



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jouni Helle

SÄHKÖAUTON LATAUS TALOYHTIÖSSÄ

As.oy. Vaasan Aallonharja 1

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jouni Helle
Opinnäytetyön nimi	Sähköauton lataus taloyhtiössä
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 2 liitettä
Ohjaaja	Olli Tuovinen

Sähköautojen yleistyessä nopeasti, tulee monessa taloyhtiössä ajankohtaiseksi asentaa latausjärjestelmä sähköautojen lataamiseksi. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selvitys toimenpiteistä, joita taloyhtiön täytyy tehdä sähköautojen latausjärjestelmän asentamiseksi sekä tehdä selvitys sähköjärjestelmän nykytilasta ja lopuksi antaa suosituksia jatkotoimenpiteille.

Työssä tarkastellaan latausvalmiuden asentamista taloyhtiön näkökulmasta prosessimaisesti käyden läpi lakeja, asetuksia ja suosituksia. Tekninen tarkastelu on tehty käyttäen apuna alan kirjallisuutta, oppaita ja ST-kortistoa sekä kiinteistön sähköpiirustuksia. Myös Kiinteistöliiton järjestämät webinaarit ja seminaarit antoivat tietoa taloyhtiöiden päätöksentekoon ja latausjärjestelmien tekniikkaan liittyen.

Lopputuloksena työssä esitellään erilaisia ratkaisuehdotuksia, joita taloyhtiön yhtiökokous voi käyttää tukena tehdessään päätöstä sähköautojen latausjärjestelmän asentamisesta.

ABSTRACT

Author	Jouni Helle
Title	Electric Car Charging in Housing Companies
Year	2022
Language	Finnish
Pages	43 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

The rapid increase of electrical vehicles will lead housing companies to face the decision to install charging systems for electric cars. The purpose of this thesis was to act as a walkthrough for a housing company in the process of decision making and project deployment. The design of current electrical installations was inspected and recommendations for possible improvements were given.

The process for installing charging system for electric cars was studied from the housing company's point of view reviewing laws, regulations and recommendations. A technical review was carried out with the help of literature, guides, regulations and electrical drawings of the premises. Webinars and seminars arranged by The Finnish Real Estate Federation were also found helpful in understanding the decision-making process and technical issues regarding electric car charging systems.

As an outcome of the thesis two different suggestions for electric car charging system were introduced. The housing company can use these results as a tool when making the decision on whether to install an electric car charging system.

Keywords	Electric car, charging system, chargers, and housing company
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET JA TERMIT

1	JOHDANTO.....	9
2	TOIMENPITEET LATAUSVALMIUDEN ASENTAMISEKSI.....	11
	2.1 Aloite latausjärjestelmän asentamisesta.....	12
	2.2 Kyselykartoitus osakkaille.....	13
	2.3 Sähköjärjestelmän nykytilan kartoitus.....	14
	2.4 Yhtiökokous.....	16
	2.4.1 Taloyhtiön hanke, autopaikka sisältyy asunto-osakkeeseen.....	18
	2.4.2 Taloyhtiön hanke, erilliset autopaikkaosakkeet.....	19
	2.4.3 Osakasvähemmistön hanke.....	19
	2.4.4 Osakkaan muutostyö.....	20
	2.5 Projektin suunnittelu.....	21
	2.6 ARA-avustus sähköautojen latausinfraan rakentamiseen.....	22
	2.7 Projektin toteutus.....	23
3	NYKYTILAKATSAUS.....	24
	3.1 Kiinteistön huipputeho ja vapaa kapasiteetti.....	24
	3.2 Sähkökeskukset.....	26
	3.2.1 Pääkeskus PK.....	27
	3.2.2 B-talon jakokeskus JKK.....	27
	3.2.3 A-talon keskus MK-A.....	29
	3.2.4 A-talon jakokeskus JKK-A.....	30
	3.3 Autopaikat.....	31

4	MAHDOLLISET LATAUSRATKAISUT	33
4.1	Yksinkertainen ratkaisu.....	33
4.2	Tehokkaampi ratkaisu.....	35
5	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	44

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Latausvalmiuden asentamisen eteneminen.....	12
Kuvio 2. Esimerkki latauspisteiden asennuksen kartoituslomakkeesta.....	14
Kuvio 3. Latauspistehanke, autopaikat yhtiön hallinnassa.....	17
Kuvio 4. Latauspistehanke, autopaikat osakkaiden hallinnassa.....	18
Kuvio 5. Kiinteistön tehonkulutus vuonna 2021.....	25
Kuvio 6. Viikon 48 tarkempi tehonkulutus.	25
Kuvio 7. Kiinteistön nousujohto- ja maadoituskaavio.	26
Kuvio 8. Ote pääkeskuksen PK keskuskaaviosta.....	27
Kuvio 9. Ote jakokeskuksen JKK keskuskaaviosta.....	29
Kuvio 10. Ote A-talon keskuksen MK-A keskuskaaviosta.....	30
Kuvio 11. Ote jakokeskuksen JKK-A keskuskaaviosta.	31
Kuvio 12. Autopaikkojen 9 ja 10 autolämmityskotelo GARO KL 210-2.	32
Kuvio 13. GARO IDL 216-2 kWh sähköauton latauselementti.....	34
Kuvio 14. DEFA eRange® Duo sähköauton latausasema.	38
Kuvio 15. DEFA eRange CLU.....	39
Kuvio 16. DEFA Cloud Link Unit -lataushallintajärjestelmä.	39

LIITELUETTELO

LIITE 1. As.oy. Vaasan Aallonharja 1 asemapiirros

LIITE 2. Prysmian Group AMCMK 0,6/1 kV kaapeleiden datalehti

LYHENTEET JA TERMIT

A	ampeeri
alv.	arvonlisävero
AMCMK	muovivaippainen alumiinijohtiminen maakaapeli
AOYL	asunto-osakeyhtiölaki
ARA	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus
As.oy.	asunto-osakeyhtiö
CLU	Cloud Link Unit, DEFA:n lataushallintajärjestelmä
cosφ	tehokerroin
I	virta
kW	kilowatti
mA	milliampeeri
MCMK	muovivaippainen kuparijohtiminen maakaapeli
mm	millimetri
mm ²	neliömillimetri
MMJ	muovieristeinen- ja vaippainen asennuskaapeli
P	pätöteho
RCBO	vikavirtajohdonsuojakatkaisija
U _v	vaihejännite
V	voltti

1 JOHDANTO

Marraskuun 11. päivänä 2020 tuli voimaan laki, joka velvoittaa asunto-osakeyhtiöitä, joissa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, asentamaan pysäköintipaikoille sähköautojen latausvalmius kiinteistön laajamittaisten korjaustöiden yhteydessä. Latausvalmiudella tarkoitetaan, että jokaiselle pysäköintipaikalle voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.¹

Opinnäytetyön toimeksiantaja, Vaasan Huutoniemellä sijaitseva asunto-osakeyhtiö Vaasan Aallonharja 1, halusi selvittää uuden lain velvoittamat tarvittavat toimenpiteet sekä mahdolliset ratkaisut sähköautojen latausvalmiuden asentamiseksi. Taloyhtiö koostuu kahdesta kerrostalorakennuksesta, joissa on yhteensä 59 asuntoa ja neljä autotallia, viidestä autokatoksesta, joissa on yhteensä 35 autoa, sekä 18 sähkötolpallisesta autopaikasta. Taloyhtiössä on ainakin yksi ladattava hybridauto. Lisäksi yksi osakkeenomistaja, jolla on sekä autokatospaikka että autotalli, suunnittelee keväälle 2022 täyssähköauton hankintaa, joten opinnäytetyö on hyvin ajankohtainen ja tärkeä taloyhtiölle.

Opinnäytetyössä tarkastellaan taloyhtiön kiinteistön sähköasennusten ja -verkon nykytilaa, selvitetään taloyhtiön näkökulmasta latausvalmiuden asentamiseen liittyviä toimenpiteitä sekä suunnitellaan ratkaisuja latausvalmiuden saavuttamiseksi kaikille autopaikoille.

Luvussa 2 käsitellään yleisesti toimenpiteitä, joita taloyhtiön tulee tehdä ennen latausvalmiuden asentamista. Luvussa 3 kuvataan taloyhtiö as.oy. Vaasan Aallon-

¹ Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä

harja 1 sähköjärjestelmän nykytilaa. Luvussa 4 esitellään kaksi erilaista vaihtoehtoa latauspisteiden toteuttamiseksi. Opinnäytetyön yhteenveto on koottu lukuun 5.

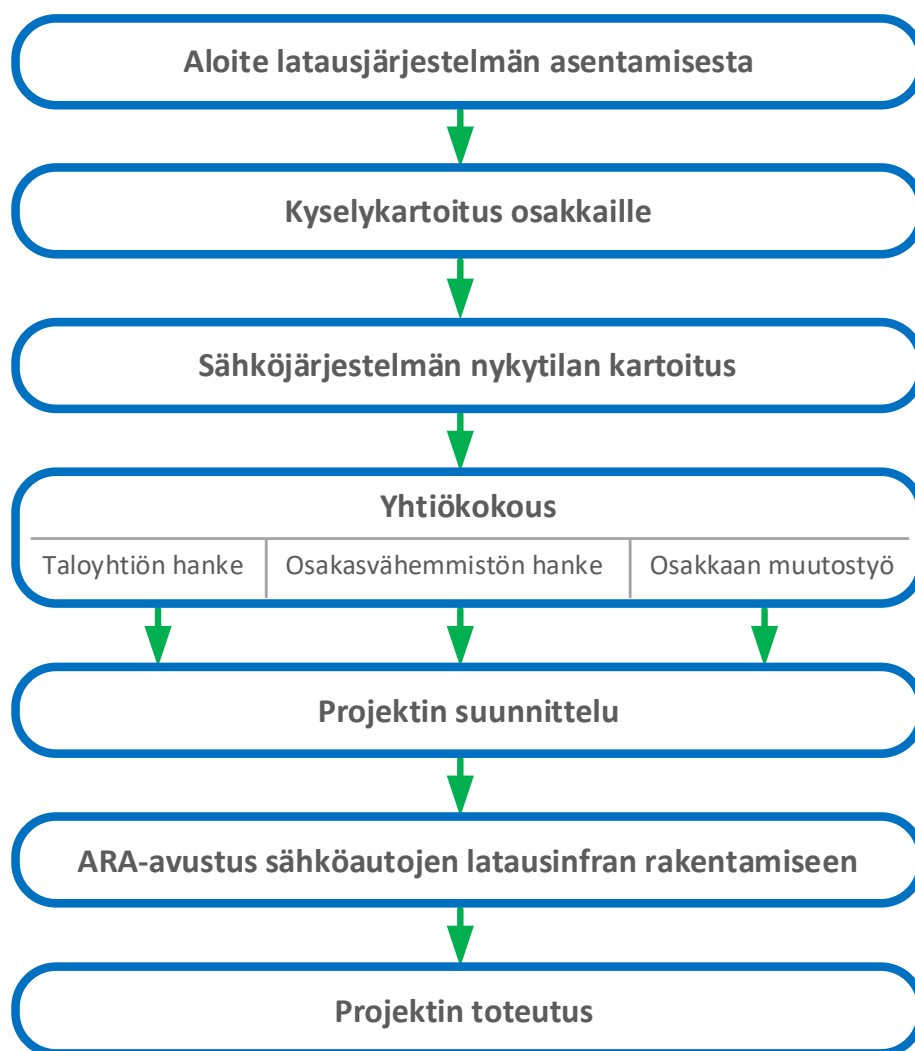
2 TOIMENPITEET LATAUSVALMIUDEN ASENTAMISEKSI

Yksittäisten sähköautojen satunnainen lataaminen taloyhtiössä on väliaikaisesti mahdollista autojen esilämmitykseen tarkoitetuista pistorasioista. Tavallinen suojakoskettimellinen schuko-pistorasia ei kuitenkaan sovellu turvallisuussyistä jatkuvaan kuormitukseen yli 8 ampeerin virralla², ja lataus on myös erittäin hidasta pienestä latausvirrasta ja täyssähköautojen akkujen suuresta kapasiteetista johtuen. Lataamiseen käytetyn sähköenergian kustannukset tulee myös pystyä kohdentamaan lataajalle, eikä tämä yleensä ole mahdollista taloyhtiön kiinteistösähköön liitetyissä lämmitystolpissa energiamittauksen puutteen vuoksi.

Sähköautojen yleistyessä on taloyhtiöihin syytä asentaa niiden lataamiseen tarkoitettuja latauspisteitä. Ne ovat turvallisia, helppokäyttöisiä ja mahdollistavat nopean latauksen, sekä ladatun sähköenergian kustannusten kohdentamisen kuluttajalle.

Ennen latausvalmiuden asentamista, on tehtävä toimenpiteitä, jotka on yleisellä tasolla kuvattu kuviossa 1. Toimenpiteet alkavat tarpeen tunnistamisesta, ne vaativat taloyhtiöltä päätöksiä eri vaiheissa ja päättyvät suunnitelman toteuttamiseen. Latausvalmiuden käyttöönottamisen prosessia avataan yksityiskohtaisemmin kappaleissa 2.1 – 2.7.

² ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus



Kuvio 1. Latausvalmiuden asentamisen eteneminen.

2.1 Aloite latausjärjestelmän asentamisesta

Aloite latausjärjestelmän asentamisesta voi tulla usealla eri tavalla. Taloyhtiön hallitus yhdessä isännöitsijän kanssa voi aloittaa selvityksen tekemisen ennakoivasti.

Aloitteen tekijä voi olla myös yksittäinen osakas, joka on hankkimassa tai jo hankkinut sähköauton ja haluaisi ladata sitä omalla autopaikallaan. Osakas voi pyytää taloyhtiön hallitusta selvittämään asiaa.³

Jos taloyhtiön hallitus ei halua asiaa lähteä selvittämään, voi yksittäinen osakas vaatia asian käsittelyä yhtiökokouksessa tekemällä asiasta kirjallisen esityksen hyvissä ajoin ennen yhtiökokousta. Mikäli seuraavaan yhtiökokoukseen on paljon aikaa, ylimääräinen yhtiökokous voidaan järjestää, jos osakkaat, joiden omistuksessa on vähintään 1/10 yhtiön osakkeista, kirjallisesti niin vaativat.³

2.2 Kyselykartoitus osakkaille

Kun taloyhtiö ryhtyy selvittämään latausjärjestelmän asentamista, kannattaa selvittää kyselykartoituksen avulla osakkaiden ja vuokralaisten lähitulevaisuuden auton hankintasuunnitelmia. Kyselyllä voidaan kartoittaa tulevien autojen tyyppejä (ladattava hybridi/täyssähköauto), hankintojen aikataulua, asukkaiden keskimääräisiä ajomääriä ja osakkaiden halukkuutta latauspisteiden asentamiseen.

Kyselyn toteuttaa usein isännöitsijä taloyhtiön hallituksen toimeksiannosta. Kyselyn tulosten perusteella taloyhtiö voi myös varautua tuleviin investointeihin ja mahdollisesti yhdistää hankintoja muihin remontteihin. Kuviossa 2 on esitetty esimerkki isännöintiyritys Fincapin kyselylomakkeesta, jolla kiinnostusta latauspisteiden asentamiseksi on taloyhtiössä selvitetty yleisellä tasolla.

³ Kiinteistöjen latauspisteet kuntoon, Motiva Oy

KARTOITUS LATAUSPISTEEN ASENTAMISESTA

Tällä lomakkeella taloyhtiön hallitus selvittää, että kuinka moni osakkeenomistaja olisi halukas asentamaan omalle osakashallinnassa olevalla autopaikalle latauspisteen omana muutostyönä. Eli omana muutostyönä asennettaessa kaikki kustannukset tulevat osakkeenomistajan maksettavaksi.

Palauta allekirjoitettu lomake taloyhtiölle 19.6.2021 mennessä:

Postitse osoitteeseen: Asunon osakeyhtiö Seinäjoki, Keskustie 8-10 A, PL 30, 60101

Seinäjoki

tai sähköpostilla isännöitsijälle: tuomo.lainimo@fincap.fi

Kyselylomakkeen voi palauttaa myös alakerrassa käytävällä sijaitsevaan postilaatikkoon, joka löytyy infotaulun läheisyydestä.

___ Olen halukas asentamaan latauspisteen autopaikalle.

___ En ole halukas asentamaan latauspistettä autopaikalle.

___ En tällä hetkellä ole halukas asentamaan latauspistettä, mutta olen kiinnostunut myöhemmin asentamaan sellaisen.

Paikka: _____

Aika _____._____.2021

Autopaikan numero/-t _____

Allekirjoitus _____

Nimen selvennys _____

Kuvio 2. Esimerkki latauspisteiden asennuksen kartoituslomakkeesta.⁴

2.3 Sähköjärjestelmän nykytilan kartoitus

Ennen asian päättämisestä yhtiökokouksessa ja latauspisteiden asentamiseen ryhtymistä, tehdään kiinteistön sähköjärjestelmälle nykytilakartoitus. Kartoituksella pyritään selvittämään sähköjärjestelmien nykyinen kunto, sähköliittymän mitoitus

⁴ Lainimo, T. 2021. Isännöitsijä. Kartoitus latauspisteen asentamisesta. Fincap Oy.

ja huipputeho, lataukselle käytettävissä oleva energia- ja tehokapasiteetti sekä latausjärjestelmän mahdolliset toteutustavat ja parannustarpeet.⁵

Kiinteistön sähköliittymän mitoitus ja huipputeho määrittävät sen, kuinka monta latauspistettä järjestelmään voidaan asentaa ilman vaaraa ylikuormituksesta. Voi myös olla, että sähköliittymässä ei ole riittävästi kapasiteettia kattavan sähköautojen latausjärjestelmän asentamiseksi. Tällöin sähköliittymän ja pääsulakkeiden kokoa täytyy kasvattaa. Vanhoissa kiinteistöissä voi kuitenkin tulla vastaan tilanne, jolloin sähköliittymän koon kasvattaminen ei ole mahdollista. Näissä tapauksissa voidaan harkita myös erillisen sähköliittymän ottamista paikoitusalueelle. Sähköliittymän huipputehot ja vuorokausikohtaiset tehokäyrät kartoitusta varten saa paikalliselta sähköverkkoyhtiöltä.

Sähköjärjestelmän nykykunnan selvitys on tärkeää, jotta voidaan varmistua siitä, että nykyiset sähkölaitteet ja kaapeloinnit ovat kunnossa ja turvallisia. Jos vikoja tai puutteita havaitaan, on ne korjattava ennen latauslaitteiden asennukseen ryhtymistä.

Kartoituksia tekevät useat sähköasennuksia ja -suunnittelua tekevät yritykset sekä sähköverkkoyhtiöt. Kartoituksen hinta riippuu yleensä taloyhtiön koosta. Esimerkiksi Vaasan Sähkö veloittaisi as.oy. Vaasan Aallonharja 1:ssä olevien 59 asunnon perusteella 500 € (alv. 0 %)⁶, verollisen hinnan ollessa 620 € (alv. 24 %).

⁵ Raksystems Insinööritoimisto Oy. Sähköautojen latauspaikkojen tarvekartoitus taloyhtiössä. Viitattu 24.10.2021. https://raksystems.fi/wp-content/uploads/2020/08/Sahkoautojen_latauspaikkojen_tarvekartoitus_palvelukuvaus_8-2020_web.pdf

⁶ Vaasan Sähkön verkkosivut. Sähköauton lataaminen taloyhtiössä. Viitattu 5.4.2022. <https://www.vaasansahko.fi/sahkoauton-lataaminen-taloyhtiossa/>

2.4 Yhtiökokous

Osakkaille tehdyn kyselykartoituksen ja kiinteistön sähköjärjestelmän nykytilakartoituksen pohjalta taloyhtiö päättää yhtiökokouksessa, minkälainen sähköautojen latausjärjestelmä vastaa taloyhtiön tarpeisiin.

Taloyhtiöstä riippuen autopaikkojen hallinta voi vaihdella. Autopaikat voivat olla taloyhtiön tai osakkaiden hallinnassa. Autopaikkojen hallinnasta riippuen latausvalmiuden asentamisen päätöksentekoprosessi ja kustannusten kohdennus vaihtelee.

Kuviossa 3 on esitetty erilaisten latauspaikkahankkeiden päätöksentekoprosessi ja kustannusten jakautuminen, kun autopaikat ovat taloyhtiön hallinnassa. Kuviossa 4 on esitetty vastaavat asiat autopaikkojen ollessa osakkaiden hallinnassa. Tässä opinnäytetyössä latausvalmiuden asentamisen tarkastelu on rajattu autopaikkoihin, jotka ovat osakkaiden hallinnassa, koska tämä on tilanne kohteena olevassa taloyhtiössä.

Taloyhtiön päätöksentekoa ohjaa yhtiöjärjestys sekä asunto-osakeyhtiölaki 22.12.2009/1599. Seuraavissa kappaleissa 2.4.1–2.4.4 on avattu taloyhtiön päätöksentekoa ja kyseisen lain sovellettavia kohtia. Koska kohteena olevassa taloyhtiössä autopaikat ovat erillisiä osakkeita, käsitellään tässä vain kuvion 4 kohdat, jotka koskevat kyseistä taloyhtiötä.

Yhtiön hallinnassa olevat autopaikat				
Hanke	Päätöksenteko	Kustannustenjako		
		Rakentaminen	Korjaus & ylläpito	Sähkö
Yhtiön hanke: latauslaitteet muutamille autopaikoille	normaali enemmistöpäätös (AOYL 6:31)	kaikki vastikeperusteisesti	kaikki vastikeperusteisesti	osakas
Yhtiön hanke: latauslaitteet kaikille autopaikoille	normaali enemmistöpäätös (AOYL 6:31)	kaikki vastikeperusteisesti	kaikki vastikeperusteisesti	osakas
Osakasvähemmistön hanke: latauslaitteet vain maksajille	2/3 määräenemmistö (AOYL 6:33)	vain hankkeeseen suostuneet maksavat	sovittava, jos halutaan osakasvähemmistön vastaavan	osakas
Osakkaan muutostyö: latauslaite muutostyön teettäjälle/teettäville	ensimmäiselle lupa yhtiökokoukselta, myöhemmin hallitukselta	muutostyön teettäjä maksaa suoraan urakoitsijalleen	suositellaan, että sovitaan, jos halutaan osakkaan vastaavan kaikilta osin	osakas

Kuvio 3. Latauspistehanke, autopaikat yhtiön hallinnassa.⁷

⁷ Haltia, T. 2022. Sähköautojen latauspisteet taloyhtiössä -webinaari 7.2.2022. Kiinteistöliitto.

Osakkaan hallinnassa olevat autopaikat				
Hanke	Päätöksenteko	Kustannustenjako		
		Rakentaminen	Korjaus & ylläpito	Sähkö
Yhtiön hanke: kun kaikki asunto-osakkeet tuottavat oikeuden hallita myös autopaikkaa	normaali enemmistö päätös (AOYL 6:31)	kaikki vastikeperusteisesti	kaikki vastikeperusteisesti	osakas
Yhtiön hanke: erilliset autopaikkaosakkeet tai autopaikka kuuluu vain osaan huoneistoja	tuplaenemmistö (AOYL 6:32.5)	autopaikkaosakkaat maksavat	suositellaan määrättäväksi yhtiöjärjestyksessä, jos halutaan osakkaan vastuulle	osakas
Osakasvähemmistön hanke: erilliset autopaikkaosakkeet tai autopaikka kuuluu vain osaan huoneistoja	2/3 määräenemmistö (AOYL 6:33)	vain hankkeeseen suostuneet maksavat	suositellaan määrättäväksi yhtiöjärjestyksessä, jos halutaan osakkaan vastuulle	osakas
Osakkaan muutostyö: latauslaite muutostyön teettäjälle/teettäjille	ensimmäiselle lupa yhtiökokoukselta, myöhemmin hallitukselta	muutostyön teettäjä maksaa suoraan urakoitsijalleen	suositellaan, että sovitaan, jos halutaan osakkaan vastaavan kaikilta osin	osakas

Kuvio 4. Latauspistehanke, autopaikat osakkaiden hallinnassa.⁷

2.4.1 Taloyhtiön hanke, autopaikka sisältyy asunto-osakkeeseen

Taloyhtiössä, jossa kaikki asunto-osakkeet antavat oikeuden myös autopaikan hallintaan, voidaan latauspisteiden asentaminen kaikille autopaikoille tehdä yhtiökokouksen enemmistö päätöksellä ns. tavanomaisena uudistuksena.⁸ Tavanomaisella uudistuksella tarkoitetaan uudistushanketta, jolla kiinteistö saatetaan vastaamaan ajankohdan tavanomaisia vaatimuksia, jollaiseksi sähköautojen lataus voidaan lukea.⁹ Tavanomaisen uudistuksen rakennuskustannukset sekä korjaus- ja ylläpitokustannukset kohdistuvat kaikille osakkeenomistajille vastikeperusteisesti.

⁸ Päätös kaikkien osakkeenomistajien rahoittamasta uudistuksesta. Asunto-osakeyhtiölaki AOYL 6:31. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P31>

⁹ Pujals, M. Mikä on tavanomaista? 2018. Uudenmaan kiinteistöliitto. Viitattu 15.4.2022. <https://www.ukl.fi/mika-on-tavanomaista/>

2.4.2 Taloyhtiön hanke, erilliset autopaikkaosakkeet

Taloyhtiön ryhtyessä hankkeeseen, jossa erillisille autopaikkaosakkeille asennetaan sähköautojen lataukseen soveltuvat latauspisteet taloyhtiön hankkeena, tuottaisi yhdenvertaisuusperiaatteen kannalta kohtuutonta etua autopaikan omistaville osakkaille, joten tästä syystä yhtiökokouksen tulee tehdä päätös siten, että latauspaikkojen rakennuskustannukset kohdistuvat vastikeperusteisesti vain niille osakkaille, joilla on autopaikkaosakkeet. Taloyhtiön on myös syytä muuttaa yhtiöjärjestystä siten, että latauspaikasta aiheutuvat huolto- ja ylläpitokustannukset kuuluvat osakkaan vastuulle.¹⁰

Yhtiökokouksessa vaaditaan tällöin tuplaenemmistöpäätös, joka tarkoittaa sitä, että sekä kaikista yhtiökokouksessa edustettuina olevista että autopaikoista edustettuina olevista osakkeista yli puolet täytyy kannattaa päätöstä.^{11 12}

2.4.3 Osakasvähemmistön hanke

Mikäli taloyhtiö ei halua ryhtyä hankkeeseen, jossa kaikille autopaikoille asennetaan latauspisteet, voivat halukkaat autopaikkaosakkeiden haltijat toteuttaa hankkeen osakasvähemmistön hankkeena. Tällöin latauspaikkojen rakennuskustannukset kohdistetaan pelkästään niille autopaikkaosakkeenomistajille, jotka hankkeeseen haluavat osallistua. Kustannusten kohdistuessa pelkästään osakkaille, jotka hankkeeseen haluavat osallistua, saattaa päätöksentekoon tarvittavan enemmistön saavuttaminen olla helpompaa kuin hankkeessa, jossa kaikille autopaikoille rakennetaan latauspisteet.¹¹

¹⁰ Ohje sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseksi. Kiinteistöliitto. 2021.

¹¹ Maksuvelvollisuuden muuttaminen kunnossapidon ja uudistuksen osalta. Asunto-osakeyhtiölaki AOYL 6:32.5. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P32>

¹² Enemmistöpäätös. Asunto-osakeyhtiölaki AOYL 6:26. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P26>

Yhtiökokouksessa päätös, jossa taloyhtiön yhteisistä tiloista hyötyy vain osa osakkeenomistajista, vaatii taakseen 2/3 määräenemmistön taloyhtiön yhtiökokouksessa edustettuina olevista osakkeista.^{13 14} Huolto- ja ylläpitokustannusten osalta on yhtiöjärjestyksessä syytä sopia samoin kuin edellä eli siten, että latauspaikasta aiheutuvat huolto- ja ylläpitokustannukset kuuluvat osakkaan vastuulle.

2.4.4 Osakkaan muutostyö

Taloyhtiöhankeen ja osakasvähemmistöhankeen ollessa poissuljettuja osakkaiden haluttomuuden takia, voi yksittäinen osakas hankkia omassa hallinnassaan olevalle autopaikalle latauspisteen osakkaan muutostyönä. Tällöin osakas tilaa itse työn suoraan urakoitsijalta ja maksaa kaikki muutostyöstä aiheutuvat kustannukset. Koska muutostyö on osakkaan oma, eikä siitä saa aiheutua haittaa tai muita vaikutuksia muihin osakkaisiin eikä taloyhtiöön, tulee kyseeseen yleensä auton lämmitykseen tarkoitettun lämmitystolpan vaihto lataamiseen soveltuvaan ja energian kulutusta mittaavaan malliin. Teknisiä ratkaisuja on kuvattu tarkemmin luvussa 4.

Osakkaan muutostyö vaatii luvan taloyhtiöltä. Latauspisteen asentamista osakkaan muutostyönä voidaan verrata esimerkiksi yksittäisen osakkaan ilmalämpöpumpun hankintaan omaan asuntoon: Ensimmäinen työn teettäjä tarvitsee luvan yhtiökokoukselta, jonka jälkeen taloyhtiön hallitus voi myöntää luvat seuraaville. Yhdenvertaisuusperiaatteen vuoksi hallituksen on seuraaville myös lupa myönnettävä samoin ehdoin, ellei muutostyöstä aiheudu taloyhtiölle haittaa.

¹³ Päätös muusta uudistuksesta. Asunto-osakeyhtiölaki AOYL 6:33. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P33>

¹⁴ Määräenemmistöpäätös. Asunto-osakeyhtiölaki AOYL 6:27. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P27>

2.5 Projektin suunnittelu

Kun taloyhtiön yhtiökokous on osakkaille tehdyn kyselykartoituksen ja kiinteistön sähköjärjestelmän nykytilakartoituksen pohjalta valinnut tarpeelliseksi ja riittäväksi todetun sähköautojen latausjärjestelmän toteutuksen, voidaan seuraavaksi aloittaa hankkeen suunnittelu. Suunnittelutyön tuloksena syntyy latausjärjestelmästä kattava dokumentaatiopaketti, joka koostuu ainakin seuraavista suunnitelmista¹⁵:

- latausjärjestelmän periaatekaavio
- asemakaavion pistesijoituspiirustus
- sähkötyöselostus
- huipputeholaskelma
- sähkörakennustapaselostus
- mallipääkaavio
- nousujohtokaavio
- rakennusautomaation, yleiskaapeloinnin ja energiamittauksen periaatekaaviot.

Tietoa suunnittelun tueksi voi hakea esimerkiksi Sähkötiedon ylläpitämästä ST-kortistosta (erityisesti ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän

¹⁵ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J. & Orrberg, M. 2019. ST-käsikirja 41. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo. Sähköinfo Oy.

mitoittaminen¹⁶, kappale 4.5.6 sekä ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus¹⁷). Myös Ensto Chago Oy:n julkaisema sähkösuunnittelijoille suunnattu opas¹⁸ tarjoaa tietoa suunnittelun tueksi.

Itse latausjärjestelmän suunnittelu ei eroa normaalista kiinteistön sähkösuunnittelusta. Latausjärjestelmän suunnittelun taloyhtiö voi käytännössä tilata miltä tahansa sähkösuunnittelua tarjoavalta insinööri- tai suunnittelutoimistolta.

2.6 ARA-avustus sähköautojen latausinfra rakentamiseen

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA myöntää taloyhtiöille avustusta asuinrakennusten yhteyteen rakennettaville sähköautojen latauspisteille. Tuen myöntämisen ehtona on, että latauspiste asennetaan vähintään viidelle autopaille. Latauspisteiden asennus voidaan toteuttaa myös vaiheittain, edellyttäen, että joka vaiheessa toteutetaan vähintään viisi latauspistettä. Mikäli kyseessä on pieni taloyhtiö, jossa on alle viisi autopaiikkaa, ehtona on, että latauspiste rakennetaan kaikille paikoille. Avustus on tarkoitettu nimenomaan taloyhtiöhankkeille, eivätkä osakasvähemmistön hanke tai yksittäisen osakkaan muutostyö oikeuta tuen saantiin.¹⁹

Avustusta myönnetään 35 % toteutuneista kustannuksista, kuitenkin enintään 90 000 €. Avustuksella on myös 4000 € latauspistekohtainen yläraja. Avustuksella

¹⁶ ST 13.31. 2021. Sähkötieto Ry. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Espoo. Sähköinfo Oy.

¹⁷ ST 51.90. 2021. Sähkötieto Ry. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy.

¹⁸ Ensto Chago. Suunnittelijan opas. Sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa 2021. Viitattu 16.4.2022. <https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>

¹⁹ Lappalainen, K. 2022. Sähköautojen latausinfra-avustus [esitelmä]. Sähköautojen latauspisteet taloyhtiössä -webinaari 7.2.2022. Kiinteistöliitto.

voidaan kattaa kuluja, jotka aiheutuvat esimerkiksi tarvekartoitus- ja suunnittelutöistä, sähköpääkeskuksen muutostöistä sekä maanrakennus-, putkitus- ja kaapelointitöistä.¹⁹

On syytä huomioida, että latausvalmiuden asentamiseen velvoittavasta laista poiketen, ARAn avustuksen saamisen tekniset vaatimukset ovat tiukemmat. Avustuksen saaminen edellyttää, että autopaikalle asennettava latauslaite ja sitä syöttävä sähköjohdin mahdollistavat 11 kW:n lataustehon, ja että latauslaite on varustettu tyyppin 2-koskettimella. Lisäksi latauslaitteelle suositellaan mahdollisuutta kuormanhallintaan.¹⁹

2.7 Projektin toteutus

Latausvalmiusprojektin toteutusvaiheen sähkötöiden laajuus riippuu siitä, minkälaisen latausjärjestelmän taloyhtiö on päättänyt hankkia. Pienimmillään toteutusvaiheen sähkötyöt eivät vaikuta taloyhtiöön ja sen asukkaisiin mitenkään huomattavasti. Laajimmillaan toteutus voi vaatia suuria investointeja sekä parannus- ja korjaustarvetta koko kiinteistön sähköjärjestelmään, jolloin asukkaita on informoitava riittävästi asennus- ja kaivuutöistä sekä niistä aiheutuvista sähkönsyötön häiriöistä projektin edetessä.

Koska latausasemien vaatimat sähkö- ja putkitustyöt eivät eroa mitenkään normaaleista sähköurakointitöistä, voi taloyhtiö päättää hankkia urakan miltä tahansa sopivaksi katsomaltaan sähköurakointeja tekevältä yritykseltä.

3 NYKYTILAKATSAUS

3.1 Kiinteistön huipputeho ja vapaa kapasiteetti

As.oy. Vaasan Aallonharja 1 kiinteistön sähköliittymän tiedot ja huipputeholukemat pyydettiin Vaasan Sähköverkolta, joka luovutti lukemat taloyhtiön hallituksen puheenjohtajan allekirjoittamaa valtakirjaa vastaan. Kiinteistön sähköliittymä on kooltaan 3x315 A ja liittymiskaapeli mahdollistaa sähköliittymän koon kasvattamisen 3x400 A:iin tarvittaessa. Mikäli sähköliittymän pääsulakkeiden kokoa päätetään kasvattaa, tulee taloyhtiön tehdä sähköverkkoyhtiön kanssa uusi liittymissopimus. Sähköliittymän koon kasvattaminen voi tulla kyseeseen, mikäli lataukselle halutaan enemmän tehokapasiteettia.

Kiinteistön tehokuvaaja vuodelta 2021 on esitetty kuviossa 5. Huipputeho vuonna 2021 osui viikolle 48, ja kyseisen viikon tarkempi kuvaaja on esitetty kuviossa 6. Kuvaajista voidaan havaita, että huippupätöteho P on suurimmillaan ollut noin 52 kW. Sähköliittymän suurin tehokapasiteetti voidaan laskea kaavalla

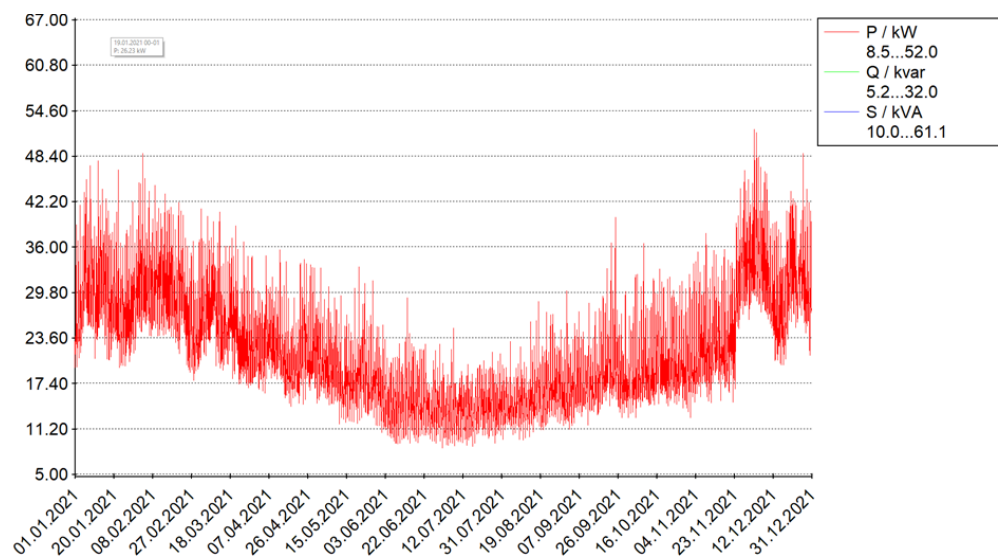
$$P = 3 * U_v * I * \cos\varphi, \text{ jossa} \quad P = \text{pätöteho} \quad (1)$$

$U_v = \text{vaihejännite}$

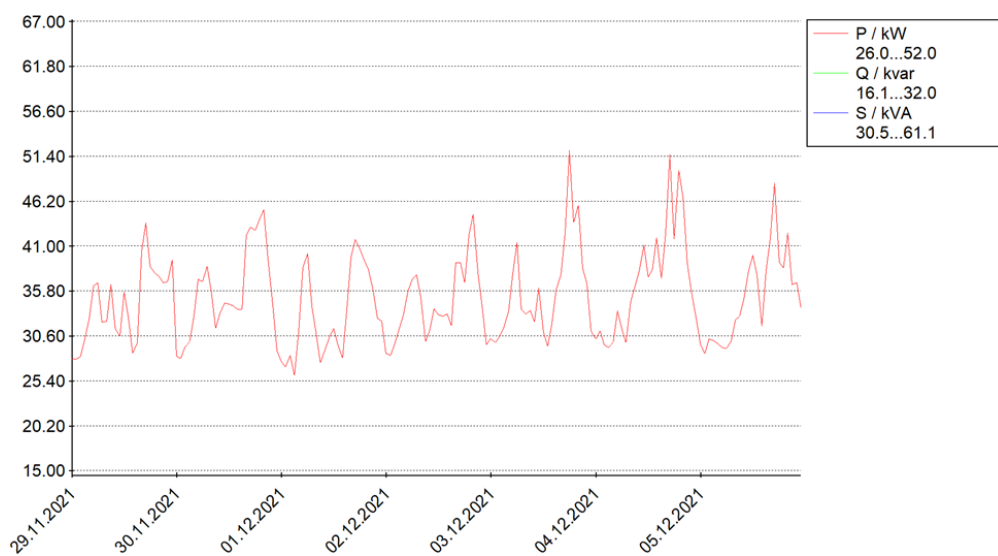
$I = \text{vaihevirta}$

$\cos\varphi = \text{tehokerroin.}$

Sähköliittymän suurin teho olisi 3x400 A:n pääsulakkeilla siis 276 kW ja vapaa kapasiteetti 276 kW-52 kW, eli 224 kW.



Kuvio 5. Kiinteistön tehonkulutus vuonna 2021.²⁰

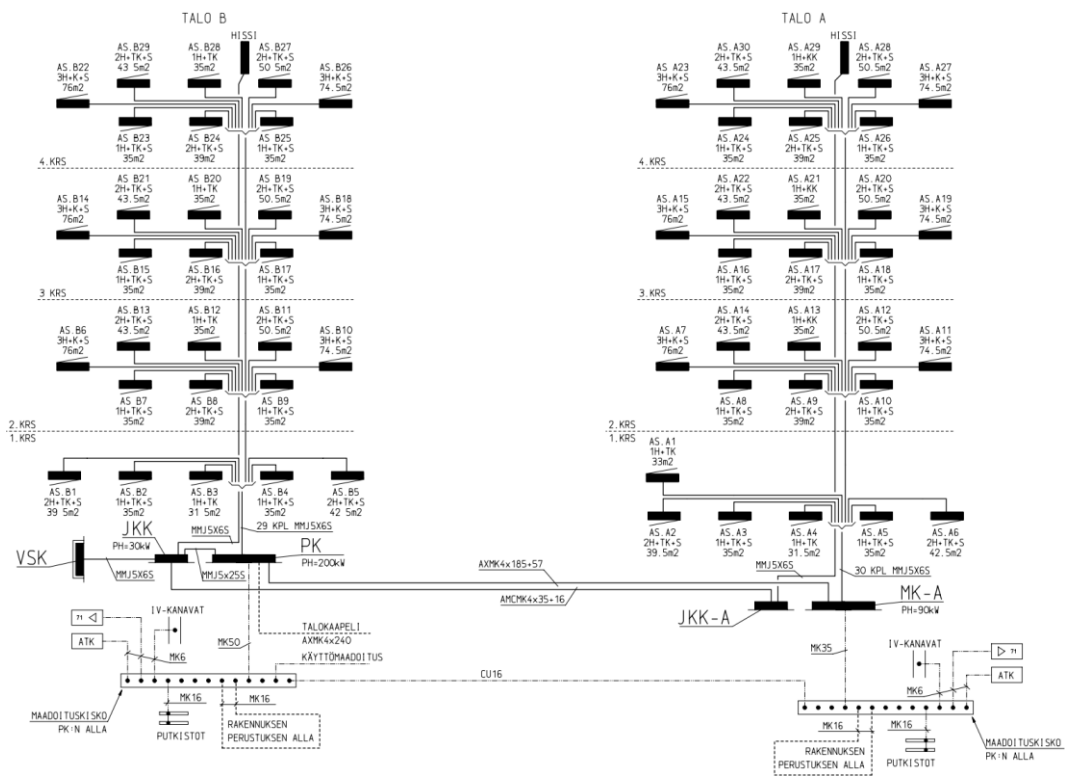


Kuvio 6. Viikon 48 tarkempi tehonkulutus.²⁰

²⁰ Vaasan Sähköverkko. Sähköposti 11.4.2022. Tulostettu 15.4.2022.

3.2 Sähkökeskukset

As.oy. Vaasan Aallonharja 1 koostuu kahdesta kerrostalosta A ja B, joten sähköjärjestelmään kuuluu useita sähkökeskuksia. Sähköautojen latausjärjestelmän kannalta olennaiset keskuksat ovat talossa B sijaitsevat pääkeskus PK ja jakokeskus JKK, sekä talossa A sijaitsevat keskuksat MK-A ja JKK-A. Kuviossa 7 on esitetty ote kiinteistön nousujohto- ja maadoituskaaviosta, josta nähdään eri sähkökeskusten väliset kaapeloinnit ja yhteydet. Sähkökeskusten, autopaikkojen ja nykyisten kaapelireittien sijainnit on esitetty asemapiirroksessa, joka on tämän työn liitteenä 1.

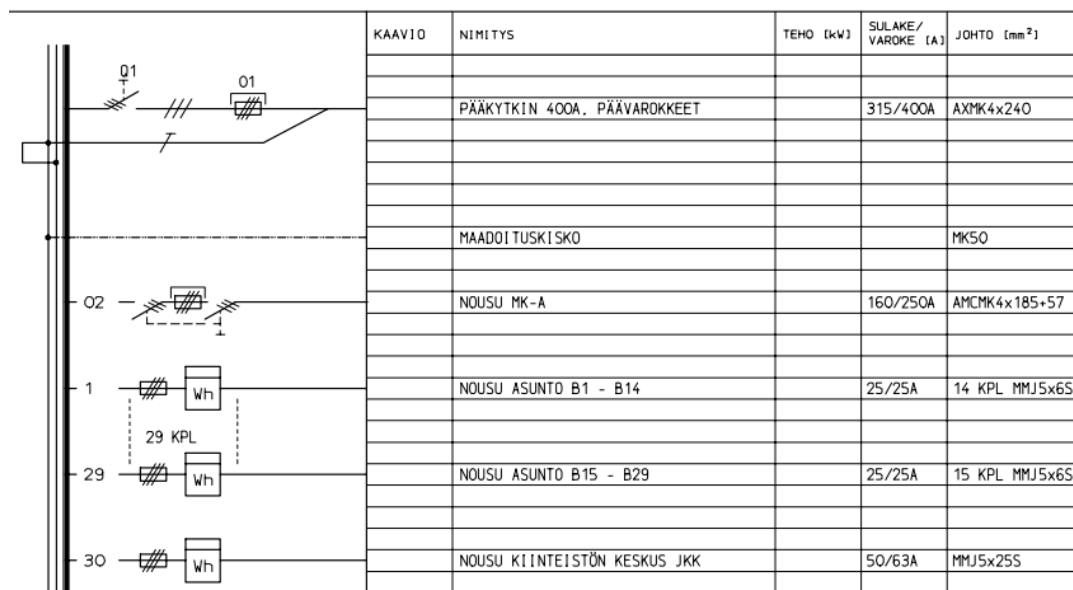


Kuvio 7. Kiinteistön nousujohto- ja maadoituskaavio.²¹

²¹ Berg, J. 2012. As.oy. Aallonharja 1. Nousujohto-maadoituskaavio. BJ-Tec. Karperö.

3.2.1 Pääkeskus PK

Kiinteistön pääkeskus PK sijaitsee B-talon ensimmäisen kerroksen sähkötilassa. Keskuksen nimellisvirta on 400 A. Keskusta syöttävä talokaapeli on tyypiltään AXMK4x240 ja pääsulakkeet ovat 315 A, varokkeen ollessa 400 A. Pääkeskukselta lähtee nousujohdot jakokeskukselle JKK ja A-talon keskukselle MK-A sekä kaikkiin B-talon 29 asuntoon. Ote pääkeskuksen keskuskaaviosta on esitetty kuviossa 8.



Kuvio 8. Ote pääkeskuksen PK keskuskaaviosta.²²


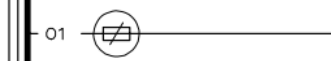

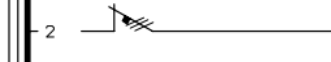
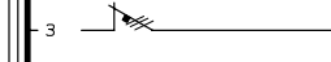
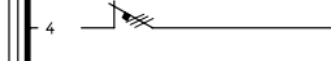

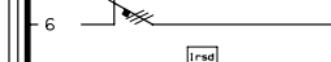
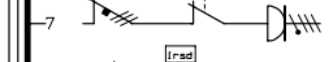
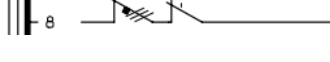
3.2.2 B-talon jakokeskus JKK

B-talon jakokeskus JKK sijaitsee samassa sähkötilassa pääkeskuksen kanssa. Keskusta syötetään pääkeskukselta tulevalla MMJ5x25S kaapelilla, jonka suojana on käytetty 50 A:n sulakkeita (varoke 63 A) pääkeskuksessa. Keskukselta syötetään

²² Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio PK. BJ-Tec. Karperö.

sähköt erilaisiin talotekniikkaan liittyviin tarpeisiin, kuten hissiin, ilmanvaihtoon, sekä sisä- ja ulkovalaistukseen.

Sähköautojen latausjärjestelmän kannalta merkittäviä lähtöjä tässä keskuksessa ovat autokatosten E, F ja G sekä osan pylväspaikkojen lämmityspistokkeet. Ryhmä 4 syöttää autokatoksia E (neljä autopaikkaa 31–34) ja F (neljä autopaikkaa 39–42) sekä autopaikkoja 35–38, yhteensä 12 autopaikkaa. Ryhmä 5 syöttää autokatosta G (viisi autopaikkaa 51–55) sekä autopaikkoja 43–50, yhteensä 13 autopaikkaa. Keskuksen keskuskaavio jakautuu kolmelle sivulle, joten kuviossa 9 on esitetty vain joitain ensimmäisiä keskuksen lähdöistä. Autopaikkoja syöttävät ryhmät ovat kolmivaiheisia lähtöjä, ja ne on varustettu C25A-tyyppin johdonsuojakatkaisijoilla. Autopaikkoja syöttävät kaapelit ovat tyyppiltään MCMK4x6+6.

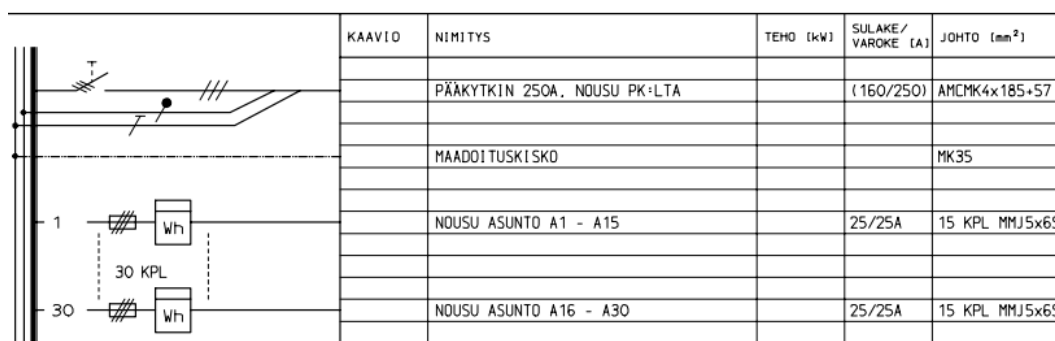
	KAAVIO	NIMITYS	TEHO (kW)	SULAKE/ VAROKE (A)	JOHTO (mm ²)
		PÄÄKYTKIN 80A, NOUSU PK-LTA		(50/63A)	MMJ5x25S
01		ENERGIAMITTARI EM		C10A	MMJ3x1.5S
1		NOUSU JKK-A		35/63A	AMCMK4x35+16
2		NOUSU HISSIKESKUS		D25A	MMJ5x6S
3		NOUSU VSK		C25A	MMJ5x6S
4		AUTOLÄMMITYS AUTOKATOS E.F + PYLVÄÄT		C25A	MCMK4x6+6
5		AUTOLÄMMITYS AUTOKATOS G + PYLVÄÄT		C25A	MCMK4x6+6
6				C25A	
7		VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 25 A / 30 mA VOIMAPISTORASIA 16A		C16A	
8		VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 25 A / 30 mA		C16A	

Kuvio 9. Ote jakokeskuksen JKK keskuskaaviosta.²³

3.2.3 A-talon keskus MK-A

Keskus MK-A sijaitsee A-talon ensimmäisen kerroksen sähkötilassa. Sitä syötetään B-talon pääkeskukselta AMCMK4x185+57 tyyppisellä kaapelilla, jonka suojana on pääkeskuksessa 160 A:n sulakkeet (varoke 250 A). Keskukseen nimellisvirta on 250 A. Keskukselta lähtee pelkästään nousujohdot A-talon 30 asuntoon kuvion 10 mukaisesti.

²³ Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio JKK. BJ-Tec. Karperö.



Kuvio 10. Ote A-talon keskuksen MK-A keskuskaaviosta.²⁴



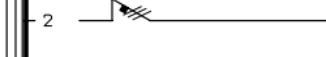
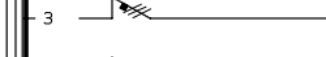

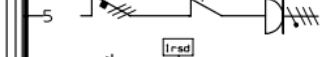
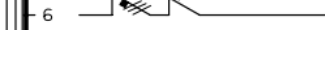
3.2.4 A-talon jakokeskus JKK-A

A-talon jakokeskus JKK-A sijaitsee samassa sähkötilassa keskuksen MK-A kanssa. Keskusta syötetään B-talon jakokeskukselta JKK tulevalla AMCMK4x35+16 kaapelilla, jonka suojana on käytetty 35 A:n sulakkeita (varoke 63 A) jakokeskuksessa JKK. Keskukselta syötetään sähköt erilaisiin talotekniikkaan liittyviin tarpeisiin, kuten hissiin, ilmanvaihtoon, sekä sisä- ja ulkovalaistukseen.

Sähköautojen latausjärjestelmän kannalta merkittäviä lähtöjä tässä keskuksessa ovat autokatosten A, B, C ja D sekä osan pylväspaikkojen lämmityspistokkeet. Ryhmä 2 syöttää autokatoksia A (neljä autopaikkaa 1–4), B (kuusi autopaikkaa 5–10) ja C (kuusi autopaikkaa 11–16), sekä B ja C autokatosten välissä olevaa yksittäistä autopaikkaa numero 28, yhteensä 17 autopaikkaa. Ryhmä 3 syöttää autokatoista D (kuusi autopaikkaa 17–22) sekä autopaikkoja 23–27, yhteensä 11 autopaikkaa. Keskuksen keskuskaavio jakautuu kolmelle sivulle, joten kuviossa 11 on esitetty vain joitain ensimmäisiä keskuksen lähdoistä. Autopaikkoja syöttävät ryhmät

²⁴ Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio MK-A. BJ-Tec. Karperö.

ovat kolmivaiheisia lähtöjä, ja ne on varustettu C25A-tyyppin johdonsuojakatkaisijoilla. Autopaikkoja syöttävät kaapelit ovat tyyppiltään MCMK4x6+6.

	KAAVIO	NIMITYS	TEHO [kW]	SULAKE/ VAROKE [A]	JOHTO [mm ²]
		PÄÄKYTKIN 80A, NOUSU JKK-LTA		(35/63A)	AMCMK4x35+16
1		NOUSU HISSIKESKUS		D25A	MMJ5x6S
2		AUTOLÄMMITYS AUTOKATOS A, B JA C		C25A	MCMK4x6+6
3		AUTOLÄMMITYS AUTOKATOS D + PYLVÄÄT		C25A	MCMK4x6+6
4				C25A	
5		VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 25 A / 30 mA VOIMAPISTORASIA 16A		C16A	
6		VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 25 A / 30 mA		C16A	

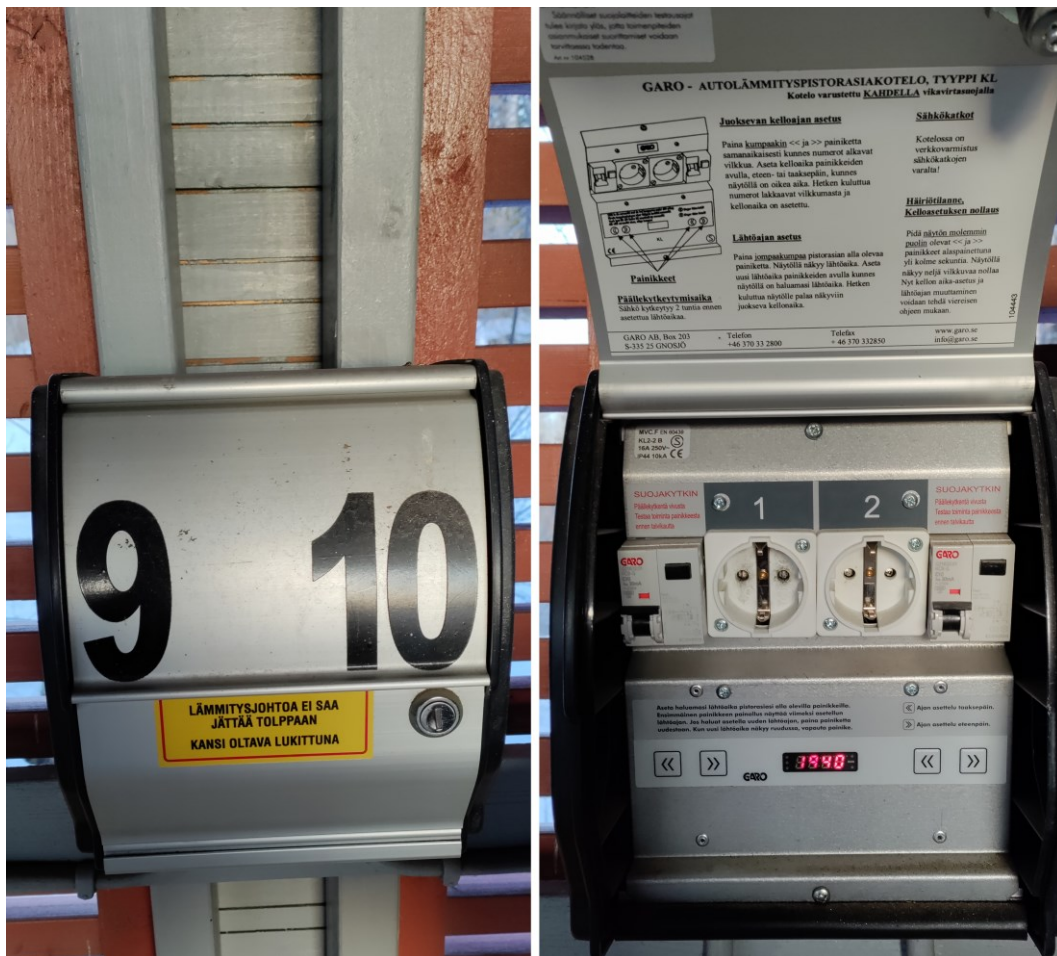
Kuvio 11. Ote jakokeskuksen JKK-A keskuskaaviosta.²⁵

3.3 Autopaikat

Autopaikat on varustettu autolämmityskoteloilla GARO KL 210-2 siten, että yhdessä kotelossa on lämmityspistorasia kahdelle autopaikalle. Kuviossa 12 on esitetty autokatos B:ssä olevien autopaikkojen 9 ja 10 yhteinen kotelo, kansi kiinni ja auki.

Asemapiirustuksen mukaan taloyhtiöön kuuluu 57 autopaikkaa. Näistä neljä on kuitenkin autotalleja, joten autokatoksia ja ulkona sijaitsevia autopaikkoja on yhteensä 53.

²⁵ Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio JKK-A. BJ-Tec. Karperö.



Kuvio 12. Autopaikkojen 9 ja 10 autolämmityskotelo GARO KL 210-2.

4 MAHDOLLISET LATAUSRATKAISUT

Taloyhtiössä yhdellä asukkaalla on ladattava hybridauto, jota ladataan lämmityspistorasiasta. Tämä ei kuitenkaan ole sallittua, koska lämmityspistorasian sähköenergian kulutusta ei mitata, eikä sähköenergian käytöstä aiheutuvia kuluja silloin voida kohdistaa kyseiselle asukkaalle. Lähtökohtaisesti sähköauton lataamiseen tarvitaan aina taloyhtiön lupa. Kappaleissa 4.1 ja 4.2 esitellään kaksi erilaista toteutustapaa sähköautojen lataamiseksi.

Ensimmäinen ratkaisu on helppo ja nopea toteuttaa. Sitä ei kuitenkaan voida pitää kattavana ratkaisuna, ja se vastaa lähinnä välittömään tarpeeseen, joka on syntynyt ensimmäisen ladattavan hybridauton tultua taloyhtiöön. Toinen esitetty ratkaisu on kattavampi, ja siinä on otettu huomioon myös tulevaisuuden tarpeet suurempina lataustehoina ja kuormanhallintana.

4.1 Yksinkertainen ratkaisu

Koska taloyhtiön autopaikat on jo varustettu GAROn autolämmityskoteloilla, helppo ja nopea ratkaisu on vaihtaa kotelon nykyisen kalustuksen tilalle GAROn sähköauton latauselementit (**Kuvio 13.**). Elementit olisi mahdollista asentuttaa osakkaan muutostyönä yhtiökokouksen (jatkossa hallituksen) luvalla. GARO IDL-pistorasiaelementit sisältävät neljä pistorasiaa (kaksi latausta ja kaksi lämmitystä varten) sekä RCBO-vikavirtajohdonsuojakatkaisijat. Lisäksi IDL-pistorasiaelementtejä saa varustettuna kWh-mittarilla sähköenergian kulutuksen mittausta varten.²⁶ Latauspistorasian sähkönsyöttö kytkeytyy pois päältä lämmityksen ollessa

²⁶ Onninen verkkosivut. PIHARASIATARVIKE GARO IDL 216-2 KWH LATAUSELEMENTTI. Viitattu 5.5.2022. <https://www.onninen.fi/garo-piharasiatarvike-garo-idl-216-2-kwh-latauselementti/p/AMT011>

aktiivinen rajoittaen näin virrankulutusta ja asennuksen ylikuormittumista²⁷. GARO IDL-latauspisteiden nimellistehoteho on 2,3 kW, joka vastaa yksivaiheisena 10 A:n virtaa. Koska latauselementissä on kuitenkin aina kaksi lataukselle tarkoitettua pistorasiaa, täytyy latausvirta huomioida kaksinkertaisena.



Kuvio 13. GARO IDL 216-2 kWh sähköauton latauselementti.²⁶

Autopaikkojen lämmityspistorasioiden sähkönsyöttö ja kaapelointi asettaa kuitenkin rajoitteita siihen, kuinka monelle autopaikalle voidaan latauselementit asen-

²⁷ Onninen verkkosivut. GARO latausasema sähkö- ja hybridautoille käyttöohje, tyyppi IDL. Viitattu 5.5.2022. <https://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/15766629.pdf>

taa. Koska autopaikkojen kaapelointi on poikkipinta-alaltaan vain 6 mm² ja johdonsuojat 25 A, voidaan latauselementtejä asentaa ainoastaan yksi per vaihe per lähtö, eli kolme kappaletta lähtöä kohden. Keskuksissa JKK ja JKK-A on molemmissa kaksi lähtöä, jotka syöttävät autopaikkoja, joten yhteensä taloyhtiöön voitaisiin nykyisillä kaapeloinneilla asentaa $2*2*3*2=24$ latauspistettä. Taloyhtiön olisi kuitenkin syytä ohjeistaa rajoittamaan latausvirta 8 A:iin (1,8 kW), ylikuormitustilanteiden välttämiseksi. Sähköautojen ja lataushybridien mukana tulevissa ns. matkalatureissa on mahdollisuus säätää latausvirran suuruutta tai se on muutenkin maksimissaan 8 A. Esimerkiksi Volkswagen ID.3 täyssähköauton mukana toimittava tilapäislatauslaite (matkalaturi) on rajoitettu 8 A latausvirtaan²⁸.

Yhdenvertaisuusperiaatteen mukaan kaikkia taloyhtiön asukkaita täytyy kohdella tasavertaisesti. Eteen siis voisi periaatteessa tulla tilanne, jossa nykyisten sähköasennusten mahdollistama latauspisteiden maksimimäärä ei enää riittäisikään, vaan tulisi tarve vielä uusien pisteiden asennukselle. Koska sähköjärjestelmään ei nykytilassaan kuitenkaan voisi enempää pisteitä asentaa, täytyisi taloyhtiön kieltää lataaminen kaikilta, ennen kuin latausjärjestelmä on saatettu siihen kuntoon, että kaikki halukkaat voivat jälleen autojaan ladata. Tämän yhdenvertaisuuden ja pienen lataustehon vuoksi tätä helppoa ja toteutukseltaan yksinkertaista ratkaisua ei siis voida kuitenkaan pitää muuta kuin väliaikaisena ratkaisuna ennen siirtymistä kunnolliseen latausjärjestelmään.

4.2 Tehokkaampi ratkaisu

Kappaleessa 3.1 laskettiin kiinteistön sähköliittymän vapaaksi kapasiteetiksi 224 kW. Mikäli taloyhtiön kaikille autopaikoille ja neljälle autotallille haluttaisiin asentaa 11 kW latausasemat, tarkoittaisi tämä $57*11$ kW eli noin 630 kW mahdollista

²⁸ K-Auto verkkosivut. 2022. ID.3 Fastlane hinnasto. Viitattu 9.5.2022. <https://api.k-auto.fi/priceCatalog/api/PriceCatalog/0b005bf1-38e0-420c-bd44-1f502b0607be>

huipputehoa pelkille latausasemille. Tämä vaatisi mittavia uudistuksia lähtien kiinteistön liittymiskaapelin ja sähköpääkeskuksen uusimisesta alkaen. Käytännössä tilanne, jossa kaikilla autopaikoilla olisi samanaikaisesti autot latauksessa täydellä teholla olisi kuitenkin äärimmäisen harvinainen, mutta ilman kuormanhallintaa latausasemien kuormitus täytyisi laskea tasauskertoimella 1²⁹.

Käytännössä latauspisteet kannattaa toteuttaa dynaamisella kuormanhallinnalla, joka tarkoittaa sitä, että latausjärjestelmä mittaa kiinteistön pääkeskuksen (ja jakeluun mahdollisesti osallistuvien ryhmäkeskusten) virrankulutusta ja säätelee latausasemien käytettävissä tehoa siten, ettei ylikuormitustilanteita pääse syntymään, mutta kiinteistön sähkötehon kapasiteetti on kuitenkin mahdollisimman tehokkaasti käytettävissä. Sähkövirran mittausta varten täytyy mittauspisteenä toimiviin keskuksiin asentaa virtamuuntajat.

Talossa B sijaitseva pääkeskus PK ja talossa A sijaitseva keskus MK-A ovat käytännössä niin täynnä, ettei kaikkia latausasemien vaatimia lähtöjä voida niihin asentaa. Lisäksi sähkötila, jossa pääkeskus PK sijaitsee, on niin täynnä, ettei keskuksen laajentaminen tai uuden keskuksen asentaminen kyseiseen tilaan ole mahdollista. A-talon sähkötilassa kuitenkin olisi tilaa lisäkeskukselle, johon sähköautojen latauspisteiden lähdöt voitaisiin sijoittaa.

Liitteen 1 asemapiirroksesta voidaan nähdä, että A ja B talojen välillä kulkee useiden kaapeleiden lisäksi yksi halkaisijaltaan 100 mm:n varaputki, johon voitaisiin vetää uusi AMCMK4x185+57 syöttämään uutta keskusta. Liitteenä 2 on Prysmian Groupin AMCMK-kaapeleiden datalehti (lupa datalehden käyttöön opinnäytetyön liitteenä on saatu Prysmian Groupilta), josta voidaan todeta, että AMCMK

²⁹ ST 51.90 s. 5. 2021. Sähkötieto Ry. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy

4x185/57 AN 1 kV kaapelin kuormitettavuus maahan asennettuna on 330 A. Pääkeskukseen tulisi siis asentaa sähköautojen latausasemia syöttävää keskusta varten 3x315 A kahvasulakkeet ja kytkinvaroke. Lisäksi pääkeskuksen syöttöön tulisi asentaa virtamuuntajat kuormanhallintaa varten.

Uuteen sähköautojen latausasemia syöttävään keskukseen tarvittaisiin 32 kpl 32 A:n lähtöjä, joista hoidettaisiin jakelu latausasemille. Jokaista latausasemaa varten täytyisi vetää oma uusi syöttökaapeli sekä Modbus-kaapelit kuormanhallintayksiköiden ja latausasemien välille, joten asennuksesta aiheutuisi merkittävä määrä kaapelointi- ja putkitustöitä.

Erilaisia latausasemia on markkinoilla saatavilla useita. Tähän työhön esimerkiksi on valittu kuviossa 14 esitetty DEFA eRange® Duo, jossa on kaksi kappaletta tyyppin 2 latauspistoketta. Kyseinen latausasema on valittu siksi, että se voidaan asentaa yhteiseksi kahdelle autopaikalle, jolloin sen antama lähtöteho on yhden auton latauksessa maksimissaan 22 kW ja kahden auto latauksessa 2x11 kW. Lisäksi DEFA eRange® Duo voidaan liittää osaksi ylempää järjestelmää, joka hoitaa kuormanhallinnan ja energianmittauksen.³⁰

³⁰ DEFA eRange® Duo kahdella Type 2-pistorasialla. DEFA verkkosivut. Viitattu 7.5.2022. <https://www.defa.com/fi/tuote/erange-duo/>



Kuvio 14. DEFA eRange® Duo sähköauton latausasema.³⁰

Latausasemassa on myös sisäänrakennettuna 40 A/30 mA:n vikavirtajohdonsuojakatkaisija ja 6 mA:n DC-vikavirtasuojakytkin, jotka vaaditaan sähköauton latauspisteiltä.³¹

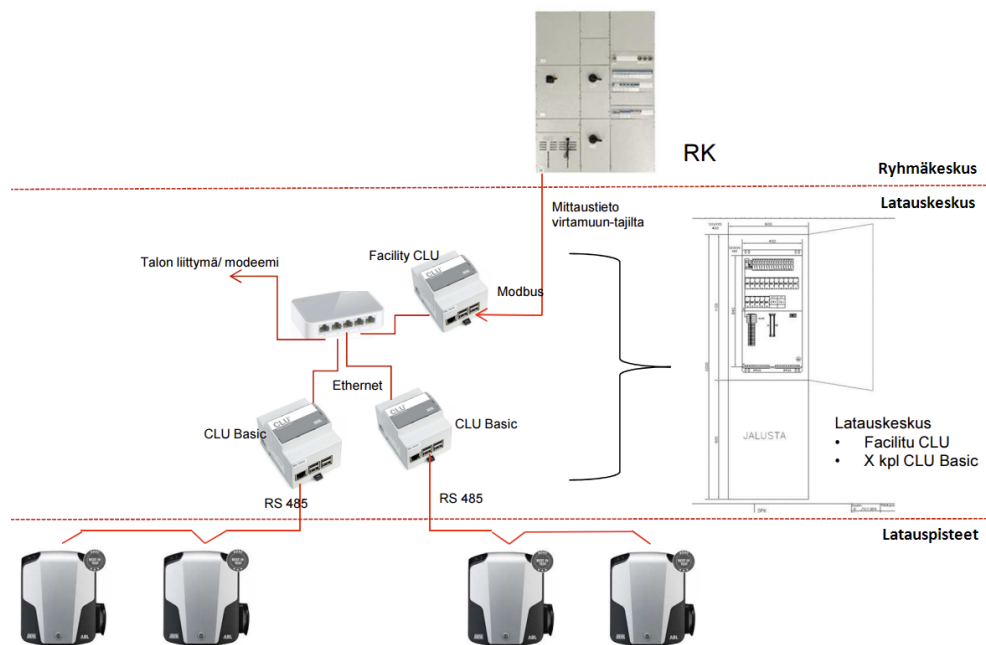
Kuormanhallintajärjestelmän valinta riippuu latauslaitteiden valinnasta. DEFAn tarjoama ratkaisu latausjärjestelmän kuormanhallintaan ja energianmittaukseen on kuviossa 15 esitetty eRange CLU (Cloud Link Unit). Yhteen CLU-yksikköön voidaan liittää maksimissaan 16 latausasemaa.³² Suuremman latausjärjestelmän ollessa kyseessä, voidaan CLU-yksiköitä liittää yhteen Facility CLU-yksiköllä. Kuviossa 16 on esitetty esimerkki latausjärjestelmästä, jossa kaksi CLU Basic-yksikköä on liitetty osaksi suurempaa järjestelmää Facility CLU-yksikön avulla. Tällainen kahden Basic- ja yhden Facility-yksikön järjestelmä kattaisi maksimissaan 32 latausaseman kokonaisuuden.

³¹ ST 51.90 s. 4. 2021. Sähkötieto Ry. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy.

³² DEFA verkkosivut. eRange CLU. Viitattu 9.5.2022. <https://www.defa.com/fi/tuote/erange-clu/>



Kuvio 15. DEFA eRange CLU.³²



Kuvio 16. DEFA Cloud Link Unit -lataushallintajärjestelmä.³³

³³ Sähkönumerot verkkosivusto. DEFA Sähköautojen latausratkaisut. Viitattu 9.5.2022. <https://www.sahkonumerot.fi/3405340/doc/brochure/>

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selvitys tarvittavista toimenpiteistä sähköautojen latausvalmiuden asentamiseksi asunto-osakeyhtiö Vaasan Aallonharja 1:een. Toimenpiteistä luotiin prosessimainen kaavio, ja prosessin eri vaiheet kirjoitettiin auki sanallisesti. Prosessin on tarkoitus selventää latausvalmiuden asentamisen etenemistä ja olla taloyhtiön osakkaille apuna päätöksiä tehdessä.

Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin taloyhtiön kiinteistön sähköjärjestelmän nykytilaa sekä esitettiin kaksi mahdollista ratkaisua, joilla latausjärjestelmä voitaisiin toteuttaa.

Opinnäytetyön tulokset on tarkoitus esitellä taloyhtiön yhtiökokoukselle päätöksenteon tueksi kesän 2022 aikana. Mahdolliset jatkotutkimukset ja -toimenpiteet riippuvat pitkälti siitä, minkälaisiin toimiin yhtiökokous päättää ryhtyä latausvalmiuden toteuttamiseksi. Mikäli latausvalmius päätetään toteuttaa, pystyy opinnäytetyön tuloksia käyttää apuna varsinaista sähkösuunnittelua ja laitehankintoja tehdessä.

Opinnäytetyön suurimmat haasteet olivat alun päätöksentekoprosessin kuvaus. Tekniikkaan suuntautuneelle opiskelijalle päätöksentekoprosessiin vaikuttavat lait, asetukset, vaatimukset ja ohjeet olivat tylsiä ja hankalia. Vaatimuksiin tuli myös muutoksia opinnäytetyön tekemisen aikana, kun Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA muutti sähköautojen latausinfra-avustuksen kriteereitä vuoden 2022 alussa.

Opinnäytetyön tekninen osuus sähköjärjestelmän nykytilan katsauksineen ja latausjärjestelmän toteutusehdotuksineen sen sijaan sujui paremmin, vaikka ajankäytön haasteita työn, perhe-elämän ja opinnäytetyön kirjoittamisen välillä ajoittain olikin.

LÄHTEET

Berg, J. 2012. As.oy. Aallonharja 1. Nousujohto-maadoituskaavio. BJ-Tec. Karperö.

Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio JKK. BJ-Tec. Karperö.

Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio JKK-A. BJ-Tec. Karperö.

Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio MK-A. BJ-Tec. Karperö.

Berg, J. 2012. As.oy. Vaasan Aallonharja 1. Keskuskaavio PK. BJ-Tec. Karperö.

DEFA verkkosivut. DEFA eRange® Duo kahdella Type 2-pistorasialla. Viitattu 7.5.2022. <https://www.defa.com/fi/tuote/erange-duo/>

DEFA verkkosivut. DEFA eRange® CLU. Viitattu 9.5.2022. <https://www.defa.com/fi/tuote/erange-clu/>

Haltia, T. 2022. Latauspisteistä päättäminen taloyhtiössä – juridiset askelmerkit [esitelmä]. Sähköautojen latauspisteet taloyhtiössä -webinaari 7.2.2022. Kiinteistöliitto. Helsinki.

Iltanen, T., Malassu, H. & Rämö M. 2021. Suunnittelijan opas. Sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa 2021. Helsinki. Ensto Chago Oy. Viitattu 16.4.2022. <https://www.ensto.com/globalassets/white-papers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>

Kiinteistöliitto. 2021. Ohje sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseksi. Viitattu 15.4.2022. https://issuu.com/kiinteistoliitto/docs/ohje_sahkoautojen_latauspisteiden_toteuttamiseksi

Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J. & Orrberg, M. 2019. ST-käsikirja 41. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo. Sähköinfo Oy.

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki 6:26. Enemmistöpäätös. Finlex. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P26>

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki 6:27. Määräenemmistöpäätös. Finlex. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P27>

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki 6:31. Päätös kaikkien osakkeenomistajien rahoittamasta uudistuksesta. Finlex. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P31>

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki 6:32.5. Maksuvelvollisuuden muuttaminen kunnossapidon ja uudistuksen osalta. Finlex. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P32>

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki 6:33. Päätös muusta uudistuksesta. Finlex. Viitattu 15.4.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599?#O3L6P33>

L 29.10.2020/733. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. Finlex. Viitattu 24.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2020/20200733>

Lainimo, T. 2021. Isännöitsijä. Kartoitus latauspisteen asentamisesta. Fincap Oy.

Lappalainen, K. 2022. Ylitarkastaja. Sähköautojen latausinfra-avustus [esitelmä]. Sähköautojen latauspisteet taloyhtiössä -webinaari 7.2.2022. Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus. Helsinki.

Motiva Oy. 2018. Kiinteistöjen latauspisteet kuntoon. Viitattu 24.3.2021. https://www.motiva.fi/files/15446/Kiinteistojen_latauspisteet_kuntoon_-_opas_paivitetty_05.11.2018.pdf

Onninen verkkosivut. 2022. GARO latausasema sähkö- ja hybridautoille käyttöohje, tyyppi IDL. Viitattu 5.5.2022. <https://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/15766629.pdf>

Onninen verkkosivut. 2022. PIHARASIATARVIKE GARO IDL 216-2 KWH LATAUSELEMENTTI. Viitattu 5.5.2022. <https://www.onninen.fi/garo-piharasiatarvike-garo-idl-216-2-kwh-latauselementti/p/AMT011>

Pujals, M. 2018. Mikä on tavanomaista? Uudenmaan kiinteistöliitto. Viitattu 15.4.2022. <https://www.ukl.fi/mika-on-tavanomaista/>

Raksystems Insinööritoimisto Oy. Sähköautojen latauspaikkojen tarvekartoitus taloyhtiössä. Viitattu 24.10.2021. https://rakersystems.fi/wp-content/uploads/2020/08/Sahkoautojen_latauspaikkojen_tarvekartoitus_palvelukuvaus_8-2020_web.pdf

ST 13.31. 2021. Sähkötieto Ry. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Espoo. Sähköinfo Oy.

ST 51.90. 2021. Sähkötieto Ry. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy.

ST 51.90 s. 4. 2021. Sähkötieto Ry. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy.

ST 51.90 s. 5. 2021. Sähkötieto Ry. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy.

Sähkönumerot verkkosivusto. DEFA Sähköautojen latausratkaisut. Viitattu 9.5.2022. <https://www.sahkonumerot.fi/3405340/doc/brochure/>

Vaasan Sähkön verkkosivut. Sähköauton lataaminen taloyhtiössä. Viitattu 5.4.2022. <https://www.vaasansahko.fi/sahkoauton-lataaminen-taloyhtiossa/>

Vaasan Sähköverkko. Sähköposti 11.4.2022. Tulostettu 15.4.2022.

LIITTEET

LIITE 1. As.oy. Vaasan Aallonharja 1 asemapiirros



LIITE 1

- MÄKÄAPPELLI:**
- ① MCHK2.5x2.5
 - ② MCHK2.5x2.5
 - ③ MCHK6x6
 - ④ MCHK6x6
 - ⑤ MCHK2.5x2.5
 - ⑥ MCHK4x15+57
MCHK4x35+16
MCHK7x1.5 (OHJAUS)
TELLU 7
MCHB5x2x0.5 (LVI-HÄLYTYS)
MCHB5x2x0.5 (PIH)
SUPERCAT 1000 (ATK)
FYÖV2PH2x5PL+2x4xGL DM1
CU16
#100mm VARAPUTKI
 - ⑦ 2 KPL AXK4x165
CUSO

AUTOLÄMMITYSKOTELO GARO KL210-2
1.5m GALVANOITU Pylväs JA TEHDASVALHESTEINEN BETONI JALUSTA

AS OY VAASAN AALLONHARJA 1		Proj. No.	23.02.2012/J. BERG
PIIRIKATU 37, 65320 VAASA		Arv. No.	2011074
ASEMAPIIRROS		Arv. No.	2011074
BJ-Tec		Arv. No.	2011074
Skogvägen 28 B, 65630 Karperö		Arv. No.	2011074
Tel./Puh. 050-3519477		Arv. No.	2011074
Arv. No.	2011074	Arv. No.	2011074
Arv. No.	2011074	Arv. No.	2011074
Arv. No.	2011074	Arv. No.	2011074

Prysmian Group



AMCMK 0,6/1 kV

Alumiinijohtiminen kosketussuojattu 1 kV voimakaapeli



CPR
E_{ca}

NIMELLISJÄNNITE

U₀/U = 0,6/1 kV, U_m = 1,2 kV

KÄYTTÖ

Kiinteään asennukseen sisällä, ulkona ja maahan

Johtimen suurin sallittu lämpötila:

- jatkuvassa käytössä 70 °C
- vikatilanteessa (kesto enintään 5 s) 160 °C

Alin suositeltu käsittelylämpötila -15 °C

RAKENNE

Johdin	16 mm ² : yksilankainen alumiinijohdin 25 mm ² : muutamalankainen alumiinijohdin 35-300 mm ² : tiivistetty hehkutettu (AN) helposti taivutettava sektorimuotoinen alumiinijohdin
Eristys	Lyijytön PVC-muovi
Kertaus	Eristetyt johtimet kerrattu yhteen
Konsentrisen johdin	Kuparilankakerros ja kuparivastakierre
Ulkovaippa	Musta lyijytön PVC-muovi

VAIHETUNNISTUS

Sisäjohtimet	
3-johdinta	Ruskea, musta, harmaa
4-johdinta	Sininen, ruskea, musta, harmaa

STANDARDIT

SFS 4880
IEC 60502-1
EN 50575:2014+A1:2016
EN 13501-6, luokka: E_{ca} (CPR-paloluokitus)
IEC 60332-1 (itsestään sammuva)

SERTIFIKAATIT, HYVÄKSYNNÄT

Kaapeli ei sisällä raaka-aineita REACH/SVHC-listalta.
Kaapeli täyttää raaka-aineiltaan ROHS-direktiivin vaatimukset.

SUORITUSTASOILMOITUS (DoP)

CE Ref. nro 1000870

Voimakaapelit 1 kV

AMCMK 0,6/1 kV (3½-johtiminen)

OMINAISUUDET

TUOTTEEN NIMI			AMCMK 3x16/10 1 kV	AMCMK 3x25/16 1 kV	AMCMK 3x35/16 AN 1 kV	AMCMK 3x50/16 AN 1 kV	AMCMK 3x70/21 AN 1 kV	AMCMK 3x95/29 AN 1 kV	AMCMK 3x120/41 AN 1 kV	AMCMK 3x150/41 AN 1 kV	AMCMK 3x185/57 AN 1 kV	AMCMK 3x240/72 AN 1 kV	
Sähkönumero			0622157	0622158	0622159	0622160	0622161	0622162	0622163	0622164	0622165	0622166	
RAKENNETIETOJA (1)													
Kaapelin ulkohalkaisija		mm	21	24	24	27	30	35	39	43	47	53	
Massa	alumiini	kg/km	125	200	275	370	540	750	945	1160	1460	1900	
	kupari	kg/km	90	145	145	145	190	260	400	400	540	680	
	kaapeli	kg/km	470	700	800	1000	1300	1800	2200	2600	3300	4100	
TOIMITUSTIETOJA													
Vakiotoimituspituus		m	1000	1000	1000	500	500	500	500	500	500	500	
Toimituskela			K12	K14	K14	K12	K14	K14	K16	K18	K20	K22	
Massa (1)		kaapeli+kela	kg	560	820	920	600	770	1000	1300	1500	2000	2500
MEKAANISIA ARVOJA (2)													
Pienin sallittu taivutussäde asennusvedossa		m	0,25	0,29	0,29	0,33	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,64	
Pienin sallittu taivutussäde lopullisessa asennuksessa (3)		m	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,30	0,32	0,36	0,39	0,44	
Suurin sallittu asennusvetovoima vetosukalla		kN	0,7	1,1	1,5	2,2	3,1	4,2	5,4	6,7	8,3	8,5	
Suurin sallittu asennusvetovoima vetopäällä		kN	1,4	2,2	3,1	4,5	6,3	8,5	10,8	13,5	16,6	20,0	
SÄHKÖISIÄ ARVOJA (2)													
Vaihejohtimen maks. tasavirta-resistanssi		johdin 20°C	Ω/km	1,91	1,20	0,868	0,641	0,443	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125
Vaihejohtimen vaihtovirta-resistanssi (1)		johdin 70°C	Ω/km	2,3	1,4	1,0	0,77	0,53	0,39	0,31	0,25	0,20	0,15
PE-johtimen maks. tasavirtaresistanssi		johdin 20°C	Ω/km	1,83	1,15	1,15	1,15	0,868	0,641	0,443	0,443	0,320	0,253
Induktanssi vaihetta kohti (1)			mH/km	0,28	0,28	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23
Käyttökapasitanssi (1)			µF/km	0,40	0,45	0,55	0,60	0,65	0,75	0,80	0,80	0,85	0,85
KUORMITETTAVUUS (2)													
Maassa, asennustapa D		johdin 65°C	A	78	100	125	150	185	220	255	280	330	375
Ilmassa, asennustapa E		johdin 70°C	A	65	83	102	124	159	194	225	260	297	350
TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS (2)													
Suurin sallittu 1 sekunnin oikosulkuvirta		vaihejohdin (4) PE-johdin (5)	kA	1,2 1,7	1,9 2,6	2,6 2,6	3,8 2,6	5,3 3,7	7,2 4,6	9,1 6,7	11,4 6,7	14,0 8,8	18,2 11,4

(1) Likiarvo

(2) Katso taulukkoarvojen lähtöolettamukset kappaleesta Yleistä tuotetietoa, Energia-, teollisuus- ja talonrakennuskaapelit -luettelosta.

(3) Taivutus on tehtävä varovaisena ja tasaisena kertataivutuksena.

(4) Johtimen lämpötila on ennen oikosulkua 70°C ja oikosulun päättyessä 160°C.

(5) PE-johtimen lämpötila on ennen oikosulkua 65°C ja oikosulun päättyessä enintään 250°C.

Voimakaapelit 1 kV

AMCMK 0,6/1 kV (4½-johtiminen)

OMINAISUUDET

TUOTTEEN NIMI			AMCMK 4x16/10 1 kV	AMCMK 4x25/16 1 kV	AMCMK 4x35/16 AN 1 kV	AMCMK 4x50/16 AN 1 kV	AMCMK 4x70/21 AN 1 kV	AMCMK 4x95/29 AN 1 kV	AMCMK 4x120/41 AN 1 kV	AMCMK 4x150/41 AN 1 kV	AMCMK 4x185/57 AN 1 kV	AMCMK 4x240/72 AN 1 kV
Sähkönumero			0621854	0621855	0621859	0621860	0621861	0621862	0621863	0621864	0621865	0621866
RAKENNETIETOJA (1)												
Kaapelin ulkohalkaisija		mm	23	27	27	31	35	40	44	49	54	60
Massa	alumiini	kg/km	165	265	365	495	720	1000	1260	1550	2000	2600
	kupari	kg/km	90	145	145	145	195	270	410	410	550	690
	kaapeli	kg/km	560	830	980	1250	1600	2200	2800	3300	4100	5200
TOIMITUSTIETOJA												
Vakiotoimituspituus		m	1000	1000	1000	500	500	500	500	500	500	500
Toimituskela			K14	K16	K16	K14	K14	K18	K20	K20	K22	K24
Massa (1)	kaapeli+kela	kg	680	1100	1200	750	915	1400	1700	2000	2400	3100
MEKAANISIA ARVOJA (2)												
Pienin sallittu taipuvussäde asennusvedossa		m	0,28	0,32	0,32	0,37	0,42	0,48	0,53	0,59	0,65	0,72
Pienin sallittu taipuvussäde lopullisessa asennuksessa (3)		m	0,18	0,22	0,22	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,48
Suurin sallittu asennusvetovoima vetosukalla		kN	0,9	1,5	2,1	3,0	4,2	5,7	7,2	8,5	8,5	8,5
Suurin sallittu asennusvetovoima vetopäällä		kN	1,9	3,0	4,2	6,0	8,4	11,4	14,4	18,0	20,0	20,0
SÄHKÖISIÄ ARVOJA (2)												
Vaihe- ja nolajohtimen maks. tasavirtaresistanssi		johdin 20°C Ω/km	1,91	1,20	0,868	0,641	0,443	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125
Vaihe- ja nolajohtimen vaihtovirtaresistanssi (1)		johdin 70°C Ω/km	2,3	1,4	1,0	0,77	0,53	0,39	0,31	0,25	0,20	0,15
PE-johtimen maks. tasavirtaresistanssi		johdin 20°C Ω/km	1,83	1,15	1,15	1,15	0,868	0,641	0,443	0,443	0,320	0,253
Induktanssi vaihetta kohti (1)		mH/km	0,31	0,30	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Käyttökapasitanssi (1)		µF/km	0,40	0,45	0,45	0,50	0,55	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80
KUORMITETTAVUUS (2)												
Maassa, asennustapa D		johdin 65°C A	78	100	125	150	185	220	255	280	330	375
Ilmassa, asennustapa E		johdin 70°C A	65	83	102	124	159	194	225	260	297	350
TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS (2)												
Suurin sallittu 1 sekunnin oikosulkuvirta		vaihe- ja nolajohtin (4) PE-johdin (5) kA	1,2 1,7	1,9 2,6	2,6 2,6	3,8 2,6	5,3 3,7	7,2 4,6	9,1 6,7	11,4 6,7	14,0 8,8	18,2 11,4

(1) Likiarvo

(2) Katso taulukkoarvojen lähtöoletukset kappaleesta Yleistä tuotetietoa, Energia-, teollisuus- ja talonrakennuskaapelit -luettelosta.

(3) Taiputus on tehtävä varovaisena ja tasaisena kertataivutuksena.

(4) Johtimen lämpötila on ennen oikosulkua 70°C ja oikosulun päättyessä 160°C.

(5) PE-johtimen lämpötila on ennen oikosulkua 65°C ja oikosulun päättyessä enintään 250°C.