

Tuukka Keränen

## **ASUINKERROSTALON SÄHKÖSUUNNITELMA**

# **ASUINKERROSTALON SÄHKÖSUUNNITELMA**

Tuukka Keränen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, sähkövoimatekniikka

---

Tekijä: Tuukka Keränen  
Opinnäytetyön nimi: Asuinkerrostalon sähkösuunnitelma  
Työn ohjaaja: Heikki Kurki  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018  
Sivumäärä: 38 + 36 liitettä

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Oulun Limingantulliin rakennettavan kahdeksankerroksisen asuinkerrostalokohteen sähkösuunnitelmat. Työn toimeksiantajana oli oululainen Sähkö-Arktia Oy. Sähkösuunnitelmien tavoitteena olivat energiaa säästävät ja kustannustehokkaat ratkaisut. Sähköpiirustukset suunniteltiin CADS Electric 17 -ohjelmistolla.

Työ aloitettiin tutustumalla rakennuskohteeseen arkkitehdin laatimien pohjakuvien perusteella. Työssä laskettiin kiinteistön ottama huipputeho, jonka avulla pystyttiin mitoittamaan pääsulakkeet sekä talon liittymisjohto. Piirustuksien tekeminen aloitettiin piirtämällä kaikkien kerroksien pistekuvat, jonka jälkeen tehtiin pistekuvien päälle johdotuskuvat. Viimeisenä työvaiheena oli laatia keskuskaaviot ja valaisinluettelo.

Opinnäytetyön aikataulut pitivät hyvin ja työ saatiin valmiiksi hyvissä ajoin. Liitteenä ovat valmiit sähköpiirustukset, keskuskaaviot ja muut dokumentit. Tilaja on määritellyt liitteet luottamukselliseksi, täten niitä ei julkaista tässä opinnäytetyössä.

---

Asiasanat: dokumentti, sähkösuunnitelma, sähköpiirustus, uudisrakennus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Electrical and automation engineering programme, Electrical power engineering

---

Author: Tuukka Keränen  
Title of thesis: Electrical Planning of an Apartment House  
Supervisor: Heikki Kurki  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018  
Pages: 38 + 36 appendices

---

The subject of this thesis was to design electrical plans for an eight-storey residential building in Limingantulli suburb in Oulu. The work was assigned by Sähkö-Arktia Ltd. The aims of the electrical plans were energy saving and cost-effective solutions. Electrical drawings were designed with CADS Electric 17 software.

The work began with getting acquainted with the task on the basis of architectural drawings. One phase of the work was to calculate the peak power taken by the property. Peak power was the basis for measuring the main fuses and connection cable of the building. Electrical planning started by placing all electrical symbols of sockets, switches and lights on the floor plans. The next phase was to design and draw all cables to electrical devices. The last phase of electrical planning was to make electrical circuit diagrams and lighting catalogs.

The thesis was kept on schedule successfully and the work was completed in good time. All the electrical drawings and other documents will not be published. The subscribers have defined the attachments as confidential.

---

Keywords: document, electrical plan, electrical drawing, new construction

## **ALKULAUSE**

Haluan kiittää Sähkö-Arktia Oy:tä ja Insinööritoimisto Palosaari Oy:tä hyvästä ja haastavasta opinnäytetyöaiheesta, jota tehdessäni olen oppinut todella paljon uutta sähkösuunnittelusta.

E erityiset kiitokset haluan kertoa Sähkö-Arktia Oy:n toimitusjohtajalle Jukka Viitasaarelle ja Insinööritoimisto Palosaari Oy:n toimitusjohtajalle Lauri Yliriestolle sekä Oulun ammattikorkeakoulun yliopettajalle Heikki Kurjelle, joilta olen saanut opastusta opinnäytetyöni aikana.

Iso kiitos kuuluu myös läheisilleni tuesta ja kannustuksesta opintojeni aikana.

Oulussa 14.2.2018

Tuukka Keränen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1
ABSTRACT	2
ALKULAUSE	3
SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 RAKENNUSKOHTTEEN KUVAUS	8
2.1 Asuinkerrostalo	8
2.2 Ulkovälinevarasto	9
3 SUUNNITTELUN ALOITUS	10
3.1 Projektikansion laatiminen	10
3.2 Arkkitehdin pohjakuvat	10
3.2.1 Asemapiirros	10
3.2.2 Pohjapiirustukset	10
4 SÄHKÖLIITTYMÄN MITOITUS	11
4.1 Huipputehon laskenta	11
4.2 Pääsulakkeiden valitseminen	12
4.3 Liittymiskaapelin valitseminen	12
5 TASOPIIRUSTUKSET	13
5.1 Pistesijoitukset	13
5.2 Asuntojen varustelutaso	14
5.2.1 Eteinen	14
5.2.2 Olohuone ja parveke	14
5.2.3 Makuu- ja vaatehuoneet	15
5.2.4 Keittiö	16
5.2.5 Pesuhuone, WC- ja saunatilat	16
5.3 Porrashuone ja portaikko	17
5.4 Väestönsuoja	18
5.5 Sähköpääkeskustila	19
6 JOHDOTUSPIIRUSTUKSET	20
7 TIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT	22

7.1 Yhteisantennijärjestelmän toteutus	22
7.2 Yleiskaapeloinnin suunnittelu	23
8 OVIPUHELIN- JA PALOVAROITINJÄRJESTELMÄ	25
8.1 Ovipuhelinjärjestelmän toteutus	25
8.2 Palovaroitinjärjestelmän toteutus	26
9 KESKUSDOKUMENTAATIO	27
9.1 Nousujohtokaavio	27
9.2 Pääkeskus	28
9.3 Mittauskeskus	29
9.4 Ryhmäkeskukset	29
9.4.1 Väestönsuoja	29
9.4.2 Asunnot	30
10 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	35

## SANASTO

A <sub>KRS</sub>	Kerrosala [m <sup>2</sup> ]
CADS	Kyndata Oy:n perustama CAD-suunnitteluohjelma
I	Virta
LJH	Lämmönjakohuone
MK	Mittauskeskus
MMJ	Muovivaippainen asennuskaapeli
PK	Pääkeskus
P	Teho
P <sub>h</sub>	Huipputeho
RK	Ryhmäkeskus
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
SPK	Sähköpääkeskus
ST	Sähkötietokortisto
U	Jännite
VSS	Väestönsuoja



# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli Oulun Rautatienkadulle rakennettavan asuinkerrostalon sähkösuunnitelmat. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä valmiit ja oikeanlaiset sähköpiirustukset ja kaaviot, joiden perusteella sähköasennukset kerrostalokohteeseen toteutetaan. Yhtenä suurena tavoitteena työssä oli tutustua kerrostaloprojektiin sähkösuunnittelijan silmin.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi oululainen yritys Sähkö-Arktia Oy. Sähkö-Arktia on vuonna 1999 perustettu sähköalan yritys. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Oulun Limingantullissa. Opinnäytetyö on tehty yrityksen tiloissa.

Työhön kuuluivat seuraavat suunnitelmat:

- tasopiirustukset 1–8 asuinkerrokset, kellarikerros ja ulkoviivasto
- maadoitus- ja nousujohtokaaviot
- ovipuhelinjärjestelmät
- antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät
- keskuksien pää- ja ohjauspiirikaaviot
- piirustus- ja valaisinluettelo.

Kaikki sähkösuunnitelmat toteutettiin CADS Electric 17 -ohjelmalla.

## 2 RAKENNUSKOHTEN KUVAUS

Asunto Oy Oulun Tullikulman rakennuttajana toimii Peab Oy ja arkkitehtikuvat on laatinut Arkkitehtitoimisto Veli Karjalainen Oy. Rakennuskohteen sijainti on Rautatienkatu 80, 90400 Oulu.

Kerrostalon lämmitysjärjestelmänä on Oulun Energian kaukolämpöverkoston liitettävä vesikiertoinen patterilämmitys ja kosteissa tiloissa lämmityskaapelilla toteutettu mukavuuslattialämmitys, jota ohjataan sähköisillä termostaateilla. Vesi- ja viemärijärjestelmät liitetään Oulun Veden kunnalliseen vesi- ja viemäriverkoston liitettävillä vesi- ja viemärlaitteilla. Ilmastointijärjestelmäksi valitaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jossa on lämmöntalteenotto ja ilmansuodatus sekä tuloilman lämmitys. Rakennuksen paloluokka on P1, mikä tarkoittaa sitä, että rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan kestävän tulipalossa sortumatta (1, s. 9).

### 2.1 Asuinkerrostalo

Kerrostalossa on 8 kerrosta, ja siinä on 55 asuntoa (kuva 1). Rakennuksen kerrosala on 3008 m<sup>2</sup>, huoneistoala 2387 m<sup>2</sup> ja tilavuus 10170 m<sup>3</sup>. Asuntojakauma näkyy taulukosta 1.

TAULUKKO 1. Asuntojakauma.

Asuntojakauma		
Asuntotyyppi	Asunnon pinta-ala	Asuntojen määrä
1H+KK	28,0 m <sup>2</sup>	22 kpl
2H+KK	38,5 m <sup>2</sup>	8 kpl
2H+KK	39,5 m <sup>2</sup>	8 kpl
2H+KK	43,0 m <sup>2</sup>	1 kpl
2H+KK+S	48,0 m <sup>2</sup>	8 kpl
4H+K+S	90,0 m <sup>2</sup>	8 kpl

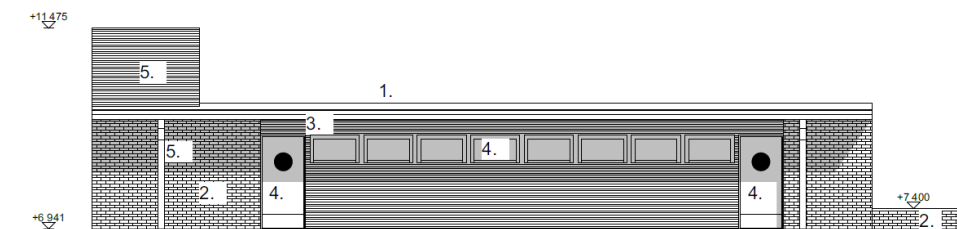
Kellarikerrokseen sijoitetaan asuntokohtaiset irtaimistovarastot, joista 39 kpl sijaitsee väestönsuojassa ja loput 16 kpl väestönsuojan viereisessä tilassa. Kellarikerroksessa sijaitsee myös ulkovälinevarasto, lämmönjakohuone, sähköpääkeskushuone, sulku-tila, kuivaushuone ja taloyhtiön saunatila.



KUVA 1. Kerrostalorakennuksen julkisivu pohjoiseen.

## 2.2 Ulkovälinevarasto

Projektiin kuului myös tontille rakennettavan ulkovälinevaraston (UVV2) sähköistyksen suunnittelu. Ulkovälinevarasto sijaitsee kerrostaloalueen sisäpihalla. Varaston kerrosala on 102 m<sup>2</sup> ja se sisältää 100 pyöräpaikkaa. (Kuva 2.)



KUVA 2. Ulkovälinevaraston (UVV2) julkisivu itään.

## **3 SUUNNITTELUN ALOITUS**

### **3.1 Projektikansion laatiminen**

Projekti aloitettiin tekemällä ensimmäiseksi projektikansio työaseman kiintolevyille, missä kaikki projektissa käytettävät suunnittelutiedot ovat. Kansio nimettiin projektin aloitusvuoden ja -kuukauden mukaan, mikä tässä tapauksessa oli 1801. Kansioon liitettiin arkkitehdin piirtämät DWG-kuvat. Niitä käytettiin viitekuvina, joiden päälle tehtiin piste- ja johdotuskuvat.

### **3.2 Arkkitehdin pohjakuvat**

Jotta pohjakuvat saadaan selkeytettyä sähkösuunnittelua varten, pitää niistä poistaa epäolennaisia elementtejä sammuttamalla kyseiset elementit pois käytöstä. Tämä onnistuu CADS Electric -suunnitteluohjelmassa valitsemalla Tasotoiminnot-osiossa Sammuta elementin taso -työkalu.

#### **3.2.1 Asemapiirros**

Arkkitehdin pohjakuvista tutustuttiin ensimmäiseksi kohteen asemapiirrokseen. Asemapiirroksen mittakaava projektissa on 1:100, muita asemapiirroksissa yleisesti käytettyjä mittakaavoja ovat 1:200 ja 1:500. Asemapiirroksessa on esitetty minimissään tontilla sijaitsevat rakennukset ja muut kiinteät rakennelmat. Asemapiirrokseen merkittiin tulevan liittymiskaapelin asennusreitti, maadoituselektrodi ja kerrostalon sisäpihan ulkovalaisimet. (2, s. 1.)

#### **3.2.2 Pohjapiirustukset**

Arkkitehti on laatinut jokaisesta kerrostalon kerroksesta pohjapiirustukset, joiden mittakaavana on 1:50. Pohjapiirustuksesta selviää kunkin asunnon sijainti kerroksessa, asuntojen pohjaratkaisut sekä jokaisen asunnon kiinteiden kalusteiden sijainti.

## 4 SÄHKÖLIITTYMÄN MITOITUS

Jotta rakennus voidaan liittää sähkönjakeluverkkoon, on suunniteltavan kohteen huipputeho laskettava. Huipputehon avulla pystytään selvittämään liittymän pääsulakkeet ja liittymiskaapeli. (3, s. 2.)

### 4.1 Huipputehon laskenta

Asuinkerrostalossa huipputehon  $P_h$  arviointitapa perustuu melko vakiona pysyvään peruskuormaan ja rakennuksen kerrosalaan  $A_{krs}$ . Peruskuorman suuruuteen vaikuttavat sähkökiuas, keittiön lämpökojeet, kodin kylmälaitteet, elektroniikkalaitteet ja muut kodin sähkölaitteet. (3, s. 12.)

Huipputeho lasketaan ST 13.31 suunnitteluohjeen mukaisesti.

$$P_h = B + 24 \times \frac{A_{krs}}{1000} \text{ kW} \quad (1)$$

$B$  on 90 kW ja  $A_{krs}$  on kerrosala.

$$P_h = 90 \text{ kW} + 24 \times \frac{3008 \text{ m}^2}{1000} \text{ kW} = 162 \text{ kW} \quad (2)$$

**TAULUKKO 2. Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi (3, s. 12).**

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 $B_x = (A_{tod}/2500) \times B \geq 30$
– 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 $\cos \varphi = 0,96$ .		

Huipputehon laskennassa käytettiin kaavaa, jossa jokaisessa asunnossa on huoneisto-kohtaiset sähkökiukaat. Näin ei kuitenkaan rakennuksessa ole, vaan noin puolet asunnoista on varustettu huoneistokohtaisella saunalla. Näin ollen huipputeho on hieman laskettua pienempi.

#### 4.2 Pääsulakkeiden valitseminen

Kun halutaan määrittää rakennuksen pääsulakekoot, on laskettava kuormitusvirran arvo, joka lasketaan soveltamalla symmetristä kolmivaihevirran kaavaa 3 (4, s. 27).

$$P_h = \sqrt{3} \times U \times I_{\text{talo}} \times \cos\varphi \quad (3)$$

Missä  $U$  on pääjännite 400 V,  $P_h$  on asuinrakennuksen huipputeho ja kuormituksen tehokerroin arvona  $\cos\varphi$  taulukon 2 ohjeen mukaisesti 0,96 (taulukko 2).

Kaavaa 3 soveltaen saadaan seuraava kaava, millä saadaan kuormitusvirta laskettua.

$$I_{\text{talo}} = \frac{162192W}{\sqrt{3} \times 400V \times 0,96} = 244 A \quad (4)$$

Ottaen huomioon, että huipputeho on laskettu yläkanttiin, pystytään kuormitusvirran perusteella rakennuksen pääsulakekooksi valitsemaan 3x200 A.

#### 4.3 Liittymiskaapelin valitseminen

Verkonhaltija Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy määrittelee Oulun alueella rakennuksien liittymisjohtojen tekniset vaatimukset. Lisäksi liittymiskaapelin on oltava Oulun Energian käyttämää tyyppiä (taulukko 3). (5, s. 8.)

*TAULUKKO 3. Liittymisjohdot ja niitä vastaavat pääsulakekoot (6, s. 1).*

AXMK 4 x 25 S	3 x 25 A 3 x 35 A 3 x 63 A
AXMK 4 x 95 S	3 x 100 A 3 x 160 A
AXMK 4 x 185 S	3 x 200 A 3 x 250 A
AXMK 2 x (4 x 185 S)	3 x 315 A 3 x 400 A 3 x 500 A
AXMK 2 x (4 x 300 S)	3 x 630 A

3x200 A pääsulakekoon perusteella liittymiskaapeliksi valitaan AXMK 4 x 185 S.

## 5 TASOPIIRUSTUKSET

### 5.1 Pistesijoitukset

Tasopiirustuksien teko aloitettiin tekemällä ensimmäisen asuinkerroksen pistekuvat -kuvat (Liite 3). Pistekuvat ovat tärkeä osa sähkösuunnitelmaa, sillä niistä selviää kaikki sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien pisteet. Valmiit kuvat hyväksytetään rakennuttajalla, joka pyytää muutoksia ja kertoo puutoksista pistekuvissa. Pistesijoitukset tehtiin CADS Electric Tasopiirustukset -ohjelmalla.

Tasopiirustuksiin sisältyvät rasiakytkimet, pistorasiat, jakorasiat ja seinävalopisteet on sijoitettu ST 51.22 kortiston mukaisesti (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Asennuskorkeudet asunnoissa (7, s. 2).

Asennuskorkeudet yleensä	Lattiasta mm
<b>Ohjauspisteet</b>	
Kytkimet yms.	1000
Termostaatit, mekinantokojeet yms.	1400
Palohälytyspainike	1700
Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike	1700 tai palohälytyspainikkeen yläpuolella 1900
<b>Pistorasiat, telepisteet</b>	
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone (tapa 1)	800 tai 1000
Pesu- ja kylpyhuone (tapa 2)	1700
Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa, esim. "pesutorni"	1900
Siivous	1000 tai 1800
Porrashuone, kellarikäytävä	1800
Parveke, (tapa 1)	300
Parveke (tapa 2)	1700
Keittiön työpöytätaaso	1000 tai 1200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2200
Liesituuletin	1800
Lieden pistorasia, liitäntärasia tai keittiön pistorasiaryhmän jakorasia lieden takana	300
Mikroaaltouuni	Kalustopiirustuksen mukaan, usein työtason yläpuolella olevassa kaapissa, h = 1600
Seinä-tv	1900–2100 tai kalustopiirustuksen mukaan
Soittokello	2200
<b>Seinävalopisteet</b>	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitäntä (Peilin päällä)	1900
(Peilin sivulla)	1700
Peilikaapin liitäntä	Kalustopiirustuksen mukaan
Kaapistot matalalla (työtaso 850 mm)	
Keittiön työtasoalaisin	1300
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1300
Kaapistot korkealla (työtaso 900 mm)	
Keittiön työtasoalaisin	1380
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1400
<b>Jakorasiat</b>	2200 tai katossa

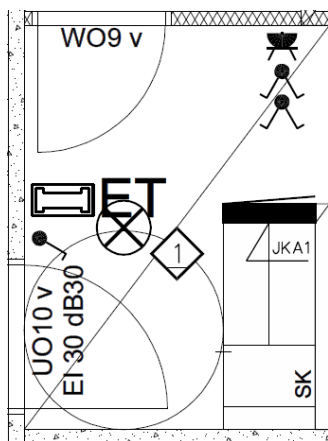
## 5.2 Asuntojen varustelutaso

Asuntojen varustelutaso toteutettiin pääsääntöisesti ST 25.21 kortiston mukaisesti. Kaikilla rakennuksessa valaistus on suunniteltu led-valaisimilla.

### 5.2.1 Eteinen

Eteistiloihin suunniteltiin alaslaskettuun kattoon 1–3 uppoasennettavaa valaisinta riippuen eteisen koosta. Valaistusta ohjataan perinteisellä kytkinohjauksella. Ulko-oven viereen sijoitettiin ovipuhelin (kuva 3). Ovipuhelimella pystytään ohjaamaan pääoven sähkölukkoa. Eteiseen sijoitettiin yksi kaksiosainen pistorasia. (8, s. 2.)

Huoneistojen ryhmäkeskukset sijoitettiin uppoasennuksena eteiseen. Ryhmäkeskuksen sijainti oli valmiiksi merkattuna pohjakuviin. Ryhmäkeskuksen sijainnilla pystytään helposti minimoimaan jännitehäviöt ja ryhmien syöttökaapelit saadaan mahdollisimman lyhyiksi. (9, s. 2.)



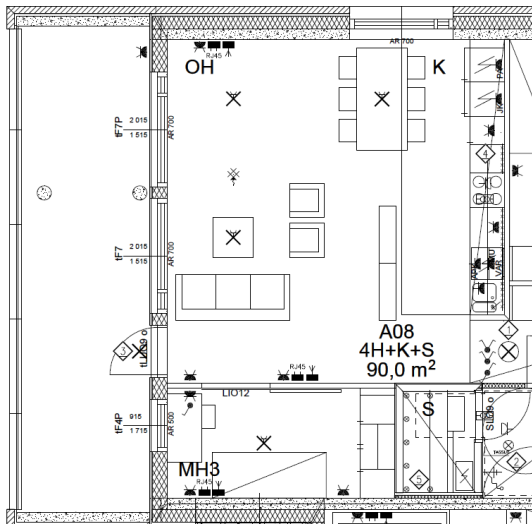
KUVA 3. Osasuurennos asunnosta A11. Eteisen sähköpisteiden sijoitus.

### 5.2.2 Olohuone ja parveke

Olohuoneen kattoon sijoitettiin kaksi valaisinpistorasiaa ja yksi ioni-ilmaisim -tyyppinen palovaroitin. Valaisinpistorasiat sijoitettiin arkkitehdin suunnittelemien pöytien päälle. Pistorasioiden ja telepisteiden sijoituksessa piti ottaa huomioon sähkölaitteiden mahdollinen sijainti. Olohuoneiden seinille sijoitettiin kolme 2-osaista pistorasiaa, kaksi 2-osaista telepistettä ja kaksi 2-osaista RJ45 -datapistettä. (8, s. 3.) Tietoliikennejärjestelystä tarkempi kuvaus luvussa 7. (Kuva 4.)



Parvekkeelle sijoitettiin yksi seinään asennettava valaisin ja yksi kaksiosainen pistorasia.

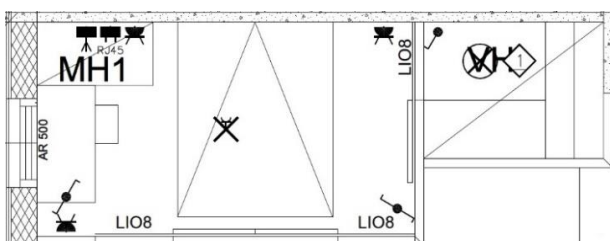


KUVA 4. Osasuurennos asunnosta A08. Olohuoneen ja parvekkeen sähköpisteiden sijoitus.

### 5.2.3 Makuu- ja vaatehuoneet

Makuuhuoneisiin suunniteltiin yksi valaisinpistorasia, joka sijoitettiin keskelle huonetta. Valaisinta ohjataan ovenpieleeseen sijoitetulla kytkimellä. Joissakin asunnoissa makuuhuoneissa oli kahteen suuntaan avautuvat liukuovet, joten niissä huoneissa valaistuksen ohjaus hoidettiin kahdella vaihtokytkimellä. Vaatehuoneiden valaistus suunniteltiin toteutettavaksi kattoon upotettavalla valaisimella, jota ohjataan yhdellä kytkimellä. (Kuva 5.)

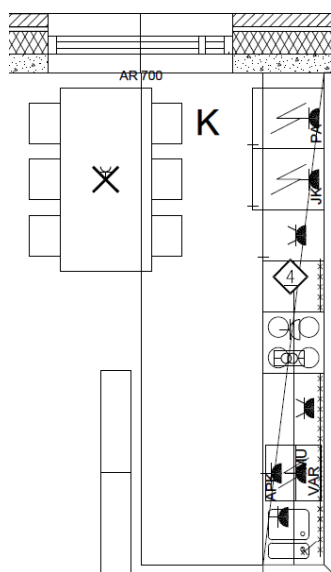
Pistorasioita sijoitettiin ovien pieliin, yöpöytien kohdille sekä työtasojen viereen. Työtasojen viereen sijoitettiin myös telepisteitä. (8, s. 3.)



KUVA 5. Osasuurennos asunnosta A13. Makuu- ja vaatehuoneen sähköpisteiden sijoitukset.

## 5.2.4 Keittiö

Keittiön valaistus suunniteltiin yläkaappien alareunaan asennettavilla LED-valolistoilla, jotka kattoivat kaikki työtilat. Pistorasioita sijoitettiin keittiöiden koosta riippuen 1–3 kappaletta. Jokaiselle kiinteästi asennettavalle sähkökäyttöiselle kodinkoneelle on varattu oma yksiosainen pistorasia. (8, s. 3.) Ruokailutilan valaistus hoidettiin kattoon asennettavalla valaisinpistorasialla. (Kuva 6.)



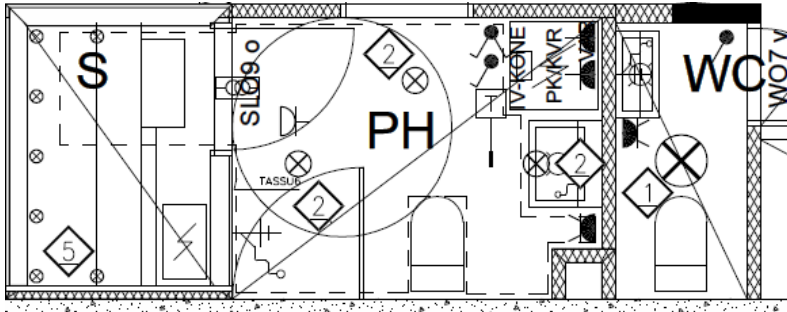
KUVA 6. Osasuurennos asunnosta A08. Keittiön sähköpisteiden sijoitukset.

## 5.2.5 Pesuhuone, WC- ja saunatilat

Pesuhuoneen kattoon sijoitettiin led-valaisimia huoneen koosta riippuen 3–4 kappaletta, yksi valaisimista on aina sijoitettu peili-kaapin yläpuolelle. Sauna valaistaan kattoon asennettavilla led-valaisimilla. WC-tilat valaistaan kattoon upotettavalla led-valaisimella. Valaistusta ohjataan ovenpielessä olevilla kytkimillä. Lattialämmityksen sähköinen termostaatti sijoitettiin kytkimien viereen.

Pesuhuoneeseen ja WC-tiloihin asennetaan yksi kaksiosainen pistorasia lähelle peili-kaappia. Pyykinpesukoneelle ja kuivausrummulle sijoitettiin omat yksiosaiset pistorasiat. Pesuhuoneisiin tulee myös huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet, joten niille piti sijoittaa omat kytkentärasiat.

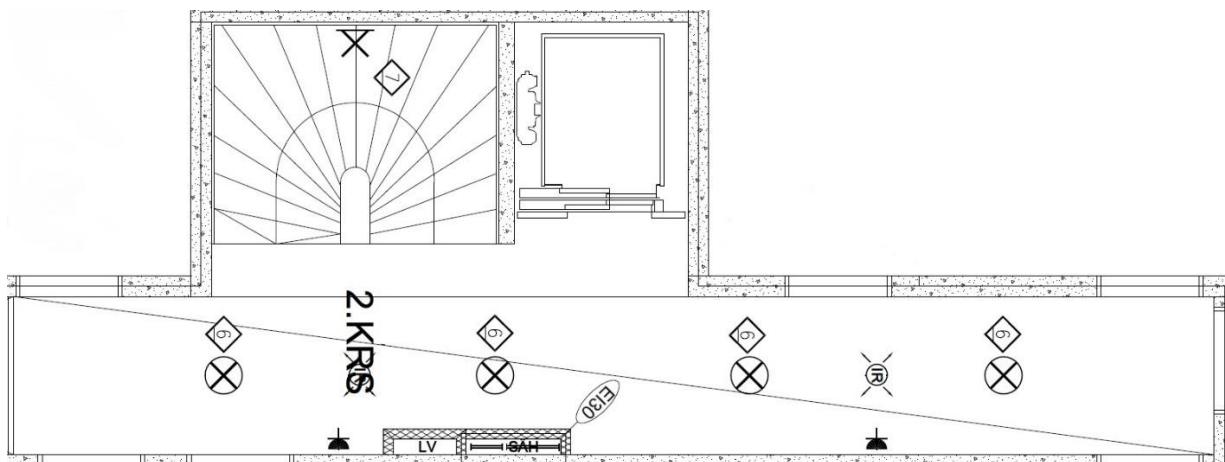
Lattialämmityskaapelina käytettiin työssä joko Enston Tassu4- tai Tassu6 -lämpökaapelia kylpyhuoneen koosta riippuen. Lattialämmitystä ohjataan termostaatilla, johon on liitetty lattialämpötila-anturi. (Kuva 7.)



KUVA 7. Osasuurennos asunnosta A08. Pesuhuone, wc- ja saunatilojen sähköpisteiden sijoitukset.

### 5.3 Porrashuone ja portaikko

Kaikki porrashuoneet ja portaikot valaistaan liiketunnistinohjatulla valaisimilla. Valaisimien asennusväli on noin 4 metriä ja liiketunnistimien asennusväli 8 metriä. Yleisiin tiloihin sijoitettiin 1-osaisia pistorasioita n. 10 metrin välein siivousta varten. Porrashuoneissa on nousukuilut, joissa asuntojen nousukaapelit ja telekaapelit tuodaan kerrokseen. (Kuva 8.)

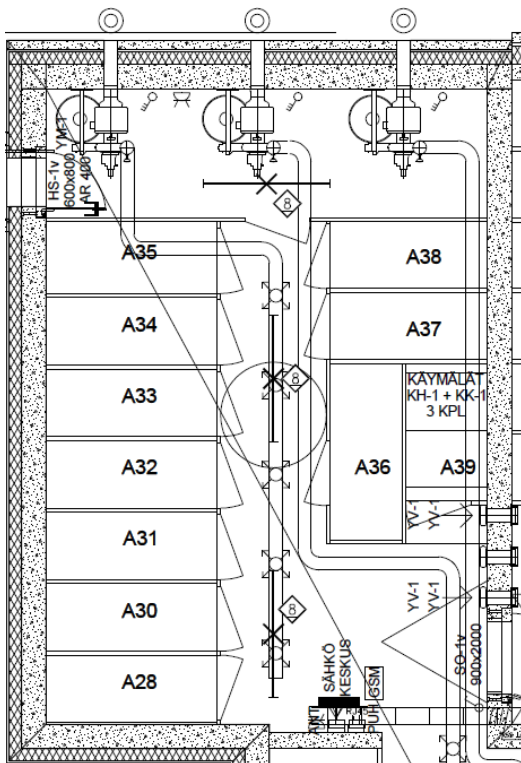


KUVA 8. Osasuurennos 2.krs porrashuone. Porrashuoneen ja portaikon sähköpisteiden sijoitukset.

## 5.4 Väestönsuoja

Väestönsuoja on rakennuksen kellarikerroksessa sijaitseva suojatila, joka on rakennettu suojaamaan voimakkailta säteilyiltä, myrkyllisiltä aineilta, rakennuksen sortumiselta ja asevaikutukselta. Väestönsuojiiin on suunniteltava oma ryhmäkeskus, joka on liitettävä omalla syöttökaapelilla pääkeskukseen. Väestönsuojaa syöttävä kaapeli on mitoitettu niin, että väestönsuojan kaikkia sähköpisteitä on mahdollista käyttää yhtäaikaaisesti. (10, s. 2.)

Väestönsuojaan on suunniteltava vähintään yksi kaksiosainen tietoliikennesasia, joka kaapeloidaan kahdella parikaapelilla talojakamoon. Väestönsuojan kattoon ei saa tehdä uppoasennuksia, joten tilan kaikki valaisimet ovat pinta-asennus -tyyppisiä (kuva 9). Väestönsuojan ympärysseiniin voi tehdä väestönsuojaan kuuluvia uppoasennuksia, mutta sähkösuunnitelmat on tehty niin, että kaikki väestönsuojan sähkölaitteet ovat pinta-asennettuja. (10, s. 3.)

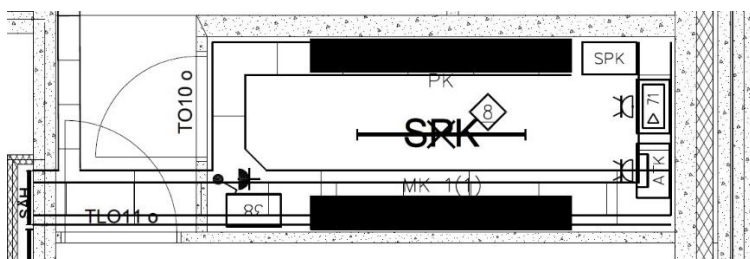


KUVA 9. Osasuurennos väestönsuoja. Väestönsuojan sähköpisteiden sijoitukset.

## 5.5 Sähköpääkeskustila

Sähköpääkeskustilat sijoitetaan asuinkiinteistön kellarikerrokseen mahdollisimman lähelle nousukuiluja (kuva 10). Tällä tavalla saadaan säästöjä raaka-aine- ja työkustannuksista. Näin varmistetaan myös se, ettei jännitteenalenema muodostu liian suureksi. Keskuksiloihin sijoitettiin kiinteistön pääkeskus varustettuna jakokeskusosalla, mittauskeskus, telekeskukset, ovipuhelinkeskus ja savunpoistokeskus (8, s. 1).

Kaapelireitit sijoitettiin käytävien yläosaan lähelle kattoa. Kaapelihylyt pyritään sijoittamaan niin, etteivät ne päädy putkistojen ja kanavien taakse, liian korkealle tai muutoin hankaliin paikkoihin (11, s. 11).



*KUVA 10. Osasuurennos sähköpääkeskustilasta. Sähköpääkeskustilan sähköpisteiden sijoitukset.*

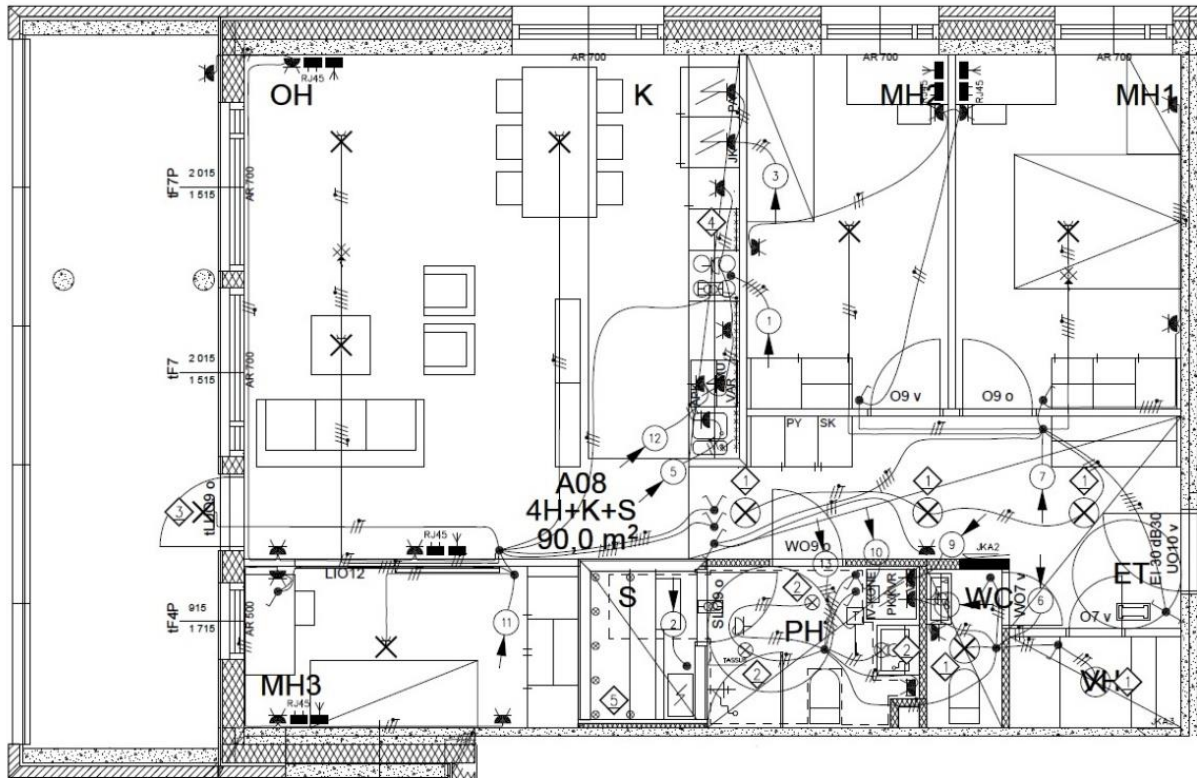
## 6 JOHDOTUSPIIRUSTUKSET

Johdotuspiirustuksissa esitetään sähköpisteiden sijainnit ja niiden johdotukset. Piirustuksista selviää kaapeleiden johdinmäärät ja kaapelityypit. Johdotuspiirustusten tekeminen aloitettiin lisäämällä käytettävät kaapelit projektiin, jotta johdotus sujuu nopeammin ja kaikkiin kuviin tulee oikeanlaiset kaapelit. Valaistusryhmät johdotetaan 1,5 mm<sup>2</sup> MMJ-kaapeleilla ja pistorasiaryhmät 2,5 mm<sup>2</sup> MMJ-kaapeleilla. Koska työmaalle ei hankita kaikkia mahdollisia MMJ-kaapelityyppejä, käytetään piirustuksissakin vain yleisimpiä tyyppisiä, jotka ovat MMJ 3x1,5 S, 3x2,5 S, 5x1,5 S ja 5x2,5 S (taulukko 5).

Perussääntönä ryhmitysten teossa pidettiin, että yhteen valaistusryhmään kytketään noin 10 sähköpistettä. Rakennuksen ala-, väli- ja yläpohjissa on käytetty ontelolaattaa, joten kattoon asennettavien sähköpisteiden johdotukset johdotettiin ontelolaatan onteloiden mukaan ja jakorasiat on upotettu väliseiniin. Pistorasiat johdotetaan väliseiniä kautta. Eteisessä ja pesuhuoneessa johdotukset ja jakorasiat pystytään sijoittamaan alaslaskettuun kattoon. (Kuva 11.)

TAULUKKO 5. Esimerkkihuvoneiston ryhmittely

Ryhmä	Osoite	A/A	Johdotus	Lisäsuojaus
1	Liesi	C16	5x2,5S	
2	Kiuas	C10	5x1,5S	
3	Kylmälaitteet	C10	3x1,5S	
4	IT-Osan pistorasia	C10		VVSK
5	APK	C16	3x2,5S	VVSK
6	Valaistus PH	C10	3x1,5S	VVSK
7	Valaistus ET, MH1, MH2	C10	3x1,5S	VVSK
8	PPK	C16	3x2,5S	VVSK
9	KR	C16	3x2,5S	VVSK
10	Ilmanvaihtokone	C10	3x1,5S	VVSK
11	Valaistus OH + MH3	C10	3x1,5S	VVSK
12	Pistorasiat keittiöt	C16	3x2,5S	VVSK
13	Lattialämmityksen ohjaus	C10	3x1,5S	



KUVA 11. Esimerkkihuoneisto.

## 7 TIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

Tietoliikennejärjestelmät pitävät sisällään tässä dokumentissa yhteisantenni- ja yleiskaapelointijärjestelmän.

### 7.1 Yhteisantennijärjestelmän toteutus

Antennijärjestelmää käytetään tv- ja radiopalveluiden välittämiseen yleisestä joukkoviestintäverkosta käyttäjien elektroniikkalaitteisiin (12, s. 10).

Yhteisantennijärjestelmä koostuu antenniverkosta, päävahvistimesta ja antenneista (13, s. 1). Antennijärjestelmän kaapelointi on toteutettu Tellu 13 koaksiaalisäkaapelilla. Ope-  
raattori toimittaa talojohdon sähköpääkeskustilassa olevalle päävahvistimelle. Koska rakennuksessa on yleiskaapelointi, sijoitetaan päävahvistin talojakamoon (14, s. 115).

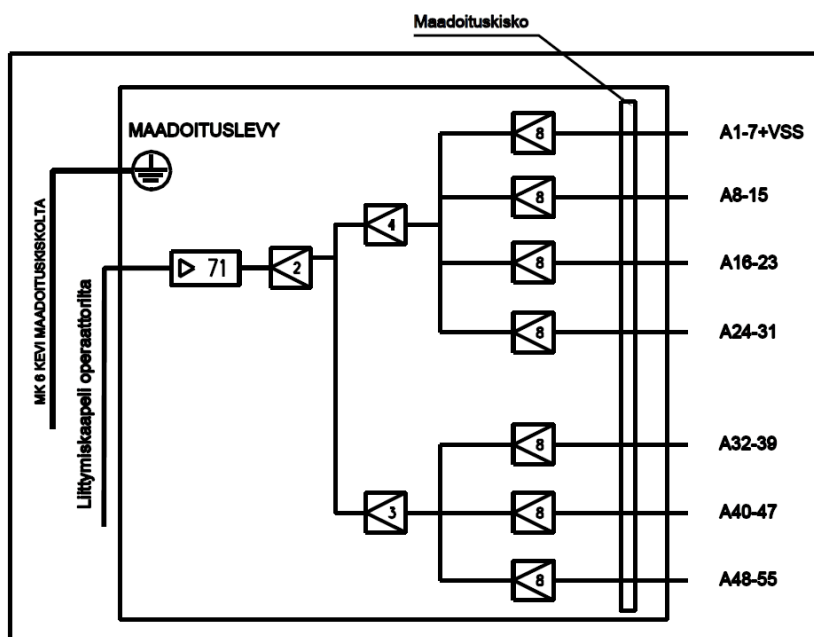
Päävahvistimen sijainnissa pitää ottaa huomioon, että tila on kuiva, tasalämpöinen ja pölytön. Tilan pitää olla avaimella lukittava huone, komero tai kotelo, lisäksi sijainnin pitää olla mielellään antennien lähellä. Näin ollen sähköpääkeskustila on paras mahdollinen tila päävahvistimelle. (14, s. 115.)

Päävahvistimen sijoituspaikassa pitää olla seuraava varustus:

- liitäntämahdollisuus maadoitusjohtimelle
- vähintään neljä pistorasiala
- riittävän hyvä valaistus
- antennijärjestelmän dokumentit.

Yhteisantennijärjestelmän potentiaalintasaus tehdään rakennuksen talojakamon tähtipisteessä (14, s. 116). Suunnitteludokumenteissa esitetään rakennukseen rakennettavan yhteisantennijärjestelmän kokonaisuuskuva, sähköselostus sekä tasokuvissa näkyvät antenni-, puhelin- ja sähköpistorasioiden tarkka sijainti (14, s. 162). Kaksiosaisia tietoliikennesasioita sijoitettiin asunnoissa jokaiseen makuuhuoneeseen ja olohuoneeseen.





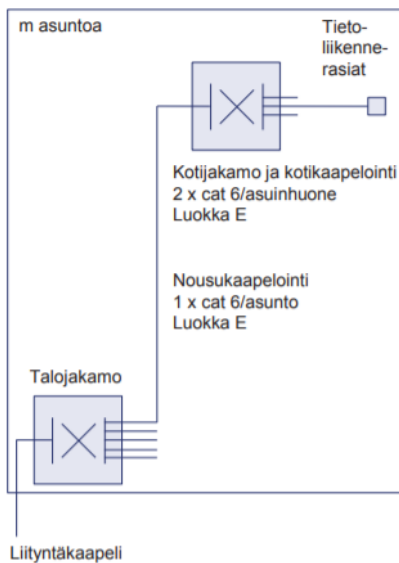
KUVA 12. Antennijärjestelmän lohko-kaavio.

## 7.2 Yleiskaapeloinnin suunnittelu

Yleiskaapelointi on peruskaapelointi, joka soveltuu erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten datasiirtoon, puheensiirtoon, sekä turvallisuusjärjestelmien tiedonsiirtoon. (15 s. 1.)

Operaattori toimittaa talojohdon talojakamoon, joka sijaitsee sähköpääkeskuksessa. Runkokaapeliin eli talojakamon ja kotijakamon väliseen kaapelointiin käytettiin kaapelia 1x4P UTP Cat 6 ja Kuitu 4xSML -kaapelia (kuva 13). Kotikaapelin eli kotijakamon ja rasioiden välisen kaapelin tyyppi on 2x4P UTP/JM20 (CAT 6).

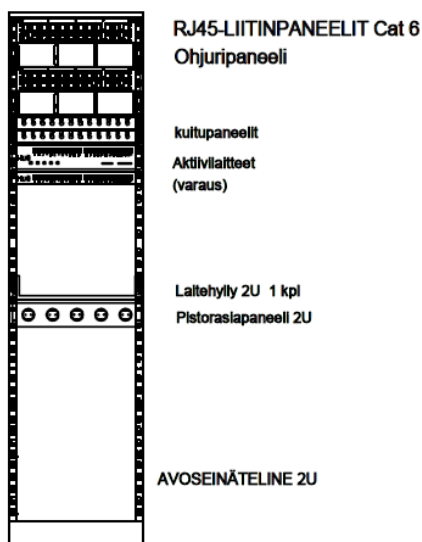
Tietoliikennesasiat asunnoissa on sijoitettu niin, että olohuoneissa rasioita on kaksi kappaletta molemmilla päätyseinillä ja jokaiseen makuuhuoneeseen sijoitettiin yksi tietoliikennesasia.



KUVA 13. Yhden kerrostalon käsittävän asuinkiinteistön parikaapelointi (16, s. 9).

Talopakamot ovat solmukohtia, jotka liittävät yhteen kaapeloinnin osajärjestelmät. Kaapelille tehdään pääte jakamossa olevaan kytkentäpaneeliin (kuva 14). Jakamon sijoittamisessa pitää ottaa huomioon EN 50174 -standardin vaatimukset. Tässä rakennuksessa jakamo sijoitettiin sähköpääkeskustilaan. (17, s. 67.)

### TALOPAKAMO SPK-HUONE

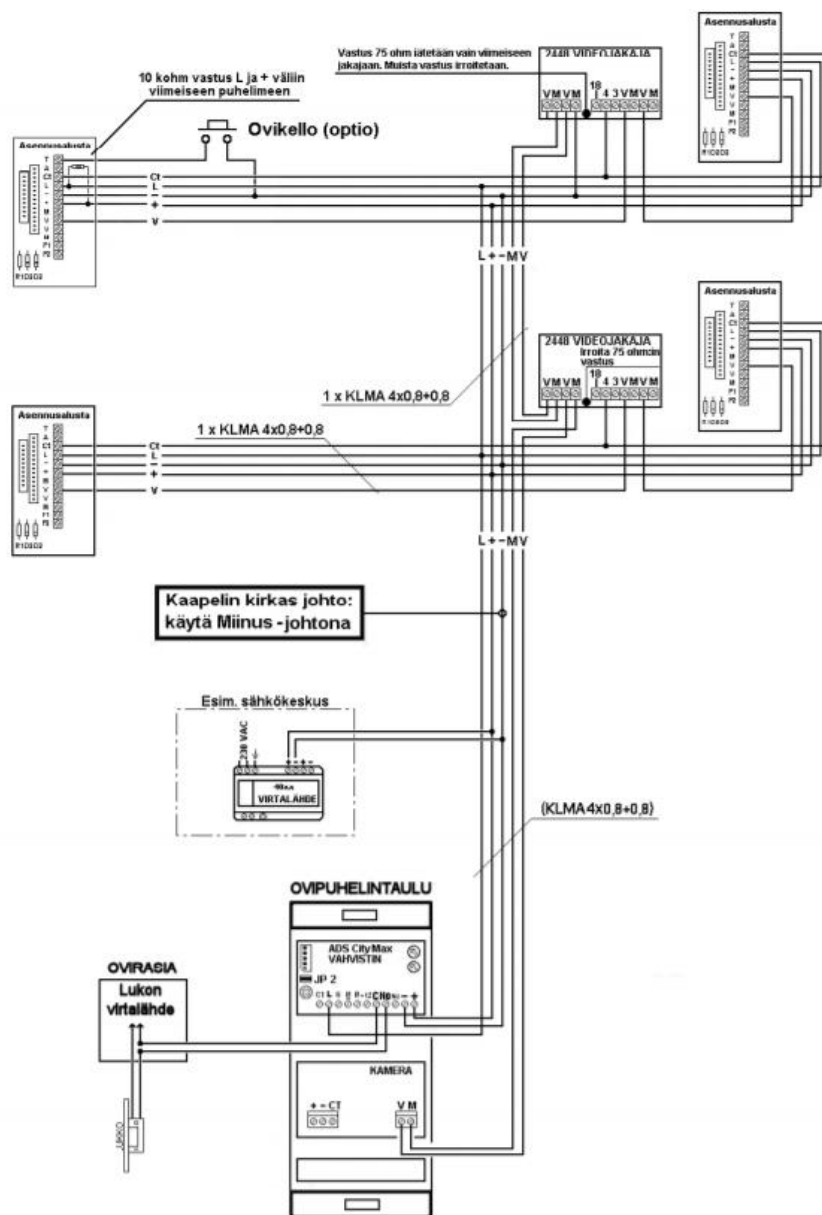


KUVA 14. Talopakamo

## 8 OVIPUHELIN- JA PALOVAROITINJÄRJESTELMÄ

### 8.1 Ovipuhelinjärjestelmän toteutus

Ovipuhelinjärjestelmän avulla pystytään toteuttamaan helppo yhteydenpito rakennuksen porrastilan pääsisäänkäynnin ja huoneistojen vastauskojeiden välille. Pääsisäänkäynnille sijoitettiin ovikoje. Jokaiseen asuntoon sijoitettiin yksi vastauskoje, jolla ohjataan sisäänkäyntioven sähkölukkoa. (12, s. 11.)



KUVA 15. Ovipuhelinkaavio esimerkki (18, linkit Tekniset tiedostot → ADS 1 Ovi Video)

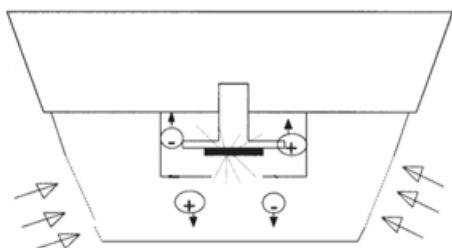
Ovipuhelinjärjestelmästä vaadittavat dokumentit:

- asennuspiirustukset
- järjestelmäkaavio
- kytkentäpiirustukset
- laitetiedoilla varustetut lohko-kaaviot (19, s. 1).

## 8.2 Palovaroitinjärjestelmän toteutus

Asuinhuoneistot pitää varustaa vähintään yhdellä sähköverkkoon kytketyllä palovaroittimella jokaista alkavaa 60 m<sup>2</sup> kohti (8, s. 2). Ionisoivat palovaroittimet ovat verkkovirtakäyttöisiä, mutta ne on myös paristovarmennettu. Kerrostalon yleisiin tiloihin ei ole sijoitettu palovaroittimia. Niitä ei sinne tarvitse sijoittaa, ellei pelastusviranomaisen niin määrää (8, s. 2). Ionisoivat palovaroittimet on sijoitettu asunnon olohuoneen kattoon ja niille johdotus tuodaan ontelolaatassa.

Ionisoiva palovaroitin rakentuu kahdesta ionisaatiokammioista, jotka ovat ulko- ja sisäkammio (Kuva 16). Savu pääsee tunkeutumaan ulkokammioon helposti; sisäkammio on sen sijaan lähes täysin eristetty ilmasta. Kahden kammion avulla ilma pysyy aina tasapainossa, vaikka ilmanpaine tai -kosteus muuttuisi. Kun ulkokammioon tulee palamiskaasuja, syntyy jännite-eroa kammioiden välille. Vaaditun jännite-eron muodostuttua ilmaisin antaa paloilmoituksen. (20, s. 83.)



Kuva 16. Ionisoiva palovaroitin (20, s. 84).

## 9 KESKUSDOKUMENTAATIO

Keskusdokumentteihin kuuluvat tässä dokumentissa pääkaaviot ja piirikaaviot (21, s. 6).

Pääkaavio on keskuksen pääpiirien kaavio, jossa ilmenevät seuraavat asiat:

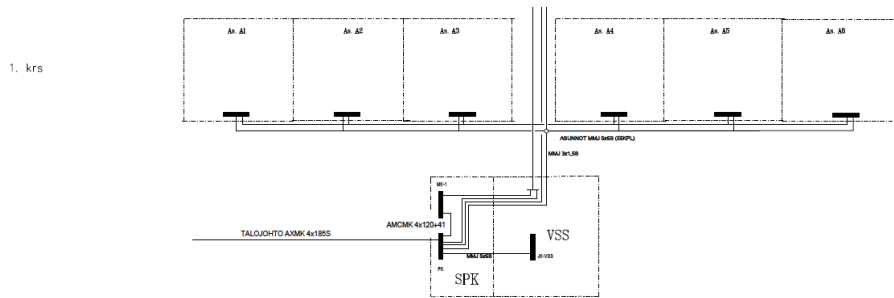
- keskuksessa olevat kojeet
- ryhmätunnukset
- ryhmien nimet
- lämmitys- ja laiteryhmiä tehotiedot
- suojalaitteiden lajit
- suojalaitteiden asetteluarvot
- varokepesän ja varokealustan koko
- lähtöjen ohjaustapa
- keskukseseen tulevat ja siitä lähtevät kaapelit
- keskuksen tekniset tiedot (21, s. 6).

Piirikaavio on keskuksen sähköisten virtapiirien kaavio, josta ilmenevät seuraavat asiat:

- ohjauskytkentöjen toteutus
- ohjauspiirien komponentit
- ohjauskomponenttien sijainti, jos eivät ole keskuksessa
- koje- ja laitetunnukset
- riviliittimien sijainti, merkinnät ja kytkennät (21, s. 6).

### 9.1 Nousujohtokaavio

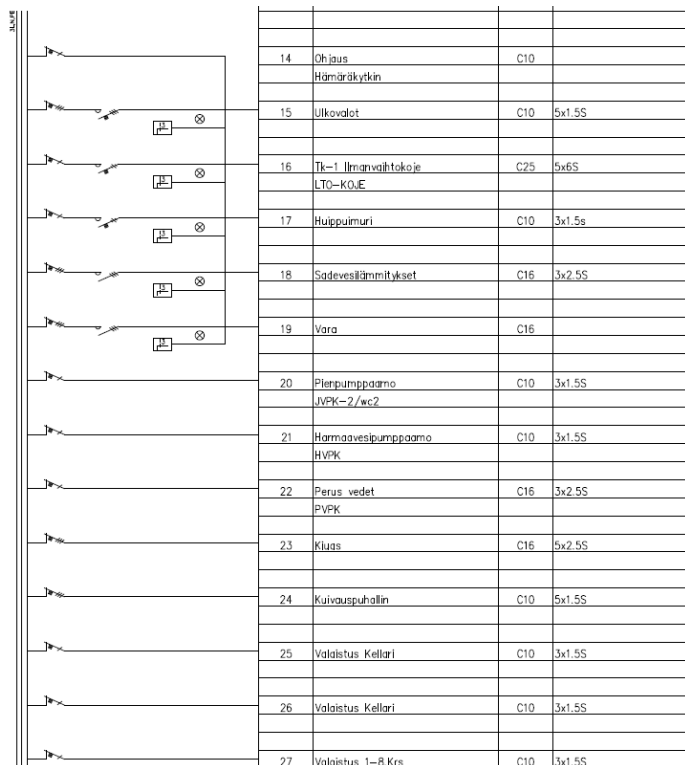
Nousujohtokaaviossa kuvataan keskuksien väliset kaapeloinnit, nämä ovat tässä projektissa pää-, mittaus- ja ryhmäkeskuksien välillä olevat syötöt. Asuntojen syöttökaapeliksi valittiin MMJ 5x6 S. (Kuva 17.)



KUVA 17. Osasuurennos nousujohtokaaviosta

## 9.2 Pääkeskus

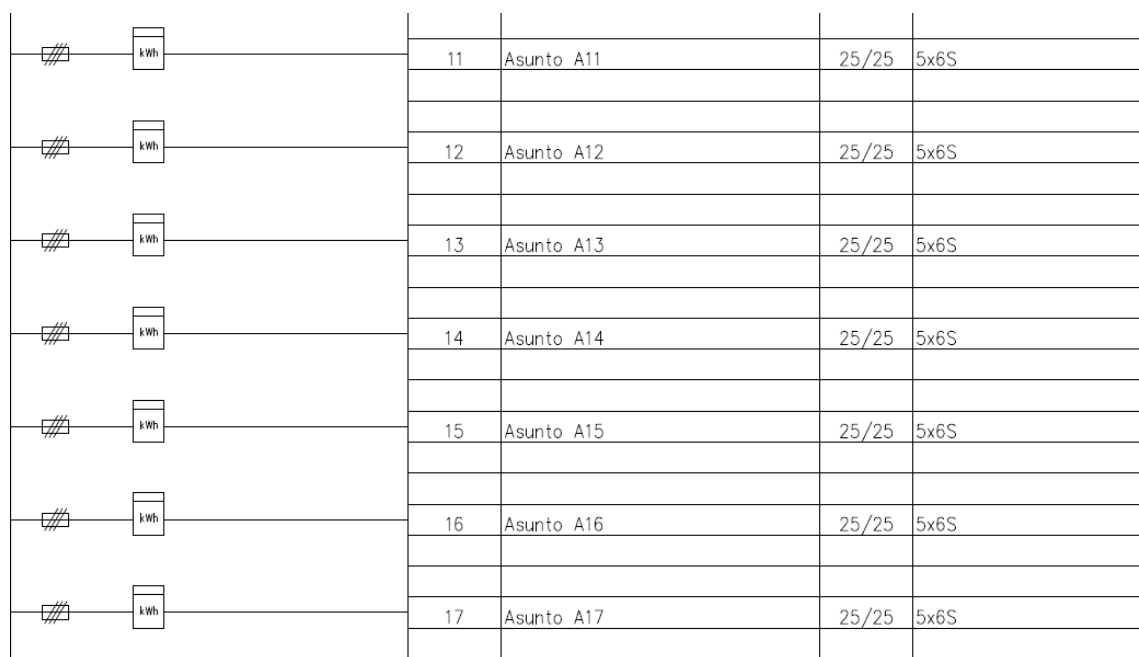
Kerrostalon pääkeskukseen kytketään talon liittymisjohto ja sinne sijoitetaan pääsulakkeet. Pääkeskuksessa sijaitsee myös kiinteistökeskus, joka pitää sisällään kaikki kiinteistön ryhmät pois lukien asuntoihin kuuluvat. Kiinteistökeskukseen kytketään esimerkiksi ulko-, käytävä ja porrasvalaistukset, tekniset ja yhteistilat, siivouspistorasiat ja kellarikerroksessa sijaitsevat sähkölaitteet. Pääkeskuksesta syötetään mittarikeskuksen sekä väestönsuojan nousujohto. LVI -laitteiden kuormitusten tehontarve tuli LVI -suunnittelusta. (Kuva 18.)



KUVA 18. Osasuurennos pääkeskuksen pääkaaviosta.

### 9.3 Mittauskeskus

Mittauskeskus sijaitsee samassa tilassa pääkeskuksen kanssa. Mittauskeskukseen sijoitetaan asuntojen sähkönkulutuksen mittaukseen tarvittavat etäluettavat mittarit. Asuntojen nousujohdot on merkitty mittauskeskuksen lähdeiksi (kuva 19).



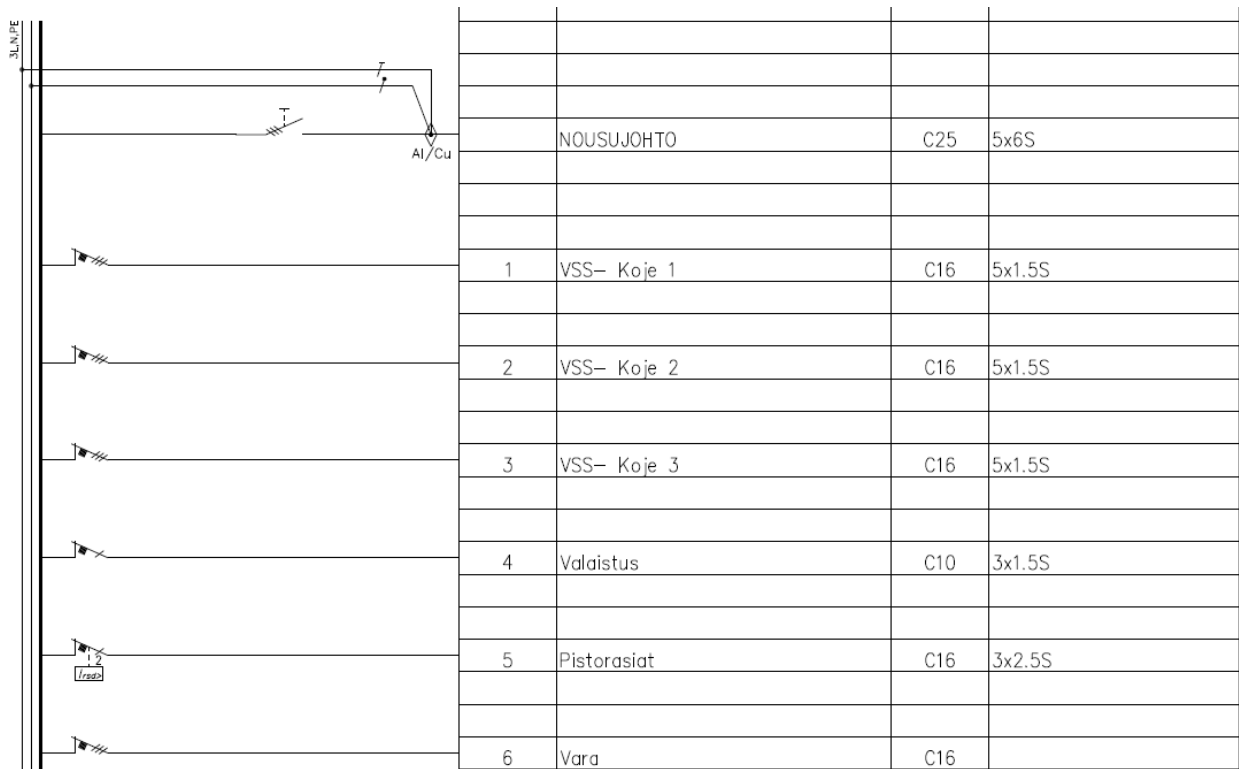
KUVA 19. Osasuurennos mittauskeskuksen pääkaaviosta.

### 9.4 Ryhmäkeskukset

Asuntojen ryhmäkeskuksiin kytketään kaikki huoneistojen sähköryhmät. Ryhmäkeskukseen sijoitetaan johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet. Ryhmäkeskusten pääkaavioissa näkyvät ryhmät numeroituna, syöttökaapeli ja ryhmää suojaava johdonsuojakatkaisija.

#### 9.4.1 Väestönsuoja

Väestönsuojan valaistuksen ryhmäjohtojen suojaus on toteutettu C10-johdonsuojakatkaisijalla ja pistorasioiden ryhmäjohtojen suojaus C16-johdonsuojakatkaisijalla. Väestönsuojan ryhmäkeskukseen sijoitetaan myös yksi C16-johdonsuojakatkaisija varalle. Väestönsuojan ryhmäkeskukseen kytketään väestönsuojan kaikki sähkölaitteet, valaistukset ja pistorasiat. (Kuva 20.)

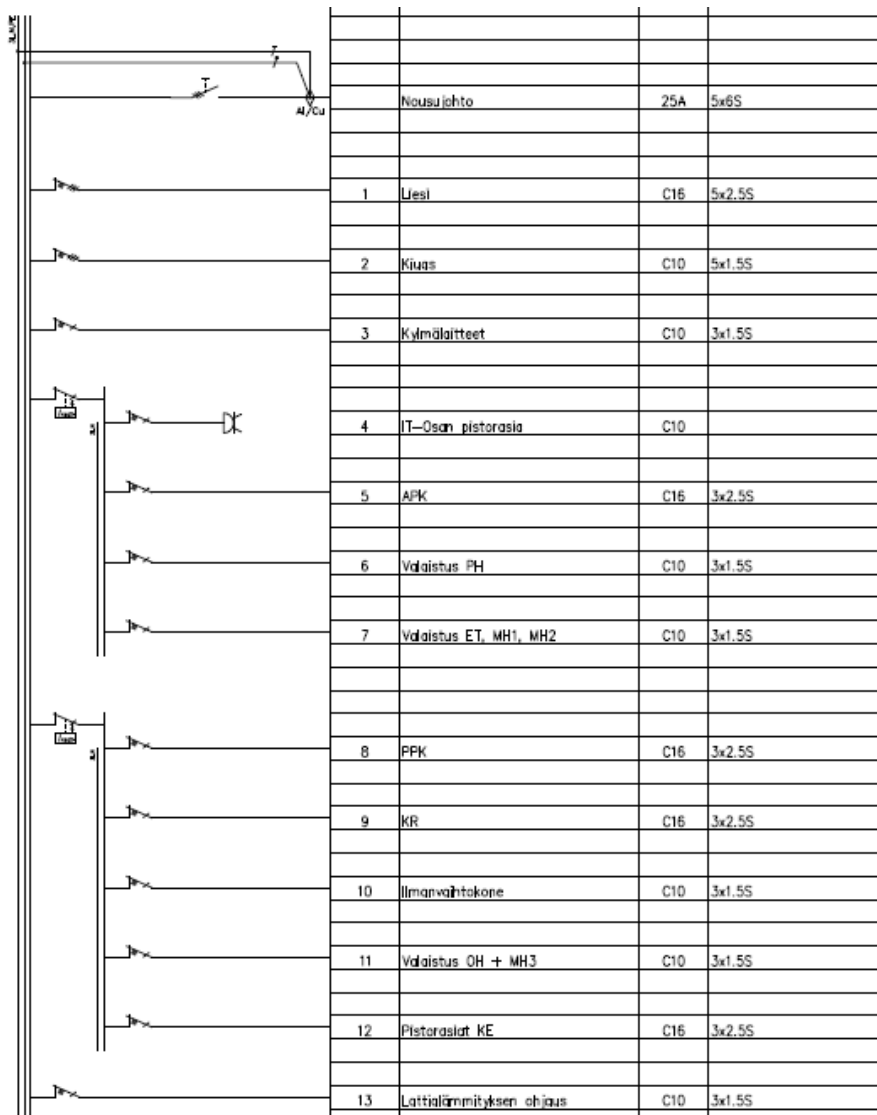


KUVA 20. Osasuurennos väestönsuojan ryhmäkeskuksen pääkaaviosta.

#### 9.4.2 Asunnot

Asuinhuoneistojen ryhmäkeskukset eroavat toisistaan asuntojen koosta ja huoneistokoh-  
taisista kiukaista riippuen. Tässä työssä suunniteltiin neljän erityyppisen huoneiston ryh-  
mäkeskuksen pääkaavio. Ryhmäkeskukset ovat muuten samanlaisia, mutta ryhmien  
määrä ja numerointi vain vaihtuvat. Esimerkkikuvassa (kuva 21.) on 4+K+S -tyyppisen  
asunnon pääkaavio. Ryhmäkeskukset sijoitettiin asunnoissa mahdollisimman keskitet-  
tyyn paikkaan, jotta ryhmien syöttökaapelien pituudet pysyvät mahdollisimman lyhyinä





KUVA 21. Osasuurennos esimerkkiasunnon ryhmäkeskuksen pääkaaviosta JKA2.

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä täydelliset sähkösuunnitelmat Oulun Limingantulliin rakennettavaan asuinkerrostalokohteeseen. Työssä käytin apuna ST-kortiston ohjeita suunnittelussa ja dokumentoinnissa. Sähkösuunnitelmista laadittiin kaikki tarvittavat dokumentit dwg- ja pdf -tiedostoihin.

Työ piti sisällään mitoituslaskelmat, jotka vaadittiin, jotta kiinteistö pystytään liittämään sähkönjakeluverkkoon. Työn aikana pistekuvia päivitettiin muutama otteeseen rakennuttajan vaatimusten perusteella. Lopullisia luovutuskuvia ja kaikkia laskelmia ei ole vielä pystytty laatimaan, koska rakennusprojekti ei ole vielä lähtenyt käyntiin.

Sähkösuunnitelmat ja loppudokumentti pysyivät hyvin aikataulussa, eikä työssä tullut kiirettä. Mielestäni aiheena tämä opinnäytetyö oli todella hyvä ja hyödyllinen, työssä tarvittiin paljon aikaisemmin koulussa opittuja asioita ja työn aikana opin paljon uutta esimerkiksi CADS Electric 17 -ohjelmistolla suunnittelusta. Suurimmilta ongelmilta työn aikana vältyttiin ja kaikki sujui suunnitelmien mukaan. Opinnäytetyön aikana piirsin yhteensä 24 piirustusdokumenttia.

## LÄHTEET

1. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus Määräykset ja ohjeet 2011. Saatavissa: [https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1\\_2011-fi.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf). Hakupäivä 12.2.2018.
2. Sähköala. Asemapiirros 10.3.2010. Saatavissa: [http://www.sahkoala.fi/koti/sahkotoiden\\_tilaaminen/fi\\_FI/asempiirros/](http://www.sahkoala.fi/koti/sahkotoiden_tilaaminen/fi_FI/asempiirros/). Hakupäivä 12.2.2018.
3. ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen 2001. Espoo: Sähkötieto ry.
4. ST-Käsikirja 30. Sähkötekniisiä taulukoita 2014. Espoo: Sähkötieto ry.
5. Oulun Energia. Sähköliittymän hinnoitteluperusteet ja rakentamiseen liittyvät ohjeet 1.5.2017 alkaen. Saatavissa: [https://www.ouluenergia.fi/sites/default/files/attachments/sahkoliittymän\\_hinnoitteluperusteet\\_ja\\_rakentamisohjeet.pdf](https://www.ouluenergia.fi/sites/default/files/attachments/sahkoliittymän_hinnoitteluperusteet_ja_rakentamisohjeet.pdf). Hakupäivä 12.2.2018.
6. Oulun Energia. Liittymisjohdot ja niitä vastaavat pääsulakekoot. Saatavissa: [https://www.ouluenergia.fi/sites/default/files/liittymisjohdot\\_ja\\_paaulakekoot.pdf](https://www.ouluenergia.fi/sites/default/files/liittymisjohdot_ja_paaulakekoot.pdf). Hakupäivä 12.2.2018.
7. ST 51.22. Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus 2013. Espoo: Sähkötieto ry.
8. ST 25.21. Sähköinen varustetaso asuinkerrostalossa ja kerrostaloasunnossa 2016. Espoo: Sähkötieto ry.
9. ST 53.05. Sähkötekniisten järjestelmien tilantarpeet 2002. Espoo: Sähkötieto ry.

10. ST 51.30. S1-luokan teräsbetoniväestönsuojien sähkö- ja viestintälaitteet sekä asennukset 2014. Espoo: Sähkötieto ry.
11. ST-Käsikirja 34. Hyvä asennustapa sähkö- ja teletöissä 2009. Espoo: Sähkötieto ry.
12. ST-esimerkit 10. Hankesuunnitelmaesimerkki asuinkerrostalo, sähkö- ja tietotekniset järjestelmät 2017. Espoo: Sähkötieto ry
13. ST 621.10. Yhteisantennijärjestelmät suunnitteluohje 2017. Espoo: Sähkötieto ry.
14. ST-Käsikirja 12. Antennijärjestelmät 2016. Espoo: Sähkötieto ry.
15. Sähköala. Yleiskaapelointijärjestelmät 15.4.2007. Saatavissa: [http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/tietoliikenneverkot/fi\\_FI/yleiskaapelointi/](http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/tietoliikenneverkot/fi_FI/yleiskaapelointi/). Hakupäivä 13.2.2018.
16. ST 681.11. Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät suunnitteluohje 2018. Espoo: Sähkötieto ry.
17. ST-Käsikirja 16. Yleiskaapelointijärjestelmät 2014. Espoo: Sähkötieto ry.
18. Secpro. Saatavissa: <http://www.secpro.fi>. Hakupäivä 14.2.2018.
19. ST 610.12.01 Selostusesimerkit S2010-nimikkeistön mukaan T150, Ovipuhelinjärjestelmät 2014. Espoo: Sähkötieto ry.
20. ST-Käsikirja 10. Paloilmoitinjärjestelmät 2004. Espoo: Sähkötieto ry.

## **LIITTEET**

Liite 1 Asemakuva 1801-101

Liite 2 Kellari Pistekuvat 1801-201

Liite 3 1.Krs Pistekuvat 1801-202

Liite 4 2.Krs Pistekuvat 1801-203

Liite 5 3.Krs Pistekuvat 1801-204

Liite 6 4.Krs Pistekuvat 1801-205

Liite 7 5.Krs Pistekuvat 1801-206

Liite 8 6.Krs Pistekuvat 1801-207

Liite 9 7.Krs Pistekuvat 1802-208

Liite 10 8.Krs Pistekuvat 1802-209

Liite 11 UVV Pistekuvat 1802-210

Liite 12 Nousujohtokaavio 1802-401

Liite 13 Pääkaavio Pääkeskus 1802-402

Liite 14 Pääkaavio Mittauskeskus 1802-403

Liite 15 Pääkaavio Ryhmäkeskus-VSS 1802-404

Liite 16 Pääkaavio Ryhmäkeskus-JKA1 1802-405

Liite 17 Pääkaavio Ryhmäkeskus-JKA2 1802-406

Liite 18 Pääkaavio Ryhmäkeskus-JKA3 1802-407

Liite 19 Pääkaavio Ryhmäkeskus-JKA4 1802-408

Liite 20 Yleiskaapelointikaavio 1802-701

Liite 21 Antennikaavio 1802-702

Liite 22 Porttipuhelinkaavio 1802-703

Liite 23 Valaisinluettelo 1802-801

Liite 24 Piirustusluettelo