

Arttu Lehtola

ERILLISTALOYHTIÖN SÄHKÖSUUNNITTELU

ERILLISTALOYHTIÖN SÄHKÖSUUNNITTELU

Arttu Lehtola
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma, sähkötekniikka

Tekijä: Arttu Lehtola
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Erillistaloyhtiön sähkösuunnittelu
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Electrical Planning of Detached House
Työn ohjaaja: Ismo Pitkänen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019
Sivumäärä: 38 + 14 liitettä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli asunto-osakeyhtiön sähkösuunnittelu. Asunto-osakeyhtiön asunnot ovat erillistaloja ja niitä on yhteensä 13. Suunnitellut piirustukset ja kaaviot ovat asemapiirustus, johdotuspiirustukset, sähkökeskusten pääkaaviot ja tarvittavat piirikaaviot, telejärjestelmäkaavio, maadoituskaavio sekä valaisinluettelo. Tässä työssä tehtiin myös seuraavanlaiset laskelmat: oikosulku- ja vikavirtalaskelmat, jännitteenalenemalaskelma sekä antenniverkon laskenta. Työn tavoitteena oli suunnitella toteutuskuvat kohteeseen ja tuoda uusille suunnittelijoille näkemystä asunto-osakeyhtiön sähkösuunnittelusta.

Sähkösuunnitelmat toteutettiin CADS17-ohjelmalla ja laskennoissa oli apuna ABB DOC -laskentaohjelma sekä Excel-pohjaiset laskentatyökalut. Työssä oli suurena apuna ST -kortiston tarjoamat materiaalit sekä SFS:n standardit.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin käyttökelpoiset ja hyvät sähkösuunnitelmat, jotka kelpasivat hyvin toteutukseen. Kohteen sähkösuunnitelmat eivät ole julkisia, mutta joistakin tiloista on kuvia työn yhteydessä.

Asiasanat: sähkösuunnittelu, erillistalo, asunto-osakeyhtiö. CADS17, ABB DOC

ALKULAUSE

Haluan kiittää Jaitec Oy:tä opinnäytetyön aiheesta. Haluan kiittää myös Jaitec Oy:n työkavereitani, jotka kannustivat ja auttoivat minua opinnäytetyötä tehdesäni. Kiitos myös Ismo Pitkäselle oikean suunnan näyttämisestä ja opastuksesta.

Työtä tehdessä opin paljon sähkösuunnittelusta ja sähköalan säädöksistä. Uskon, että tämän työn tekemisestä on työelämässä paljon hyötyä.

Oulussa 13.5.2019

Arttu Lehtola

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 SUUNNITTELUN ALKUTIEDOT	7
3 LASKELMAT	9
3.1 Sähköliittymän mitoittaminen	9
3.2 Oikosulkusuojaus	11
3.3 Vikasuojaus	13
3.4 Vika- ja oikosulkusuojauksen erot	14
3.5 Jännitteenalenema	15
3.6 Antennikaapeleiden laskenta	17
4 SUUNNITTELU	19
4.1 Asemapiirustus	19
4.1.1 Sähkökaapelointi	19
4.1.2 Yleis- ja antennikaapelointi	20
4.2 Maadoitukset	21
4.3 Tasopiirustukset	22
4.3.1 Asunto	23
4.3.2 Piharakennus	29
4.4 Sähkökeskukset	30
4.4.1 Sähköpääkeskus	30
4.4.2 Asuntojen ryhmäkeskukset	31
4.4.3 Väestönsuojan ryhmäkeskus	32
4.5 Telejärjestelmäkaavio	32
4.6 Valaisinluettelo	33
5 LOPPUSANAT	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia sähkösuunnitelmat erillistaloyhtiöön. Sähkösuunnitelmat laaditaan CADS17-ohjelmalla ja ne pitävät sisällään seuraavat kuvat: asemapiirustus, sähköjohdotuspiirustukset, sähkökeskusten kaaviot, telejärjestelmäkaavio, maadoituskaavio ja valaisinluettelo. Sähkösuunnitelmista laaditaan piirustusluettelo, joka koostuu kohteen sähkösuunnitelmista. Suunnitelmat ovat tämän työn liitteinä, mutta ne eivät ole julkisia.

Sähkösuunnittelussa käytettiin SFS 6000 -standardeja. Sähkösuunnittelussa hyödynnettiin myös ST-kortiston ohjeita, jotka pohjautuvat SFS 6000 -standardeihin. Telejärjestelmän suunnittelussa käytettiin viestintäviraston määräystä 65C/2018M.

Lisäksi tässä työssä laadittiin vikavirta- ja oikosulkuvirtalaskelmat sekä jännitteenalenemalaskelma, jotka tehtiin ABB:n DOC-ohjelmalla sekä antenniverkon mitoitukset, jotka tehtiin Jidea Oy:n luomalla laskentatyökalulla.

Opinnäytetyön kohteena on oululaisen rakennusyritys Puroila Oy:n erillistaloista koostuva taloyhtiö, johon Jaitec Oy toteuttaa kokonaisvaltaisen sähköurakoinnin suunnitelmista loppumittauksiin asti.

Opinnäytetyötä tehdessä pyrin tuomaan asiat esille selkeästi ja hyvässä järjestyksessä. Luvussa kaksi eli seuraavassa luvussa kerrotaan kyseisestä taloyhtiöstä, käytetyistä ohjelmista sekä suunnittelun muistilistasta hiukan asiaa.

Luvussa kolme tuodaan esiin työhön liittyvät laskelmat eli oikosulkuvirtalaskelma, vikavirtalaskelma, jännitteenalenemalaskelma sekä antenniverkonlaskelma.

Luvussa neljä eli suunnittelu luvussa kerrotaan sähkösuunnittelun eri vaiheet. Ensiksi kerrotaan aluekaapeloinnin suunnittelusta, sitten asuntojen ja piharakennuksen sähkösuunnittelusta. Asuntojen sähkösuunnittelun kerronnassa keskitytään asunnon A5 sähkösuunnitteluun. Lisäksi luvussa kerrotaan sähkökeskuksista sekä suunnitelluista kaavioista.

2 SUUNNITTELUN ALKUTIEDOT

Suunnittelun kohteena oleva asunto-osakeyhtiön Oulun Naavapuisto koostuu kolmestatoista erillistalosta sekä piharakennuksesta, jossa on väestönsuoja, tekninen tila sekä jätehuoltopiste. Erillistalojen pinta-alat vaihtelevat 82,5 m²:n ja 121 m²:n välillä. Jokaisessa asunnossa on samat huonetilat lukuun ottamatta kaksi-kerroksisia asuntoja, joissa on enemmän makuuhuoneita sekä lisäksi yksi erillinen wc. Erillistalojen lämmitysmuotona on kaukolämpö. Naavapuisto asunto-osakeyhtiö on kuvassa 1.



KUVA 1. As Oy Oulun Naavapuisto

Tässä työssä käytetyt suunnitteluohjelmat ovat Kymdatan CADS17, jolla laadittiin asemakuva, sähköjohdotuskuvat, keskuskuvat, telejärjestelmä- ja maadoituskaavio sekä valaisinluettelo. Käytössä oli myös ABB DOC -ohjelma, jolla laadittiin vikavirta- ja oikosulkulaskelmat sekä Jidea Oy:n antennivaimennuslaskuri, jolla laskettiin antenniverkon kaltevuudet. Lisäksi suunnittelussa on käytetty hyväksi tehtyjä Excel-pohjaisia laskureita.

Sähkösuunnittelu sisältää usein erilaisia dokumentteja, joiden seurantaan on luotu taulukon 1 mukainen työkalu. Kyseistä listaa seurattaessa tulee huomioitua, että kaikki tarvittavat piirustukset ja muutokset tulee laadittua. Kyseinen työkalu toimii siis suunnittelun muisti- ja seurantalistana.

TAULUKKO 1. Suunnittelun muistilista

Kohde	Aloituspvm			Suunnittelija
As.oy. Oulun Naavapuisto	11.12.18			ALE

		Luonnoskuva	Muutokset	Hyväksytty	Loppukuva
Asemakuva		11.12.18	15.01.19	15.01.19	
Sähköpääkeskus		11.12.18	15.01.19	15.01.19	
Ryhmäkeskus VSS		11.12.18	Ei	15.01.19	
Ryhmäkeskus asunnot		11.12.18			
Maadoituskaavio		11.12.18			
Telekaavio		11.12.18			
Valaisinluettelo		11.12.18			
Sähkökuva yleiset tilat		11.12.18	Ei	15.01.19	
Sähkökuva asunto	1	11.12.18			
Sähkökuva asunto	2	11.12.18			
Sähkökuva asunto	3	11.12.18			
Sähkökuva asunto	4	11.12.18			
Sähkökuva asunto	5	11.12.18			
Sähkökuva asunto	6	11.12.18			
Sähkökuva asunto	7	11.12.18			
Sähkökuva asunto	8	11.12.18			
Sähkökuva asunto	9	11.12.18			
Sähkökuva asunto	10	11.12.18			
Sähkökuva asunto	11	11.12.18			
Sähkökuva asunto	12	11.12.18			
Sähkökuva asunto	13	11.12.18			

Sähkösuunnittelussa tulee noudattaa sähköturvallisuuslaissa 1135/2016 säädettyjä turvallisuutta koskevia vaatimuksia. Suunnittelussa on myös tärkeää, että piirustuksiin saadaan kaikki tarvittava tieto sähköasentajalle ja muille kuvan käyttäjille.

Tässä työssä suunnittelu aloitetaan perussuunnitelmista Puroilan haluaman sisällön mukaan, koska Puroila ja Jaitec ovat tehneet yhteistyötä pitkään ja kaupat sähköurakoinnista oli jo tehty. Perussuunnitelmat menevät toteutus suunnitelmiksi, jos projektin aikana asuntoon ei ole ilmennyt asiakasta tai asiakas ei halua muutoksia.

Suunnittelussa on käytetty hyväksi edellisten yhteistyönä tehtyjen urakoiden tuomaa taitoa ja toteutustekniikkaa. Tämän takia esimerkiksi erillisiä valaistus suunnitelmia ei tehty.

3 LASKELMAT

Sähkösuunnittelussa on todettava laskelmilla tai muilla tavoin, että ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaus toteutuu tavanomaisessa käytössä. Varmistettavia asioita ovat suojaus sähköiskulta, suojaus lämmön vaikutuksilta, suojaus ylivirroilta, suojaus vikavirroilta, suojaus jännitehäiriöiltä, suojaus sähkömagneettisilta vaikutuksilta sekä suojaus syötön keskeytykseltä. (1, s. 19–21.)

Sähkösuunnittelun ensimmäisiä vaiheita on kysyä paikalliselta energiayhtiöltä kohteen liittymispiste sekä liittymispisteen pienimmät ja suurimmat oikosulkuvirrat, joiden pohjalta laskelmat tehdään. Oikosulkuvirran suurin arvo vaikuttaa käytettävien komponenttien oikosulkukestoisuuksiin ja pienin arvo vaikuttaa ryhmäjohtojen asennuspituuksiin sekä suojaustapoihin. (2, s. 5.)

Seuraavissa luvuissa esitetään tehdyt laskelmat, jotka ovat oikosulkuvirtalaskelma, vikavirtalaskelma ja jännitteenalenemalaskelma. Laskelmat pohjautuvat SFS 6000 -standardissa vaadittuihin suunnitteluvaiheen laskelmiin. Lisäksi luvussa 3.5 esitetään antenniverkon laskenta.

3.1 Sähköliittymän mitoittaminen

Sähköliittymän ja -verkon mitoittaminen on todella tärkeä asia sähkösuunnittelussa. Sähköliittymän mitoittaminen tehdään laskemalla kohteen todellinen tai oletettu huipputeho. Huipputeho saadaan selvittämällä ja laskemalla kohteen todellinen tai oletettu tehontarve. Huipputehoon vaikuttavia asioita ovat esimerkiksi rakennusten varustelutaso, valaisimet sekä LVI- ja jäähdytysratkaisut (3, s.1).

Tässä työssä sähköliittymän mitoittaminen tehtiin kuvan 2 mukaisella Excel-laskentatyökalulla, joka pohjautuu ST-kortissa 13.31 esitettyyn laskentatapaan. Laskentatyökalu on todettu toimivaksi aikaisemmissa erillistaloprojekteissa. Kohteessa huomioitiin määräysten mukainen 30 prosentin laajennusvara.

Kohteeseen valittiin laskelman avulla pääsulakkeiksi 125 ampeerin sulakkeet. Sähköpääkeskuksen nimellisvirraksi valittiin 250 ampeeria huomioiden mahdollinen laajennusvara ja liittymiskaapeliksi AXMK 4x185 S. Ennen pääsulakkeiden

ja syöttökaapelin valintaa on hyvä varmistaa paikalliselta sähkönjakelijalta heidän tarjoamansa vaihtoehdot pääsulakkeille ja liittymiskaapelille. Sähköpääkeskuksesta kerrotaan lisää luvussa 4.3.1.



Päävarokelaskelma

Kohteentiedot		Projektinnumero:	
Nimi:	As.Oy.Oulun Naavapuisto	Suunnittelija:	ALE
Katuosoite:	Kämpäkuja 6	PVM:	
Postiosoite:	90420 Oulu		

Pienet rivitalot (4-15)
ei sähkölämmitystä, mutta kiuas
Ph=30+26*A/1000

kok. pinta-ala
1281 m²

Ph= 63,306 kW

Autonlämmitys:
Pmax=10kW+0,5*(auto)

Autopaikkoja
18 kpl

Pmax= 19 kW

Huomioitu pelkkä moottori lämmitin

Sähköautonlataus:

0 kW

Liittymisvirta
 $I_{max} = P_{max} / (1,73 * U_p * \cos \phi_i)$

Yhteensä:
Pmax= 82,3 kW

Pääsulake
3x125A

I_{max}= 123,9 A

Keskuksen In
250A

Pmax=liittymisjohdon mitoitusteho
Up=verkonjännite 0,4kV
Cos φi=kuormituksen perusaallon (50Hz) tehokerroin (käyt.0,96)

*Laskentatapa pohjautuu ST 13.31 s.4 esitettyyn laskentatapaan

KUVA 2. Päävarokelaskelma

3.2 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojauksen kaksi keskeistä vaatimusta on katkaista suurin piirissä esiintyvä prospektiivinen oikosulkuvirta ja katkaista virta ennen kuin suojalaitteen suojaamat piirit vaurioituvat (4, s.142). Oikosulkusuojauksen poiskytkentäaika voidaan laskea kaavalla 1.

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

KAAVA 1

t = oikosulun sallittu kesto-aika sekunteina

k = johdinvakio

I = oikosulkuvirran suuruus

A = johtimen poikkipinta-ala

Oikosulkuvirtalaskelmilla varmistetaan, että oikosulkuilanteessa johtimet ja komponentit kestävät oikosulun suuruisen virran. Oikosulkusuojauksen tulee toimia ennen kuin johtimen eristeet vaurioituvat ja suojauksen tulee toimia missä tahansa asennuksen osassa. Oikosulkusuojaus toteutetaan yleensä tulppasulakkeilla tai johdonsuojakatkaisijoilla. (4, s.142.)

Tässä työssä oikosulkuvirtalaskelmat tehtiin ABB DOC -ohjelmalla sekä Excel pohjaisella laskentatyökalulla. Excel-laskentatyökalun laskentaperiaate perustuu kaavan 1 mukaiseen laskutapaan. Laskentatyökaluun syötetään energiayhtiön ilmoittama oikosulkuvirta, kohteessa käytetyt kaapelit ja niiden pituudet. Laskentatyökalun tulosta tulee verrata käytetyn sulakkeen vaadittuihin pienimpiin sallittuihin oikosulkuvirtoihin. Laskentatulokset näkyvät kuvissa 3 ja 4.

ABB DOC -ohjelmassa voidaan määrittellä, mitä tuloksia halutaan näytettävän. Tässä työssä määriteltiin näytettäväksi yksi- ja kolmivaiheiset oikosulkuvirrat sekä jännitteenalenema. Ohjelma näyttää lisäksi keskukselta vaadittavan termisen ja dynaamisen oikosulkuvirran, jotka ilmoitetaan keskuksen pääkaaviossa.

3.3 Vikasuojaus

Vikasuojauksen avulla katkaistaan sähkövirta ihmisen tai kotieläimen koskettaessa vian seurauksena jännitteiseksi tulleita osia. Vikasuojaus voidaan toteuttaa estämällä vikavirran kulku, rajoittamalla vikavirta vaarattomaan arvoon tai rajoittamalla vikavirran kesto aika vaarattoman lyhyeksi. Suojalaitteen on pystyttävä katkaisemaan sähkönsyöttö laitteesta tai piiristä automaattisesti. (1, s. 74–77.) Tämän takia on todella tärkeää, että vikasuojauksen toimivuus varmistetaan jo suunnitteluvaiheessa sekä mitataan vaatimusten mukaisesti asennustöiden jälkeen.

Vikasuojauksessa on kaksi eri poiskytkentäaika. 32 ampeerin ja sitä pienemmissä ryhmäjohdoissa vian tulee kytkeytyä pois enintään 0,4 sekunnissa. Tätä suuremmissa ryhmäjohdoissa ja kaikissa pääjohdoissa vian tulee kytkeytyä pois enintään 5 sekunnissa. Suositeltu tapa selvittää oikosulkuvirta on laskea se suunnitteluvaiheessa ja verrata näitä tuloksia käyttöönottovaiheessa saatuihin tuloksiin. (5.)

Tässä työssä vikasuojauslaskelmat todettiin ABB DOC -ohjelman avulla. Ohjelmasta saatuja tuloksia verrattiin suojalaitteille annettuihin laskennallisiin arvoihin (taulukko 2). Oikosulkuvirrat voidaan laskea myös käsin kaavalla 2.

$$I_k = (c * U_{pää}) / (\sqrt{3} * Z) \quad \text{KAAVA 2}$$

I_k = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta

c = kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenalennemat

$U_{pää}$ = pääjännite

Z = virtapiirin impedanssi, joka koostuu muuntajaa edeltävästä verkosta laskentapisteeseen

TAULUKKO 2. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat eri suojalaitteilla (6, s. 79)

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta A	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
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	1250	1 562,5

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta A	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo 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	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10 625	5100	6375

3.4 Vika- ja oikosulkusuojauksen erot

Vikasuojaus- ja oikosulkusuojaus sekoitetaan usein toisiinsa, vaikka ne eroavat selkeästi toisistaan. Vikasuojauksessa suojataan eristysvian seurauksena sähkölaitteen runkoon tulevalta vaaralliselta jännitteeltä. Vikasuojauksessa tarkastellaan vaihejohtimen ja suojajohtimen välistä vikaa. (5.)

Oikosulkusuojauksessa suojataan johtimia oikosulkuvirran aiheuttamalta lämpenemiseltä. Oikosulkusuojauksessa tarkastellaan kaikkia mahdollisia oikosulkuja jännitteisissä johtimissa. Oikosulkusuojaukselle ei ole määritetty yksittäistä poiskytkentäaikaa, vaan aika on riippuvainen oikosulkuvirran lisäksi johtimen materiaalista ja eristeestä sekä poikkipinta-alasta. (5.)

3.5 Jännitteenalenema

Jännitteenalenemalle on annettu suurimmat ohjearvot SFS 6000 -standardissa. Jännitteenalenema pienjänniteasennuksissa, jotka on syötetty suoraan yleisestä jakeluverkosta, saa olla maksimissaan valaistuskäytössä 3 prosenttia ja muussa käytössä 5 prosenttia. Edellä mainituista arvoista voidaan poiketa, jos asennuksen pääjohdot ovat pidempiä kuin 100 metriä. Jännitteenalenemaa voidaan kasvattaa 0,005 prosenttia johdon 100 metriä ylittävän pituuden metriä kohden. Ilman tätä lisäystä jännitteenalenema ei saa olla suurempi, kuin 0,5 prosenttia. Suurempi jännitteenalenema voidaan hyväksyä myös moottoreilta käynnistyksen aikana sekä muilta laitteilta, joilla on suuri käynnistysvirta. (1, s. 282.)

Jännitteenalenema voidaan laskea kaavalla 3 ja jännitteenalenema prosentteina kaavalla 4 (1, s.282–283). Kaavasta kolme voidaan todeta, että jännitteenalenemaan vaikuttavat johtimen materiaali, pituus, poikkipinta-ala sekä suunniteltu virta.

$$u = b \left(\rho \frac{L}{S} \cos \varphi + \gamma L \sin \varphi \right) I_B$$

KAAVA 3

u = jännitteenalenema voltteina

b = kerroin, joka on 1 kolmivaiheisille ja 2 yksivaiheisille piireille

ρ = johdinmateriaalin resistiivisyys normaalissa käytössä

L = johtojärjestelmän pituus metreinä

S = johtimien poikkipinta mm²

φ = tehokerroin (jos ei tiedossa niin 0,8 ja $\sin \varphi = 0,6$)

γ = johtimen reaktanssi johtimen pituusyksikköä kohden (jos ei tiedossa, niin 0,08mΩ/m)

I_B = suunniteltu virta ampeereina

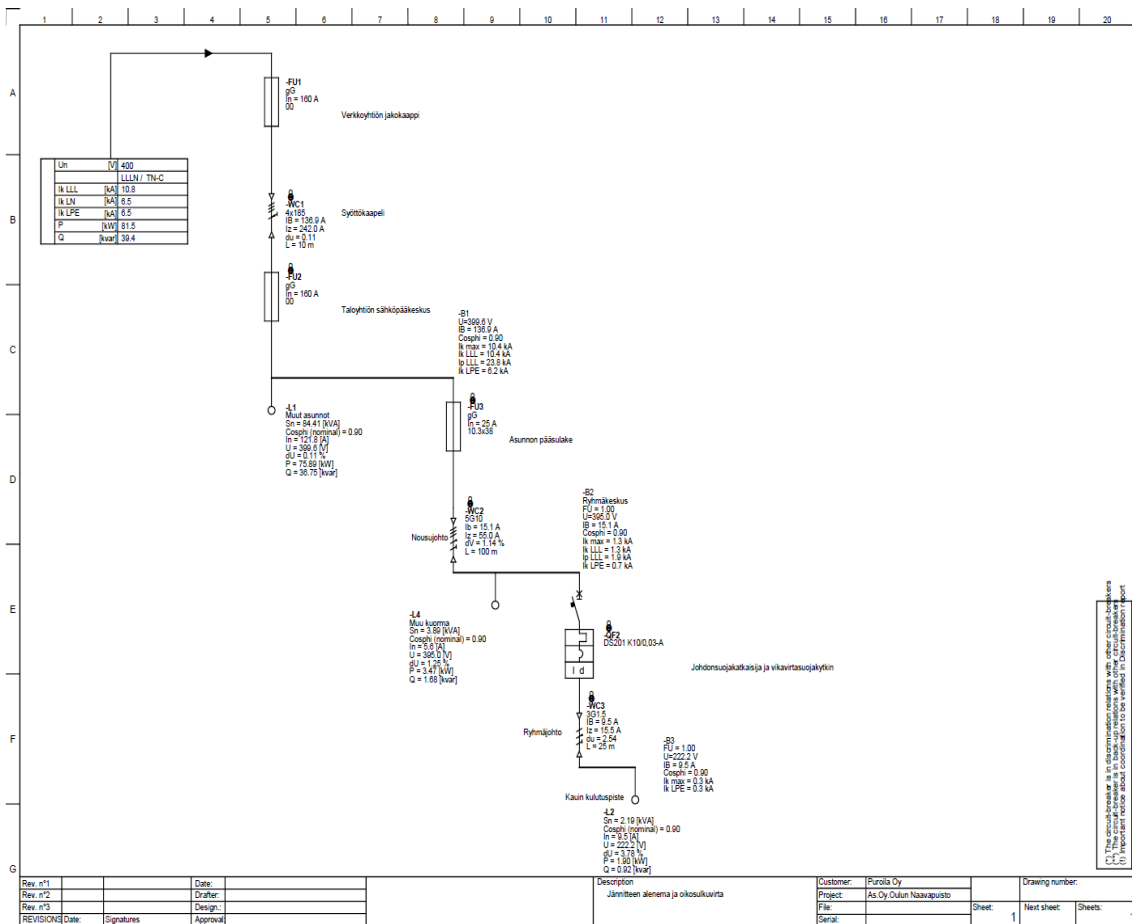
Kaavasta 3 saadulla tuloksella voidaan laskea jännitteenalenema prosentteina kaavalla 4.

$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0}$$

KAAVA 4

U_0 = vaiheen ja nollan välinen jännite voltteina

Tässä työssä jännitteenalenemat laskettiin suunnitteluvaiheessa ABB DOC -ohjelmalla. Ohjelmaan rakennettiin kuvan 4 mukainen, kohdetta vastaava tilanne ja määriteltiin käytetyt kaapelit, suojalaitteet ja kesukset. Ohjelma antoi kauimman pisteen jännitteenalenemaksi 3,75 prosenttia ja tulos täyttää kriteerit.



KUVA 4. ABB DOC -Ohjelman tulokset

3.6 Antennikaapeleiden laskenta

Antennikaapeleiden ja -verkon suunnittelussa käytettiin apuna Jidea Oy:n antennilaskentatyökalua, johon muokattiin oikeat arvot ja lisättiin raporttisivulle laskuja, joista ilmenevät vaimennukset ja kaltevuudet (kuva 5). Antennilaskenta perustuu ST-käsikirjan 12 sivulla 128 ilmoitettuun laskentatapaan. Laskennassa oletetusta 105 dB vahvistimen lähtötasosta vähennetään kaikkien välissä olevien rasioiden ja kaapeleiden vaimennus 1000 MHz:llä ja 47 MHz:llä Tuloksen pitää molemmilla taajuusalueilla asettua 60–80 dB väliin. Jos tulos ei asetu viitearvoon, vaikka kaapelivalinta on oikea, pitää lähtötasoa tai tähtipistettä muuttaa.

Lopputuloksena on jakoverkko, jossa taajuusalueella 47–1000 MHz on jokaisessa antennirasiassa ja kaikilla kanavilla signaalitaso 60–80 dB (7, s. 128). Vies-

tintäviraston määräyksen 65C/2018M mukaan suunnitteludokumentoinnissa tulee käydä ilmi sisäverkkojen suunniteltu suorituskyky ja järjestelmäarvot. Kuvasta 5 ilmenevät Naavapuiston laskennalliset tulokset.



Kohteentiedot

Nimi:	As.Oy.Oulun Naavapuisto	Suunnittelija:	ALE
Katuosoite:	Kämpäkuja 6	PVM:	
Postiosoite:	90420 Oulu		

Tarkasteltava alue 50-1000MHz

	5 MHz		50 MHz		1000 MHz		2150 MHz	
	LYHIN	PISIN	LYHIN	PISIN	LYHIN	PISIN	LYHIN	PISIN
ASUNTO1	72,3	72,1	71,5	70,9	65,9	63,0	61,9	57,5
ASUNTO2	72,2	71,9	71,1	70,5	64,3	61,5	59,5	55,1
ASUNTO3	73,4	73,1	72,6	72,0	67,1	64,2	63,4	59,0
ASUNTO4	73,3	73,1	72,5	71,8	66,5	63,6	62,5	58,1
ASUNTO5	73,2	73,0	72,2	71,6	65,1	62,3	60,5	56,0
ASUNTO6	72,5	72,2	71,8	71,2	67,3	64,4	64,1	59,7
ASUNTO7	72,3	72,1	71,4	70,8	65,5	62,6	61,3	56,9
ASUNTO8	72,1	71,9	71,1	70,5	64,1	61,2	59,1	54,7
ASUNTO9	72,4	72,1	71,6	71,0	100,0	63,3	62,5	58,1
ASUNTO10	72,5	72,3	71,8	71,2	67,6	64,7	64,6	60,1
ASUNTO11	72,3	71,9	71,4	70,4	65,7	60,9	61,7	54,1
ASUNTO12	72,1	71,9	71,1	70,5	64,1	61,2	59,1	54,7
ASUNTO13	73,3	73,1	72,5	71,9	66,8	64,0	63,0	58,6

Laskennoissa verkkoa syöttävän vahvistimen oletettu lähtötaso on 105dB

Laskennalliset tulokset :

Maksimi vaimennus (23-45dB) = 1000Hz	40,3	dB	OK!
Minimi vaimennus (23-45dB) = 50Hz	33,9	dB	OK!
Kaltevuus (max.15dB) = Kaltevuus=maksimi vaimennus-minimivaimennus	6,4	dB	OK!
Lähtötaso vaatimus (60-80dB) = Lähtötaso vaatimus=60+mak. Vaimennus-min. vaimennus	66,4	dB	OK!

KUVA 5. Antennilaskennan tulokset

4 SUUNNITTELU

Tässä luvussa käsitellään tähän opinnäytetyöhön liittyviä teknisiä piirustuksia ja niiden laatimista. Suunnittelutyöt laadittiin CADS17-ohjelmalla.

Suunnitteluluvussa esitetään suunnitteludokumentit tässä järjestyksessä: asemapiirustus, rakennusten sähköpiirustukset, sähkökeskukset, kaaviot ja valaisinluettelo

4.1 Asemapiirustus

Asemapiirustus on sijaintipiirustuksen perusdokumentti, joka esittää rakennustöiden, kiinteistön palveluverkkojen ja tieverkoston aloituskohdat sekä informaation maisemasta, pääsytavat rakennuspaikalle ja sen yleisen sijoittelun. (8, s. 2). Asemapiirustuksesta käytetään myös nimityksiä aluekaapelointi, maakaapelointi tai asemakaapelointi.

Asemapiirustuksesta ilmenee sähkö- ja telekeskusten sijainnit, maakaapeleiden tyypit ja reitit, kaapelinsuojaputkitukset, maakaapeleilla syötettyjen sähkölaitteiden sijainnit, maadoituselektrodi ja -johtimet sekä valaisinpositiot, joiden perusteella valaisimet määritellään tarkemmin valaisinluettelossa (liite 3). Aluekaapelointia suunniteltaessa tulee huomioida, että maakaapelireitit kulkisivat mahdollisimman vähän asuntojen ja asfaltin alla. Maakaapelit asennetaan putkeen sokkeleiden sisäpuolella sekä asfaltin alla, jotta tulevaisuudessa tehtävät muutokset tai korjaukset olisi helpompi suorittaa.

4.1.1 Sähkökaapelointi

Aluekaapeloinnin suunnittelu alkaa kysymällä paikalliselta sähkönjakelijalta liittymispisteen sijainti sekä oikosulkuvirta. Tämän jälkeen suunnitellaan sähköpääkeskukselle tuleva sähkönsyöttö sekä jokaiselle asunnolle menevä syöttökaapelointi.

Asuntojen syöttökaapeloinnissa tulee huomioida kaapeloinnin pituus sekä kyseisen keskuksen tehon tarve. Laskelmien mukaan pääsyöttökaapeliksi valikoitui

AXMK 4x185 S ja jokaiselle asunnolle syöttökaapeliksi AMCMK 4x16/10 S. Laskeimat toteutettiin ABB DOC -ohjelmalla sekä käsin laskemalla.

Pihavalaistuksen kaapelointi suunniteltiin MCMK 4x1.5/1.5 S kaapelilla. Näin valaisimet saadaan jaoteltua eri vaiheiden taakse. Pihavalaisimien ohjaus suunniteltiin astronomisella kellokytkimellä.

4.1.2 Yleis- ja antennikaapelointi

Yleis- ja antennikaapelointiin sisältyvät pari-, optinen ja antennikaapelointi. Parikaapeloinnissa pysyvien siirtoteiden suorituskyvyn on oltava vähintään standardin SFS-EN 50173-1 määrittämän luokan E mukainen. Vaatimus ei kuitenkaan koske rakennusten välisiä runkokaapelointeja, joiden pituus ylittää 90 metriä. (9, s. 7). Kyseisessä kohteessa viidessä asunnossa 90 metrin raja ylittyi, joten niiden suorituskyvyn piti asettua luokkaan D tai luokkaan C. Luokassa D pysyvän siirtotien pituus on yli 90 metriä ja enintään 100 metriä. Luokassa C pysyvän siirtotien pituus on yli 100 metriä ja enintään 155 metriä. Jos pysyvän siirtotien pituus olisi ylittänyt luokan C, olisi tasavirtasilmukkaresistanssin arvo saanut olla enintään $19,0 \Omega / 100$ metriä. (9, s. 7).

Optisen kaapeloinnin suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että suunniteltu kaapeli ja suunnitellut liittimet ovat standardin SFS-EN 50173-1 mukaiset ja kaapeloinnin rakenneosat ja suojaus ovat olosuhteiden mukaiset. Optisessa kaapeloinnissa pysyvien siirtoteiden vaimennus aallonpituuksilla 1310 nm ja 1550 nm saa olla enintään 1,0 dB, kun pysyvä siirtotie on enintään 50 metriä ja 1,2 dB kun pysyvä siirtotie on 50–250 metriä. Näitä pitempiin matkoihin ei tässä työssä tarvitse kiinnittää huomiota.

Antennikaapeloinnin suunnittelussa tulee huomioida kaapeleiden ja komponenttien tuoma vaimennus. Antennikaapeloinnin suunnittelussa apuna oli Kymdatan tekemä antennilaskuri, joka muokattiin tähän tarkoitukseen oikeaksi. Ohjelmaan syötetään käytetyt komponentit ja kaapelit. Komponentteihin sisältyvät vahvistimen jälkeen tulevat jaottimet, haaroittimet sekä antennirasia. Ohjelman avulla selvisi, että lähimpiin asuntoihin riitti antennikaapeli, jonka sisäjohton halkaisija

on 1,63 mm ja kauimpiin asuntoihin riitti antennikaapeli, jonka sisäjohton halkaisija on 2,7 mm.

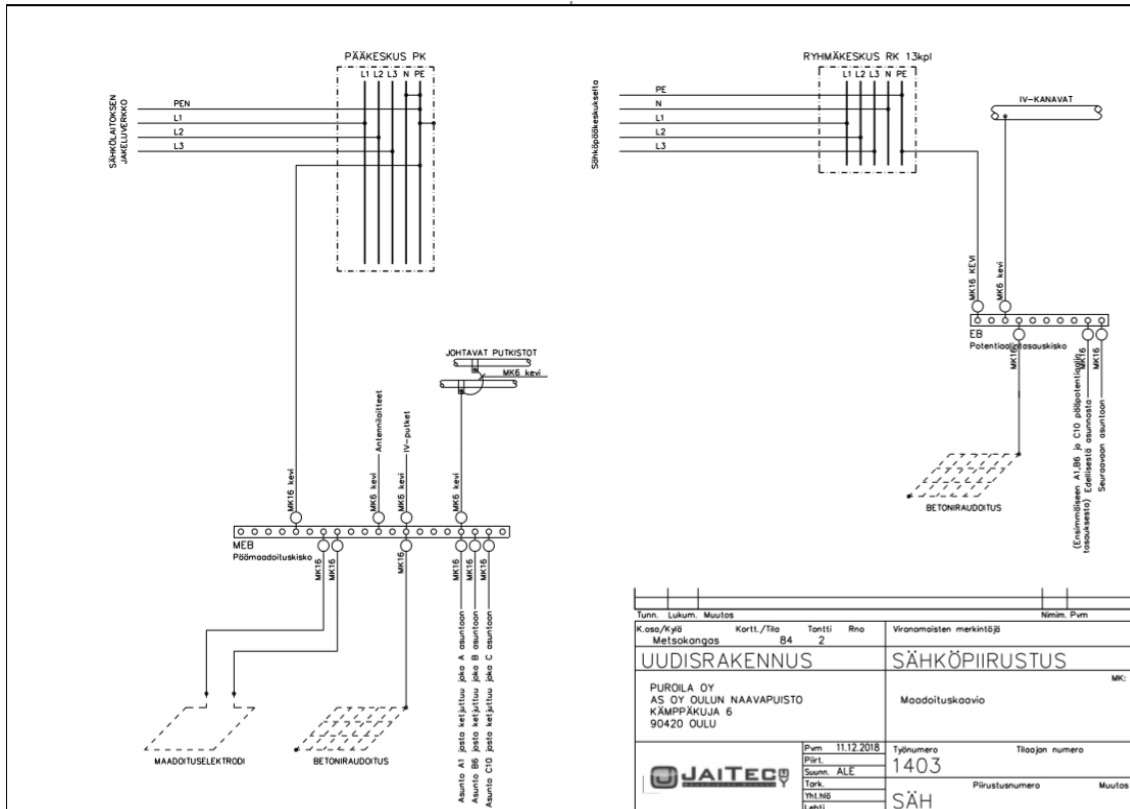
4.2 Maadoitukset

Maadoituksen tärkein tarkoitus on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketus- ja askeljäännitteitä. Tämän takia maadoitukset ja potentiaalintasaukset ovat olennainen osa sähkölaitteistoa. (4, s. 285.)

Kyseisessä kohteessa maadoitukset suunniteltiin kuvan 6 mukaisesti ja noudattaen standardin SFS 6000 5-54:2017 määräyksiä. Kohteeseen suunniteltu maadoituselektrodin rakenne näkyy liitteenä olevasta asemakuvasta.

Kohteen pääsyöttö toteutettiin nelijohtimisena eli johtimessa on kolme vaihe johdinta ja PEN -johdin. Tämä on yleisin tapa ja tätä kutsutaan nimellä TN-C-järjestelmä. TN-C-järjestelmissä PEN-johdin kytketään sähköpääkeskuksen PE-kiskoon, josta se yhdistetään nollakiskoon ja päämaadoituskiskoon. Tällöin saadaan rakennettua TN-S-järjestelmä, eli kaikkiin laitteisiin tulee oma nolla- ja suojajohdin. Päämaadoituskiskoon kytketään myös maadoituselektrodit, betoniraudoituksen maadoitus, johtavat putkistot, IV-laitteet ja antennilaitteet. Päämaadoituskisko sijaitsee sähköpääkeskuksen läheisyydessä (kuva 6).

Asuntojen ryhmäkeskuksessa sijaitseviin potentiaalintasauskiskoihin kytketään aina kyseisen asunnon betoniraudoitus, IV-laitteet sekä maadoituskupari. Asuntojen maadoitus tapahtuu asuntoja syöttävien kaapeleiden kautta sekä 16 m²:n kupariköydellä, joka lähtee sähköpääkeskuksen luona olevalta päämaadoituskiskolta ja ketjuuntuu jokaisen asunnon potentiaalintasauskiskolle (kuva 6).



KUVA 6. Maadoituskavio

4.3 Tasopiirustukset

Tasopiirustuksessa esitetään asunnon sähkö-, ATK- ja antennipisteet sekä sähköpisteiden johdotukset. ATK- ja antennirasioiden johdotuksia ei piirretä tasokuviin, koska jokaiselle ATK- ja antennirasiolle vedetään oma johto ryhmäkeskukseen IT-osasta.

Suunnittelutyössä suunniteltiin kaikkiin 13 asuntoon sekä piharakennukseen sähkösuunnitelmat. Tässä luvussa kuitenkin keskitytään vain asuntoon A5 sekä piharakennuksen sähkösuunnitteluun.

Sähköpiirustusten suunnittelu laadittiin Puroila Oy:n haluaman sisällön mukaan sekä huomioiden ST-kortin 25.20 suosituksot. ST-kortissa on sähköinen varustetaso omakotitaloille ja se valittiin, koska erillistaloille ei ole omaa varustetasokorttia ja omakotitalo on lähin vastaavanlainen talomuoto. Sähkösuunnitelmiin tehdään asiakkaan haluamat muutokset ennen asunnon johdottamista. Antenni- ja

atk-verkko suunniteltiin viimeisimmän Viestintäviraston sisäverkkomääräyksen mukaisesti. (10)

4.3.1 Asunto

Asuntojen sähkösuunnittelu aloitettiin sijoittamalla ryhmäkeskus. Tämän jälkeen sähköpisteet sijoitettiin huone kerrallaan. Asuntojen palovaroittimet ketjutetaan, jotta kun yksi palovaroitin hälyttää, niin kaikki alkavat hälyttämään. Palovaroittimet toimivat 230 voltin jännitteellä ja ovat lisäksi myös paristovarmenteisia, jotta ne toimivat myös sähkökatkojen aikana.

Asuntojen ATK- ja antennipistokkeet asennetaan eri peitelevyn alle pistorasioiden kanssa. ATK- ja antennipistokkeet on mahdollista asentaa myös saman peitelevyn alle pistorasian kanssa, jos jännitteelliset osat ovat suojattuja, vaikka peitelevy on irti.

Kuivien tilojen suunnittelussa noudatettiin SFS 6000:8–804:2017 -standardin vaatimuksia eli kotelointiluokka on vähintään IPX0. (11, s. 283.)

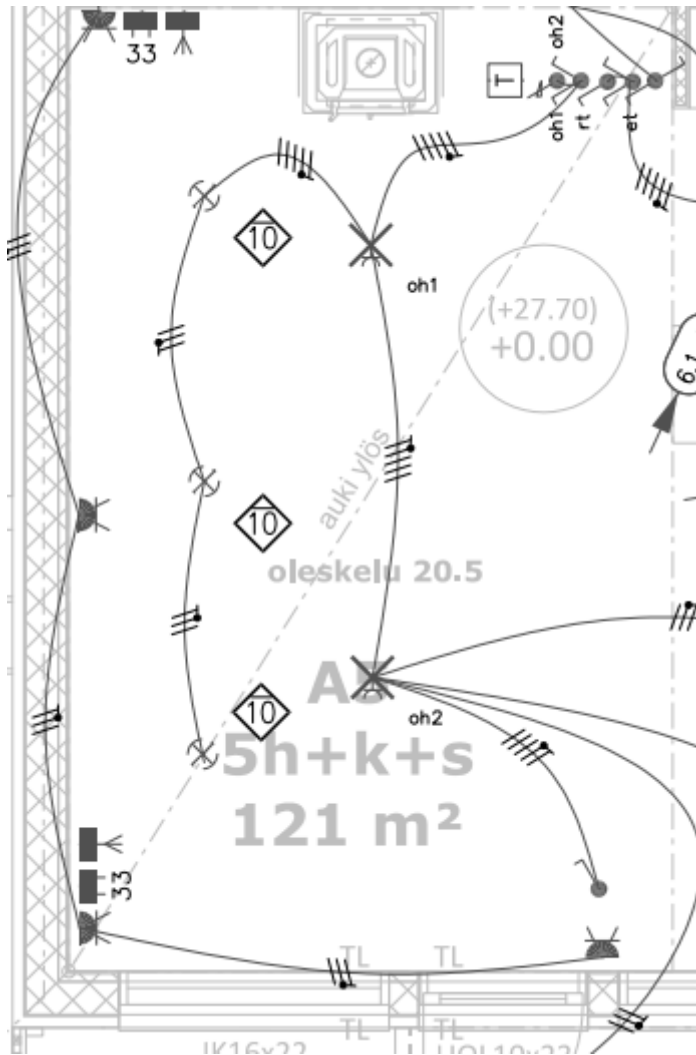
Märkien tilojen suunnittelussa noudatettiin standardien SFS 6000:7-701:2017 ja SFS 6000:8-804:2017 vaatimuksia. Märkien tilojen suunnittelussa käytettiin myös apuna Tukesin ohjetta kosteiden tilojen sähkötöistä (12). Tukesin ohje pohjautuu aiemmin mainittuihin SFS-standardeihin.

Eteinen

Eteisen valaistus suunniteltiin kiinteillä valaisimilla, joita voidaan ohjata eteistilan molemmista päistä. Eteiseen suunniteltiin myös yksi kaksiosainen pistorasia, ovikello sekä kytkin, jolla voidaan ohjata autonlämmityspistorasiaa.

Olohuone

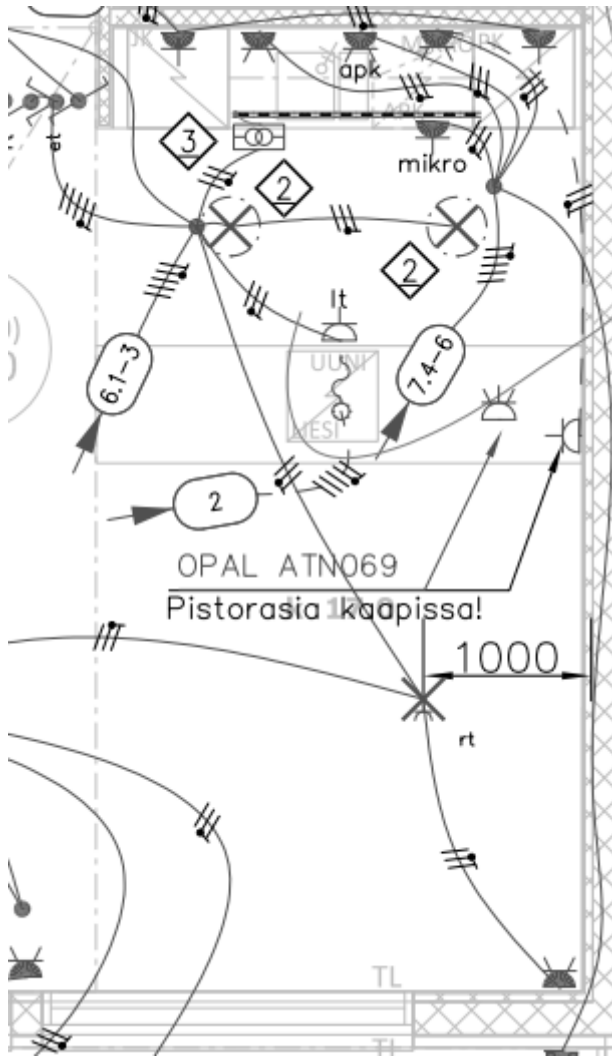
Olohuoneen valaistus suunniteltiin kahdella valaisinripustuspistorasialla sekä kolmella kiinteällä spotti valaisimella, joiden ohjaus tapahtuu himmentimellä. Olohuoneeseen suunniteltiin myös neljä kaksiosaista pistorasiaa, kaksi ATK- ja antennipistoketta sekä ohjauskytkin takaterassin seinävalaisimille. (Kuva 7.)



KUVA 7. Kuvankaappaus olohuoneen sähköistyksestä

Keittiö ja ruokailutila

Keittiön yleisvalaistus suunniteltiin kiinteillä valaisimilla ja työtason valaistus led-nauhalla, joka asennetaan yläkaapiston pohjaan. Keittiön laitteiden pistorasiat suunniteltiin pohjakuvaan merkittyjen paikkojen perusteella. Laitteiden pistorasioiden lisäksi keittiöön suunniteltiin välitilaan kaksi kappaletta kaksiosaisia pistorasioita sekä saarekkeen työtasoon upotettava pistorasia. Jakorasiat ja muuntajat asennetaan valaisimen alle koolaustilaan. Ruokailutilaan ruokapöydän päälle suunniteltiin yksi valaisinriipustuspistorasia ja ruokapöydän viereen seinään yksi kaksiosainen pistorasia. (Kuva 8.)



KUVA 8. Kuvankaappaus keittiön ja ruokailutilan sähköistyksestä

Aula ja portaikko

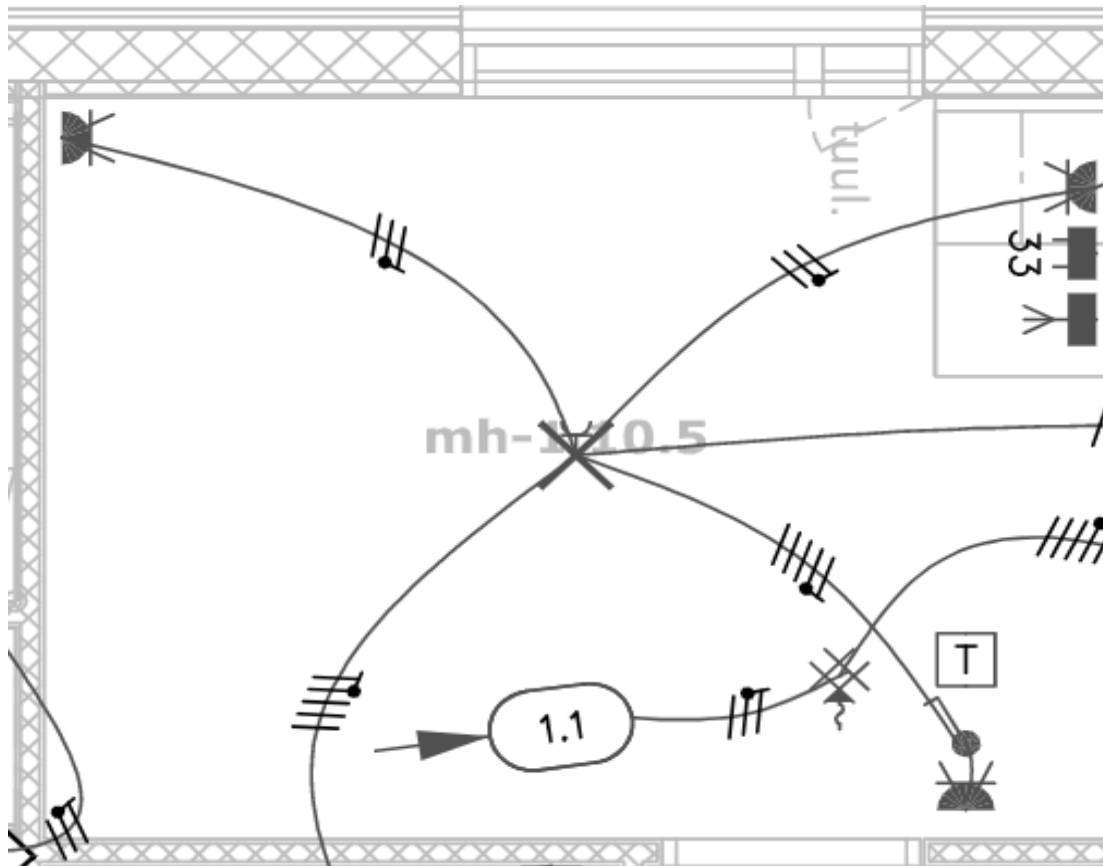
Aulan valaistus suunniteltiin kiinteällä valaisimella, jota voidaan ohjata aulan kummastakin päästä. Aulaan suunniteltiin myös yksi kaksiosainen pistorasia.

Portaikon valaistus suunniteltiin kiinteillä seinävalaisimilla, joita voidaan ohjata portaikon molemmista päistä. Portaikon ylä- ja alapään lähettyville suunniteltiin pistorasiat, joten itse portaikkoon ei katsottu oleelliseksi sijoittaa pistorasiaa.

Makuuhuone

Makuuhuoneen valaistus suunniteltiin valaisinripustuspistorasialla, joka sijoitettiin keskelle huonetta. Valaisinripustuspistorasian ohjauskytkin sijoitettiin oven

pieleen. Makuuhuoneeseen suunniteltiin myös kolme kaksiosaista pistorasiaa sekä yksi ATK- ja antennipistoke. (Kuva9.)



KUVA 9. Kuvankaappaus makuuhuoneen sähköistyksestä

WC

WC:n valaistus suunniteltiin kiinteällä valaisimella sekä peilin luokse tulevalla peilivalaisimella, joita ohjataan omista kytkimistä. WC:hen suunniteltiin lisäksi yksi kaksiosainen pistorasia, joka sijoitettiin altaan lähetyville.

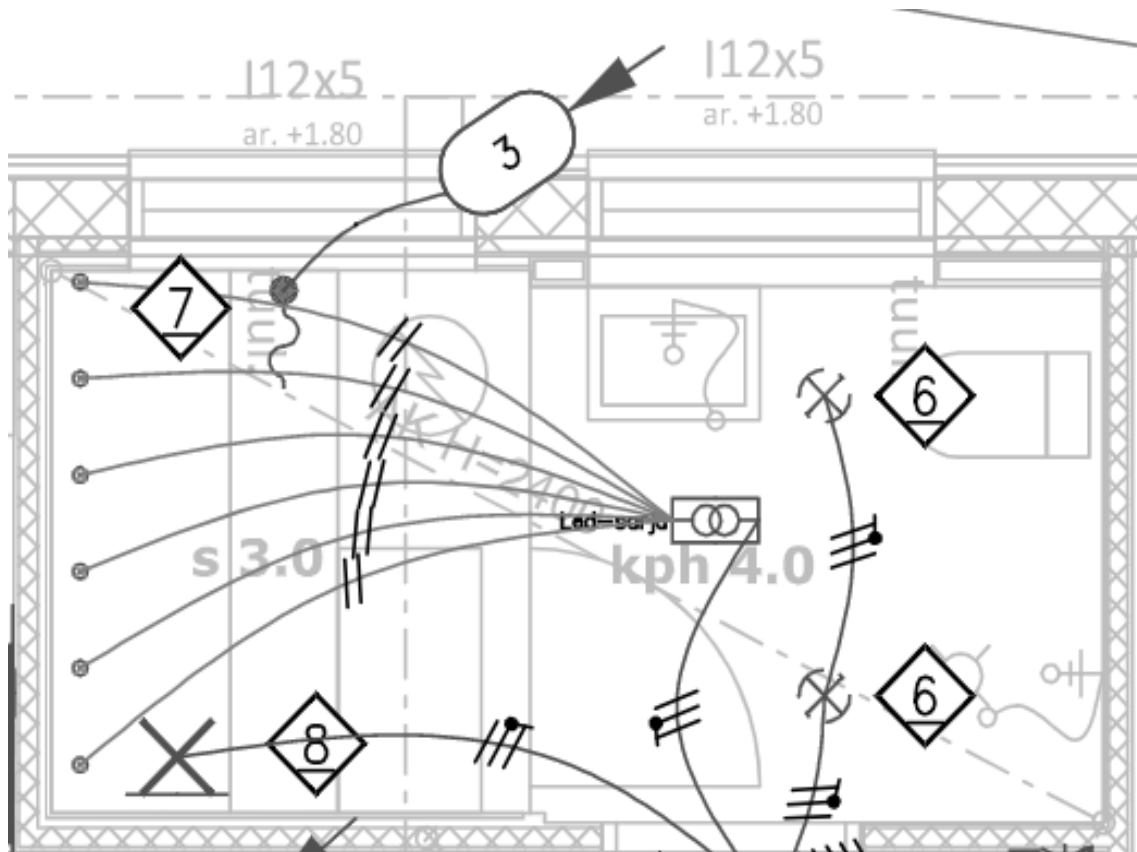
Kodinhoituhuone

Kodinhoituhuoneen yleisvalaistus suunniteltiin kiinteillä valaisimilla ja työtason valaistus työpistevalaisimella. Kodinhoituhuoneeseen suunniteltiin pistorasiat työtasolle sekä pyykinpesukoneelle ja kuivausrummulle. Kodinhoituhuoneeseen suunniteltiin myös ilmanvaihtokoneen säädin, koska kodinhoituhuoneesta on kulku saunaan ja saunanlämmityksen yhteydessä on hyvä tehostaa ilmanvaihtoa.

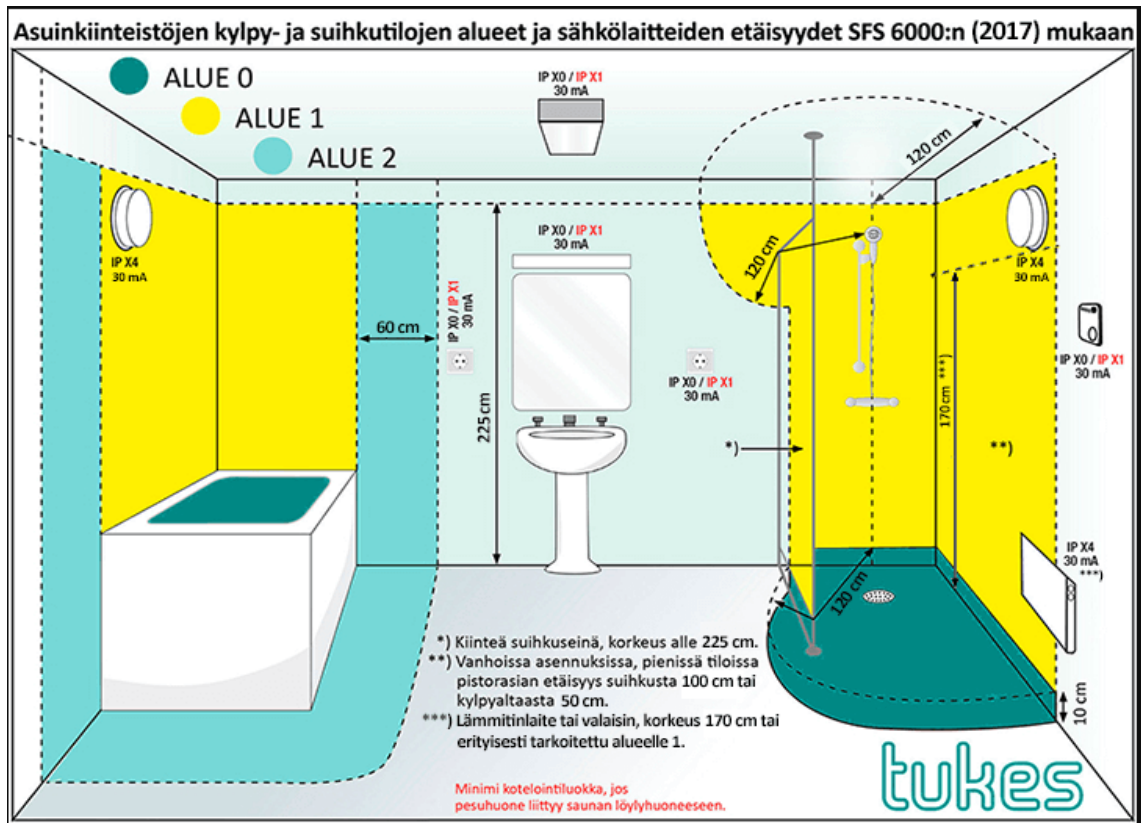
Kylpyhuone ja sauna

Kylpyhuoneen suunnittelussa käytettiin apuna kuvaa 11. Kuvasta 11 ilmenee kylpy- ja suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet. Kylpyhuoneen valaistus suunniteltiin kiinteillä valaisimilla, joiden ohjaus on kodinhoitohuoneessa. Valaisimien IP-luokitus tuli olla vähintään IP X1.

Saunan valaistus suunniteltiin kuusiosaisella led-sarjalla sekä lauteiden alle asennettavalla saunavalolla (kuva 10). Saunan led-sarjalle ja saunavalolle suunniteltiin omat kytkimet, jotta saunaan saa tarvittaessa pelkän tunnelmavalaisuksen pelkällä led-sarjalla. Kiukaan kytkentärasian suunnittelussa huomioitiin kiukaan valmistajan ohje rasian minimietäisyydestä kiukaaseen.



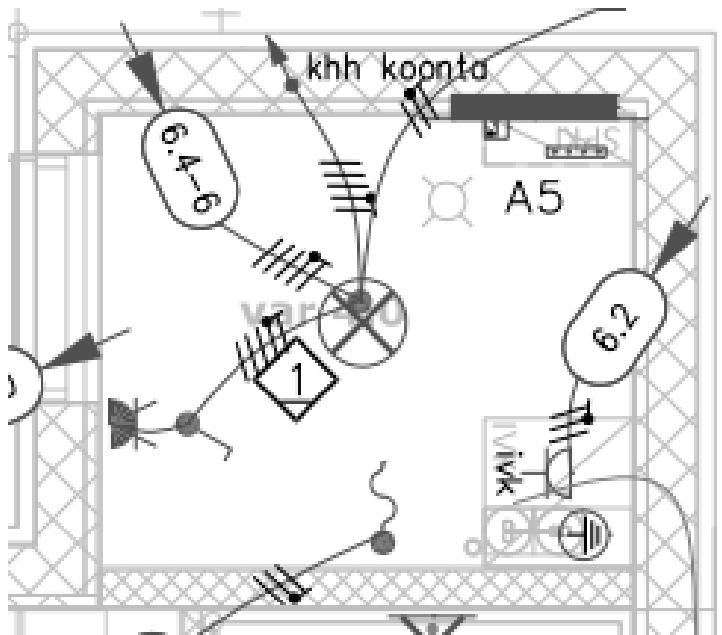
KUVA 10. Kuvankaappaus pesuhuoneen ja saunan sähköistyksestä



KUVA 11. Kylpy- ja suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet SFS6000:n mukaan

Tekninen tila

Teknisen tilan valaistus suunniteltiin kiinteällä valaisimella, jota ohjataan oven pielestä. Tekniseen tilaan suunniteltiin laitteiden pistorasioiden lisäksi yksi kaksiosainen pistorasia. (Kuva 12.)



KUVA 12. Kuvankaappaus teknisen tilan sähköistyksestä

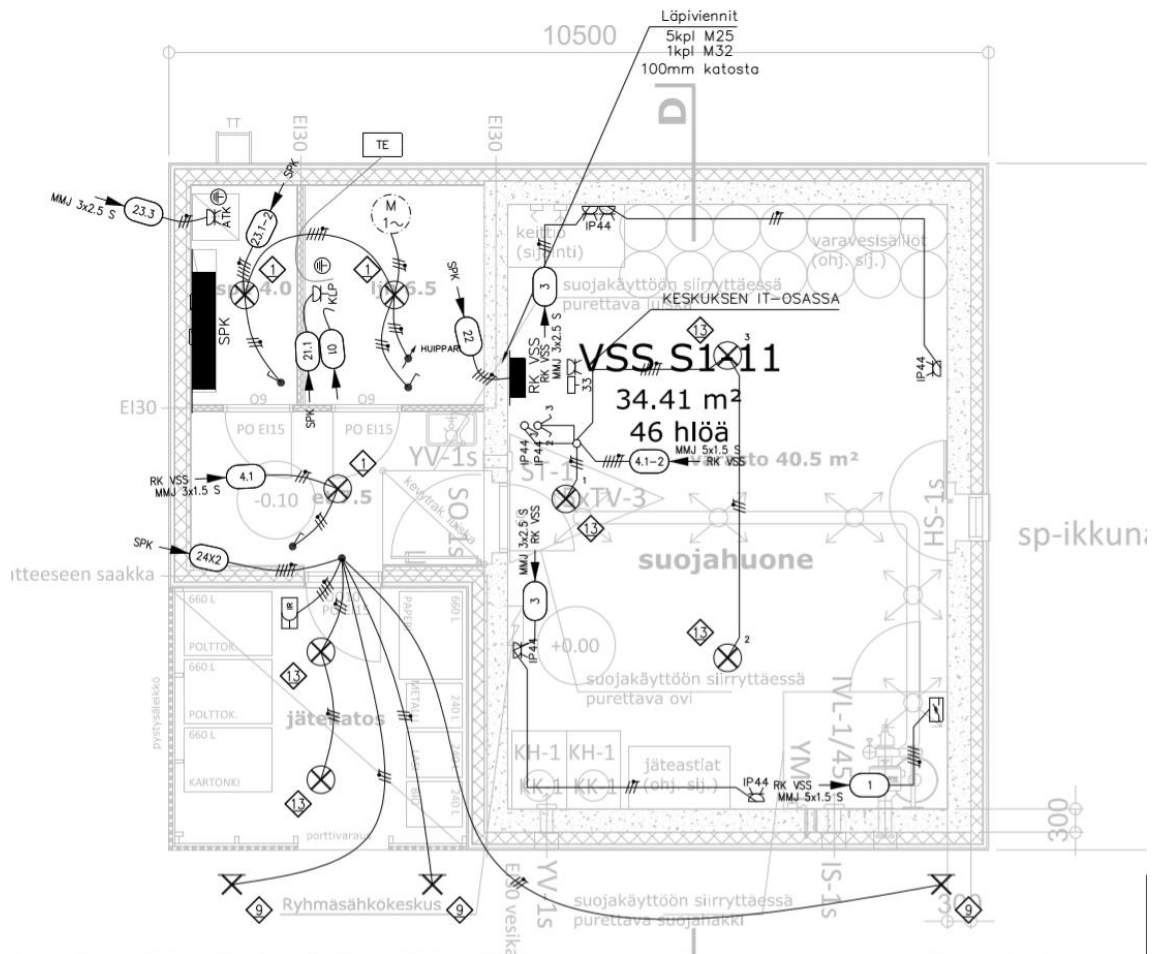
Ulkopuoli

Asunnon jokaisen ulko-oven lähetyville suunniteltiin IP44 -luokan pistorasiat sekä seinävalaisimet. Autokatoksen valaistus suunniteltiin kiinteillä valaisimilla, joita ohjataan eteisestä. Autokatokseen suunniteltiin myös kaksi autonlämmityspistorasiaa, joita voidaan ohjata eteisestä.

4.3.2 Piharakennus

Taloyhtiöön kuuluu myös erillinen piharakennus, jossa on jätekatos, eteinen, tekninen tila, lämmönjakuhuone sekä väestönsuoja. Väestönsuoja on asukkaiden varastotilana normaalissa käytössä.

Väestönsuojaa suunniteltaessa huomioitiin sisäministeriön asetus 506/2011 sekä ST-kortiston luku 51.30. On tärkeää huomioida, että määräysten mukaan väestönsuojaan johtavan tilan valaistuksen syöttö tulee olla väestönsuojan sähkökeskukselta. Antennipisteen asennus väestönsuojaan ei ole nykyään pakollista, mutta antennipisteen asentaminen on kuitenkin suositeltavaa ajatellen väestönsuojan normaalia käyttöä. Kuvassa 13 on tämän kohteen piharakennus.



KUVA 13. Piharakennus

4.4 Sähkökeskukset

Sähkökeskusten suunnittelu alkaa, kun selvitys tulevasta kuormasta ja laitteista on tehty. Sähkökeskusten suunnittelussa apua saa ST 53.34 -kortista sekä SFS-EN 61439 -standardin osista 1–3. Sähkökeskuksista tehdään keskuskaaviot ja tarvittavat piirikaaviot. Sähkökeskuksia suunniteltaessa on hyvä huomioida mahdolliset varaukset sekä tulevaisuuden laajennukset

4.4.1 Sähköpääkeskus

Sähköpääkeskukset suunnitellaan yleensä yksilöllisesti jokaiseen taloyhtiö muotoiseen kohteeseen, niin kuin tähänkin. Sähköpääkeskusta suunniteltaessa täytyy huomioida keskuksen tulevat lähdöt ja tulot. Sähköpääkeskukseen tulee jättää tilavarausta 30 prosenttia tulevaisuutta varten. Tässä kohteessa huomioitiin

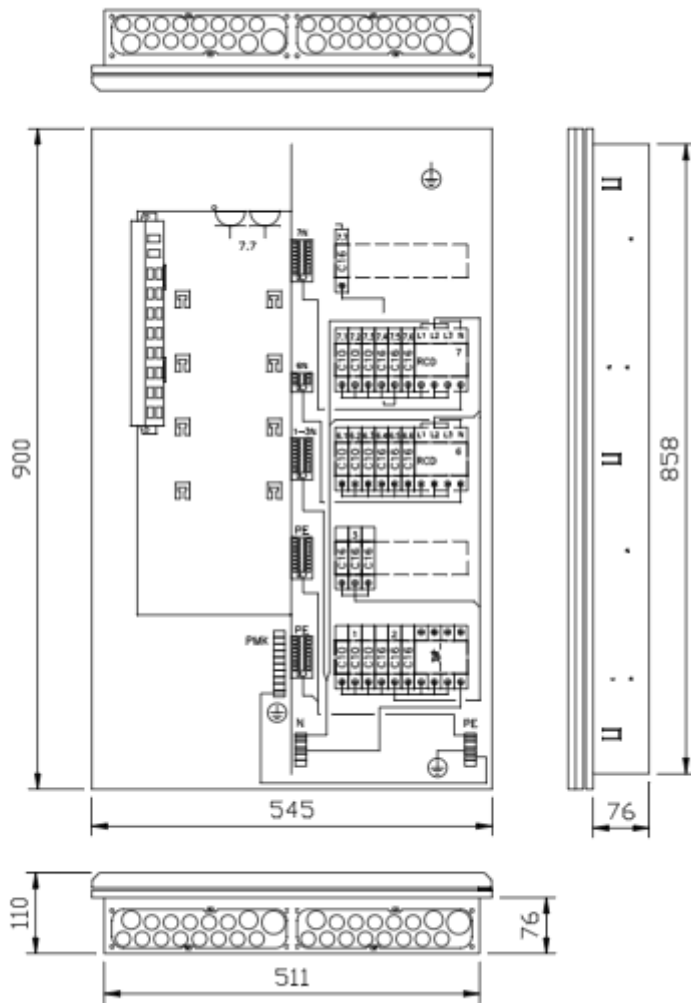
myös sähköauton latausvaraus, joka mahdollisesti tulee jälkeenpäin. Sähköpääkeskusta suunniteltaessa tulee laskea keskuksen nimellisvirta, joka lasketaan kohteen oletetun huipputehon mukaan ja huomioiden mahdollinen laajennusvara. (13.)

Dynaaminen ja terminen oikosulkuvirta tulee myös laskea. Dynaaminen ja terminen oikosulkuvirta saatiin ABB DOC -ohjelmalla. Dynaamiseksi oikosulkuvirraksi ohjelma antoi 23,8 kiloampeeria ja termiseksi oikosulkuvirraksi 6,2 kiloampeeria. Dynaaminen ja terminen oikosulkuvirta tulee laskea, jotta keskusvalmistaja osaa valita oikeanlaiset komponentit ja rakentaa keskuksen tarpeellisen vahvaksi. Suunnitellun kohteen sähköpääkeskuksen pää- ja piirikaavio ovat liitteenä.

4.4.2 Asuntojen ryhmäkeskukset

Asuntojen ryhmäkeskuksiksi valittiin Enston vakiokeskus. Keskus sisältää kaksi vikavirtasuojakytkinryhmää, kolme ryhmää ilman vikavirtaa ja IT-osan (kuva 14).

Ryhmytykset suunniteltiin mahdollisimman tasaisesti jokaiselle vaiheelle kuormituksen mukaan. Ulkopistorasiat, keittiön pistorasiat ja kodinhoitohuoneen pistorasiat suojataan 16 ampeerin johdonsuojakatkaisijoilla. Muut kojeet suojataan 10 ampeerin johdonsuojakatkaisijoilla. Kaikki valaistus- ja pistorasiaryhmät ovat myös vikavirtasuojakytkimen takana, lukuun ottamatta jääkaapin ja pakastimen pistorasiaa. SFS 6000 -standardin mukaan vikavirtasuojauksen voi jättää pois pistorasioilta, jotka syöttävät tiettyä laitetta, jonka syötön katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa. Tällaisten laitteiden pistorasiat tulee sijoittaa, että niiden luokse pääsy ei ole helppoa tai pistorasiat tulee merkata opaskilvellä. Lisäksi tilassa tulee olla vikavirtasuojalla suojattuja pistorasioita.



KUVA 14. Asunnon ryhmäkeskuksen kokoonpanokuva

4.4.3 Väestönsuojan ryhmäkeskus

Väestönsuojan ryhmäkeskusta suunniteltaessa tulee huomioida väestönsuojaan tulevat puhaltimet, valaisimet, pistorasiat ja muut kojeet. S1-luokan väestönsuojaan pitää myös asentaa tietoliikennesasia, joten keskusta valittaessa huomioitiin, että keskuksessa on IT-osa, johon ATK-rasia asennetaan.

4.5 Telejärjestelmäkaavio

Telejärjestelmä suunniteltiin Viestintäviraston määräyksen 65C/2018M (9) ja ST-kortin 681.11 (14) mukaan. Viestintäviraston määräyksen mukaan suunnitteluista tulee ilmetä vähintään seuraavat asiat:

- 1) rakennettavien sisäverkkojen tyypit ja rakenne
- 2) huoneistonumerointi
- 3) liityntäkaapelien sisääntulo
- 4) sisäverkkojen suunniteltu suorituskyky ja järjestelmäarvot
- 5) päävahvistimen ja tähtipisteiden rakenne ja sijainti
- 6) kytkentäpaikkojen numerointi, rakenne ja sijainti
- 7) tietoliikennesasioiden, antennirasioiden ja muiden liitännärasioiden esimerkkityypit ja sijoitus
- 8) suunnitellut materiaalit ja mahdolliset asennettavat laitteet
- 9) kaapelireitit
- 10) kaapelien suunnittelupituudet
- 11) laitetilojen, kaappien, koteloiden ynnä muiden sellaisten varustukset, lukitus ja sijainnit
- 12) sähkönsyötöt mahdollisine varmuuksineen
- 13) maadoitukset ja potentiaalintasaukset
- 14) paloturvallisuutta koskevat mahdolliset kohdekohtaiset erityisvaatimukset. (14, §33).

Yllä olevasta listasta on poistettu asiat, jotka eivät koske uudisrakentamista tai antennitonta ratkaisua. Kuten liitteestä 8 näkee, suunnitellusta telejärjestelmäkaaviosta ilmenevät kaikki tarvittavat asiat.

4.6 Valaisinluettelo

Valaisinluettelosta näkyvät valaisimien tarkat tiedot. Valaisimet merkataan sähkökuviin positiomerkinnoilla. (Kuva 15.) Positiomerkin avulla halutun valaisimen

5 LOPPUSANAT

Työn tavoitteena oli suunnitella 13 erillistalon asunto-osakeyhtiön sähköistys ja kehittyä suunnittelijana. Suunnittelutyö valmistui ajallaan ja onnistuneesti. Opin- näytetyötä tehdessä pyrin kertomaan asiat yksinkertaisesti ja ajatellen, että tästä on hyötyä jollekin uudelle suunnittelijalle. Opinnäytetyön tekeminen antoi minulle paljon tulevaan työelämään.

Työn haastavampia asioita olivat tiedon etsiminen ja selkeän tekstin luominen. Lopputulos kuitenkin on mielestä hyvä ja olen todella tyytyväinen siihen.

LÄHTEET

1. SFS-käsikirja 600-1. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Sähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
2. Sähkötieto Ry. ST 51.03 Sähköturvallisuusvaatimusten huomioon ottaminen rakennusten sähköasennuksissa. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/641?search=sahkosuunnittelu>. Hakupäivä 16.4.2019
3. Sähkötieto Ry. ST 13.31 Rakennusten sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/420?search=st%2013.31> Hakupäivä 23.4.2019
4. D1-2017 Rakennusten sähköasennukset. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2017. Sähköinfo Oy.
5. Sähköala.fi. Tiivistelmä Sähköala -lehden numerossa 5/2010 julkaistusta kirjoituksesta. Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkotekniikka/fi_FI/vika-ja_oikosulkusuojaus/ Hakupäivä 23.4.2019
6. Sähkötieto Ry. ST-käsikirja 30. Sähkötekniisiä taulukoita. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/2337?search=Automaattisen%20poiskytkennan%20takia%20vaadittavat%20oikosulkuvirra> Hakupäivä 23.4.2019
7. Sähkötieto Ry 2017. ST-käsikirja 12 Antennijärjestelmät. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/224?search=st%2012> Hakupäivä 18.2.2019
8. Finlex. Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Lidp446049456>. Hakupäivä 8.2.2019
9. Viestintävirasto 2018. 65C/2018 M. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleura-koinnista

10. Sähkötieto Ry. 2016. ST 25.21 Sähköinen varustetaso asuinkerrostalossa ja kerrostaloasunnossa. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/444?search=25.21>. Hakupäivä 8.2.2019.
11. SFS-käsikirja 600-1-2. 2017-10. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1–2: Erikois-tilojen ja täydentävät vaatimukset (SFS 6000 osat 7–8). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto ry.
12. Tukes. Sähkö. Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. Saatavissa: <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-jaurakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset> Hakupäivä 7.3.2019
13. Sähkötieto Ry. ST 53.34 Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/506?search=53.34> Hakupäivä: 26.4.2019
14. Sähkötieto Ry. ST 681.11. Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät. Suunnitteluohje. 2018. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/3145?search=tele> Hakupäivä 7.3.2019
15. RAKLI ry. Rakennustietosäätiö RTS. 2017. ST 41.10 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 2018. Rakennustieto Oy. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/461?search=teht%C3%A4v%C3%A4luettelo>. Hakupäivä 8.2.2019
16. Sähkötieto Ry. ST 13.30 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. 2017. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/3670?search=st%2013.30>. Hakupäivä 8.2.2019
17. Sähkötieto Ry. ST 13.28. Yleisohjeita sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista. 2009. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/item/3770?search=sahkoteknisten%20jarjestelmien%20tilantarpeet>. Hakupäivä 8.2.2019

LIITTEET

Liite 1 Asemapiirustus

Liite 2 Sähköpiirustus A5-asunto

Liite 3 Sähköpiirustus yleiset tilat / väestönsuoja

Liite 4 Sähköpääkeskus pää- ja piirikaavio

Liite 5 Ryhmäkeskus asunto A5 pääkaavio

Liite 6 Ryhmäkeskus väestönsuoja pääkaavio

Liite 7 Maadoituskaavio

Liite 8 Telejärjestelmäkaavio

Liite 9 Valaisinluettelo

Liite 10 ABB DOC -laskelma

Liite 11 Antennilaskelma

Liite 12 Oikosulkulaskelma

Liite 13 Päävarokelaskelma

Liite 14 Valaisinluettelo

