

Seppo Sarviaho

SÄHKÖAUTON LATAUSPISTEIDEN SELVITYS KERROSTALOON

SÄHKÖAUTON LATAUSPISTEIDEN SELVITYS KERROSTALOON

Seppo Sarviaho
Opinnäytetyö
Syksy 2019
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Sähkö ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Seppo Sarviaho

Opinnäytetyön nimi: Sähköauton latauspisteiden selvitys kerrostaloon

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Electric Vehicle Charge Points Study for Block of Flats

Työn ohjaaja: Esa Pakonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2019

Sivumäärä: 54 + 6 liitettä

Sähköautot ja ladattavat hybridautot ovat yleistymässä Suomessa. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Asunto-osakeyhtiö Syrjäkatu 2. Taloyhtiön omistama kiinteistö sijaitsee Oulussa Raksilan kaupunginosassa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, minkälaiset sähköauton latauspisteet tarvitaan ja voidaan asentaa kerrostaloyhtiön pihalla oleville autopysäköintipaikoille.

Tällä hetkellä taloyhtiön osakkailla ja asukkailla ei ole käytössä sähköautoa tai ladattavaa hybridautoa. Tehtävään kuului myös selvittää, riittävätkö nykyinen pienjännitekeskus, taloyhtiön sähköliittymä ja autonlämmityspistorasioiden kaapelointi silloin, kun siihen lisätään sähköauton latauspisteet. Selvitettävänä oli myös mahdollisen erillisen sähkönsyöttöjärjestelmän rakentaminen sähköauton latauspisteille ja onko mahdollista saada oma sähköliittymä sähköauton latausjärjestelmälle.

Kiinteistölle laadittiin kolme vaihtoehtoista tapaa toteuttaa sähköauton latausjärjestelmä kohteena olevaan kiinteistöön. Näille kolmelle toteutustavalle suunniteltiin kaapelireitit, mitoitettiin nousukaapelit latauskeskukselle sekä ryhmäkaapelit latauspisteille, jonka lisäksi laadittiin komponenttiluettelo ja kustannusarviot kolmelle toteutustavalle.

Tämän opinnäytetyön avulla taloyhtiön hallitus voi tehdä tarjouspyynnöt sähköauton latausjärjestelmälle ja hyväksyttää suunnitelmat ja toteutus yhtiökokouksella. Opinnäytetyön tekijä jatkaa työtään taloyhtiön hallituksen jäsenenä.

Asiasanat: Sähköauto, ladattava hybridauto, hybridauto, sähköauton latauspiste, kaapelointi, pienjännitekeskus, SALP

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Electric and Automation Engineering

Author: Seppo Sarviaho
Title of thesis: Electric Vehicle Charge Points Study for Block of Flats
Supervisor: Esa Pakonen
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2019
Pages: 54 +6 appendices

In future number of Electric Cars and chargeable hybrid Cars is higher. People living in flats need electric car charge point. Purpose of this project was to determine which kind of charge points are needed and what kind of modifications are needed for power cables and switchboard for new electric car charge points for today's and future needs.

Keywords: electric car, hybrid car, charge station

ALKULAUSE

Kiitokset Asunto-osakeyhtiö Syrjäkatu 2 hallitukselle, Isännöitsijä Ismo Ylikuljulle ja työn ohjaajalle Esa Pakoselle, Oulun Energian kehitysinsinöörille Mikko Kyllille ja opiskelukaverille Mauri Räisäselle.

18.12.2019 Seppo Sarviaho

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 NYKYINEN AUTONLÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	10
2.1 Auton lämmityspistorasiat	12
2.2 Nykyinen sähkönsyöttöjärjestelmä autonlämmityspistorasioille	12
2.3 Nykyisen sähkönsyöttöjärjestelmän käyttöaste	13
2.4 Nykyisen järjestelmän laajennusvara	16
2.5 Lämpökamerakuvaukset sähköpääkeskuksessa ja ryhmäkeskuksessa	16
2.6 Kiinteistön sähköliittymän keskituntiteho	20
3 SÄHKÖAUTON LATAUSJÄRJESTELMÄT	21
3.1 Kevyiden sähköajoneuvojen lataus (Lataustapa 1 /Mode1)	21
3.2 Hidaslataus (Lataustapa 2 / Mode2)	21
3.3 Peruslataus (Lataustapa 3 / Mode3)	22
3.4 Teholataus (Lataustapa 4 / Mode 4)	22
4 SÄHKÖAUTON LATAUSVERKKOJA KOSKEVIA MÄÄRÄYKSIÄ	23
4.1 Latauspisteiden suojaus	23
4.2 Sähköauton latauspisteiden kaapelointi	23
4.3 Sähköverkon suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja	23
5 SÄHKÖAUTON LATAUSVERKON MITOITUSPERAATTEITA	24
5.1 Taloyhtiön sähköliittymä	24
5.2 Taloyhtiön sähköpääkeskus ja nousujohdot	25
5.3 Sähköauton latauspisteen latauskeskus	27
5.4 Sähköauton latauspisteiden sijoittaminen kiinteistön tontille	28
5.5 Kaapeleiden ja sähkökeskusten mitoitus	29
5.6 Latauskeskus sähköpääkeskustilassa tapaus 1	29
5.6.1 Latauspisteen ohjauskeskuksen nousujohdon mitoitus	30
5.6.2 Nousujohdon oikosulkuvirta	31
5.6.3 Nousujohdon jännitteen alenema	32
5.7 Latauskeskus pihakeskuksessa tapaus 2	32
5.7.1 Nousujohdon mitoitus	33
5.7.2 Oikosulkuvirrat nousujohdossa	33
5.7.3 Jännitteenalenema nousujohdossa	34

5.8 Latauspisteen ohjauskeskuksen nousujohdon mitoitus tapaus 3	35
5.8.1 Oikosulkuvirrat nousujohdossa	35
5.8.2 Jännitteenalenema nousujohdossa	36
5.9 Sähköauton latauspisteen ryhmäjohtot	37
5.9.1 Latauspisteen ryhmäjohton mitoitus	37
5.9.2 Jännitteenalenemat	39
5.9.3 Oikosulkuvirrat	42
5.10 Sähköauton latauspisteiden lukumäärä	44
5.11 Sähköauton latauspisteen komponentit	45
5.12 Sähköauton latausjärjestelmän komponentit	46
6 MAKSULIIKENTEEEN JA KUORMAN HALLINTA	48
6.1 Kuormanhallinta menetelmiä	48
6.2 Maksuliikenteen ja käyttäjienhallinta	48
7 KUSTANNUSARVIO KOMPONENTTIEN HINNOISTA	49
8 LOPPULAUSE	51
LÄHTEET	53
LIITTEET	54

LYHENTEET

$\cos \varphi$ = Tehonsiirto kerroin

I_{kpk} = Pääkeskuksen oikosulkuvirta

I_{klk} = Latauskeskuksen oikosulkuvirta

I_{klp} = Latauspisteen oikosulkuvirta

I_{kpk} = Pääkeskuksen oikosulkuvirta

k = Asennustapa kerroin

K = Kertoimella laskettu kuormitus

$P_{3\sim}$ = Kolmivaiheteho

$P_{1\sim}$ = Yksivaiheteho

$\sin \varphi$ = Häviökerroin

ΔU = Jännitteenalenema

$\Delta U\%$ = Jännitteenalenema prosentti

U_p = Pääjännite = 400 V asuin rakennuksissa.

U_v = Vaihejännite = 230 V asuinrakennuksissa

Z_{pk} = Pääkeskuksen impedanssi

Z_{kj} = Kuparijohdon impedanssi

Z_{lk} = Latauskeskuksen impedanssi

Z_{nj} = Nousujohdon impedanssi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä sähköauton latausjärjestelmän selvitys Asunto-osakeyhtiö Syrjäkatu 2 omistamaan kiinteistöön, joka sijaitsee Oulussa, Raksilan kaupunginosassa osoitteessa Syrjäkatu 2. Työn tavoitteena oli selvittää olemassa oleva autonlämmitysjärjestelmä ja sen soveltuvuus sähköauton lataukseen. Selvitettävänä oli myös ABB:n sähköauton latausjärjestelmän yleisohjeen soveltuvuus kiinteistön latausjärjestelmän suunnitteluun ja asennukseen. Lisäksi selvitettiin sähköturvallisuusmääräykset sähköauton latauspiste -järjestelmiin (SALP -järjestelmiin). Tehtävänä oli selvittää millaiset sähköauton latauspisteet kiinteistöön olisi mahdollista laittaa ja mitä muutoksia se vaatii kiinteistön sähköverkolle.

Lähtötietona opinnäytetyön laatijalla, joka on myös taloyhtiön hallituksen jäsen, oli vaatimus, että sähköauton latauspisteet rakennetaan 3 -vaiheisiksi ja mitoiteetaan joko 16 A:n tai 32 A:n virrälle. Selvitettävänä oli uuden pienjännitekeskuksen tarpeellisuus. Tarvitaanko mahdollisesti muutoksia sähkökeskuksiin ja sähkökaapelointiin? Selvitettävänä oli myös senhetkisen autonlämmitysjärjestelmän syötön kaapelointi. Onko se yksivaiheinen vai kolmivaiheinen ja riittääkö kaapeloinnissa laajennusvara sähköauton latauspisteille?

Tehtävänä oli laatia komponenttien hankintaohje ja asennusohjeet. Myös standardien ja sähköturvallisuusmääräysten vaatimukset olivat selvitettävänä. Näiden ohjeiden pohjalta taloyhtiön hallitus voi tehdä päätöksiä ja toimittaa tarjouskyselyt urakoitsijoille. Tarjouskilpailun tuloksen perusteella hallitus esittää asian taloyhtiökokoukselle päätettäväksi. Mikäli yhtiökokous hyväksyy hankkeen, aloitetaan latauspisteiden toteutus.

2 NYKYINEN AUTONLÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Opinnäytetyön tekohetkellä taloyhtiöllä oli 13 lämmityspistorasialla varustettua autopaikkaa (Kuva 1.), kolme autopaikkaa ilman lämmitystolppaa (Kuva 2.) ja kaksi kylmää vieraspaikkaa (Kuva 3.). Auton lämmityspistorasiakoteloita on 7 kappaletta, joissa jokaisessa on 2 pistorasiaa ja 16 A:n gG sulake.

Lämmitystolppia on alun perin ollut 5 kappaletta. Myöhemmin tolppia on asennettu 2 lisää. Lohkolämmittimen käyttö on sallittu, mutta sisätilanlämmittimen käyttö on kielletty koska olemassa oleva kaapelointi on mitoitettu 60-70-luvun tarpeiden mukaan, jolloin sisätilanlämmittimet eivät ole olleet yleisessä käytössä. Autopaikkoja on yhteensä pihalla 18.



KUVA 1. Kolmetoista autonlämmityspaikkaa



KUVA 2. Kolme kylmää autopaikkaa



KUVA 3. Vieraspaikat

2.1 Auton lämmityspistorasiat

Jokaisessa pistorasiakotelossa on yksi 16 A:n sulake ja 2 pistorasiaa. Taloyhtiön jakokeskuksessa on 3 x 16 A:n gG sulakkeet suojaamassa autonlämmityskaapelia ylikuormitukselta ja oikosulkusuojana. Koska jakokeskuksessa ja lämmityspistorasiakoteloiden molemmissa 16 A:n gG sulakkeet, oikosulkusuojauksen selektiivisyys ei toteudu. Selektiivisyys tarkoittaa sitä, että sulakkeiden koko pienee pääsulakkeista kohti kulutuspisteen sulakkeita.

Nykyiset minimivaatimukset autonlämmitysjärjestelmälle on sisätilanlämmitin ja polttomoottoriauton lohkolämmitin. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaista autoa kohti on käytettävissä 8 A, josta saadaan tehoksi 1840 W. Lohkolämmittimen teho on 550 W, jolloin sisätilanlämmittintä varten jää 1290 W.

2.2 Nykyinen sähkösyöttöjärjestelmä autonlämmityspistorasioille

Autonlämmityspistorasioiden sähkösyöttö tulee rakennuksen sähköpääkeskus-tilassa olevan jakokeskuksen kolmivaihe-ryhmästä. Koska kiinteistö on valmistu-

nut vuonna 1967, autonlämmitysjärjestelmä on alimitoitettu nykyisiä tarpeita silmällä pitäen. Sisätilanlämmittimen käyttö on ehdottomasti kielletty. Lämmitysjärjestelmää ohjataan kellokytkimellä ja kontaktorilla. Tämä mahdollistaa lämmitystolppien sähkönsyötön ajastamisen asukkaiden tarpeen mukaan. Lämmityspistorasioille menevä maakaapeli on tyyppiä MCMK 3 X 1,5 + 1,5.

2.3 Nykyisen sähkönsyöttöjärjestelmän käyttöaste

Taloyhtiö sallii asukkaiden käyttää vain lohkolämmittintä ja sisätilanlämmittimen käyttö on ehdottomasti kielletty. Moottorin lohkolämmittimen teho on keskimäärin 550 W. Näin saadaan 13 auton ottamaksi 13 x 550 W tehoksi 7150 W. Vaihekohdainen teho on 2383 W. Kyseinen teho tarvitsee virtaa 230 V:lla 10,86 A. Virta voidaan laskea kolmivaihevirran kaavalla 1. Kolmivaihetehosta saadaan yksivaiheteho kaavalla 2. Koska lämmitystolpat ovat yksivaiheisia on tarpeen laskea yhden vaiheen virta kaavalla 3.

$$I = \frac{P_{3\sim}}{(\sqrt{3} \times U_p \times \cos\varphi)} \quad \text{KAAVA 1}$$

$$I = \frac{P_{3\sim}}{(\sqrt{3} \times U_p \times \cos\varphi)} = \frac{7150W}{(\sqrt{3} \times 400V \times 0,95)} = 10,86 A$$

$$P_{1\sim} = \frac{P_{3\sim}}{3} \quad \text{KAAVA 2}$$

$$P_{1\sim} = \frac{7150W}{3} = 2383 W$$

$$I = \frac{P_{1\sim}}{U_v \times \cos\varphi} \quad \text{KAAVA 3}$$

$$I = \frac{2383W}{230 \times 0,95} = 10,86 A$$

I = virta (A)

P_{1~} = yksivaiheteho (W)

P_{3~} = kolmivaiheteho(W)

U_p = pääjännite (V) pienjännitteellä on tavallisesti 400V

U_v = vaihejännite (V) pienjännitteellä on tavallisesti 230 V

Cos φ = tehonsiirtokerroin

Seuraavaksi tarkastelua vaatii autonlämmityspistorasioiden syöttökaapeleiden mitoitus ja mahdollinen sähköauton latauspisteiden lisäys olemassa olevaan kaapelointiin. Taulukosta 1 näkyy johtojen kuormitettavuudet, sekä kupari- että alumiinikaapeleille standardin mukaisille johtimen nimellispinta-aloille. Kuormitettavuus on ilmoitettu ampeereina neliömillimetriä kohti.

TAULUKKO 1. Johtojen kuormitettavuudet (1, s. 226)

Johtimen nimellispoikki- pinta (mm ²)	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Koska kaapeli kulkee pinta-asennettuna tikashyllyllä ja maassa, nykyisen kaapelin kuormitettavuus katsotaan sarakkeesta heikoimman asennustavan mukainen kuormitettavuus pinta-asennuksen mukaan taulukosta 1 sarakkeesta C katsottuna 1,5 mm² johtimen kuormitettavuus on 18,5 A. Taulukosta 2 nähdään, että autonlämmityspistorasioiden ryhmässä olevien 16 A:n gG sulakkeiden vaatima

minimi kaapelinkuormitettavuus on 18 A. Asennettujen johtojen kuormitettavuus on 18,5 A. Tästä voidaan nähdä, että autonlämmityspistorasioiden kaapeloinnissa ei ole laajennusvaraa sähköauton eikä hybridauton lataukseen, eikä edes sisätilan lämmittimen käyttöön, mikä onkin kielletty taloyhtiössä. Tästä seuraa, että nykyiseen kaapelointiin ei voi liittää sähköauton latauspisteitä.

TAULUKKO 2. gG sulakkeen vaatima johdon kuormitettavuus (1, s. 138)

TAULUKKO 43.1. Johtojen pienimmät kuormitettavuudet käytettäessä gG-sulaketta ylikuormitussuojana.

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta A	Johdon sallittu kuormitus vähintään A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

2.4 Nykyisen järjestelmän laajennusvara

Kuten edellisessä luvussa mainitaan autonlämmityskaapeloinnissa ei ole mahdollisuutta lisätä tehonkulutusta. Ainoiksi mahdollisuuksiksi jää tehdä sähköauton lataukselle oma kaapelointi tai uusia lämmityspistorasiakaapelointi siten, että se mahdollistaa sähköauton latauspisteiden syöttämisen yhteisellä kaapeloinnilla. Tulevaisuutta ajatellen autolämmitysjärjestelmän syöttökaapeloinnin uusiminen ja sen mitoittaminen sähköauton latausjärjestelmän tarpeen huomioon ottaen on ainoa järkevä ratkaisu, koska nykyinen kaapelointi ei vastaa tämän päivän tarpeita. Sähköauton- ja hybridi-autonlataus vaatii minimissään 8 A virran ja siihen ei päästä nykyisellä autonlämmityskaapeloinnilla. Viimeistään kun taloyhtiön sähköistystä aletaan uusimaan, jos ei aikaisemmin, autonlämmityskaapelointi tulee uusien ajan tasalle.

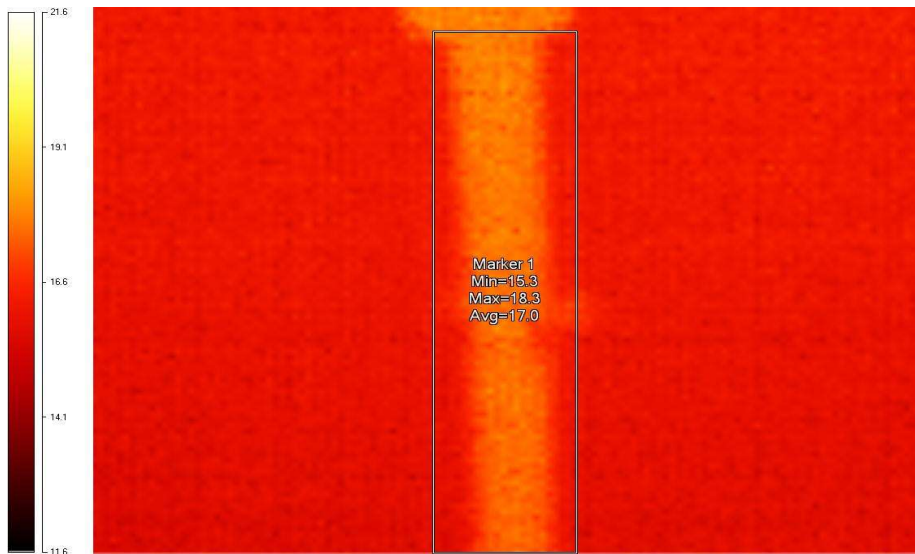
2.5 Lämpökamerakuvaukset sähköpääkeskuksessa ja ryhmäkeskuksessa

Kaapeleiden kuormitus tilanteen selvittämiseksi suoritettiin lämpökamerakuvauksia kiinteistön sähköpääkeskuksessa. Lämpökamerakuvaukset ajoitettiin kello 16:00 ja 22:00 väliseen aikaan, jolloin asukkaat todennäköisesti käyttävät liettä ja taloyhtiön saunan kiuas on päällä. Sulakkeiden keskimääräinen lämpötilan muutos on nähtävissä taulukosta 3.

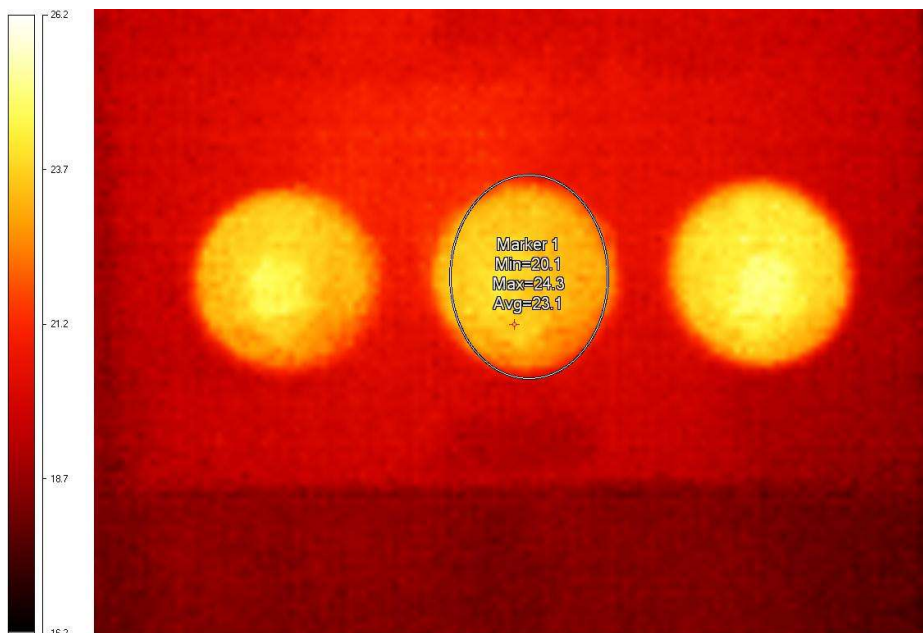
TAULUKKO 3. Sulakkeiden lämpötilat

Kellonaika	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
Kohde	Lämpötila °C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Liittymisjohto	16,1	16,0	16,0	15,0	15,0	17,0	17,2
Rapun A sulakkeet	17,6	17,6	17,7	17,7	17,7	18,0	18,2
Rapun B sulakkeet	20,1	20,9	17,6	17,6	17,5	20,0	20,0
Omanikäytön sulakkeet	23,7	19,7	22,2	22,2	21,4	24,0	22,1
Kiukaan sulakkeet	27,2	21,3	25,2	21,3	20,5	24,0	24,3
Pyykinkuivauskoneen sulakkeet	20,7	19,9	20,1	19,9	19,9	20,0	20,4
Asunnon B6 sulake	18,7	19,5	20,9	20,9	19,6	19,0	19,4

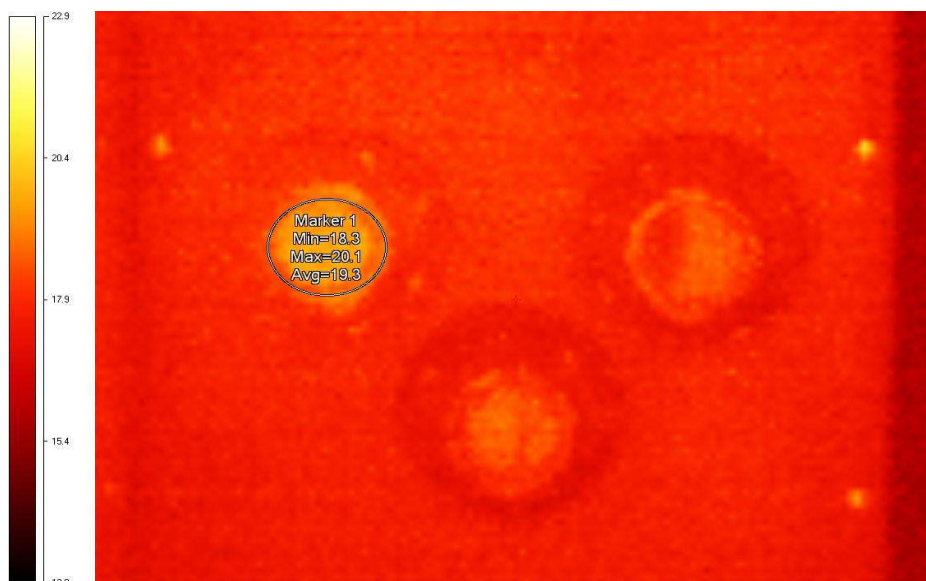
Koska autonlämmitysjärjestelmän syöttökaapeli oli mennyt poikki opinnäytetyön kirjoituksen aikana, autolämmitysjärjestelmää ei voitu kuormittaa lämpökamera-kuvausten aikana. Kuvista 4 - 10 näkyy, että lämpötilat ovat normaalit. Seuraavissa kuvissa on luetteloitujen kohteiden sulakkeiden lämpökamerakuvat: liittymisjohdon (Kuva 4.), A- rapun nousujohdon (Kuva 5.), B- rapun nousujohdon (Kuva 6.), omankäytön nousujohdon (Kuva 7.), kiukaan ryhmäjohton (Kuva 8.), pyykinkuivaimen nousujohdon (Kuva 9.) ja asunnon B6 nousujohdon (Kuva 10.)



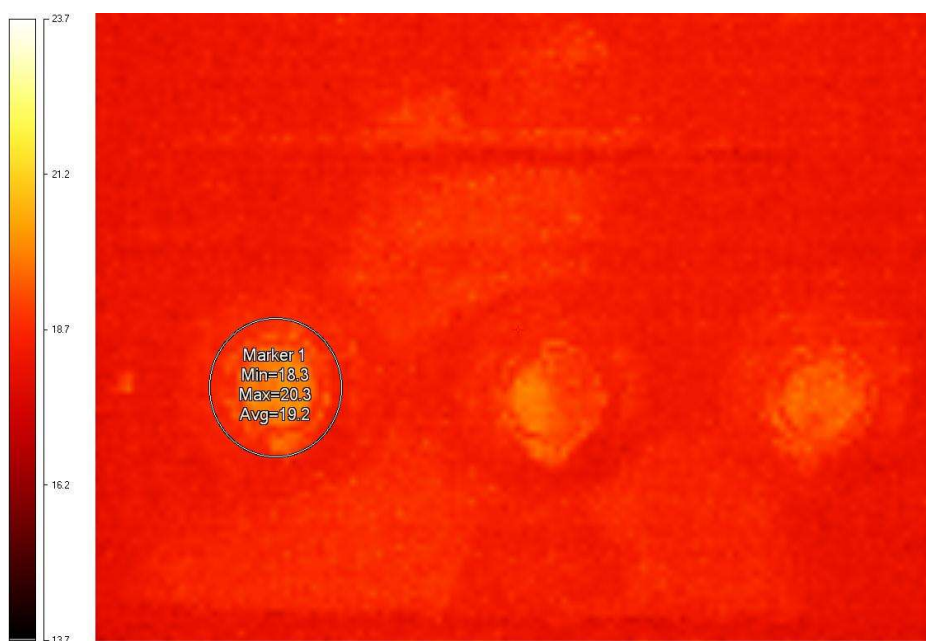
KUVA 4. Lämpökamerakuva liittymisjohdosta



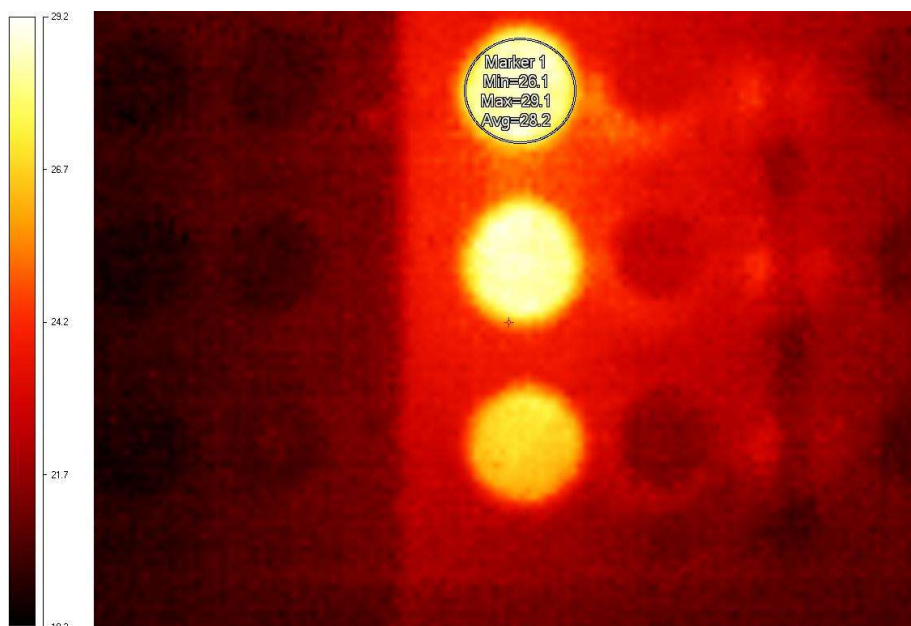
KUVA 5. Omankäytön sulakkeiden lämpökamerakuvat



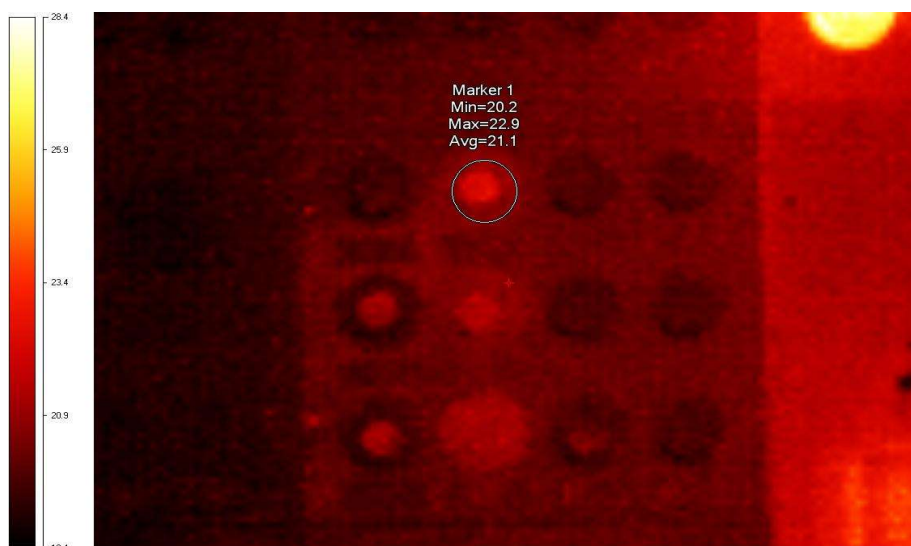
KUVA 6. A-rapun nousujohdon sulakkeiden lämpökamerakuva



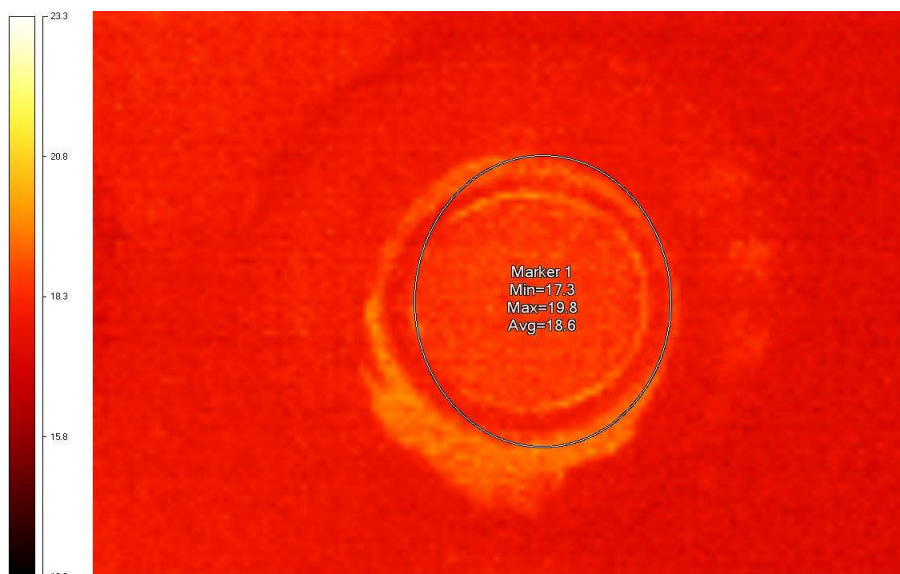
KUVA 7. B-rapun nousujohdon sulakkeiden lämpökamerakuva



KUVA 8. Kiukaan sulakkeiden lämpökamerakuva



KUVA 9. Pyykinkuivaimen sulakkeiden lämpökamerakuva



KUVA 10. Asunnon B6 nousujohdon sulakkeen lämpökamerakuva

2.6 Kiinteistön sähköliittymän keskituntiteho

Liittymän keskituntitehot saatiin Oulun Energialta ajalta 1.1.2017 – 3.9.2019. Suurimmat keskituntitehot ovat perjantai- ja lauantai-iltapäivällä ja illalla, jolloin taloyhtiön sauna on päällä ja asukkaat käyttävät uunia ja liettä. Taulukosta 4. nähdään suurimmat keskituntitehot. Taloyhtiön sähköliittymän koko on 3 x 160 A. Liittymän teho on 110,7 kW. Näin ollen liittymässä on käytettävissä 86 kW sähköauton lataukseen. Tämä teho riittää kolmelle Mode 3 latauspisteille. Kuorman tunnistavalla latausjärjestelmällä varmistetaan, ettei ylikuormitustilanteita pääse syntymään.

TAULUKKO 4. Suurimmat keskituntitehot ajalta 1.1.2017 – 3.9.2019

Päiväys ja kellonaika	Teho (kW)
pe 4.1.2019 15.00.00 +2	24,864
pe 23.2.2018 17.00.00 +2	23,845
la 11.2.2017 18.00.00 +2	20,795

3 SÄHKÖAUTON LATAUSJÄRJESTELMÄT

Sähköautojen lataukseen on olemassa useita lataustapoja. Lataustavat voivat vaihdella automerkin, lataustarpeen, latausnopeuden ja tehon tarpeen mukaan. Sähköajoneuvojen lataustavat on määritelty standardeissa EN 61851-1 ja SFS 6000-7-722:2017. Lataustavat voidaan luokitella neljään erilaiseen tapaan mode1, mode2, mode3 ja mode4. Suunniteltaessa uutta latausjärjestelmää on suositeltavaa käyttää lataustapoja mode3 ja mode4. Mode1 ja mode2 ovat ratkaisu olemassaolevaan pistorasiaan tai auton lämmityspistorasiatolpan tilalle tulevia järjestelmiä ja soveltuvat vain kevyiden ajoneuvojen pienivirtaiseen ja hitaaseen ja tilapäiseen sähköauton lataukseen (2, s. 6-7).

3.1 Kevyiden sähköajoneuvojen lataus (Lataustapa 1 /Mode1)

Pienitehoiset sähköajoneuvot kuten sähköpolkupyörät, skootterit voidaan ladata normaalista 230 V:n maadoitetusta pistorasiasta tai kolmivaiheisesta standardisoidusta 400 V:n pistorasiasta. Pistorasian pitää olla suojattu 30 mA:n vikavirtasuojalla (2, s. 6).

3.2 Hidaslataus (Lataustapa 2 / Mode2)

Sähköajoneuvoa syötetään tavallisesta schuko maadoitetusta pistorasiasta SFS 5610 tai CEE teollisuuspistorasiasta SFS-EN 60309. Normaalista maadoitetusta schuko pistorasiasta ladattaessa latausvirta on rajoitettu 8 A:iin. Tällöin on käytettävä latausjohtoa, jossa on ohjaus ja suojalaiteyksikkö. Teollisuusstandardin CEE pistorasioilla esimerkiksi (SFS-EN 60309) (Kuva 11) ei ole tällaista rajoitusta (2, s. 7).



KUVA 11. Teollisuuspistorasia CEE

3.3 Peruslataus (Lataustapa 3 / Mode3)

Sähköajoneuvossa olevaa laturia syötetään vaihtosähköllä ajoneuvoon kuuluvalla standardin SFS-EN 62196-2 mukaisella latausjohdolla tyypin 2 sähköautopistorasiasta (Kuva 12). Latausvirta voi olla minimissään 6 A tehon ollessa 1,4 kW ja maksimissaan kolmivaiheisena 63 A, mikä mahdollistaa 43 kW:n lataus-
tehon. Yksivaiheisena lataustapa mahdollistaa virransyötön aina 80 A:iin asti type1 pistokkeella (2, s. 7).



KUVA 12. Tyypin 2 sähköautopistorasia (3, s. 1)

3.4 Teholataus (Lataustapa 4 / Mode 4)

Tässä lataustavassa syötetään sähköauton akustoa tasasähköllä suurella virralla auton ulkopuolella olevasta laturista auton oma latauslaite ohitettuna. Teholatauksesta käytetään myös nimeä pikalataus. Sähköajoneuvoon syötettävän latausvirran teho on 22 - 50 kW. Tällä latausteholla saavutetaan yleisimpien sähköautojen akkujen varaustaso 80 % kolmessa kymmenessä minuutissa. Tässä lataustavassa käytetään standardin CHAdeMO tai CCS mukaisia liittimiä (2, s. 6).

4 SÄHKÖAUTON LATAUSVERKKOJA KOSKEVIA MÄÄRÄYKSIÄ

Kiinteistöjen sähköauton lataamiseen tarkoitettujen sähköverkkojen asennusvaatimukset on esitetty standardissa SFS6000-7-722.(2, s. 1-13). Lisäksi on noudatettava pienjännitesähköasennuksia koskevia määräyksiä standardin SFS 6000 sarjan mukaisesti. SESKO:lla on suositus sähköajoneuvojen latauksesta.

4.1 Latauspisteiden suojaus

Kaikki sähköautoa vaihtosähköllä syöttävät pistorasiat on varustettava 30 mA:n vikavirtasuojalla. Ulos sijoitettavien vikavirtasuojien pitää kestää -25 astetta pakasta. Varsinaiset sähköauton latauspistorasiat on suojattava tyypin B vikavirtasuojalla. Tyypin A vikavirtasuojaa voidaan käyttää, kun käytetään laitteita, joilla varmistetaan poiskytkentä tasasähkövikavirran ylittäessä 6 mA (2, s. 10).

4.2 Sähköauton latauspisteiden kaapelointi

Maakaapelit asennetaan suojaputkeen. Suojaputkia kannattaa asentaa ottaen huomioon mahdollisten lisäpisteiden asennukset ja kaapeleiden vaihdot. Tarvitavat tiedonsiirtokaapelit kannattaa asentaa myös suojaputkiin. Tässä vaiheessa ei kannata säästää kaapelointikuluissa, sillä kaapeliojien kaivutyö on suhteessa kalliimpaa kuin kaapelikustannukset.

4.3 Sähköverkon suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja

Latauspiirin ryhmäjohtoon saa liittää vain sähköajoneuvojen syöttöön ja lämmittämiseen tarkoitettuja virtapiirejä. Latausverkko suunnitellaan niin, että latauspistekohtainen ohjaus ja mittaus on tarvittaessa mahdollista. On huolehdittava, että sähköpääkeskuksessa riittää virta sähköauton syötölle ja nousukaapeli ja sähköauton latauskeskus ovat mitoitettut sähköauton latauspisteiden tarvitseman virran mukaan. Nousujohtoon mitoituksessa on käytettävä tasauskerrointa 1. Kuitenkin kerrointa voidaan pienentää, jos käytössä on kuormituksen valvonta (2, s. 7.) Järjestelmän mitoituksessa on otettava huomioon tulevaisuuden tarpeet ja laajenusvara.

5 SÄHKÖAUTON LATAUSVERKON MITOITUSPERAATTEITA

Ennen sähköauton latauspisteiden suunnittelua ja mitoitusta täytyy kiinteistön nykyinen sähköjärjestelmä tuntea. Kohteena olevan kiinteistön alkuperäiset sähköpiirikaaviot saatiin Oulun Energialta mikrofilmiltä sähköisessä muodossa. Nykyinen kuormitustilanne selvitettiin lämpökamerakuvauksilla ja Oulun Energialta Excel-tiedostona saaduilla pätötehon keskituntitiedolla.

5.1 Taloyhtiön sähköliittymä

Taloyhtiön sähköliittymän koko on 3 x 160 A. Liittymän teho on 110,7 kW. Liittymän päävarokkeet ovat kerrostalon päädyssä jakokaapissa (Kuva 13.), missä on muidenkin taloyhtiöiden pääsulakkeita. Liittymisjohto on MCMK 3x95+50, se mahdollistaa 3 x 200 A pääsulakkeiden käytön. Sähköliittymän kokoa kasvatettaessa tulee maksettavaksi uuden liittymän ja nykyisen liittymän (3 x 160 A /5338,00 Euroa) välinen erotus. Suurin Oulun Energian toimittama pienjänniteliftymä on 3 x 630 A. Sähköauton latausjärjestelmälle on mahdollista saada oma sähköliittymä, tällöin tulee maksettavaksi liittymismaksu liittymän pääsulakekoon mukaan (4, s. 1).

Liittymän oikosulkuvirrat pääkeskuksella ovat Ik1-min 1430 A ja Ik3-max 3612 A (4, s. 1.) Laskelmissa voidaan käyttää tehonsiirtokerrointa $\cos \phi = 0,95$. Näitä arvoja käytetään lämmitystolppien ja sähköauton latauspisteiden oikosulkuvirtojen laskemiseen. Liittymän koko, oikosulkuvirrat ja mikrofilmillä olevat sähköpiirustukset saatiin Oulun Energialta (3, s. 1).



KUVA 13. Jakokaappi

5.2 Taloyhtiön sähköpääkeskus ja nousujohtot

Kiinteistön pääkeskuksesta (Kuva 14.) lähtee kolme nousujohtoa. Nousujohtokaavio on liitteessä 1. Kiinteistön omankäytön sähkönmittaukselle menevä nousujohto on suojattu etusulakkeilla gG 3 x 63 A. Samoin A-portaan ja B-portaan energiamittauskeskuksille ja asunnoille menevät nousujohtot on suojattu 25 A:n gG sulakkeilla.

Pääkeskuksesta ei löydy valmista lähtöä sähköauton nousujohtolle. Kaikki lähdöt ovat käytössä, tyhjiä lähtöjä ei ole, tämän vuoksi sähköpääkeskus kannattaa vaihtaa nykyaikaiseen keskukseen, jossa on riittävästi kytkinvaroke- tai gG sulakelähtöjä. Uuden sähköpääkeskuksen pääkaavio on esitetty liitteessä 2.

Uuteen sähköpääkeskukseen asennetaan varokkeilla suojatut lähdöt autonlämmitystolppien ryhmäkaapelille ja sähköauton latauspisteiden ohjauskeskuksen nousujohtolle, mikäli sellainen tarvitaan tai sitten jokaista latauspistettä varten kytkinvaroke tai gG sulakevaroke. gG sulakkeen hyvä puoli on se, että se rajoittaa oikosulkuvirtaa.



KUVA 14. Sähköpääkeskus

Sähköpääkeskuksen impedanssi Z_{pk} lasketaan kaavalla 4 (1, s. 101.), sitä tarvitaan laskettaessa oikosulkuvirtojen riittävyyttä.

$$Z_{pk} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \times I_{kpk}} \times c$$

KAAVA 4

$$Z_{pk} = \frac{400V}{\sqrt{3} \times 1430 A} \times 0,95 = 0,1534 \Omega$$

Z_{pk} = Sähköpääkeskuksen impedanssi

$U_p = 400 V$ = Pääjännite

I_{kpk} = Pääkeskuksen oikosulkuvirta

c = Kerroin, joka ottaa huomioon jännitehäviöt liittimissä, kytkimissä jne

5.3 Sähköauton latauspisteen latauskeskus

Sähköauton latausjärjestelmää varten kannattaa asentaa oma ohjauskeskus sähköpääkeskushuoneeseen tai pihakeskukseen paikkaan, josta latauspisteisiin on helppo asentaa tarvittavat ryhmäjohdot. Mikäli latauskeskus asennetaan sähköpääkeskushuoneeseen, latauspisteille tulevat ryhmäjohdot ovat pitkiä. Toisaalta pihalle asennettu keskus on vaarassa vaurioitua traktorilla lumitöitä tehtäessä.

ABB:n tuotelistalta löytyi valmis keskusmalli tähän tarkoitukseen. AC-latauskeskuksesta (Kuva 15) on olemassa kaksi versiota, ne on tarkoitettu joko 6 tai 15 latauspisteelle (5, s 22.)



AC-latauskeskus

Rakenne 6 tai 15 latauspisteelle

Vakioitu latauskeskus kiinteistölle:

Nimetyt paikat

- 1 Pääkytkin
- 1 Pääsulakkeet
- 6 / 15 Johdonsuoja-automaatit *
- 6 / 15 Vikavirtasuojat *
- 1 QA energy analyzer (Optio)
- 6 / 15 kWh-mittarit (M-bus) * (Optio)
- + D1 digitaalinen ajastin (Optio)

*| 6:n voi laajentaa 3 erissä

Vapaavalintaiset latauspisteet:

- + 1 ETH-kytkin 16 ch **

**| voi myöhemmin liittää OCPPn kautta latauspalvelun tuottajan järjestelmään Master rasian kautta

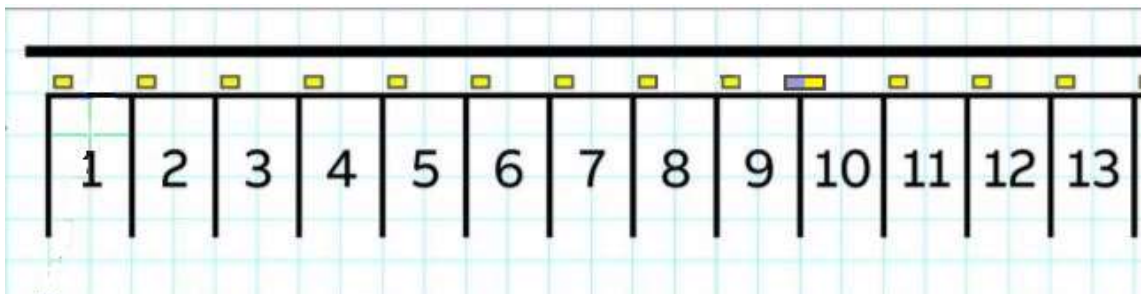
KUVA 15. AC-latauskeskus

5.4 Sähköauton latauspisteiden sijoittaminen kiinteistön tontille

Sähköauton latauspisteet voidaan sijoittaa kylmille autopaikoille, joita on 3 kappaletta (Kuva 16.) Tämä tapa on helpoin tapa lisätä latauspisteet. Toinen vaihtoehto on asentaa latauspisteet autolämmityspaikoille, joita on 15 kappaletta. (Kuva 17.)



KUVA 16. Kylmät paikat, kuvaan on lisätty sähköauton latauspisteet



KUVA 17. 13 latauspaikkaa ja pihakeskus

5.5 Kaapeleiden ja sähkökeskusten mitoitukset

Sähkökeskuksille lasketaan oikosulkuvirrat ja impedanssit. Nousujohdoille ja ryhmäjohtojen mitoittamiseen kaapeleiden poikkipinta-alat sekä lasketaan impedanssit, oikosulkuvirrat ja jännitteenalenemat. Jännitteenalenema normaalista pienjänniteverkosta syötetylle laitteelle saisi olla enintään 5 % ja valaistuskuormalle vastaava suositus on enintään 3 % (1, s. 242).

Kiinteistön sähköauton latauspisteiden vaihtoehtoiset kaapelireitit on esitetty liitteessä 3. Sähköauton latauspisteen nousujohtot ja latauspisteiden ryhmäjohtot on mitoitettu kolmelle eri tapaukselle:

1. Latauskeskus asennetaan sähköpääkeskushuoneeseen. Nousujohto kulkee hyllylle asennettuna. Nousujohto on lyhyt, 4 metriä. Vastaavasti ryhmäjohtot ovat pitemmät.
2. Latauskeskus asennetaan pihakeskukseen autopaikkojen 9 ja 10 väliin. Nousukaapeli asennetaan kaapelihyllylle sähköpääkeskuksesta pyörävarastoon, mistä se menee seinän läpi ulos. Nousujohtojen pituus on 37 m. Ulkona kaapeli asennetaan seinään asianmukaisesti suojattuna ja maan sisällä kaapeli laitetaan suojaputkeen. Asennustapa on C pinta-asennus.
3. Sähköauton latausjärjestelmää varten otetaan oma sähköliittymä ja nousujohto lähtee jakokaapista ja menee keskeiselle paikalle autopaikkojen 9 ja 10 väliin. Nousukaapeli kulkee koko matkan maassa, joten asennustapa on D maassa. Tämä vaikuttaa johdon kuormitettavuuteen (1, s. 226.) Nousukaapeli on 49 metriä eli 12 metriä pitempi kuin tapauksessa 2.

5.6 Latauskeskus sähköpääkeskustilassa tapaus 1

Latauskeskus asennetaan sähköpääkeskushuoneeseen. Nousujohto kulkee kaapelihyllylle asennettuna. Kyseessä on asennustapa C pinta-asennus. Kaapeleiden asennustavat ja johdonkuormitettavuustaulukoita löytyy standardista ISO 6000 ja kirjasta D1 2017 luvusta 523. Koska kaapelin tarkka mitoitus ei yleensä

ole perusteltua, selviää useimmista mitoitus tehtävistä käyttämällä kirjan D1 taulukon 52.1 mukaisia arvoja. Taulukoita tulee käyttää yhdessä D1 2017:ssä esitettyjen korjauskerrointaulukoiden kanssa (1, s. 224 – 242). Johtojen kuormitettavuudet eri asennustavoille löytyvät taulukosta 1 (1, s. 226). Nousujohto on lyhyt ja vastaavasti latauspisteiden johdot ovat pidemmät. Mikäli latauspisteitä tulee enemmän kuin kolme, tämä tapa ei ole kovinkaan suositeltava, koska kaapelit ovat paksuja ja niiden sijoittaminen vanhaan kerrostaloon on haasteellinen.

5.6.1 Latauspisteen ohjauskeskuksen nousujohdon mitoitus

Nousujohto kannattaa mitoittaa 15 latauspisteelle, vaikka aluksi tulisikin vain 3 latauspistettä. Kun kaapelin jäähtymisolosuhteet vaihtelevat asennusreitien eriosien välillä, kuormitettavuus on määritettävä asennusreitien hankalimpien olosuhteiden mukaisesti, koska lämmön pitkittäinen tasointavirtaus on vähäinen. Koska asennusta ei ole aina mahdollisuutta toteuttaa suunnitelmien mukaisesti tai asennusreitti ei ole tiedossa suunnitteluvaiheessa, on kuitenkin käytettävä riittäviä korjauskertoimia (1, s. 241)

Laskelmat tehtiin kuparijohdolle. Nousukaapeli kulkee sähköpääkeskuksesta hyllylle asennettuna latauspisteiden ohjauskeskukselle sähkökeskushuoneessa. Kyseessä on pinta-asennustapa C.

Uuteen sähköpääkeskukseen asennetaan 3 x 160 A:n varokekytkin sähköauton latauskeskuksen nousukaapelin oikosulkusuojausta varten. Näin säilyy selektiivisyys kaapelireitillä latauskeskuksen pääsulakkeiden ollessa tyyppiä gG 3 x 125 A. Taulukosta 52.3 nähdään, että 160 A:n sulake vaatii johdon kuormitettavuutta vähintään 177 A taulukosta 2 katsottuna. Taulukosta 1 nähdään, että asennustapa C vaatii poikkipinta-alaltaan 70 mm² kuparisen nousujohdon, jonka kuormitettavuus on 195 A (1, s. 226). Kaapelin pituus on 4 metriä.

5.6.2 Nousujohdon oikosulkuvirta

Latauskeskuksen oikosulkuvirran laskemiseen tarvittava kuparijohdon ominaisimpedanssi Z_{kj} katsotaan kirjan D1 taulukosta 41.6 (1, s. 96). Nousujohdon impedanssi lasketaan kaavalla 5. Impedanssia tarvitaan oikosulkuvirranlaskuun. Latauskeskuksen impedanssi Z_{lk} lasketaan kaavalla 6. Latauskeskuksen oikosulkuvirta lasketaan kaavalla 7.

Pääkeskuksen impedanssi $Z_{pk} = 0,1534 \Omega$

Kuparijohdon ominaisimpedanssi $Z_{kj} = 0,346 \Omega / \text{km}$

$$Z_{nj} = 2 \times Z_{kj} \frac{\Omega}{\text{km}} \times l \text{ km} \quad \text{KAAVA 5}$$

$$Z_{nj} = 2 \times 0,346 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0,004 \text{ km} = 2,768 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj} \quad \text{KAAVA 6}$$

$$Z_{lk} = 0,1534 \Omega + 2,768 \times 10^{-3} \Omega = 0,1561 \Omega$$

$$I_{klk} = (c \times U_p) \div (\sqrt{3} \times Z_{lk}) \quad \text{KAAVA 7}$$

$$I_{klk} = (0,95 \times 400 \text{ V}) \div (1,73 \times 0,1561) = 1405 \text{ A}$$

Seuraavaksi katsotaan kirjasta D1 taulukosta 41.5 (1, s. 94). 160 A:n gG sulakkeen vaatima minimi oikosulkuvirta, on $I_{kmin} = 950 \text{ A}$. Oikosulkuvirta 1405 A toteuttaa minimivaatimuksen 950 A. Taulukossa 5 on esitetty oikosulkuvirran laskemiseen tarvittavat parametrit ja laskutulokset.

TAULUKKO 5. Impedanssit ja oikosulkuvirrat

1. Latauskeskus sähkökeskus huoneessa			
Pääkeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta	I_{kpk}	1430	A
Pääkeskuksen impedanssi	Z_{pk}	0,1534	Ω
Nousujohdon impedanssi	Z_{nj}	0,002768	Ω
Latauskeskuksen impedanssi	Z_{lk}	0,1561	Ω
Latauskeskuksen oikosulkuvirta	I_{lk}	1405,0	A
160 A gG sulakkeen vaatima oikosulkuvirta	A	950	A

5.6.3 Nousujohdon jännitteen alenema

Nousujohdon jännitteenalenema ΔU lasketaan kolmivaiheiselle vaihtojännitteelle kaavalla 8 (1, s. 242). Jännitteenalenema on laskettu nousujohdon maksimivirrälle. Jännitteenalenema prosentti lasketaan kaavalla 9. Alla olevat laskelmat osoittavat, että jännitteen alenema on erittäin pieni. Taulukossa 6 on esitetty nousujohdon jännitteenaleneman laskemiseen tarvittavat parametrit ja laskutulokset.

$$\Delta U = I \times l \times \sqrt{3} \times (r \cos \varphi + x \sin \varphi) \quad \text{KAAVA 8}$$

$$\Delta U = 160 \text{ A} \times 0,004 \text{ km} \times 1,73 \times (0,336 \, \Omega/\text{km} \times 0,95 + 0,082 \, \Omega/\text{km} \times 0,31) =$$

$$\Delta U = 0,382 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\%} = \Delta U \div U_p \times 100 \% = \quad \text{KAAVA 9}$$

$$\Delta U_{\%} = \Delta U \div U_p \times 100 \% = \Delta U_{\%} = (0,382 \text{ V} \div 400 \text{ V}) \times 100 \% = 0,096 \%$$

TAULUKKO 6. Nousujohdon jännitteenalenema ja siihen liittyvät parametrit

1. Latauskeskus sähkökeskus huoneessa			
Nousujohdon parametrit	Suure	Arvo	Yksikkö
Jännitteenalenema prosentti	$\Delta U_{\%}$	0,096	%
Jännitteenalenema latauskeskuksessa	ΔU	0,382	V
Nousujohdon nimellisvirta	I_n	160	A
Nousujohdon ominaisresistanssi	Z_{rnj}	0,336	Ω/km
Nousujohdon ominaisreaktanssi	Z_{xnj}	0,082	Ω/km
Tehonsiirtokerroin	$\cos \varphi$	0,95	
Häviökerroin	$\sin \varphi$	0,31	
Johdonpituus	l	4	m

5.7 Latauskeskus pihakeskuksessa tapaus 2

Latauskeskus asennetaan pihakeskukseen autopaikkojen 9 ja 10 väliin. Nousukaapeli asennetaan kaapelihyllylle sähköpääkeskuksesta pyörävarastoon, mistä se menee seinän läpi ulos. Ulkona asennetaan seinään asianmukaisesti suojatuna ja maan sisällä kaapeli laitetaan suojaputkeen.

5.7.1 Nousujohdon mitoitus

Pääkeskukseen asennetaan 3 x 160 A:n gG varoke nousukaapelin oikosulkusuojausta varten. Kirjan D1 taulukosta 43.1 (1, s. 138) nähdään, että 160 A:n sulake vaatii kaapelilta kuormitettavuutta 177 A. Pinta-asennustapa C:llä johtimella 70 mm² on kuormitettavuutta 195 A, mikä täyttää vaatimuksen 177 A. Johtimen kuormitettavuus on katsottu taulukosta 1 (1, s. 226.) Nousukaapelin pituus on 37 metriä.

5.7.2 Oikosulkuvirrat nousujohdossa

Tässä tapauksessa on kyseessä asennustapa C ja katsotaan kirjan D1 taulukosta 52.3 (1, s. 229) johtimen poikkipinta-ala 70 mm². Kaapeliksi valitaan MCMK 4x70+70 mm² maakaapeli, jonka pituus on 37 metriä.

Latauskeskuksen oikosulkuvirta lasketaan kaavalla 7. Kuparijohdon ominaisimpedanssi Z_{kj} katsotaan kirjan D1 taulukosta 41.6 (1, s. 96.) Kaapelin impedanssi lasketaan kaavalla 4. Latauskeskuksen oikosulkuvirran laskuun tarvittavat parametrit ja laskutulos on esitetty taulukossa 7.

$$Z_{pk} = 0,1534 \, \Omega$$

$$Z_{kj} = 0,346 \, \Omega / km$$

$$Z_{nj} = 2 \times 0,346 \frac{\Omega}{km} \times 0,037 km = 0,0256 \Omega$$

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj} = 0,1534 \, \Omega + 0,0256$$

$$\Omega = 0,1790 \, \Omega$$

$$I_{klk} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{nk}) =$$

$$(0,95 \times 400V) \div (1,732 \times 0,1790 \, \Omega) = 1226 A$$

Seuraavaksi katsotaan taulukosta D1 kirjasta taulukosta 41.5 (1, s. 94) 160 A:n gG sulakkeen vaatima minimi oikosulkuvirta on 950 A.

Oikosulkuvirta 1226 A toteuttaa minimivaatimuksen 950 A.

TAULUKKO 7. Latauskeskuksen parametreja

2. Latauskeskus pysäköintipaikan lähellä			
Pääkeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta	Ikpk	1430	A
Pääkeskuksen impedanssi	Zpk	0,1534	Ω
Nousujohdon impedanssi	Znj	0,019018	Ω
Latauskeskuksen impedanssi	Zlk	0,1724	Ω
Latauskeskuksen oikosulkuvirta	Ilk	1226	A
160 A gG sulakkeen vaatima oikosulkuvirta	A	950	A

5.7.3 Jännitteenalenema nousujohdossa

Nousujohdon jännitteenalenema lasketaan kolmivaihevaihtojännitteelle 8 kaavalla. Jännitteenalenemaprocentti lasketaan kaavalla 9. Taulukossa 8 on esitetty jännitteenaleneman laskemisessa tarvittavat parametrit ja laskutulos. Kaapelin resistanssi r ja reaktanssi x katsotaan kirjan D1 taulukosta 41.6 (1, s. 96). Laskelmat osoittavat, että jännitteen alenema on erittäin hyvä.

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

$$= 160A \times 0.037km \times 1,73 \times (336 \times 10^{-3} \times 0,95 + 82 \times 10^{-3} \times 0,31)$$

$$= 3,53 V$$

$$\Delta U_{\%} = (3,53 V \div 400 V) \times 100 \% = 0,9 \%$$

TAULUKKO 8. Jännitteenalenema nousujohdossa

2. Latauskeskus pysäköintipaikan lähellä			
Nousujohdon parametrit	Suure	Arvo	Yksikkö
Jännitteenalenema prosentti	$\Delta U\%$	0,9	%
Jännitteenalenema latauskeskuksessa	ΔU	3,53	V
Nousujohdon nimellisvirta	I_n	160	A
Nousujohdon resistanssi	Z_{lk}	0,336	Ω/km
Nousujohdon reaktanssi	l_{lk}	0,082	Ω/km
Tehosiirtokerroin	$\cos \varphi$	0,95	
Häviökerroin	$\sin \varphi$	0,31	
Johdonpituus	l	37	m

5.8 Latauspisteen ohjauskeskuksen nousujohdon mitoitus tapaus 3

Sähköauton latausjärjestelmää varten otetaan oma sähköliittymä. Nousujohto lähtee jakokaapista ja menee keskeiselle paikalle autopaikkojen 9 ja 10 väliin. Jakokaappiin asennetaan 3 x 160 A:n gG varoke nousukaapelin oikosulkusuojausta varten. Taulukosta 43.1 (1, s. 138.) nähdään että 160 A:n sulake vaatii kaapelilta kuormitettavuutta 177 A. Asennustapa on maassa johdolla 50 mm² kuormitettavuus on 190 A. Johdon kuormitettavuus on katsottu kirjasta D1 taulukosta 52.1) (1, s. 226.) Kaapeliksi valitaan MCMK 4 x 50+50 mm² maakaapeli, jonka pituus on 49 metriä.

5.8.1 Oikosulkuvirrat nousujohdossa

Latauskeskuksen impedanssi Z_{lk} lasketaan kaavalla 5. Latauskeskuksen oikosulkuvirta lasketaan kaavalla 7. Kuparijohdon ominaisimpedanssi Z_{kj} katsotaan taulukosta 41.6 (1, s. 96.) Nousujohdon impedanssi Z_{nj} lasketaan kaavalla 6. Latauskeskuksen oikosulkuvirran laskuun tarvittavat parametrit ja laskutulos on esitetty taulukossa 9.

$$Z_{pk} = 0,1534 \, \Omega =$$

$$Z_{kj} = 0,482 \, \Omega / km$$

$$Z_{nj} = 2 \times 0,482 \frac{\Omega}{km} \times 0,049 km = 47,236 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj} = 0,1534 \, \Omega + 0,047236 \, \Omega = 0,2006 \, \Omega$$

$$I_{klk} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{nk}) =$$

$$(0,95 \times 400V) \div (1,73 \times 0,2006) = 1094,5 A$$

Seuraavaksi katsotaan kirjasta D1 taulukosta 41.5 (1, s. 94) 160 A:n gG sulakkeen vaatima minimi oikosulkuvirta, mikä on $I_{kmin} = 950 A$

Oikosulkuvirta 1094,5 A toteuttaa minimivaatimuksen 950 A

TAULUKKO 9. Impedanssit ja oikosulkuvirrat

3. Latauskeskus sähkökeskus huoneessa, oma liittymä			
Pääkeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta	Ikpk	1430	A
Pääkeskuksen impedanssi	Zpk	0,1534	Ω
Nousujohdon impedanssi	Znj	0,0047236	Ω
Latauskeskuksen impedanssi	Zlk	0,2006	Ω
Latauskeskuksen oikosulkuvirta	Ilk	1094,5	A
160 A gG sulakkeen vaatima oikosulkuvirta	A	950	A

5.8.2 Jännitteenalenema nousujohdossa

Nousujohdon jännitteenalenema lasketaan kolmivaiheiselle vaihtojännitteelle kaavalla 8. Jännitteenalenema prosentti lasketaan kaavalla 9. Taulukossa 10 on esitetty jännitteenaleneman laskemisessa tarvittavat parametrit ja laskutulos. Kaapelin resistanssi r ja reaktanssi x katsotaan kirjan D1 taulukosta 41.6 (1, s. 96). Laskelmat osoittavat, että jännitteen alenema on erittäin hyvä.

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

$$= 160A \times 0,049km \times 1,73 \times (482 \times 10^{-3} \times 0,95 + 82 \times 10^{-3} \times 0,31) = 6,56V$$

$$\Delta U_{\%} = (6,56 V \div 400 V) \times 100 \% = 1,64 \%$$

TAULUKKO 10. Nousujohdon parametreja

3. Latauskeskus pysäköintipaikan lähellä, oma liittymä			
Nousujohdon parametrit	Suure	Arvo	Yksikkö
Jännitteenalenema prosentti	$\Delta U\%$	1,64	%
Jännitteenalenema latauskeskuksessa	ΔU	6,56	V
Nousujohdon nimellisvirta	I_n	160	A
Nousujohdon ominaisresistanssi	Z_{lk}	0,482	Ω/km
Nousujohdon ominaisreaktanssi	l_{lk}	0,082	Ω/km
Tehonsiirtokerroin $\cos \varphi$	$\cos \varphi$	0,95	
Häviökerroin $\sin \varphi$	$\sin \varphi$	0,31	
Johdonpituus	l	49	m

5.9 Sähköauton latauspisteen ryhmäjohdot

Jokaiselle latauspisteelle laitetaan oma ryhmäjohto. Latauspisteiden johdonsuojatkaisijat ovat tyyppiä MCB 3 x 32 A. Ryhmäjohdot mitoitettiin latauspisteen maksimi virran 3 x 32 A mukaan. Johdot asennetaan rakennuksen sisällä kaapelihyllylle ja pihalla maahan suojaputkeen.

5.9.1 Latauspisteen ryhmäjohtoon mitoitus

Kun kaapelin jäähtymisolosuhteet vaihtelevat asennusreitien eriosien välillä, kuormitettavuus on määritettävä asennusreitien hankalimpien olosuhteiden mukaisesti, koska lämmön pitkittäinen tasoitusvirtaus on vähäinen. Mikäli asennuksen toteutus ei aina ole mahdollista suunnitelmien mukaisesti, on käytettävä riittäviä korjauskertoimia (1, s. 241). Korjauskertoimet ryhmille, joissa on useita kaapeleita tai virtapiirejä, löytyvät kirjasta D1 taulukosta 52.11 (1, s. 226).

Jos päätetään laittaa 3 sähköauton latauspistettä nykyisten kylmien pysäköintipaikkojen tilalle, ryhmäjohtoja tulee kolme ja ne kulkevat rakennuksen sisällä pohjasta avoimella hyllyllä. Tästä seuraa, että korjauskerroin k taulukosta 52.11 katsottuna on 0,82. (1, s. 233.)

Toinen vaihtoehto on laittaa pysäköintipaikkojen läheisyyteen pihakeskus, johon tulee latauspisteiden ohjauskeskus. Tällöin nousujohtosta tulee pitempi ja ryhmäjohtoista tulee lyhyemmät. Pihakeskukseen on mahdollista lisätä latauspisteitä helposti. Lämmityspistorasian muuttaminen latauspisteeksi onnistuu tässä tapauksessa myös helposti.

Ryhmäjohdot latauspisteille on laskettu kolmelle tapaukselle: 1. Latauskeskus asennetaan sähkökeskustilaan ja latauspisteet tulee kolmelle kylmälle autopaikalle, 2. Latauskeskus asennetaan pysäköintipaikkojen 9 ja 10 väliin, mihin nousujohto tulee sähköpääkeskuksesta, 3. Latausjärjestelmälle otetaan oma liittymä ja nousujohto lähtee talon päädyssä olevasta jakokeskuksesta ja latauskeskus tulee pysäköintipaikkojen 9 ja 10 väliin.

Latauspisteen ryhmäjohtoon mitoitus tapaus 1

Ryhmäjohtojen mitoitus kolmelle 3 x 32 A latauspisteelle, jotka tulevat kylmille autopaikoille sähköpääkeskuksesta. EVLunic latausrasiaan on asennettu MCB 3 x 32 A:n ylikuormitussuoja. Valitaan ryhmäjohtoon oikosulkusuojaksi 35 A:n gG sulake, mikä vaatii johdon kuormitettavuudeksi vähintään 39 A pinta-asennuksessa, joka on kaapelireitillä hankalin olosuhde. Korjauskerroin on 0,82 kolmelle tikapuuhylylle asennetulle monijohdinkaapelille. (1, s. 233) Korjattu kuormitettavuus lasketaan kaavalla 10.

$$K = 80 \text{ A} \times 0,82 = 65,6 \text{ A}$$

Kirjasta D1 taulukosta 43.1 (1, s. 138) valitaan kuparikaapeli MCMK 4 x 16 + 16, jonka kuormitettavuus pinta-asennuksessa C on $I = 80 \text{ A}$.

Kaapeli mitoitetaan pinta-asennuksen mukaan, mikä on kaapelireitillä hankalin olosuhde. Korjauskerroin on 0,82 kolmelle tikapuuhylylle asennetulle monijohdinkaapelille (1, s. 233). Todellinen kuormitettavuus saadaan kertomalla kuormitustaulukosta saatu virta-arvo korjauskertoimella k . Tästä saadaan kaava 10 (1, s. 232.)

Korjattu kuormitettavuus lasketaan kaavalla 10. Tällä kaavalla laskettu arvo 65,6 A on suurempi kuin 39 A, näin ollen johdon kuormitettavuus on riittävä.

$$K = I \times k$$

KAAVA 10

$$K = 80 \text{ A} \times 0,82 = 65,6 \text{ A}$$

K = kertoimella laskettu kuormitus

k = asennustapakerroin

I = johdon kuormitettavuus

Latauspisteen ryhmäjohtoon mitoitus tapaus 2

Ryhmäjohtot kulkevat pihakeskuksesta nykyisten autonlämmityspaikojen tilalle tuleville latauspisteille. Latauspisteissä pisin kaapelin asennusmatka pihakeskuksesta autopaikkaan 1 on 40 metriä. Nyt asennustapa on C maassa. MCMK 4 x 6+6 mm² kaapelilla johdon kuormitettavuus on 57 A taulukosta 1 katsottuna (1, s. 226.) Mikäli asennetaan 9 kaapelia nipussa, korjauskerto on 0,5. Tästä seuraa, että korjattu kuormitus on 28,5 A. Tämä ei riitä, ja sen vuoksi valitaan kaapeliksi MCMK 4 x 10+10 mm², jonka kuormitettavuus on 77 A (1, s. 226). Korjattu kuormitettavuus on $K = 77 \text{ A} \times 0,5 = 38,5 \text{ A}$, joka on riittävä (Kaava 10).

$$K = 77 \text{ A} \times 0,5 = 38,5 \text{ A}$$

Latauspisteen ryhmäjohtoon mitoitus tapaus 3

Sähköauton latauspisteiden ryhmäjohtot kulkevat pihakeskuksessa sijaitsevasta latauskeskuksesta nykyisille auton lämmityspaikoille. Latauspisteen maksimivirta on 3 x 32 A. Oikosulkusuojaksi valitaan 35 A:n gG sulake, joka vaatii kaapelin kuormitettavuudeksi 39 A taulukosta 2(kirja D1 Taulukko 43.1) (1, s. 138).

Valitaan MCMK 4 x 10+10 mm² kuparikaapeli, jonka kuormitettavuus on 100 A. Johdon kuormitettavuus on katsottu taulukosta 52.1 kirjasta D1 2017 (1, s. 226). Pinta-asennuksessa, joka on reitillä hankalin olosuhde, on korjauskerto 0,72 yhdeksälle tikapuuhylylle asennetulle monijohdinkaapelille. (1, s. 233.) Korjattu kuormitettavuus on laskettu kaavalla 10 $K = 77 \text{ A} \times 0,5 = 38,5 \text{ A}$, mikä on riittävä.

$$K = I \times k = 77 \text{ A} \times 0,5 = 38,5 \text{ A}$$

5.9.2 Jännitteenalenemat

Latauspisteen ryhmäjohtoon jännitteenalenema lasketaan kolmivaiheiselle vaihtojännitteelle kaavalla 8 (1, s. 242). Jännitteenalenemaprocentti lasketaan kaavalla 13. Alla olevat laskelmat osoittavat, että jännitteen alenema on erittäin hyvä. Kaapelin resistanssi r ja reaktanssi x katsotaan taulukosta 41.6 (1, s. 96.)

Jännitteenalenema kauimmaisessa latauspisteessä tapaus 1

Alla olevat laskelmat osoittavat, että jännitteen alenema on erittäin hyvä. Jännitteenalenemaprocentti latauspisteessä on laskettu kaavalla 11. Tulos 1,67 %, on hyväksyttävä.

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

$$\begin{aligned}\Delta U &= 32 \text{ A} \times 0,049 \text{ km} \times 1,73 \times (1,415 \times 10^{-3} \times 0,95 + 90 \times 10^{-3} \times 0,31) \\ &= 3,73 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\Delta U_{RJ\%} = (3,73 \text{ V} \div 400 \text{ V}) \times 100 \% = 0,933 \%$$

$$\Delta U_{lp\%} = ((\Delta U_{rj} + \Delta U_{lk}) \div 400 \text{ V}) \times 100 \% \quad \text{KAAVA 11}$$

$$\Delta U_{lp\%} = ((0,087 \text{ V} + 0,382 \text{ V}) \div 400 \text{ V}) \times 100 \% = 0,92 \%$$

$$\Delta U_{lp\%} = \text{latauspisteen jännitteenalenemaprocentti}$$

$$\Delta U_{lk} = \text{latauskeskuksen jännitteenalenema}$$

$$\Delta U_{rj} = \text{latauspisteen ryhmäjohtojen jännitteenalenema}$$

Jännitteenalenema kauimmaisessa latauspisteessä tapaus 2

Ryhmäkaapelin jännitteenalenema lasketaan kolmivaiheiselle vaihtojännitteelle kaavalla 8 (1, s. 242). Jännitteenalenemaprocentti lasketaan kaavalla 9. Alla olevat laskelmat osoittavat, että jännitteenalenema on erittäin hyvä. Kaapelin resistanssi R ja reaktanssi X katsotaan taulukosta 41.6 (1, s. 96.) Jännitteenalenema latauspisteessä on laskettu kaavalla 13. Tulos 1,34 %, on hyväksyttävä.

$$\Delta U = I \times l \sqrt{3} \times (r \cos \varphi + x \cos \varphi)$$

$$\Delta U_{rj} = 32 A \times 0,040 km \times 1,73 \times (2244 \times 10^{-3} \times 0,95 + 94 \times 10^{-3} \times 0,31) = 4,79 V$$

$$\Delta U_{rj\%} = (4,79 V \div 400 V) \times 100 \% = 1,2 \%$$

$$\Delta U_{lp\%} = (\Delta U_{rj} + \Delta U_{lk}) \div 400 V \times 100 \% =$$

$$\Delta U_{lp\%} = (4,79 + 3,53 V) \div 400 V \times 100 \% = 2,08 \%$$

Jännitteenalenema kauimmaisessa latauspisteessä tapaus 3

Jännitteenalenema latauspisteen ryhmäjohtossa lasketaan kolmivaiheiselle vaihtojännitteelle kaavalla 8 (1, s. 242). Jännitteenalenemaprosentti latauspisteen ryhmäkaapelissa lasketaan kaavalla 9. Alla olevat laskelmat osoittavat, että jännitteen alenema on erittäin hyvä. Kaapelin resistanssi r ja reaktanssi x katsotaan taulukosta 41.6 (1, s. 96) Jännitteenalenema latauspisteessä on laskettu kaavalla 13. Tulos 1,4%, on hyväksyttävä.

$$\Delta U_{rj} = I \times l \sqrt{3} \times (r \cos \varphi + x \cos \varphi)$$

$$\Delta U_{rj} = 32 A \times 0,040 km \times 1,73 \times (2244 \times 10^{-3} \times 0,95 + 82 \times 10^{-3} \times 0,31)$$

$$\Delta U_{rj} = 4,79 V$$

$$\Delta U_{lk\%} = (0,83 V \div 400 V) \times 100 \% = 2,09 \%$$

$$\Delta U_{lp\%} = (\Delta U_{rj} + \Delta U_{lk}) \div 400 V \times 100 \% =$$

$$\Delta U_{lp\%} = ((4,79 V + 0,83) \div 400 V) \times 100 \%$$

$$\Delta U_{lp\%} = 1,4 \%$$

5.9.3 Oikosulkuvirrat

Vikasuojusehtojen kannalta tulee oikosulkuvirta määrittää vaihe- ja suojajohtimen välisessä oikosulussa. Oikosulkuvirta voidaan joko mitata tai laskea. Oikosulkuvirran laskentamenetelmät on esitetty mm. standardissa IEC 909. Käytännössä oikosulkuvirtaa laskettaessa voidaan tehdä joitain yksinkertaistuksia. Tärkein yksinkertaistus on, että osaimpedanssit lasketaan aritmeettisesti yhteen. Kirjassa D1 2017 on taulukossa 41.6 esitetty ominaisimpedanssin arvot Ω/km eri poikkipinta-aisille kaapeleille. Taulukossa 41.5 on esitetty gG sulakkeiden edellyttämät pienimmät oikosulkuvirrat. Uudiskohteissa enintään 32 A:n ylivirtasuojatuille kiinteästi asennettuja laitteita syöttäville ryhmäjohdoille ja enintään 63 A:n ylivirtasuojatuille pistorasioita syöttäville ryhmäjohdoille käytetään 0,4 sekunnin poiskyt-kentäaika.

Latauspisteen yksivaihe oikosulkuvirta lasketaan kaavalla

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{lp}) =$$

$$Z_{pk} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \times I_{kpk}} \times c =$$

$$Z_{pk} = \frac{400V}{\sqrt{3} \times 1430 \text{ A}} \times 0,95 = 0,1534 \Omega$$

Z_{pk} = sähköpääkeskuksen impedanssi

U_p = 400 V = pääjännite

I_{kpk} = pääkeskuksen oikosulkuvirta

Oikosulkuvirta kauimmaisessa latauspisteessä tapaus 1

Latauspisteen impedanssi Z_{lp} lasketaan kaavalla 12. Latauspisteen yksivaiheisen oikosulkuvirta I_{klp} lasketaan kaavalla 13.

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj} = 0,1534 \, \Omega + 0,002056 \, \Omega = 0,1549 \, \Omega$$

$$Z_{rj} = 2 \times 3,3 \, \frac{\Omega}{km} \times 0,03 \, km = 198 \times 10^{-3} \Omega$$

$$Z_{lp} = Z_{lk} + Z_{rj} \quad \text{KAAVA 12}$$

$$Z_{lp} = 0,198 \, \Omega + 0,1549 \, \Omega = 0,352 \, \Omega$$

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{lp}) = \quad \text{KAAVA 13}$$

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (1,73 \times 0,352) = 621,7 \, A. \text{ Tämä on riittävä.}$$

Oikosulkuvirta kauimmaisessa latauspisteessä tapaus 2

Latauspisteen impedanssi Z_{lp} lasketaan kaavalla 12. Latauspisteen yksivaiheinen oikosulkuvirta I_{klp} lasketaan kaavalla 13.

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj} = 0,1528 \, \Omega + 0,002056 = 0,1549 \, \Omega$$

$$Z_{rj} = 2 \times 3,3 \, \frac{\Omega}{km} \times 0,04 \, km = 198 \times 10^{-3} \Omega$$

$$Z_{lp} = Z_{lk} + Z_{rj} = 0,1549 \, \Omega + 198 \times 10^{-3} \Omega = 0,3529 \, \Omega$$

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{lp}) =$$

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (1,73 \times 0,352 \, \Omega) = 621,7 \, A \text{ Tämä on riittävä.}$$

Oikosulkuvirta kauimmaisessa latauspisteessä tapaus 3

Latauspisteen impedanssi Z_{lp} lasketaan kaavalla 12. Latauspisteen yksivaiheinen oikosulkuvirta I_{klp} lasketaan kaavalla 13.

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj} = 0,1534 \, \Omega + 0,002056 = 0,1549 \, \Omega$$

$$Z_{rj} = 2 \times 1,418 \frac{\Omega}{km} \times 0,04 km = 113,44 \times 10^{-3} \Omega$$

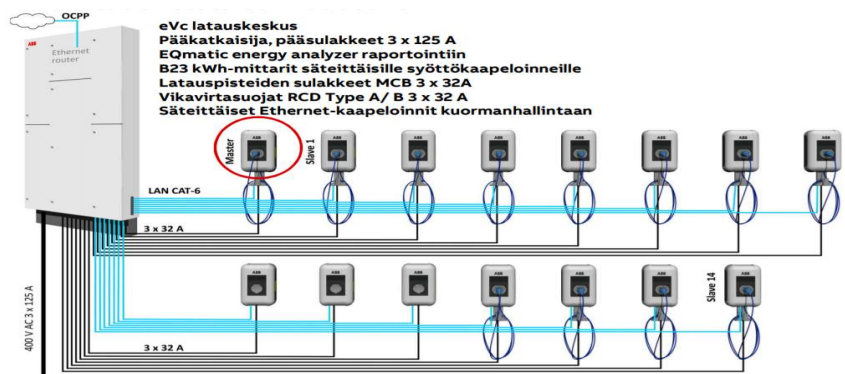
$$Z_{lp} = Z_{lk} + Z_{rj} = 0,1549 \, \Omega + 0,1134 \, \Omega = 0,268 \, \Omega$$

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{lp}) =$$

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (1,73 \times 0,268 \, \Omega) = 818,56 A \text{ Tämä on riittävä.}$$

5.10 Sähköauton latauspisteiden lukumäärä

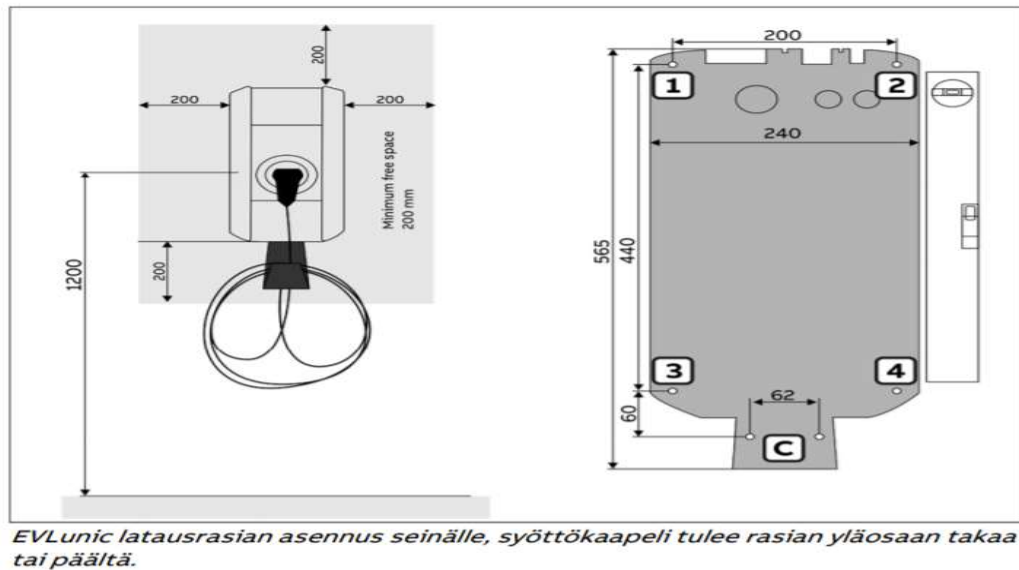
Sähköauton latauspisteiden määrä ja tyyppi jää päätettäväksi yhtiökokouksessa. Myös erillisen sähköliittymän ottaminen latauspisteille täytyy päättää yhtiökokouksessa. Nämä vaativat yhtiöjärjestyksen muuttamisen. Sähköauton latauspisteiksi on helpoin muuttaa kolme kylmää autopaikkaa asunto-osaakeyhtiön piha-alueella. Tässä vaihtoehdossa laitetaan kolme mode3 latauspistettä, joiden virta on 3 x 32 A. Jos olemassa olevat autonlämmityspistorasiatolpat jätetään ennalleen, samaa paikkaa voidaan käyttää sekä sähköauton lataukseen että polttomoottoriauton lämmitykseen. Kuvassa 18 on 15 latauspisteen järjestelmä.



KUVA18. ABB:n 15 latauspisteen sähköauton latausjärjestelmä (5, s. 33)

5.11 Sähköauton latauspisteen komponentit

Ryhmäjohto, kaapelinasennusputki, asennustarvikkeet tolppa-asennusta varten ja latauspisteet ovat latauspisteeseen tarvittavat komponentit. Latauspisteet ovat EVLunic latausrasioita. (Kuva 19.), jotka asennetaan putkisovitteella maassa pystyssä olevaan putkeen. (Kuva 20.)



KUVA 19. EVLunic latausrasia (6, s. 4)

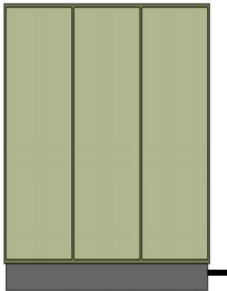


KUVA 20. EVLunic latausrasia tolppa-asennus sovitteella (5, s. 38)

5.12 Sähköauton latausjärjestelmän komponentit

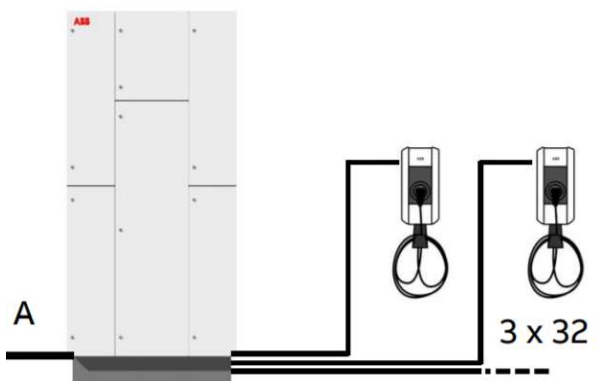
Sähköauton latausjärjestelmä on esitetty kuvassa 18. Järjestelmään kuuluvat komponentit ovat: sähköpääkeskus (Kuva 21.), nousujohto, latauskeskus (Kuva 22.), ryhmäkaapelit, latauspisteet (Kuva 23.), kaapelin asennushyllyt, kaapelin asennusputket ja muut kaapelin kiinnitystarvikkeet. Latauspisteet ovat seinälle asennettavia EVLunic latausrasioita, jotka asennetaan tolppaan erillisellä asennussarjalla. Sähköpääkeskukseen asennetaan 160 A:n lähtö latauskeskuksen nousujohtoa varten. Mikäli varaudutaan vain kolmeen latauspisteeseen, tulee jokaiselle latauspisteelle oma lähtö, mihin asennetaan gG varoke 35 A (5, s. 33.)

Kiinteistön pääkeskus

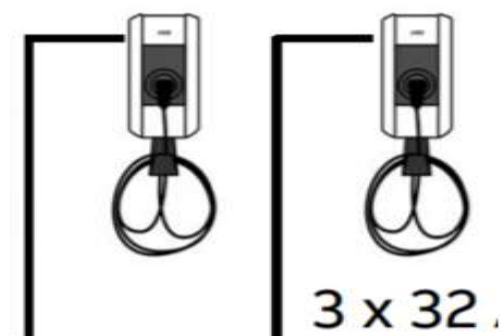


KUVA 21 Kiinteistön sähköpääkeskus (5, s. 57)

Uusi latauskeskus



KUVA 22. Sähköauton latauskeskus ja siihen liitettyt latauspisteet (5, s. 56)



KUVA 23. 1 Master ja 8 slave latauspisteet: seinälle kiinnitettävät EVLunic latausrasiat (5, s. 56)

6 MAKSULIIKENTEN JA KUORMAN HALLINTA

Asunto-osakeyhtiölle jää päätettäväksi maksuliikenteen ja käyttäjien hallintatapa. Nykyisin yksityinen yritys hoitaa pysäköinninvalvonnan ja pysäköinnin virhemaksuman perinnän. Vieraspaikeilla vaaditaan parkkikiekko ja niillä on sallittu 4 tunnin pysäköinti päiväsaikaan. Kylmillä autopaikoilla vaaditaan tuulilasien sisäpuolelle laitettu pysäköintilupa.

6.1 Kuormanhallintamenetelmiä

Mikäli kiinteistön sähköliittymässä ei ole kapasiteettia käytettävissä, liittymän koon on kasvatettava tai rinnakkainen sähköliittymä otetaan käyttöön. Mikäli kapasiteettia on riittävästi, kuormanhallintaa ei tarvitse. Mikäli kapasiteettia on rajallinen määrä, rajoitetaan latauksen ajankohtaa, pudotetaan latausta vastaava kuorma pois päältä latauksen ajaksi tai rajoitetaan samanaikaisten latausten määrää paikallisesti Master Slave ohjauksella. On myös mahdollista liittää latauksen ohjaus osaksi kiinteistöautomaatiojärjestelmää esimerkiksi KNX. Tällöin liitetään pääkeskuksen mittauksiin kapasiteettihallintaa varten. Pienissä järjestelmissä paikallinen kuormanpudotus tapahtuu latausrasian B+ kosketintiedolla.

6.2 Maksuliikenteen ja käyttäjien hallinta

Pienissä yhdestä kolmeen latauspisteen järjestelmissä voidaan maksuliikenne hoitaa ilman sähköistä tunnistusta mekaanisella avaimella tai RFID-kortilla. Laajemmissa kokonaisuuksissa tunnistus tapahtuu RFID kortilla paikallisesti tai latausjärjestelmä liitetään operaattorin hallinnoimaksi, jolloin latauspisteiden ja latausoperaattorin välinen tiedonvaihto perustuu OCPP (Open Charge Point Protocol) -viesteihin Master rasiasta CAT-6 tai 3G-yhteydellä OCPP 1.5 -viestinä. Laskutus tapahtuu sovelluksessa.

On mahdollista käyttää luottokortinlukijaa latauspalvelun laskutuksessa pikalatausasemilla. Luottokorttilaskutuspalvelu voi olla transaction fee -pohjainen. On myös mahdollista, että järjestelmässä mitatusta lataustapahtumasta generoidaan lasku käyttäjän sähköpostiin. Käyttäjätunnistus tapahtuu RFID:llä tai PIN-koodilla. (6, s. 12).

7 KUSTANNUSARVIO KOMPONENTTIEN HINNOISTA

Kolmelle eri toteutustavalle laskettiin hinta-arvio. Lopullinen tarjouspyyntöjen teko jää taloyhtiön hallitukselle. Sähköauton latauskeskuksen ja latauspisteiden hinnat on katsottu ABB:n Sähköautojenlatausyleisohjeesta. Kaapeleiden, kaapelikiinnikkeiden ja asennusputkien hinnat on katsottu Finnpartian luettelosta (7, s. 1.)

Tapaus 1 kustannusarvio

Kolme tyyppin 3 latauspistettä asennetaan kylmille autopaikoille. Latauskeskus asennetaan sähkökeskushuoneeseen. Kustannusarvio on taulukossa 11.

TAULUKKO 11. Kustannusarvio 3 latauspisteelle

KOLME LATAUSPISTETTÄ KYLMILLE PAIKOILLE	Euroa/kpl	Kpl:ta	Yhteensä
EvC latauskeskus	3500	1	3500
Latauspiste ABB EVLUNIC BASIC+EVLUNIC B+ W22-T-R-0	1319	3	3957
Latauspisteen nousukaapeli MCMK 4 x 70 + 30 mm ²	70	4	280
Latauspisteen ryhmä kaapelit MCMK 4 X 16 + 16 mm ²	11,5	90	1035
Asennus työ, kaapeliojan kaivuu ja tarvikkeet			3000
Yhteensä			11772

Tapaus 2 kustannusarvio

Parkkipaikkojen 9 ja 10 väliin asennetaan pihakeskus, sähköliittymää korotetaan 3 x 200 A:iin. Kuusi kappaletta latauspisteitä asennetaan autopaikkoihin 8 - 13. Kustannusarvio on esitetty taulukossa 12.

TAULUKKO 12. Kustannusarvio 6 latauspisteelle pihakeskuksella

Pihakeskus ja 6 latauspaikkaa	Euroa/kpl	Kpl:ta	Yhtensä
EvC latauskeskus pihalle	5000	1	5000
Sähköliittymä 3 x 160 A korotus 3x200 A:ksi	2500	1	2500
Latauspiste ABB EVLUNIC BASIC+EVLUNIC B+ W22-T-R-0	1319	6	7914
Latauspisteen nousukaapeli MCMK 4 x 50 + 50 mm ²	52	35	1820
Latauspisteen ryhmäkaapeli MCMK 4 x 10 +10 mm ²	11,5	82	943
Asennus työ, kaapeliojan kaivuu ja tarvikkeet			6000
Yhteensä			24144

Tapaus 3 kustannusarvio

Parkkipaikkojen 9 ja 10 väliin asennetaan pihakeskus, järjestelmää varten otetaan oma sähköliittymä. Kuusi latauspistettä asennetaan lämmityspaikoille. Kustannusarvio on esitetty taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Kustannusarvio 6 latauspisteelle omalla sähköliittymällä

Pihakeskus, omasähköliittymä ja 6 latauspaikkaa	Euroa/kpl	Kpl:ta	Yhtensä
EvC latauskeskus pihalle	5000	1	5000
Sähköliittymä 3 x 160 A	5338	1	5338
Latauspiste ABB EVLUNIC BASIC+EVLUNIC B+ W22-T-R-0	1319	6	7914
Latauspisteen nousukaapeli MCMK 4 x 50 + 50 mm ²	38	49	1862
Latauspisteen ryhmäkaapeli MCMK 4 x 10 + 10 mm ²	11,5	82	943
Asennus työ, kaapeliojan kaivuu ja tarvikkeet			6000
Yhteensä			27057

8 LOPPULAUSE

Selvitystyö on ollut erittäin mielenkiintoinen ja olen oppinut uutta sähköauton latauksesta. Latausvirrat ovat yllättävän suuria ja tämä vaikuttaa kaapeleiden ja komponenttien mitoitukseen. Yleensä vanhat autolämmitystolpat ja niiden kaapeloinnit eivät riitä SALP:n tarvitsemille virroille tulevaisuuden näkymiä silmällä pitäen.

Havaitsin sähköautojen latausjärjestelmän toteutuksen olevan haastava 60-luvulla rakennetuissa kiinteistöissä sekä olevan keskimääräistä kalliimpi. Tämä johtuu siitä, että liittymän pääkeskus, kaapeloinnit ja liittymän koko joudutaan kasvattamaan. Uusille kaapeleille joudutaan kaivamaan kaapeliojat, leikkaamaan asfalttia, asentamaan suojaputket kaapeleille, peittämään kaapelit ja korjaamaan asfaltti kaapeliojan kohdalta.

Taloyhtiössä huoneistokohtaiset pääsulakkeet ovat gG tyyppiä ja niiden koko on 1 x 25 A ja lieden sulake on gG tyyppiä 1 x 20 A. Tämä estää esimerkiksi induktiolieden hankkimisen. On suositeltavaa, että sähköpääkeskus ja huoneistokohtaiset nousujohdot uusitaan samanaikaisesti, kun sähköautojen latauspisteet asennetaan. Käyttövesiputkien uusinnan yhteydessä on porattu nousukaapeleita varten reiät läpivientejä varten. Tulevan saneerauksen yhteydessä on mitoitettava sähköliittymä, sähköpääkeskus, nousujohdot ja huoneistokohtaiset keskukset, mikä onkin jo aihe toiselle opinnäytetyölle.

Toki sähköpääkeskus voidaan uusida aikaisemminkin, mutta sitä suunniteltaessa on otettava huomioon laajennusvara huoneistokeskusten kasvattamiseksi 3 x 25 A kokoiseksi. Opinnäytetyössä olen pyrkinyt tuomaan esille vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa sähköauton latausjärjestelmä: kaapeloinnit, sähköpääkeskus, ryhmäkeskukset, latauspisteet ja asennustavat.

Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana autonlämmityskaapeli jouduttiin uusimaan, koska vanha kaapeli oli oikosulussa. Uudeksi ryhmäkaapeliksi asennettiin MCMK 4 x 16 + 16 mm². Uusi kaapeli mahdollistaa sisätilanlämmittimen käytön ja hybridi-auton latauksen 16 autopaikalla. Kaapelin asennuksen teki paikallinen sähköurakoitsija.

Perehtyminen kiinteistön sähköverkkoon helpotti uuden auton lämmityskaapelin mitoituksessa ja kaapelireitin suunnittelussa. Kirjoittajan suositus on seuraavaksi vaiheeksi muuttaa kylmät autopaikat sähköauton latauspisteiksi. Kuva kaapelireittistä on liitteessä 3. Liitteessä 2 on pääkaavio uudesta sähköpääkeskuksesta.

LÄHTEET

1. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2017. Sähköinfo Oy
2. Pienjännite sähköasennukset. Erikoistilojen ja asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. SFS 6000-7-722.2017 SESKO ry
3. SESKO ry. 2019. Sähköajoneuvojen lataussuositus. 4. painos.
4. Kylli, Mikko. Projekti-insinööri, Oulun Energia, sähköposti 3.9. 2019
5. ABB Sähköautojen latausjärjestelmin suunnittelu ja asennuksen parhaat käytännöt. JAMK. Seminaari 14.2.2019.
6. ABB Yleisohje 2018. Sähköauton lataus. Latausjärjestelmän hankinta ja asennus.
7. Finnparttia Sähkötukku. Saatavissa: <https://www.finnparttia.fi/>. Hakupäivä 8.12.2019.

LIITTEET

Liite 1 Nousujohtokaavio

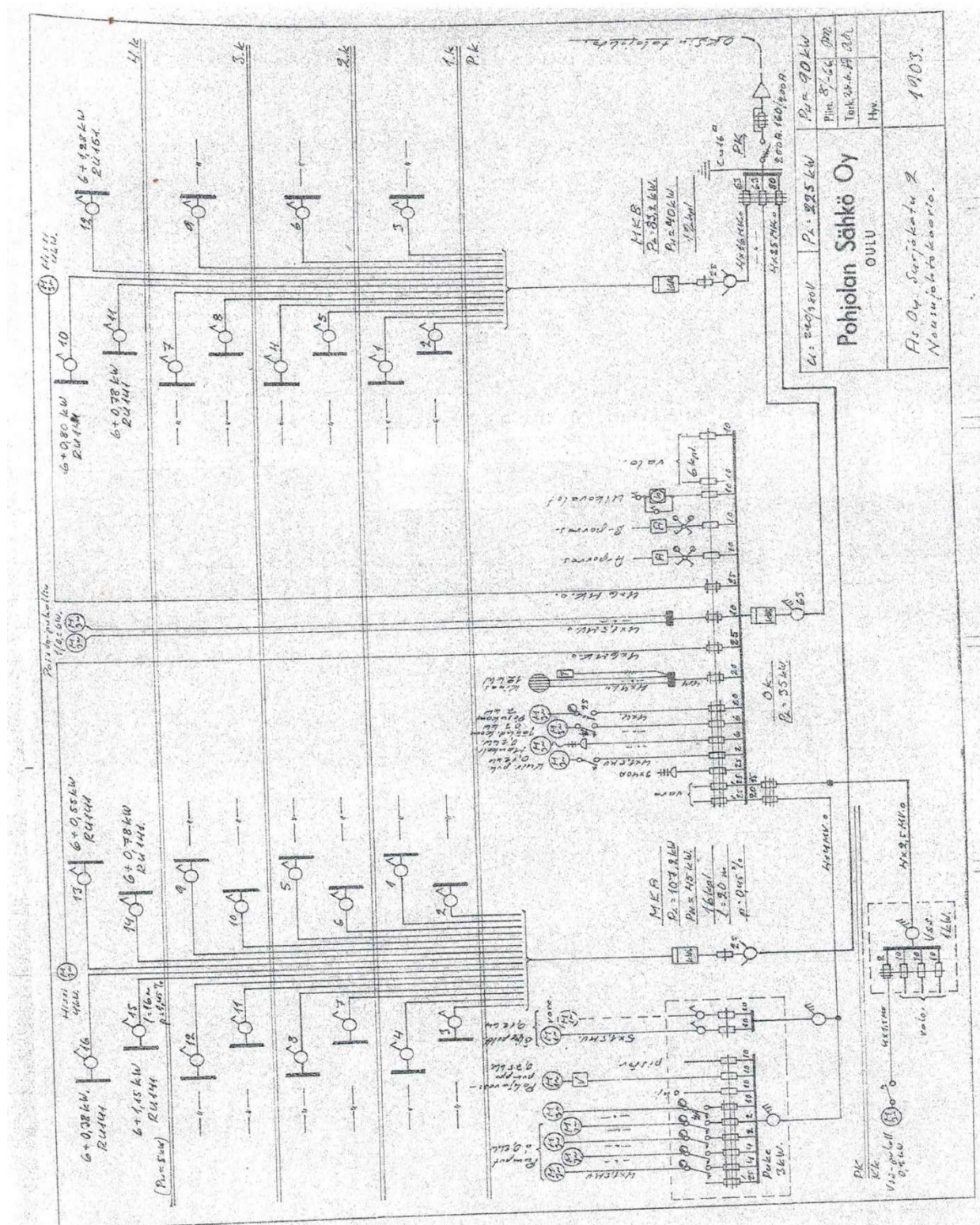
Liite 2 Syrjäkatu 2 Pääkeskuksen pääkaavio

Liite 3 Maakaapelireitit Syrjäkatu 2

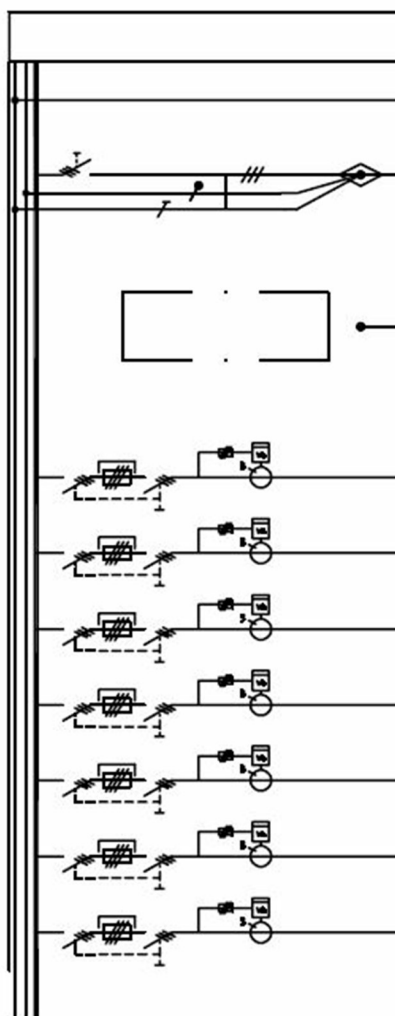
Liite 4 Latausjärjestelmän komponentit ABB

Liite 5 Tarjous latausasemasta ja lämmityspistorasia kotelosta

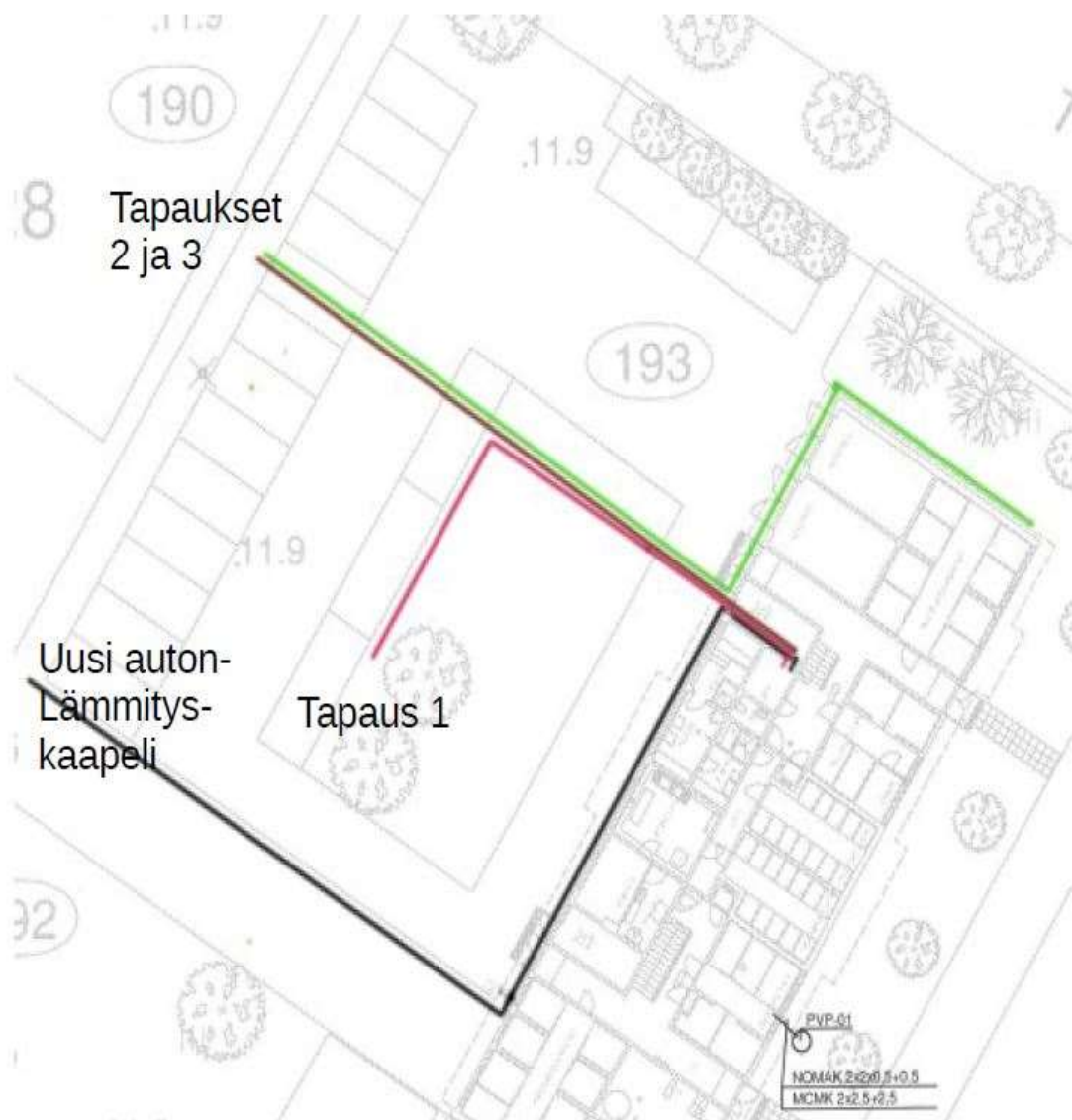
Liite 6 Laskukaavat



MAANV.	PIIRIT.	AAA			
Sappe Sarmala	Sappe Sarmala	XXXX	Päiväys	18.11.2019	

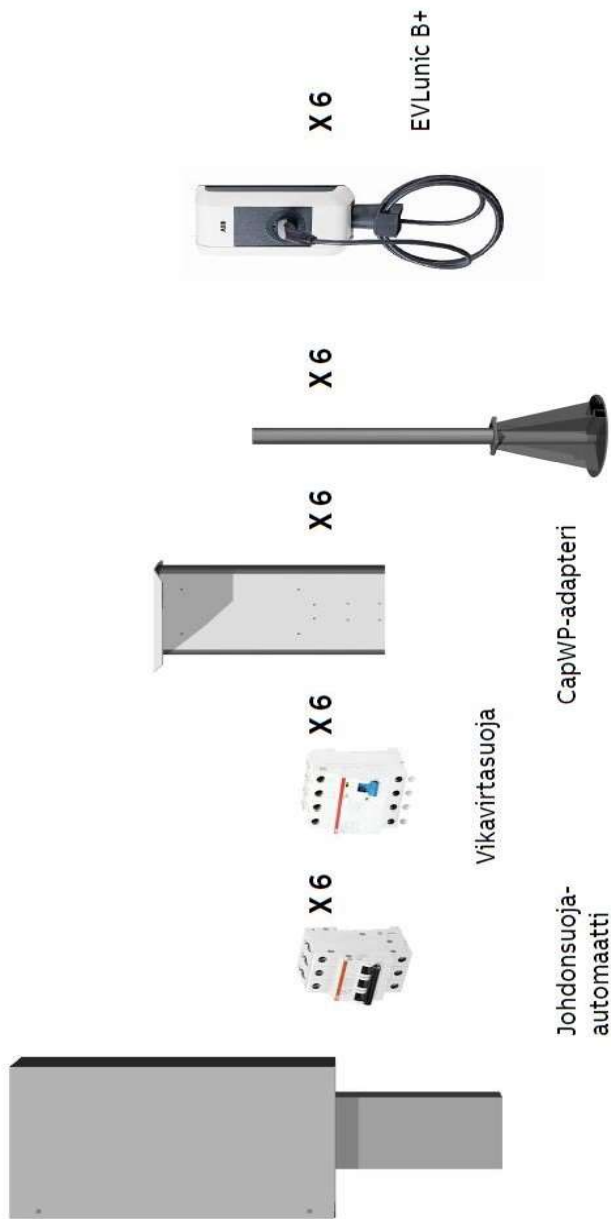
	Nro	Kuvausteksti	Teho kW	Sulake	Kaapeli
		MAADOITUS KISKOON EB-19			MK 120 KeVI
	00	LIITTYMISJOHTO JAKOKAAPSTA		400/63	MMCMK 5x300S
		Tilavaus riviliittimille+DIN-kiskop + Tilavaus kiint. auton riviliitt. n.45kpl			
	1	Porras A mittauskeskuksen nousujohto		63/80	MMJ 5x16S
	2	Porras B mittauskeskuksen nousujohto		63/80	MMJ 5x16S
	3	Omanikäytön mittauskeskuksen nousujohto		63/80	MMJ 5x16S
	4	Sähköauton latauskeskuksen nousujohto		50/63	MMJ 5x16S
	5	Varalla		50/63	MMJ 5x16S
	6	Varalla 2		50/63	MMJ 5x16S
	7	Varalla 3		50/63	MMJ 5x16S

Maakaapelireitit SyRJäkatu 2



Latausjärjestelmän komponentit

6 latauspistettä, nykyiseen keskukseen



Ei kuormanhallintaa/ kuormien pudotus latauksen ajaksi



JAMK 14.2.2019 eV seminaari

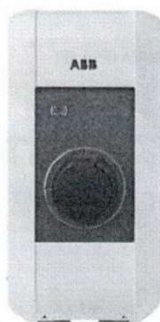
Sähköautojen latausjärjestelmien suunnittelun ja asennuksen parhaat käytännöt

©ABB

February 22, 2019

| Slide 49

ABB



ABB

LATAUSASEMA EVLUNIC BASIC+ EVLUNIC_B+_W22-T-R-0

PLC 3413502 SAP CGK138

EVLunic_B+_W22-T-R-0

ABB EVLunic Basic+ mahdollistaa 3x32A (22 kW) latauksen. Lataustehoa voidaan tarvittaessa pienentää laitteen sisällä olevien dip-kytkimien avulla, mikäli asennuskohde sitä edellyttää. Latauslaitteesta löytyy LED -valot, jotka indikoivat toimintatilaa helppolukuisesti. Type 2 -rasiallisesta latauslaitteesta on mahdollista ladata kaikkia markkinoilta löytyviä ladattavia autoja erillisen Mode 3 lataustavan mukaisella latauskaapelilla. Soveltuva latauskaapeli on automallista riippuen joko Type2-Type 2 tai Type2-Type1 -kaapeli. Latauksen autentikointia voidaan hallita mukana olevan RFID-lukijan avulla.

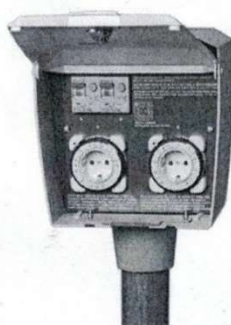
Piilota ^

● Cross-dock -tuote 06.11.2019

Listahinta 1319,00 €/kpl

AEK726

0603134 MCMK 4x16+16 K500 Eca n.10e/alv0% metri



FIBOX

Enclosing innovations

PIHARASIA FIBOX PIHA 2A2Y 2KELLOA2YHDIST.

PLC 3413003 SAP ADJ662

PIHA 2A2Y

FIBOX PIHA sarja

PIHARASIAT autolämmitykseen ja pihojen sähköistykseen vaativissa olosuhteissa. FIBOX-Piharasiat ovat oikea valinta, kun valintakriteereinä ovat tuotteen korkea laatu, käyttäjäystävällisyys ja tyylikäs muotoilu.

Nopeasti ja helposti asennettavat mallit, suuret asennustilat syöttökaapeleille.

Kotelomateriaalit Polykarbonaatti ja anodisoitu Alumiini.

Markkinoiden suosituimmat muovipiharasiamallit ovat saatavana myös digitaalisilla ajastimilla.

Alumiini-piharasiamalleja on saatavana sekä digitaalisella ajastimella että mekaanisilla kelloilla varustettuina. Useita malleja eri kojeyhdistelmin. Pylväsasennus, selät vastakkain tai seinä-asennus.

Piilota ^

● Varastossa 86  Saatavilla myymälästä

Listahinta 251,00 €/kpl

Noin 150e/alv0%

$$I = \frac{P_{3\sim}}{(\sqrt{3} \times U_p \times \cos \varphi)} = \frac{P_{3\sim}}{(\sqrt{3} \times 400 \times 0,95)}$$

KAAVA 1

$$P_{1\sim} = \frac{P_{3\sim}}{3} =$$

KAAVA 2

$$I = \frac{P_{1\sim}}{U_v \times \cos \varphi} = \frac{P_{1\sim}}{230V \times 0,95} =$$

KAAVA 3

$$Z_{pk} = \frac{U_v}{I_{kp}k} \times c =$$

KAAVA4

$$Z_{nj} = 2 \times Z_{kj} \frac{\Omega}{km} \times l \text{ km}$$

KAAVA 5

$$Z_{lk} = Z_{pk} + Z_{nj}$$

KAAVA 6

$$I_{klk} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{lk})$$

KAAVA 7

$$\Delta U = I \times l \sqrt{3} \times (r \cos \varphi + x \cos \varphi)$$

KAAVA 8

$$\Delta U_{\%} = (0,284 V \div 400 V) \times 100 \% = 0,0071 \%$$

KAAVA 9

$$K = I \times k$$

KAAVA 10

$$\Delta U_{lp\%} = ((\Delta U_{rj} + \Delta U_{lk}) \div 400 V) \times 100 \%$$

KAAVA 11

$$Z_{lp} = Z_{lk} + Z_{rj}$$

KAAVA 12

$$I_{klp} = (0,95 \times 400V) \div (\sqrt{3} \times Z_{lp})$$

KAAVA 13