

Lasse Heinonen

# Peruskorjattavan asuinkiinteistön sähköenergian tuotannon, liittämisen ja pääjakelun suunnittelutyö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

31.3.2017

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Lasse Heinonen Peruskorjattavan asuinkiinteistön sähköenergian tuotannon, liittämisen ja pääjakelun suunnittelutyö  38 sivua + 14 liitettä 31.3.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaaja	sähkösuunnittelija Alarik Kuronen lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat sähköenergian tuotannon, liittämisen ja pääjakelun osalta Helsingin Huopalahdessa sijaitsevaan As. Oy Sankaritie 9:ään. Kiinteistö on valmistunut vuonna 1968, ja siinä tehdään laaja rakennustekninen peruskorjaus vuosien 2017 ja 2018 aikana. Sähkötekniinen toteutussuunnittelu valmistuu vuoden 2017 aikana.</p> <p>Sähkösuunnitelmien laadinnan lisäksi työssä laskettiin kokonaisuuteen oleellisesti kuuluneet sähkötekniset laskelmat ja esitettiin sähkötekniikan suunnittelun teoreettisia käytäntöjä. Myös asunto-osakeyhtiöissä toteutettavien korjaushankkeiden kulkua ja sisältöä kuvattiin vaihe vaiheelta läpi. Sähkösuunnitelmien valmistuksessa käytettiin Kymdatan CADS Planner 17 -ohjelmistoa.</p> <p>Saneerattavissa kohteissa on tärkeää tietää, kuinka alkuperäisiä järjestelmiä voidaan soveltaa ja yhdistää nykypäivän standardeihin ja lakeihin. Tämä ilmenee esimerkiksi sähköturvallisuusmääräyksien asianmukaisella toteutumisella.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kokonaisuus, johon sisältyi pääjakelujärjestelmän kannalta olennaiset sähkösuunnitelmadokumentit ja niiden pohjalle suoritettavat laskutoimitukset. Työn tuloksia voidaan hyödyntää mahdollisten tulevien samankaltaisten projektien suunnittelussa tai oppilaitosten alan kurssien harjoitustehtävien laskennassa.</p>	
Avainsanat	sähkösuunnitelma, peruskorjaus, asunto-osakeyhtiö

Author Title	Lasse Heinonen Electrical energy production, connection and main distribution engineering in renovation
Number of Pages Date	38 pages + 14 appendices 31 March 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Alarik Kuronen, Electrical Designer Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The aim of this final year project was to create electrical blueprints for energy production, connection and main distribution for a housing cooperative from 1968 in Helsinki that was facing a large technical renovation during the years 2017 and 2018.</p> <p>To create the electrical blueprints for the housing cooperation, the electrical calculations had to be made. For this reason, the theoretical conventions in the field were studied. The final year project also documented the phases of the renovation project.</p> <p>The electrical blueprints that were created during the final year project were the site plan for the property, plan drawings for the floors, main circuit diagrams for switchboards and diagrams for the raising cables and protective earthings. All documents were listed in the drawing roster, attached to the project as well.</p> <p>The electrical blueprints were created with the CADS Planner 17, software by Kymdata. Furthermore, the calculations for energy production were completed. The results can be used for similar projects in the future or for guiding the course work of students. Especially managing the results of calculations is very important in the field, so the principle of this project was to clarify these phases as much as possible.</p>	
Keywords	electrical blueprint, renovation, housing cooperative

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Korjaushankkeen kulku	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Vaiheet	2
2.2.1	Tarveselvitys	3
2.2.2	Hankesuunnittelu	3
2.2.3	Rakennussuunnittelu	3
2.2.4	Rakentaminen	4
2.2.5	Takuaika ja kiinteistön käyttö	4
3	Sähkötekni­sen suunnittelutyön teoria	5
3.1	Sähkönjakeluverkon mitoitus	5
3.1.1	Kiinteistöt	5
3.1.2	Huoneistot	6
3.2	Kaapeloinnit	7
3.2.1	Liittymisjohdot	8
3.2.2	Nousujohdot	12
3.2.3	Ryhmäjohdot	12
3.3	Keskukset	13
3.3.1	Pääkeskukset	13
3.3.2	Mittauskeskukset	14
3.3.3	Ryhmäkeskukset	14
3.4	Maadoitukset	15
3.5	Dokumentointi	17
4	As. Oy Sankaritie 9	20
4.1	Projektin aloitus ja rajaus	20
4.2	Kiinteistökatselmus	21
4.3	CADS Planner 17	23
4.4	Sähkötekni­set laskelmat	24
4.4.1	Nousujohtojen mitoitus	24
4.4.2	Oikosulkumitoitus	29

4.5	Dokumentointi	30
4.5.1	Asemapiirustus	31
4.5.2	Tasopiirustukset	31
4.5.3	Pääkaaviot	32
4.5.4	Nousujohtokaavio	33
4.5.5	Maadoituskaavio	35
5	Yhteenveto	36
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Piirustusluettelo	
	Liite 2. Asemapiirustus	
	Liite 3. Tasopiirustus, A-talo, alakellari	
	Liite 4. Tasopiirustus, A-talo, kellari	
	Liite 5. Tasopiirustus, A, talo, kerrokset 1-4	
	Liite 6. Tasopiirustus, B-talo, kellari	
	Liite 7. Tasopiirustus, B-talo, kerrokset 1-4	
	Liite 8. Pääkaavio, pääkeskus	
	Liite 9. Pääkaavio, mittauskeskus A	
	Liite 10. Pääkaavio, mittauskeskus B	
	Liite 11. Pääkaavio, mittauskeskus C1	
	Liite 12. Pääkaavio, mittauskeskus C2	
	Liite 13. Nousujohtokaavio	
	Liite 14. Maadoituskaavio	

## Lyhenteet

KK	Kiinteistökeskus.
MK	Mittauskeskus.
PE	Protective Earth. Maadoitusjohdin.
PEN	Yhteinen suojamaadoitus- ja nollajohdin.
PEX (XLPE)	Cross Linked Polyethylene. Ristisilloitettu polyeteeni. Kaapelin vaippa- ja eristysmateriaali.
PK	Pääkeskus.
PTS	Pitkän aikavälin (tähtäimen) suunnitelma. Määräajoin päivitetty kuntoarvio ja tarpeen mukaan teetetty kuntotutkimus asunto-osakeyhtiön korjaushankkeille.
PVC	Polyvinyylikloridi. Kaapelin eristys- ja vaippamateriaali.
RK	Ryhmäkeskus.
S2010	Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmäkohtainen jaottelunimikkeistö.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto.

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on esitellä peruskorjattavan asuinkiinteistön sähköteknistä suunnittelua. Työn pääkohtana on sähköenergian tuotannon, liittämisen ja pääjake-lun dokumenttien päivittäminen nykyaikaisiksi. Myös kohdekohtaiset sähkötekniset laskelmat käydään läpi. Osakokonaisuutena selvitetään lisäksi asunto-osakeyhtiöissä tehtävien korjaushankkeiden sisältöä.

Työn tilaaja on Certimo Oy, joka on erikoistunut taloyhtiöiden sähköjärjestelmien uudis-tamiseen. Sähkösuunnittelun lisäksi yrityksen palveluihin kuuluu sähköasennustöiden valvonta, tarkastukset ja lausunnot, hankesuunnitelmat ja talotekniikan kuntoarviot. Yritys on perustettu vuonna 2011, ja sen toimipiste sijaitsee Helsingin Pukinmäessä.

Työn tavoitteena on havainnollistaa peruskorjattavien asuinkiinteistöjen sähköjärjes-telmien uudistamista. Korjaushankkeiden kulku on monimutkainen, joten tässä työssä on pureuduttu avaamaan aihetta mahdollisimman maanläheisesti. Sähköteknisen osion kohderyhmänä voi olla esimerkiksi aiheesta kiinnostunut maallikko tai vasta alan opin-not aloittanut henkilö joko ammattiopisto- tai ammattikorkeakoulutasolla.

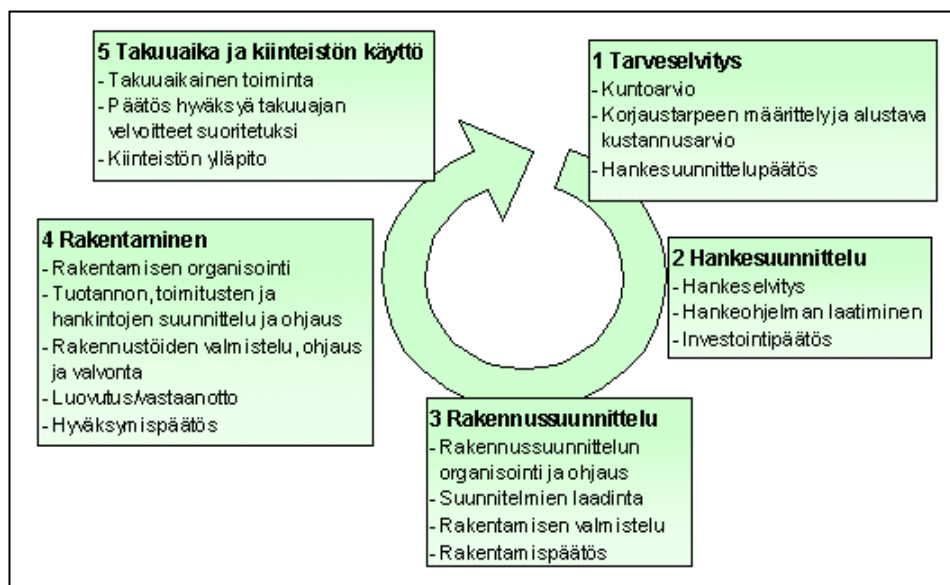
Korjausrakentaminen on maassamme hyvin ajankohtaista, sillä 1960- ja 1970-lukujen massatuotannolla valmistuneiden kohteiden taloteknisten järjestelmien elinkaari on tulossa päätökseensä. Saneerausten kysyntä ja tarve lähitulevaisuudessa on siis suur-ta.

## 2 Korjaushankkeen kulku

### 2.1 Yleistä

Asunto-osakeyhtiön korjaushanke käynnistetään huoltokirjassa mainitun PTS:n (pitkän aikavälin suunnitelman) mukaisesti. Hanke voidaan myös aloittaa ennalta-arvaamattomana korjaustarpeena tai kuntotutkimusten tulosten perusteella. Hankkeen vaiheet on lueteltu kuvassa 1. PTS:n ajantasaisuus on asunto-osakeyhtiön vastuulla. Asunto-osakeyhtiölaki 1599/2009:n mukaan hallituksen on jokaisen varsinaisen yhtiökokouksen aikana esitettävä kunnossapitoselvitys, joka käsittää seuraavan viiden vuoden mahdolliset kunnossapitotarpeet. (1)

### 2.2 Vaiheet



Kuva 1. Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen vaiheet (2).

Peruskorjaushanketta käynnistettäessä hallitus ja isännöitsijä valmistavat vuorossa olevaa hanketta koskevan päätösehdotuksen yhtiökokousta varten. On tärkeää, että alustava selvitystyö hankkeeseen liittyen aloitetaan hyvissä ajoin. Päätökseen vaikuttavia seikkoja ovat töiden eritelty sisältö, aikataulut ja kustannukset. (1)



### 2.2.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksen keskeisenä kysymyksenä on vastata siihen, tarvitaanko kyseistä hanketta ja minkä takia. Ennen varsinaisia suunnittelu- ja rakennustöitä suoritetaan silmämääräisesti kiinteistön kunnan arviointia tarvittaessa järjestelmäkohtaisesti. Tämän jälkeen määritellään alustavat korjaustarpeiden laajuudet ja kustannusarviot. Kiinteistön osakkaiden ja omistajien ehdotuksia sekä toiveita kuunnellaan. Kunnossapitosuunnitelma päivitetään ja tarkastellaan määrittelyjen perusteella. Mikäli hanke päätetään toteuttaa, syntyy edellä mainittujen alakohtien pohjalta hankesuunnittelupäätös, jonka jälkeen ryhdytään valmistelemaan hankkeen läpivientiä. (2)

### 2.2.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheen tavoitteena on selvittää, minkälainen kokonaisratkaisu tarvitaan palvelemaan kyseisen korjaushankkeen kohdetta. Tällöin tehdään energia- ja ympäristöselvityksiä, tarkennetaan alustavia aikatauluja ja kustannusarvioita sekä selvitetään erilaisia korjausvaihtoehtoja. Hankkeen suuruudesta riippuen selvitetään, minkä alan osaajia tarvitaan suunnitteluvaiheeseen. Lisäksi viranomaislupien tarve tarkistetaan. Nykyään suositellaan vahvasti eri järjestelmien kuntotutkimusten järjestämistä, joka edesauttaa lähtötietojen hyväksikäyttöä suunnitteluvaiheessa. Näiden kokonaisuuksien pohjalta laaditaan hankeohjelma, jonka hyväksynnästä syntyy investointipäätös. Tämän jälkeen voidaan käynnistää hankkeen varsinaiset suunnitteluvaiheet. (2)

### 2.2.3 Rakennussuunnittelu

Hallitus ja isännöitsijä valtuutetaan valitsemaan hankkeelle sopivat suunnittelijat kustannusarvioiden perusteella. Valinnassa on otettava huomioon kyseisten suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset. Erilliseen suunnittelusopimukseen on tärkeää kirjata hankkeeseen tehtävät työt mahdollisimman tarkasti. Taloyhtiö toimittaa valitulle suunnittelijalle hankkeeseen liittyvät lähtötiedot ja asiakirjat, esimerkiksi vanhat piirustukset. Suunnitelmien laadinnan jälkeen ennalta määritellyt asiakirjat esitetään taloyhtiön päättävälle elimelle. Rakentamisen valmistelulla tarkoitetaan tarjouspyyntöjen laadintaa tulevaa urakkaa varten. Lähetettyjen urakkakyselyaineistojen perusteella taloyhtiö käsittelee saatuja tarjouksia yhdessä asiantuntijan kanssa. Ennen urakoitsijaehdokkaiden neuvotteluja taloyhtiön tulee tehdä rakentamispäätös aikataulujen ja kustannusarvioiden puitteissa. (2)

#### 2.2.4 Rakentaminen

Urakkasopimus laaditaan kirjalliseen muotoon asiantuntijoita hyödyntäen. Siihen liitetään neuvotteluista laadittu pöytäkirja sekä useita asiakirjoja, joista käyvät ilmi urakan hallinnolliset, juridiset, tekniset ja taloudelliset vaatimukset. Urakan ensimmäiset konkreettiset toimenpiteet ovat työmaan perustaminen ja asianosaisten tiedotus. Urakkaan kuuluvat oleellisesti aika ajoin pidettävät viralliset työmaakokoukset, joissa hankkeen osapuolet käsittelevät työmaan tilannetta ja työmaalla esiin tulleita ongelmia tai muutoksia urakkasopimuksessa sovittuun sisältöön. Lisäksi järjestetään erilaisia katselmuksia ja viranomaistarkastuksia. Urakan aikana täydennetään tarvittaessa suunnitelmia. Parhaan mahdollisen tuloksen taloyhtiö saavuttaa, kun se sopii ammattitaitoisesta työmaavalvonnasta. Koko urakan ajan kestäväällä valvonnalla edistetään hyvää työskentelytasoa, virheiden ehkäisyä, tiedottamista, dokumentointia ja aikataulujen valvontaa. Tyypillisesti valvojaksi valitaan hankkeeseen osallistuva suunnittelija, sillä häneltä löytyy hyvin kohdekohtaista tuntemusta. Myös ulkopuolista valvontaa on mahdollista käyttää. Urakkaa vastaanotettaessa tulee työmaan töiden olla tehtyjä ja tarkastettuja. Urakka voidaan vastaanottaa myös ylöskirjattuine puutteineen, jolloin osa urakkasummasta pidätetään töiden todelliseen valmistumiseen saakka. Lisäksi sovitaan jälkitarkastuksesta, jossa tarkastetaan hankkeen vastaanotossa todetut viat ja puutteet. (2)

#### 2.2.5 Takuu-aika ja kiinteistön käyttö

Urakoitsija vastaa ennalta sovitun takuuajan aikana urakassa ilmenevistä puutteista. Mikäli havaittu vika ei ole merkittävästi asumista haittaavaa, korjaukset suoritetaan mahdollisimman pian takuuajan lopussa pidettävän takuutarkastuksen jälkeen. Hankkeen valmistuttua päivitetään huoltokirja ja kunnossapitosuunnitelma sekä järjestetään kiinteistönhoidon ajantasaisuus uusien laitteistojen ja rakenteiden osalta. (2)

### 3 Sähkötekni­sen suunnittelutyön teoria

Tässä luvussa esitetään pääpiirteittäin sähkösuunnitteluun kuuluvia osakokonaisuuksia. Insinööri­työn aiheen rajauksen vuoksi kappaleen pääpaino on S2010-nimikkeistön kohdissa S21 ja S22, jotka käsittelevät sähköenergian tuotantoa, liittämistä ja pääjake­lua.

#### 3.1 Sähköjake­luverkon mitoitus­kset

Sähköliti­ymän oikea mitoittaminen on sähkösuunnittelun ensimmäisiä tehtäviä. Alimi­toitettuna ne rajoittavat kohteen oletettua käyttöä, ja yli­mitoitettuna muodostavat ylimääräisiä kustannuksia sekä rakentamisen että käytön aikana. Mitoittamisessa on myös tärkeää ottaa huomioon tulevaisuuden tehon tarpeen lisääntyminen niin hyvin kuin mahdollista. (3)

##### 3.1.1 Kiinteistöt

Kiinteistön sähköverkko mitoitetaan Suomen sähkölaitosyhdistyksen, kuormitusmittaus­ten perusteella laaditun kokemusperäisen laskentamallin avulla. Erikoisissa kohteissa mitoitus­ta voidaan tarkistaa asennettavien laitteiden tehontarpeiden perusteella. Kun suunnittelu etenee ja laitevalintoja tarkennetaan, tulee näitä arvioita sitä mukaa tarken­taa. Huipputehohon vaikuttavia seikkoja ovat esimerkiksi valaistusratkaisut, LVI-laitteet sekä rakennuksen yleiset varustetasot. Mitoituksessa huomioidaan myös kaikki laitteis­tot, jotka eivät ole käytössä samanaikaisesti. Näitä ovat esimerkiksi lämmitys- ja jää­dytysjärjestelmät. (3)

Taulukko 1. Suomen sähkölaitosyhdistyksen laskentamalleja asuinrakennusten huipputehon laskemiseksi (3).

Asuinrakennukset	Huipputeho <sup>1)</sup> [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m <sup>2</sup> ]
– ilman kiukaita	$P_h = B + 17 A / 1000$ (B = 65 kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m <sup>2</sup> . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{tot}/2500) \times B \geq 30$
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot <sup>2)</sup>		A on lämmitetty pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys <sup>3)</sup>	$P_h = 30 + 49 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys <sup>3)</sup>	$P_h = 7,5 + 49 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{paikoitus} = 10 + 0,5 n_{auto}$ ( $n_{auto}$ = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä)		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$ . Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida $\cos \varphi = 0,96$ .		

### 3.1.2 Huoneistot

Yksittäisen asuinhuoneiston mitoitettava teho  $P_m$  saadaan laskemalla eri kuormalajit korjattuina samanaikaisuuskertoimien avulla:

$$P_m = (P_{kk} * k1) + (P_{slk} * k2) + (P_{val} * k3) \quad (1)$$

$P_{kk}$  on kojekuorman teho

$k1$  on kojekuorman samanaikaisuuskerroin

$P_{slk}$  on sähkölämpökuorman teho

$k2$  on sähkölämpökuorman samanaikaisuuskerroin

$P_{val}$  on valaistuskuorman teho

$k3$  on valaistuskuorman samanaikaisuuskerroin

Kyseiset kuormalajit (koje, sähkölämpö ja valaistus) lasketaan yhteen seuraavasti:

$$P_{kk} = 6 \text{ kW} + \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} * A_h \quad (2)$$

6 kW on huoneistokohtainen pohjakuormitus

$20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  on huoneiston arvioitu kojeteho

$A_h$  on huoneiston pinta-ala

$$P_{slk} = P_{l\ddot{a}m} + P_{al\ddot{a}m} + P_{l\ddot{v}v} + P_{kev} \quad (3)$$

$P_{l\ddot{a}m}$  on sähkölämmityksen yhteenlaskettu teho

$P_{al\ddot{a}m}$  on autolämmityksen yhteenlaskettu teho

$P_{l\ddot{v}v}$  on lämminvesivaraajan teho

$P_{kev}$  on kiukaan ei-vuoroteltu teho

$$P_{val} = \frac{10 \frac{W}{m^2}}{1000} * A_h \quad (4)$$

$10 \frac{W}{m^2}$  on huoneiston arvioitu valaistusteho

$A_h$  on huoneiston pinta-ala

Kyseiset kuormalajit on jaoteltu taulukon 2 mukaisesti:

Taulukko 2. Huoneistojen kuormalajit (3).

Kuormitus	Kuormituksen "laji"	Yksikkö
Keittiön lämpökojeet	Kojekuorma	kW / asunto
Kodin kylmälaitteet	Kojekuorma	kW / asunto
Vaatehuollon sähkölaitteet	Kojekuorma	kW / asunto
Kodin elektroniikkalaitteet	Kojekuorma	kW / asunto
Muut kodin sähkölaitteet	Kojekuorma	kW / asunto
LVI-laitteet	Kojekuorma	kW / asunto
Sähkökiuas	Sähkölämpökuorma	kW / asunto
Lämminvesivaraaja	Sähkölämpökuorma	kW / asunto
Auton sähkölämmitys-laitteet	Sähkölämpökuorma	kW / asunto
Sähkölämmitys	Sähkölämpökuorma	kW / asunto
Valaistus	Valaistuskuorma	kW / asunto

### 3.2 Kaapeloinnit

Useat eri tekijät vaikuttavat kaapelointien suunnitteluun ja niiden valintaan. Kaapelin rakenteen tulee olla standardien mukainen. Riittävän mekaanisen kestävyys lisäksi ulkoiset tekijät, esimerkiksi ympäristön lämpötila tai likaantuminen, tulee ottaa huomioon. Kaapelin täytyy olla mitoitettu oikein kuormitus- ja oikosulkuvirtojen osalta. Erityisesti pitkällä matkoilla jännitteenaleneman vaikutus korostuu. Myös kaapelin kustannus-

tehokkuuden tulisi olla niin hyvä kuin mahdollista. Kuvassa 2 on esitetty yleisesti käytettäviä sähköasennuskaapeleita. (4)



Kuva 2. Tavallisimpia sähköasennuksissa käytettäviä kaapeleita (5).

### 3.2.1 Liittymisjohdot

Liittymiskaapeli ja liittymän pääsulakkeen koko valitaan alueella toimivan verkkoyhtiön ohjeiden mukaisesti. Kiinteistön liittymisjohdon virta  $I_{max}$  voidaan laskea kaavalla 5, kun tiedetään kohteessa tarvittava teho luvun 3.1.1 mukaan:

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (5)$$

$P_{max}$  on kiinteistön huipputeho

$U$  on kiinteistön pääjännite

$\cos\varphi$  on kiinteistön kuorman tehokerroin

Virran  $I_{max}$  avulla valitaan sulakekoko, joka kestää kyseisen virran. Sulaketta vastaava kuormitusvirta valitaan taulukon 3 avulla. Asennuksen tavasta ja ympäristöstä riippuen valinnassa käytetään apuna korjauskerrointaulukoita 4–9. (6)

Taulukko 3. Johtojen kuormitettavuuden minimiarvot erilaisilla sulakkeen nimellisvirroilla (6).

gG-sulakkeen nimellisvirta [A]	Johdon kuormitettavuus oltava 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

Taulukko 4. Ilmaan asennettävien kaapelien yhteydessä käytettävät korjauskertoimet muita ympäristön lämpötiloja kuin 25 °C varten (6).

Ympäristön lämpötila [°C]	Korjauskertoimen johtimen eristeen mukaan	
	PVC	PEX tai EPR
10	1,15	1,11
15	1,10	1,07
20	1,05	1,04
25	1,00	1,00
30	0,94	0,96
35	0,88	0,92
40	0,82	0,88
45	0,75	0,84
50	0,67	0,79
55	0,58	0,73
60	0,47	0,68
65		0,62
70		0,56
75		0,48
80		0,39

Taulukko 5. Korjauskertoimet ympäröivän maan muulle lämpötilalle kuin 15 °C (6).

Maan lämpötila [°C]	Korjauskertoimen johtimen eristeen mukaan	
	PVC	PEX tai EPR
0	1,13	1,10
5	1,09	1,06
10	1,05	1,03
15	1,00	1,00
20	0,95	0,96
25	0,90	0,93
30	0,85	0,89

Taulukko 6. Korjauskertoimet ympäröivän maan muulle lämpöresistiivisyydelle kuin  $1,0 \text{ K} \cdot \text{m/W}$  (6).

Lämpöresistiivisyys (Km/W)	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Korjauskerroin	1,1	1,0	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

Taulukko 7. Maan lämpöresistiivisyyden arvoja (6).

Maalaji	Lämpöresistiivisyys [Km/W]
Kuiva hiekka (kosteus 0 %)	3,0
Kuiva sora tai savi	1,5
Puolikuiva sora, suomuta ja hiekka (kosteus 10 %)	1,2
Puolikuiva savi ja kostea sora	1,0
Kostea savi ja hiekka (kosteus 25 %)	0,7

Taulukko 8. Korjauskertoimet ryhmille, joissa on useita piirejä tai useita kaapeleita (6).

Sijointus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Virtapiirien tai monijohdinkaapeleiden määrä								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelon sisällä	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50
Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71
Yhdessä kerroksessa kiinnitettynä suoraan puisen alakaton pinnalle	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61
Yhdessä kerroksessa rei'itetyllä kaapelihyllyllä vaaka- tai pystysuunnassa	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72
Yhdessä kerroksessa tikkailla, tuilla tai kiinnikkeillä	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78

Taulukko 9. Korjauskertoimet lämpöeristeen läpäiseville kaapeleille ja asennusputkissa oleville johtimille (6).

Lämpöeristeen paksuus [mm]	Korjauskerroin
10	0,89
100	0,81
200	0,68
400	0,55
500	0,50

Seuraavaksi lasketaan kaavan 6 avulla mitoitusvirta  $I_m$ , jonka kaapelin tulee kestää (7):

$$I_m = \frac{I_s}{k_1 * k_2 * \dots * k_n} \quad (6)$$

$I_s$  on valitun sulakekoon johdon kuormitettavuus

$k_x$  on asennuksen tavasta ja ympäristöstä tuleva korjauskerroin



Taulukosta 10 valitaan virtaa ja asennustapaa vastaavan kaapelin poikkipinta-ala. Taulukko on suhteutettu niin, että arvoja voidaan sekä PVC- että PEX-eristeisille kaapeleille (8):

Taulukko 10. Johtojen kuormitettavuudet eri asennustavoilla (6).

Johtimen poikkipinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A uppo	C pinta	D maa	E ilma
<b>Kupari</b>				
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
<b>Alumiini</b>				
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

Tämän jälkeen lasketaan jännitteenalenema  $\Delta U$  asuinkiinteistöihin sovelletusti (8):

$$\Delta U = k * I_m * \rho * \frac{L}{A} \quad (7)$$

$k$  on vaihepiirityypistä määräytyvä kerroin

$I_m$  on mitoitusvirta

$\rho$  on johtimen resistiivisyys

$L$  on johdon pituus

$A$  on johtimen poikkipinta-ala

Lopuksi lasketaan oikosulkuvirta  $I_k$  oikosulkua vastaavan impedanssin  $Z$  avulla (7):

$$Z = Z_v + (Z_1 + Z_2) * L \quad (8)$$

$Z_v$  on edeltävän verkon impedanssi

$Z_1$  on vaihejohtimen impedanssi

$Z_2$  on suojajohtimen impedanssi

$L$  on johdon pituus

$$I_k = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z} \quad (9)$$

$c$  on jännitekerroin

$U$  on kiinteistön pääjännite

Oikosulkusuojauksessa voidaan laskea kolmi- tai yksivaiheisia oikosulkuvirtoja. Kolmi-vaiheisia oikosulkuvirtoja tarvitaan keskusten ja komponenttien mitoituksessa. Yksivai-heiset oikosulkuvirrat syntyvät taas yleensä johdon loppupäässä yhden vaihejohtimen ja nolla-, suoja- tai PEN-johtimen välillä. Oikosulkusuojauksen osalta keskeisin vaati-mus on, että valittu oikosulkusuoja pystyy katkaisemaan piirissä esiintyvän oikosulku-virran ennen kuin suojalaitteen suojaamat piirit vaurioituvat. (6)

### 3.2.2 Nousujohdot

Huoneistojen nousujohdot suunnitellaan samalla periaatteella kuin kiinteistön liittymis-johdotkin. Mitoitus perustuu pääkeskukselta siirrettävään tehoon ja virtaan. Laskennas-sa voidaan hyödyntää edellä mainittuja kaavoja selvittämällä nousujohtojen omat kor-jauskertoimet. Vanhoja johtoreittejä kannattaa hyödyntää mahdollisuuksien mukaan. (7)

### 3.2.3 Ryhmäjohdot

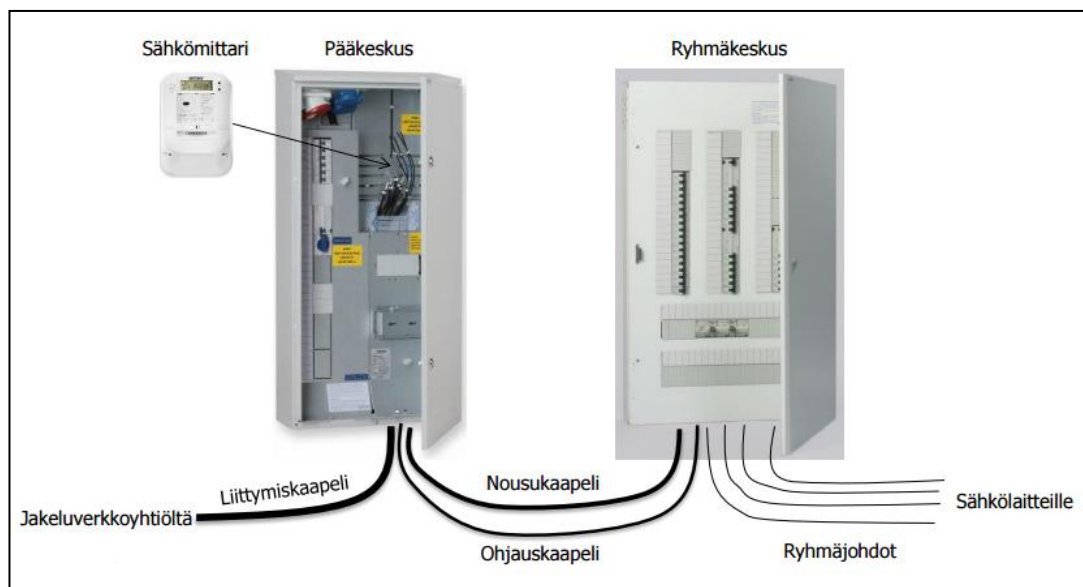
Ryhmäjohtojen valinnassa käytetään hyödyksi alalla yleisesti käytössä olevia kaape-lointikäytäntöjä oikosulkuvirran ja valitun suojan toiminta-ajan perusteella. Yleisimmät asuinhuoneistoissa käytettävät ryhmäjohdot ovat poikki-pinta-aloiltaan 1,5 ja 2,5 neliö-

millimetriä. Näitä suojaavat 10 ja 16 ampeerin johdonsuojakatkaisijat. Saneerauskohteissa suositaan usein sähkölista- ja johtokanava-asennuksia. Näitä käyttämällä saadaan siististi jatkettua vanhoja kaapelireittejä. Muutoin ryhmäjohtojen asennukset toteutetaan esimerkiksi putkellisella uppoasennuksella tai onteloihin piilotettuna. (5)

### 3.3 Keskukset

#### 3.3.1 Pääkeskukset

Kiinteistön liittymiskaapeli asennetaan maahan ja kytketään pääkeskukseen. Pääkeskus sijoitetaan lukolliseen sähköpääkeskustilaan, joka sijaitsee keskeisellä paikalla liittymiskaapelin reitti huomioon ottaen. Mikäli pääkeskuksen nimellisvirta on vähintään 63 ampeeria, keskuksen edessä on oltava vähintään 2 metriä korkea ja 0,8 metriä leveä hoitokäytävä. Sähkönjakelijalla on oikeus päästä pääkeskukselle viipymättä, mikäli kyseisessä tilassa on sen omistamia mittalaitteita. Sähköpääkeskuksen vaatima tilan tarve on asuinrakennuksilla 3 neliometriä, kun kiinteistössä on enintään 12 huoneistoa. Suuremmat huoneistomäärät vaativat vähintään 4 neliömetrin tilan. Keskusten ja kaapelien väliset yhteydet on esitetty kuvassa 3. (9)



Kuva 3. Sähkön siirron periaate jakeluverkkoyhtiöltä sähkölaitteille nykypäivän komponenteilla (5).

### 3.3.2 Mittauskeskukset

Mittauskeskuksissa sijaitsevat huoneistoille menevien nousujohtojen etusulakkeet ja niitä mittaavat sähkömittarit, jotka ovat nykyään etäluettavia. Mittauskeskuksen sijainti riippuu kyseisen kiinteistön suuruudesta ja siihen liittyvien rakennusten lukumäärästä. Mittauskeskuksen koko on suoraan verrannollinen huoneistojen lukumäärään. Mikäli kohde koostuu yhdestä rakennuksesta tai on muuten riittävän pieni, mittauskeskus on yleensä sijoitettu pääkeskukselta lähtevien nousujohtojen läheisyyteen. (9)

### 3.3.3 Ryhmäkeskukset

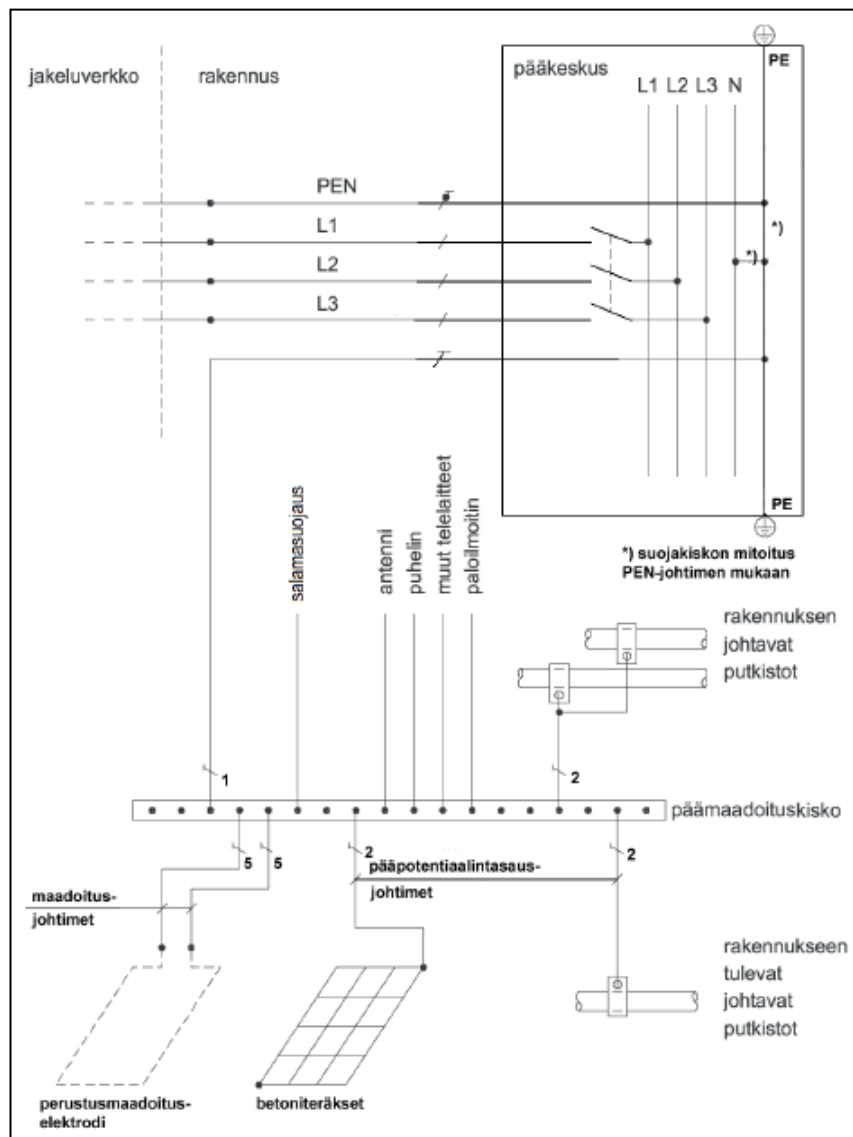
Jokaisessa asuinhuoneistossa sijaitsee huoneistokohtainen ryhmäkeskus, josta asunnon sisäiset ryhmäjohdot lähtevät sähköpisteitä kohti. Ryhmäkeskuksen varustukseen kuuluvat huoneiston pääkytkin, ryhmiä suojaavat johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet sekä mahdollisesti kotijakamo, jossa on tietoteknisten järjestelmien komponentteja ja huoneistoon lähteviä heikkovirtakaapeleita. Ryhmäkeskus sijoitetaan kerrostalossa käytännössä aina eteiseen, sillä niissä on yleensä alas laskettu katto, jota pitkin nousujohdot tuodaan kaapelihyllyjä pitkin ryhmäkeskukselle. Huoneistokohtaisten ryhmäkeskusten lisäksi väestönsuojalle, IV-konehuoneelle, pesutuvalla ynnä muille vastaaville kokonaisuuksille asennetaan omat ryhmäkeskuksensa käyttökohteen vaatimilla komponenteilla. (9)



Kuva 4. Saneerattavan huoneiston vanha ryhmäkeskus (5).

### 3.4 Maadoitukset

Maadoitukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Maadoitusten ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksessa esiintyvää kosketus- ja askeljännitettä varmistamalla automaattisen poiskytkennän toimivuus. Maadoitukset estävät myös vaarallisten jännitteiden siirtymistä järjestelmästä toiseen. Lisäksi ne torjuvat vuotovirtojen ja valokaarien syntymistä. Mahdolliset vikatilanteet voivat liittyä rakennuksen sähköasennuksiin, sitä syöttävään järjestelmään tai ukkosen aiheuttamiin ylijännitteisiin. (4)



Kuva 6. Maadoituksen periaate PEN-johtimella varustetulla liittymisjohdolla (4).

Päämaadoituskiskoon yhdistetään kiinteistön kaikki maadoitusjohtimet, suoja(maadoitus)johtimet, pääpotentiaalitasausjohtimet sekä mahdolliset toiminnalliset maadoitusjohtimet. Maadoitus vaaditaan tehtäväksi kaikissa sähköliittymissä, jota syötetään PEN-johtimella varustetulla liittymisjohdolla. Päämaadoituskisko asennetaan paikkaan, jossa siihen pääsee tarvittaessa tarkastamaan liitoksia ja tekemään huoltotöitä. (4)

Maadoituselektrodin tulee myös olla jokaisessa sähköliittymässä. Maadoituselektrodilla saadaan johtava yhteys maahan, ja sillä on merkitystä vaadittavan maadoitusresistanssin arvoon. Maadoituselektrodin poikkipinta-ala on vähintään 16 neliömillimetrin kuparia tai 90 neliömillimetrin ruostumatonta tai kuumasinkittyä terästä. Maadoituselektrodina käytetään lähtökohtaisesti perustusmaadoituselektrodia, jolla tarkoitetaan suljettua renkaan muotoista johtavaa osaa. Se voi olla upotettu maahan rakennuksen perustusten alle tai betoniin. (4)

Maadoitusjohtimella tarkoitetaan päämaadoituskiskon ja maadoituselektrodin välillä olevaa johdinta. Maahan asennetun maadoitusjohtimen poikkipinta-ala tulee olla vähintään 16 neliömillimetrin kuparia. (4)

Potentiaalintasauksen tarkoituksena on liittää jännitteelle alttiit ja muut johtavat osat yhteen ja siten saavuttaa ne samaan potentiaaliin. Jännitteelle alttiita osia ovat sellaiset sähkölaitteistojen rungot, jotka tulevat jännitteisiksi peruseristyksen vikaantuessa. Muita johtavia osia ovat rakennuksen putket, kanavat ja runkorakenteet. Potentiaalintasausta käytetään myös häiriönsuojauksen takia. (4)

Jokaisessa rakennuksessa tulee olla pääpotentiaalintasaus. Sen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien osien välillä. Pääpotentiaalintasausjohtimen poikkipinta-ala tulee olla vähintään 6 neliömillimetrin kuparia. Suojajohdinjärjestelmästä pääpotentiaalintasausjärjestelmään liitetään asennusta syöttävän johdon suojamaadoitusjohdin tai PEN-johdin sekä maadoituselektrodi. Lisäksi metalliset vesi-, kaukolämpö- ja kaasuputket, rakenneosat, lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistot ja telekaapelivaipat liitetään pääpotentiaalintasaukseen. Rakenteissa käytettyjä betoniteräksiä liitetään vain, jos niiden rakenteita ei tarvitse rikkoa. (4)

Suojajohtimet kulkevat yleensä yhdessä äärijohtimien kanssa. Suojajohtimen mitoitukseen voidaan soveltaa menetelmää, jossa alle 16 neliömillimetrin äärijohtimella suojajohdin on samankokoinen kuin äärijohtin. Isommilla poikkipinta-aloilla käytetään apuna taulukkoa 11. Erillisen suojajohtimen, joka ei ole kaapelivaipan sisällä tai äärijohtimen kanssa samassa asennusputkessa, poikkipinta-ala tulee olla mekaanisesti suojattuna 2,5 neliömillimetriä ja ilman mekaanista suojaa 4 neliömillimetriä. (4)

Taulukko 11. Suojajohtimen minimipoikkipinta-alat (6).

Äärijohtimen poikkipinta S mm <sup>2</sup>	Vastaavan suojajohtimen minimipoikkipinta mm <sup>2</sup>	
	Suojajohdin on samaa materiaalia kuin äärijohtin	Suojajohdin on eri materiaalia kuin äärijohtin
$S \leq 16$	S	$k_1/k_2 \times S$
$16 < S \leq 35$	16 <sup>a</sup>	$k_1/k_2 \times 16$
$S > 35$	$S/2$ <sup>a</sup>	$k_1/k_2 \times S/2$
k <sub>1</sub> on äärijohtimen materiaalista ja eristyksestä riippuva kertoimen k arvo, joka on esitetty standardin SFS 6000 taulukossa A.54.1 tai osan 4-43 taulukoissa		
k <sub>2</sub> on kertoimen k arvo, joka on esitetty standardin SFS 6000 taulukoissa A 54.2...A 54.6		
<sup>a</sup> PEN-johtimen poikkipinnan pienentäminen on sallittu vai noudattamalla standardin SFS 6000 osan 5-52 nollajohtimen mitoituksen sääntöjä		

### 3.5 Dokumentointi

Standardi SFS 6000:n mukaan sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä tulosteita, joista ilmenevät erityisesti virtapiirien rakenne ja laji sekä tiedot suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuuksista. Dokumenttien tulee sisältää yksityiskohtaisesti tietoja johtimien tyypeistä, virtapiirien pituuksista, suojalaitteiden lajeista, mitoitusvirroista ja katkaisukyvyistä sekä prospektiivisista oikosulkuvirroista. Tietoja päivitetään jokaisen muutoksen jälkeen. Seuraavaksi on esitetty lista dokumenteista, joita voitaisiin pitää tarpeellisina laajemmassa saneerauskohteessa: (12)

Asemapiirustus on sijaintipiirustus, jossa esitetään

- pääkeskuksien ja telehuoneiden sijainnit

- liittymiskaapeleiden tyypit, reitit ja sijainnit
- valaisin-, lämmitin- ja laitepositiot
- teleteknisten laitteiden sijoitukset. (12)

Asennuspiirustus on sijaintipiirustus, jossa kohteen rakennuksen tasokuvissa esitetään

- sähkölaitteiden, -kojeiden ja -komponenttien sijoitus
- johdotusten vaatimat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit
- sähköenergian käyttö- ja jakelujärjestelmien johdotukset
- verkkojännitteisten ryhmien ryhmänumerot ja -rajat. (12)

Pääkaavio on ruotokuva, jossa esitetään

- johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa
- ryhmätunnus ja ryhmien nimet
- ryhmäsuojan koko ja tyyppi sekä varokepesän ja -alustan koko
- laite- ja lämmitysryhmien tehotiedot
- keskuksen tulevat ja siitä lähtevät johdot tai kaapelit tyypeineen. (12)

Piirikaavio on liitântätaulukko, jossa esitetään

- ohjauskytkentöjen toteutus
- ohjauspiireissä käytetyt komponentit sijainteineen
- laite- ja kojettunnuks
- sähkölämmitysryhmien tehotiedot
- liitinnumeroinnit. (12)

Kokoonpanopiirustus on naamakuva, jossa esitetään

- fyysiset mitat mittakaavassa
- komponenttien tunnuks
- keskuksen johdotus pääkiskotasolla. (12)

Keskuksen kojeluettelo, jossa esitetään



- kojeiden valmistaja, maahantuojat, tyyppi ja ominaisuudet. (12)

Järjestelmäkaaviot ovat yleiskaavioita, joissa esitetään

- maadoitusten ja potentiaalitasauksen toteutukset johdintyyppineen
- pää- ja nousujohtokaaviot johtotyyppineen
- kaapelireittikaaviot tyyppitietoineen
- tele-, tieto-, turva- ja automaatiojärjestelmät johdotus- sekä komponentti-tietoineen. (12)

## 4 As. Oy Sankaritie 9

As. Oy Sankaritie 9 sijaitsee Helsingin kaupungin 29. kaupunginosassa, korttelissa 29023, tontilla 14. Kiinteistöön kuuluu 2 asuinkerrostaloa, ja molemmissa taloissa on 4 asuinkerrosta, ullakko ja vesikatto sekä kellarikerros. Lisäksi toisesta talosta löytyy alempi kellarikerros. Huoneistoja on yhteensä 52 ja autohalleja 8 kappaletta. Huoneistoissa ei ole omia saunoja. Yleisiä tiloja ovat mm. saunat uima-altainen ja pukuhuoneineen, pesutupa, kuivaushuone, varastotilat sekä tekniset tilat. Kiinteistön kokonaiskerrosala on 2 308 neliometriä. Kiinteistö on valmistunut vuonna 1968. (13)

### 4.1 Projektin aloitus ja rajaus

Insinööriytyö käynnistettiin aloituskokouksella joulukuussa 2016. Tapaamiseen osallistuivat lisäksi tilaajan edustaja sekä työlle määrätty oppilaitoksen ohjaava opettaja. Tilaajan edustaja tiesi kertoa, että vuoden 2017 alkupuolella aloitettaisiin työssä kohteena olevan kiinteistön sähkötekniinen toteutussuunnittelu. Heti aloituskokouksen jälkeen olimme yhteydessä kyseisen asunto-osakeyhtiön hallitukseen, jolloin tiedustelimme mahdollisuuttani osallistua projektiin insinööriytyön teon puitteissa. Hallituksella ei ollut mitään tätä vastaan.

Aikatauluttaessani työtä kävi ilmi, että toteutussuunnittelu kestäisi ainakin loppukesään 2017 asti. Ehdotimme oppilaitokselle yhdessä tilaajan kanssa vaihtoehdosta, jossa suunnittelisin kohteen sähköenergian tuotannon, liittämisen ja pääjakeluun liittyvät dokumentit ja suorittaisin niiden ohessa olevia sähkötekniisiä laskelmia. Tämä sopi oppilaitokselle hyvin. Taulukkoon 12 on kuvattu saneerauksen suunniteltua aikataulua.

Taulukko 12. Saneerauksen aikataulu (14).

Hierarkia	Selite	Aloitus	Loppu
1	Konsulttisopimukset	12/2016	01/2017
1.1	Tiedote osakkaille hankkeen tilanteesta	01/2017	01/2017
1.2	Suunnittelun aloituskokous	01/2017	01/2017
1.3	Kiinteistökierrokset	01/2017	02/2017
1.4	Hormikartoitukset	02/2017	03/2017
1.5	Oskaskysely	02/2017	03/2017
1.6	Toteutussuunnittelu	02/2017	07/2017
1.7	Infotilaisuus	07/2017	07/2017
1.8	Rakennusluvan hakeminen	07/2017	09/2017
1.9	Urakan kilpailutus	07/2017	09/2017
2.0	Yhtiökokous/päätös urakan toteuttamisesta	09/2017	10/2017
2.1	Rakentamisen valmistelut/urakkasopimus	10/2017	11/2017
2.2	Rakennusaika	11/2017	08/2018
2.3	Takuuaika	08/2018	08/2019

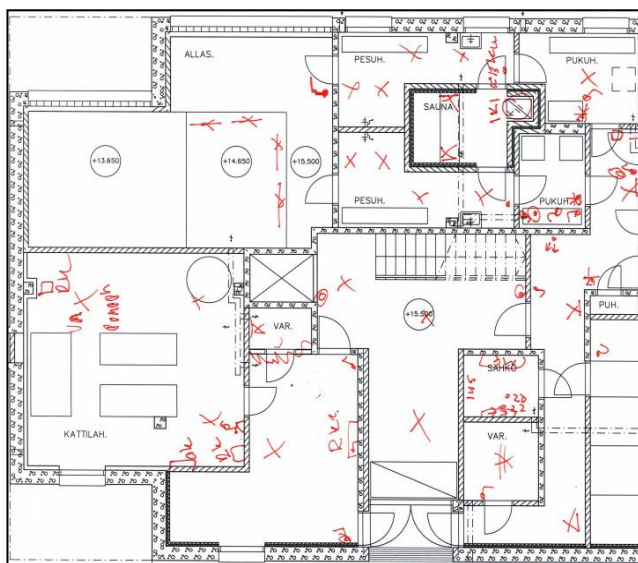
Sähköteknisesti kohteessa uusitaan seuraavat asiat:

- Sähköpää-, mittaus- ja huoneistokeskukset
- Nousujohdot em. keskusten välille
- Kylpyhuoneiden ja keittiön sähköistykset
- Kylpyhuoneisiin sähköinen mukavuuslattialämmitys
- Yhteistilojen valaistus
- Yleiskaapelointi- ja antenniverkko. (15)

#### 4.2 Kiinteistökatselmus

Kohteessa suoritettiin kiinteistökatselmus maaliskuun 2017 alussa. Tällöin kierrettiin kaikki huoneistot ja yleiset tilat toteutussuunnitteluvaihetta varten. Sähkösuunnittelijan lisäksi tiloja olivat kiertämässä saneerausurakan projektipäällikkö, arkkitehti, LVI-suunnittelija sekä asunto-osakeyhtiön isännöitsijä ja hallituksen jäseniä.

Kiinteistökatselmukseen varauduttiin tulostamalla etukäteen kohteen pohjapiirroksat. Piirroksiin sai hyvin tehtyä omia merkintöjä esimerkiksi uusittavien keskusten sijainneista. Vanhoja sähköpisteiden sijainteja merkittiin kuvaan 7. Tiloista otettiin myös kuvat 8 ja 9, joita pystyisi hyödyntämään esimerkiksi kaapelointireittien suunnitteluissa.



Kuva 7. C-rapun kellarin pohjapiirros apumerkintöineen.



Kuva 8. B-rapun sähköpääkeskus.



Kuva 9. B-rapun mittauskeskus.

#### 4.3 CADS Planner 17

Insinööriyön loppudokumentit toteutettiin Kyndata Oy:n valmistamalla CADS Planner 17 -version Electric Pro -sovelluksella. Kyndata Oy on kotkalainen vuonna 1979 perustettu ohjelmistotalo, joka on kehittänyt CADS-ohjelmistoja jo yli 35 vuoden ajan. Electric Pro soveltuu moniin eri sähkö- ja automaatioalan suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin. Näitä ovat mm. rakennussähköistys, teollisuussähkö- ja automaatio suunnittelu ja jakeluverkkojen suunnittelu. Piirustusten luontia oli helppo lähteä tekemään, sillä kyseisen ohjelmistotalon tuotteiden käyttöä harjoiteltiin runsaasti opintojen aikana. (16)

#### 4.4 Sähkötekniset laskelmat

##### 4.4.1 Nousujohtojen mitoitus

Mitoitus aloitetaan laskemalla liittymän huipputehon  $P_{max}$  tarve. Tehontarve määritetään taulukon 1 ensimmäisellä kaavalla:

$$P_{max} = B + \frac{17 \cdot A}{1000} \quad (10)$$

$A$  on kiinteistön kokonaiskerrosala

$B$  on kiinteistökohtainen pohjakuorma

Kiinteistökohtaisen pohjakuorman oletusarvo on 65 kilowattia, jos kiinteistössä on vähintään 15 huoneistoa ja kokonaiskerrosala on vähintään 2500 neliometriä. Muussa tapauksessa kiinteistökohtainen pohjakuorma lasketaan kaavalla:

$$B_x = \frac{A}{2500} * B \quad (11)$$

$$B_x = \frac{2308 \text{ m}^2}{2500 \text{ m}^2} * 65 \text{ kW} = 60 \text{ kW}$$

$$P_{max} = 60 \text{ kW} + \frac{17 \cdot 2308 \text{ m}^2}{1000} = 99 \text{ kW}$$

Liittymän huipputehon avulla saadaan laskettua maksimivirta  $I_{max}$  kaavan 5 avulla:

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

$$I_{max} = \frac{99\,200 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,96} = 149 \text{ A}$$

Seuraavaksi lasketaan kiinteistön 20 lämmitetyn autopaikan vaatima tehontarve  $P_p$  taulukossa 1 esiintyvän kaavan mukaan:

$$P_p = 10 \text{ kW} + 0,5 * n_{auto} \quad (12)$$

$n_{auto}$  on lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä

$$P_p = 10 \text{ kW} + 0,5 * 20 = 20 \text{ kW}$$

Kiinteistön autopaikkojen virraksi saadaan:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$I_p = \frac{20\,000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,96} = 30 \text{ A}$$

Kokonaisvirta on siis:

$$I_{kok} = I_{max} + I_p \tag{13}$$

$$I_{kok} = 149 \text{ A} + 30 \text{ A} = 179 \text{ A}$$

Kiinteistön A- ja B-rajut sisältävää asuinrakennusta syöttää tällä hetkellä AMCMK 3x185+56 -tyyppinen liittymiskaapeli. Pääkeskuksen pääsulakkeet ovat 3x200 ampeerin suuruisia. Liittymää ei uusita, koska nykyinen liittymiskaapeli ja sulakekoko ovat riittäviä. Lisäksi tilaajakaan ei mielellään halunnut lähteä uusimaan kaapelia. (17)

Koska sähköautojen määrä tulee todennäköisesti kasvamaan tulevaisuudessa, varaudutaan pääkeskuksessa siihen että kaikilla autopaikoilla voidaan ladata sähköautoa niin sanotulla hitaalla latauspisteellä. Hitaan latauspisteen tehontarpeeksi on arvioitu 3600 wattia. Kiinteistössä on 20 autopaikan lisäksi 8 autotallipaikkaa. Sähköauton latauksien tehontarve olisi silloin n. 100 kilowattia. Tällöin kiinteistöön voisi tarvita 400 ampeerin liittymää. Pääkeskuksen nimellisvirraksi annetaan siis 400 ampeeria. Lisäksi pääkeskus varustetaan kentällä johon mahdollisesti toinen tuleva liittymiskaapeli voidaan kytkeä. Kuvassa 10 on esitetty Helen Sähköverkko Oy:n käytettäviä liittymisjohtoja.

Pääsulake (A)	Nimellinen siirtokyky (kVA)	Liittymisjohtolaji ja koko (mm <sup>2</sup> )	Asennustila kotelossa (mm)	Varokotelon ulkopuolella (mm)	Alusta
3 x 25 3 x 35	17 24	AXMK 4 x 35 S	100	700	00/tulppa
3 x 50 3 x 63	34 43	AXMK 4 x 35 S	150	700	00/tulppa 00
3 x 80 3 x 100 3 x 125	55 69 86	AXMK 4 x 70 S	200	700	00
3 x 160 3 x 200	110 138	AXMK 4 x 185 S	300	900(700*)	2(1)

\*) = 700 mm riittää, jos kaapeli ja laippa voidaan asentaa paikalleen etukautta ilman pujottamista.

Suurinta, 185 mm<sup>2</sup> kaapelia voidaan asentaa useita rinnakkain, kun pääsulakkeena käytetään 200 A (enintään 4 kpl/4 x 3 x 200 A).

Vanhan jo olemassa olevan AMCMK 3x120+41 tai AMCMK/AXCMK 3x185+57 -kaapelin rinnalle voidaan asentaa uusi AXMK 4x185 S -kaapeli.

**Keskijännitteellä:**  
Helen Sähköverkko Oy:n alueella (10 kV ja 20 kV) käytetään pääsääntöisesti kaapelia AHXAMK-W 3x240 mm<sup>2</sup>, kaapelin sisällä on 70 mm<sup>2</sup>:n Cu -johdin.

Kuva 10. Helen Sähköverkko Oy:n alueella käytettävät liittymisjohdot (17).

Mittauskeskusten huipputehon määrittämiseksi tulee ensin laskea yksittäisen huoneiston huipputeho. Peruskuorman suuruus riippuu huoneiston pinta-alasta. Peruskuorman laskemiseen käytetään kaavaa 2:

$$P_{kk} = 6 \text{ kW} + \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} * A_h$$

Esimerkiksi 28 neliömetrin huoneiston huipputeho lasketaan seuraavasti:

$$P_{kk} = 6 \text{ kW} + \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} * 28 \text{ m}^2 = 6,6 \text{ kW}$$

Useita asuntoja sisältävän asuinrakennuksen mitoittava teho lasketaan huoneistojen keskimääräisen tehontarpeen perusteella. Keskimääräinen huoneistokohtainen teho kerrotaan asuntojen määrällä sekä asuntojen välisellä samanaikaisuuskertoimella huo-



neiston sisäisen samanaikaisen kertoimen lisäksi. Huoneistojen välinen tasauskerroin  $C(N_h)$  lasketaan seuraavasti:

$$C(N_h) = C_{min} + (1 - C_{min}) * \{1/[1 + \log(N_h) / \log(A_{ka})]\}^{3,5} \quad (14)$$

$C_{min}$  on etukäteen valittu minimitasauskerroin

$N_h$  on huoneistojen lukumäärä

$A_{ka}$  on huoneistojen keskimääräinen pinta-ala

Mittauskeskuksen A, joka syöttää 16:ta keskimäärin 42,8 neliömetrin huoneiston sähköenergiaa, tasauskerroin on

$$C(N_h) = 0,22 + (1 - 0,22) * \{1/[1 + \log(16) / \log(42,8)]\}^{3,5} = 0,33$$

16 huoneiston sähköenergian huipputehona  $P_{max}$  on 104 kilowattia, joten huoneistojen välisen tasauskerroimen avulla saadaan mittauskeskus A:n keskimääräiseksi tehoksi  $P_{MKA}$ :

$$P_{MKA} = P_{max} * C(N_h) \quad (15)$$

$$P_{MKA} = 104 \text{ kW} * 0,33 = 34 \text{ kW}$$

Mittauskeskus A:n keskimääräinen teho  $P_{MKA}$  jaetaan vielä tunnetulla tehokertoimella  $\cos\varphi$ :

$$P_{MKAtod} = \frac{P_{MKA}}{\cos\varphi} \quad (16)$$

$$P_{MKAtod} = \frac{34 \text{ kW}}{0,96} = 35 \text{ kW}$$

Mittauskeskus A:n keskimääräisen tehon avulla saadaan kyseisen mittauskeskuksen maksimivirta  $I_{max}$ :

$$I_{max} = \frac{35\,000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,96} = 53 \text{ A}$$

Nykyinen kuormitus mahdollistaisi mitoituksen perusteella 63 ampeerin etusuojan käyttämisen. Koska kohteessa ei tulla saavuttamaan mainittavia kustannussäästöjä, valittiin kohteeseen 80 ampeerin etusuoja. Tämä mahdollistaa pääkeskuksen ja mittauskeskus A:n välille paksumman kaapelin valitsemisen, jolla voidaan parantaa automaattisen poiskytkennän toimivuutta ja pienentää jännitteenalenemaa. Myös mahdollisesti tulevaisuudessa ilmenevä tehontarpeen lisääminen ei muodostu ongelmalliseksi.

Sähkösuunnittelussa on aikojen saatossa kehittynyt tietoa tarkempien laskelmien rinnalle myös kokemusperäisestä taloudellisesta mitoituksesta. Kokonaisedullisuuteen vaikuttavia epävarmuustekijöitä on paljon, joten apuna voidaan käyttää esimerkiksi kaapelien tunnettuja ominaisuuksia. Alumiinisilla kaapeleilla on todettu, että virrantiheysarvon tulisi olla 0,8–1,4 neliömillimetriä ampeeria kohden. Kohteen pääkeskuksen ja mittauskeskus A:n välinen nousukaapelointi voidaan toteuttaa seuraavasti (18):

$$1,4 \frac{\text{mm}^2}{\text{A}} * 53 \text{ A} = 74,2 \text{ mm}^2 \quad (17)$$

Näin ollen pääkeskukselta lähtevä nousukaapeli mittauskeskus A:lle voi olla tyypiltään esimerkiksi AMCMK 4x70+21.

Lopuksi etsitään sopiva nousukaapeli mittauskeskus A:n ja A-portaassa sijaitsevan huoneiston ryhmäkeskuksen välille. Edellä mainittiin, että 28 neliömetrin huoneistolla huipputeho on 6,6 kilowattia. Tällöin ryhmäkeskuksella käytettävissä oleva virta on

$$I_{max} = \frac{6600 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,96} = 10 \text{ A}$$

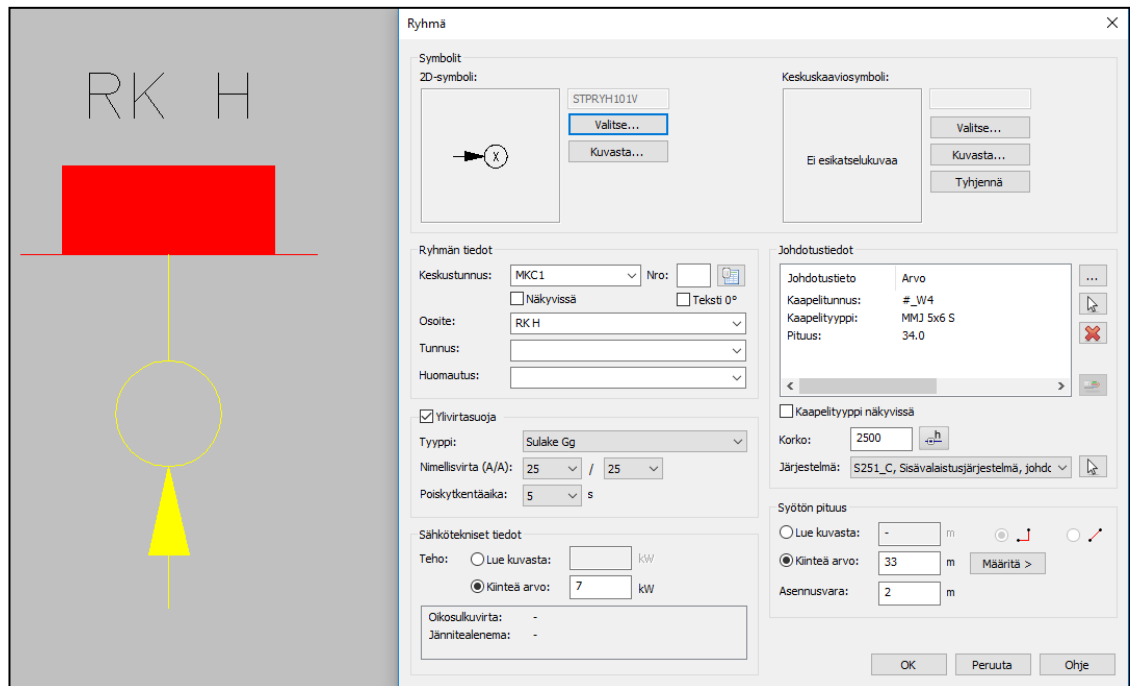
Valitaan etusuojan nimellisvirraksi seuraava kokoluokka 16 ampeeria. Taulukon 3 mukaan kaapelin kuormitettavuuden tulee silloin olla vähintään 18 ampeeria. Tiedetään, että mittauskeskukselta A lähtee yhteensä 16 asunnon nousukaapelit pinta-asennuksena johtokoteloon asennettuna. Muiden kaapelien korjauskertoimeksi saadaan taulukon 10 mukaan 0,5. Näin ollen kaapelin todellinen kuormitettavuus on

$$\frac{18 \text{ A}}{0,5} = 36 \text{ A} \quad (18)$$

Taulukon 10 mukaan pinta-asennettu kuparijohtiminen nousukaapeli voi tällöin olla tyypiltään esimerkiksi MMJ 5x6 S.

#### 4.4.2 Oikosulkumitoitus

Kohteen oikosulkuvirtojen mitoitus suoritetaan CADS Planner 17 -ohjelmalla kuvan 11 lähtötietojen perusteella. Suunnittelupohjalla luodaan ensin keskus sekä sitä syöttävä ryhmäjohto. Ryhmäjohtoa klikkaamalla avautuu ikkuna, johon syötetään oikosulkuvirtaa varten oleellisia tietoja. Näitä ovat esimerkiksi ryhmäjohdon kiinteä tehollisarvo sekä pituus. Kun keskuksen ja sitä syöttävän nousujohdon välinen yhteys on luotu tarvittavilla lähtötiedoilla, ohjelma laskee kuvassa 12 esiintyvien piirien oikosulkuvirtojen lisäksi myös kaapelissa kulkevat jännitteenalenemat.



Kuva 11. Mittarikeskuksen MKC1 ja ryhmäkeskuksen RK H välisen nousujohdon oikosulkuvirran määrittäminen.

Keskus	Osoite	Johdotus	Kaapelipituus (m)	Teho (kW)	Ylivirtasuojia (A)	Oikosulkuvirta (A)	Jännitealenema (%)
OK A	RKP	MMJ 5x16 S	43.0	30.0	S 35	1102	0.88
OK A	SIIV.PR	MMJ 3x2.5 S	22.7	2.5	B 16	461	1.49
OK A	RK-HISSI A	MMJ 5x10 S	61.0	15.0	S 35	633	1.00
OK A	RK-HISSI B	MMJ 5x10 S	27.0	15.0	S 35	1098	0.44
OK A	RK VSS	MMJ 5x6 S	40.0	10.0	S 25	591	0.73
OK B	RK S	MMJ 5x6 S	11.0	10.0	S 25	923	0.20
OK B	RK-HISSI C	MMJ 5x10 S	36.0	15.0	S 35	698	0.59
OK B	RK L/H	MMJ 5x6 S	13.0	10.0	S 25	870	0.24
MKC1	RK H	MMJ 5x6 S	34.0	7.0	S 25	544	0.43
PK	MKB	AMCMK 4x70/21 AN	21.0	35.0	S 125	2039	0.19
PK	MKC1	AMCMK 4x70/21 AN	54.0	24.0	S 125	1384	0.34
PK	MKC2	AMCMK 4x70/21 AN	57.0	24.0	S 125	1345	0.35
PK	KK B	AMCMK 4x70/21 AN	54.0	60.0	S 63	1384	0.84
PK	KK A	AMCMK 4x70/21 AN	5.0	60.0	S 125	2646	0.08
PK	MKA	AMCMK 4x70/21 AN	35.0	35.0	S 125	1698	0.32
RK H	PR	MMJ 3x2.5 S	22.7	2.5	B 16	276	1.49
RK H	VAL.	MMJ 3x1.5 S	22.7	2.0	B 10	207	1.99

Kuva 12. Kiinteistön oikosulkuvirtojen mitoitusarvoja.

Ohjelma laskee oikosulkuvirtoja Thevenin menetelmällä. Johtimien impedanssit lasketaan poikkipintojen ja materiaalin ominaisvastuksien mukaan. Oikosulkuvirtaa laskettaessa johtimien vastuksia korjataan vielä lämpötilakertoimella, joka on oletusarvoisesti  $+80^{\circ}$ . (19)

#### 4.5 Dokumentointi

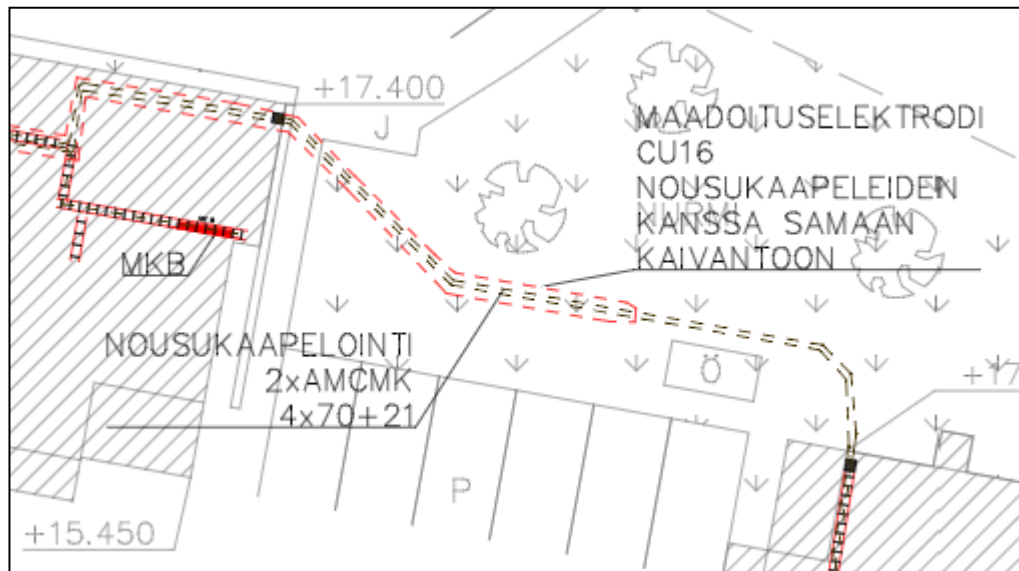
Insinööriyön pääpaino jaettiin aikataulullisista syistä S2010-nimikkeistön alakohtien S21 ja S22 sisältöön. Nämä kohdat sisältävät mm. sähköliittymään, sähkökeskuksiin, sähkökeskusta syöttäviin kaapelointeihin ja maadoituksiin liittyviä osakokonaisuuksia. Tässä projektissa dokumentoin asemapiirustuksen, kerrosten tasopiirustukset, pääsekä mittauskeskusten pääkaaviot, nousujohtokaavion sekä maadoituskaavion. Jokaisen dokumentin oikeaan alalaitaan on sijoitettu oma erillinen nimiötietokenttä, josta käyvät ilmi kyseisen piirustuksen tiedot.

INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN					
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm		
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintä	
29	023	14			
MUUTOS			SÄHKÖPIIRUSTUS		
AS. OY SANKARITIE 9 SANKARITIE 9 00320 HELSINKI			TASOPIIRUSTUS KELLARIKERROS A-TALO MK: 1:50		
CERTIMO OY Eskolantie 1 00720 Helsinki		Info@certimo.fi www.certimo.fi 0400-456911	Pvm 31.3.2017 Piirt. Suunn. LH Tark. T.K. Yht.hiö Lehti	Työnumero 1001652	Tilaajan numero Piiirustusnumero Muutos
			SÄH	102	

Kuva 13. Tasopiirustusdokumentin nimiö.

#### 4.5.1 Asemapiirustus

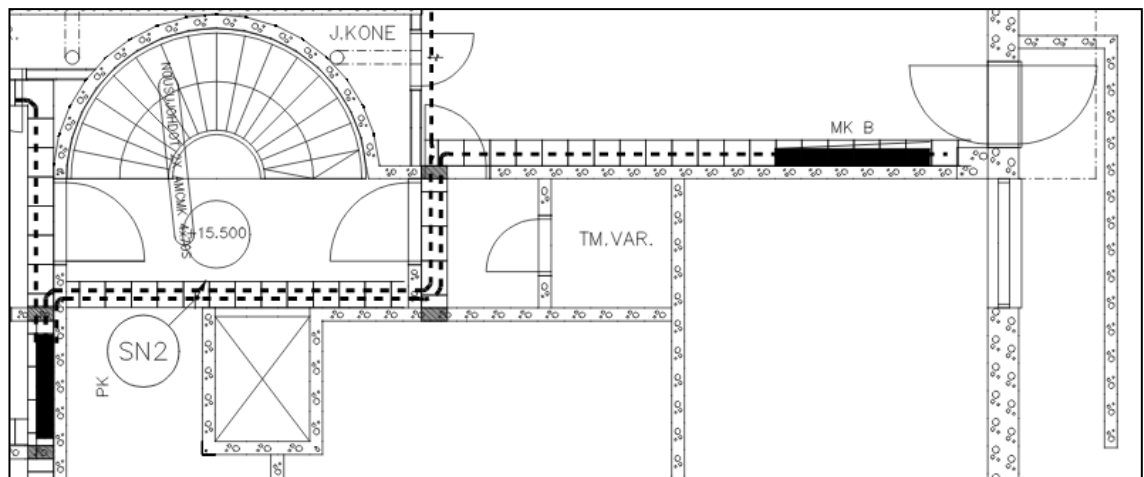
Asemapiirustuksen päätarkoituksena on esittää rakennuksen sijainnit tontilla. Sähköteknisesti on olennaista, että asemapiirustuksesta käy ilmi kiinteistön liittymiskaapelit, rakennusten väliset nousukaapelit asennusreititeineen, maadoituselektrodin sijainti sekä alueen muut sähköistykset.



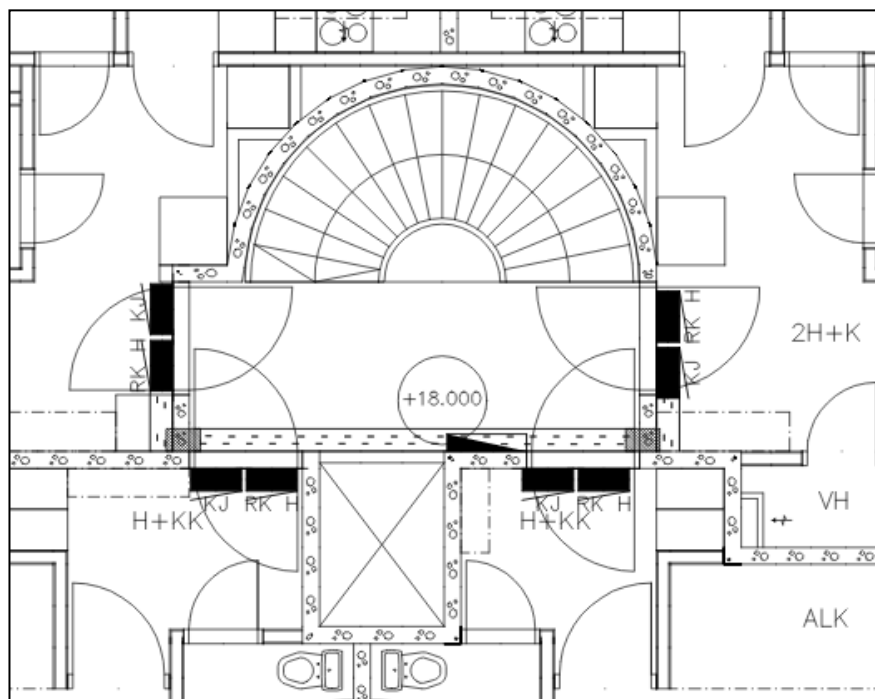
Kuva 14. Asemapiirustus asuinrakennusten väliseltä osalta.

#### 4.5.2 Tasopiirustukset

Tasopiirustuksissa esitetään liittymis- ja nousukaapelien reititykset, sähkökeskukset, pystysuuntaiset kerrosten väliset nousukohdat ja johtokanavat. On syytä huomata, että insinöörityön rajaus sähköenergian tuotantoon, liittämiseen ja pääjakeluun vähentää huomattavasti normaalisti tasopiirustuksissa esiintyvien piirrosmerkkien määrää.



Kuva 15. Tasopiirustus pääkeskuksen ja mittauskeskus B:n yhteyden osalta.

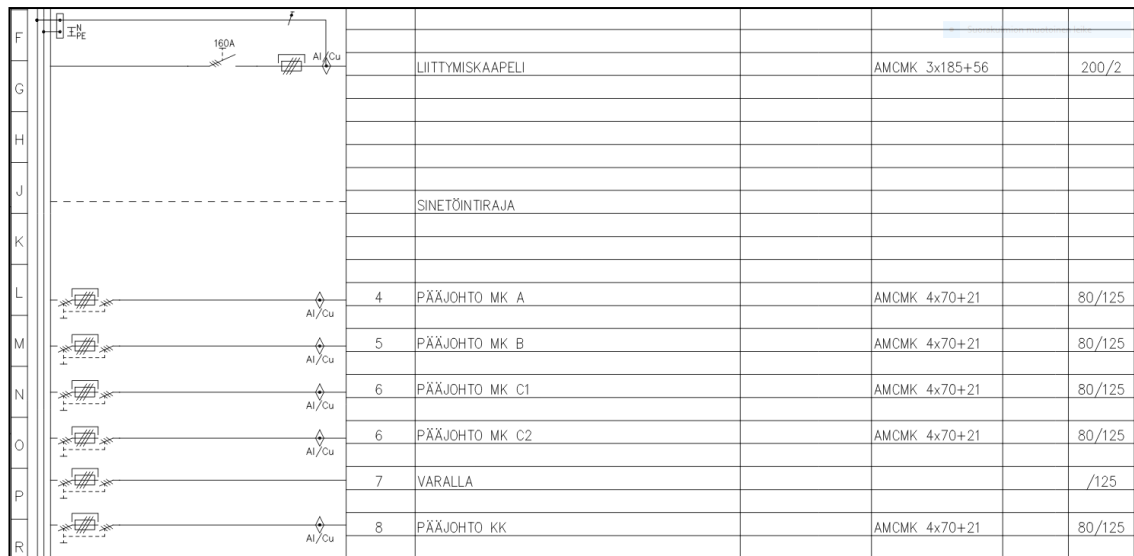


Kuva 16. Tasopiirustus A-talon 1.kerroksen sähkökeskusten ja johtoreittien osalta.

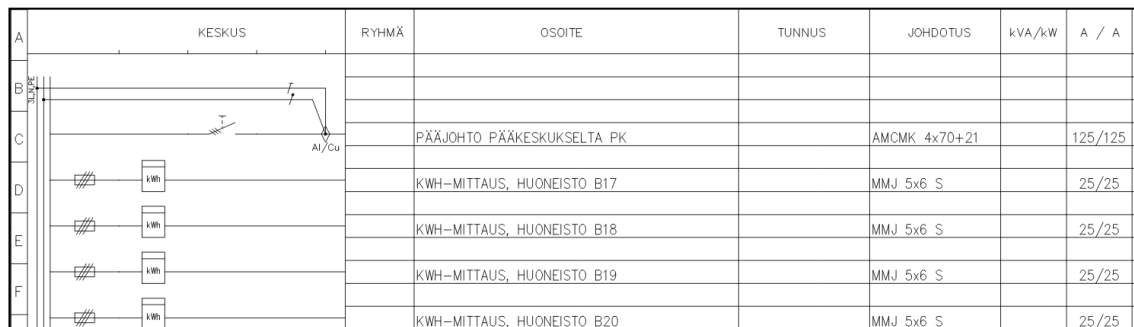
#### 4.5.3 Pääkaaviot

Keskuksen pääkaaviossa esitetään keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot, keskuksen rakenne ja siihen liittyvät komponentit. Pääkeskusaaviossa esitetään pääkeskusta syöttävä liittymiskaapeli sekä pääkeskuksen syöttämät muut keskuksat sulake- ja nousujohtotietoineen. Mittauskeskuksen pääkaaviossa esitetään mittauskeskuksen syöt-

tämät huoneistokohtaiset ryhmäkeskukset sulake-, energiamittari- ja nousujohtotietoi-  
neen.



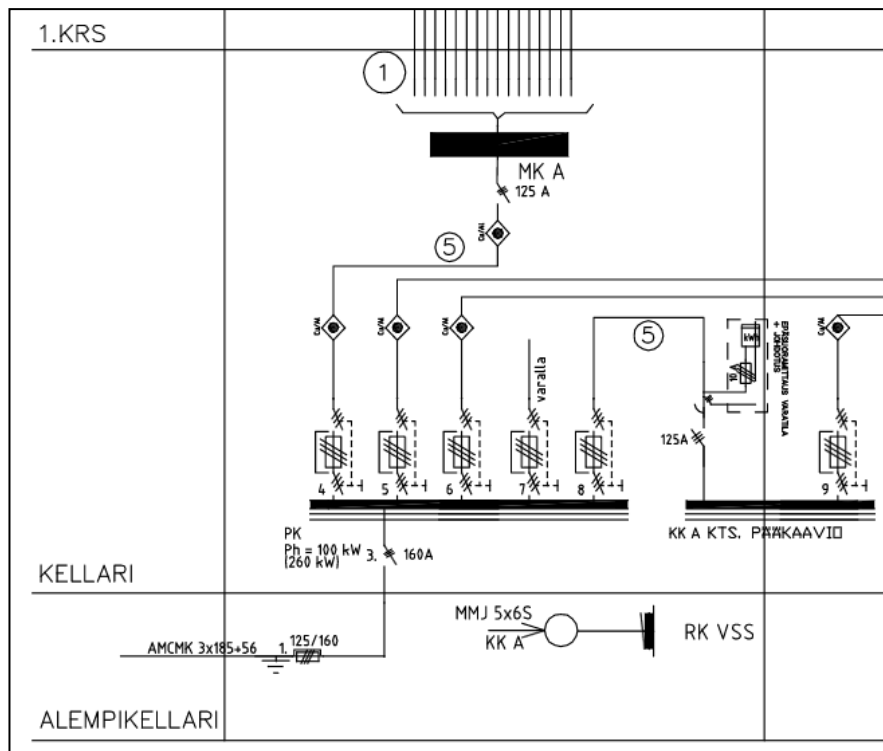
Kuva 17. Pääkeskuksen pääkaavio liittymiskaapelin ja nousujohtojen osalta.



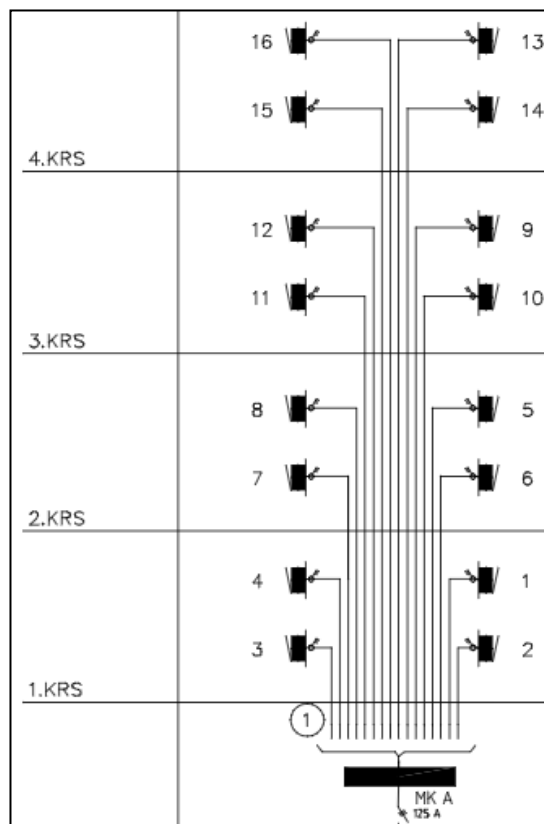
Kuva 18. Mittauskeskus B:n pääkaavio neljän huoneiston osalta.

#### 4.5.4 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavion tarkoituksena on esittää kiinteistön sähkönjakelujärjestelmän rakennetta. Nousujohtokaaviossa näkyy järjestelmään liittyvät pää-, mittaus-, jako- ja ryhmäkeskukset sekä niiden välillä olevat kaapeloinnit sulaketietoineen. Myös kiinteistön sähköverkon liitos yleiseen sähköverkkoon tulee esittää. Nousujohtokaavion ymmärtämistä on helpotettu kerroksien vaakaviivajaolla, huoneistokohtaisten ryhmäkeskusten numeroinnilla asunnon mukaan sekä selitekentässä käytettyjen kaapeleiden luettelolla.

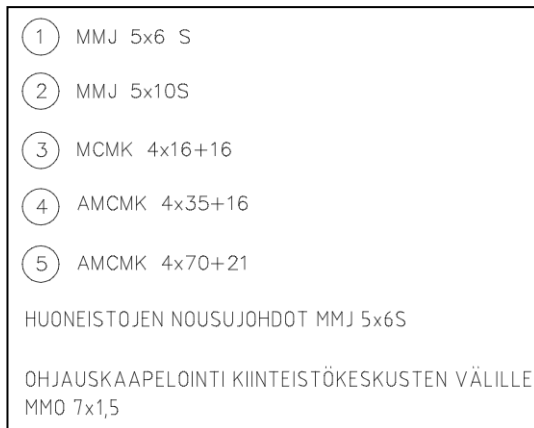


Kuva 19. Nousujohtokaavio kiinteistön sähköverkon liittymisen osalta.



Kuva 20. Nousujohtokaavio huoneistojen nousukaapeloinnin osalta.

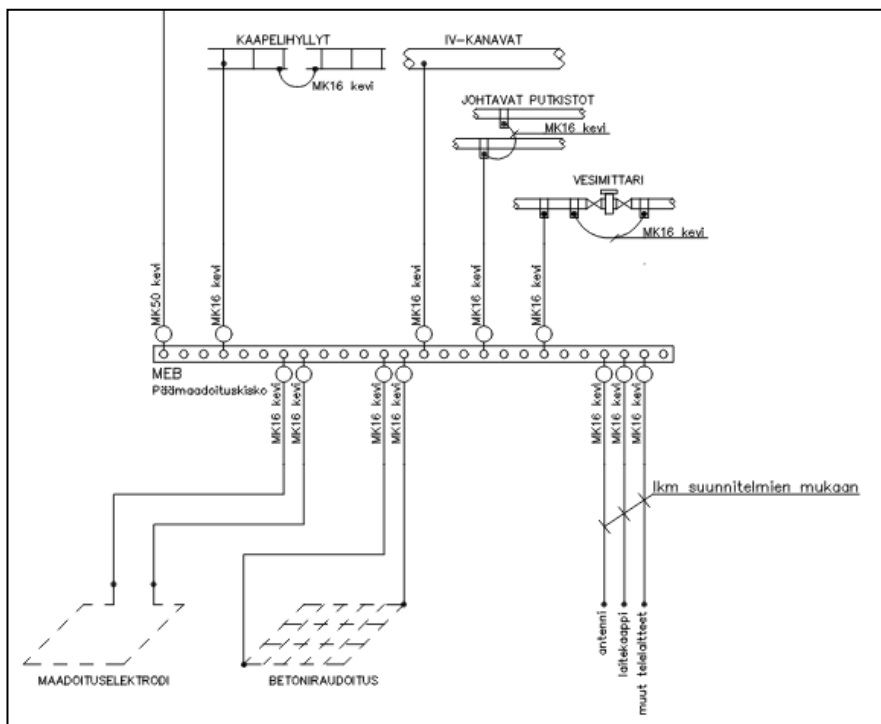




Kuva 21. Nousujohtokaavio kaapelointitietojen osalta.

#### 4.5.5 Maadoituskaavio

Maadoituskaaviossa esitetään kiinteistön maadoitusverkon rakennetta. Maadoituskaaviosta käy ilmi päämaadoituskiskoon liitettävät kiinteistön johtavat ja metalliset osat, joita ovat esimerkiksi vesiputkistot, kaapelihyllyt ja betonirauditus. Myös liitoksen maadoituselektrodiin täytyy olla näkyvissä. Maadoituskaavio on tärkeä dokumentti sähköturvallisuuden kannalta.



Kuva 22. Maadoituskaavio päämaadoituskiskoon liitettävien johtavien osien osalta.

## 5 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä tehtiin todelliseen kohteeseen tuotantoon, liittämiseen ja pääjalkeluun liittyviä sähkösuunnitelmia ja sähkötekniisiä laskelmia. Mielestäni työn lopputulos oli onnistunut, sillä ennen projektin aloittamista pohdittu insinööriyön aiheen rajaus toteutui täysin suunnitelmien mukaan.

Erityisen tyytyväinen olen työssä käytettyjen lähteiden määrään. Aihe oli toki itsessään niin laaja, että tiedon etsimiseen oli muutenkin hyvä käyttää runsaasti aikaa. Monenlaisista kirjallisuutta aiheesta löytyi niin fyysisten kirjojen kuin sähköisten materiaalienkin osalta.

Haastavin osa oli ehdottomasti sähkötekniisten laskelmien tekeminen, joihin sain kuitenkin hyvin apua työnohjaajiltani. Lisäksi aiempien lukuvuosien suoritetuista kaapelien ja suojalaitteiden mitoittamista sisältäneistä opintojaksojen muistiinpanoista oli paljon hyötyä.

Sähkötyöselostus olisi oleellisesti kuulunut projektiin, mutta sen valmistus jouduttiin jättämään pois tästä insinööriyöstä aikataulusyiden vuoksi.

Opin tämän insinööriyön aikana myös saneeraushankkeiden kulusta ja siitä, kuinka projektien eri osapuolet linkittyvät toisiinsa. Perusparannettavien kohteiden määrä tulee lähitulevaisuudessa olemaan huomattava, joten aiheeseen pääsee varmasti tutustumaan syvemmin myös vastaisuudessa.

## Lähteet

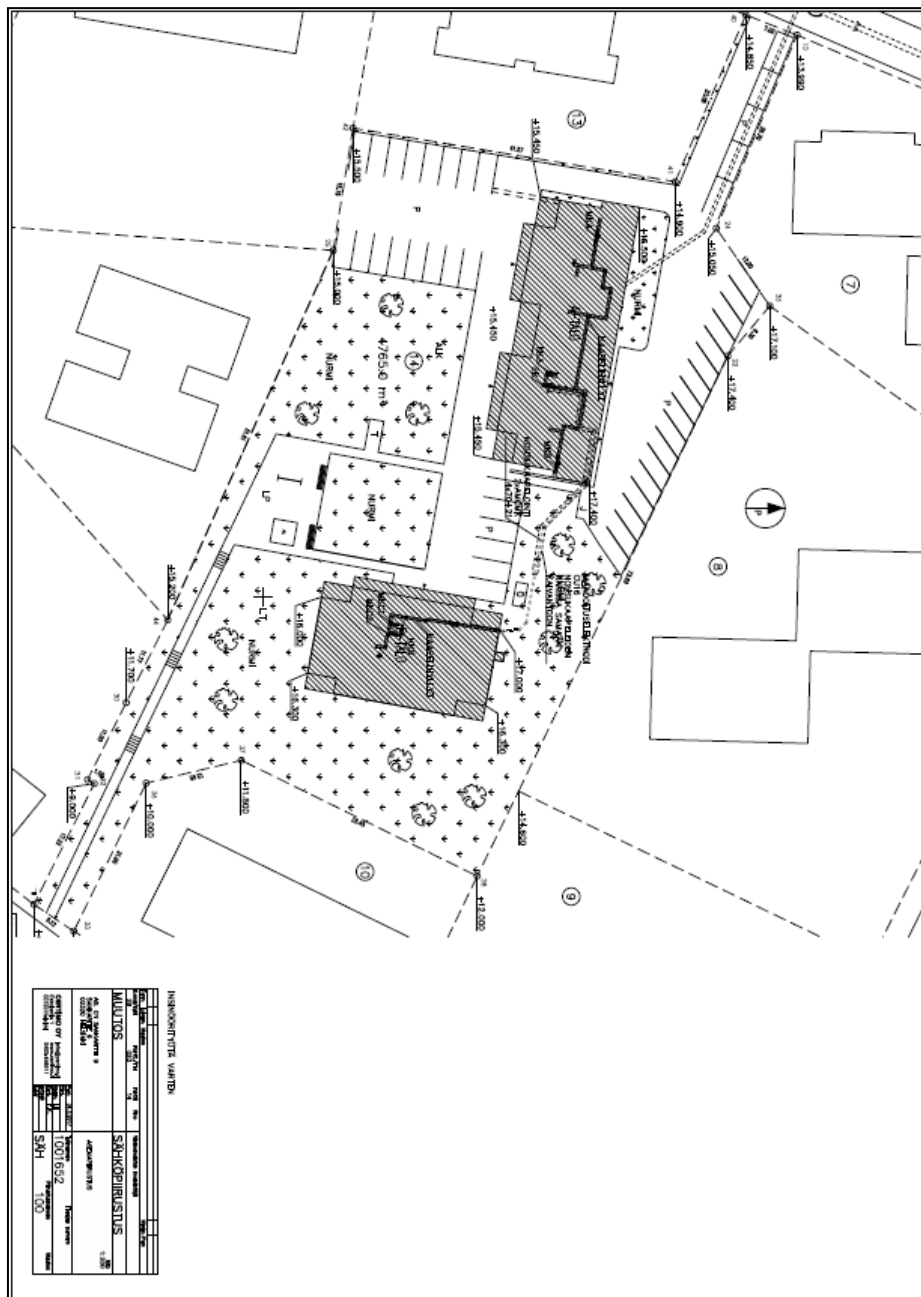
- 1 Asuntoyhtiön korjaushankkeen kulku. 2010. RT 18-11004. RT-ohjekortti. Rakennustieto.
- 2 Korjaushankkeen vaiheet. 2005. Verkkodokumentti. Taloyhtio.net. <<http://www.taloyhtio.net/korjausjaremontointi/toteutus/vaiheet/>>. Luettu 25.12.2016.
- 3 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2015. ST 13.31. ST-ohjekortti. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 4 Tiainen, Esa. 2010. Sähköasennusopas. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 5 Nurmio, Jarno. 2016. Sähköisen talotekniikan opetuskalvot. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 6 SFS 600-1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 7 Soronen, Petri. 2015. As. Oy Kuopion Punapossun kuntotutkimus ja sähkösaneraussuunnitelma. Insinööriyö. Savonia-ammattikorkeakoulu.
- 8 Johdon mitoitus. 2016. Verkkodokumentti. Oulun Ammattikorkeakoulu. <[http://www.oamk.fi/~pekkar/kevat\\_2016\\_aineisto/Kiinteiston\\_sahkoverkko/Osa2\\_Johdon\\_mitoitus\\_k2016.pdf](http://www.oamk.fi/~pekkar/kevat_2016_aineisto/Kiinteiston_sahkoverkko/Osa2_Johdon_mitoitus_k2016.pdf) >. Luettu 30.12.2016.
- 9 Karimäki, Juha. 2005. Kerrostalon sähkösuunnitteluohje. Insinööriyö. Tampereen Ammattikorkeakoulu.
- 10 Sähköinen varustetaso asuinkerrostalossa ja kerrostaloasunnossa. 2016. ST 25.21. ST-ohjekortti. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 11 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. 2013. ST 51.22. ST-ohjekortti. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 12 Ylinen, Timo. 2011. Sähköremontti. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 13 Projektiakataulu. 2016. As Oy Sankaritie 9 linjasaneeraus. Helsinki: Corrector Oy.
- 14 Taloyhtiön dokumentti. 2016. Yhtiöjärjestys. Helsinki: Asunto-Oy Sankaritie 9.

- 15 Taloyhtiön dokumentti. 2016. Suunnittelutarjouspyyntömateriaali. Helsinki: Asunto-Oy Sankaritie 9.
- 16 CADS Electric. 2017. Verkkodokumentti. Kydata Oy.  
<<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/>>.  
Luettu 26.3.2017.
- 17 Sähköliittymäliite. 2009. Verkkodokumentti. Helsingin Sähköverkko Oy.  
<[https://www.helsinginsahkoverkko.fi/globalassets/sahkonsiirto/hsv/hsv-liittyma-liittymisjohdot-su20109\\_11pdf/](https://www.helsinginsahkoverkko.fi/globalassets/sahkonsiirto/hsv/hsv-liittyma-liittymisjohdot-su20109_11pdf/)>. Luettu 26.3.2017.
- 18 Taloudellinen mitoitus. 2006. Verkkodokumentti. Suomen Virtuaaliammattikorkeakoulu.  
<<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1132057231100/1132058075250/1132059523782/1149570994413.html/>>. Luettu 26.3.2017.
- 19 CADS Ohje. 2017. Sähkötekniset laskelmat CADSissä (Pro). Kotka: Kydata Oy.

## Liite 1. Piirustusluettelo

CERTIMO OY		Piirustusluettelo		
Eskolantie 1 00720 Helsinki <a href="mailto:info@certimo.fi">info@certimo.fi</a> <a href="http://www.certimo.fi">www.certimo.fi</a>		Työ 1001652		
Asunto Oy Sankaritie 9 Sankaritie 9 00320 Helsinki		Kaupunginosa:	29	
Insinööriyötä varten 31.3.2017		Kortteli:	29023	
		Tontti:	14	
Piir. n:o	Piirustuksen sisältö	Mittakaava	Päiväys	Muutos
100	Asemapiirustus	1:200	31.3.2017	
101	Tasopiirustus, A-talo, alakellari	1:50	31.3.2017	
102	Tasopiirustus, A-talo, kellari	1:50	31.3.2017	
103	Tasopiirustus, A-talo, 1. kerros	1:50	31.3.2017	
104	Tasopiirustus, A-talo, 2. kerros	1:50	31.3.2017	
105	Tasopiirustus, A-talo, 3. kerros	1:50	31.3.2017	
106	Tasopiirustus, A-talo, 4. kerros	1:50	31.3.2017	
121	Tasopiirustus, B-talo, kellari	1:50	31.3.2017	
122	Tasopiirustus, B-talo, 1. kerros	1:50	31.3.2017	
123	Tasopiirustus, B-talo, 2. kerros	1:50	31.3.2017	
124	Tasopiirustus, B-talo, 3. kerros	1:50	31.3.2017	
125	Tasopiirustus, B-talo, 4. kerros	1:50	31.3.2017	
201	Pääkaavio, pääkeskus		31.3.2017	
204	Pääkaavio, mittauskeskus A		31.3.2017	
205	Pääkaavio, mittauskeskus B		31.3.2017	
206	Pääkaavio, mittauskeskus C1		31.3.2017	
207	Pääkaavio, mittauskeskus C2		31.3.2017	
401	Nousujohtokaavio		31.3.2017	
402	Maadoituskaavio		31.3.2017	

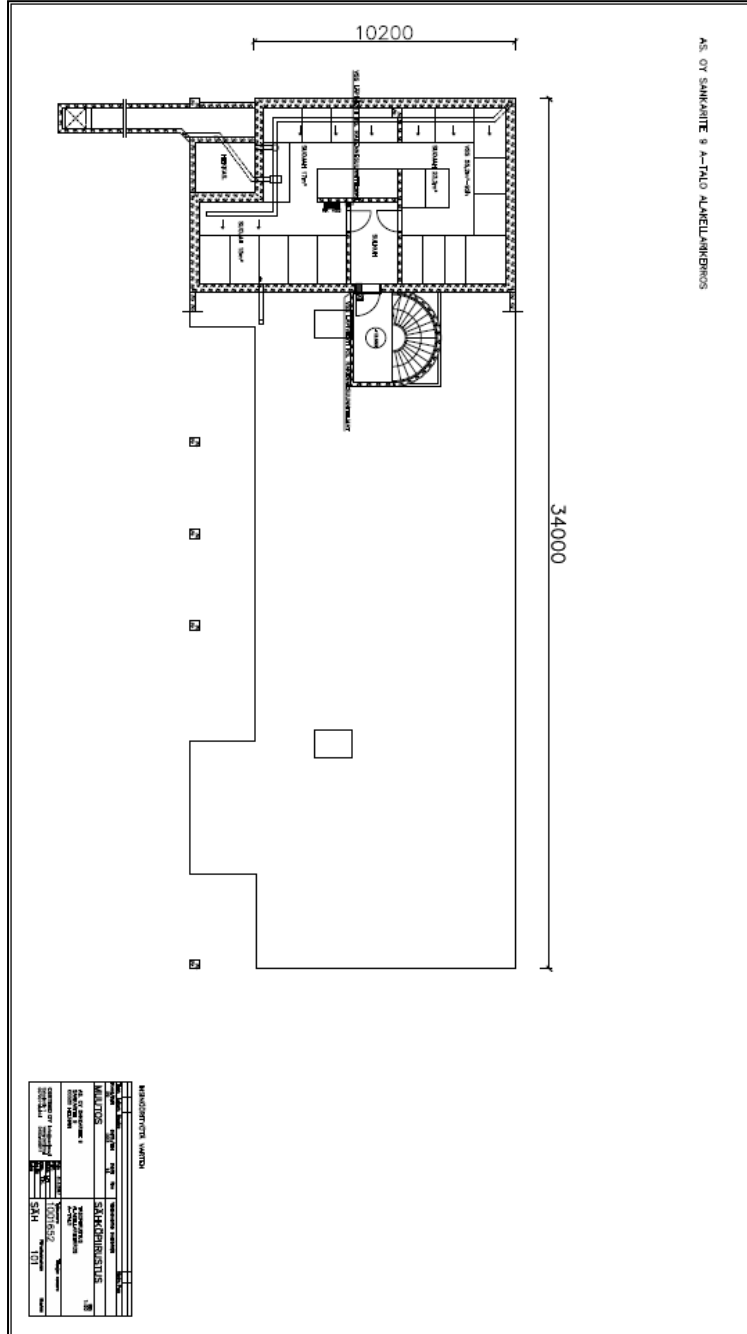
**Liite 2. Asemapiirustus**



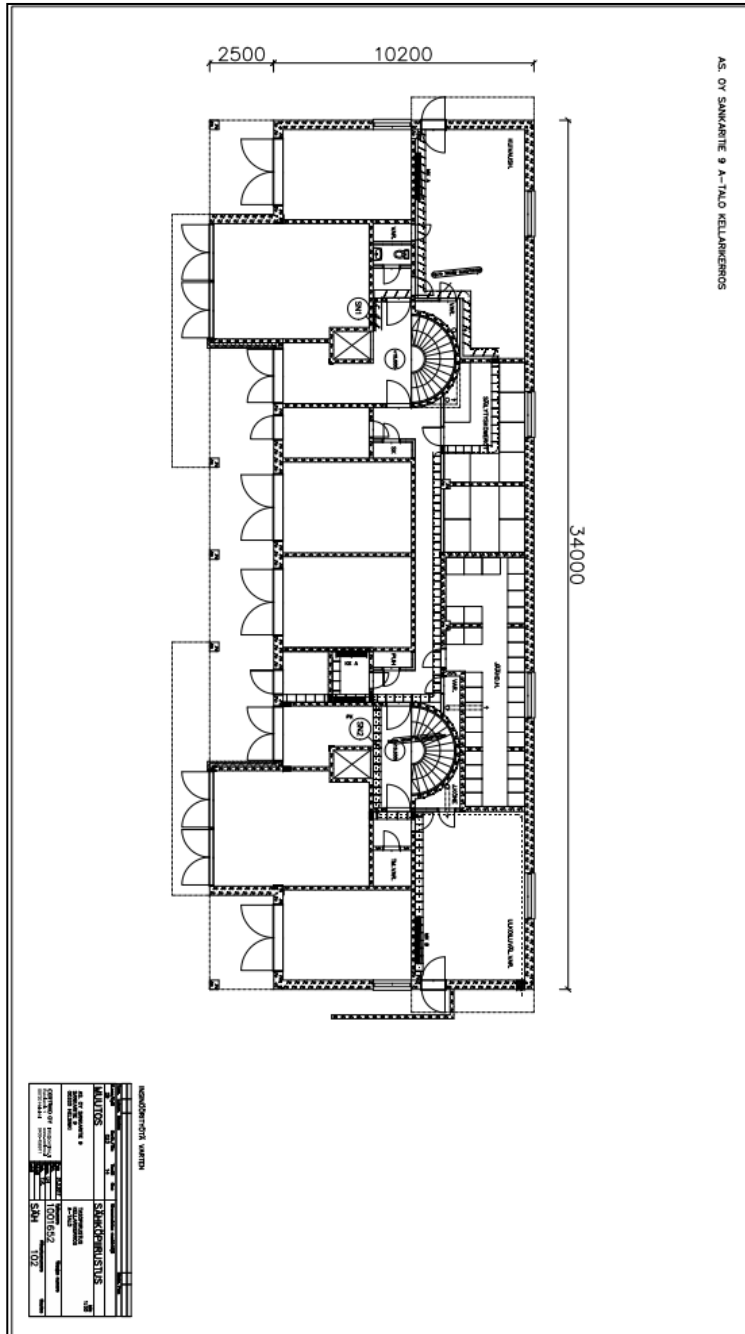
INNOVATIIVINEN VÄRTÄ

NIMI	SIIVOS	YHTIÖ	YHTIÖ
KÄSIPESIVÄ			
MUUTOS		SIIVOKSIPIIRUSTUS	
NUMERO		4000001111	
LAATU	10001662		
SIIVOKSIPIIRUSTUS			
SIIVOKSIPIIRUSTUS			
SIIVOKSIPIIRUSTUS			

### Liite 3. Tasopiirustus, A-talo, alakellari



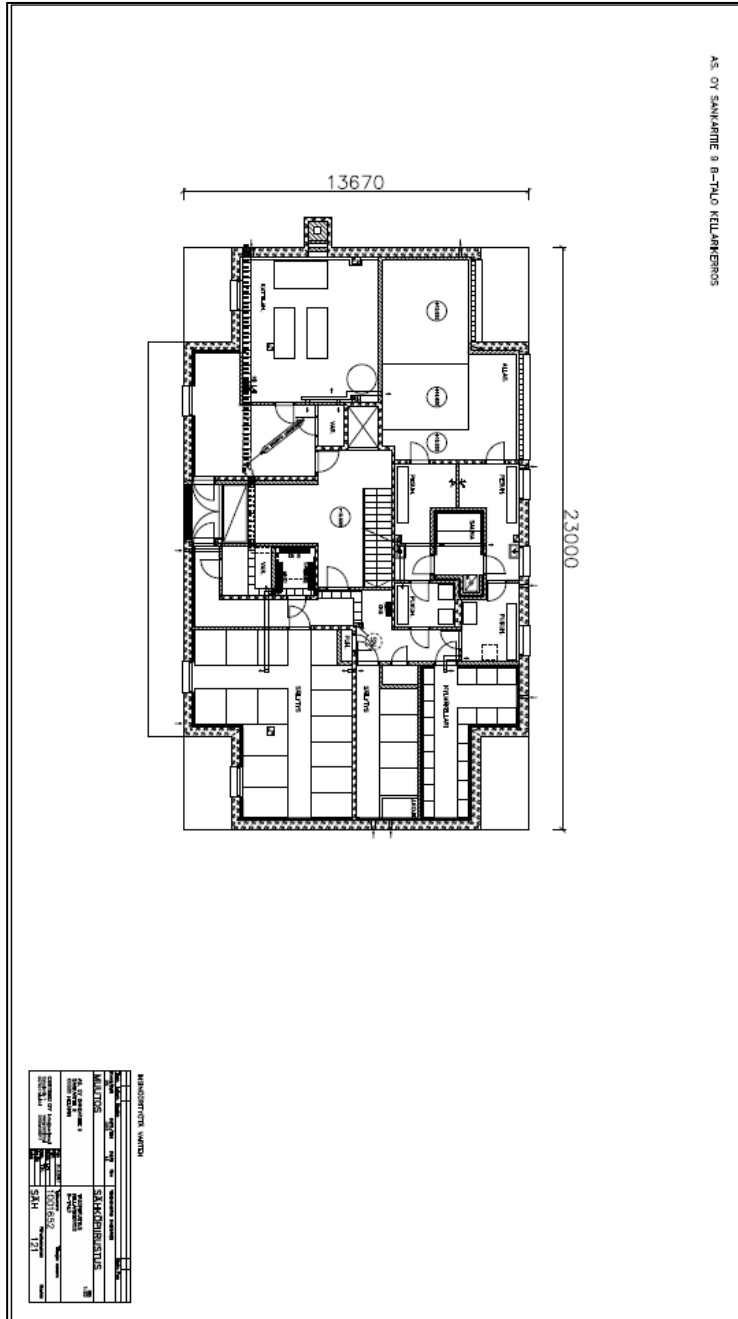
Liite 4. Tasopiirustus, A-talo, kellari







### Liite 6. Tasopiirustus, B-talo, kellari





Liite 8. Pääkaavio, pääkeskus

A muutos		INSINÖÖRITYTÄ VARTEN		D muutos	
B muutos				E muutos	
C muutos				F muutos	
S		K		E	
P		J		D	
R		H		C	
O		G		B	
N		F		A	
M		E		A	
L		D		A	
K		C		A	
J		B		A	
I		A		A	
H		A		A	
G		A		A	
F		A		A	
E		A		A	
D		A		A	
C		A		A	
B		A		A	
A		A		A	

**A SÄHKÖTEKNIIKALLISET TIEDOT**

MEKUS

1. Nimellijännite U<sub>N</sub> 400 V  
 2. Jännitevahvistus keskuksen U<sub>N</sub> +50 Hz  
 3. Toojuus U<sub>N</sub> 50 Hz  
 4. Nimellivirta I<sub>N</sub> 400 A  
 5. Ohjainjännite U<sub>N</sub> 400 V  
 6. Keskuksen lämpötila R<sub>N</sub> 40 °C  
 7. Käikot vaihtovirta AC L1 L2 L3 PEN PE  
 8. Käikot vaihtovirta DC L+ L- M PE  
 9. Ohjainjännite U 230 V  
 10. Apujännite 1 S 50 Hz  
 11. Apujännite 2 S 50 Hz

**LIITTYVÄT KUORMITUKSET**

12. Jäädä/järjestelmä käyttömoduulit 4) TN-C-S   
 käyttömoduulit 5) TN-S   
 käyttömoduulit 6) IT   
 13. Teho osennettu S kVA  
 tähtituu S kVA  
 14. Tehokerto cos φ  
 15. Lämpöteho osuus kW

**B RAKENNUSTIEDOT**

1. Keskusdij   
 kerro   
 kellarik   
 2. Korkeusluokitus mh ip 20

**C KÄYTTÖTIEDOT**

1. Turvamedinät   
 2. Turvavälikkeet   
 3. Turvavälikkeiden määrä   
 4. Turvavälikkeiden tyyppi   
 5. Turvavälikkeiden valmistaja   
 6. Turvavälikkeiden käyttöikä   
 7. Turvavälikkeiden tarkastus   
 8. Turvavälikkeiden tarkastusväli   
 9. Turvavälikkeiden tarkastusohje   
 10. Turvavälikkeiden tarkastusohjeen nimi   
 11. Turvavälikkeiden tarkastusohjeen numero   
 12. Turvavälikkeiden tarkastusohjeen päiväys   
 13. Turvavälikkeiden tarkastusohjeen laajuus   
 14. Turvavälikkeiden tarkastusohjeen laajuus   
 15. Turvavälikkeiden tarkastusohjeen laajuus

**D KÄYTTÖTIEDOT**

1. Keskuksen kalustus   
 2. Keskuksen kalustus   
 3. Keskuksen kalustus   
 4. Keskuksen kalustus   
 5. Keskuksen kalustus   
 6. Keskuksen kalustus   
 7. Keskuksen kalustus   
 8. Keskuksen kalustus   
 9. Keskuksen kalustus   
 10. Keskuksen kalustus   
 11. Keskuksen kalustus   
 12. Keskuksen kalustus   
 13. Keskuksen kalustus   
 14. Keskuksen kalustus   
 15. Keskuksen kalustus

**E KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**F KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**G KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**H KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**I KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**J KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**K KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**L KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**M KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**N KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**O KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**P KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**Q KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**R KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**S KÄYTTÖTIEDOT**

1. Käytön   
 2. Käytön   
 3. Käytön   
 4. Käytön   
 5. Käytön   
 6. Käytön   
 7. Käytön   
 8. Käytön   
 9. Käytön   
 10. Käytön   
 11. Käytön   
 12. Käytön   
 13. Käytön   
 14. Käytön   
 15. Käytön

**Yhteystiedot:**

Yhteystiedot: info@cedimo.fi  
 www.cedimo.fi  
 Eskoentie 1  
 00720 Helsinki  
 0400-569111

**AS OY SANKARITIE 9**  
 SANKARITIE 9  
 00520 HELSINKI

**PÄÄKAAVIO**  
 PÄÄKESKUS PK

Liite 8.3.2017  
 Päiväys: 1/2  
 SÄH 201

Yhteystiedot: info@cedimo.fi  
 www.cedimo.fi  
 Eskoentie 1  
 00720 Helsinki  
 0400-569111

A muutos		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		D muutos																													
B muutos				E muutos																													
C muutos				F muutos																													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S															
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37							
KESKUS		RHYHMÄ		OSOITE		TUNNUS		JOHDOTUS		IWA/MW		A / A		HUOM.																			
				K.S. MAADUTUSKAANO																													
				POTENTIAALIN TASAUS				MKB1 50 KEM																									
				POTENTIAALIN TASAUS																													
				LITTYMISKAAPELI (NYRKINEN)				AMOKK 3x185+56				200/2																					
				SINETITRIBALIA																													
				4 PÄÄLOHTO MK A				AMOKK 4x70+21				80/125																					
				A/You																													
				5 PÄÄLOHTO MK B				AMOKK 4x70+21				80/125																					
				A/You																													
				6 PÄÄLOHTO MK C1				AMOKK 4x70+21				80/125																					
				A/You																													
				7 VARALLA																													
				PÄÄLOHTO KK A				AMOKK 4x70+21				80/125																					
				A/You																													

**CERTIMO OY** info@certimo.fi  
 Eskonitie 1 www.certimo.fi  
 00720 Helsinki 0400-456911

**AS OY SANKARITIE 9**  
 SANKARITIE 9  
 00320 HELSINKI

**PÄÄKÄÄMÖ**  
 PÄÄKESKUS PK

Yht. / 05.12.2017  
 P. / 2/2  
 SÄH 201

Liite 9. Pääkaavio, mittauskeskus A

A	muutos	INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN	A KESKUS 1. Mittaajajänite U <sub>A00</sub> ____ V 2. ajoneuvojen leikkuuseen U <sub>A50</sub> ____ Hz 3. Tuloilma L <sub>125</sub> ____ Hz 4. Nivellinosa L <sub>125</sub> ____ A 5. Oksidulakeskusaus kivimäki L <sub>A</sub> ____ mA diesolin L <sub>A</sub> ____ mA SFS 154:n mukaan L <sub>A</sub> ____ mA 6. Keskukseen hiljaisuus L <sub>A</sub> ____ dB 7. Käökät vai johdot AC L <sub>1</sub> ____ L <sub>2</sub> ____ L <sub>3</sub> ____	
B	muutos			B Käökät vai johdot DC L <sub>1</sub> ____ L <sub>2</sub> ____ L <sub>3</sub> ____ PEN ____ N ____ PE ____
C	muutos			F Käökät vai johdot AC L <sub>1</sub> ____ L <sub>2</sub> ____ L <sub>3</sub> ____ PEN ____ N ____ PE ____
D	muutos	H 9. Ohjusjärjelmä U ____ V f ____ Hz I ____ A S ____ LVA		
E		J 10. Apu jännite 1 ____ V 11. Apu jännite 2 ____ V		
F		K LIIETÄVÄT KUODAMITTIKSET		
G		L 12. Käkelu/järsäntäkäytönäödettyä 4) T <sub>A-C-S</sub> ____ käytönäödettyä 5) T <sub>A-S</sub> ____ käytönäödotumaton T ____		
H		M 13. Teho asennettu S ____ LVA tuotettu S ____ LVA		
I		N 14. Tulokeitohin cos $\phi$ ____ 15. Lämmitysohjan osuus ____ Lw		
J		O B RAKENNETTIEDOT		
K		P 1. Keskuskuji kerno koroli ____ keuhko ____ 2. Koronkattuldu m <sub>n</sub> p <sub>20</sub> ____		
L		R 3. Keskukseen rakenteet 1-puoliset ____ 2-puoliset ____ 2 kpl 1-puolisia edeltä varokkaan 4. Aiempi maadoitus piiritilä ____ 5. Pölyrisitys 6. Asennus- ja tulkittekoet 7. Käökään yhtenäinen ohjainto 8. Käökään ohjainjärjestelmä 9. Käökään ohjainjärjestelmä 10. Käökään ohjainjärjestelmä 11. Asennusohje		
M		S 1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
N		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
O		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
P		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
Q		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
R		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
S		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
T		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
U		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
V		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
W		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
X		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
Y		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
Z		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		
[ ]		1. Keskukseen kalustus 2. Käökään kalustus 3. Käökään kalustus 4. Käökään kalustus 5. Käökään kalustus		

A muutos		INSINÖÖRITYÖÄ VARTEN		D muutos																						
B muutos				E muutos																						
C muutos				F muutos																						
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S								
KENKUS	RINNAK	OSOTTE	TUNNUS	JÄRJÖTYS	KVA/KW	A / A	HUOM.																			
		PÄÄOHJO PÄÄKESKIKSELTA PK		AVOIKK 4x70+21		125/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A1		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A2		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A3		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A4		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A5		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A6		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A7		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A8		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A9		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A10		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A11		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A12		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A13		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A14		MML 5x6 S		25/75																				
		KWH-MITTAUS, HUONESTO A15		MML 5x6 S		25/75																				

**CERTIMO OY**  
 Eskoentie 1  
 00720 Helsinki  
 Info@certimo.fi  
 www.certimo.fi  
 0400-456911

**AS OY SANKKARITIE 9**  
 SANKKARITIE 9  
 00520 HELSINKI

**PÄKKAAYO**  
 MONIMITTARIKESKUS MKA

Liitteen  
 nro. 7/1.2017  
 sivut  
 2/3

Kokouksen  
 pöytäkirja  
 SÄH 204

Sähköposti  
 1001652

A muutos			INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN													D muutos																																					
B muutos																E muutos																																					
C muutos																F muutos																																					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37								
KESKUS		RYHMÄ		OSOITE		TUNNUS		JOHDOTUS		KVA/MW		A / A		HUOM.																																							

**CERTIMO OY** Info@certimo.fi  
 Eskoentie 1 www.certimo.fi  
 00720 Helsinki 0400-458911

**AS OY SANKARITIE 9**  
 SANKARITIE 9  
 00520 HELSINKI

**PÄÄKAAVIO**  
 MÖNNITTÄRIKESKUS MKA

Katantaka  
 7/13/2017  
 3/3  
 SÄH 204  
 1/2017/252



**Liite 10. Pääkaavio, mittauskeskus B**

A muutos		B muutos		C muutos		D muutos		E muutos		F muutos																									
INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN																																			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37									
<b>A SÄHVITEKNIIKALLISET TIIVOT</b>																																			
<b>MEKSIKUS</b> 1. Nimellisjännite U <sub>N</sub> 400 V 2. Jännitehäiriö keskuksen U <sub>N</sub> 50 V 3. Taajuus f 50 Hz 4. Nimellisvirta I <sub>N</sub> 25 A 5. Ohjaukseenmuutos Termien dynominen U <sub>N</sub> HA SFS 15k:n mukaan R <sub>h</sub> LW 6. Keskuksen häiriötaso L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> 7. Kiskot tai johdot AC L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> DC L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> PE PEN PBN												<b>C TIIVYTYKSEIKENNÄT</b> 1. Turunmerkit: vaihtojon normaali eilisen ohje (sähköteily) 2. Keskuksen turvaohje vaihtojon normaali eilisen ohje (sähköteily) 3. Keskusohjeiden turvaohjeet vaihtojon normaali eilisen ohje (sähköteily) 4. Keskusohjeiden kahten merkitys --- vaarallinen ohjeille eilisen ohje (sähköteily) 5. Keskusohjeiden häikäsin merkitys kahden rivi - ja julkisen numero 6. Seisäsen koptien merkitys vaihtojon normaali eilisen ohje (sähköteily) 7. Seisäsen johdinten merkitys ei suoriteta 8. Eilisen ohje (sähköteily) "SEIKUNTA VESA OLLUSKUNTA" "SEIKUNTA B KATVAISE JÄÄNITTA" "KATKUNTA OLLUSKUNTA"																							
<b>B RAKENNTEIDOT</b> 1. Keskuksioj kerro kono kerro karkke 2. Koteloituksio m:n IP 20												<b>D KAIUTTEIDOT</b> 1. Keskuksen kalutus vaihtojon normaali eilisen ohje (sähköteily) 2. Käytökseen typpi m 3. Käytökseen alooatettau uiooatettau 4. Käytökseen kankkioatettau 5. Käytökseen kankkioatettau 6. Käytökseen kankkioatettau																							
<b>A</b> 3. Keskuksen roterne 1-puolelisen 2-puolelisen 2 lpi 1-puolelisa selot vortokkaan 4. Asemauotupa pinnae putkioatettau 5. Kikrius seilitin 6. Asemau- ja tulokentteet sähkökdot 7. Keskuksen yhteyden oikate luokko 8. Keskuksen oiden ja kaanan oouurunduloa min 90 aasetta 9. Karkien saireohtit kytokentteet Häikokentteohtit 10. Pmskateily vaihtojon normaali eilisen ohjen mukaan 11. Asehuatilla leeva kotoas, normaali muu synys, normaali 12. Ympäteily illopitilla normaali 20...25 C min...C max...C 13. Keskusohjeiden karkkioatettau 1 lin/kaantit 1 lin/2 karkkio vaihtojon normaali leepis 14. Lehtioa seiser keskuksen ohtioia aevot lähtioit oton potokeotioa												<b>E KAAPPELONTEIDOT</b> 6. Laskusarvitamunujen koimtoja sähköteily keskuksiohtioitiga 1. Syteis kaopeli kaiooio 2. Syteis kaopeli kaiooio pituus lähtioitiga isekemlekel m 2. Syteis tatasuunia lähtioitiga 3. Syteis lähtioitiga vooomallo oikello 4. Käytökseen lähtioitiga alaa 5. Käytökseen lähtioitiga koptiin 6. Käytökseen lähtioitiga raititimin L N PE 6. Ohjauksooatettau lähtioitiga 7. Ohjauksooatettau lähtioitiga																							
<b>12. Jädeluorasteina käyttöoatettau 4j Tu-C-S käyttöoatettau 5j Tu-S käyttöoatettau oait</b> 13. Tono oaitettau S LVA 14. Tonderein S S LVA 15. Lämmitysten osuus LW												<b>ILOUK:</b> Keskuksen ulaa olla sirotteilyssä. Keskuksen niitit tukokseen ennen tilausta. 1/3 SÄH 205																							
<b>CERTIMO OY</b> info@certimo.fi <b>ESKOILARITE 1</b> www.certimo.fi <b>00720 HELSINKI</b> 0400456911												<b>AS OY SANKARITE 9</b> <b>00320 HELSINKI</b>												<b>PÄÄKAAVIO</b> <b>MONIITTARIKESKUS MKB</b> SUUNN. 20.3.2017 MYN. 1/3 KOKONAISUUS SÄHKÖSUUNNITTELU											

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S			
A muutos		B muutos		C muutos		D muutos		E muutos		F muutos		G muutos		H muutos		I muutos		J muutos		K muutos		L muutos		M muutos		N muutos		O muutos		P muutos		Q muutos		R muutos		S muutos			
INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN					
HEIKKUS		RITMIK		OSOITE		TUUNNUS		JOHDOTUS		KVA/KW		A / A		HUOM.																									
				PÄÄLÖHTO PÄÄHEIKKUSKESKIJÄ PIK				ANOKK 4x70+21		125/125																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B17				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B18				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B19				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B20				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B21				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B22				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B23				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B24				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B25				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B26				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B27				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B28				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B29				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B30				KMH 5x6 S		25/25																													
				KMH-MITTAUS, HUONEISTO B31				KMH 5x6 S		25/25																													

**CERTIMO OY** info@certimo.fi  
 Eskoentie 1 www.certimo.fi  
 00720 Helsinki 0400458911

AS OY SANKKARITIE 9  
 SANKKARITIE 9  
 00320 HELSINKI

PÄÄKÄÄVIO  
 MONIMITTARIKESKUS MKB

Suunn. 29.3.2017  
 Mitt. 27.3.  
 Pääsuunnitelma

SÄH 205



Liite 11. Pääkaavio, mittauskeskus C1

A muutos		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		D muutos	
B muutos				E muutos	
C muutos				F muutos	
S				S	

A SÄHKÖTEKNIIKALLISET TEODOT		C TUNNUSMERKINNÄT	
<p><b>KESKUS</b></p> <p>1. Nennäisvirta <math>I_{n400}</math> _____ V</p> <p>2. Jänniteohje keskuksen <math>U_{n400}</math> _____ V</p> <p>3. Toisuus _____ + 50 _____ %</p> <p>4. Nenniteho <math>I_{n25}</math> _____ A</p> <p>5. Ohjaukselaajuus _____</p> <p>6. Keskuksen häviöteho <math>P_{L1}</math> _____ kW</p> <p>7. Kiskot tai johtimet AC _____</p> <p>8. Kiskot tai johtimet DC L+ _____ M _____ L- _____ PE _____ PEN _____</p> <p>9. Ohjaukselaajuus _____ U _____ V _____ f _____ Hz _____ A _____ kVA _____</p> <p>10. Apujännite 1 _____</p> <p>11. Apujännite 2 _____</p> <p><b>LIETTAVAT KUORMITUKSET</b></p> <p>12. Jäkelijärjestelmä kirjotusmoduulit 4, TN-C-S <input checked="" type="checkbox"/> kirjotusmoduulit 5, TN-S <input type="checkbox"/> kirjotusmoduulit _____</p> <p>13. Teho _____ S _____ kVA _____</p> <p>14. Tehoarvo _____ S _____ kVA _____</p> <p>15. Lämpötilan olosuhteet _____ °C _____ °F _____ °K _____</p> <p><b>B RAKENNETEODOT</b></p> <p>1. Keskuksija <input type="checkbox"/></p> <p>2. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>3. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>4. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>5. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>6. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>7. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>8. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>9. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>10. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>11. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>12. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>13. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>14. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p> <p>15. Keskuksen laatu <input type="checkbox"/></p>		<p>3. Keskuksen rakennus</p> <p>1-puolinen <input type="checkbox"/></p> <p>2-puolinen <input type="checkbox"/></p> <p>3-puolinen <input type="checkbox"/></p> <p>4. Asennustapa _____</p> <p>5. Keskuksen rakennus _____</p> <p>6. Keskuksen rakennus _____</p> <p>7. Keskuksen rakennus _____</p> <p>8. Keskuksen rakennus _____</p> <p>9. Keskuksen rakennus _____</p> <p>10. Keskuksen rakennus _____</p> <p>11. Keskuksen rakennus _____</p> <p>12. Keskuksen rakennus _____</p> <p>13. Keskuksen rakennus _____</p> <p>14. Keskuksen rakennus _____</p> <p>15. Keskuksen rakennus _____</p>	
<p><b>D KÄYTTÖTEODOT</b></p> <p>1. Keskuksen laatu _____</p> <p>2. Keskuksen laatu _____</p> <p>3. Keskuksen laatu _____</p> <p>4. Keskuksen laatu _____</p> <p>5. Keskuksen laatu _____</p> <p>6. Keskuksen laatu _____</p> <p>7. Keskuksen laatu _____</p> <p>8. Keskuksen laatu _____</p> <p>9. Keskuksen laatu _____</p> <p>10. Keskuksen laatu _____</p> <p>11. Keskuksen laatu _____</p> <p>12. Keskuksen laatu _____</p> <p>13. Keskuksen laatu _____</p> <p>14. Keskuksen laatu _____</p> <p>15. Keskuksen laatu _____</p>		<p>1. Tunnusmerkinnot</p> <p>2. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>3. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>4. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>5. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>6. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>7. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>8. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>9. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>10. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>11. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>12. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>13. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>14. Keskuksen tunnusmerkit</p> <p>15. Keskuksen tunnusmerkit</p>	
<p><b>E TOIM:</b></p> <p>1. Keskuksen laatu _____</p> <p>2. Keskuksen laatu _____</p> <p>3. Keskuksen laatu _____</p> <p>4. Keskuksen laatu _____</p> <p>5. Keskuksen laatu _____</p> <p>6. Keskuksen laatu _____</p> <p>7. Keskuksen laatu _____</p> <p>8. Keskuksen laatu _____</p> <p>9. Keskuksen laatu _____</p> <p>10. Keskuksen laatu _____</p> <p>11. Keskuksen laatu _____</p> <p>12. Keskuksen laatu _____</p> <p>13. Keskuksen laatu _____</p> <p>14. Keskuksen laatu _____</p> <p>15. Keskuksen laatu _____</p>		<p>6. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>7. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>8. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>9. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>10. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>11. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>12. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>13. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>14. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p> <p>15. Laskutusmenettelyt ja toiminta</p>	

<p>AS OY SANKARITIE 9 SANKARITIE 9 00370 HELSINKI</p>		<p>PÄÄKAAVIO MONIMITTARIKESKUS MKC1</p>	
<p>Info@certimo.fi www.certimo.fi 0400-156911</p>		<p>Suunnittaja: SAH 206 Pääsuunnittelija: SAH 206</p>	

				A muutos		B muutos		C muutos		D muutos		E muutos		F muutos												
<b>INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN</b>																										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S								
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
KESKUS	RHYMÄ	OSIOI	TUNNUS	JOHDOTUS	KVA/AW	A / A	HUON.																			
		PÄÄJOHTO PÄÄSEKUKKUSKELLA PK		AMOKK 46704-21																						
		MK02 KETJUTUS		AMOKK 46704-21		125/125																				

<b>CERTIMO OY</b>	Info@certimo.fi	AS OY SANKKARITE 9	PÄÄKÄÄMÖ	Suomen	Kokonaismäärä	594 kappale	Yhtönsä
Esikolantie 1	www.certimo.fi	SANKKARITE 9	MONIMITTARIKESKUS MK01	Mt 2/13/2017	LEHT	7/2	707552
00720 Helsinki	0400-456911	00320 HELSINKI		7/2			SÄH 206

Liite 12. Pääkaavio, mittauskeskus C2

A muutos		INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN		D muutos	
B muutos				E muutos	
C muutos				F muutos	
S		O		A	
R		P		B	
K		M		C	
J		N		D	
I		L		E	
H		K		F	
G		J		G	
F		I		H	
E		H		I	
D		G		J	
C		F		K	
B		E		L	
A		D		M	
		C		N	
		B		O	
		A		P	
				Q	
				R	
				S	

**A SÄHKÖTEKNIIKALLISET TIEDOT**

KESKUS

1. Nipollisjärjelmä U<sub>1400</sub> \_\_\_\_\_ V

2. Järrhötehoitus keskuksen U<sub>1400</sub> \_\_\_\_\_ V

3. Toitus L<sub>125</sub> \_\_\_\_\_ Hz

4. Nipollisvirta I<sub>125</sub> \_\_\_\_\_ A

5. Oikosulkuesteisuus

6. Keskuksen häiriötaso R<sub>11</sub> \_\_\_\_\_ LW

7. Käikat tai jätinnet AC L2 \_\_\_\_\_ LW

8. Käikat tai jätinnet DC L+ \_\_\_\_\_ LW

9. Ohjaujärjestelmä U \_\_\_\_\_ V

10. Apujännite 1 \_\_\_\_\_ V

11. Apujännite 2 \_\_\_\_\_ V

**LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET**

12. Järrhöjärjestelmä käyttönopeus 4) TN-C-S \_\_\_\_\_

13. Teho \_\_\_\_\_ S \_\_\_\_\_ kVA

14. Tehoerhoitus cos φ \_\_\_\_\_ kVA

15. Lämmitystehon osuus \_\_\_\_\_ kW

**B RAKENNETIEDOT**

1. Keskusloji \_\_\_\_\_

2. Keskusloji \_\_\_\_\_

3. Keskusloji \_\_\_\_\_

4. Keskusloji \_\_\_\_\_

5. Keskusloji \_\_\_\_\_

6. Keskusloji \_\_\_\_\_

7. Keskusloji \_\_\_\_\_

8. Keskusloji \_\_\_\_\_

9. Keskusloji \_\_\_\_\_

10. Keskusloji \_\_\_\_\_

11. Keskusloji \_\_\_\_\_

12. Keskusloji \_\_\_\_\_

13. Keskusloji \_\_\_\_\_

14. Keskusloji \_\_\_\_\_

15. Keskusloji \_\_\_\_\_

**C TIENNÄMÄRKINNÄT**

1. Tunnusmerkinnot

2. Keskuslojen tunnusmerkit

3. Keskuslojen tunnusmerkit

4. Keskuslojen tunnusmerkit

5. Keskuslojen tunnusmerkit

6. Keskuslojen tunnusmerkit

7. Keskuslojen tunnusmerkit

8. Keskuslojen tunnusmerkit

9. Keskuslojen tunnusmerkit

10. Keskuslojen tunnusmerkit

11. Keskuslojen tunnusmerkit

12. Keskuslojen tunnusmerkit

13. Keskuslojen tunnusmerkit

14. Keskuslojen tunnusmerkit

15. Keskuslojen tunnusmerkit

**D KÄLTISETIEDOT**

1. Keskuksen kadunsiirtämät

2. Keskuksen kadunsiirtämät

3. Keskuksen kadunsiirtämät

4. Keskuksen kadunsiirtämät

5. Keskuksen kadunsiirtämät

6. Keskuksen kadunsiirtämät

7. Keskuksen kadunsiirtämät

8. Keskuksen kadunsiirtämät

9. Keskuksen kadunsiirtämät

10. Keskuksen kadunsiirtämät

11. Keskuksen kadunsiirtämät

12. Keskuksen kadunsiirtämät

13. Keskuksen kadunsiirtämät

14. Keskuksen kadunsiirtämät

15. Keskuksen kadunsiirtämät

**E MUOK**

Keskukset tulee olla siirrettävissä keskuksen miltä tahansa osasta.

1. Keskuksen miltä tahansa osasta.

2. Keskuksen miltä tahansa osasta.

3. Keskuksen miltä tahansa osasta.

4. Keskuksen miltä tahansa osasta.

5. Keskuksen miltä tahansa osasta.

6. Keskuksen miltä tahansa osasta.

7. Keskuksen miltä tahansa osasta.

8. Keskuksen miltä tahansa osasta.

9. Keskuksen miltä tahansa osasta.

10. Keskuksen miltä tahansa osasta.

11. Keskuksen miltä tahansa osasta.

12. Keskuksen miltä tahansa osasta.

13. Keskuksen miltä tahansa osasta.

14. Keskuksen miltä tahansa osasta.

15. Keskuksen miltä tahansa osasta.

**F MUOK**

Keskukset tulee olla siirrettävissä keskuksen miltä tahansa osasta.

1. Keskuksen miltä tahansa osasta.

2. Keskuksen miltä tahansa osasta.

3. Keskuksen miltä tahansa osasta.

4. Keskuksen miltä tahansa osasta.

5. Keskuksen miltä tahansa osasta.

6. Keskuksen miltä tahansa osasta.

7. Keskuksen miltä tahansa osasta.

8. Keskuksen miltä tahansa osasta.

9. Keskuksen miltä tahansa osasta.

10. Keskuksen miltä tahansa osasta.

11. Keskuksen miltä tahansa osasta.

12. Keskuksen miltä tahansa osasta.

13. Keskuksen miltä tahansa osasta.

14. Keskuksen miltä tahansa osasta.

15. Keskuksen miltä tahansa osasta.

**G MUOK**

Keskukset tulee olla siirrettävissä keskuksen miltä tahansa osasta.

1. Keskuksen miltä tahansa osasta.

2. Keskuksen miltä tahansa osasta.

3. Keskuksen miltä tahansa osasta.

4. Keskuksen miltä tahansa osasta.

5. Keskuksen miltä tahansa osasta.

6. Keskuksen miltä tahansa osasta.

7. Keskuksen miltä tahansa osasta.

8. Keskuksen miltä tahansa osasta.

9. Keskuksen miltä tahansa osasta.

10. Keskuksen miltä tahansa osasta.

11. Keskuksen miltä tahansa osasta.

12. Keskuksen miltä tahansa osasta.

13. Keskuksen miltä tahansa osasta.

14. Keskuksen miltä tahansa osasta.

15. Keskuksen miltä tahansa osasta.

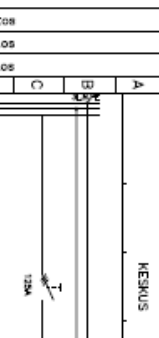
**CERTIMO OY** info@certimo.fi  
 Esikortille 1 www.certimo.fi  
 00720 Helsinki 0400-456911

**AS OY SANKARITIE 9**  
 SANKARITIE 9  
 00350 HELSINKI

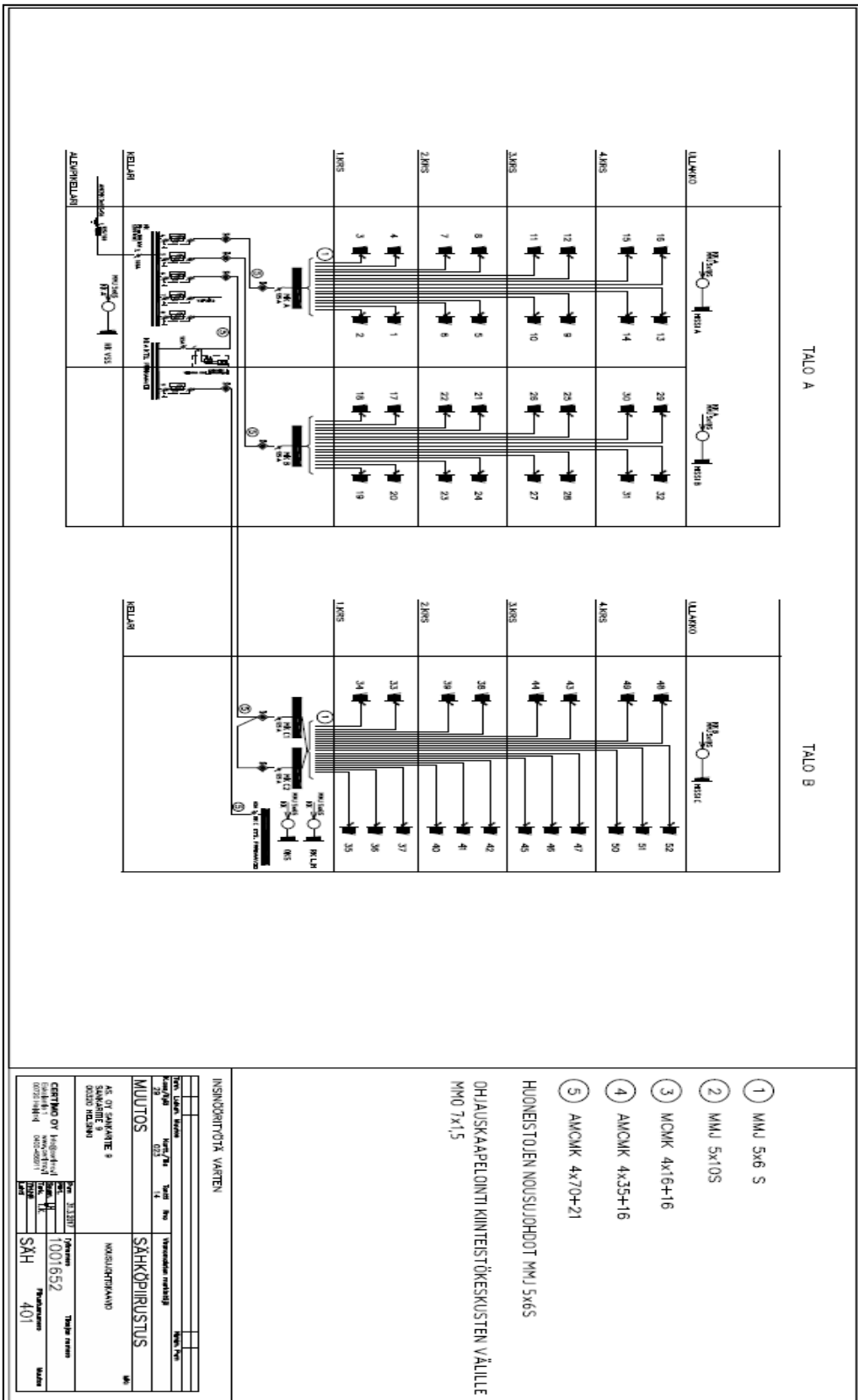
**PÄÄKAAVIO**  
 MONIMITTAKESKUS MKC2

UUR/23.3.207  
 PRT/1/2  
 Pituusmittaus-  
 SAH 207

1/23/2007  
 1/23/2007  
 1/23/2007

	INSINÖÖRITYÖTÄ VARTEN				A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S		
A muutos				D muutos	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S		
B muutos				E muutos	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S		
C muutos				F muutos	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S		
							
	RHHAK	OSOITE	TUENNUS	JOBOTUS	kva/kwh	A / A	HUOM.
K1		PÄÄKÄHTÖ PÄÄKESKIKSELTA PK (MUKIN LITTIMIST)		AMOKK 4x70x21			
K2		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C43		MML 5x6 S		25/25	
K3		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C44		MML 5x6 S		25/25	
K4		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C45		MML 5x6 S		25/25	
K5		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C46		MML 5x6 S		25/25	
K6		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C47		MML 5x6 S		25/25	
K7		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C48		MML 5x6 S		25/25	
K8		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C49		MML 5x6 S		25/25	
K9		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C50		MML 5x6 S		25/25	
K10		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C51		MML 5x6 S		25/25	
K11		KWH-MITTAUS, HUONEISTO C52		MML 5x6 S		25/25	
K12							
K13							
K14							
K15							
K16							
K17							
K18							
K19							
K20							
K21							
K22							
K23							
K24							
K25							
K26							
K27							
K28							
K29							
K30							
K31							
K32							
K33							
K34							
K35							
K36							
K37							
CERTIMO OY    Info@certimo.fi    AS OY SANKARITIE 9    PÄÄKAAYD    kwh/2x,587    kva/kwh    2/2    SÄH 207 Eskilantie 1    www.certimo.fi    00320 HELSINKI    MONIMITTARIKESKUS MKC2    luv/180/1652 00720 Helsinki    0400-456911							

Liite 13. Nousujohtokaavio





### Liite 14. Maadoituskaavio

