



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

SAMUEL VIRTA

# **Asuinkerrostalon sähkösuunnittelu**

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN  
KOULUTUSOHJELMA  
2025

## TIIVISTELMÄ

Virta, Samuel: Asuinkerrostalon sähkösuunnittelu  
Opinnäytetyö, AMK  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Tammikuu 2025  
Sivumäärä: 46

Opinnäytetyön aiheena oli toteuttaa sähkösuunnitelma asuinkerrostaloon. Työn toimeksiantajana toimi Granlund Oy. Työ tehtiin Granlundin Turun alue-toimistolle.

Työn kohteena oli nelikerroksinen asuinkerrostalo, josta tehtiin tarvittavat sähkösuunnitelmat ja dokumentit. Työn alussa käytiin rakennuksen pienjännitesähköasennuksia, jonka jälkeen siirryttiin rakennuksen muihin järjestelmiin. Työn lopussa perehdyttiin 3D-mallintamiseen sekä betonielementtien sähkövarausten suunnitteluun.

Kappaleisiin on haettu teoriaa luotettavista lähteistä, ja sen jälkeen kerrottu käytännön asioita ja esimerkkejä opinnäytetyön kohteesta. Kohde saatiin opinnäytetyön aikana saatettua urakkalaskentavaiheeseen, ja se tulee jatkumaan toteutusvaiheeseen.

Avainsanat: Kerrostalot, Sähkösuunnitelma, Sähkösuunnittelu, Sähköala

## ABSTRACT

Virta, Samuel: Electricity planning of an apartment building

Bachelor's thesis

Electrical and automation engineering

January 2025

Number of pages: 46

The topic of this thesis was to create electrical plans for an apartment building. Thesis was made for Granlund Oy.

The goal was to make all the needed documents and electrical plans for the four-storey apartment building. At first there is explained how low voltage electrical applications are made. Then building's systems are explained. At the end there is familiarized about 3D-modeling and how concrete elements are equipped with electrical components.

Paragraphs consist of theory from reliable sources and then there is told how plans are made in practice and some examples from the project. The documents needed for project cost estimation were done in this thesis and in the future project proceeds to production phase.

Keywords: Apartment blocks, Electrical wiring design, Electricity sector

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 ESITTELY .....	7
2.1 Kohde .....	7
2.2 Toimeksiantaja .....	8
2.3 MagiCAD for AutoCAD .....	8
2.4 Solibri .....	9
3 PIENJÄNNITESÄHKÖASENNUKSET .....	9
3.1 Pistesijoittelupiirustukset .....	10
3.2 Asemapiirustus .....	11
3.3 Sähköliittymän mitoitus .....	13
3.4 Ryhmityspiirustukset .....	15
3.5 Keskuskaaviot .....	17
3.6 Maadoituskaavio .....	18
3.7 Märkätilat .....	19
3.8 Palovaroittimet .....	20
4 JÄRJESTELMÄT .....	21
4.1 Antennikaavio .....	22
4.2 Yleiskaapelointi .....	23
4.3 Sähkölukitus .....	24
4.4 Rakennuksen savunpoisto .....	25
4.5 Vedenmittausjärjestelmä .....	26
5 TIETOMALLINTAMINEN .....	26
5.1 Yleistä .....	26
5.2 BIM-objekti .....	27
5.3 Hyödyntäminen projektissa .....	27
5.4 Yhteensovittaminen .....	29
6 BETONIELEMENTTIEN SÄHKÖVARAUKSET .....	29
6.1 Betonielementti .....	29
6.2 Ontelolaatta .....	30
6.3 Sähkövarausten suunnittelu .....	30
7 YHTEENVETO .....	33
LÄHTEET .....	34
LIITE 1: RYHMITYSPIIRUSTUS 1.KRS .....	36
LIITE 2: RYHMITYSPIIRUSTUS 2.KRS .....	37
LIITE 3: RYHMITYSPIIRUSTUS 3.KRS .....	38

LIITE 4: RYHMITYSPIIRUSTUS 4.KRS .....	39
LIITE 5: RYHMITYSPIIRUSTUS IVKH .....	40
LIITE 6: KESKUSKAAVIO 1. SIVU .....	41
LIITE 7: KESKUSKAAVIO 2. SIVU .....	42
LIITE 8: ANTENNIKAAVIO .....	43
LIITE 9: YLEISKAAPELOINTIKAAVIO .....	44
LIITE 10: ILOQ OVIEN PERIAATEKAAVIO.....	45
LIITE 11: OVIEN SÄHKÖLUKITUS 1.KRS .....	46

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa täydellinen sähkösuunnitelma asuinkerrostalokohteeseen. Kilpailu alalla on tiukkaa, joten sähkösuunnitelmien tulee olla laadukkaasti sekä tehokkaasti tuotettuja. Tilaajan toiveita tulisi kuunnella ja toteuttaa toiveet mahdollisimman hyvin sähköturvallisuus huomioiden. Sähkösuunnitelma onkin tärkeä osa rakennuksen suunnittelua. Hyvin suunniteltu sähköjärjestelmä lisää asukkaiden viihtyvyyttä ja rakennuksen toimivuutta sekä ennen kaikkea turvallisuutta.

Työn toimeksiantajana toimii Granlund Oy. Opinnäytetyössä käydään läpi kerrostalon sähkösuunnitteluun kuuluvat vaiheet käytännön ja teorian näkökulmista. Kohteesta laaditaan myös 3D-tietomalli, joka auttaa hahmottamaan sähkökalusteiden todelliset sijainnit sekä risteilyt muiden taloteknisten suunnittelualojen kanssa. Rakennus rakennetaan betonielementeistä ja ontelolaa-toista, joka on tärkeä asia ottaa huomioon sähkösuunnittelussa. Ennen tuotantoa, betonielementteihin suunnitellaan sähkövaraukset. Tämä tarkoittaa putkistusten sekä koje- ja jakorasioiden piirtämistä rakennesuunnittelun toimittamiin elementtikuviin. Sähkösuunnittelu kohteeseen on aloitettu kesällä 2024.

Tämä työ keskittyy asuinkerrostalon sähkösuunnitteluun ja sen eri vaiheisiin. Suunnittelua varten ei ole tehty henkilöhaastatteluja tai kerätty henkilötietoja. Kaikkiin eri lähteistä haettuun materiaaliin ja tietoon, on viitattu, ja lähteet merkitty asianmukaisilla tavoilla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019.)

## 2 ESITTELY

### 2.1 Kohde

Opinnäytetyön kohteena on nelikerroksinen asuinkerrostalo, joka rakennetaan Taalintehtaalle, vanhan sairaalan tilalle. Rakennus on tarkoitettu ikäihmisten käyttöön, joten suunnittelussa huomioidaan järjestelmien käytettävyys kaikille, esimerkiksi liikuntarajoitteiden osalta. Kerrostalon ensimmäiseen kerrokseen tulee paljon yhteiseen käyttöön rakennettavia tiloja. Näistä esimerkkinä yhteinen sali, jossa asukkaat voivat tavata toisiaan ja salissa voidaan myös järjestää yhteistä toimintaa. Muita yhteisiä tiloja ovat huoneistokohtaiset varastokopit, pyörävarasto, ulkoviivelinevarasto, talosauna ja pesula. Alimpaan kerrokseen on varattu toimisto, josta löytyy keittiö sekä pienet työskentelytilat henkilökuntaa varten. Ylemmistä kerroksista löytyy pääosin asuinhuoneistoja, jotka eroavat hieman kokonsa puolesta, mutta sähköteknisesti ne ovat hyvin samankaltaisia.

Talo rakentuu betonielementeistä sekä ontelolaatoista. Sen lämmitysmuotona toimii kaukolämpö ja huoneistoissa lämpö jaetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä. Yleisissä tiloissa on vesikiertoiset patterit. Ilmanvaihdon tyyppi on keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihtokone sijaitsee rakennuksen ullakolla, erillisessä IV-konehuoneessa. Kuvassa 1 nähdään opinnäytetyön kohteen rakennuksesta, arkkitehdin luoma 3D-mallikuva.



Kuva 1. Opinnäytetyön kohde.

## 2.2 Toimeksiantaja

Työn toimeksiantajana toimii Granlund Oy. Työ tehdään Granlundin Turun aluetoimistolle. Granlund on kiinteistö- ja rakennusalan konserni, joka on perustettu jo vuonna 1960. Se työllistää yhteensä n. 1400 asiantuntijaa. Yrityksen toimialoihin kuuluu talotekninen suunnittelu, energia-, kiinteistö- ja ympäristöalan konsultointi, rakennuttaminen ja valvonta, isännöinti sekä kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot. (Granlund Oy, n.d.)

## 2.3 MagiCAD for AutoCAD

Sähkösuunnittelussa käytetään MagiCAD for AutoCAD -suunnitteluohjelmissä. MagiCAD on täysin integroitu AutoCAD alustalle ja se tarjoaa tehokkaat mallinnus- ja laskentatoiminnot sähkösuunnittelun tueksi. Tässä työssä käytetään pääosin MagiCADin Electrical toimintoja, josta löytyy ratkaisut sähkö-, tele- ja data- sekä valaistusjärjestelmien suunnitteluun ja laskentaan. Keskuskaavioiden tuottamiseen käytetään MagiCAD Schematics -toimintoja, jolla pystytään luomaan ja synkronoimaan keskuskaavioita. MagiCADiltä löytyy



myös ratkaisut esimerkiksi LVI, sprinkler ja erikoisverkostojen suunnitteluun. (MagiCAD, n.d.-a.)

## 2.4 Solibri

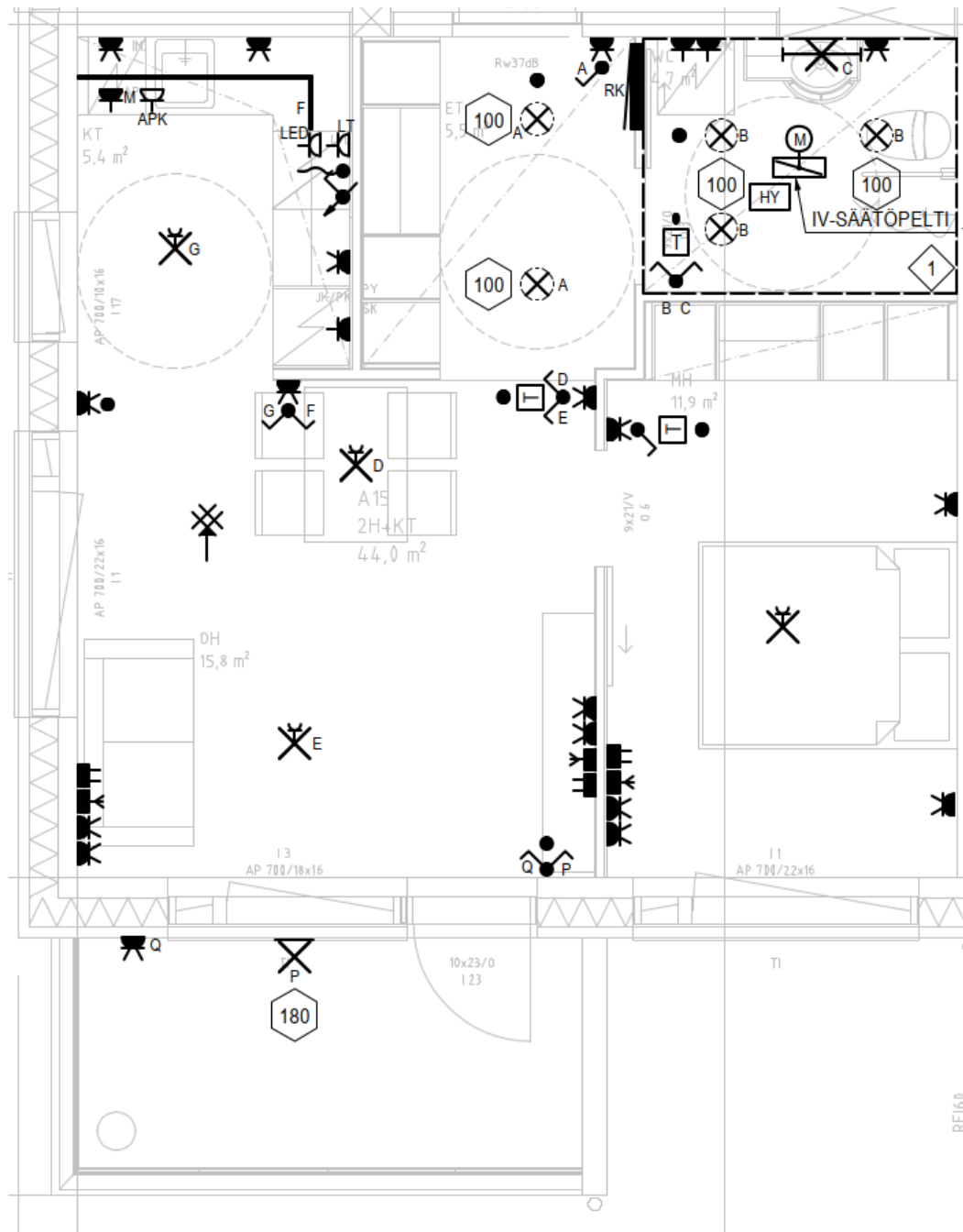
Solibri on suunnittelutyössä käytettävä ohjelmisto 3D-tietomallien katseluun ja tarkasteluun. Se on tärkeä työkalu laadunvarmistuksen kannalta ja sillä pystytään yhdistämään kaikkien muiden toimialojen tietomallit yhteen, jolloin erilaiset risteilytarkastukset ovat mahdollisia. Ohjelmiston avulla yhteistyö muiden alojen kanssa helpottuu ja erilaiset ongelmat pystytään ratkomaan hyvin. (Solibri, n.d.) Solibri helpottaa myös hahmottamaan sähkökalusteiden paikat ja ohjelmistosta löytyy hyvät mittatyökalut, joilla asennukset saadaan mitattua oikeille paikoilleen tarkasti.

## 3 PIENJÄNNITESÄHKÖASENNUKSET

Tässä kappaleessa käydään läpi asuinkerrostaloon liittyviä pienjännitesähköasennuksia ja niiden suunnittelua. Pienjännitteen raja-arvoja ovat vaihtojännitteellä enintään 1000V ja tasajännitteellä 1500 V. (SFS 6000-1:2022, 2022, s.16). Pienjännitesähköasennuksiin kuuluvat kaikki 230/400 V nimellisjännitteellä toimivat sähköjärjestelmät. Kappaleessa käydään ensin läpi pistesijoittelu ja asemapiirustuksia, jonka jälkeen tutustutaan rakennuksen huipputehon laskemiseen ja liittymän mitoittamiseen. Mitoittamisen jälkeen työssä on tuotu esille sähköpisteiden ryhmittelyä sekä keskusten ja suojalaitteiden suunnittelua. Kappaleen lopussa on lyhyt kuvaus rakennuksen maadoitusjärjestelmästä ja viimeisenä käydään läpi kohteen märkätiloja. Kun pienjännitesähköasennukset on esitelty, siirrytään seuraavassa kappaleessa kohteen järjestelmiin.

### 3.1 Pistesijoittelupiirustukset

Pistesijoittelupiirustuksiin suunnitellaan alustavat paikat sähkökalusteille. Yleensä on sovittu tietyt alueet tai kerrokset, joista kyseiset dokumentit tehdään. Opinnäytetyön kohteessa pistepiirustukset toteutetaan ensimmäisestä sekä kolmannesta kerroksesta. Pistesijoittelupiirustuksiin asuntojen osalta esitetään pistorasioiden, data- ja antennipisteiden, valaistuksen, lattialämmityksen sekä palovaroittimien sijainnit. Kuvassa 2 nähdään asuinhuoneistoon tehty pistesijoittelu. Myös ensimmäisen kerroksen yleisiin tiloihin suunnitellaan valaistus sekä muut sähköpisteet. Sähköpääkeskus-huoneeseen mitoitetaan sopivan kokoiset pää-/kiinteistökeskus, monimittarikeskus ja yleiskaapelointia varten tuleva ristikytkentäteline. Rakennukseen tulevaan väestönsuojaan sijoitetaan suojan oma ryhmäkeskus, sähköpisteet, GSM-antenni sekä poistopuhaltimelle kolmivaiheturvakytkin. Pistesijoittelupiirustusten avulla pystytään tekemään myös alustavaa 3D-mallinnusta, mutta tästä on kerrottu lisää omassa kappaleessaan.



Kuva 2. Asuinhuoneiston sähköpisteet.

### 3.2 Asemapiirustus

Asemapiirustuksessa esitetään kohteen tontti ja sen rajat sekä rakennuspaikka. Piirustuksella pystytään osoittamaan, että rakentaminen on rakennusjärjestyksen sekä maankäyttösuunnitelman mukaista ja rakennelma on soveltuva sille kaavailtuun ympäristöön. Kunnilla on usein tietynlaiset pätevyysvaatimukset, kuka saa asemapiirustuksen tehdä. (Urakkamaailma, 2023.)

Asemapiirustukseen sisällytetään esimerkiksi rakennuspaikan ja lähiympäristön rajat mitoin varustettuna sekä kaava-alueilla teiden ja katujen nimet. Piirustukseen merkitään rakennuspaikalta purettavat tai siellä olemassa olevat rakennukset ja piirretään suunnitteilla olevat uudet rakennukset kuvaan. Kuvassa esitetään myös eritelty kerrosalalaskelma ja mahdollisten autopaikkojen laskelmat. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015/216, 4 §.)

Asemapiirustukseen merkitään myös rajojen etäisyydet rakennuksen ulkoseinistä ja kohteen kerrosluku. Jos rakennusta korjataan tai sille tehdään muutoksia, tulee muutokset esittää piirustuksessa. Piirustukseen tulee myös suunnitellut vesijohdot sekä viemäroinnit kaivoineen ja alimman viemäroidyn tason korkeus. Myös muut liittymät, kuten sähköliittymä merkitään kuvaan. Jos tontilla on rakennuksen sijoittamista rajoittavia kaapelikanavia tai voimajohto, tulee nekin esittää piirustuksessa. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015/216, 5 §.)

Kohteen piha-alueesta kuvaan merkitään suunnitellut korkeusasemat ja korkeussuhteet, pihalle johtava reitti sekä jalankulku, ja piha-alueen ajoneuvojärjestelyt. Jos kohteeseen tulee leikkipaikkoja, oleskelualueita tai muita pihajärjestelyitä, merkitään ne kuvaan. Myös väestönsuojan uloskäynti sekä kiinteistön käyttöön ja huoltoon liittyvät tilat, on hyvä merkata piirustukseen. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015/216, 6 §.)

Asemapiirustus käsittää rakennuksen ulkopuoliset sähköasennukset. Kuvaan suunnitellaan pihaan tuleva valaistus, joka kohteessa toteutetaan metallipylväillä ja niihin asennettavilla LED-valaisimilla. Pysäköintipaikoille suunnitellaan autoille lämmitystolpat sekä varaukset mahdollisia sähköauton latauspisteitä varten. Asemapiirustukseen merkitään myös kaikki putkitukset maanrakennusurakoitsijaa varten ja hahmotellaan liittymiskaapelin sekä operaattorin valokuitukaapeloinnin reitti.

### 3.3 Sähköliittymän mitoitus

Sähköliittymän sulakekoon sekä kaapelipaksuuden määrittää rakennuksen huipputeho. Huipputeho kertoo rakennuksen laskennallisen maksimitehon, perustuen sen kokoon ja lämmitysjärjestelmään sekä muihin sähkölaitteisiin. Sähköliittymän mitoittaminen oikein onkin yksi sähkösuunnittelun tärkeimmistä asioista. Jos liittymä mitoitetaan liian suureksi, koituu kiinteistön omistajalle turhia kuluja tämän takia. Liian pieneksi mitoitettu liittymä voi rajoittaa kiinteistön käyttöä. Rakennuksen sähkösuunnittelussa tulisi ottaa huomioon myös tulevaisuuden tarpeet ja mitoittaa liittymä siten, että rakennuksen sähköverkkoa pystytään jatkossa hieman laajentamaan ilman liittymän kasvattamista. (ST 13.31, 2021, s.1.)

Taulukosta 1 nähdään erilaisia laskukaavoja tietyille rakennustyypeille. Taulukon kaavoja pystytään hyvin hyödyntämään myös opinnäytetyön kohteessa.

Taulukko 1. Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi. (ST 13.31, 2021, s.5.)

Asuinrakennukset	Huipputeho <sup>(1)</sup> [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m <sup>2</sup> ]
– ilman kiukaita	$P_h = B + 17 \times A / 1000$ (B = 65 kW) (2)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m <sup>2</sup> . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{\text{tod}}/2500) \times B \geq 30$ (1)
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 \times A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot <sup>(2)</sup>		A on lämmitetty pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 \times A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys <sup>(3)</sup>	$P_h = 30 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys <sup>(3)</sup>	$P_h = 7,5 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW/paikka} \times n_{\text{auto}}$ ( $n_{\text{auto}}$ = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä) <sup>(4)</sup> (4)		
Paikoitusalueet sähköajoneuvojen vähimmäisvarauksella $P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 1,0\text{--}3,0 \text{ kW/latauspiste} \times n_{\text{auto}}$ ( $n_{\text{auto}}$ = sähköistettyjen autopaikkojen lukumäärä) <sup>(5)</sup>		
Sähköajoneuvojen lataus: $P_{\text{sähköajoneuvojen lataus}} = \frac{\text{haluttu ajosuorite latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{\text{auto}}}{\text{latauskerran aika h}}$ <sup>(6)</sup>		
HUOM. Käytettäessä älykästä sähköajoneuvojen latausjärjestelmää, voi olla mahdollista jättää latausjärjestelmän vaikutus huipputehoon kokonaan huomioimatta, jos kohteen käyttäjien tarpeet ja kohteen sähköliittymän vapaa energiakapasiteetti oletettuna latausaikana mahdollistavat tämän. Tällainen energiakapasiteetin tarkastelu soveltuu lähinnä pitkien latausaikojen kohteisiin, kuten asuinkehteisiin. Katso tämän kortin luku 4.5.6, kortti ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus sekä ST-käsikirja 41 Sähköautot ja latausjärjestelmät.		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \phi$ . Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida, että $\cos \phi = 0,96$ . Tehokertoimen määrittämisen lähtötietona voidaan käyttää myös paikallisen verkkoyhtiön loistehoinnoittelua ja loistehon ilmaisosuutta. Lineaarisia laskentamalleja käytettäessä tulee myös huomioida, että kuormitukset noudattavat erittäin harvoin normaalijakaumaa. Tietyn tehon ylitystodennäköisyyden arvioiminen on siis hyvin haastavaa tai jopa mahdotonta, jos käytettävissä ei ole muita tietoja kuin rakennuksen tyyppi ja arvio pinta-alasta.		

Opinnäytetyön kohteen tapauksessa rakennuksen kerrosala on 2232 neliötä ja asuinnoissa ei ole huoneistokohtaisia sähkökiukaita. Koska kerrosala on niin pieni, täytyy ensimmäisenä laskea korvaava arvo  $B_x$ , joka lasketaan kaavalla (1).

$$B_x = \left( \frac{A_{tod}}{2500} \right) \times B$$

$$B_x = \left( \frac{2232 \text{ m}^2}{2500} \right) \times 65 \text{ kW} = 58.03 \text{ kW}$$
(1)

Tämän jälkeen voidaan kaavalla (2) laskea rakennuksen huipputeho.

$$Ph = B_x + 17 \times \left( \frac{A}{1000} \right)$$

$$Ph = 58.03 \text{ kW} + 17 \times \left( \frac{2232 \text{ m}^2}{1000} \right) = 95.98 \text{ kW}$$
(2)

Rakennukseen tulee myös erillinen talosauna, jota edelliset kaavat eivät ota huomioon. Saunan sähkökiukaan tehoksi on määritelty 11 kW. Talosaunan teho voidaan laskea (ST 13.31, 2021, s.6) kaavalla (3)

$$A = 41.7 \text{ m}^2, \quad kiuas = 11 \text{ kW}$$

$$Ph = P_{kk} + P_{val}$$

$$P_{kk} = 6 \text{ kW} + \left( \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} \right) \times A = 6.83 \text{ kW}$$

$$P_{val} = \left( \frac{6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} \right) \times A = 0.25 \text{ kW}$$

$$Ph = 6.83 \text{ kW} + 0.25 \text{ kW} + 11 \text{ kW} = 18.08 \text{ kW}$$
(3)

Kohteeseen rakennetaan parkkialue, joka sisältää kahdeksan auton lämmitykseen tarkoitettua pysäköintipaikkaa. Kaavalla (4) saadaan laskettua lämmityspaikkojen vaatima teho.

$$P_{paikoitus} = 10kW + 0.5 \frac{kW}{paikka} \times n_{AUTO}$$

$$P_{paikoitus} = 10kW + 0.5 \frac{kW}{paikka} \times 8$$

$$P_{paikoitus} = 14 kW \quad (4)$$

Kun kaikki kohteen kuluttamat tehot ovat laskettu, saadaan niiden yhteenlaskusta kaavassa (5) liittymää varten tarvittava liittymisteho.

$$P_h = 95.98 kW + 18.08kW + 14 kW$$

$$P_h = 128.1 kW \quad (5)$$

Laskuissa 1–5 on käytetty lähteenä (ST 13.31, 2021, s.5–6) löytyviä kaavoja.

Liittymän sulakekoko saadaan määritettyä kaavan (6) mukaisesti. Kun vaihevirta on tiedossa, pyöristetään se ylöspäin seuraavana saatavilla olevaan sulakekoko. Kohteessa liittymän sulakekooksi valikoitui 3x200A sulakkeet.

$$I = \frac{P_h}{400 V \times \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{128000 W}{400 V \times \sqrt{3}}$$

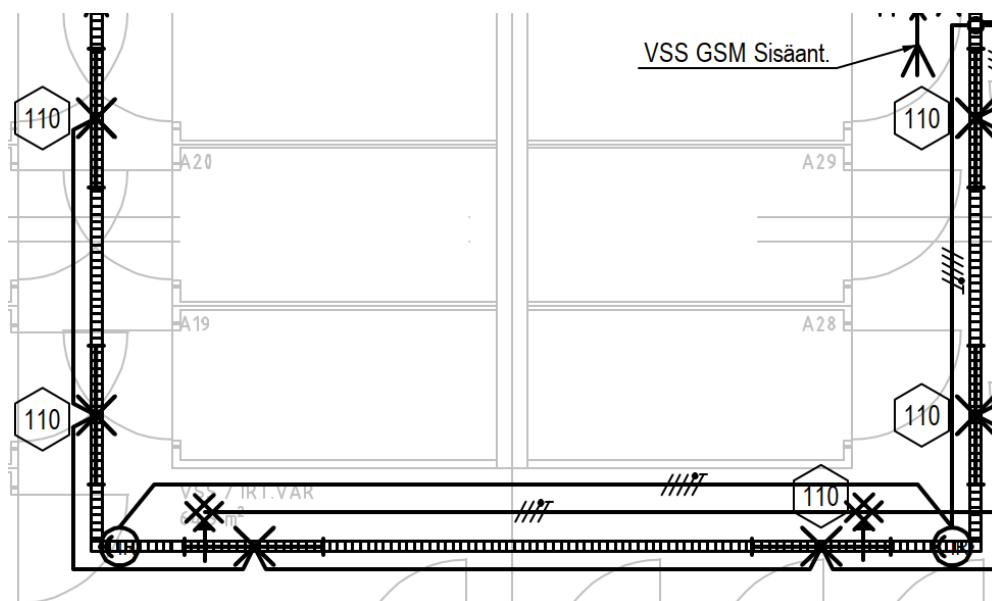
$$I = 184.8 A \quad (6)$$

### 3.4 Ryhmityspiirustukset

Tilaaajan hyväksymien pistesijoittelupiirustuksien jälkeen voidaan alkaa tehdä ryhmityspiirustuksia. Ryhmityspiirustuksissa aikaisemmin sijoitetut sähkökalusteet ryhmitellään ja kaapeloidaan. Ryhmittelyssä pitää ottaa huomioon esimerkiksi rakennuksen rakenteiden vaikutukset. Kyseisessä kohteessa ontelolaattarakenteen vuoksi ei pystytä asentamaan jakorasioita kattoon, vaan ne tulee asentaa seinille tai alakattorakenteisiin. Toinen ryhmittelyyn vaikuttava asia on se, halutaanko valaistus sekä pistorasiat eri ryhmiin. Kohteessa

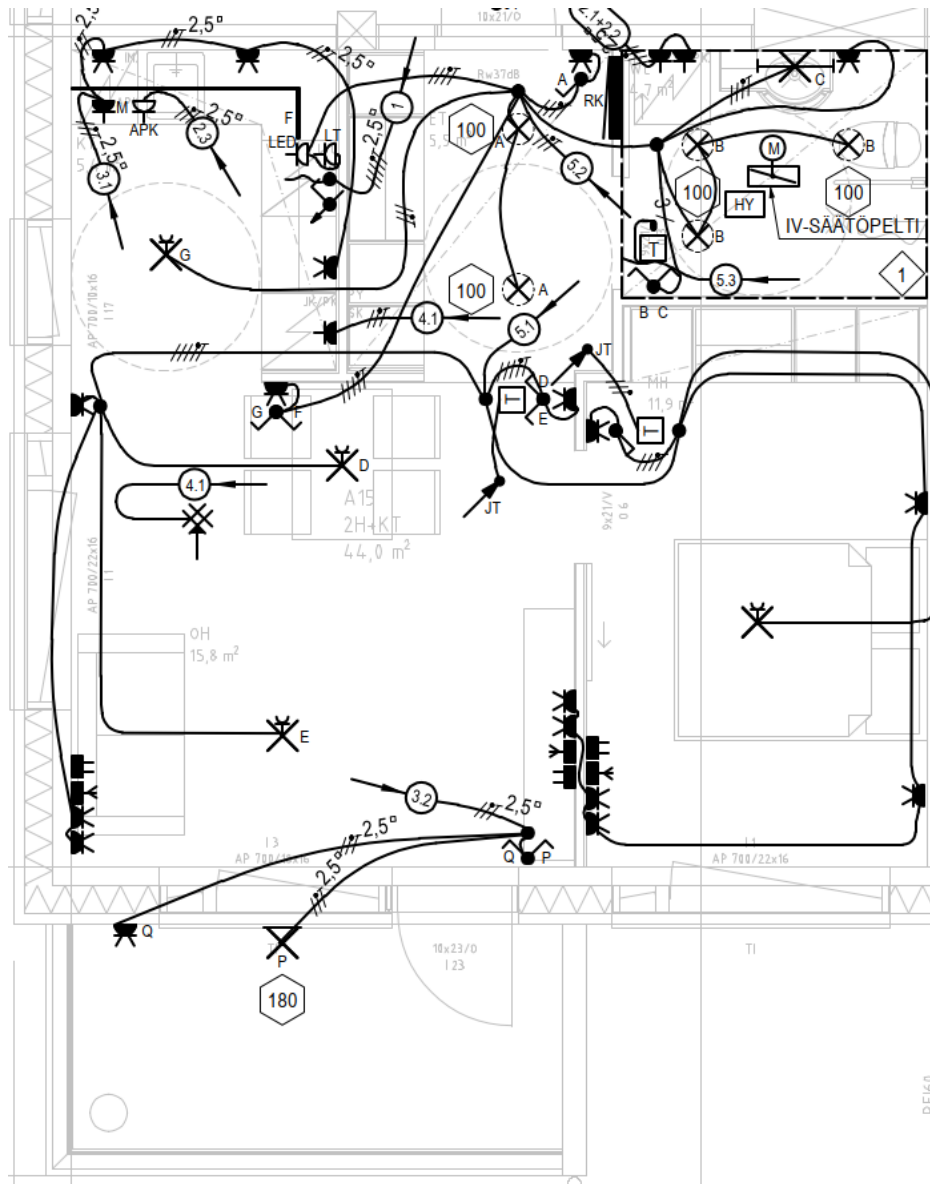
kuitenkin päädyttiin asuntojen osalta ryhmittelemään valaistus ja pistorasiat samaan ryhmään. Tällöin syöttökaapelina käytetään MMJ 3x1,5 S kaapelia ja johdonsuojaksi valitaan C10. Valaistuksen ja pistorasioiden ryhmittely yhteen tuo säästöä, koska pistorasioille ei tarvitse vetää erillisiä kaapeleita, vaan ne saadaan ketjutettua esimerkiksi valaistuksen kytkimiltä. Ontelolaattarakenne asettaa rajoituksia laattojen saumassa vietäviin kaapeleihin, jolloin sekaryhmittelyllä saadaan kaapelointi tehtyä mahdollisimman pienellä kaapelimäärällä. Keittiön pistorasiat kuitenkin kaapeloidaan yleisesti omana ryhmänä ja MMJ 3x2,5 S kaapelilla, koska keittiön laitteet ovat usein suurempitehoisia verrattuna muihin kerrostaloasunnossa käytettäviin sähkölaitteisiin. Tällöin ryhmä suojataan C16 johdonsuojakatkaisijalla.

Ryhmityspiirustuksiin piirretään kaapeliyhteys jakorasioilta erilaisille sähkökalusteille ja -rasioille. Kaapelit merkitään tietyillä johdinmerkinnöillä, jotka kertovat asentajille, mitä kaapelia asennuksessa tulisi käyttää. Esimerkki ryhmityspiirustuksesta liitteessä 1-5. Pinta-asennettavat kaapeloinnit merkitään suorin viivoin ja kulmat merkitään terävinä (kuva 3), kun taas uppoasennuksissa kaapeloinnit ovat kaarevia ja kulmat pyöristettyjä (Kuva 4). Jos halutaan esittää esimerkiksi lattiavaluun tehtävä kaapelointi, voidaan se esittää uppoasennuksen tavoin, mutta muutetaan viivatyypiksi katkoviiva ja lisätään viiteteksti UL, joka viittaa uppoasennuksena lattiaan tehtävään asennukseen.



Kuva 3. Kaapelit pinta-asenteisena valaisinriipustuskiskossa.





Kuva 4. Asuinhuoneiston kaapelointi uppoasennuksena.

### 3.5 Keskuskaaviot

Jokaisesta rakennuksen keskuksesta luodaan keskuskaavio. Keskuskaaviossa esitetään keskuksesta lähtevät lähdöt, niiden suojalaitteet ja kaapelityypit. Liitteissä 6–7 esitettynä asuinhuoneistojen ryhmäkeskuksen kaavio. Kaavion ensimmäiselle sivulle määritellään keskuksen vaatimuksia ja tietoja kaapeloinneista ja kojeista. Granlundilta löytyy valmis pohja keskuskaavioiden tekoon, joka helpottaa huomattavasti niiden luomista. MagiCAD:ssä on myös ominaisuus, jonka avulla saadaan ryhmänumeroinnit ja kaapeloinnit linkitettyä keskuskaavioiden ja ryhmityspiirustusten välillä. Tällöin lähtöjen numerointi

helpottuu, eikä niitä joudu syöttämään käsin. Keskuksen lähtöjä suojaavat suojalaitteet, kuten johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojat, piirretään kaavion vasempaan reunaan piirikaaviotyypillisesti.

Vikavirtasuoja vaaditaan piireihin, jotka sisältävät enintään 32A pistorasioita, ja ne todennäköisesti ovat maallikoiden käytössä. Myös kaikki ulkona sijaitsevat, alle 32A siirrettävät laitteet ja asunnoissa tai niiden piha-alueilla sijaitsevat valaisimet tulee suojata vikavirtasuojalla. Edellä mainituissa tapauksissa vikavirtasuoja saa mitoitusvirraltaan olla enintään 30mA suuruinen. (SFS 600-4-41:2022, 2022, s.9.) Kuitenkin asunnoissa tai sitä vastaavissa tiloissa vikavirtasuojaus voidaan jättää pois, jos lähtö syöttää pysyvästi tiettyä laitetta, ja syötön katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa. Asuntokohteissa näitä laitteita ovat jääkaapit sekä pakastimet. Jääkaapin ja pakastimen pistorasiat tulee asentaa siten, että niihin ei ole normaalisti mahdollista kytkeä muita laitteita. Jos pistorasian sijoituksesta ei selkeästi käy ilmi, että se on tarkoitettu tietylle kiinteälle laitteelle, tulee se varustaa opaskilvellä. (SFS 600-4-41:2022, 2022, s.31.)

Opinnäytetyön kohteessa asuntojen ryhmäkeskusten lähdöt vikavirtasuojataan kaikilta muilta osin, paitsi jääkaappi ja sähköverkkoon kytkettävä palovaroin suojataan ainoastaan johdonsuojakatkaisijalla. Kohteen yleisissä tiloissa noudatetaan samoja periaatteita. Keskuskaaviot luodaan rakennuksen pää-/kiinteistökeskuksesta, monimittarikeskuksesta sekä asuntojen, talosaunan ja IV-konehuoneen ryhmäkeskuksista. Kaikissa asunnoissa pystytään käyttämään samanlaisia ryhmäkeskuksia, jolloin keskuskaavioiden teko jää vähemmälle.

### 3.6 Maadoituskaavio

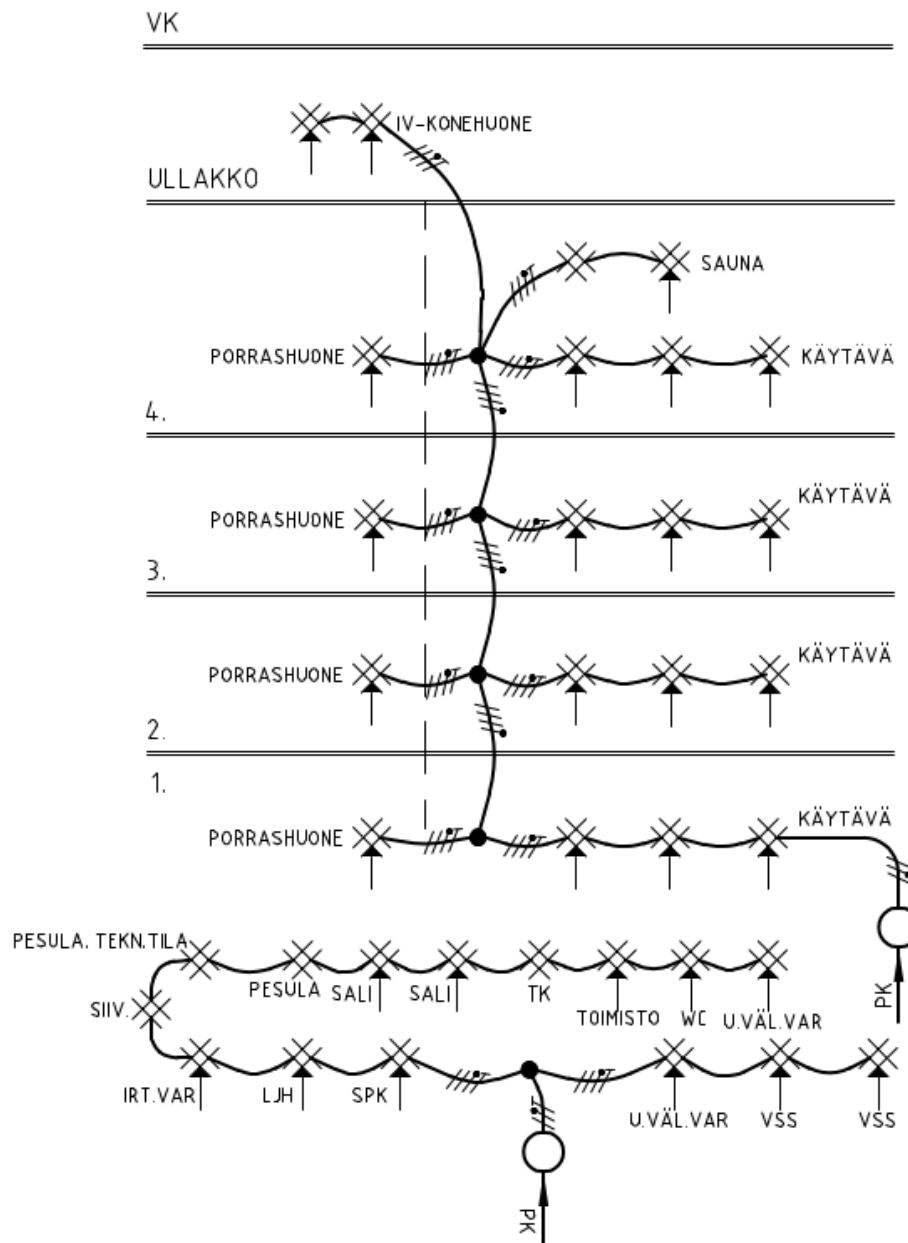
Maadoituskaaviossa esitetään rakennuksen maadoitusjärjestelmä. Maadoitusjärjestelmän tehtävä on johtaa suojajohtimien ja maasulkujen virrat maahan ilman termisiä, sähkömekaanisia tai lämpömekaanisia rasituksia. Sen tarkoituksena on myös suojata edellä mainituista virroista johtuvia sähköiskuja.

Järjestelmän tulee olla luotettava ja soveltua asennuksen suojausvaatimukseen. (SFS 6000-5-54:2022, 2022, s.9.)

### 3.7 Märkätilat

Kylpy- ja suihkutilat ovat standardissa määritettyjä erikoistiloja. Niiden tilojen sähkölaitteille on asetettu vaatimuksia, joiden tulee täytyä. Kuvassa 5 nähdään SFS standardin mukaiset alueet kiinteästi asennetun vesipisteen, esimerkiksi suihkun tapauksessa. Tässä tapauksessa alueita on kaksi. Alueelle 0 saa asentaa ainoastaan kiinteästi liitetyjä laitteita, jotka ovat valmistajan mukaan soveltuvia käytettäväksi alueella 0 ja ne täyttävät asianmukaisen standardin vaatimukset. Alueella 0, laitteen koteloituokan tulee olla vähintään IPX7. Alueelle 1 voidaan asentaa SELV- tai PELV-suojattuja pistorasioita sekä sähkölaitteita, mutta niiden tehonlähteet tulee olla asennettu alueiden 0 ja 1 ulkopuolelle. Sähkölaitteiden vaihtojännite ei saa ylittää 25V ja tasajännitteellä jännite ei saa ylittyä 60V. Jos laitteen valmistajan ohjeiden mukaan, kiinteästi asennettu sähkölaite on soveltuva alueelle 1, voidaan se tällöin sijoittaa sinne. Kaikilla alueen 1 laitteilla täytyy olla vähintään IPX4 koteloituokka. Jos alueelle 1 halutaan asentaa valaisimia, tulee niiden olla vähintään 1700 mm korkeudella. Jos sähkölaite on esimerkiksi siivouksen takia erityisen alttiina vesisuihkulle, täytyy sen koteloituokka olla vähintään IPX5, kuitenkin alueella 0 aina vähintään IPX7. (SFS 6000-7-701:2022, 2022, s.10–11.)





Kuva 6. Palovaroittimien kaapelointikaavio.

## 4 JÄRJESTELMÄT

Tässä kappaleessa käydään läpi asuinkerrostalokohteeseen kuuluvia järjestelmiä. Järjestelmiin kuuluu yleis- sekä antennikaapelointikaaviot, sähköluku- tuskaavio, savunpoistokaavio ja huoneistokohtainen vedenmittausjärjestelmä. Alussa käydään läpi yleis- ja antennikaapelointia, joiden yhteydessä

perehdytään myös Traficom M65 määräykseen. Tämän jälkeen tutustutaan kohteen sähkölukitukseen, joka on toteutettu Iloq S5 Online -järjestelmällä. Lopuksi kerrotaan, miten rakennuksen savunpoisto on toteutettu, ja millainen järjestelmä asennetaan huoneistojen vedenmittausta varten.

#### 4.1 Antennikaavio

Antennikaaviossa esitetään rakennuksen antenniverkko kaaviomuodossa (liite 8). Kaaviosta käy ilmi, mitä kaapelia käytetään, kuinka suuria jaottimia käytetään ja missä kyseiset laitteet sijaitsevat.

Yhteisantenniverkko toteutetaan antennirasioiden, jaottimien, haaroittimien ja jakovahvistimien avulla. Kaapelointi verkossa toteutetaan koaksiaalikaapelilla. Verkko koostuu edellä mainitusta passiivisesta verkosta sekä päävahvistimesta ja tarvittaessa myös antennista. Yhteisantenniverkon avulla kaikki taloyhtiön huoneistot pystyvät vastaanottamaan joko antenni- tai kaapelitelevisiolähettyksiä ja radiolähettyksiä. Kaapelimodeemeja pystytään käyttämään, jos verkko on varusteltu myös paluusuunnalla. (Traficom, 2023.)

Rakennuksen antennijärjestelmän tulee mahdollistaa jakelu antennirasioihin maanpäällisten kaapelitelevisio- sekä joukkoviestintäverkkojen osalta, vähintään 5–1218 MHz taajuuksilla. Uusien sekä uudistettujen antenniverkkojen vaimennus taajuudella 1000 MHz saa enintään olla 45dB. Kuitenkin taajuudella 47MHz vaimennuksen tulee olla vähintään 25dB. Signaalin tasoero, joka aiheutuu vaimennuksesta, saa olla enintään 15 dB taajuusalueella 47–1000 MHz. Edellä mainittu signaalin tasoero saa kunnostetuissa antenniverkoissa olla hieman suurempi eli 18 dB. (Traficom, 2022, s.9–10.)

Opinnäytetyön kohteen antenniverkon vaimennuksia voidaan arvioida mallilaskelmien avulla. Kuitenkin kohteen antenniurakoitsija täydentää tarvittaessa antennikaavion komponentteja ja laskee todelliset vaimennukset. Mallilaskelmissa lasketaan yhteen antennitähtipisteen ja kaukaisimman antennirasian välillä olevat, vaimennusta aiheuttavat komponentit. Myös lähimpään

antennirasiaan vaikuttava vaimennus on hyvä laskea. Laskelmissa käytetään markkinoilta löytyviä komponentteja.

Antennikaavion mukaisesti tähtipistettä lähin komponentti on jaotin kuuteen, joka tuottaa 1000 MHz taajuudella 9.4 dB vaimennuksen. Tämän jälkeen seuraavana on jaotin kahdeksaan, jonka vaimennus on 11.2 dB. Viimeisenä komponenttina ennen antennirasiaa on huoneiston ryhmäkeskuksessa sijaitseva haaroitin neljään, jolle annetaan vaimennusarvoksi 12dB. (Laatuantenni, n.d.-a.) Myös kaapeli tuottaa vaimennusta, joka valmistajan mukaan on 19.2 dB/100m (Laatuantenni, n.d.-b). Kaapelin pituus on noin 60 metriä. Kun kaikki vaimennukset ovat tiedossa, voidaan laskea ne yhteen kuten kaavassa (7).

$$9.4 \text{ dB} + 11.2 \text{ dB} + 12 \text{ dB} + \left( \frac{19.2 \times 60}{100} \right) \\ = 44.12 \text{ dB} \quad (7)$$

Lähimmän antennirasian tapauksessa ainoa ero on kaapelin pituus. Kaapelia on tällöin noin 15 metriä. Kaavassa 8 on laskettu antennitähtipistettä lähimmän antennirasian vaimennus.

$$9.4 \text{ dB} + 11.2 \text{ dB} + 12 \text{ dB} + \left( \frac{19.2 \times 15}{100} \right) \\ = 35.48 \text{ dB} \quad (8)$$

## 4.2 Yleiskaapelointi

Asuinkiinteistöissä aluekaapelointi pitää suunnitella ja rakentaa siten, että talojakamosta viedään jokaisen huoneiston alijakamoon optinen kaapelointi sekä telekaapelilla tai vähintään kategorian 6 vaatimukset täyttävillä komponenteilla varustettu parikaapelointi. Jokaiseen asuinhuoneistoon tulee asentaa vähintään yksi kategorian 6 parikaapeli tai, jos kohteessa käytetään telekaapelointia, täytyy huoneistoon viedä vähintään yksi johdinpari. Yleiskaapelointijärjestelmän minimivaatimus komponenteille on kategoria 6, kuitenkin sitä suurempia kategorioita voidaan järjestelmässä käyttää. Jokaiseen

huoneistoon toteutetaan myös optinen aluekaapelointi, jolloin huoneistoon viedään vähintään neljä optista yksimuotokuitua. (Traficom, 2022, s.7.)

Talopakamosta huoneistoihin vietävät nousukaapeloinnit suunnitellaan ja rakennetaan siten, että huoneistoissa sijaitseviin kotipakamoihin asennetaan vähintään kategorian 6 parikaapeli sekä neljä optista yksimuotokuitua. Kotipakamosta jokaiseen asuinhuoneeseen kaapeloidaan vähintään kaksi parikaapelia. Tällöin asuinhuoneeseen tulee vähintään kaksi yksiosaista tai yksi kaksiosainen tietoliikennesasia. (Traficom, 2022, s.7.)

Opinnäytetyökohteessa yleiskaapeloinnista luotiin oma kaavio (liite 9). Kaaviossa esitetään kaapelointi, tietoliikennesasiat ja muut järjestelmän laitteet. Kohteessa yleiskaapelointijärjestelmä toteutetaan siten, että talopakamo sijoitetaan rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa olevaan SPK-tilaan. Talopakamosta viedään jokaiseen huoneistoon kategorian 6 parikaapeli sekä neljä optista yksimuotokuitua. Huoneistojen kotipakamot ovat integroitu ryhmäkeskuksiin, josta viedään jokaiseen asuinhuoneeseen ainakin kaksi parikaapelia, jotka päätetään kaksiosaiseen tietoliikennesasiaan.

#### 4.3 Sähkölukitus

Kohteessa kaikki sisääntulojen, yleisten tilojen sekä pääkulkureittien ovet varustetaan iLOQ S5 Online -järjestelmällä. Kaikkiin pääkulkureitillä oleviin oviin asennetaan myös sähköiset ovipumput, joita ohjataan kyseisen järjestelmän avulla. Liitteessä 10 esitettynä ovien periaatekaapelointi.

iLOQ S5 Online -järjestelmän avulla saadaan Offline-järjestelmä laajennettua etähallittavaksi. Online järjestelmän ansiosta pystytään jokaiselle käyttäjälle määrittämään tilat, joihin henkilö avaimellaan pääsee. iLOQ avaimessa käytetään lisäksi NFC-teknologiaa. Sähköisiä oviympäristöjä pystytään ohjaamaan esimerkiksi S5 Online järjestelmään liitettyjen RFID-/PIN lukijoilla tunnisteen sekä koodin avulla. Myös kalenteriin ja kellonaikaan perustuvat kulkukoodit ja -luvat ovat mahdollisia. Järjestelmä mahdollistaa siihen liitettyjen



lukkosylinterien etähallinnan ja S5 avainten tietojen päivittämisen. iLOQ S5 Online -järjestelmän avaimista pystytään lisäämään sekä poistamaan kulkulupia, jolloin lukkoja ei tarvitse vaihtaa tilanteessa, jossa avain häviää. (iLOQ, n.d.-a, s.1)

Opinnäytetyön kohteessa järjestelmän N500-väyläohjain asennetaan SPK-tilaan. N500-väyläohjain on järjestelmän keskusyksikkö, joka liitetään verkkoon ja väyläkaapeloinnilla ovimoduuleihin (iLOQ, n.d.-b, s.2). iLOQ Väyläohjaimelta kaapeloidaan kaksi väylää N502 ovimoduuleille, joista väylä 1 sisältää kaikki ensimmäisen kerroksen sähköiset ovet, ja väylä 2 ylimmässä kerroksessa olevan talosaunan oven. Liitteessä 11 esitetty kohteen ensimmäisen kerroksen väyläkaapelointi. N502 ovimoduulit liitetään väyläohjaimen RS485 väyläkaapeloinnilla (iLOQ, n.d.-b, s.2). Ovimoduuleita tulee jokaiselle järjestelmään liitettävälle ovelle yksi. Ovimoduulilta viedään kaapelointi ylivientisuojan kautta lukkosylinterille ja muille ovessa oleville järjestelmän laitteille, esimerkiksi RFID-/PIN -lukijalle. Jos RFID-/PIN -lukija ei tule oveen, viedään sille oma kaapeli ovimoduulilta. Kun RFID-/PIN -lukija on yhdistettynä ovimoduuliin, toimii se lukijana sekä avainten päivityspisteinä (iLOQ, n.d.-b, s.2). Asuinhuoneistojen lukot ovat itsenäisiä iLOQ-lukkoja, joita ei yhdistetä Online-järjestelmään, joten niitä ei oteta suunnittelussa huomioon.

iLOQ S5 Online -järjestelmän rinnalle kohteeseen tulee One4All-järjestelmä. One4All-järjestelmän avulla asukkaat voivat tehdä esimerkiksi yhteisiin saunatiloihin tai pesulaan varauksia varauskalenterin kautta. Kun varaus on voimassa, pääsee asukas varaamiinsa tiloihin oman iLOQ S5 avaimensa tai henkilökohtaisen PIN-koodin avulla. Kun varaus umpeutuu, henkilön oikeudet tilaan ovat estetty siihen asti, kunnes uusi varaus astuu voimaan. (One4All, n.d.)

#### 4.4 Rakennuksen savunpoisto

Rakennuksen savunpoisto toteutetaan painovoimaisena. Ensimmäisen kerroksen SPK-tilaan asennetaan SPOK-keskus, joka ohjaa kiinteistön savunpoistoikkunoita. Savunpoistoikkunat tulevat rakennuksen ylimpään

kerrokseen, porrashuoneeseen sekä IV-konehuoneeseen, ja ikkunoiden avaus tapahtuu palokunnan hyökkäysreitille suunnitellusta painikkeesta. Kaikki järjestelmään liittyvät kaapeloinnit kaapeloidaan palonkestävällä FRHF-kaapelilla.

#### 4.5 Vedenmittausjärjestelmä

Kohde varustetaan huoneistokohtaisilla etäluettavilla vesimittareilla. Järjestelmäksi on valittu Smartvatten Verto -järjestelmä, joka on täysin langaton.

Järjestelmän sijoittelu toteutetaan siten, että jokainen huoneisto varustetaan huoneistokohtaisin virtausanturein, huoneistoyksiköin sekä huoneistonäytöllä. Huoneistojen kulutustiedot lukee tekniseen tilaan asennettu keruuyksikkö, joka liitetään GSM-verkon tai laajakaistaliittymän avulla selainpohjaiseen VertoLive-järjestelmään. (Smartvatten, n.d.)

Opinnäytetyön kohteessa vedenmittauksen huoneistoyksiköt sekä mittarit tulevat huoneistojen pesuhuoneen alakattojen yläpuolelle. Huoneistojen kylmä- ja lämminvesiputkiin asennetaan molempiin oma mittari. Tällöin saadaan mitattua sekä lämpimän, että kylmän veden kulutus. Keruuyksikkö asennetaan SPK-tilaan, jolle sähkösuunnittelussa varataan pistorasia ja RJ45-tietoliikennesasia. Asukas pystyy seuraamaan vedenkulutustaan mobiilisovelluksella sekä huoneistonäytöstä.

## 5 TIETOMALLINTAMINEN

### 5.1 Yleistä

Building Information Modeling eli BIM mahdollistaa yhden tai useamman digitaalisen mallin luomisen rakennuksesta ja sen ympäristöstä. Ne auttavat suunnittelun eri vaiheissa ja helpottavat niiden analysointia sekä koordinointia. Rakennuksen valmis tietomalli sisältää tarkat geometriset tiedot sekä dataa,

joista saadaan apua rakennus-, hankinta- ja valmistus vaiheissa. (Eastman ym., 2011, luku 1, kohta 1.0 Executive Summary.)

Tietomallintaminen yhdistää ihmiset ja teknologian. Tällöin rakennusprojektissa voidaan saada säästöä kustannuksissa sekä ajassa, jolloin tehokkuus myös paranee. Tietomallintamisessa hyödynnetään perinteisten suunnittelu-piirustusten sijaan yhtenäistä 3D-mallien järjestelmää. BIM sisältää paljon hankkeessa muodostuvaa informaatiota ja se mahdollistaa tiedonvaihdon kaikkien projektin osapuolien välillä. (MagiCAD, n.d.-b.)

## 5.2 BIM-objekti

Tietomallintamisessa, laitteista ja järjestelmistä on laitevalmistajien toimesta luotu tarkkoja, 3D-mallinnettuja objekteja, jotka ovat digitaalisia versioita fyysisistä tuotteista. Objektit sisältävät laitteen geometriset tiedot sekä tarkat tekniset ominaisuudet. Objekteja hyödynnetään tietomallin luomisessa. Kun objekteihin on sisällytetty laskentaohjelmien hyödynnettävissä olevaa dataa, voidaan LVIS-järjestelmien optimointia toteuttaa jo suunnitteluvaiheessa. (MagiCAD, n.d.-b.)

## 5.3 Hyödyntäminen projektissa

Opinnäytetyön projektissa hyödynnetään suunnitteluvaiheessa tietomallintamista. Tietomallintaminen aloitetaan samaan aikaan pistekuvien teon kanssa, jolloin nähdään, että pisteet sopivat paikoilleen. Arkkitehti tekee koko rakennuksesta oman tietomallinsa, joka sisältää kaikki toimialaan kuuluvat objektit, kuten seinät, katot ja kalusteet.

Sähköpisteiden lisäämisen jälkeen, MagiCADilla pystytään Export-toiminnolla tekemään IFC-tiedosto, joka sisältää sähkölaitteiden 3D-objektit ja niille annetut tiedot. Solibri ohjelman avulla saadaan yhdistettyä arkkitehdin sekä sähkösuunnitelman omat tietomallit, jolloin nähdään miten sähkölaitteet sijoittuvat

rakennukseen. Tämä yhdistelmämalli auttaa huomattavasti hahmottamaan, miten sähkölaitteet sopivat paikoilleen käytännössä. Kuvassa 7 nähdään keittiön keittiö 3D-mallissa ja kuvassa 8 keittiö ilman kaapin ovia, jolloin nähdään seinälle asennettavat pisteet.



Kuva 7. Asuinhuoneiston keittiö 3D-mallissa.



Kuva 8. Asuinhuoneistojen keittiön asennettavat sähköpisteet 3D-mallissa.

## 5.4 Yhteensovittaminen

Suunnittelun aikana käydään yhteistyössä muiden toimialojen kanssa tietomallipalavereita. Tietomallipalavereissa tietomallikoordinaattori käy läpi toimialojen mallit ja yhdistää ne. Tällöin nähdään eri toimialojen niin kutsutut risteytyneet, joihin pystytään mallin ansiosta puuttumaan heti suunnitteluvaiheessa. Yhteensovittamista voidaan tehdä myös palavereiden ulkopuolella, koska muiden toimialojen tietomallit ovat saatavilla, ja ne pystytään yhdistämään Solibrin avulla. Esimerkiksi sähkökaapeleille varattujen hyllyjen suunnittelu helpottuu, kun saadaan jo heti suunnittelun aikana tarkasteltua LVI:n suunnittelemissa putkia sekä kanavia, ja nähdään mihin hyllyt mahtuvat.

# 6 BETONIELEMENTTIEN SÄHKÖVARAUKSET

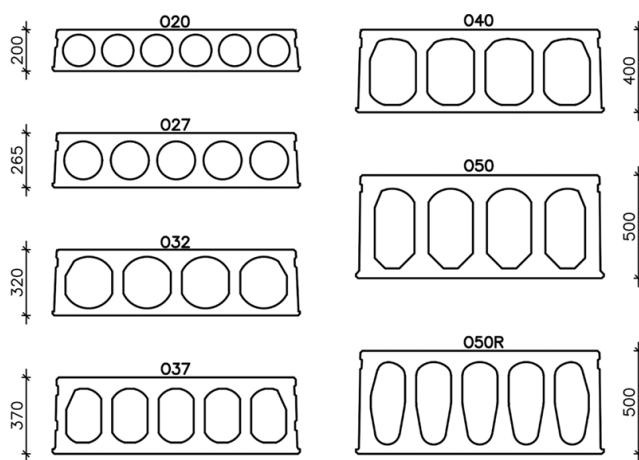
## 6.1 Betonielementti

Betonielementtejä voidaan käyttää kaikenlaisten talojen rakentamiseen. Betonielementtejä pystytään hyödyntämään esimerkiksi omakoti-, rivi- ja asuinkerrostalojen rakentamisessa. Suosituimpia runkojärjestelmiä elementtitaloissa ovat pilarit-palkit-laatat -järjestelmä sekä kantavat seinät-laatat -järjestelmä. Edullisin ratkaisu rakennusten ylä-, ala-, ja välipohjissa, on käyttää esijännitettyä ontelolaattaa. (Kivifaktaa.fi, n.d.)

Betoniset seinäelementit ovat edullinen ja kestävä ratkaisu kohteen julkisivuratkaisuksi. Sisätiloissa betonisilla väliseinillä saavutetaan palo- ja äänitekniset vaatimukset ilman lisäeristysten tekoa. Elementtien raaka-aineiden, kuten kiviaineksen, sementin, betoniteräksen sekä teräsosien laatu on hyvin valvottavissa tehdasolosuhteiden takia, jolloin elementeistä saadaan erittäin laadukkaita. (Kivifaktaa.fi, n.d.)

## 6.2 Ontelolaatta

Ontelolaatta on esijännitetty laattaelementti, jota on kevennetty tekemällä laattaan pituussuunnassa kulkevia onteloita. Kuvassa 9 esitettynä yleisimmät ontelolaattatyypit. Ontelolaatoilla voidaan päästä jopa 20 metrin jänneväliin asti. (Elementtisuunnittelu, n.d.-a.) Ontelolaattojen saumoissa saa pituussuunnassa olla enintään kaksi ja päätysaumassa enintään kolme halkaisijaltaan 20 mm olevaa sähköputkea. Jos putkia tarvitaan enemmän kuin edellä on mainittu, tarvitaan ontelolaattoihin sähköura, jota pitkin voidaan tuoda enemmän putkituksia. (Elementtisuunnittelu, n.d.-b.)



Kuva 9. Yleisimmät ontelolaattatyypit (Elementtisuunnittelu, n.d.-a).

Projektissa täytyykin huomioida ontelolaatasta johtuvat rajoitukset. Kohteessa pyydettiin rakennesuunnittelijalta tarvittaviin ontelolaattasaumoihin sähköura (SUR), jolloin saumaan saadaan enemmän putkia. Ontelolaatan takia myös kaikki jakorasiat, jotka usein paikalla valettavissa kohteissa tulevat valaisinpistorasian alle kattoon, tulevat ontelolaattakohteessa seinäelementteihin tai alakattoihin. Kaapelireittien osalta huomioitavaa on se, että kaapeleita voidaan viedä ainoastaan ontelolaatan pitkästä suunnasta.





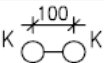
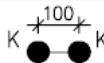




















## 6.3 Sähkövarausten suunnittelu

Opinnäytetyön kohde rakentuu betonielementeistä. Rakennuksen pidemmät seinät muodostuvat pääosin ei-kantavista sandwich-elementeistä ja päätysseinissä käytetään kantavia sandwich-elementtejä. Sandwich-elementti tehdään

kahdesta betonisesta elementistä, joiden välissä on eriste. Väliseinät rakennetaan betonisista väliseinäelementeistä ja välipohjissa käytetään ontelolaattoja.

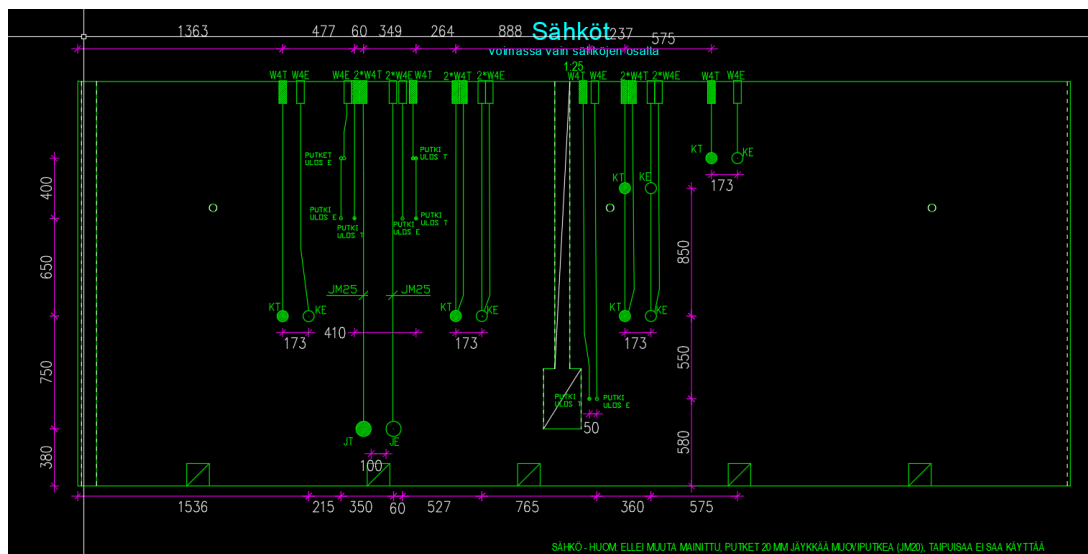
Sähkövarausten suunnittelua varten rakennesuunnittelija toimittaa elementti-piirustuksen, joista löytyy oma kohta sähkövarauksille. Sähkövarauksille varustusta piirustuksesta on yleensä poistettu kaikki mitat, jolloin varauksille on helppo merkitä omat mittansa. Elementteihin suunnitellaan tarvittavat sähköistykset Betoniteollisuus ry:n julkaiseman ohjeen mukaisesti. Symbolit esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Sähkötarvikkeiden sekä -varauksien taulukko. (Palolahti ym., 2011.)

Etupinnassa	Takapinnassa	
 K	 K	Kojerasia (ABB AU3.2; Schneider Electric JR00)
 2xK	 2xK	2 kojerasiaa toisissaan kiinni Yhdyskappale ABB PMR71; Schneider Electric JL71)
 K $\overset{100}{\longleftrightarrow}$ K	 K $\overset{100}{\longleftrightarrow}$ K	Kojerasiat vakioetäisyydellä Yhdyskappaleet ABB PMR490, PMR502; SE JL85, JL100 (Heikkovirta-/vahvavirtarasiat)
 S	 S	Kaksoiskojerasia, huom. asennussuunta (ABB AU17.2; Schneider Electric JR20)
 J	 J	Jakorasia (ABB AU19; Schneider Electric JR08)
 W1	 W1	Varaus 150x160x120 (lev x kork x syv)
 W2	 W2	Varaus 270x160x120 (lev x kork x syv)
 W3	 W3	Varaus 340x160x120 (lev x kork x syv)
 WM1	 WM1	Päätevaraus 75x125x50 (lev x kork x syv), 1 putki (alakatot, kaapistojen ylälistat)
 WM2	 WM2	Päätevaraus 100x125x50 (lev x kork x syv), 2 putkea (alakatot, kaapistojen ylälistat)
		Jatkosholkki (ABB AJ16, AJ20, AJ25; Schneider Electric RJM16, RJM20, RJM25)
		Pääteholkki (ABB AJ5.16, AJ5.20)
		Putkinysä (ABB AN16, AN20, AN25; Schneider Electric JN20, JN25)

Kuvassa 10 nähdään kohteen väliseinäelementtiin suunnitellut sähkövaraukset. Elementin molemmilla puolilla on asuinhuoneistojen keittiöt. Elementin lukuun määritetty elementtikaavion mukaisesti. Edessä olevat varaukset piirretään avonaisiin piirrosmerkein, kun taas takapinnassa olevat piirrosmerkit ovat täytettyjä. Lukusuunnan kanssa tulee olla tarkkana, koska väärinluettuna sähkövaraukset asennetaan seinän väärälle puolelle. Myös epähuomiossa unohtuneet varaukset joudutaan roiloamaan työmaalla, josta syntyy ylimääräisiä kustannuksia.

Kaapelit tuodaan keittiön yläpuolella olevan sokkelin kautta. Katon ylärajaan on suunniteltu W4-varaukset, joista kaapeli vietään elementin sisällä menevään JM20-sähköputkeen. Lieden/uunin jakorasialle vietään kuitenkin paksumpi JM25-putki, jotta MMJ 5x2,5 S kaapeli saadaan hyvin mahtumaan. Kaikki putket ovat jäykkää muoviputkea, jotta vältetään taipuisan muoviputken mahdollinen litistymisen valamisvaiheessa.



Kuva 10. Elementti sähkövarauksineen.



## 7 YHTEENVETO

Asuinkerrostalon sähkösuunnitteluun kuuluu monia eri vaiheita. Kohde oli ensimmäinen asuinkerrostalo opinnäytetyön tekijälle, joten opittavaa oli paljon. Kuitenkin suunnitelmien tekemiseen oli aina apua tarjolla, eikä koskaan tarvinnut jäädä yksin kysymystensä kanssa.

Myös muutamia haasteita matkan varrelle mahtui. Yhtenä esimerkkinä voidaan pitää ontelolaatan tuomia rajoituksia. Kokemuksen puutteen takia, jakorasiat olivat aluksi suunniteltu ontelolaattoihin. Betonielementtejä suunniteltaessa tuli kuitenkin ilmi, ettei jakorasioita voida kattoon asentaa. Jakorasiat ehdittiin lisäämään seinäelementteihin ennen tehtaalle toimitusta, joten virheestä ei syntynyt suurta haittaa. Elementtien sähköistyksen kanssa oli myös suuri aikataulupaine, joten niiden tekemiseen saatiin apua toiselta työryhmän jäseneltä.

Sähkösuunnittelu on tärkeä osa rakennuksen toimivuuden kannalta. Opinnäytetyössä pyrittiin huomioimaan kaikki tilaajan toiveet, ja saamaan sähköjärjestelmästä mahdollisimman toimiva ja turvallinen. Työn teossa suoriuduttiin aiempaan kokemukseen nähden kohtalaisen hyvin ja aikataulussa pysyttiin.

Opinnäytetyö oli tekijälleen positiivinen ja opettavainen kokemus. Työssä saatua oppia pystytään jatkossa hyödyntämään tulevissa projekteissa. Projekti saatiin opinnäytetyön aikana urakkalaskentasarjaan asti ja jatkossa siitä tehdään toteutuspiirustukset sähköurakoitsijaa varten.

## LÄHTEET

Eastman C., Teicholz P., Sacks R. & Liston K. (2011). BIM Handbook. John Wiley & Sons. 2masteritezproxy.skillport.com

Elementtisuunnittelu. (n.d.-a). Ontelolaatat. Haettu 27.11.2024 osoitteesta <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

Elementtisuunnittelu. (n.d.-b). Betonielementtien saumavalut. Haettu 27.11.2024 osoitteesta <https://www.elementtisuunnittelu.fi/asennus/betonielementtien-saumavalut>

Firesafe.fi. (n.d.). Palovaroitin 230V Kidde KF20. Haettu 18.11.2024 osoitteesta <https://www.firesafe.fi/product/kidde-firex-kf20-optinen-palovaroitin-230v/>

Granlund Oy. (n.d.). Meistä. Haettu 22.10.2024 osoitteesta <https://www.granlund.fi/meista/>

iLOQ. (n.d.-a). iLOQ S5 Online -järjestelmä. Haettu 20.11.2024 osoitteesta [https://pimassetstorageprod.blob.core.windows.net/pimassetsets/0/8/1/c/081cc698fcd119e9577a548b984fc039481bf54e\\_N5\\_Datasheet\\_FI.pdf](https://pimassetstorageprod.blob.core.windows.net/pimassetsets/0/8/1/c/081cc698fcd119e9577a548b984fc039481bf54e_N5_Datasheet_FI.pdf)

iLOQ. (n.d.-b). iLOQ S5 Online -järjestelmä, Suunnitteluohje. Haettu 20.11.2024 osoitteesta [https://pimassetstorageprod.blob.core.windows.net/pimassetsets/5/9/f/d/59fdd5148082f588d341fdecf80924e53e7131fa\\_S5\\_Online\\_suunnitteluohje\\_FI\\_18022022.pdf](https://pimassetstorageprod.blob.core.windows.net/pimassetsets/5/9/f/d/59fdd5148082f588d341fdecf80924e53e7131fa_S5_Online_suunnitteluohje_FI_18022022.pdf)

Kivifaktaa.fi. (n.d.). Betonielementit. Haettu 27.11.2024 osoitteesta <https://kivifaktaa.fi/kivirakentaminen-tutuksi/betonielementit/>

Laatuantenni. (n.d.-a). LAJ 1G3 – JAOTTIMET. Haettu 21.12.2024 osoitteesta <https://www.laatuantenni.fi/pictures/LA%201G3.pdf>

Laatuantenni. (n.d.-b). AL 113 PVC A. Haettu 21.12.2024 osoitteesta <https://www.laatuantenni.fi/pictures/AL113%20PVC%20A%20tekniset%20tie-dot%208-2022.pdf>

MagiCAD. (n.d.-a). MagiCADin tehokkaat suunnitteluominaisuudet. Haettu 22.10.2024 osoitteesta <https://www.magicad.com/fi/lvis-ohjelmisto/?platform=autocad>

MagiCAD. (n.d.-b). BIM – Building Information Modelling. Haettu 25.11.2024 osoitteesta <https://www.magicad.com/fi/bim/>

One4All. (n.d.). iLOQ kulunohjaus. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.one4all.fi/fi/iloq-kulunohjaus/>

Palolahti T., Stagnäs M. & Valjus J. (2011). Betoniteollisuus ry. Betonielementtien sähköasennusohje. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23731/betonielementtien%20sahkoasennukset%202012.pdf>

SFS 6000-1:2022. (2022). Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Perusperiaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. <https://online.sfs.fi>

SFS 6000-4-41:2022. (2022). Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta. <https://online.sfs.fi>

SFS 6000-5-54:2022. (2022). Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-54: Suojalaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojajohtimet. <https://online.sfs.fi>

SFS 6000-7-701:2022. (2022). Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-701: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat. <https://online.sfs.fi>

Smartvatten. (n.d.). Kytkevävaihtoehdot, järjestelmän sijoittaminen. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.smartvatten.com/fi/lvi-ammattilaiset>

Solibri. (n.d.). Tietomallien laatu hallintaan Solibrilla. Haettu 22.10.2024 osoitteesta <https://www1.solibri.com/fi/our-offering>

ST 13.31. (2021). Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Sähkötieto. <https://severi.sahkoinfo.fi>

Traficom. (2022). Määräys 65 E/2022 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Haettu 18.11.2024 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/sisaverkot?toggle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%2065%20kiinteist%C3%B6n%20sis%C3%A4verkoista%20ja%20teleurakoinnista>

Traficom. (2023). Yhteisantenniverkko ja -järjestelmä. Haettu 18.11.2024 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/sisaverkot?toggle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%2065%20kiinteist%C3%B6n%20sis%C3%A4verkoista%20ja%20teleurakoinnista>

Tukes. (n.d.). Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. Haettu 2.12.2024 osoitteesta <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset>

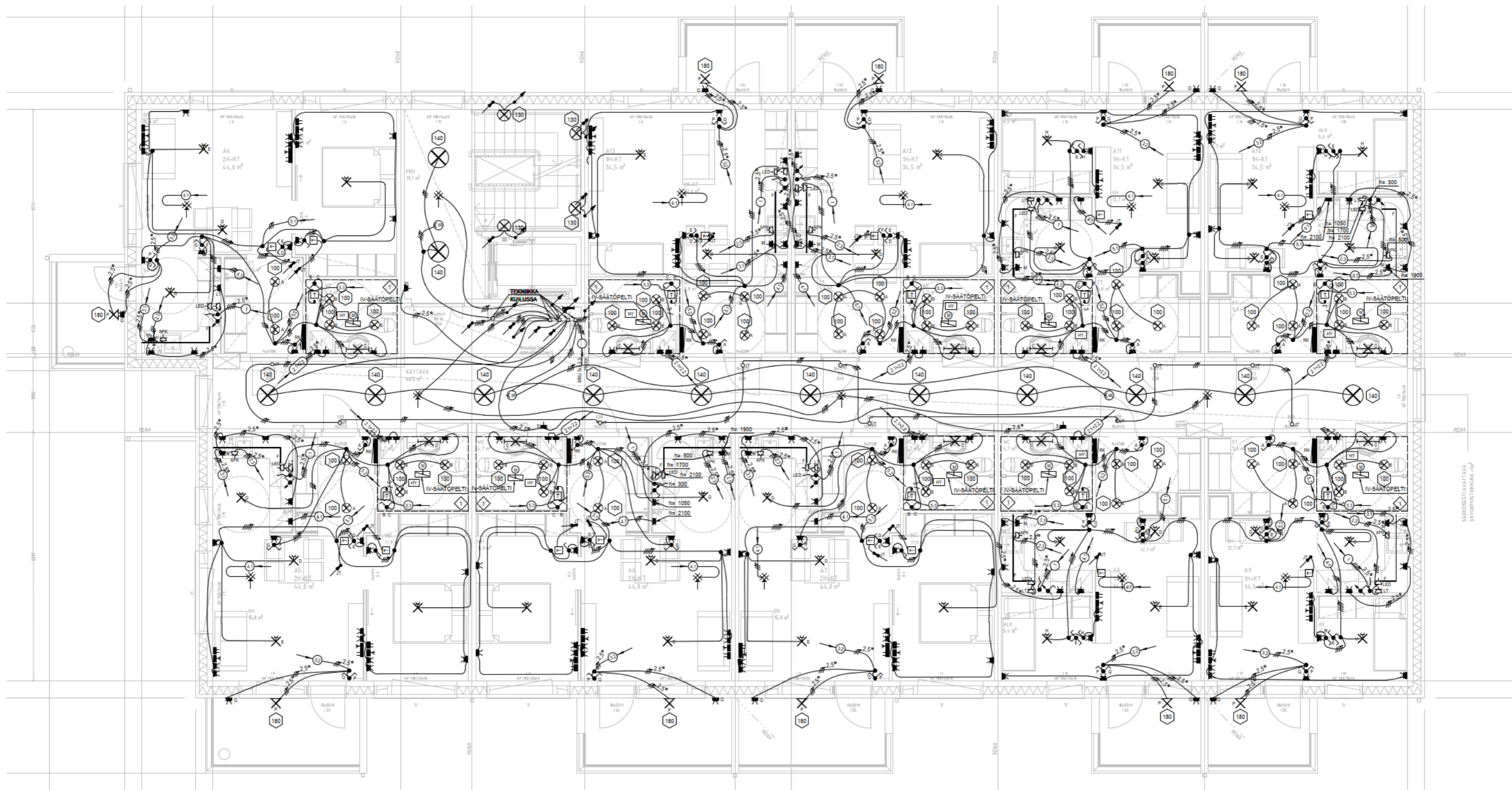
Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019.) Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot> .

Urakkamaailma. (2023). Mikä on asemapiirros ja mitä siihen tulisi sisällyttää. Haettu 12.11.2024 osoitteesta <https://www.urakkamaailma.fi/asemapiirros> .

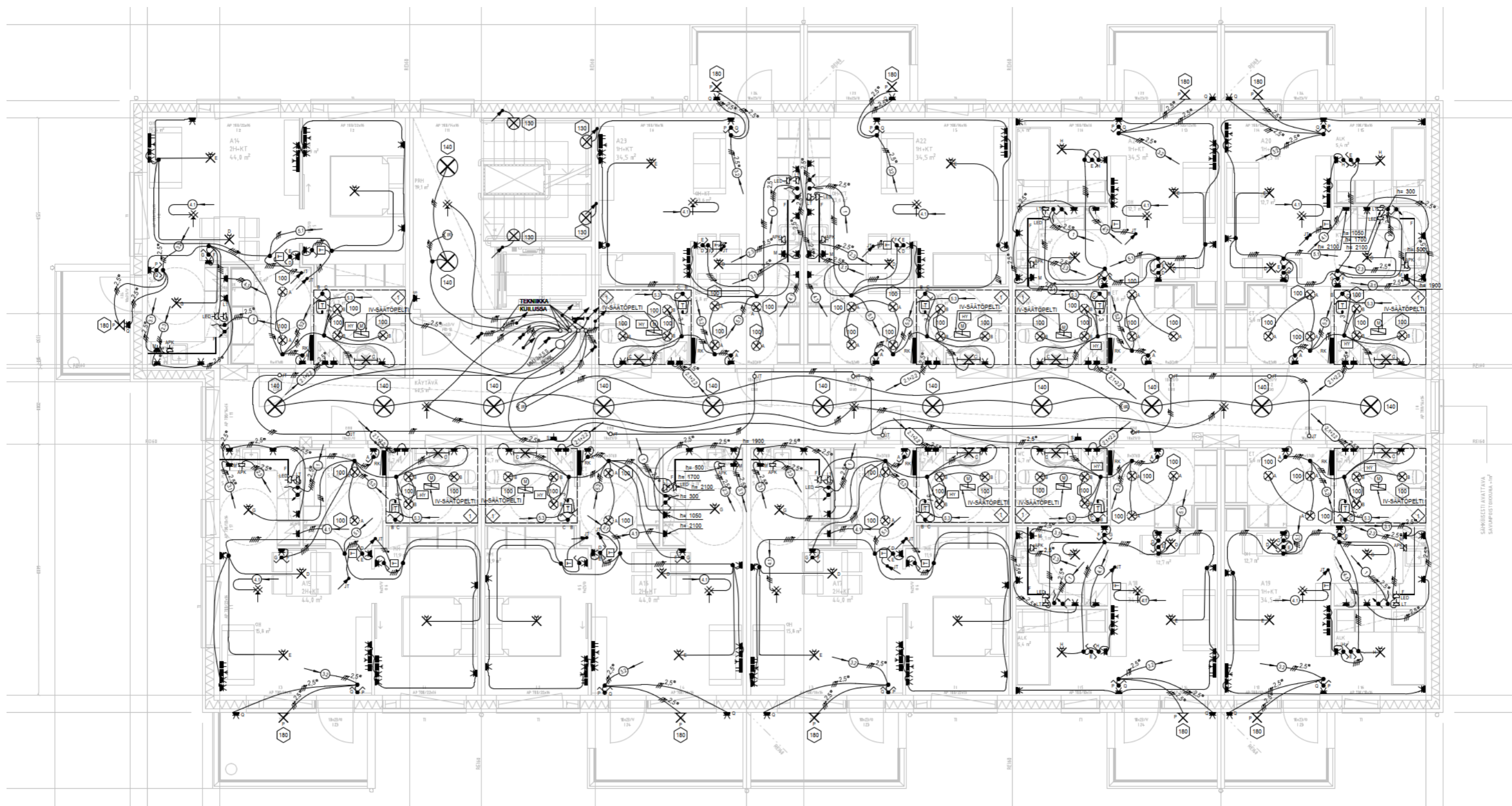
Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015/216. Haettu 12.11.2024 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150216> .



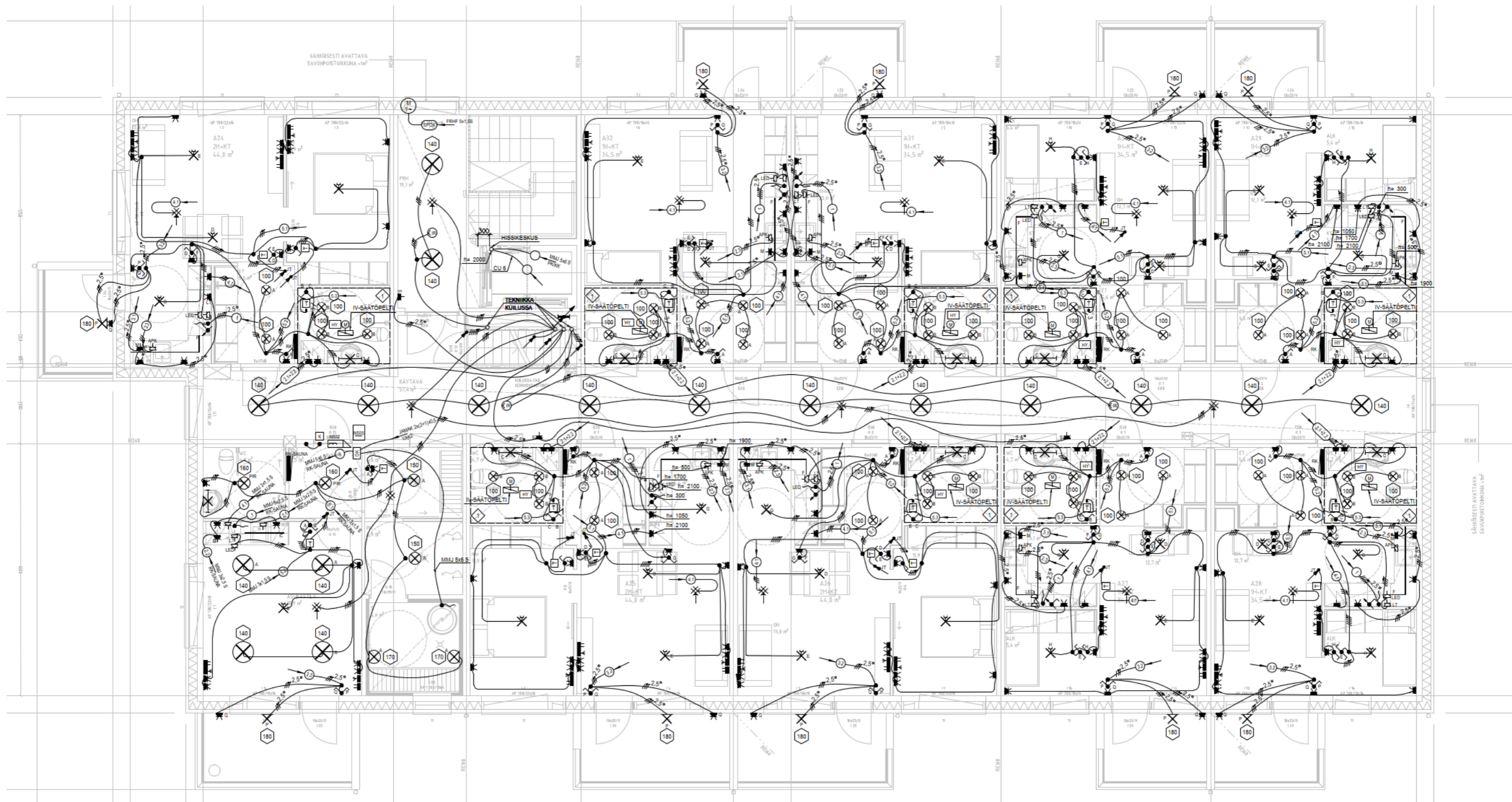
## LIITE 2: RYHMITYSPIIRUSTUS 2.KRS



## LIITE 3: RYHMITYSPIIRUSTUS 3.KRS



## LIITE 4: RYHMITYSPIIRUSTUS 4.KRS





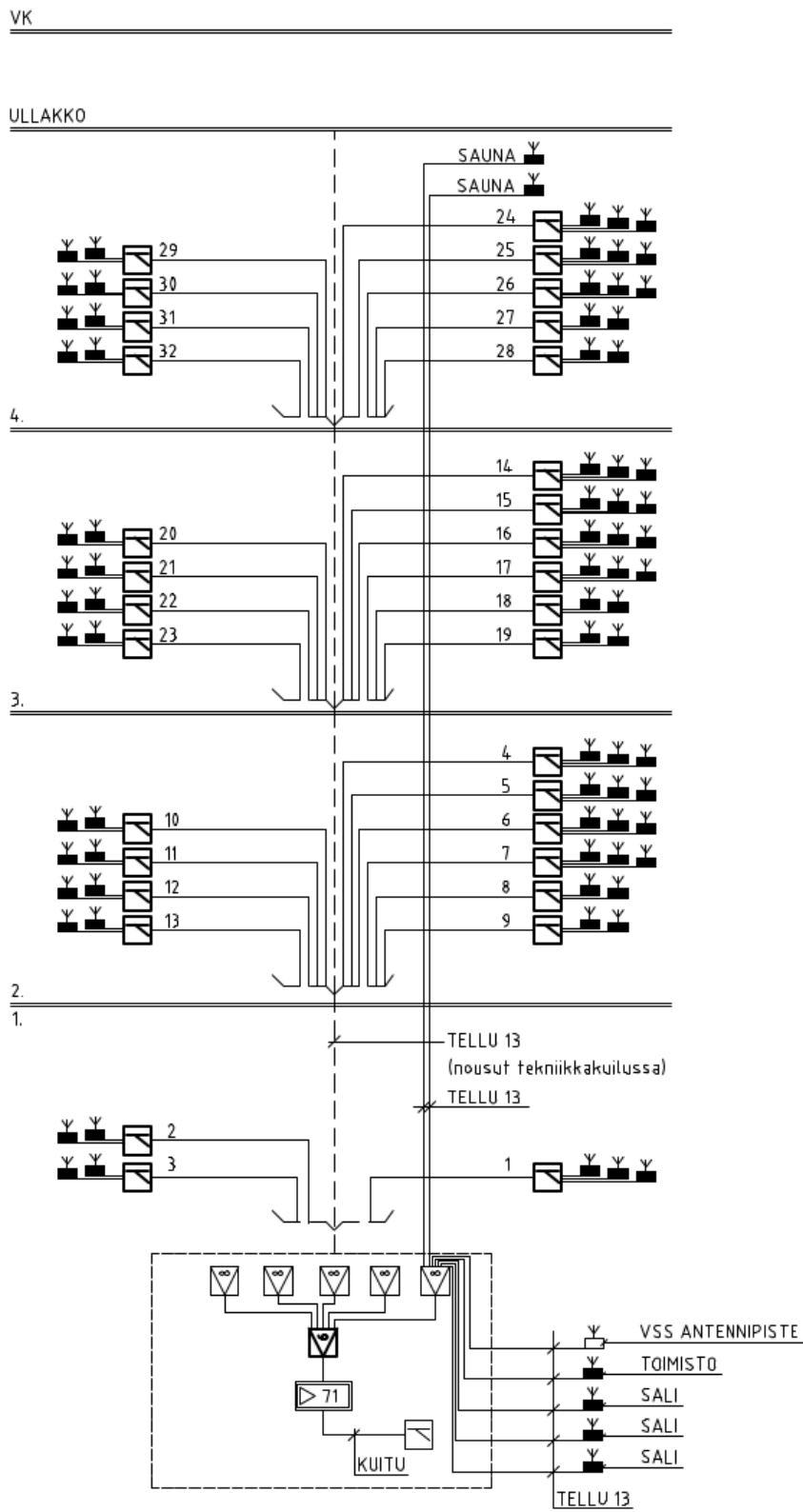


## LIITE 6: KESKUSKAAVIO 1. SIVU

Nro	Kaavio	Nimitys	kW	Sulake	Kaapeli
		PÄÄKYTKIN			MMJ 5x6 S
1		LIESI		C16	MMJ 5x2,5 S
1		LIESI		C16	
1		LIESI		C16	
2.1		PYYKINPESUKONE		C16	MMJ 4x2,5 S
2.2		KUIVAUSRUMPU		C16	
2.3		ASTIANPESUKONE		C16	MMJ 3x2,5 S
3.1		KEITTIÖ TYÖTASOPISTORASIA MIKROAALTOUUNI		C16	MMJ 3x2,5 S
3.2		PARVEKE PISTORASIA JA VALAISTUS		C16	MMJ 3x2,5 S
3.3		VARALLA		C16	
4.1		JÄÄKAAPPI / PAKASTIN PALOVAROITTIMET		C10	MMJ 3x1,5 S MMJ 3x1,5 S
4.2		VARALLA		C10	
4.3		VARALLA		C10	
5.1		VALAISTUS JA PISTORASIA		C10	MMJ 3x1,5 S
5.2		VALAISTUS JA PISTORASIA		C10	MMJ 3x1,5 S
5.3		LATTIALÄMMITYS KYLPUHUONE		C10	MMJ 3x1,5 S

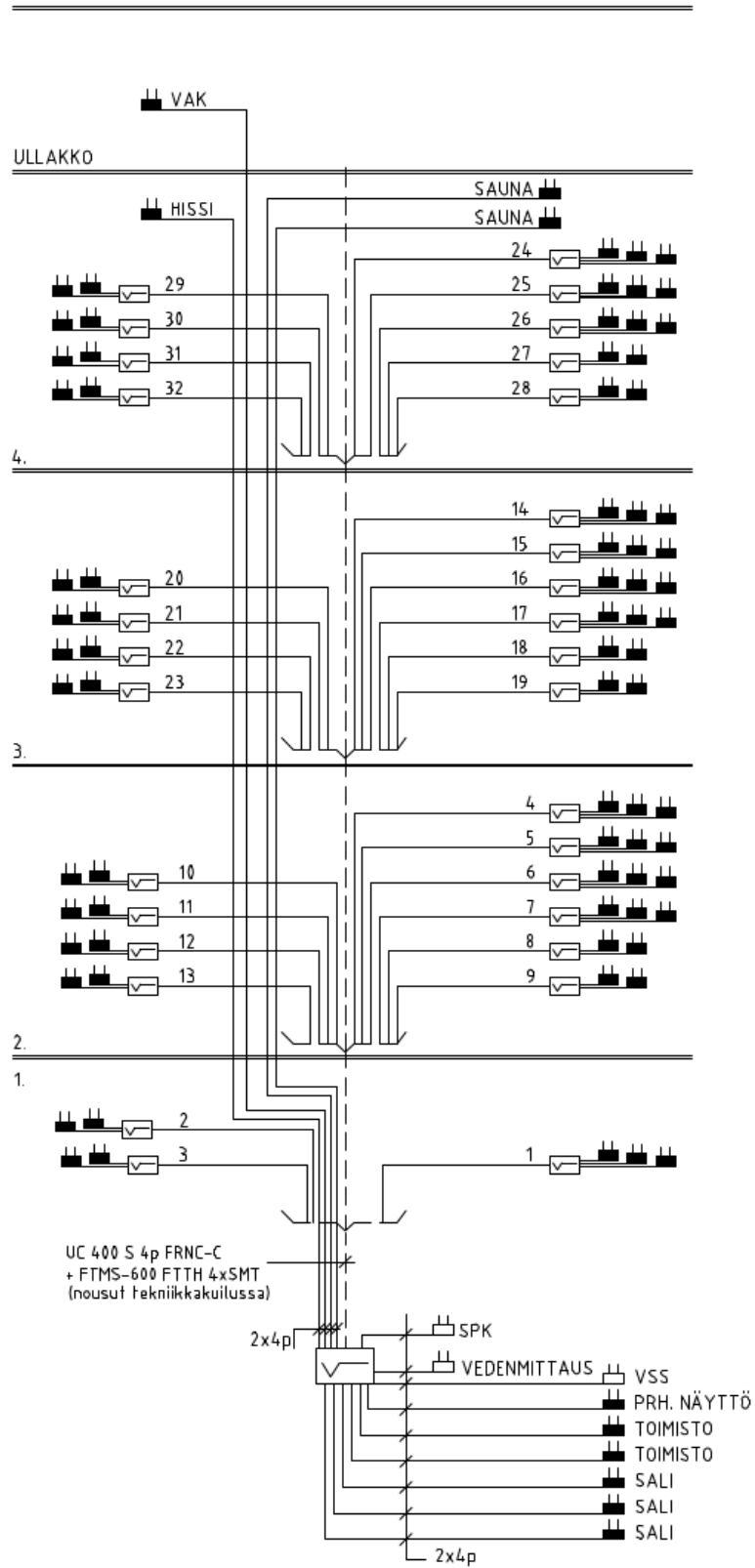


LIITE 8: ANTENNIKAAVIO



## LIITE 9: YLEISKAPELOINTIKAAVIO

VK





LIITE 11: OVIEN SÄHKÖLUKITUS 1.KRS

