

Tommi Limma

**ASUNTO-OSAKEYHTIÖN RIVI- JA PARITALOJEN SÄHKÖSUUN-
NITTELU**

ASUNTO-OSAKEYHTIÖN RIVI- JA PARITALOJEN SÄHKÖSUUN- NITTELU

Tommi Limma
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma, sähkötekniikka

Tekijä: Tommi Limma
Opinnäytetyön nimi: Asunto-osakeyhtiön rivi- ja paritalojen sähkösuunnittelu
Työn ohjaaja: Ismo Pitkänen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018
Sivumäärä: 35 + 8 liitettä

Työn aiheena oli Espooseen rakennettavan asunto-osakeyhtiön sähkösuunnittelu. Tavoitteena oli laatia toteutus suunnitelmat kohteeseen. Kohteeseen suunniteltiin seuraavat piirustukset ja kaaviot: asemakuva, tasopiirustukset, pääkaavio, piirikaavio, yleiskaapelointikaavio, antennikaavio ja maadoituskaavio.

Erillistä valaistussuunnitelmaa ei tehty, koska se ei ollut tarpeellinen eikä tilaaja ja asiakas sitä vaatinut. Valaistus suunniteltiin hyödyntäen aiempaa kokemusta. Suunnitteluvaiheessa tehtiin myös tarvittavat oikosulku- ja vikavirtalaskelmat.

Kohteesta oli myyty sähköurakka etukäteen, minkä pohjalta sähkösuunnitelmat tehtiin. Sähkösuunnitelmat tehtiin suomalaisella Kymdatan CADS Planner 18 Electric -ohjelmalla. Laskennat tehtiin käsin sekä ABB:n doc-ohjelmalla. Työssä käytettiin ST-kortiston tarjoamaa materiaalia sekä SFS:n standardeja.

Työn tulokseksi saatiin hyvät ja toimivat sähkösuunnitelmat. Kohteen sähkösuunnitelmat eivät ole julkisia.

Asiasanat: sähkösuunnittelu, asunto-osakeyhtiöt, suunnitelmat, uudisrakentaminen

ABSTRACT

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

Author: Tommi Limma
Title of thesis: Electrical Wiring Design of a Condominium
Supervisor: Ismo Pitkänen
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2018
Pages: 35 + 8 appendices

The subject of the thesis was the electrical designing of a condominium in Espoo. The aim was to make a good wiring design. Lighting design was not done because it was not necessary. The work was assigned by Betasähkö Ltd.

The electrical wiring design was engineered with Kyndata CADS Electric -18 software. The calculations were done by hand, as well as ABB's doc-program. The material provided by ST cards and SFS standards were used in the thesis.

The work resulted in functional and good blueprints. Design made in this thesis is not public.

Keywords: electrical design, planning, condominium, new building

ALKULAUSE

Haluan kiittää BetaSähkö Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö heidän yrityksessään ja saamastani mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta. Työtä tehdessä sain paljon oppia sähkösuunnittelusta ja sitä koskevista standardeista.

Erytisesti haluan kiittää Betasähkö Oy:n työkavereitani, jotka auttoivat ja kannustivat minua tätä työtä tehdessäni. Kiitän myös opinnäytetyöohjaajaani Ismo Pitkästä antamastaan opastuksesta.

Oulussa 16.11.2018

Tommi Limma

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	8
1 JOHDANTO	9
2 SUUNNITTELUN TAUSTATIEDOT	10
2.1 Asunto-osakeyhtiö	10
2.2 Sähkösuunnittelun ohjelmisto	10
2.2.1 CADS Planner 18	10
2.2.2 ABB DOC	10
2.3 Standardit	11
3 TALOTEKNISEN SUUNNITTELUN VAIHEET	12
3.1 Tarveselvitys	12
3.2 Hankesuunnittelu	12
3.3 Suunnittelun valmistelu	12
3.4 Ehdotussuunnittelu	13
3.5 Toteutussuunnittelu	13
3.6 Rakentamisvaihe	13
3.7 Käyttöönotto	13
4 LIITTYMÄN MITOITTAMINEN	15
4.1 Huipputehon laskeminen	15
4.2 Pääsulakkeen mitoittaminen	16
4.3 Liittymisjohdon valinta	16
5 ALUEKAAPELOINTI JA TASOKUVAT	18
5.1 Asemapiirustus	18
5.2 Tasopiirustukset	19
5.2.1 Pistekuva	19
5.2.2 Johdotuskuva	21
5.3 Keskukset	23
5.3.1 Ryhmäkeskukset	24

5.3.2 Pääkeskus	25
5.3.3 Piirikaavio	25
6 MAADOITUSJÄRJESTELMÄ	26
7 YLEISKAPELOINTI- JA ANTENNIJÄRJESTELMÄ	27
7.1 Yleiskaapelointijärjestelmä	27
7.2 Antennijärjestelmä	27
8 OIKOSULKU- JA VIKASUOJAUKSET	29
8.1 Oikosulkusuojaus	29
8.2 Vikasuojaus	30
8.3 Jännitteen alenema	32
9 POHDINTA	33
LÄHTEET	34
LIITTEET	36

SANASTO

CAD = Tietokoneavusteinen suunnittelu (engl. Computer-aided Design)

SESKO ry = Sähkötekniikan alan kansallinen standardointijärjestö.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin BetaSähkö Oy:lle ja työn tarkoituksena oli tehdä sähkösuunnitelmat Espooseen tulevaan asunto-osakeyhtiöön. Kohteeseen suunniteltiin seuraavat suunnitelmat: asemasähkökuva, sähköpistekuva, sähköjohdotuskuva, keskuskaaviot, piirikaaviot, yleiskaapelointikaavio, antennikaavio ja maadoituskaavio. Erillistä valaistussuunnitelmaa ei tehty, koska se ei ollut tarpeellinen eikä tilaaja ja asiakas sitä vaatinut. Valaistus suunniteltiin hyödyntäen aiempaa koke-musta.

Suunnitelmat tehtiin CADS planner electric -ohjelmalla. Vikavirta- ja oikosulkulas-kelmat tehtiin ABB doc -ohjelmalla. Antenni- ja ATK-verkkojen mitoitukset tehtiin laskennallisesti käsin. Työssä käytettiin SFS 6000 -standardeja.

Kohteeseen oli ennen opinnäytetyön aloitusta myyty sähköurakka BetaSähkö Oy:n puolesta. Sähkösuunnitelmat tehtiin myydyn sähköurakan pohjalta. Opin-näytetyössä käsitellään teoriaa sähkösuunnittelusta sekä sähkösuunnittelun eri vaiheet liittymäkoon mitoittamisesta valmiisiin sähkösuunnitelmiin asti.

BetaSähkö Oy on oululainen sähköurakointiliike, joka toteuttaa sähköurakointeja sähkösuunnitelmista käyttöönottoon asti. Yritys tekee sähköurakointeja erilaisiin asuntokokonaisuuksiin, teollisuushalleihin, liikekiinteistöihin sekä hoivataloihin.

2 SUUNNITTELUN TAUSTATIEDOT

Suunnittelun kohteena on Espooseen rakennettava 12-huoneistoinen asunto-osakeyhtiö. Sähkösuunnittelun ja -urakoinnin toteuttaa BetaSähkö Oy. Kohdetta aletaan rakentamaan syksyn 2018 aikana.

2.1 Asunto-osakeyhtiö

Asunto-osakeyhtiö (As Oy) on osakeyhtiö, jonka yhtiöjärjestyksessä määrätty tarkoitus on omistaa ja hallita vähintään yhtä sellaista rakennusta tai sen osaa, jossa olevan huoneiston tai huoneistojen yhteenlasketusta lattiapinta-alasta yli puolet on yhtiöjärjestyksessä määrätty osakkeenomistajien hallinnassa oleviksi asuinhuoneistoiksi. (1.) Asunto-osakeyhtiölle annetaan sen perustamis- tai suunnitteluvaiheessa nimi.

2.2 Sähkösuunnittelun ohjelmisto

Sähkösuunnitelmat tehdään yleensä jollain CAD-ohjelmistolla. CAD-ohjelmistoja on saatavilla monilta eri valmistajilta.

2.2.1 CADS Planner 18

Sähkösuunnitelmat tehtiin Kymdatan CADS Planner 18 Electric -ohjelmistolla. CADSin sivujen mukaan CADS Electric on Suomen käytetyin ja markkinoiden laajin sähkö- ja automaatio suunnittelujärjestelmä. (2.) Rakennusten sähkösuunnittelussa käytetään tasopiirustus-, keskuskaavio- ja piirikaaviosovelluksia.

2.2.2 ABB DOC

Oikosulku- ja vikavirtalaskelmat tehtiin ABB:n doc -laskentaohjelmalla. Doc -ohjelma on ABB:n valmistama ilmainen sähköverkon laskentaohjelma. Ohjelmalla pystyy mallintamaan yksiviivaisesti pien- ja keskijänniteverkkoja sekä laskemaan näiden verkkojen sähköisiä arvoja. Ohjelmalla pystyy laskemaan oikosulkuvirtojen lisäksi myös selektiivisyyksiä sekä kuormitettavuuksia. (3.)

2.3 Standardit

Standardi on jonkin organisaation esittämä määritelmä, miten jokin asia tulisi tehdä. Sähköasennukset tehdään standardien mukaan. Suomen sähkötekniisten standardien valmistelusta ja niiden käyttöön ottamisesta vastaa SESKO ry. Suomen sähkötekniiset järjestelmät on koottu SFS 6000 Pienjänniteasennukset -standardisarjaan. Standardeja uusitaan viiden vuoden välein. Standardit löytyvät myös internetistä, osoitteesta sfs.online.fi. (4.)

3 TALOTEKNISEN SUUNNITTELUN VAIHEET

Sähkösuunnittelu on osa rakennuksen taloteknisiä suunnitteluvaiheita. Sähkösuunnittelijalle ei ole Suomen laissa säädetty minkäänlaisia pätevyysvaatimuksia. Sähkösuunnittelijana voi toimia kuka tahansa, mutta suunnittelijan täytyy tuntea sähköturvallisuuteen liittyvät säädökset, että suunnitelmat ovat niiden mukaiset. (5.) Sähkösuunnittelussa suunnitellaan sähköpisteiden paikat ja mitoitetaan ne toimiviksi. Tässä opinnäytetyössä laaditaan asunto-osakeyhtiöön toteutuspiirustukset, koska urakka oli sovittu ennen suunnitelmia. Talotekninen suunnittelu on monivaiheinen prosessi, joka koostuu erinäköisistä vaiheista käyttöönottoon ja takuuseen saakka. Seuraavissa luvuissa on kuvattu suunnitteluun eri vaiheita.

3.1 Tarveselvitys

Suunnittelu alkaa yleensä tarveselvityksellä. Tarveselvityksessä selvitetään, mitä tiloja kohteeseen tarvitaan ja tarvittavien tilojen vaatimukset. Siinä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve. Tarveselvityksen mukaan tehdään hankepääätös. (6, s. 3.)

3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa käydään läpi ja asetetaan hankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelussa lähtötietoina ovat tilaajan toiveet ja tavoitteet. Hankesuunnitelman perusteella tehdään investointipääätös. (6, s. 4.)

3.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelussa varmistetaan suunnittelun lähtötiedot ja vaativuus. Siinä organisoidaan suunnittelu ja kilpailutetaan tarvittaessa suunnittelut. Lopulliset suunnittelijat valitaan ja varsinainen suunnittelu käynnistetään tässä vaiheessa. (6, s. 5.)

3.4 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnittelussa tehdään vaihtoehtoiset suunnitelmat edellä mainittujen tavoitteiden täyttämiseksi. Ehdotussuunnittelussa selvitetään eri teknisiä ratkaisuja, jotta päädyttäisiin oikeanlaisiin suunnitelmiin. Lopuksi valitaan yksi ehdotussuunnitelmista, jota aletaan työllistämään yleissuunnitteluvaiheessa. (6, s. 9.)

3.5 Toteutussuunnittelu

Ennen toteutussuunnittelua ehdotussuunnitelmat täydennetään yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelmaa kehitetään hankinnan edellyttämäksi suunnitelmaksi. Toteutussuunnittelussa suunnitellaan tuotteet, komponentit ja järjestelmät. Tuloksina syntyy hyväksytyt toteutussuunnitelmat, jolla lähdetään toteuttamaan rakentamisvaihetta. (6, s. 18.)

3.6 Rakentamisvaihe

Rakentamisvaiheessa rakennetaan suunnitelman mukaiset laitteet ja järjestelmät. Rakentamisvaiheessa myös todetaan suunnitelman paikkaansa pitävyyttä. Mikäli suunnitelmista poiketaan, poikkeamien syyt tulee selvittää ja niihin pitää puuttua. Kaikki suunnitelmista poikkeamiset ja muutokset hyväksytetään tilaajalla. (6, s. 24.)

3.7 Käyttöönotto

Viimeisiä vaiheita on käyttöönotto, missä varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käyttäjille käytön opastusta. (6, s. 26.) Sähköurakoitsijat tekevät standardin SFS 6000-6/2017 mukaiset käyttöönottotarkastukset ja laativat näiden pohjalta käyttöönottopöytäkirjat. Lopuksi tarkastetaan, tehtiinkö asennukset suunnitelmien mukaisesti. Jos suunnitelmista on poikettu, selvitetään miksi. Sähkölaitteistolle on tehtävä varmennustarkastus, jos kyseessä on luokan 1, 2 tai 3 sähkölaitteisto. (5.) Suunniteltu kohde on luokan 1 sähkölaitteisto, eli kohteessa on yli 35 ampeerin pääsulake. Varmennustarkastuksen tekee ulkopuolinen Tukesin valtuuttama tarkastaja. Suunnittelija piirtää loppukuvat, mikäli työvaiheen aikana suunnitelmiin on tullut muutoksia. Dokumentointi projektin aikana ja sen

jälkeen on tärkeää, jotta suunnitelmat ja sähkötyöt tulee tehtyä oikein ja turvallisuu-
suutta noudattaen. Loppupiirustukset on tärkeää tehdä oikein, jos kohteeseen
tehdään muutoksia jälkeinpäin. Piirustuksista voidaan katsoa esimerkiksi, miten
sähköjohdot on vedetty ja missä sähkölaitteet sijaitsevat. Projekti päätetään asia-
kirjojen hyväksynnällä ja niiden luovuttamisella vastaanottajalle. (7, s. 48.)

4 LIITTYMÄN MITOITTAMINEN

Sähkösuunnittelu alkaa liittymäkoon mitoittamisella. Tässä kappaleessa kerrotaan liittymän mitoittamisesta, pääsulakkeen mitoittamisesta ja syöttökaapelin valitsemisesta. Liittymä mitoitetaan sähkönkulutustarpeiden ja huipputehon mukaan. Liittymäkoon mitoittamiseen löytyy erilaisia kaavoja. Liittymä kannattaa mitoittaa kerralla oikein, ettei sitä tarvitse alkaa suurentamaan jälkeen päin. Liittymän mitoituksessa otetaan myös huomioon energialaitoksen ohjeet.

4.1 Huipputehon laskeminen

Kiinteistön huipputeho lasketaan valaistuksen ja kulutuspisteiden mukaan. Kiinteistön lämmitysmuodolla on suuri vaikutus huipputehoa määriteltäessä. Huipputeho voidaan laskea isoissa asuntokokonaisuuksissa asunto kerrallaan tai laskennassa voidaan käyttää erinäisiä kaavoja. (8, s. 3.)

Taulukossa 1 on esitetty kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksien huipputehon määrittämiseen. Kun lämmitysmuotona on maalämpö, lasketaan huipputeho sähkölämmityskaavan mukaan. Kokemusten mukaan sähkön kulutus on samaa luokkaa kuin sähkölämmityksellä, jos maalämpöpumppu ei ole toiminnassa. Kun asunnot ovat saunallisia, päädytään huipputeho laskemaan kaavalla 1.

$$P_h = 30 + 64 * A/1000 \quad \text{KAAVA 1}$$

Lisäksi huipputehoon vaikuttaa autopaikkojen määrä, joka lasketaan erikseen ja lisätään kaavasta 1 saatuun tehoon. Kun huipputeho on määritetty, lasketaan kiinteistön käyttämä maksimivirta. Virta lasketaan kolmivaihevirtakaavalla.

$$I_{max} = \frac{P_h}{\sqrt{3} * U_{pää} * I * \cos \varphi} \quad \text{KAAVA 2}$$

TAULUKKO 1. Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi (8, s. 4).

Asuinrakennukset	Huipputeho ⁽¹⁾ [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m ²]
- ilman kiukaita	$P_b = B + 17 \times A / 1000$ (B = 65 kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m ² . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_2 = (A_{huil}/2500) \times B \geq 30$
- huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_b = B + 24 \times A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot ⁽²⁾		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
- ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_b = 30 + 26 \times A / 1000$	
- suora sähkölämmitys, kiuas	$P_b = 30 + 64 \times A / 1000$	- käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
- suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_b = 30 + 49 \times A / 1000$	- käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
- ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_b = 7,5 + 26 \times A / 1000$	
- suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_b = 7,5 + 64 \times A / 1000$	- käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
- suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_b = 7,5 + 49 \times A / 1000$	- käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{paikoitus} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW/paikka} \times n_{paikoitus}$ ($n_{paikoitus}$ = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁴⁾		
Paikoitusalueet sähköajoneuvojen vähimmäisvarauksella $P_{paikoitus} = 10 \text{ kW} + 2 \text{ kW/paikka} \times n_{paikoitus}$ ($n_{paikoitus}$ = sähköistettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁵⁾		
Sähköajoneuvojen lataus: $P_{sähköajoneuvojen\ lataus} = \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{ajoneuvo}}{\text{latauskerran aika h}}$ ⁽⁶⁾		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin cos φ. Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida, että cos φ = 0,96.		

4.2 Pääsulakkeen mitoittaminen

Pääsulake valitaan edellä lasketun virran avulla. Sulakkeeksi virraksi valitaan hieman isompi virta, kuin edellä laskennallisesti saatu virta. Laskennallisesti huippuvirraksi saatiin noin 130 ampeeria. Pääsulakkeeksi valitaan sulake, joka kestää vähintään lasketun virran määrää. Tässä tapauksessa valitaan 3 x160 A:n sulakkeet. Sulakkeen koko määrää osaksi keskuksen nimellisvirran. Pääkeskuksen nimellisvirrasta kerrotaan enemmän keskuksista kertovassa luvussa.

4.3 Liittymisjohdon valinta

Rakennuksen liittymiskaapelin tai -kaapelien mitoituksen peruseriaatteena voidaan pitää sähköpääkeskuksen nimellisvirtaa, jonka suuruiset etusulakkeet on voitava asentaa liittymiskaapelia uusimatta. Tämä sääntö määrittelee liittymiskaapelin johtimien minimipoikkipinnan. Nimellisvirraltaan suurissa liittymissä käytetään tarvittaessa useampaa liittymiskaapelia rinnakkain. (8, s. 9.). Sähköyhtiöillä on omat tietyt kaapelit eri kokoisille sulakkeille. Kaapeleiden kuormitettavuudet näkyvät taulukosta 2. Taulukossa on PEX-eristeisten kaapeleiden kuormitusarvot eri asennustavoilla. Yleisin syöttökaapelin asennustapa on maahan putkessa ja yleensä syöttökaapeli on PEX-eristeinen. Kaapelia valittaessa valitaan

”heikoin” asennustapa. Tässä tapauksessa asennustapa on D1, asennus putkeen.

TAULUKKO 2. Kaapeleiden kuormitettavuudet eri asennustavoilla (9, s. 255).

Johtimien nimellis- poikkipinta mm ²	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat							
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Kupari								
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23	
2,5	23	22	28	26	30	28	30	
4	31	30	37	35	40	36	39	
6	40	38	48	44	52	44	49	
10	54	51	66	60	71	58	65	
16	73	68	88	80	96	75	84	
25	95	89	117	105	119	96	107	
35	117	109	144	128	147	115	129	
50	141	130	175	154	179	135	153	
70	179	164	222	194	229	167	188	
95	216	197	269	233	278	197	226	
120	249	227	312	268	322	223	257	
150	285	259	342	300	371	251	287	
185	324	295	384	340	424	281	324	
240	380	346	450	398	500	324	375	
300	435	396	514	455	576	365	419	
Alumiini								
2,5	19	18	22	21	24	22		
4	25	24	29	28	32	28		
6	32	31	38	35	41	35		
10	44	41	52	48	57	46		
16	58	55	71	64	76	59	64	
25	76	71	93	84	90	75	82	
35	94	87	116	103	112	90	98	
50	113	104	140	124	136	106	117	
70	142	131	179	156	174	130	144	
95	171	157	217	188	211	154	172	
120	197	180	251	216	245	174	197	
150	226	206	267	240	283	197	220	
185	256	233	300	272	323	220	250	
240	300	273	351	318	382	253	290	
300	344	313	402	364	440	286	326	

HUOM. Sarakkeissa 3, 5, 6, 7 ja 8 oletetaan johtimien olevan pyöreitä poikkipintaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

Taulukosta 2 sarakkeesta D1 valitaan vähintään 160 ampeeria kestävä kaapeli. Kaapeliksi käy 120 neliön alumiinikaapeli. AXMK 4x120S -kaapelia on heikosti saatavilla sähkötarviketukuista, joten valittiin pykälää suurempi kaapeli. Syöttökaapeliksi valittiin näin ollen AXMK 4x150S -kaapeli.

5 ALUEKAAPELOINTI JA TASOKUVAT

Sähkösuunnitelmat on suunniteltava sähköturvallisuutta noudattaen. Sähköturvallisuuslaissa (1135/2016) on säädetty turvallisuutta koskevat vaatimukset. Sähkösuunnitelmat tehdään arkkitehdin piirustusten päälle. Suunnitelmien tulee olla selkeitä ja helppolukuisia. Suunnitelmista tulee näkyä sähkön kulutuspaikat ja niitä syöttävät kaapelit.

Tässä kohteessa sähköurakka oli myyty etukäteen asiakkaalle, joten tarveselvitystä ei tarvinnut tehdä. Sähköurakka oli myyty huonekohtaisesti, eli jokaiseen huoneeseen oli laskettu sähköpisteet. Esimerkiksi makuuhuoneeseen oli myyty 3 kpl pistorasioita, kytkin, valaisinpistorasia, ATK- ja antennirasia sekä huonetermostaatin kytkentä.

5.1 Asemapiirustus

Kun pääsulakkeet ja syöttökaapeli on mitoitettu, voidaan alkaa suunnittelemaan piha-alueille asuntojen ja liittymänsyöttökaapeleiden reittejä. Asemapiirustukseen piirretään aluekaapelointi, liittymäpiste ja keskusten paikat. Aluekaapeloinnilla tarkoitetaan alueen maakaapelointia eri kulutuspisteille ja nousukaapelointia. Liittymäpiste saadaan tietoon kysymällä verkon rakentajalta. Sähköverkon rakentaja tuo sähköliittymän tontin rajalle, mistä sähkö- tai maaurakoitsija vetää kaapelin pääkeskukseen. Sähköpääkeskus sijoitetaan tekniseen tilaan, joka sijaitsee yleensä keskeisellä paikalla tontilla. Tekniseen tilaan on myös hyvä sijoittaa ATK- ja antennijakamot. Autopaikoille piirretään autonlämmitystolpat. Aluevalaistus suunnitellaan asemapiirustuksen yhteydessä. Tähän kohteeseen aluevalaistus toteutettiin seinävalaisimilla, eli autokatosten ja asuntojen seiniin suunniteltiin seinävalaisimet.

Kaapelit

Johdon ja kaapelin poikkipinta-ala määräytyy kuormitettavuuden, oikosulkukertoisuuden, jännitteenaleneman, mekaanisten rasitusten ja suurimman impedanssin mukaan. Suomessa saa käyttää suomalaisten standardien mukaisten kaape-

leiden lisäksi kansainvälisten ja muiden kansallisten standardien mukaisia kaapeleita ja johtimia ottaen huomioon standardin SFS 6000 vaatimukset ja kaapelin valmistajan ohjeet. Suunnitteluvaiheessa täytyy määrittää oletettava kuormitus kaapelille mahdollisimman tarkkaan. (10, s. 194–195). Kaapeleita valmistetaan eri eristeaineilla, yleisimpiä käytettävissä olevia ovat PEX- ja PVC-eristeiset kaapelit. Asuntojen syöttökaapeleiksi mitoitettiin MCMK-HF 4x10+10 PVC-eristeiset kuparijohtimiset kaapelit ja autonlämmitystolpille MCMK-HF 4x6+6 -kaapelit. Asuntojen syöttökaapelit valittiin ryhmäkeskusten nimellisvirtojen perusteella ja taulukosta 2 se valittiin samoin kuin syöttökaapelia mitoittaessa.

5.2 Tasopiirustukset

Suurin työ sähkösuunnittelussa on tasopiirustusten piirtäminen. Tasopiirustuksiin suunnitellaan sähköpisteet ja niiden johdotukset. Suunnitelmat tehdään arkkitehtien suunnittelemiin pohjapiirustuksiin. Tasokuvat ovat mittakaavassa 1:50. Suunnitelmissa on käytettävä standardien mukaisia merkintöjä. Piirrosmerkit on esitetty standardisarjassa IEC 60 617. (10, s. 180.)

5.2.1 Pistekuva

Pistekuvaan piirretään kaikki sähköpisteet. Rivitaloasunnoille ei ole omaa erillistä ST-korttia varustetason sisällölle, joten rivitaloasunnoille voidaan käyttää esimerkiksi ST-korttia 25.21 varustetaso asuinkerrostaloille ja kerrostaloasunnoille. Siinä on kerrottu huonekohtaisesti suositukset ja vaatimukset sähköpisteille. Suunniteltavaan kohteeseen pistekuva piirrettiin myydyn huonekohtaisen sisällön perusteella. Pisteet sijoitettiin käytännöllisiin paikkoihin käyttäen apuna ST-kortin 25.21 varustetason määrittelyä. Jos rivi- tai paritaloissa on samanlaisia huoneistoja, voidaan sähkösuunnittelussa käyttää kopiointia. Piirretään yhteen pohjaan sähköt ja kopioidaan siitä seuraavaan pohjaan. Pistekuva hyväksytetään yleensä asiakkaalla ennen kuin piirretään johdotuskuva. Pistekuvaan on helppompaa tehdä muutoksia. Seuraavissa luvuissa käsitellään huonekohtaista sähköpisteiden sijoittelua.

Sähköpisteitä sijoittaessa pitää ottaa huomioon koteloituiluokka vaatimukset: kosteisiin tiloihin kosteantilan IP-luokituksen täyttävät sähköpisteet ja kuiviin tiloihin kuivan tilan pisteet. Tilaluokitukset tehdään suunnittelun alkuvaiheessa, eli tilat luokitellaan kosteisiin tai kuiviin tiloihin. (10, s. 172-176.)

Valaisimet ja lämmittimet luetteloidaan erilliseen luetteloon positionumeroiden perusteella. Luetteloista näkee valaisimien ja lämmittimien teknisiä tietoja ja lukumääriä. Tähän suunniteltuun kohteeseen ei tehty erillistä valaistuslaskelmaa, koska se ei ollut tarpeellinen.

Eteistila

Eteistilaan suunnitellaan hyvä ja laadukas valaistus, jota ohjataan perinteisellä 1-kytkimellä tai vaihtokytkimillä kahdesta paikasta. Lisäksi sinne on hyvä sijoittaa vähintään yksi 2-osainen pistorasia. (11, s. 2.) Pistorasia sijoitetaan keskeiselle ja käytännölliselle paikalle, kuitenkin siten, ettei se ole minkään tiellä.

WC- ja peseytymistilat

Wc-, kylpy- ja pukuhuonetilat varustetaan kattoon asennettavilla yleisvalaisimilla sekä peilivaloilla. Yksi pistorasia sijoitetaan altaan ja peilin yhteyteen, esimerkiksi peilin viereen käyttökorkeuteen. Saunaa voidaan valaista jollain tunnelmavalaisimella, esimerkiksi valokuidulla. Perinteisesti saunassa käytetään lauteiden alle sijoitettavaa seinävalaisinta, kuten tässäkin kohteessa. Kiukaalle suunnitellaan sähkönsyöttö ja mahdollinen kauko-ohjain. (11, s. 2-3.)

Makuuhuoneet

Makuuhuoneet valaistaan yleensä kattovalaisimella, jota ohjataan kytkimellä oven pielestä. Pistorasioita sijoitetaan yleensä kolme kappaletta, yö- ja työpöydän kohdalle sekä yksi yleiskäyttöön, esimerkiksi oven pieleen. Antenni- ja yleiskaapelointirasia sijoitetaan yleensä työpöydän tai television kohdalle. (11, s. 3.)

Oleskelutilat

Oleskelutilan valaistus toteutetaan yleensä kattovalaisimilla. Valaisimina käytetään valaisinpistorasioihin kiinnitettäviä riippuvalaisimia tai kattoon upotettavia

kiinteitä valaisimia eli spotteja. Oleskelutilojen valaistusta voidaan lisätä epäsuoralla valaistuksella. Pistorasioita sijoitetaan tasaisesti ympäri oleskelutilaa siten, että kalustusta voidaan tarpeen mukaan muuttaa. Antenni- ja tietoliikennesasiat sijoitetaan paikoille, johon TV voitaisiin laittaa, yleensä saman peitelevyn alle pistorasian kanssa. (11, s. 3.)

Keittiö ja ruokailutila

Keittiöön suunnitellaan hyvä yleisvalaistus ja työpöytäsovalaistus. Nykyään työpöytävalaistus toteutetaan LED-nauhoilla tai -listoilla. LED-nauhojen kanssa täytyy olla tarkkana nykypäivänä. Markkinoilla liikkuu Tukesin mukaan paljon vääränlaisia LED-nauhoja. Pistorasioita sijoitetaan kaikille keittiössä sijaitseville kodinkoneille sekä työpöytätasolle riittävästi. Ruokapöydän päälle sijoitetaan yleensä valaisinpistorasia, johon ripustetaan riippuvalaisin. (11, s. 3.)

Terassi

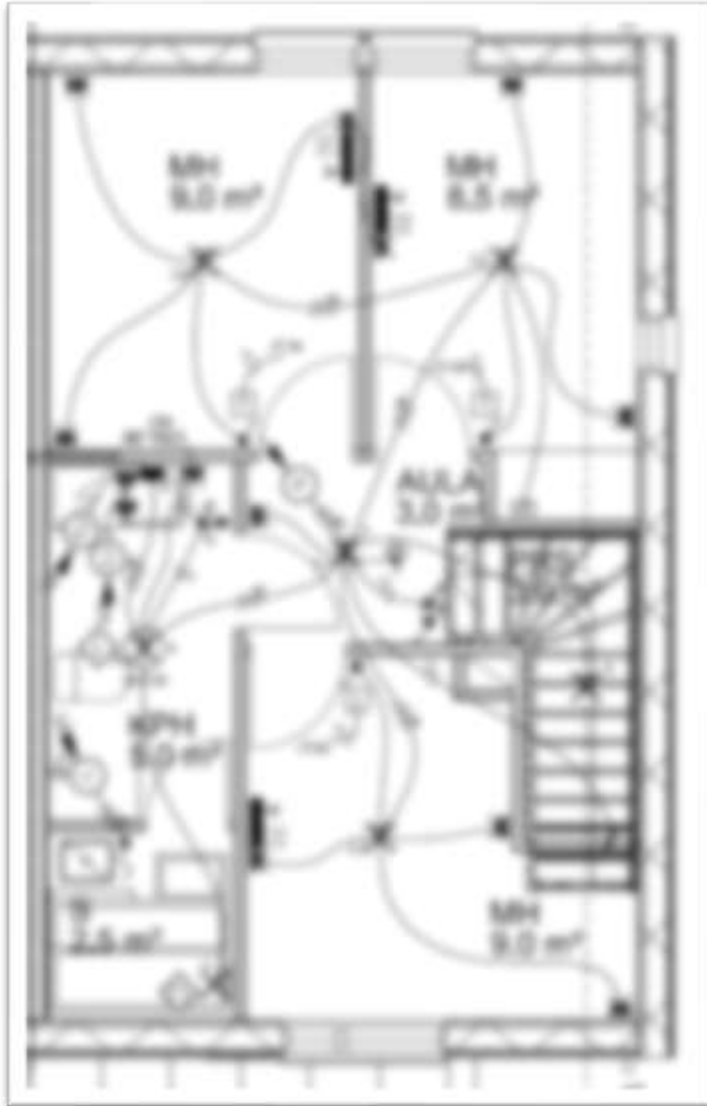
Terassi varustetaan riittäväällä valaistuksella. Se ei saa olla liian voimakas, koska liian voimakkaassa valaistuksessa terassilla olo voidaan kokea epämiellyttäväksi. Valaistus valittiin kohteeseen kokemusperäisesti ja valaisimen tehon mukaan. Valaistusta ohjataan kytkimellä huoneiston sisäpuolelta. Lisäksi terassille sijoitetaan yksi pistorasia. (11, s. 3.)

5.2.2 Johdotuskuva

Johdotuskuvaan suunnitellaan sähköpisteiden johdotukset. Johdotuskuvasta tulee näkyä virtapiirien pituudet ja syöttökaapeleiden sijainnit. Johdotuskuvia suunniteltaessa on otettava huomioon kaapelien kulkureitit. Johdotuskuvia piirtäessä suunnitellaan myös ryhmitys. Uuden standardimuutoksen SFS6000/2017 myötä kaikki valaistus- ja pistorasiaryhmät pitää suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä poikkeuksia lukuun ottamatta. Valaistuksen ja pistorasiat voi suunnitella samaan ryhmään. (9, s. 87–96.)

Kuvassa 1 suunnitellun kohteen asunnon A1 yläkerran johdotuskuva. Yläkerran valaistus- ja pistorasiaryhmät on suunniteltu toteutettavaksi yhdellä kolmivai-heryllä. Näin säästetään kaapelia eikä oikosulkuvirrat sekä jännitteenalennemat kasva liian suuriksi. Kuormitettavuuden kannalta kolmivaiheisia ryhmiä on hyvä tehdä, että kuormitus olisi tasaisempaa. Yläkerran kolmivaiheryhmä ei ole täysin tasainen, koska kulutuspisteiden sijoittelun takia sitä ei pystytty tekemään tasaisemmaksi.

Johdotuskuvien ryhmämerkinnöistä näkee yleensä kaapelin paksuuden ja johdinten määrän. Esimerkiksi yksivaiheisen 16 ampeerin syöttö kaapeloidaan MMJ-HF 3x2,5S -kaapelilla. Tästä merkataan syöttömerkinnän viereen teksti "2,5". HF-merkintä tarkoittaa halogeenitöntä kaapelia. Kaapeleihin on hyvä piirtää johdinmerkinnät, jos on kyseessä erikoisempia kaapeleita.



KUVA 1. Asunnon A1 yläkerran johdotuskuva.

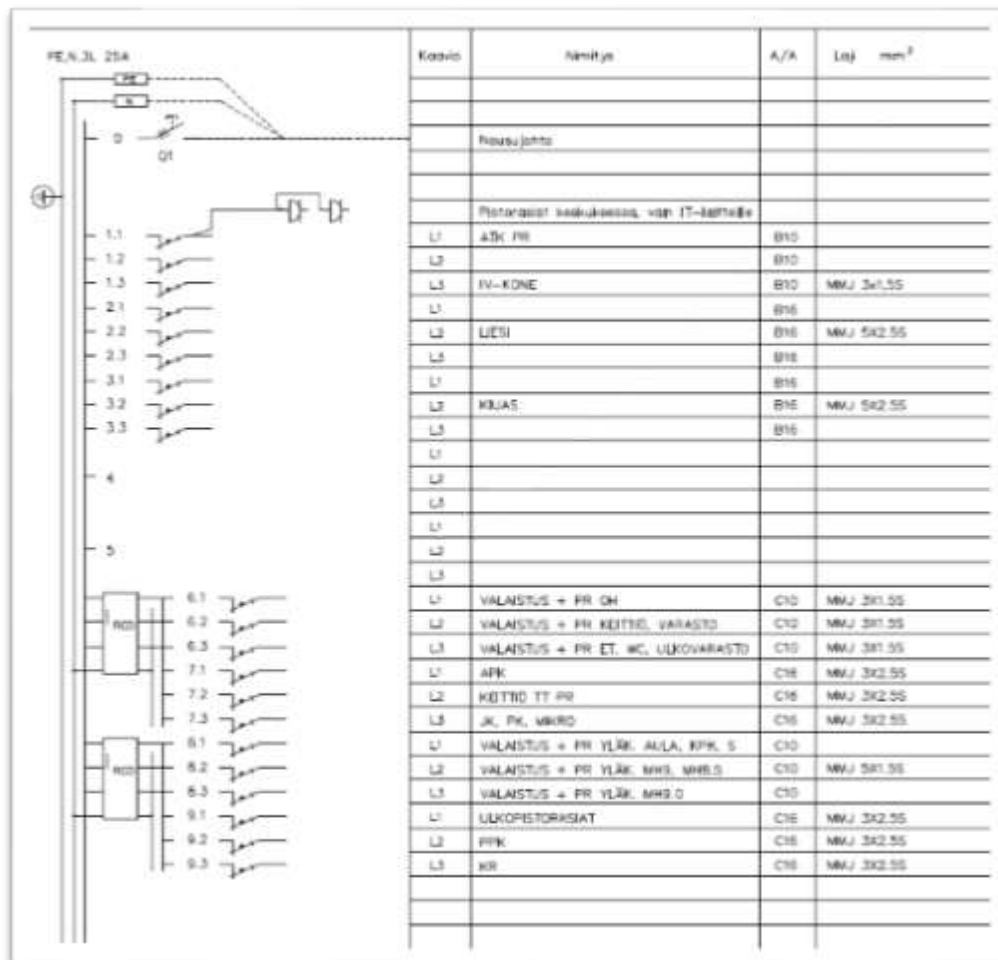
5.3 Keskuksset

Keskuksset suunnitellaan käyttötarpeen mukaan. Keskuksen nimellisvirta määräytyy osittain keskuksen pääsulakkeen koon mukaan. Nimellisvirraksi valitaan pääsulakkeesta seuraava sulakkeen koko. Keskuskaavioihin merkataan ryhmään kuuluvat laitteet ja sähköpisteet, sulakkeiden koot sekä kaapelityyppi.

5.3.1 Ryhmäkeskukset

Ryhmäkeskuksina käytetään yleensä valmistajien vakiomalleja. Tässä koh- teessa käytettiin Enston kahden vikavirtasuojan IT-ryhmäkeskusta. IT-ryhmäkes- kuksessa on IT-tila keskuksen yhteydessä yleiskaapelointia varten. Keskuksen nimellisvirta on 50 ampeeria. Ensto on suomalainen sähkötarvikkeiden valmis- taja.

Ryhmytykset tehdään kuormituksien mukaan ja siten, että saadaan mahdollisim- man tasaisesti jokaiselle vaiheelle jaoteltua kuormaa. Keskuskaavio piirretään yleensä samanaikaisesti johdotuskuvan kanssa. Näin on helpompi tehdä ryhmit- telyä kuviin. Kuvassa 2 on asunnon A1 ryhmäkeskuskaavio. Ulkopistorasiat, kiuas sekä keittiön- ja kodinhoitohuoneiden kodinkoneet ovat 16 ampeerin läh- töjä. Muille ryhmille kelpaa 10 ampeerin johdonsuojakatkaisijat.



KUVA 2. Ryhmäkeskuksen keskuskaavio.

5.3.2 Pääkeskus

Asuinkiinteistöjen pienjännitekeskuksen suunnittelussa käytetään SFS-EN 61439 -standardisarjan osia 1–3. Keskuksen liitetään tulot ja lähdöt. Keskuksiin täytyy jättää 30 prosenttia varaa laajennukselle. Isommat keskuksat valmistetaan yksilöllisesti. (15, s. 1–2.) Liitteenä on suunnitellun kohteen pääkeskuksen pääkaavio. Tämän kohteen pääkeskuksen nimellisvirraksi saatiin 250 ampeeria. Keskuksen dynaamiseksi- eli sysäysoikosulkuvirraksi saatiin noin 15,0 kiloampeeria ja termiseksi oikosulkuvirraksi 6,4 kiloampeeria.

5.3.3 Piirikaavio

Piirikaavioista tulee saada selville keskuksen ohjauskytkennät ja niiden toiminta. Piirikaaviot suunnitellaan keskuskohtaisesti. Piirikaavioihin piirretään riviliitin paikat ja niiden kytkennät. Piirikaaviot täydentävät keskuskaaviota ja viittaavat keskuskaaviossa olleisiin ohjauksiin. (15.)

6 MAADOITUSJÄRJESTELMÄ

Maadoitukset ja potentiaalitasaukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta maadoitusten ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vika-tapauksessa esiintyviä kosketus- ja askeljäännitteitä. (10, s. 285.)

Maadoitusjärjestelmä asuinkiinteistöissä suunnitellaan standardin SFS6000-5-54:2017 mukaan. Kiinteistöön tulee syöttö jakeluverkosta yleensä nelijohtimisena eli TN-C-järjestelmänä. Tällöin nolla ja PE-johdin on yhdistetty yhdeksi PEN-joh-timeksi. PEN-johdin viedään PE-kiskoon, josta se yhdistetään nollakiskoon. PE-kisko yhdistetään myös päämaadoituskiskoon. (9, s. 389)

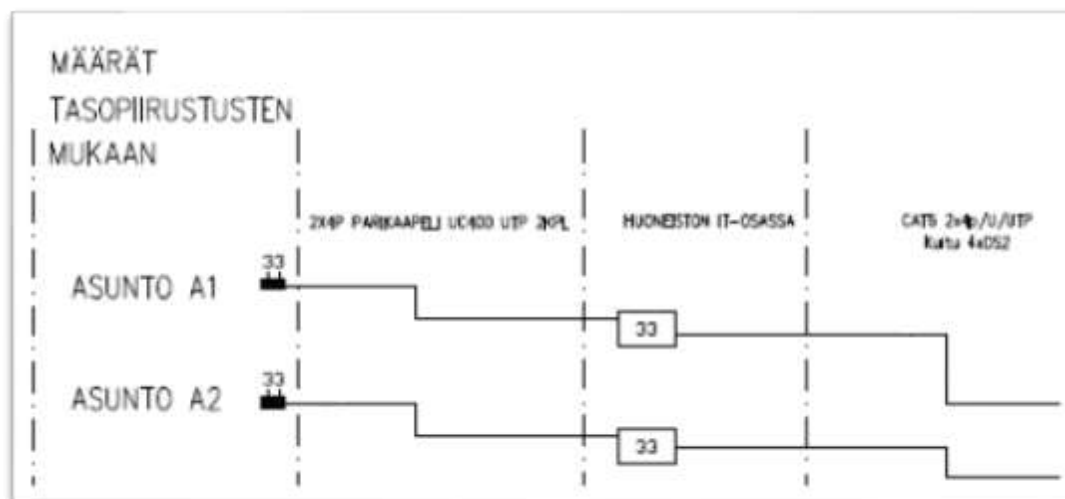
Päämaadoituskisko sijoitetaan pääkeskuksen läheisyyteen. Päämaadoituskiskoon liitetään maadoitusjohtimella betoniin tai maahan upotettu maadoituselektrodi. Pääpotentiaalitasausjohtimella liitetään ulkopuoliset johtavat putkistot ja johtavat lämmitysjärjestelmän yms. laitteet päämaadoituskiskoon. Maadoitusjärjestelmät suunnitellaan joka paikkaan samalla tavalla, ellei lisäpotentiaalitasauksen lisääminen ole tarpeellista.

7 YLEISKAPELOINTI- JA ANTENNIJÄRJESTELMÄ

Yleiskaapelointijärjestelmä on suunniteltava asuinhuoneistoon viimeisimmän voimassa olevan Viestintäviraston sisäverkkomääräyksen 65 C/2018 M mukaisesti. Määräyksessä määritellään muun muassa kaapeloinnin suorituskyky, rakenteellinen laajuus sekä komponenttien vähimmäistaso. (11, s. 3.)

7.1 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointi suunniteltiin määräyksen mukaan eli jokaisen jakamon suhteen suunniteltiin tähtiverkko. Talojakamo sijoitettiin tekniseen tilaan ja jokaisen huoneiston ryhmäkeskukseen sijoitettiin kotijakamo. Runkokaapelointi suunniteltiin siten, että talojakamosta kotijakamoihin tulee parikaapelointi ja optinen kuitu. Uudiskohteiden jokaiseen asuinhuoneistoon on asennettava vähintään yksi kaksiosainen tietoliikennesasia, mitkä kaapeloidaan kahdella kategorian 6 parikaapelilla kotijakamoon. (12, s. 4–5) Kuvassa 3 on kuvakaappaus ATK-kaaviosta. Kännyköiden kuuluvuutta ei otettu sähkösuunnitelmissa huomioon. Alueella ei ole ollut ongelmia kuuluvuuden kanssa, eivätkä seinämateriaalit eristä kuuluvuutta.

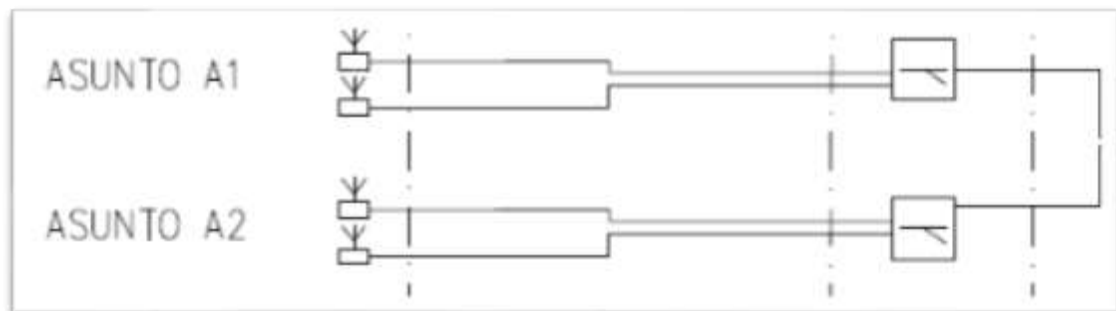


KUVA 3. ATK-kaavion perusperiaate.

7.2 Antennijärjestelmä

Yhteisantenniverkon runkokaapelointi suunniteltiin siten, että talojakamosta kotijakamoihin tulee koaksiaalikaapeli. Kotikaapelointi uudiskohteissa suunnitellaan

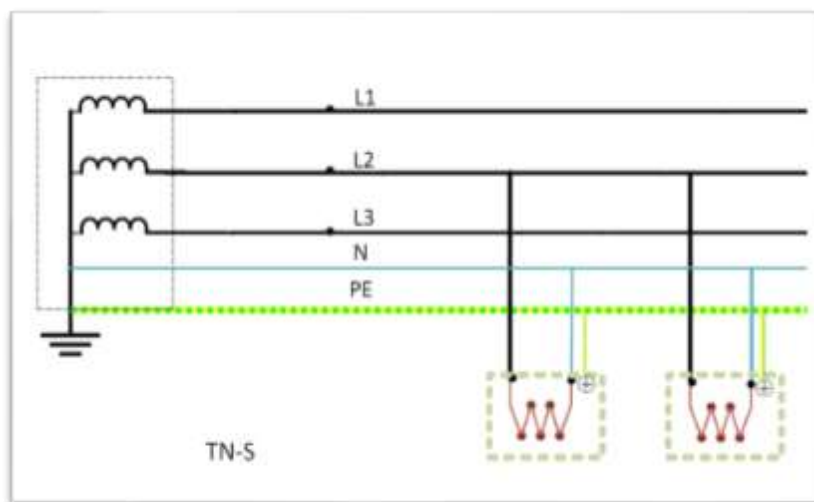
siten, että jokaiseen asuinhuoneistoon on asennettava yksi antennirasia. Kaapelointi on tehtävä tähtiverkoksi. (12, s. 5-6.) Antenniverkkoa suunniteltaessa on laskettava mahdolliset vaimennukset niin, että ne ovat sallituissa arvoissa. Suurin sallittu vaimennus uudessa antenniverkossa 1000 MHz:llä saa olla enintään 45 dB ja suurin sallittu signaalin tasoero eli kaltevuus taajuualueella 47-1000 MHz saa olla enintään 15 dB. (12, s. 8.) Kuvassa 4 on antennikaaviosta kuvakaappaus. Kuvasta näkee, että kaikki kulutuspaikat kaapeloidaan tähtiverkoksi jakamolta.



KUVA 4. Antennikaavion peruseriaate.

8 OIKOSULKU- JA VIKASUOJAJUKSET

Oikosulku on vahingossa tapahtunut tai tahallinen yhdistys yhden tai useamman johtavan osan välillä, joka pakottaa potentiaalierot näitten johtavien osien välillä nolaksi tai lähelle nolaa. (9, s. 41.) Vikavirta on eristysviasta johtuva vikapaikan määrätyn pisteen kautta kulkeva virta. (9, s. 29.) Tässä luvussa kerrotaan oikosulku- ja vikasuojauksista ja niiden huomioimisesta sähkösuunnitteluvaiheessa TN-S-järjestelmässä. Kuvassa 5 on TN-S-järjestelmästä kaavio.



KUVA 5. TN-S-järjestelmä (13).

8.1 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojauksella suojataan johtimia oikosulkuvirran aiheuttamalta lämpenemiseltä. (10, s. 142.) Oikosulkusuojana toimii yleensä sulake tai johdonsuojakatkaisija. Oikosulkusuoja sijoitetaan yleensä kaapelin tai johtimen alkupäähän. Suojalaitteen mitoituskatkaisukyky ei saa olla pienempi kuin suojalaitteen asennuspaikalla esiintyvä prospektiivinen oikosulkuvirta paitsi, jos suojalaitteen syöttöpuolella on riittävän katkaisukyvyyn omaava toinen suojalaite. Prospektiivisella oikosulkuvirralla tarkoitetaan virtaa, joka syntyy, kun oikosulkuvirtapiiri korvataan ideaalisella merkityksettömän pienellä impedanssilla muuttamatta syöttöjärjestelmää. (9, s. 120.)

Oikosulkusuojan on katkaistava virtapiiri sallitun ajan sisällä, jos johtimet lämpenevät mistä tahansa kohdasta johdinta sallittuun ylärajälämpötilaan. Ylikuormitussuojana toimiva suojalaite voi toimia myös oikosulkusuojana, jos sillä on riittävä katkaisukyky. Toiminta-aika voidaan laskea kaavasta 3. (10, s. 142.)

$$t = (k * A/I)^2$$

KAAVA 3

missä

t oikosulun sallittu kesto-aika sekunteina

k johdinvakio

I oikosulkuvirran suuruus

A johtimen poikkipinta-ala

Oikosulkusuojausten toteutuminen tulee varmistaa sähkösuunnitteluvaiheessa laskennallisesti. Oikosulkusuojauskalimat tehtiin ABB:n doc -ohjelmalla sekä käsin laskemalla. Näitä laskelmia verrattiin toisiinsa, eikä niistä löytynyt suurempia eroavaisuuksia. Liitteessä 8 on tuloste ABB:n doc -ohjelmalla tehdyistä laskelmista.

8.2 Vikasuojaus

Vikasuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä tai kotieläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteiseksi tulleita johtavia osia. Suojalaitteen on kyettävä automaattisesti katkaisemaan syöttö piiristä tai laitteesta, kun sattuu vika mitättömän pienen impedanssin kautta äärijohtimen ja jännitteelle alttiin osan tai suojajohtimen välillä. (9, s. 74–78.)

Vikasuojausten toimivuus tulee varmistaa sähkösuunnitelmia tehdessä. Suojalaitteille on laskennallisesti ja testaamalla annettu vaadittavat oikosulkuvirrat automaattisen poiskytkennän toimivuuden takia. Suunnitteluvaiheessa pitää laskennallisesti todeta, että oikosulkuvirrat ovat riittävät joka paikassa. Oikosulkuvirtoja voidaan laskea ohjelmallisesti tai käsin. Kaavalla 4 voidaan laskea yksivaiheinen oikosulkuvirta. (10, s. 95.)

$$I_k = (c * U_{pää}) / (\sqrt{3} * Z)$$

KAAVA 4

missä

I_k pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta

c kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenalenemat

$U_{pää}$ pääjännite

Z virtapiirin impedanssi, joka koostuu muuntajaa edellä olevasta verkosta aina laskentapisteeseen saakka

Jakeluverkon haltija ilmoittaa liittymäpisteen oikosulkuvirran, minkä avulla voidaan laskea liittymän impedanssi. Liittymän oikosulkuvirran avulla lasketaan oikosulkuvirrat aina ”heikoimpaan” pisteeseen asti. ”Heikoin” piste on kauimmainen sähkönkulutus piste liittymäpisteestä. Suunnitellussa kohteessa kauimmaisen pisteen oikosulkuvirraksi saatiin laskennallisesti noin 350 ampeeria. Laskennallisesti saatua oikosulkuvirtaa verrataan taulukosta 3 löytyvään johdonsuojakatkaisijan pienimpään sallittuun oikosulkuvirtaan. Tässä tapauksessa 16 ampeerin C-tyypin johdonsuojakatkaisijan 160 ampeerin virtaan. Todetaan, että 350 ampeerin oikosulkuvirta kulutus pisteellä on riittävä. Poiskytkentäaika asuinkiinteistössä TN-S-järjestelmässä ryhmä johdoilla on 0,4 s ja nousujohdoilla 5 s.

TAULUKKO 3. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat (14, s. 7).

Nimellisvirta [A]	Pienimmät toimintavirrat [A] johdonsuojakatkaisijoille			
	B-tyyppi		C-tyyppi	
	toiminta-aika 0,4 s ja 5,0 s	vaadittu mitattu arvo	toiminta-aika 0,4 s ja 5,0 s	vaadittu mitattu arvo
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	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Vikavirtasuoja

Vikavirtasuojaa käytetään lisäsuojana vaihtosähköpiireissä. Vikavirtasuoja mittaa virtojen summaa vaiheen ja nollan väliltä. Mikäli summavirta ylittää vikavirtasuojakytkimen toiminta-arvon, vikavirtasuoja toimii ja katkaisee virran syötetystä piiristä. Jos vian nopeaa poiskytkentää ei pystytä toteuttamaan ylivirtasuojalla, suojaus voidaan toteuttaa käyttämällä vikavirtasuojaa. Silloin tulee varmistaa, että vikavirta on vähintään 5-kertainen vikavirtasuojan nimellistoimintavirtaan verrattuna. Oikosulkusuojauksen toteutuminen tulee varmistaa erikseen. (10, s. 104.)

8.3 Jännitteen alenema

Sähkösuunnittelussa pitää ottaa huomioon kaapeleissa syntyvää jännitteen alenemaa. Normaalisti pienjänniteverkosta syötetyille laitteelle jännitteen alenema saa olla enintään 5% ja valaistuskuormille vastaava suositus on 3%. (10, s. 242.) Suunnitteluvaiheessa on todettava laskennallisesti, että jännitteen alenema pysyy sallituissa arvoissa. Tässä suunnittelussa kohteessa jännitteen alenema laskut tehtiin käsin sekä ABB:n doc -ohjelman avulla. Laskennallisesti kauimmaisen pisteen jännitteen alenemaksi saatiin noin 2,5% ja ohjelma laski tähän pisteeseen alenemaksi 2,36%. Näin voidaan todeta, että jännitteenalenemat pysyvät sallituissa arvoissa.

9 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tuottaa sähkösuunnitelma 12-huoneistoiseen asunto-osa-
keyhtiöön. Asema-, piste- ja johdotuskuvat sekä keskus-, piiri-, maadoitus-, an-
tenni- ja ATK-kaavio valmistuivat onnistuneesti ajallaan. Opinnäytetyön teksti-
osuus koostuu pitkälti ST-kortistosta ja standardeista. Sain myös tuotua esiin
omia näkökulmia.

Suunnitelmia tehdessä minulla ei ollut suurempia ongelmia. Ongelmia kohda-
tessa sain apua upeilta työkavereiltani, jotka auttoivat minua mielellään. ABB
doc ohjelman käyttö vaati odotettua enemmän opiskeltavaa, koska en ollut käyt-
tänyt sitä vähään aikaan.

Sähkösuunnittelu opinnäytetyönä oli riittävän haastava ja mielenkiintoinen. Sain
tätä työtä tehdessä paljon oppia, kun luin eri lähteitä ja kirjoitin tätä tekstiä. Voin
käyttää näitä oppimiani tietoja tulevaisuudessa uusissa sähkösuunnitelmissa.

Onnistuin opinnäytetyössäni mielestäni hyvin ja pääsin hyviin lopputuloksiin.
Työn tilaaja oli myös tyytyväinen tuloksiini.

LÄHTEET

1. Finlex. Asunto-osakeyhtiölaki 22.12.2009/1599. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599>. Hakupäivä 10.10.2018.
2. CADS Electric. Saatavissa: <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-electric>. Hakupäivä 10.10.2018.
3. ABB. DOC 2018. Saatavissa: <https://new.abb.com/low-voltage/launches/selectivity/tools-support/doc>. Hakupäivä 11.10.2018.
4. Suomen standardisoimisliitto SFS ry 2018. Standardien laadinta. Saatavissa: https://www.sfs.fi/aihealueet/sahko_ja_elektroniikka/standardien_laadinta?direction=DESC&orderby=Tc&page=2. Hakupäivä 27.10.2018.
5. Finlex. Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Lidp446049456>. Hakupäivä 2.11.2018.
6. RAKLI ry, Rakennustietosäätiö RTS 2017. ST 41.10 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 2018. Rakennustieto Oy. Sisäinen lähde. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/461?search=teht%C3%A4v%C3%A4luettelo>. Hakupäivä 11.10.2018.
7. Arto, Karlos – Kujala, Jaakko – Martinsuo, Miia 2006. Projektiliiketoiminta. Helsinki: WSOY
8. Sähkötieto Ry 2015. ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Sisäinen lähde. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/420?search=ST%2013.31>. Hakupäivä 15.10.2018.
9. SESKO ry 2017. SFS-käsikirja 600-1-1.Helsinki: SFS ry.

10. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
11. Sähkötieto Ry 2016. ST 25.21 Sähköinen varustetaso asuinkerrostalossa ja kerrostaloasunnossa. Sisäinen lähde. Saatavissa: <https://serveri.sahkoinfo.fi/item/444?search=25.21>. Hakupäivä 17.10.2018.
12. Viestintävirasto 2018. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Saatavissa: https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M_65_C_2018.pdf. Hakupäivä 2.11.2018.
13. TAMK – Tampere University of Applied Sciences 2018. TN-järjestelmä. Saatavissa: <http://tate.blogs.tamk.fi/sahkoinen-talotekniikka/sahkoverkko/tn-jarjestelma/>. Hakupäivä 1.11.2018.
14. Rantala, Pekka 2014. Sähkötaulukoita versio 1.0. Saatavissa: <https://docplayer.fi/20696006-Sahkotaulukoita-johtojen-kuormitettavuus-2-oi-kosulkuvirrat-7-kaapeli-ominaisarvoja-9.html>, Hakupäivä 3.11.2018.
15. Sähkötieto Ry 2018. ST 53.34 Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. Sisäinen lähde. Saatavissa: <https://serveri.sahkoinfo.fi/item/506?search=ST%2053.34>. Hakupäivä 30.10.2018.

LIITTEET

Liite 1 Asemapiirustus

Liite 2 Tasopiirustus A-talo

Liite 3 Tasopiirustus D-talo

Liite 4 Antennikaavio

Liite 5 Yleiskaapelointikaavio

Liite 6 SPK:n pääkaavio

Liite 7 SPK:n piirikaavio

Liite 8 ABB doc laskelma