

Timo Uusinarkaus

KERROSTALOKOHTEN SÄHKÖSUUNNITTELU

KERROSTALOKOHTTEEN SÄHKÖSUUNNITTELU

Timo Asser Antero Uusinarkaus
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Sähkö- ja automaatiotekniikan
tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

Tekijä: Timo Asser Antero Uusinarkaus
Opinnäytetyön nimi: Kerrostalokohteen sähkösuunnittelu
Työn ohjaaja: Ensio Sieppi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018
Sivumäärä: 46+ 14 liitettä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Kempeleeseen rakennettavan 5-kerroksisen kerrostalokohteen sähkösuunnittelua. Opinnäytetyön tarkoituksena on esittää kerrostalokohteisiin keskittyvä sähkösuunnitelma käytännönläheisesti ja johdonmukaisesti, sekä perehtyä sähkötekniikkaan asetettuihin lainsäädäntöihin. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Nuotek Oy.

Sähkösuunnitteluun on käytetty CADS Planner Electric -sähkösuunnitteluohjelmistoa sekä toimeksiantajan käyttämiä laskentaohjelmia. Laskentaohjelmia käytettiin oikosulkuvirran ja antenniverkon vaimennuksen laskemiseen. Suunnittelu on toteutettu standardin SFS 6000 uusimpien vaatimuksien mukaisesti. Lisäksi tukena on käytetty ST-kortistosta löytyviä ohjeita ja esimerkkejä.

Projektin suunnittelu sujui hyvin ja lopputuloksena on toimiva kokonaisuus. Projektin sähkösuunnittelu eteni sovitussa aikataulussa koko projektin ajan. Valmiit dokumentit suunnitelmasta ovat luottamuksellisia liitteitä, joten niitä ei ole julkaistu tämän työn mukana.

Asiasanat: sähkösuunnittelu, sähkötekniikka, talotekniikka, kerrostalo

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Electrical Engineering

Author: Timo Asser Antero Uusinarkaus
Title of thesis: Electrical Design for Apartment Building
Supervisor: Ensio Sieppi
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2018
Pages: 46 + 14 appendices

This thesis deals with the implementation of electrical design of a 5-story apartment building in Kempele. The purpose of the thesis work is to present a pragmatic and coherent approach to the electrical plan focusing on an apartment building, as well as to get acquainted with electrotechnical legislation.

Electrical plans were made with CADS Electric, electrical design software. Calculation programs were used to calculate the short-circuit current and the antenna network damping. The design has been carried out in accordance with the latest requirements of the SFS 6000 standard. In addition, examples and instructions from the ST Card have been used as support.

Keywords: Planning, Apartment building, Electrotechnology

SISÄLLYS

SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 PROJEKTIKANSIO JA DOKUMENTOINTI	9
3 LÄHTÖTILANTEEN SELVITYS	11
3.1 Sähköliittymän huipputeho	11
3.2 Liittymiskaapelin ja päävarokkeen valinta	12
4 ASEMASUUNNITTELU	13
4.1 Aluekaapelointi	13
4.2 Kiinteistökäytön kaapelointi	14
4.3 Kaapelipituuksien huomiointi	14
5 MAADOITUSELEKTRODI	15
5.1 Maadoituselektrodin rakenne	15
5.2 Maadoituselektrodin valinta ja asennus	16
6 TELEJÄRJESTELMÄ	17
6.1 Antennijärjestelmä	17
6.2 Antenniverkon vaimennus	17
6.3 Yleiskaapelointijärjestelmä	18
6.4 Kaapelointi	19
6.5 Jakamot	19
7 TASOPIIRUSTUKSET	22
7.1 Sähköpisteiden sijoitus ja johdotus	23
7.2 Asunnot	24
7.2.1 Eteinen	24
7.2.2 Olohuone	25
7.2.3 Keittiö	26
7.2.4 Makuuhuone	27
7.2.5 Kylpyhuone, WC ja sauna	28
7.2.6 Parveke	30
7.3 Yleiset tilat	30
7.3.1 Porrashuoneet ja portaikko	30
7.3.2 Sähköpääkeskustila ja lämmönjakohuone	31

7.3.3 Varastot	32
7.3.4 Väestönsuoja	32
7.4 Ryhmien suunnittelu	33
7.5 Johdotus	34
7.6 Palovaroittimet	35
7.7 Sähköselostus	36
8 OIKOSULKULASKELMAT	37
9 KAAVIOT	40
9.1 Nousujohtokaavio	40
9.2 Telejärjestelmäkaavio	41
9.3 Savunpoistojärjestelmäkaavio	41
10 KESKUKSIEN SUUNNITTELU	43
10.1 Sähköpääkeskus	44
10.2 Jakokeskus	44
10.3 Mittauskeskus	44
10.4 Ryhmäkeskus	45
11 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	48
LIITTEET	50
Liite 1 Piirustusluettelo	
Liite 2 Maakaapelointi	
Liite 3 Maadoituskaavio	
Liite 4 Telejärjestelmäkaavio	
Liite 5 1. Kerros	
Liite 6 Kerrokset 2–4	
Liite 7 5. Kerros	
Liite 8 Nousujohtokaavio	
Liite 9 Savunpoistojärjestelmäkaavio	
Liite 10 Pääkaavio SPK	
Liite 11 Pääkaavio jakokeskus	
Liite 12 Piirikaavio jakokeskus	
Liite 13 Pääkaavio mittauskeskus	
Liite 14 Pääkaavio RK:t	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä keskitytään kerrostalon sähkösuunnitteluun. Sähkösuunnitelmassa sijoitetaan sähköpisteitä arkkitehdin laatimaan pohjakuvaan, piirretään sähköpisteille johdotukset, lasketaan erilaisia sähkötekniisiä laskuja kuten oikosulkuvirran suuruus sekä laaditaan tarvittavat dokumentit. Sähkösuunnitelmassa on tärkeä muistaa, että suojaukset toteutetaan vaatimusten mukaisesti ja sähköasennukset toimivat tarkoitetulla tavalla.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Nuotek Oy. Nuotek Oy tarjoaa monipuolisia talotekniikan LVISA suunnittelu- ja urakointipalveluita valtakunnallisesti. Yrityksen toimipisteet sijaitsevat Espoossa, Tampereella, Jyväskylässä, Kuopiossa, Pyhäjoella sekä Oulussa. Tulevaisuudessa on lisäksi tulossa lisää toimipisteitä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä ja laatia kerrostalokohteen sähkösuunnitelma. Opinnäytetyö käsittelee ja pitää sisällään ainoastaan sähkösuunnittelua sekä siinä huomioon otettavia asioita, kuten standardeja sekä viranomaisvaatimuksia. Asiakas eli sähkösuunnitelmien tilaaja on Rakennusliike Lapti Oy, joka käyttää suunnitelmia omaan rakennuskohteeseen.

Sähkösuunnittelun kohteena on Kempeleeseen rakennettava viisikerroksinen 32 asuinhuoneiston kerrostalo. Asuntojen pinta-alat vaihtelevat 30,3 m²:n ja 108 m²:n välillä, yksiöistä aina neliöihin asti. Kiinteistön yhteenlaskettu kerrosala on 2309 m². Lämmitysmuotona kohteelle on kaukolämpö. Kohteeseen suunniteltiin 36 autopaikkaa ja niistä kaikki ovat lämmityspaikkoja.

Jokaisessa asunnossa on eteinen, keittiö, olohuone, makuuhuone, kylpyhuone, sauna sekä parveke. Poikkeuksina ovat useamman makuuhuoneen asunto ja yksiö, jossa on vain eteinen, olohuone, keittiö sekä kylpyhuone. Lisäksi jossakin asunnoissa on myös erillinen wc ja kodinhoitohuone kylpyhuoneen lisäksi. Kiinteistöön kuuluu yhteiset varastotilat, väestönsuoja, jätekatos sekä lämmönjakohuone. Kuvassa 1 on esitetty luonnos kerrostalon ulkoasusta.



KUVA 1. Kerrostalon julkisivu.

2 PROJEKTIKANSIO JA DOKUMENTOINTI

Projekti aloitettiin luomalla projektikansio omalle työpöydälle. Projektit luokitellaan hankekohtaisesti. Näitä ovat päiväkotito, asunto-osakeyhtiö (As Oy) sekä palvelutalo. Lisäksi on vielä muita kohteita, mutta ne eivät ole niin yleisiä kuin edellä mainitut. Tiedon löydettävyyden helpottamiseksi sekä kansion selkeyden vuoksi projekteissa käytetään aina samaa kansiorakennetta, mikä on nähtävissä kuvassa 2.



KUVA 2. Kansiorakenne.

Projektin tiedostot jaettiin näihin kansioihin, sinne minne ne sisällön puolesta kuuluivat. Arkkitehtikansioon tuodaan arkkitehdin tekemät PDF- ja DWG-kuvat sekä PDF-kuvien revisiot ja kommentit. Kun kaikki arkkitehdin tekemät tiedostot ovat yhdessä paikassa, voidaan rakennushankkeen kulkua seurata suoraan jo arkkitehdin suunnittelusta asti. Yleensä sähkösuunnittelijan on kommentoitava arkkitehdin luonnoksia ennen varsinaisen sähkösuunnittelun aloittamista. Näin ollen varmistetaan, että hanke olisi mahdollista ja järkevää toteuttaa myös sähköistyksen osalta.

Määrälaskentakansioon tuodaan laskentaan liittyvät tiedostot sekä tulokset. Laskentaa ei tehty tässä työssä. Määrälaskenta jäi siis tyhjäksi.

Suunnittelukansioon voidaan tuoda arkkitehdin viimeisimmät DWG-kuvat, mutta ne voivat olla myös arkkitehtikansiossa. Arkkitehdin laatimia DWG-kuvia käytetään sähkösuunnittelun pohjana eli viitekuvina. Suunnittelukansio toimii sähkösuunnittelun tallennuspaikkana. Suunnittelukansioon tallennetaan kaikki sähkösuunnittelun DWG-kuvat sekä muita suunnittelun aikana tarvittavia tukitietoja.

PDF-kansioon tuodaan kaikki sähkösuunnittelun DWG-kuvista tehdyt PDF-kuvat. PDF-kansio sisältää useasti alakansion ”Vanhat”, mihin siirretään aina vanhemmat PDF-kuvat, mikäli päivityksiä tai muutoksia tulee jostain syystä.

Projektia säilytettiin omalla tietokoneella. Projektin valmistuttua se siirrettiin C-asemalle, missä se on kaikkien nähtävissä ja muokattavissa. Sähkösuunnittelun lopulliset kuvat ladattiin asiakkaan omaan dokumentinhallintapalveluun, josta kuvia jaetaan suunnitelmia tarvitseville henkilöille.

Sähkösuunnittelussa piirustuksien dokumentointi koostuu asema- ja sähköpiste-piirustuksista, keskuskaavioista sekä useista erilaisista järjestelmäkaavioista. Asiakirjat koostuvat erilaisista määrälaskelmista, luetteloista sekä muista suunnittelussa käytetyistä järjestelmistä ja laitteista.

Dokumenttien hallinnassa käytetään asiakirjaluettelo eli piirustusluettelo. Luettelosta selviää kohteen tiedot, piirustuksien sisältöä vastaava numero sekä julkaisu- ja muokauspäivämäärä. Luettelosta löytyy myös tieto muutoksista, mikäli niitä on tehty. Kohteen piirustusluettelo on liitteessä 1.

3 LÄHTÖTILANTEEN SELVITYS

Ennen varsinaisen suunnittelun alkua selvitettiin kohteen lähtötilanne. Aina ennen sähkösuunnittelun aloittamista asuinrakennushankkeessa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- sähkölaitoksen liittymispiste ja pisteen oikosulkuvirta
- teleoperaattorin liittymispiste
- tontille vedettävien kaapeleiden pituus
- sähkötekniisten järjestelmien tilantarpeet.

3.1 Sähköliittymän huipputeho

Asuinrakennuksen sähkösuunnittelu kannattaa aloittaa kiinteistön sähköliittymän mitoittamisella. Sähköliittymän mitoittaminen on tärkeimpiä vaiheita rakennusten sähkösuunnittelussa. Liian pieneksi mitoitettu sähköliittymä rajoittaa rakennuksen käyttöä ja ylimitoitettuina rakentamisen aikaiset kulut sekä käytön kulut kasvavat. Suunniteltaessa rakennuksen sähköliittymää tulisi liittymä pyrkiä mitoittamaan siten, että se on riittävän suuri myös tulevaisuudessa, mutta ei kuitenkaan liian suuri. (1, s. 1.)

Tässä suunnitelmassa sähköliittymän huipputeho laskettiin ST-kortin 13.31 esitämällä laskentakaavoilla. Käytettiin laskentatapaa, joka soveltuu yli 15 asunnon, mutta alle 2500 m² kerrosalan kerros- ja rivitaloihin, joissa on huoneistokohtaiset sähkökiukaat sekä autonlämmityspaikat (1, s. 4). Sähköliittymän mitoituksessa ei tarvinnut ottaa huomioon lisäkuormaa kiinteistön lämmitykselle, koska kiinteistön lämmitysmuoto on kaukolämpö. Kiinteistön huipputeho saatiin mitoitettua ST-kortin 13.31 laskentatavoilla helposti ja luotettavasti.

Kiinteistön huipputeho sekä liittymisvirta määritettiin yrityksen omalla Excel-ohjelmalla. Ohjelmaan oli sisällytetty kaikki tarvittavat sähkötekniiset mitoitusyhtälöt mitoitusta varten. Ohjelma laski huipputehon kiinteistölle aiemmin esitettyjen laskentakaavojen mukaisesti. Huipputehoksi saatiin 180,9 kW ja liittymisvirraksi 272,4 A.

3.2 Liittymiskaapelin ja päävarokkeen valinta

Kun huipputeho oli saatu määritettyä, voitiin siirtyä mitoittamaan sähköliittymän kokoa. Sähköliittymän koko tarkoittaa kiinteistön sähköpääkeskuksen päävarokkeiden eli sulakkeiden kokoa. Sähköliittymän koon mitoittamisessa käytettiin jo aikaisemmin laskettua liittymisvirtaa.

Ennen päävarokkeen valintaa on syytä varmistaa paikallisen sähkönjakelijan tarjoamat vaihtoehdot liittymiskaapelille ja päävarokkeille. Joillakin sähköntarjoajilla on nähtävissä netissä suoraan taulukot saatavilla olevista liittymiskaapeleista sekä päävarokkeista, mutta joskus tiedot pitää selvittää soittamalla tai sähköpostilla. Tarjonta voi vaihdella alueellisesti ja joskus joudutaan ottamaan isompi liittymiskaapeli sekä päävarokekoko kuin mitä kiinteistö oikeasti tarvitsee.

Oulun seudun sähköllä ei ollut tarjota mitään omaa taulukkoa liittymiskaapelille ja päävarokkeelle. Liittymä mitoitettiin saatuja arvoja hieman suuremmaksi, jotta siinä on varaa sähköliittymän kuormituksen lisääntymiseen. Liittymisjohdoksi valittiin AXMK 4x240 S ja päävarokkeeksi 3x315 A.

4 ASEMASUUNNITTELU

Asemapiirustuksessa esitetään seuraavat asiat:

- järjestelmäkojeiden, laitteiden ja komponenttien sijoitus rakennusalueella
- järjestelmäkojeiden positiot, joiden perusteella ne määritellään tarkemmin esimerkiksi luetteloissa
- talojakamon ja muiden jakamoiden sijainti
- talokaapeleiden reititys tontin rajalta talojakamoon
- aluekaapeleiden ja kaapelinsuojaputkitusten reititys
- kaapelinvetokaivojen paikat (2, s. 7).

Kohteen asemasuunnittelu eli aluekaapelointikuva on liitteessä 2.

4.1 Aluekaapelointi

Aluekaapeloinnista voidaan käyttää myös nimitystä maa- tai asemakaapelointi. Aluekaapelointikuvaan piirrettiin kaikki tontilla sijaitsevat maan alla kulkevat kaapelit. Kuvaan piirrettiin myös pihavalopylväiden paikat sekä autonlämmitystolpat. Lisäksi kuvaan sijoitettiin kaikki keskukset lukuun ottamatta asuntojen ryhmäkeskuksia.

Maassa kaapelit asennetaan 0,5–1 metrin syvyyteen rakennuksien ulkopuolella. Kaapelireitti tulisi olla mahdollisimman suora ja lyhyt. Mikäli kaivantoon tulee useita kaapeleita rinnakkain tai nippuun, on kaapeleiden välinen etäisyys huomioitava. Kaapeleiden asentaminen nippuun alentaa johtimien kuormitettavuutta ja se pitää ottaa huomioon korjauskertoimen avulla. (3, s. 2.)

Maakaapeleilla ei ole varsinaisia määrääviä suojaetäisyyksiä muihin rakenteisiin nähden. Asuinrakennushankkeissa kannattaa sijoittaa rakennusten alle menevien maakaapeleiden putkien päät alueelle, missä niihin pääsee käsiksi vielä myöhemminkin, esimerkiksi viheralueille. Kaapelien mekaaninen suojaus tulee tehdä asianmukaisesti suojaputkillalla ja -kouruilla. (3, s. 2.)

Kaapelointi pystyttiin jakamaan kahteen tyyppiin: kiinteistöikäytön kaapelointi sekä perustusmaadoitus.

4.2 Kiinteistökäytön kaapelointi

Kiinteistökäytön kaapeloinnilla tarkoitetaan taloyhtiön käyttöön tulevia kaapeleita. Tässä suunnitelmassa kiinteistökäytön kaapelointiin kuului sähköpääkeskustilan, talousrakennuksen, autokatoksien, lämmönjakohuoneen, varaston sekä jätekatoksen kaapelointi.

Kaikki kaapelit asennettiin maahan lukuun ottamatta lämmönjakohuonetta sekä sähköpääkeskustilaa. Tarvittaessa voidaan kiinteistökäytön sähkönkulutusta vaatia mitattavaksi. Tällöin nähdään, paljonko sähköä kuluu pelkästään taloyhtiön kiinteistökäyttöön.

4.3 Kaapelipituuksien huomiointi

Kaapelijärjestelmien tekniset ominaisuudet heikkenevät johtopituuksien kasvaessa. Pahimmissa tapauksissa liian pitkät johtopituudet voivat vaatia erillisiä jakokeskuksia tai jakamoita kaapelireitille. Ylimääräisten kulujen välttämiseksi olisi hyvä pyrkiä sijoittamaan kiinteistön keskuksat ja jakamot sähköteknisesti mahdollisimman keskeiselle paikalle sekä suunnitella kaapelireitit mahdollisimman lyhyiksi ja suoriksi. (3, s. 2.)

Myös erilaiset johtojärjestelmät sisältävät vaatimuksia johtopituuksille. Näitä ovat mm: sähkökaapeleiden oikosulkuvirta sekä jännitteenalenema, antenniverkon vaimennus ja yleiskaapelointijärjestelmän suorituskykyluokka.

5 MAADOITUSELEKTRODI

Sähköturvallisuuden kannalta maadoitusten ensisijainen tarkoitus on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketus- ja askeljäännitteitä. Maadoituksen tehtävä on luoda toimintaedellytykset maasulku- ja vikasuojaukselle. Maadoituksen tehtävä on myös estää:

- vaarallisten jännitteiden siirtyminen järjestelmästä toiseen
- vaarallisten vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyminen (4, s. 285).

Vaatimusten toteutumiseksi maadoitusjärjestelmällä on oltava pieni maadoitusresistanssi. Pienen maadoitusresistanssin lisäksi maadoitusjärjestelmällä tulee olla hyvä potentiaalintasausvaikutus. Turvallisuuden kannalta potentiaalintasausvaikutus on tärkeää etenkin pienjänniteasennuksissa. Standardin SFS 6000-4-41 kohdan 411.4.2 mukaan sähköliittymään, jonka syötössä käytetään PEN-johdinta, on tehtävä standardin SFS 6000-5-54 luvun 542 mukainen maadoitusjärjestelmä, joka sisältää maadoituselektrodin. (5, s. 10.)

Maadoituselektrodin liitännäspiste sijaitsee yleensä pääkeskuksessa. Jos pääkeskus sijaitsee rakennuksessa, lisätään sen viereen standardin SFS 6000 5-54 luvun 542.4.1 mukainen päämaadoituskisko. Päämaadoituskiskoon liitetään maadoituselektrodi, suojaavat potentiaalintasausjohtimet sekä maadoitus- ja suojaajohtimet. Mikäli rakennuksissa on useampi keskus ja ne ovat liitettynä toisiinsa suojamaadoitusjohtimella, riittää potentiaalintasauksen tekeminen yhdellä keskuksella. (6, s. 6.)

5.1 Maadoituselektrodin rakenne

Maadoituselektrodien tyypit ja materiaalit tulisi valita niin, että ne kestävät korroosiota sekä niin, että niillä on aiottuun käyttöikään sopiva mekaaninen lujuus. Maadoituselektrodin materiaali voi olla kuparia, terästä tai kuparin ja teräksen yhdistelmiä. Suomessa suositellaan käytettäväksi kuparilankaa tai -köyttä, teräslankaa tai -köyttä, pystymaadoitustankoja tai teräsnauhaa. Eri materiaaleille on olemassa omat minimipoikkipinnat, jotka on esitetty standardissa SFS 6000-5-54. Maadoituselektrodi voidaan upottaa myös perustuksien betoniin. (6, s. 4.)

5.2 Maadoituselektrodin valinta ja asennus

Vaatimusten mukaisesti kohteeseen valittiin maadoituselektrodiksi 16 mm² poikkipinnaltaan oleva kupariköysi. Maadoituselektrodi suunniteltiin upotettavaksi perustusten alle ja päämaadoituskiskoon yhdistettiin myös kaikkien keskusten maadoitus ketjutettuna.

Päämaadoituskiskoon liitettiin myös kaikki edellä mainittujen lisäksi jännitteelle alttiina olevat rakennuksien osat kuten iv-kanavat, vesiputket, johtotiet sekä iv-koneet. Kiinteistön maadoituksesta tehtiin määräysten mukainen dokumentti ja se on liitteenä 3.

6 TELEJÄRJESTELMÄ

Telejärjestelmän suunnittelussa yhdistettiin yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmän suunnitelmat. Näiden kahden järjestelmän arkkitehtuurit ovat usein samantyyppiset ja siksi niiden suunnittelu yhdistettiin. Työn telejärjestelmäkaavio on liitteenä 4.

6.1 Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmän suunnittelu sisälsi koko kiinteistön antenniverkon suunnittelun aina paikallisen teleoperaattorin liittymään asti. Kiinteistö liitettiin kaapelitelevisioverkkoon. Asuinrakennushankkeen antennijärjestelmä koostui ATK-jakamosta, ryhmäkeskuksien ja päätelaitteiden komponenteista sekä niiden välisistä antenniverkon kaapeloinneista. Kaapeloinnissa käytettiin koaksiaalikaapelia. Antenni- ja yleiskaapelointiverkko jakoivat kaapelointireitit ja laitetilat hyvin pitkälti keskenään.

Kiinteistön antenniverkon rakenne noudatti tyypillistä kaapelitelevisioverkkoon liitettävää yhteisantenniverkon rakennetta ja arkkitehtuuria. Antenniverkon rakenne vastasi ST-kortin 621.10 esittämää rakennetta (7, s. 5). Antennijärjestelmä esitettiin sähkösuunnitelmissa Viestintäviraston määräyksen 65 M mukaisesti (1, s. 8–9).

6.2 Antenniverkon vaimennus

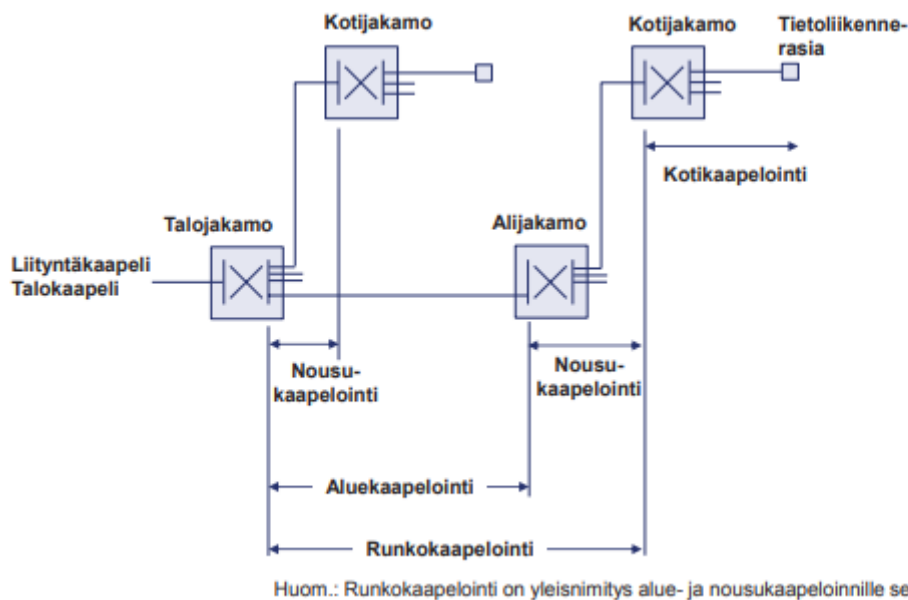
Antenniverkon vaimennukseen vaikuttavat antenniverkon kaapelipituudet sekä kaapeloinnin välissä olevien komponenttien vaimennustasot. Valmistaja antaa tuotteistaan vaimennustiedot antenniverkon komponenttien ja kaapeleiden osalta.

Määritettäessä antenniverkon kokonaisvaimennusta käytettiin määrittämiseen Risto Mäkisen laatimaa Excel-ohjelmaa. Ohjelma on hyvin yksinkertainen ja se on todettu toimivaksi. Ensiksi ohjelma määrittää antenniverkon peruskomponenttien ja kaapeleiden vaimennuksen ja sen jälkeen se laskee ne yhteen. (8.)

Kun ATK-jakamon syöttämän antenniverkon kokonaisvaimennuksen hajonta on alle 20 dB, skaalataan kokonaisvaimennus taajuusalueelle sopivaksi. Liian suuria antenniverkon vaimennuksia rakennusten välillä voidaan tasata. Mikäli antenniverkko vaatii tasaamista, se tehdään lisäämällä verkkoon jaotin tai jaottimia. (8.)

6.3 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmä tarkoittaa parikaapeloinnilla ja optisella kaapeloinnilla toteutettua eri tietoliikennejärjestelmien käyttöön tarkoitettua verkkoa. Käytännössä se tarkoittaa koko kiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän komponentteja ja kaapelointeja teleoperaattorin liityntäkaapelilta aina asukkaan kulutuspiisteelle asti. Yleiskaapelointijärjestelmän rakenne suunniteltiin ja rakennettiin vastaamaan kuvan 3 rakennetta. (9, s. 9)



KUVA 3. ST-kortin 681.11 esittämä yleiskaapelointijärjestelmän perusrakenne (9, s. 7).

Yleiskaapelointijärjestelmään kuuluivat teleoperaattorin liityntäkaapeli, ATK-jakamo, nousukaapelointi kuilussa ATK-jakamolta ryhmäkeskuksessa sijaitsevaan kotijakamoon sekä kotikaapelointi tietoliikennesasioiden kautta.

ST-kortin 681.41 esittämiä vaatimuksia, joissa on otettu huomioon Viestintäviraston sisäverkkomääräys 65, noudatettiin yleiskaapelointijärjestelmän dokumentointia tehtäessä. (10, s. 9.)

6.4 Kaapelointi

Tavallisen yleiskaapelointijärjestelmän kaapelointi koostuu nousukaapeloinnin kaapeleista, jotka kulkivat tässä työssä kuilua pitkin. Jokaiseen huoneistoon suunniteltiin vähintään kategorian 6 parikaapelointi ja sen lisäksi kategorian OS2 optinen kuitukaapelointi.

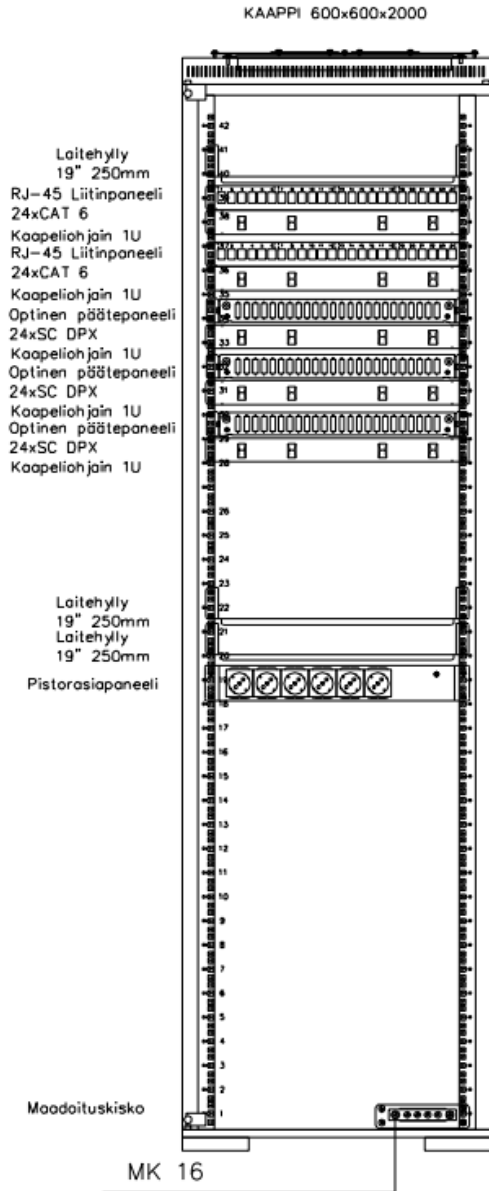
Nousukaapeloinnin parikaapelointi toteutettiin kategorian 6 mukaisesti ja optinen nousukaapelointi luokan OS2 mukaisesti. Katteoria 6 edellyttää, että jokaiseen kotijakamoon viedään vähintään yksi neliparinen kaapeli sekä kaapelin liittämisen ja päättely täyttävät kategorian 6 vaatimukset. (9, s. 8.)

OS2-luokka edellyttää, että jokaista ATK-jakamon syöttämää kotijakamo kohti asennetaan vähintään neljä OS2-kategorian yksimuotokuitua. Talo- ja kotijakamoissa kaikki kuidut päätetään ja liitetään ristikytkentätelineen paneeleihin. (9, s. 8.)

Yleiskaapeloinnilla on vaatimuksia kaapeloinnin suorituskyvylle kohteesta riippuen. Suorituskykyyn vaikuttaa nousukaapelien pituus. Tässä suunnitelmassa suorituskykyluokka oli E, jonka vaatimus on, että nousukaapelien pituus on alle 90 m. Nousukaapeliksi kutsutaan ATK-jakamon ja kotijakamon välistä runkokaapeleita. (9, s. 17.)

6.5 Jakamot

ATK-jakamo on yleinen nimitys, joka voi tarkoittaa myös talojakamo tai ristikytkentätelinettä. Suunnittelussa ATK-jakamo sijoitettiin sähköpääkeskustilaan. Tilassa ovat myös kaikki muutkin keskukset. ATK-jakamon tyypillinen rakenne on esitetty kuvassa 4.

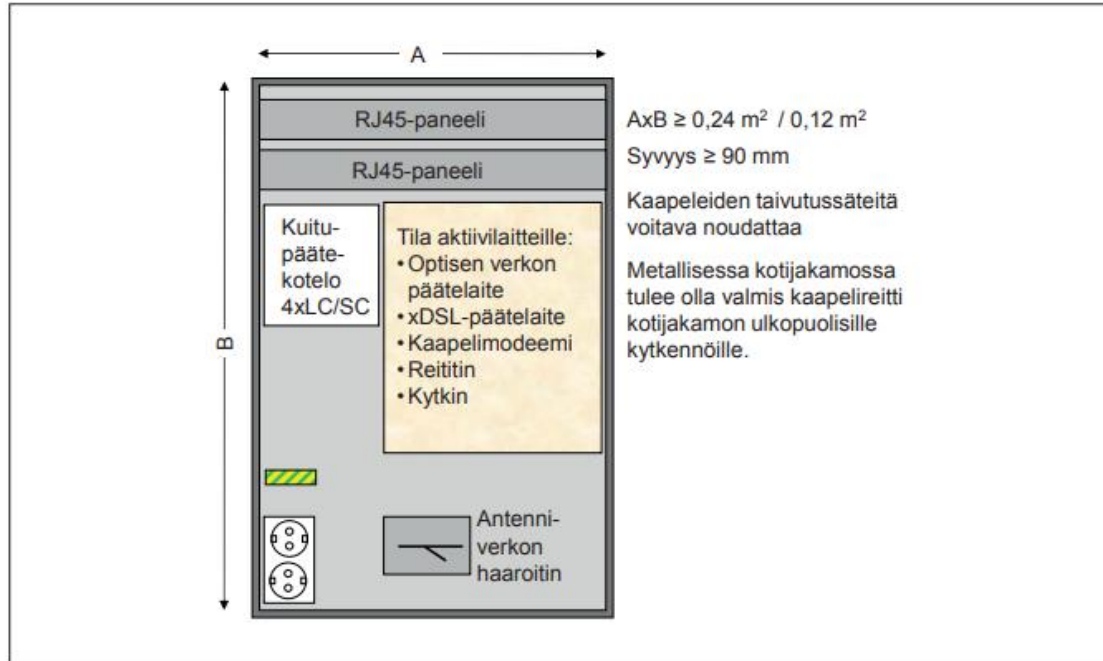


KUVA 4. ATK-jakamon tyypillinen rakenne ja tilavaraus (11).

ATK-jakamo on kiinteistön laitehuone, missä liitetään yhteen yleinen viestintäverkko ja kiinteistön sisäverkko. Teleoperaattorin liittymiskaapelit tuodaan ATK-jakamoon, joista kiinteistön televerkko jaetaan antenni- ja yleiskaapelointina asuntoihin ja muihin sitä tarvitseviin tiloihin nousukaapelointina. (9, s. 3.)

Kotijakamolla tarkoitetaan tilaa, jossa kotikaapelointi ja nousukaapelointi liitetään yhteen. Tämä tila sijaitsee yleensä asuinhuoneen ryhmäkeskuksessa. Nousukaapelointina tuodut antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmän kaapelit päätetään

kotijakamossa tai vaihtoehtoisesti ne jatketaan kulutuspileteille. Nousukaapeloinnin nimitys muuttuu kotijakamossa kotikaapeloinniksi. Kuvassa 5 on esitetty tyyppillisen kotijakamon rakenne. (9, s. 3.)



KUVA 5. Kotijakamon tyyppillinen rakenne ja tilavaraus (9, s. 17).

7 TASOPIIRUSTUKSET

Tässä luvussa on esitetty työn kohteena olleen kerrostalon tasopiirustukset. Asuinhuoneistojen lisäksi luvussa esitellään yleisten tilojen tasopiirustukset, joihin kuuluvat porrashuoneet ja portaikot, tekniset tilat, varastot sekä väestönsuoja.

Tasopiirustuksissa käy ilmi rakennuksen sisäpuoliset sähköpisteet sekä niiden johdotukset, valaisinpositiot ja ryhmien ryhmänumerot. Myös ulkoseinävalaistus, ulkopistorasiat tai muut vastaavat sähkölaitteet esitetään tasopiirustuksissa, koska ne sijaitsevat rakennuksen välittömässä läheisyydessä. Edellä mainittujen lisäksi tasopiirustuksissa esitetään tele- ja turvajärjestelmien laitteet ja johdotukset. Usein kuitenkin turvajärjestelmät suunnitellaan eri tiedostoon. (1, s. 6.)

Rakennusten tasopiirustuksissa esitetään seuraavat asiat:

- järjestelmäkojeiden laitteiden ja komponenttien sijoitukset ja asennustapa (pinta/uppo)
- järjestelmäkojeiden positiot, joiden perusteella ne määritellään tarkemmin esimerkiksi luetteloissa
- johdotusten tarvitsemat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit
- johdotukset ja niiden asennustapa (1, s. 7).

Asiakas voi esittää omia toiveita ja antaa kommentteja tasopiirustuksiin, jotta lopputulos olisi kaikkien kannalta tyydyttävä. On kuitenkin asioita, joista sähkösuunnittelijan on pidettävä kiinni asiakkaan toiveista ja kommentteista huolimatta. Näitä asioita ovat sähköturvallisuuden, käytännöllisyyden, toimivuuden ja taloudellisuuden toteutuminen suunnitelmissa. Tasopiirustukset pitää piirtää niin, että ne voidaan toteuttaa asennusvaiheessa ongelmitta. Suunnitelman pitää olla mahdollisimman ymmärrettävä ja selkeä, jotta vältetään epäselvyyksistä asennusvaiheessa. Tietokoneella piirustuksia voi suurentaa ja tarkkailla yksityiskohtia lähempää, mutta työmaalla asentajalla on käytössään piirustukset, joita ei voi suurentaa niin kuin tietokoneella. Tämän vuoksi piirustuksien pitää olla selkeät. Kohteen tasopiirustukset ovat nähtävissä liitteissä 5–7.

7.1 Sähköpisteiden sijoitus ja johdotus

Sähköpisteiden sijoittelu oli ensimmäinen vaihe tasopiirustuksien tekemisessä. Sähköpisteiden varustetaso voi vaihdella kohteiden välillä ja sen takia varustetasta sovittiin asiakkaan kanssa ennen projektin aloittamista.

Sähköpistesuunnitelmat tehtiin arkkitehdin tekemiin kalustettuihin pohjakuviin. Pohjakuvat muuttuivat hieman suunnittelun aikana ja se vaikutti myös sähköpisteiden siirtoihin. Sähköpisteiden sijoituksessa tärkein asia oli sähköturvallisuuden noudattaminen sekä kulutus pisteiden määrän riittävyys.

Pisteitä pyritään suunnittelemaan mahdollisimman käytännönläheisiin ja käyttömukavuudeltaan parhaille mahdollisille paikoille. Kevyitä väliseiniä pyritään suosimaan pisteitä sijoittaessa, jotta asennuskustannukset pysyisivät mahdollisimman pieninä. Kustannuksia nostaa pisteiden sijoittaminen elementteihin ja raskaisiin kantaviin seiniin, koska jokaiseen elementtiin sähköpisteet suunnitellaan erikseen elementtisuunnittelussa. Elementtitehdas tekee sähköpistevaraukset jokaiselle upotettavalle sähköpisteelle elementtisuunnitelman mukaisesti.

Pisteiden sijoittelu aloitettiin tekemällä pisteiden sijoitus yhteen kerrokseen. Tämän jälkeen pistekuvat lähetettiin asiakkaan vastuuhenkilölle tarkastettaviksi ja kommentoitaviksi. Tarkistuksella ja kommentoimisella varmistettiin lopputulos, joka oli mieluisa kaikille. Kun pistekuva on tullut takaisin kommenttien kera, on vuorossa muutoksien teko kommenttien mukaiseksi ja tämän jälkeen pisteet johdotetaan. Tässä työjärjestyksessä vältetään turhalta työltä, kun sähköpisteitä ei sijoiteta ja kopioida kerroksesta toiseen ennen kommentteja. Kommenttien jälkeen on helpompi siirtää yhden kerroksen symboleita ennen kuin niitä on johdotettu ja kopioitu.

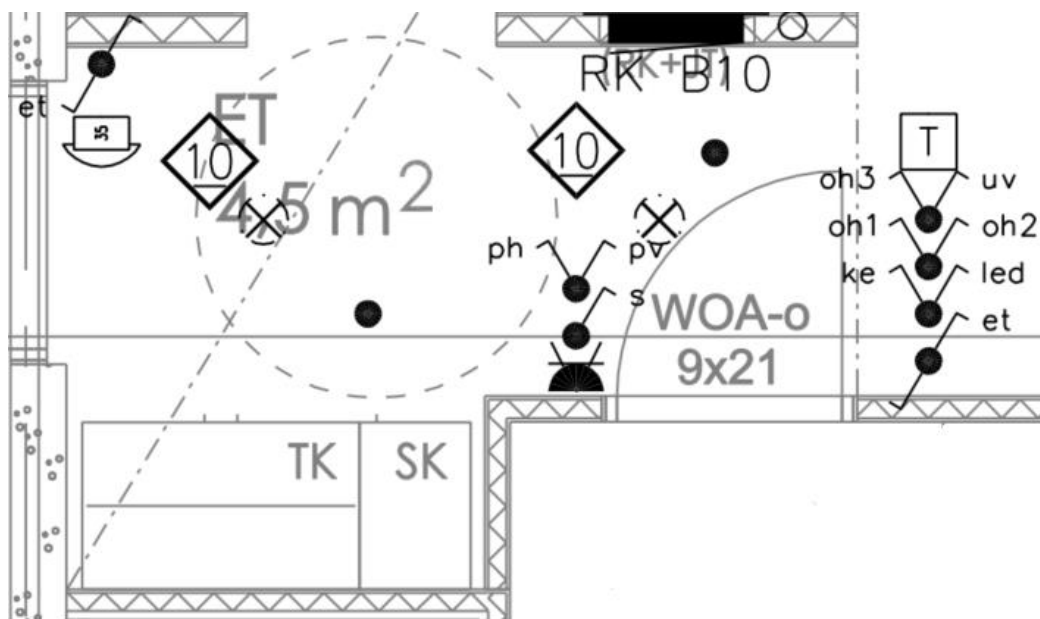
7.2 Asunnot

Asuntojen suunnittelussa jokainen tila huomioidaan omana kokonaisuutenaan. Suunnittelussa jokaisen tilan kohdalla pyritään noudattamaan standardin mukaisia suunnitteluohjeita. Sähköpisteitä sijoitettaessa otettiin huomioon asiakkaan ohje.

Asiakkaan ohjeessa kerrottiin, mitä laitteita tilaan haluttiin ja kuinka monta kappaletta. Lisäksi ohjeessa kerrottiin kytkimien toimintaperiaate. Asuntojen erilliset tilasuunnittelut eritellään seuraavaksi.

7.2.1 Eteinen

Eteisessä noudatetaan normaalia kuivantilan asennustapaa, joka mahdollistaa vähintään kotelointiluokan IP2X-sähkökalusteiden käyttämisen. Siinä suojaus sähköiskulta toteutetaan kosketussuojauksella (12, s. 3-4). Kuvassa 6 on erään asuinhuoneiston eteisen sähköpisteet.



KUVA 6. Eteisen sähköpisteet.

Eteiseen sijoitettiin asiakkaan ohjeen mukaan seuraavat sähköjärjestelmät ja -laitteet:

- ryhmäkeskus
- jakotukki
- valaistus ja kytkimet käytäväkytkennällä
- 2-osainen pistorasia
- ovipuhelin.

Eteisen sähköpisteiden sijoittelu aloitettiin sijoittamalla ryhmäkeskus sille määrättylle paikalle. Arkkitehti määrää ryhmäkeskuksen paikan ja yleensä sen paikka on eteisessä ja joissakin tapauksissa esimerkiksi vaatehuoneessa. Ryhmäkeskuksessa yhdistetään asuinhuoneisto nousukaapelin avulla sähköjärjestelmään ja sen lisäksi ryhmäkeskuksen tarkoituksena on jakaa asunnon asuinhuoneiston ryhmät järkevästi samantyyppisiin järjestelmiin.

Ryhmäkeskusta ei tulisi sijoittaa jatkuvaan oleskeluun käytettävään tilaan ja sen vuoksi eteinen tai muu vastaavanlainen tila on hyvä paikka sille. Asuinhuoneistojen keskustilat mitoitetaan mahdollisuuksien mukaan samansuuruisiksi. Ryhmäkeskuksen voi upottaa rakenteeseen, kun keskus on hyväksytty sellaiseen asennukseen. (3, s. 6.)

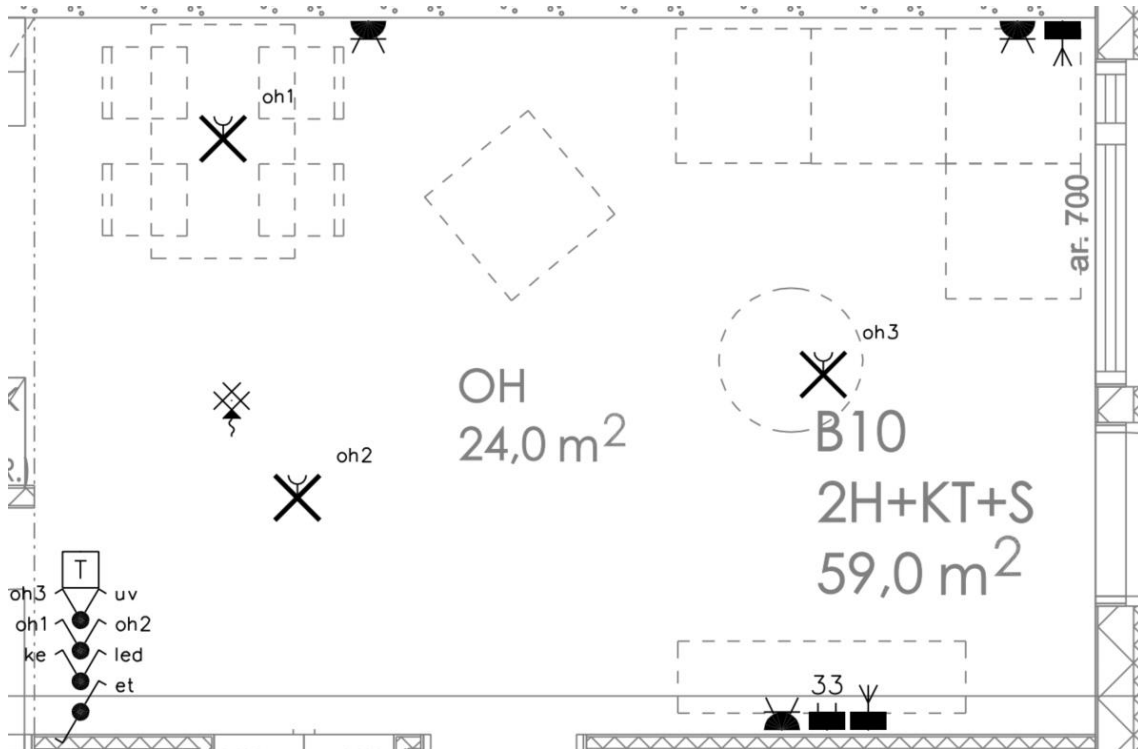
Ryhmäkeskuksen sijoittamisen jälkeen sijoitettiin muut sähköpisteet. Pisteitä sijoitettaessa otettiin huomioon asiakkaan ohje. Ohjeessa kerrottiin mm. minkälainen kytkin pitää olla ja miten sen halutaan toimivan sekä pistorasian paikasta sen verran, että se on käytännöllinen esimerkiksi imuria varten. Muita ohjeita sijoittamisille ei ollut. Vanhoista vastaavista kohteista oli hyvä katsoa mallia.

7.2.2 Olohuone

Olohuoneissa sähkösuunnittelu toteutettiin eteisen tapaan kuivantilan asennusmääräyksiin mukaan, joten sähkökalusteiden suojausluokaksi valittiin jälleen IP2X (12, s. 6).

Sähkösuunnittelun kannalta on tärkeää huomioida mahdolliset televisioiden sijoituspaikat sähköpisteitä sijoitettaessa. Oletetulle television kohdalle sijoitetaan pistorasioiden lisäksi yleiskaapelointi- (RJ45) ja antennipiste. Olohuoneen sähkökalusteet ovat peruskalusteita eli pistorasioita ja valaisinpistorasioita.

Tässä työssä olohuoneisiin sijoitettiin asiakkaan ohjeen mukaan pistorasiapisteen, tele- ja antennipisteet, kytkimet sekä termostaatti. Valaistus toteutettiin valaisinpistorasiapisteillä, jotka suunniteltiin keskitetysti olohuoneen alueelle. Asiakkaan ohjeessa kävi ilmi sähkökalusteiden määrät sekä kytkimien toimintaperiaate. Kuvassa 7 on erään asuinhuoneiston olohuoneen sähköpisteet.

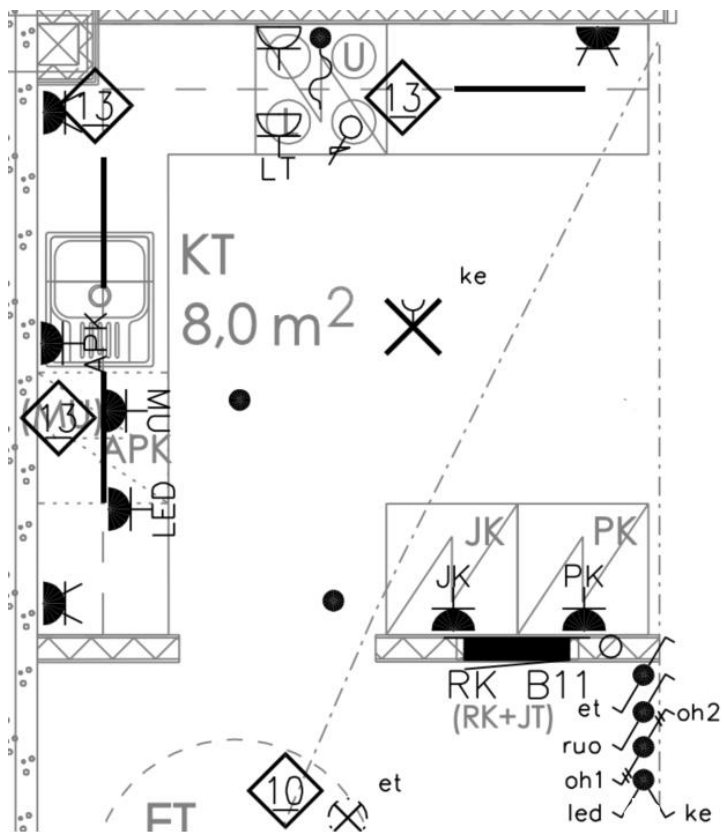


KUVA 7. Olohuoneen sähköpisteet.

7.2.3 Keittiö

Keittiön suunnittelussa noudatettiin niin ikään kuivantilan asennusstandardia ja sähkökalusteiden suojausluokaksi valittiin IP2X (12, s. 6). Keittiön sähkökalusteet ovat olohuoneen tapaan peruskalusteita.

Tässä työssä keittiöön sijoitettiin asiakkaan ohjeen mukaan pistorasiapisteen ja kytkimet. Valaistus toteutettiin valaisinpistorasiapisteillä sekä välitilaan sijoitettavilla työtasovalaisimilla. Asiakkaan ohjeessa kävi ilmi sähkökalusteiden määrät sekä kytkimien toimintaperiaate. Kuvassa 8 on erään asuinhuoneiston keittiön sähköpisteet.

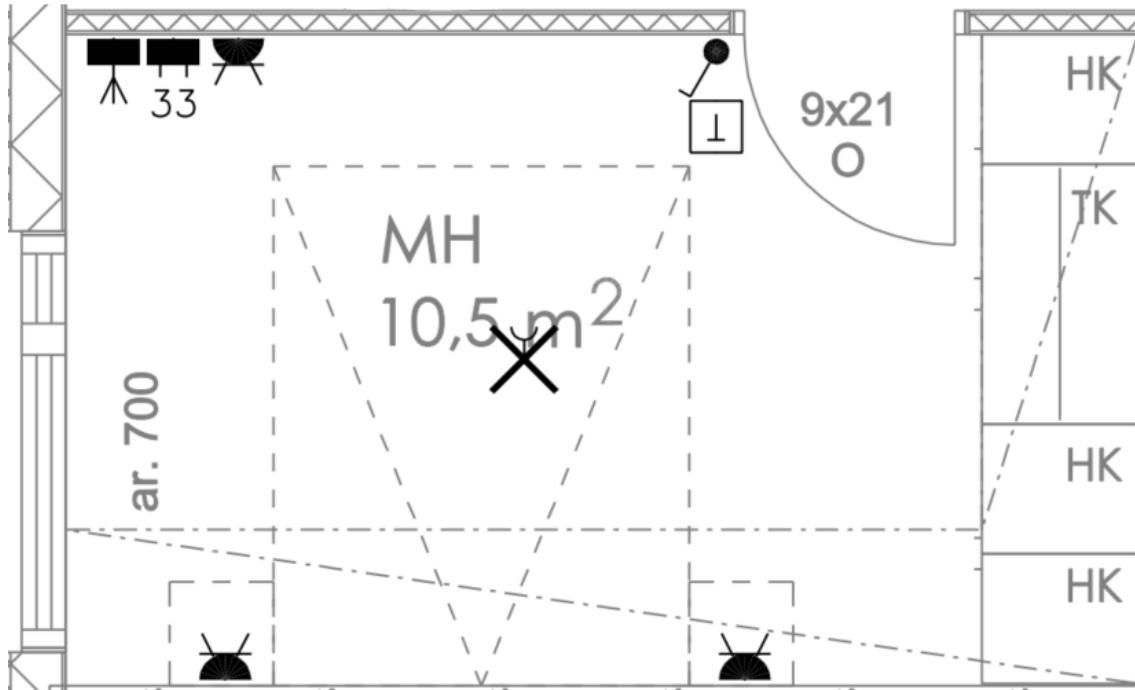


KUVA 8. Keittiön sähköpisteet.

7.2.4 Makuuhuone

Myös makuuhuoneissa noudatettiin sähkölaitteiden osalta kuivantilan asennusstandardin mukaista IP2X-kotelointiluokitusta. Makuuhuoneiden pistorasiapisteiden sijoittelussa noudatettiin hyvin paljon olohuoneen kaltaista suunnittelua. Pistorasiapisteitä on hyvä sijoittaa oven läheisyyteen sekä mahdollisen sängyn sijainnin mukaan molemmille puolille sänkyä. Makuuhuoneiden valaistus suunnitellaan keskitetysti valaisinpistorasioilla.

Asiakkaan ohjeessa kerrottiin ohjeellisia sijoituspaikkoja pistorasiaryhmille. Pistorasiaryhmissä on pistorasian lisäksi yleiskaapelointi- ja antennipiste. Lisäksi ohjeessa määritettiin jälleen sähkökalusteiden määrät. Kuvassa 9 on erään asuinhuoneiston makuuhuoneen sähköpisteet.



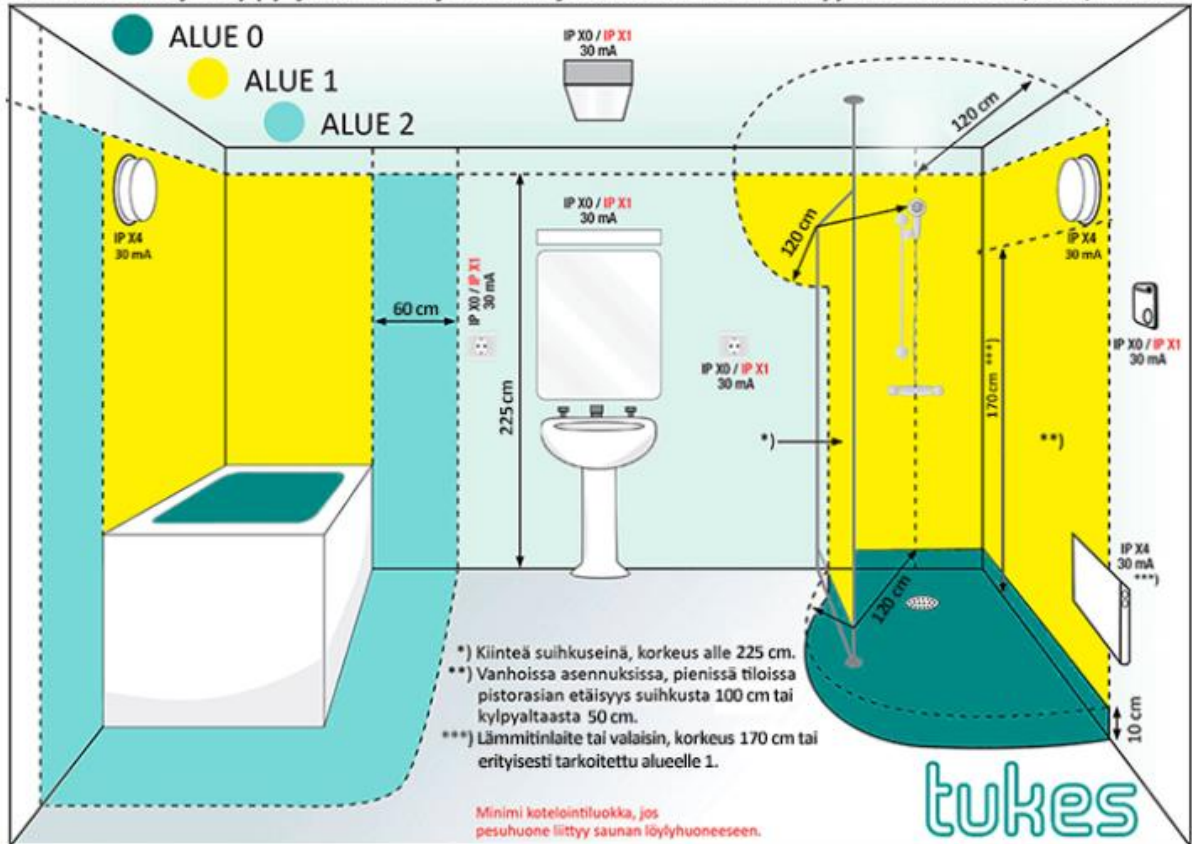
KUVA 9. Makuuhuoneen sähköpisteet.

7.2.5 Kylpyhuone, WC ja sauna

Sähkösuunnittelussa kylpyhuoneella, WC:llä ja saunatilalla on omat asennusmääräykset. Mikäli WC ei ole suihkutilan yhteydessä eli se on ns. erillinen WC, noudatetaan vähintään kuivaan tilaan soveltuvaa IP2X-kotelointiluokkaa. Kosteantilan alueet on määritelty erikseen SFS-standardissa. Alueita ovat 0,1 ja 2. Alueet on esitetty kuvassa 10.

Suihkutilaksi luokitellaan tila, jossa on koko vartalon pesuun tarkoitettu suihku. Mitään sähkölaitetta ei saa asentaa alle 1,2 m:n etäisyydelle suihkupisteestä, vaikka sähkölaitetta syöttävä pistorasia olisikin tämän etäisyyden ulkopuolella. Tässä työssä ei ollut ongelmia etäisyyksien kanssa. Mikäli etäisyyksistä tulee ongelmia, voidaan etäisyyttä kasvattaa esim. suihkuseinällä. (4, s. 369.)

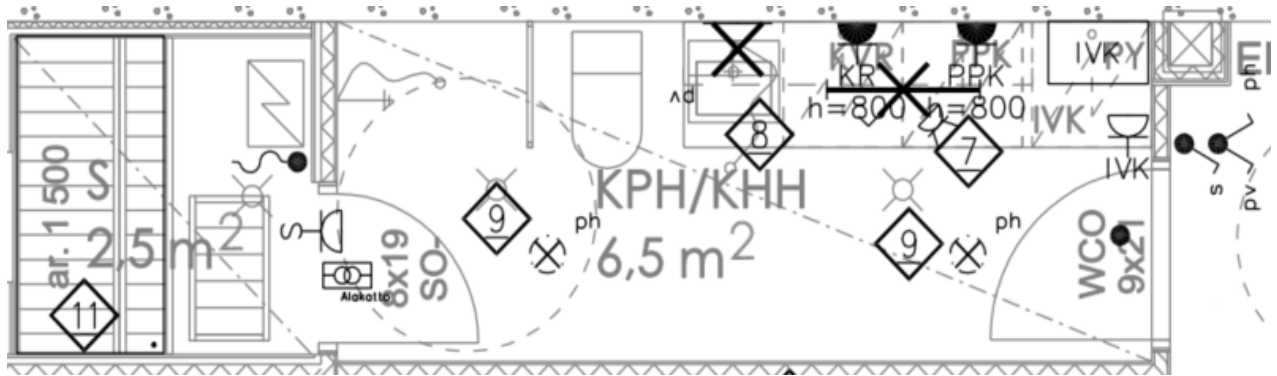
Asuinkiinteistöjen kylpy- ja suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet SFS 6000:n (2017) mukaan



KUVA 10. Ohje kylpy- ja suihkutilojen sähköasennuksista (13).

Kerros- ja rivitalokohteissa sijoitetaan kylpytiloihin usein ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokone sijoitettiin kylpytiloihin myös tässä työssä. Lisäksi kylpyhuoneeseen sijoitettiin pistorasiat kuivausrummulle sekä pyykinpesukoneelle. Kylpyhuoneeseen sijoitettiin sekä kattovalaisin että peilivalaisin. Saunan valaistus tapahtuu kattoon upotettavilla led-valoilla. Led-valot tarvitsivat muuntajan, jolle varattiin kytkinohjattu pistorasia alakattoon.

Myös kylpyhuoneen, WC:n ja saunan osalta noudatettiin asiakkaan ohjetta. Kuivausrummun ja pesukoneen pistorasioiden lisäksi sijoitettiin yksi pistorasia välitilaan. Välitilan pistorasioita sijoitettaessa on hyvä muistaa, että pistorasiaa ei tulisi asentaa vaakasuorassa mitattuna 20 senttimetriä lähemmäksi allasta. Sääntö ei ole kuitenkaan pakollinen, mutta se on hyvä pitää suosituksena. Kuvassa 11 on esitetty erään huoneiston kylpyhuone ja saunatila.



KUVA 11. Kylpyhuoneen sekä saunatilan sähköpisteet.

7.2.6 Parveke

Parvekkeelle sijoitettavissa sähköpisteissä pitää ottaa jo suunnitteluvaiheessa huomioon vaihtelevat sääolosuhteet. Parvekkeille suunniteltiin IP44-kotelointiluokan pistorasiat ja valaisimet asiakkaan ohjeen mukaisesti. Yleinen sijoitusohje parvekkeen pistorasian korkeudelle on 1700 mm lattiasta. Valaisimen korkeus riippuu siitä, sijoitetaanko se suoraan oven yläpuolelle vai johonkin muuhun sopivaan kohtaan.

7.3 Yleiset tilat

Yleisiksi tiloiksi luokitellaan kaikki kiinteistön asuinhuoneistojen ulkopuoliset alueet. Tässä työssä niitä olivat porrashuoneet ja portaikko, sähkötila ja lämmönjakuhuone, varastot sekä väestönsuoja. Väestönsuoja sekä varastot sijaitsevat erillisessä rakennuksessa kiinteistön ulkopuolella.

7.3.1 Porrashuoneet ja portaikko

Tässä työssä sähkösuunnittelussa porrashuoneisiin ja portaikkoon sijoitettiin asiakkaan ohjeen mukaan siivouspistorasiat, palovaroittimet, valaisimet sekä liiketunnistimet. Lisäksi alimmassa kerroksessa sijoitettiin pistorasiat mahdollisia ovi-moottoreita varten alakattoon.

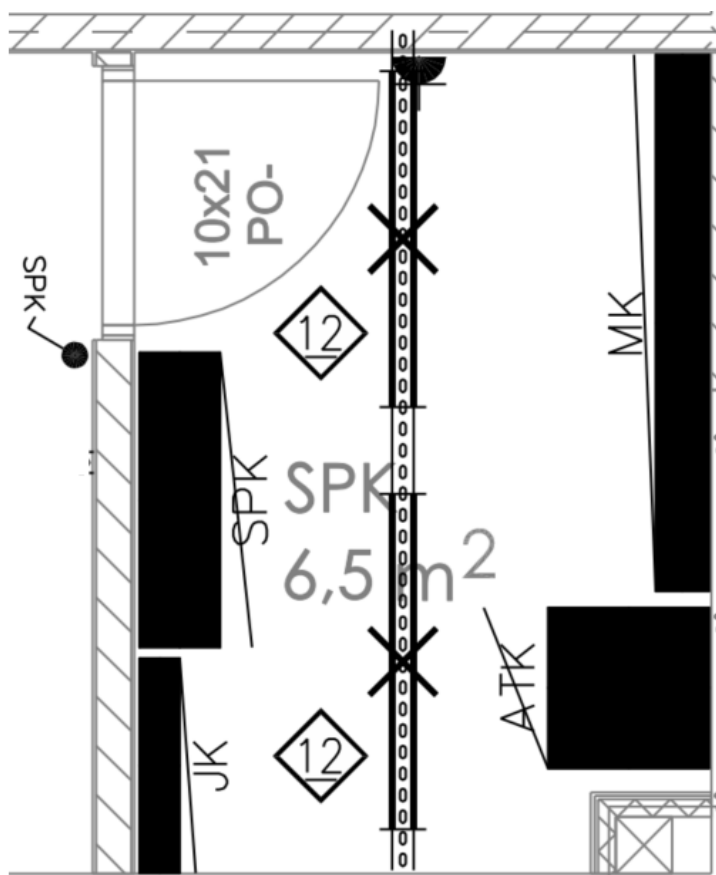
Alimpaan kerroksen sijoitettiin porrashuoneen pääsisäänkäynnin läheisyyteen IV-hätäseis-painike sekä savunpoistoikkunan ohjauspainike. Savunpoiston oh-

jauskeskus sijoitettiin ylimpään kerrokseen lähelle savunpoistoikkunaa. Savunpoiston ohjauskeskus suositellaan sijoitettavaksi lähelle savunpoistoluukkua tai ikkunaa.

7.3.2 Sähköpääkeskustila ja lämmönjakuhuone

Sähköpääkeskustilaa suunniteltaessa huomioitiin ST-kortin 53.05 määrittelemät tilantarpeiden vähimmäismitat sähköjärjestelmille. Sähkökeskuksien eteen on jätettävä 80 senttimetrin levyinen hoitokäytävä, jolla on vapaata korkeutta vähintään 2,2 metriä, jos keskuksien on sijoitettu omaan huoneeseen. (3, s. 4.)

Tässä työssä sähköpääkeskustilaan sijoitettiin sähköpääkeskus, mittauskeskus, jakokeskus sekä ATK-jakamo. Lisäksi tilaan sijoitetaan mahdollisesti ovipuhelin-keskus. Tilan valaistuksessa käytettiin normaalia teollisuusvalaisinta, jonka asiakas oli tyypittänyt. Sähköpääkeskustila on esitetty kuvassa 12.



KUVA 12. Sähköpääkeskustilan sähköpisteet.

LVI-tekniikalle erikseen varattua tilaa kutsutaan lämmönjakohuoneeksi. Lämmönjakohuoneessa kiinteistö liitetään kunnallisverkkoon. Lisäksi LVI-järjestelmien putkitukset sekä kanavat haarautuvat asuntoihin ja muualle sitä tarvitseviin rakennuksiin ja tiloihin lämmönjakohuoneessa.

Lämmönjakohuoneen sisältö käy ilmi LVI-suunnittelijan laatimasta laiteluettelosta. Sisällön tieto on välttämätöntä sähkösuunnittelijalle, jotta tiedetään suunnitella kaikille sähköä tarvitseville laitteille sähkön syötöt. Lämmönjakohuoneeseen sijoitettiin kaukolämmönmittaus, kaukolämmön jakokeskus, valaistus, pistorasia sekä ulkoseinälle ulkotermostaatti LVI-suunnittelijan laiteluettelon perusteella.

7.3.3 Varastot

Asuntokohtaiset varastot sijaitsevat erillisessä piharakennuksessa väestönsuojatilassa. Lisäksi oli myös yhteinen pyörävarasto ja katos. Varastotilaa suunniteltaessa on hyvä kiinnittää huomiota valaistuksen suunnittelussa tarpeeksi kattavaan valaistukseen.

Pyörävaraston valaistuksenohjaus toteutettiin liiketunnistimella ja muut varastotilat kytkimillä. Varastojen ja katoksien sähkösuunnittelussa pitää ottaa huomioon vaihtelevat sääolosuhteet. Yleisesti kaikkiin varastoihin sijoitetut sähköpisteet ovat IP44-kotelointiluokan laitteita.

7.3.4 Väestönsuoja

Kerrostalossa on oltava asukkaiden lukumäärää vastaavan kokoinen väestönsuoja. Väestönsuoja on tila, joka on suunniteltu suojaamaan säteilyiltä, myrkyllisiltä aineilta sekä aseellisilta hyökkäyksiltä. Tila on usein rakenteeltaan teräsbetonia.

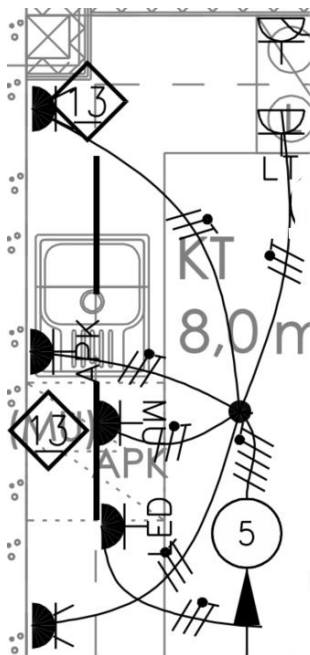
Sähkösuunnittelussa on otettava huomioon tilan käyttö normaalioloissa. Normaalioloissa tila toimii usein varastona tai sosiaalilana. Tilassa sähköpisteet suunnitellaan ja asennetaan ainoastaan pintaan, koska rakennemateriaalit eivät mahdollista muuta asennustapaa. Väestönsuoja on kiinteistön muista tiloista vankasti erotettu, joten se tarvitsee sisäisen sähkönsyötön jakavan keskuksen. Tässä työssä väestönsuoja sijaitsi erillisessä rakennuksessa.

Väestönsuojan läpivienti sähkökeskukselle on suunniteltava muista kiinteistön läpivienneistä poikkeavalla tavalla, koska väestönsuojan seinä- ja kattomateriaalit ovat erityisen lujaa ja paksua betonia. Kohteessa läpivienti suunniteltiin laipparakenteisella ratkaisulla, joka on väestönsuojiin tarkoitettu läpivientiratkaisu. (14.)

7.4 Ryhmien suunnittelu

Ryhmiä suunniteltaessa noudatettiin ryhmäkeskuksen pääkaavion mukaista rakennetta. Yleensä ryhmäkeskus on vakiotuote, joka tilataan suoraan keskusvalmistajalta. Ryhmien suunnittelussa on hyvä noudattaa keskusvalmistajan pohjaa, jotta sitä ei tarvitsisi muokata paljoa.

Ryhmien suunnittelussa on kuitenkin syytä tarkastaa ryhmät, vaikka noudattaisikin suoraan keskusvalmistajan pohjaa. Ryhmistä pitää tarkistaa, että niitä ei ole yli- eikä alimitoitettu. Mikäli ryhmä on alimitoitettu, se estää ryhmän laitteiden samanaikaista käyttöä ja kuormitusta. Mikäli ryhmä on vastaavasti ylimitoitettu, se kasvattaa urakoinnin kuluja aivan turhaan. Ryhmät on syytä merkitä selkeästi suunnitelmiin. Ryhmät merkataan kuvaan ryhmänumeroin tai -kirjaimin, järjestelmästä riippuen. Kuvassa 13 on esimerkki ryhmien merkitsemisestä.



KUVA 13. Esimerkki ryhmän merkinnästä.

Ryhmien suunnittelu eroaa varsinaisesta sähköpisteiden suunnittelusta jonkin verran. Sähköpisteitä suunniteltaessa ja sijoitettaessa on otettu huomioon laitteiden kotelointiluokat, mutta kun suunnitellaan ryhmiä, pitää ottaa huomioon ihmisen suojaus ja, miten se toteutetaan. Suojaus sähköiskulta toteutetaan perussuojauksella tai vikasuojauksella.

Perussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jossa ihmistä estetään joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa. Vikasuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä tai kotieläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteiseksi tulleita osia. (4, s.78–79, 84.)

7.5 Johdotus

Johdotus pyrittiin suunnittelemaan ja piirtämään mahdollisimman selkeästi. Mietittiin järkeviä reittejä sekä sitä, että johdotus olisi mahdollisimman pitkälti samanlainen kuin mitä se olisi asennettaessa. Johdotuksiin merkittiin myös kaapelin johtimien määrä asennuksen selkeyttämiseksi. Johdotukset on esitetty liitteissä 4–8.

Johdotusvaiheessa on hyvin tärkeää osata ottaa huomioon kaapeleiden poikkipinta-alat ja se, minkälaisille virroille ne sopivat. Esimerkiksi 1,5 mm²:n johdinta saa käyttää enintään 10 A:n ryhmissä. Lisäksi on tiedettävä, minkälaisia johdon-suojia käytetään suojaamaan kaapelia ylikuormitustilanteissa.

Johtimien kuormitettavuus on erilainen eri asennustavoilla. Asennustavoista riippuvat johtimien kuormitukset ovat nähtävissä D1-2017 käsikirjan taulukossa 52.1. Yleisenä sääntönä ja ohjeistuksena voidaan pitää, että 1,5 mm² johtimia käytetään 10 A:n ryhmissä ja 2,5 mm² johtimia 16 A:n ryhmissä. (4, s. 226.)

Tässä työssä käytettiin sisätiloissa MMJ 3x1,5 S, MMJ 3x1,5 N, MMJ 5x1,5 S, MMJ 3x2,5 S tai MMJ 5x2,5 S -kaapelia sekä heikkovirtakaapelia KLMA 4x0,8+0,8. Ulkoasennuksissa käytettiin myös MMJ-kaapeleita, mutta lisäksi maakaapelityyppejä AXMK sekä MCMK. AXMK -maakaapeli toimi kiinteistön syöttökaapelina ja MCMK -maakaapeli muissa maa-asennuksissa.

7.6 Palovaroittimet

Asunnon jokainen kerros sekä niihin yhteydessä olevat kellarikerrokset ja ullakot on varustettava aina vähintään yhdellä palovaroittimella, jokaisen kerroksen tai tason alkavaa 60:ta m² kohden. Palovaroittimet on asennettava niin, että ne reagoivat tulipalosta aiheutuneeseen savuun mahdollisimman nopeasti. (15, s. 2.)

Palovaroittimet kytketään omaan ryhmään ja varoittimia voidaan kytkeä useampia yhteen ketjuttamalla. Jokaisessa ketjutetussa varoittimessa on oltava oma pääteholähde sekä sen lisäksi varavoiman lähde. Mikäli ryhmää syötetään yhteisellä verkkolaitteella, tulee varateholähteenä varoittimelle olla paristo tai akku. (15, s. 5.)

Palovaroitin toimii nopeammin katossa kuin seinässä, joten se kiinnitetään mieluummin kattoon. Sen ympärillä tulee olla joka suuntaan vähintään 50 cm vapaata tilaa. Palovaroitinta ei tulisi sijoittaa

- keittiötilaan lähelle liettä tai uunia (ruoanlaitossa tulevat käryt saattavat aiheuttaa virheellisen hälytyksen)
- kylpyhuoneeseen tai sen oven välittömään läheisyyteen (vesihöyry saattaa aiheuttaa virheellisen hälytyksen)
- liian lähelle raittiin ilman sisään tuloa tai vetoiseen paikkaan (savu ei pääse tällöin varoittimeen)
- liian lähelle uunia tai tulisijaa (palokaasut)
- autotalleihin (pakokaasut)
- lämmittämättömiin, pölyisiin, likaisiin tiloihin taikka ympäristöihin (15, s. 9).

Tässä työssä palovaroittimet sijoitettiin asuntokohtaisesti jokaista alkavaa 60 m² kohti. Palovaroittimien sijoittamisessa noudatettiin ST-kortin 662.50 mukaista ohjeistusta. Palovaroittimia ei sijoitettu palovaroitinvalmistajan ohjeen mukaisesti 0,5 m lähemmäs valaisimia eikä IV-päätelaitteita. Palovaroittimien sijoitus sekä johdotus näkyvät tasopiirustuksien liitteissä 4–7.

7.7 Sähköselostus

Kohteen sähköselostuksen sisällöstä käytettäviin dokumentteihin liitetään vähintään sellaiset asiat, joita tarvitaan sähkölaitteiston käytössä, hoidossa ja kunnossapidossa. Sähköselosteeseen kannattaa myös liittää asennusta varten huomiioon otettavat seikkoja, jotka täydentävät muita suunnitelmia. Tällainen huomio voi olla esimerkiksi pistorasioiden asennuskorkeudet, jotka poikkeavat yleisestä asennustavasta. Sähköselostuksesta löytyy myös kaikkien muiden projektiin osallistuvien henkilöiden yhteystiedot.

8 OIKOSULKULASKELMAT

Oikosulkusuojauksessa suojaudutaan oikosulkuvirran aiheuttamalta johtimien ylikuumenemiselta ja siten palovaaralta. Oikosulkusuojauksen täytyy kytkeä oikosulku pois, ennen kuin johtimien lämpötila nousee liian suureksi. Sen on toteutettava minkä tahansa johtimien välisessä oikosulkutilanteessa johtimien vika- paikasta riippumatta (4, s. 143). Voidaan todeta, että mitä suurempi oikosulku- virta piirissä on, sitä paremmin suojaus toimii.

Teoriassa oikosulkuvirran suuruuteen vaikuttaa kaksi tekijää: verkon jännite sekä johdinpiirin kokonaisimpedanssi. Oikosulkuvirran suuruus määrittää, kuinka nopeasti johdinta suojaava laite toimii.

Sähköpiirissä johtimien oikosulkukestoisuuteen vaikuttaa aika. Oikosulkuvirran poiskytkennälle on annettu arvot, joissa poiskytkennän on viimeistään tapahduttava:

- 0,4 sekunnin aikana ryhmäjohdoissa, jossa ryhmä on enintään 32 A
- 5 sekunnin aikana keskusten välisissä syöttöjohdoissa sekä yli 32 A:n ryhmäjohdoissa (4, s. 92).

Oikosulkusuojan on kytkettävä oikosulku pois ajoissa tai johtimet ylikuumenevat ja alkavat sulamaan. Poiskytkentäaikaan vaikuttavat oikosulkuvirran lisäksi johtimen poikkipinta-ala sekä johtimen johdinvakio. (4, s. 142.)

Käytännössä sähkösuunnittelijan tehtävänä on varmistaa oikosulkusuojauksen toteutuminen suunnitteleamalla johtoreitit mahdollisimman lyhyiksi sekä valitsemalla johdolle oikea suojalaite. Mikäli vaatimukset eivät täyty jostain syystä, voidaan ongelmaa kokeilla ratkaista muuttamalla suojalaitteen tyyppiä tai vaihtoehtoisesti suurentamalla kaapelin poikkipinta-alaa.

Tässä suunnitelmassa käytettiin hyödyksi suunnitteluohjelman oikosulkuvirtatoimintoa. Toiminto näytti oikosulkuvirrat jokaiseen keskukseen sekä ryhmiin. Ensiksi sijoitettiin verkkoyhtiöltä saatu oikosulkuvirta sähköpääkeskusta syöttävän ryhmän tietoihin. Sen jälkeen edettiin keskus kerrallaan edellisen tiedon myötä ja

loppujen lopuksi kaikki oikosulkuvirrat olivat selvillä. Apuna käytettiin vielä Risto Mäkisen kehittämää Excel-sovellusta, jolla laskettiin oikosulkuvirta kohteen kriittisimmästä pisteestä eli pisimmän ryhmän päästä (16).

Riittävä oikosulkuvirta kullekin johtoa suojaavalle laitteelle varmistettiin kirjasta D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Kirjan taulukot on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

TAULUKKO 1. Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot (4, s. 94).

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40			190	237,5
50			250	312,5
63			320	400
80			425	531,3
100			580	725
125			715	893,8
160			950	1187,5
200			1250	1562,5
250			1650	2062,5
315			2200	2750
400			2840	3550
500			3800	4750
630			5100	6375

TAULUKKO 2. Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot (4, s. 94).

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1 000
125	625	781,3	1 250	1 562,5

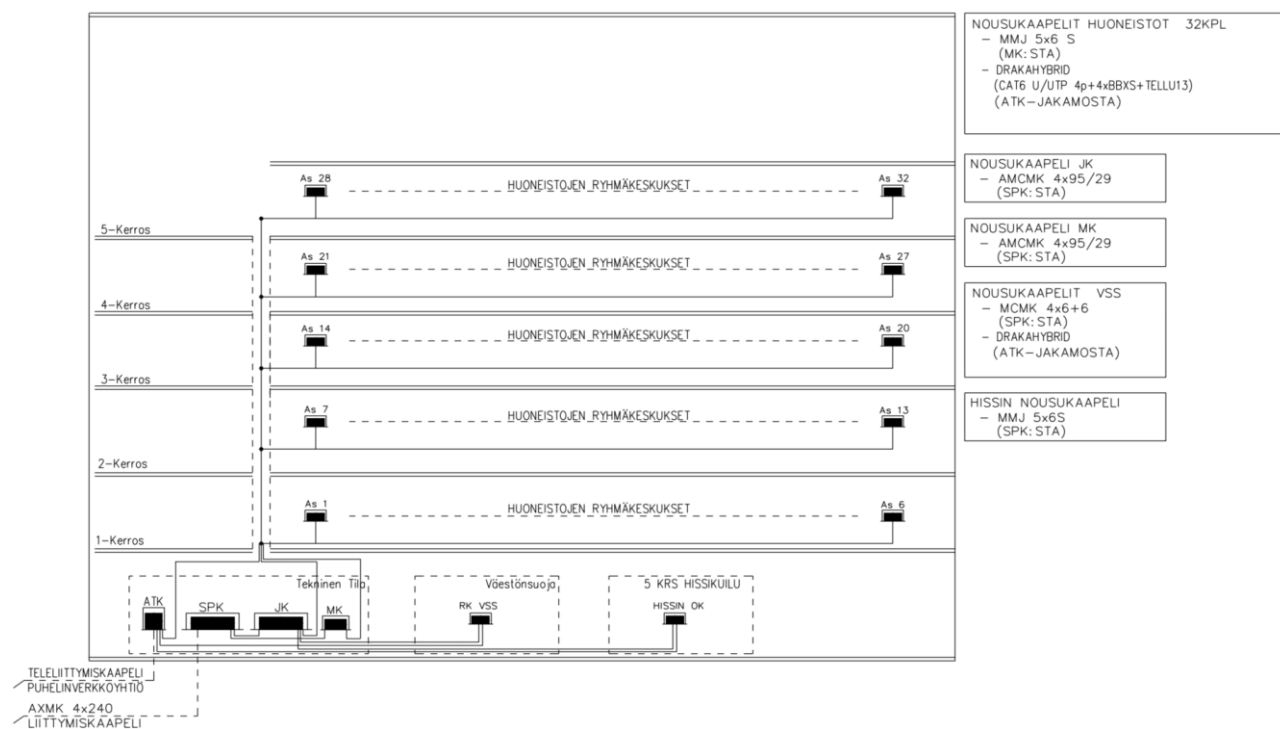
Suunnitteluohjelma näytti kaikkien ryhmien sekä keskuksien oikosulkuvirrat ja ne olivat riittävän suuria. Ohjelman tietokannassa on sulakkeiden sekä johdonsuojakatkaisijoiden vaaditut arvot.

9 KAAVIOT

9.1 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavio esittää rakennuksen sähköjakeluverkon rakenteen. Kaaviossa esitetään yleensä jakelujärjestelmään liittyvät pää-, jako-, mittaus- ja huoneistoryhmäkeskukset sekä näiden väliset nousujohtot kaapelityypeineen. Kaaviossa esitetään myös telejärjestelmän kaapelointi sekä rakennuksen verkon liitos yleiseen sähköjakeluverkkoon. (17, s. 8.)

Kohteen nousujohtokaavio on esitetty kuvassa 14.

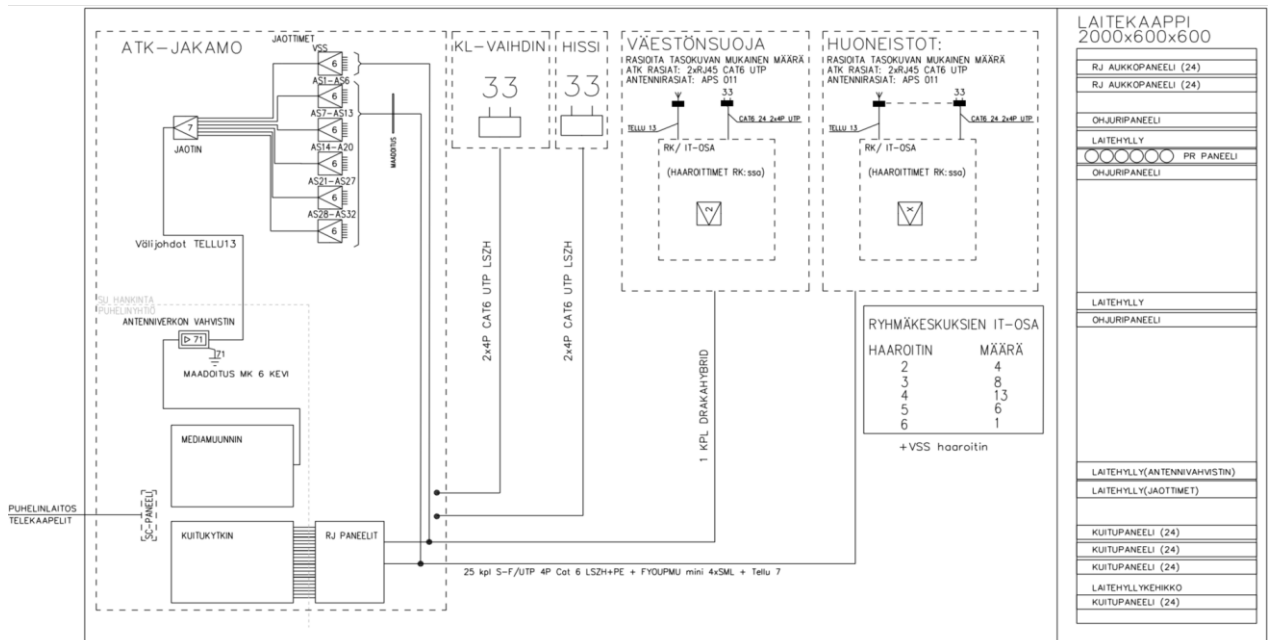


KUVA 14. Nousujohtokaavio.

9.2 Telejärjestelmäkaavio

Telejärjestelmällä tarkoitetaan sekä antenni- että yleiskaapelointia ja ne voidaan sijoittaa samaan telejärjestelmäkaavioon. Kaavio sisältää antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmän kaapeloinnin liittymisen kiinteistön ATK-jakamoon ja siitä eteenpäin aina kotijakamoon ja kulutuspisteeseen asti. Kaaviosta käy ilmi ristikytken- täläinen rakenne, kaapelityypit, järjestelmän kalusteet ja laitteet sekä niiden sijainnit. Kaavioon voi myös lisätä mahdollisia huomioita asentajalle asennusta var- ten, mikäli sellaisia on. (10, s. 4.)

Kohteen telejärjestelmäkaavio on esitetty kuvassa 15.



KUVA 15. Telejärjestelmäkaavio.

9.3 Savunpoistojärjestelmäkaavio

Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmän toimintaperiaate on edesauttaa sa- vun poistamista rakennuksesta tulipalotilanteessa. Järjestelmä ohjaa ja valvoo rakennukseen asennettuja savunpoistoluukkuja, -ikkunoita sekä -puhaltimia. Normaalitilanteessa savunpoistoluukut ja -ikkunat ovat kiinni. Palon sattuessa palokunta ohjaa savunpoistoluukkuja, -ikkunoita ja -puhaltimia manuaalisesti sa- vunpoiston ohjauskeskuksesta. (18, s. 1.)

10 KESKUKSIEN SUUNNITTELU

Keskuksien suunnittelu on sähkösuunnittelijan vastuulla. Keskuksien toteutuksesta ja toimituksesta vastaa kuitenkin keskusvalmistaja. Tässä suunnitelmassa piirrettiin keskuksista pääkaaviot sekä tarvittaessa piirikaaviot. Piirikaavio tehtiin vain jakokeskuksen osalta. Keskuksia suunniteltaessa oli hyvä katsoa mallia vastaavien kohteiden keskuskaavioista.

Pääkaavio on keskuksen pääpiirien kaavio, jossa esitetään seuraavat asiat:

- johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa
- keskuksessa olevat komponentit
- ryhmätunnus
- ryhmien nimet
- lämmitys- ja laiteryhmiä tehotiedot
- suojalaitteiden laji, tyyppi, mitoitusvirta ja katkaisukyky
- aseteltavien suojalaitteiden asetteluarvot, katkaisukyky ja ominaisuudet
- prospektiiviset oikosulkuvirrat
- varokepesän ja varokealustan koko
- lähtöjen ohjaustapa sekä paikka periaatteellisella tasolla
- keskukseseen tulevat ja siitä lähtevät kaapelit ja niiden tyypit
- keskuksen tekniset tiedot etulehdellä (1, s. 6).

Vastaavasti piirikaavio on keskuksen sähköisten virtapiirien kaavio, jossa esitetään seuraavat asiat:

- ohjauskytkentöjen toteutus
- ohjauspiireissä käytetyt komponentit
- ohjauskomponenttien sijainti, mikäli ne eivät sijaitse itse keskuksessa
- koje- ja laitetunnukset
- rivi- ym. liittimien sijainti, merkintä ja kytkentä (1, s. 6).

10.1 Sähköpääkeskus

Sähköpääkeskus toimii nimensä mukaisesti koko kiinteistön pääkeskuksena. Keskuksen tarkoitus on liittää kiinteistö sähköverkkoon. Keskuksen tehtävänä on myös toimia ensisijaisten suojiin ja erilaisten kytkinlaitteiden sijoituspaikkana. Tässä työssä sähköpääkeskuksen suunnitelma toteutettiin piirtämällä keskukselta pääkaavio. Pääkaaviossa esitettiin nousujohdot mittaus- ja jakokeskukselle. Pääkaavio on liitteessä 10.

10.2 Jakokeskus

Jakokeskus on tarpeellinen johtoverkon haaroituspaikka sähkön jakamisessa. Keskuksen syöttö tulee siis sähköpääkeskukselta. Johdot tulee suojata ylivirroilta ja oikosulku- ja ylivirtasuojat onkin hyvä sijoittaa jakokeskukseen. Tällöin ne voidaan sijoittaa johdon alkupäähän ja niitä voidaan valvoa keskitetysti. Tässä työssä jakokeskuksen suunnittelu toteutettiin piirtämällä kansilehti sekä pää- että piirikaavio. Jakokeskuksen pää- ja piirikaaviossa esitettiin kiinteistökäytön lähdöt ja niiden ohjaukset sekä IV:n lähdöt. Pää- ja piirikaavio ovat liitteissä 11 ja 12.

10.3 Mittauskeskus

Mittauskeskus jakaa syötöt asuinhuoneistojen nousukaapeleihin ja sitä kautta asuinhuoneistojen ryhmäkeskuksille. Myös mittauskeskus saa syötön sähköpääkeskukselta. Mittauskeskus mittaa nimensä mukaisesti asuinhuoneistojen sähkönkulutusta.

Sähkön mittaukselle on olemassa kaksi tapaa: suora- tai epäsuoramittaus. Mittaustavat eroavat siten, että suoramittaus ei tarvitse erillistä virta- tai jännitemuuntajaa, mutta epäsuoramittaus tarvitsee. Suoraa mittausta käytetään silloin, kun sulakelähtö on enintään 63 A ja epäsuoraa mittausta, kun se on sitä suurempi.

Tässä työssä käytettiin vain suoraa mittausta, koska kaikki mittauskeskukselta lähtevät lähdöt olivat alle 63 A. Myös jakokeskuksen kaikki kiinteistökäytön lähdöt olivat alle 63 A, joten siinä ei tarvinnut toteuttaa epäsuoraa mittausta.

Mittauskeskuksen suunnittelu toteutettiin piirtämällä vain pääkaavio sekä kansilehti, koska keskuksen rakenne ei vaatinut ohjauksia, eikä siksi myöskään piirikaaviota. Pääkaavio on liitteessä 13.

10.4 Ryhmäkeskus

Ryhmäkeskus on keskus, joka sijaitsee asuinhuoneistossa. Keskusta käytetään sähköenergian jakamiseen asuinhuoneen kulutuspisteille. Ryhmäkeskusta syötetään mittauskeskuksesta. Ryhmäkeskuksen suunnittelu on hyvin yksinkertaista, koska keskuksia tilataan usein vakiona keskusvalmistajalta. Yleensä suunnittelussa ei tarvitse kuin muuttaa ryhmien numerointia, jos niitäkään. Joissakin asuinhuoneistoissa ei ollut saunaa ja se vaikutti siihen, että valmistajan pohjaa piti hieman muuttaa. Suunnittelijan tehtävänä on ilmoittaa keskusvalmistajalle, minkälaiset ryhmät kohteeseen tarvitaan. Pääkaavio on liitteessä 14.

11 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä selkeät SFS 6000-standardisarjan mukaiset sähkösuunnitelmat toimeksiantajalle. Opinnäytetyön raportoinnissa keskityttiin mahdollisimman selkeään ja johdonmukaiseen kerrontaan, joka kertoisi ymmärrettävästi tarvittavat asiat kerrostalokohteen suunnittelusta. Opinnäytetyö keskittyi ainoastaan sähkösuunnitteluun, joten siinä ei otettu huomioon muita suunnittelualoja.

Opinnäytetyö muokkautui hyvin pitkälti esimerkkikohteen ympärille, joten sitä ei voida välttämättä soveltaa ja hyödyntää kaikkiin kerrostaloihin. Mallia siitä voi kuitenkin hieman katsoa ja työ antaa hyvin suuntaa tavanomaisia kerrostalokohteita suunnitellessa.

Opinnäytetyö perehdytti minua lisää asuinrakennushankkeiden sähkösuunnittelun määräyksiin ja käytäntöihin. Olin suunnitellut aikaisemmin yhden asuinrakennushankkeen, mutta nyt ymmärrän taas enemmän ja osaan jo hahmottaa hieman, miten esimerkiksi sähköpisteet tulisi sijoittaa ja mikä kaikki vaikuttaa siihen.

Mielestäni itse suunnittelu ja opinnäytetyön dokumentointi onnistui hyvin. Työni avulla pystyn nyt soveltamaan alan standardeja ja niihin perustuvia suosituksia paremmin suunnittelutyössäni.

LÄHTEET

1. ST 13.31. 2015. Rakennusten sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen.
2. ST 13.30. 2017. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit.
3. ST 53.05. 2002. Sähkötekniisten järjestelmien tilantarpeet.
4. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2017. Sähkö- ja teleura-koitsijaliitto STUL ry. Helsinki: Painokurki Oy
5. SFS 6000: 4-41:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4–41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta
6. SFS 6000: 5-54:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojajohtimet
7. ST 621.10. 2017. Yhteisantennijärjestelmät. Suunnitteluohje.
8. Mäkinen, Risto. Antennijakoverkon mitoitus. Saatavissa:
<http://personal.inet.fi/koti/rtm/imur.htm> Hakupäivä 12.10.2018
9. ST 681.11. 2018. Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät. Suunnitteluohje.
10. ST 681.41. 2016. Yleiskaapeloinnin dokumentointi.
11. Nuotek Oy. Karvonen, Joonas. Ristikytöntelineet.
Yrityksen sisäiseltä asemalta.
12. SFS 6000: 8-804:2017 Pienjännitesähköasennukset. Täydentävät vaatimukset. Kuivat, kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat.
13. Tukes. Sähkö. Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. Saatavissa:
<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset> Hakupäivä 3.11.2018

14. Paju, Roope 2018. Kerrostalon sähkösuunnittelu. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Sähkö- ja automaatiotekniikka. Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/142819/Paju_Roope.pdf?sequence=1&isAllowed=y Hakupäivä 3.11.2018

15. ST 662.50. 2009. Palovaroittimet

16. Mäkinen, Risto. Johto14. Saatavissa:

<http://personal.inet.fi/koti/rtm/imur.htm> Hakupäivä 3.11.2018

17. ST-esimerkit 05 Esimerkkipiirustukset, asuintalo

18. ST 666.11 Selostusesimerkit S2010-nimikkeistön mukaan. T630, Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä

LIITTEET

Liite 1 Piirustusluettelo

Liite 2 Maakaapelointi

Liite 3 Maadoituskaavio

Liite 4 1. Kerros

Liite 5 Kerrokset 2-4

Liite 6 5. Kerros

Liite 7 Nousujohtokaavio

Liite 8 Telejärjestelmäkaavio

Liite 9 Savunpoistojärjestelmäkaavio

Liite 10 Pääkaavio SPK

Liite 11 Pääkaavio jakokeskus

Liite 12 Piirikaavio jakokeskus

Liite 13 Pääkaavio mittauskeskus

Liite 14 Pääkaavio RK:t

