (KUVA 13). Tämän jälkeen tiedosto laskee automaattisesti käytettävissä olevan tehon vähentämällä liittymistehosta nykyisen kuormituksen huippuarvon.

Latauspisteille mitoittaessa tehoa ilman kuormanhallintaa latauspisteen teho pitäisi mitoittaa vähintään 3,6 kW:n tehoon ja kuormanhallinnalla 2 kW:n tehoon. Näillä tehoilla sähköauton lataus alkaa, vaikka keskuksen ja latauspisteiden välillä tapahtuu tehohäviötä. (Korhonen ym. 2019, 64.) Tiedosto laskee latauspisteiden määrän jakamalla käytettävissä oleva tehon ylemmässä ruudussa 3,6 kW:n teholla ja alemmassa 2 kW:n teholla. Tulokseksi tulee arvioitu määrä latauspisteitä kuormanhallinnalla ja ilman. Arvioinnin perusteella 3x125 A:n pääsulakkeilla käytettävissä pitäisi olla noin 32 kW, jos kuormanhallinnalla haluaisi 16 autopaikalle latauspisteen. Ilman kuormanhallintaa käytettävissä pitäisi olla noin 58 kW. Aikaisemmin rakennuksen huipputehoksi tuli laskemalla 45,8 kW. Sähköjärjestelmän kuormitusta voisi vielä kasvattaa noin 37 kW, joten kuormanhallintaa käyttämällä pääsulakekokoa ei tarvitsisi kasvattaa.

Tehosaatavuus		
Nykyinen kuormitushuippu	45,8	kW
Käytettävissä oleva teho	37,3	kW
Latauspisteiden enimmäismäärän arviointi		
Ilman kuormanhallintaa	10	kpl
Kuormanhallinnalla	18	kpl

KUVA 13. Latauspisteiden enimmäismäärän arviointi

Toisessa mitoituskohdassa (KUVA 14) käytetään kaavaa 12. Kaavalla voi laskea kuormanhallinnalla toteutuvan tehoarvon tai jonkun muun tuntemattoman arvon kaavaa kääntelemällä.

$$P_{\text{säh,autot}} = \frac{n_{\text{autot}} \times 0,2 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times \text{Stoimintasäde}}{t_{\text{latausaika}}} \quad (12)$$

jossa $P_{\text{säh,autot}}$ on latausjärjestelmälle käytettävä teho [kW], n_{autot} on ladattavien autojen lukumäärä, Stoimintasäde on latauksen aikana saatava toimintasäde [km] ja $t_{\text{latausaika}}$ on lataukseen käytettävä aika [h] (Korhonen ym. 2019, 65).

Latausjärjestelmän mitoittaminen		
Ladattavien autojen määrä	16	kpl
Haluttu auton toimintasäde	100	km
Latausaika	10	tuntia
Lataukseen käytettävä teho	50	kW
Lasketut arvot		
Laskettu toimintasäde	156,3	km
Laskettu latausaika	6,4	tuntia
Laskettu latausteho	32,0	kW

KUVA 14. Latausjärjestelmän mitoittaminen

Tähän merkataan ainakin kolme arvoa, jotka tiedetään. Autojen lukumäärä tiedetään aina. Kuvassa 14 on merkattuna kaikki neljä arvoa. Laskettujen arvojen ruuduissa on käännelty kaavaa niin, että tiedosto saa laskettua puuttuvan arvon. Mitoituksella saadaan nopeasti selville paljonko esimerkiksi 16 autolle saadaan toimintamatkaa ladattua kymmenessä tunnissa yhteensä 50 kilowatin teholla. Tulokseksi saadaan reilu 150 kilometriä.

5.2 Latauspisteiden tiedot

Latauspisteiden tietoihin voi merkata käytettävien latauslaitteiden nimet lisätietoineen ja sähkönumeroineen, latauslaitteiden määrän ja hinnan ja niille tulevat kaapelit pituuksineen ja hintoineen. Tähän on jätetty varaa lisätä yhdelle kiinteistölle kahta erilaista latauslaitetta. Jos erilaisia latauslaitteita tulee enemmän kiinteistöön, tätä kohtaa voi helposti muokata siirtämällä ja kopioimalla tiettyjä ruutuja. Kaikki tässä kohtaa merkatut hinnat lasketaan yhteen kustannuksissa automaattisesti.

Latauspisteiden tiedot			
Käytettävät latauslaitteet	xxxxxxx 3,7kW Sähkönumero: 654321	xxxxxxx 2x11kW Sähkönumero: 123456	
Latauslaitteiden määrä	5	2	kpl
Latauslaitteen hinta/kpl	0	0	€/kpl
Latauslaitteen kaapelointi	MCMK 4x?+? S	MCMK 4x?+? S	
Kaapeloinnin pituus	0	0	m
Kaapelin hinta/metri	10	10	€/m
Kaapeloinnin hinta	0	0	€

KUVA 15. Latauspisteiden tiedot

5.3 Kustannukset

Kuvassa 16 on esimerkkikohteelle lasketut kustannukset. Maankaivuun hinta riippuu siitä, missä kaivetaan. Asemakaava-alueella kaapeliojan kaivuusta voidaan veloittaa enemmän. Tuntityöskentelynä kaivuutyöstä laskutetaan noin 50–70 €/h. Putkituksen hinnan perusteena on käytetty päälle viittä euroa per metri, jos pysäköintipaikkoihin ajatellaan lisättävän yhtä 110 millin suojaputkea. Suunnittelun hintaan on mietitty suunnittelijan käyntiä useammassa kohteessa, joista tarkistetaan liittymän kapasiteetit ja keskuksen tiedot. Ilman tätä pelkän putkituksen lisääminen ei tuo kovin paljoa lisähintaa, kun kiinteistölle tehdään laajamittaisia korjauksia.

Kustannukset		
Latauslaitteiden kokonaishinta	0	€
Kaapeloinnin kokonaishinta	0	€
Maankaivuun hinta	200–450	€
Putkituksen hinta	110	€
Suunnittelun hinta	100–300	€
Asennuksen hinta		€
Tarvikkeiden hinta		€
		€
		€
		€
		€
Muut kustannukset		€
Kokonaiskustannukset	410–1100	€

KUVA 16. Kustannukset

6 POHDINTA

Lataukseen liittyvästä laista oli huojentava tieto huomata, ettei se tule koskemaan kuin noin 10 prosenttia yrityksistä. Asuinrakennusten osalta on annettu varsin tiukkoja vaatimuksia, mutta niillekään ei onneksi vaadita latauslaitteen asentamista. Esimerkkikiinteistölle ja sen kaltaisille kohteille peruslataukseen luokitellun latauslaitteen lisääminen vaatisi pysäköintialueen syötön uusimista, jos laissa olisi vaadittu normaalitehoinen latauspiste asuinrakennuksillekin. Laissa on hyvätkin puolensa sähköautoa harkitsevien kannalta. Pakollisten valmiuksien lisääminen asuinrakennuksiin madaltaa omistajien kynnystä rakennuttaa latauspisteitä.

Opinnäytetyötä varten käytiin kiertämässä asuinrakennusten lisäksi myös iso julkinen kiinteistö, joka ei ole asuinrakennus. Kohde oli turhan haastava syvemmin tutkittavaksi, koska sen sähköjärjestelmään on tehty kymmenien vuosien aikana monia muutoksia. Sähköpiirustuksetkaan eivät olleet täysin ajan tasalla ja niitä oli useissa kansioissa. Kohteesta sai silti hyviä pohdittavia tietoja. Kohteessa oli kaksi erillistä pysäköintialuetta, joille oli lisätty jokin aika sitten VAK-ohjaus. Tämän valvonta-alakeskuksen ohjauksen tarkoitus on katkaista sähkö lämmitystolpilta joinakin aikoina. Latauspisteitä lisätessä ohjausta joutuu miettimään uudelleen. Kiinteistöön oli myös rakennettu aurinkosähköjärjestelmä. Jo näistä tiedoista tuli mieleen, että voi olla helpompi useiden latauspisteiden lisäämiseksi irrottaa osa lämmitystolpista toiselta pysäköintialueelta nykyisestä keskuksesta. Irrotetuille autopaikoille voisi lisätä uuden keskuksen pysäköintialueelle uudella liittymällä. Tietenkin on hyvä miettiä aurinkosähkön hyödyntämistä latauskäyttöön, mutta se todennäköisesti kulutetaan tässä kiinteistössä jo muussa käytössä.

Excel-tiedostoon lisättiin ylimääräisiä ominaisuuksia, mitä alun perin oli suunniteltu. Ulkonäöstäkin tehtiin miellyttävä. Jos mitoitusasioita olisi tehty vielä enemmän, tiedostossa voisi laskea kaapeleihin liittyvät laskut. Tiedostoon olisi tallennettu kaapelien ja ylivirtasuojien tietoja, joista suunnittelija nopeasti saisi valita tiedot kaavoihin. Tiedostoa on tehty melko helposti muokattavaksi, jotta enemmässä käytössä sitä voi muokata entistä käytännöllisemmäksi. Mitoitusominaisuuksia voi myös lisätä, mutta ainakin kaapelin mitoitukseen suunnittelijoilla on työkaluja jo olemassa. Seuraavana tutkittavana asiana opinnäytetyön jälkeen olisi hyvä tutkia eri tyylisten kuormanhallinnan hintoja sopiville kohteille ja miten ne tarkalleen toteutetaan kyseisiin kohteisiin.

LÄHTEET

- Alpiq. Quinn Load Management – managing your charging station’s energy. Saatavissa: <https://www.alpiq.com/energy-solutions/digital-energy-solutions/quinn-energy-management-software/quinn-energy/quinn-load-management> Viitattu 05.11.2020.
- ARA. 2021. Avustus sähköautojen latausinfraan rakentamiseen. Saatavissa: https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Sahkoautojen_latausinfraavustus Viitattu 20.03.2021.
- Bakker, S. 2015. Niche accumulation and standardization – The case of electric vehicle recharging plugs. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/273488612_Niche_accumulation_and_standardization_-_The_case_of_electric_vehicle_recharging_plugs Viitattu 26.11.2020.
- Caruna. Urakoitsijaohjeet sähköliittymille. Saatavissa: <https://www.caruna.fi/urakoitsijoille/ohjeet/sahkoliittymat> Viitattu 10.04.2021.
- DEFA. Latauskaapelit. Saatavissa: <https://www.defa.com/fi/tuoteryhm%C3%A4/sahkoauton-lataus/latauskaapelit/> Viitattu 12.12.2020
- DEFA. 2018. Tehokas, tasapuolinen ja turvallinen sähköautojen latausratkaisu taloyhtiölle. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://www.defa.com/content/uploads/Documentation/EV-Charging/Marketing-materials/DEFA_e-mobility_taloyhti%C3%B6site_v4_2021_web.pdf?timestamp=1618459675 Viitattu 14.11.2020.
- D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2017. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Eduskunta. 2020a. Hallituksen esitys HE 23/2020 vp. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_23+2020.pdf Viitattu 27.10.2020.
- Eduskunta. 2020b. Eduskunnan vastaus EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskunnanVastaus/Documents/EV_108+2020.pdf Viitattu 27.10.2020.
- Electric Car Home. BEV, PHEV, HEV, ICE – what on earth do they mean? Saatavissa: <https://electriccarhome.co.uk/electric-cars/bev-phev-hev-ice/> Viitattu 28.10.2020.
- Ensto. 2020. Latausasema EVH161-A2RM0-C. Saatavissa: <https://www.ensto.com/fi/tuotteet/sahkoauton-lataus/kotilataus/ensto-one/evh161-a2rm0-c> Viitattu 20.11.2020.
- GARO. TWIN kahden auton latausasema. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/10/201013_GARO_Twin_latausasemaesite_v3_web.pdf Viitattu 14.04.2021.
- Gaton, B. 2019. Why can't the cable I was given work with certain types of charging plugs? Saatavissa: <https://thedriven.io/2019/05/03/why-cant-the-cable-i-was-given-work-with-certain-types-of-charging-plugs/> Viitattu 26.11.2020.
- Isännöinti Ilkka Saarinen Oy. Sähköautojen latauksen voi hankkia myös palveluna. Saatavissa: <https://iisoy.fi/ajankohtaista/sahkoautojen-latauksen-voi-hankkia-myos-palveluna/> Viitattu 23.03.2021

Korhonen, E., Orrberg, M., Linja-aho, V. & Mäkinen, J. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Latauskartta.fi. 2021. Latauspisteet. Saatavissa: <https://latauskartta.fi/> Viitattu 10.03.2021.

Lavento, D. & Kaarre, M. 2020. Toimi näin, jos suunnittelet sähköauton hankintaa taloyhtiöön. Saatavissa: <https://tekniikanmaailma.fi/toimi-nain-jos-suunnittelet-sahkoauton-hankintaa-taloyhtioon/> Viitattu 23.03.2021

Linja-aho, V. 2018. Näin lataat sähköauton turvallisesti kotipistorasiasta. Saatavissa: <https://etn.fi/index.php/kolumni/7440-nain-lataat-sahkoauton-turvallisesti-kotipistorasiasta> Viitattu 12.12.2020.

Moldrich, C. 2020. New wireless electric car charging trial for Nottingham taxis. Saatavissa: <https://www.carmagazine.co.uk/electric/what-is-electric-car-wireless-charging-wevc-and-how-does-it-work/> Viitattu 26.11.2020.

Motiva. 2020a. Hybridiautot. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/hybridiautot Viitattu 02.11.2020.

Motiva. 2020b. Ladattava hybridiauto (pistokehybridi, lataushybridi). Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/ladattava_hybridiauto Viitattu 02.11.2020.

Motiva. 2020c. Sähköautot. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot Viitattu 02.11.2020.

Motiva. 2020d. Täyssähköauto. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/taysahkoauto Viitattu 03.11.2020.

Mäkinen, J. 2019. Sähkö liikenteen käyttövoimana osana energiamurrosta – EV-latausjärjestelmän suunnittelijan opas. Saatavissa: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107492A1741&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch> Viitattu 05.11.2020.

Onninen. 2020. Sähköautojen lataus kiinteistöille. Saatavissa: <https://www.onninen.fi/abb-lataus-asema-evlunic-pro-m-evlunic-pro-m-w22-g4-r-c/p/CGK140> Viitattu 20.11.2020

Ota, Y. 2014. Implementation of autonomous distributed V2G to electric vehicle and DC charging system. Saatavissa: https://www.researchgate.net/figure/Pin-layout-of-connector_fig4_263317190 Viitattu 26.11.2020.

Plugit Finland Oy. 2021. Autolataus – dynaaminen kuormanhallinta. Youtube-video. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=19iH4KdMR0s> Viitattu 12.04.2021.

Rakentaja.fi. 2020. Lataa sähköauto kotona turvallisesti ja tehokkaasti. Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/17548/sahkoauton_lataaminen_kotona_abb.htm Viitattu 05.11.2020.

Schneider Electric. EVlink Wallbox sähköauton latausasema. Saatavissa: <https://www.se.com/fi/fi/product-range-presentation/62395-evlink-wallbox-s%C3%A4hk%C3%B6auton-latausasema/?selected-node-id=12534028446#tabs-top> Viitattu 20.11.2020.

Salo, H. 2020. Sähköauton lataus. Youtube-video. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=VVSCo7vhvJQ> Viitattu 25.11.2020.

Satmatic. 2020. Sähköauton lataus. Saatavissa: https://www.satmatic.fi/Sahkoauton-lataus/ekauppa/g10/?search_group=10 Viitattu 20.11.2020.

Sauliala, T. 2017. V2G tuo sähköä autoon – ja verkkoon. Saatavissa: <https://autovouhotus.fi/v2g-tuo-sahkoa-autoon-ja-verkkoon/> Viitattu 04.04.2021.

Sauliala, T. 2019. Näin sähköauto toimii talvella. Saatavissa: <https://www.virta.global/fi/blogi/n%C3%A4in-s%C3%A4hk%C3%B6auto-toimii-talvella> Viitattu 04.11.2020.

SESKO ry. 2021. Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021. Saatavissa: https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus Viitattu 21.02.2021.

SFS 6000-7-722:2017 Pienjännitesähkösasennukset. Osa 7–722: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Sähköinfo Oy. 2020. ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Saatavissa: <https://severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.centria.fi/item/420?search=st%2013.31> Viitattu 18.01.2021.

Suomen Tuulivoimayhdistys. 2021. Tuulivoimalla katettiin noin 10 % Suomen sähkönkulutuksesta vuonna 2020. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tuulivoimalla-katettiin-noin-10-suomen-sahkonkulutuksesta-vuonna-2020> Viitattu 10.03.2021.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Tietilasto [verkkojulkaisu]. ISSN=2670-336X. 2019. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/tiet/2019/tiet_2019_2020-04-15_tie_001_fi.html Viitattu 10.3.2021.

Talbott, D. Inside the EVSE Infrastructure. Saatavissa: <https://www.mouser.mx/applications/inside-the-evse-infrastructure/> Viitattu 26.11.2020.

TAMK Talotekniikka 2013. Automaattisen poiskytkennän laskeminen. Saatavissa: <https://tate.blogs.tamk.fi/sahkoinen-talotekniikka/suojaus/vikasuojaustavat/automaattisen-poiskytkennan-laskeminen/> Viitattu 10.04.2021.

Tilastokeskus. Käsitteet. Mikroyritys. Saatavissa: <https://www.stat.fi/meta/kas/mikroyritys.html> Viitattu 12.11.2020.

Tilastokeskus. 2021. Sähkön tuotanto energialähteittäin ja kokonaiskulutus, 2000–2019. Saatavissa: https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ene_salatuo/statfin_salatuo_pxt_12b4.px/ Viitattu 10.03.2021.

Tukes. 2019. Lataa sähköautosi turvallisesti. Saatavissa: <https://tukes.fi/-/lataa-sahkoautosi-turvallisesti> Viitattu 05.11.2020.

Traficom tilastotietokanta. 2020. Ajoneuvojen ensirekisteröinnit maakunnittain kuukausittain 2001–2020. Saatavissa: http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Ensirekisteroinnit/040_ensirek_tau_104.px/ Viitattu 06.11.2020.

Traficom tilastotietokanta. 2020. Liikennekäytössä olevat ajoneuvot. Saatavissa: http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/?tablelist=true Viitattu 28.10.2020.

Ympäristöministeriö. 2020. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano: kysymyksiä ja vastauksia. Saatavissa: <https://ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-toimeenpanosta> Viitattu 29.10.2020.