

Mikko Rantala

RIVITALON SÄHKÖSUUNNITELMA

RIVITALON SÄHKÖSUUNNITELMA

Mikko Rantala
Opinnäytetyö
Syksy 2022
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Sähkö- ja automaationtekniikan tutkinto-ohjelma, sähkötekniikka

Tekijä: Mikko Rantala

Opinnäytetyön nimi: Rivitalon sähkösuunnitelma

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Electrical Planning of Terraced Houses

Työn ohjaaja(t): Ensio Sieppi, Marko Isokoski.

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2022

Sivumäärä: 49

Tässä työssä on tarkoituksena suunnitella nykyaikaiset ja hyvät sähkökuvat, joiden perusteella kyseinen kohde voidaan toteuttaa. Tarkoituksena on saavuttaa laadukas, määräykset ja asetukset täyttävä sekä taloudellisesti kilpailukykyinen suunnitelma.

Suunnitelmissa on käytetty apuna SFS-6002 sarjaa sekä omaa tietotaitoa, jota on kertynyt melkein 15 vuoden ajalta erilaisissa sähköistysalan käytännön töissä.

Opinnäytetyöni eteni hyvin ja tulokseksi saatiin laadukkaat sähkösuunnitelmat rivitalokohteeseen.

ALKULAUSE

Aluksi haluan kiittää mahdollisuudesta suorittaa monimuoto-opiskeluna sähkö- ja automaatioalan tutkinnon Oulun Rakennusteho Oy:tä, sähköprojektipäälliköitä Juha Backmania sekä Marko Iso-koskea. Lisäksi haluan kiittää joustavuudesta Rakennustehon Oy:n nykyisiä ja entisiä sähköasentajia, jotka ovat poissaolajani korvanneet omalla työpanoksellaan.

Suurin kiitos menee kuitenkin vaimolleni Katille, jonka tuki on ollut suurin opinnoissani perheen ja töiden teon ohella.

28.9.2022

Mikko Rantala

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KOHDE.....	8
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHTA.....	9
4	TASOKUVA	12
4.1	Sijoittelu tasokuvaan	12
4.2	Kylpy- ja suihkutilat.....	20
4.3	Kaapeleiden valinta kohteeseen.....	22
4.4	Pistorasiat ja niiden lisäsuojaus.....	27
4.5	Sähkölaitteiden kotelointi.....	28
5	KESKUKSET	31
5.1	Ryhmäkeskus.....	31
5.2	Monimittarikeskus.....	33
5.3	Sähköpääkeskus	35
6	NOUSUKAAVIOT	36
6.1	Nousujohtokaavio.....	36
6.2	Yleiskaapelointijärjestelmä- ja antennikaavio	37
6.3	Antenni ja ATK-jakamo.....	41
7	MAADOITUSJOHTIMET	43
8	DOKUMENTAATIO	45
9	YHTEENVETO	46
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET	49

SANASTO

ampeeri (A)	SI-järjestelmän mukainen yksikkö sähkövirralle
kandela (cd)	Valovoima, lampun säteilemä valon määrä tietyssä säteilykulmassa
luumen (lm)	Valonmäärä, lampun tuottaman valonmäärä eli valovirta
lux (lx)	Valaistusvoimakkuus, lampun tuottaman valon voimakkuus valaistavalla pinnalla
volti (V)	SI-järjestelmän johdettu jännitteen yksikkö

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoituksena on suunnitella 1-kerroksisen rivitalon sähkösuunnitelma. Kohde sijaitsee Oulussa kaupungin läheisyydessä ja se on tarkoitus saada rakennettua valmiiksi muutaman vuoden kuluessa. Samalle tontille on jo rakennettu muutamia erilaisia kiinteistöjä.

Riittävän laadukkaasti suunnittelut sähkötyöt näkyvät ensinnäkin taloudellisesti järkevinä urakoitsijalle, asentajalle helposti tehtävänä mutta ennen kaikkea mahdollisena tehdä sekä tietenkin asiakkaalle luoden mukavan asumiskokemuksen oikein ja laadukkaasti sijoitetuilla sähköpisteillä.

Laadukkaiden sähkösuunnitelmien teko vaatii tänä päivänä hyvien asennustapojen tuntemista, rakenteiden ja rakentamisen eri vaiheiden hahmottamista sekä asetusten ja määräysten hyvää tuntemusta. Laadukkaasti suunniteltujen sähkötöiden lähtökohtana pidetään kuitenkin aina asetuksia ja määräyksiä sekä laskentaa, jolla voidaan todeta sähköasennusten laatu ja taso sekä sähköturvallisuus.

Kuvasarjoissa, joita määräyksissä vaaditaan, on mukana johdotuskaaviot, piirikaaviot, tasokuvat, yleiskaaviot tietoteknisistä järjestelmistä, nousukaaviot sekä asemakuvat ja valaisin- ja lämmitysluettelot, piiri- ja maadoituskaaviot sekä elementtien sähkösuunnitelmat. Kohde on erillinen yhtiö yhteisellä tontilla ja sen kaikki piha-alueen sähköistykset on rakennettu kokonaan muista kiinteistöistä. Lisäksi kohteen valmistuttua luovutetaan erilaisia mittaustuloksia ja tarkastuksia, mutta ne eivät sisälly tähän opinnäytetyöhön.

Suunnitteluohjelmana on käytetty Kymdatan valmistamaa CADS-ohjelmistoa. Lisäksi on käytetty erilaisia Excel-ohjelman laskentataulukoita, esimerkiksi antennijärjestelmän vaimennuksen toteuttamiseen sekä huipputeholaskelmien tarkastamiseen.

2 KOHDE

Suunnitelman kohteena on Oulussa sijaitsevan pienen, kuuden huoneiston rivitaloyhtiön sähkösuunnittelu. Kohde sijaitsee tontilla, jossa on muitakin erikokoisia taloyhtiöitä. Rakennuksen ulkoseinät ovat puuelementtivalmisteiset. Rakennuksen ulkoseinät valmistetaan omalla elementtitehtaalla, joten osa sähköistysvarauksista on valmistettu jo siellä. Huoneistojen keskellä on suurmuotilla valettu raudoitettu betonirakenne, lattia on paikalleen valettu.

Kiinteistössä on kuusi huoneistoa ja lisäksi lämmönjako- ja pääkeskushuone. Kohde on kaukolämpöverkon kautta vesikiertoisella lattialämmityksellä lämpiävä rakennus. Tässä kiinteistössä ei ole yleisiä piha-alueita eikä omia autopaikkoja alueella, vaan ne ovat muiden taloyhtiöiden kanssa yhteisillä alueilla. Näiden alueiden sähköistykset on suunniteltu eri kiinteistöjen sähköpääkeskuksista.

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHTA

Kiinteistöjen sähkösuunnittelun lähtökohtana pidetään tilojen käyttötarpeiden määrittämistä ja niiden sisältämiä toimintoja sekä lämmitysmuotoa yms. Tässä työssä kuitenkin keskitytään asunto-tuotantoon. Rakennuttaja määrittelee ja ohjaa suuntaviivat, mitä sähkösuunnitelmien lopullisista tuloksista halutaan. Esimerkiksi yksittäisen rivitalon sekä kerrostalon vaatimukset ovat hyvinkin paljon erilaisia suunnitella jo pelkästään yleisien tilojen vuoksi.

Suunnittelun perusta on aina siis rakennuttajan tarve ja muut tärkeät tiedot, joita on esimerkiksi lämmitysmuoto. Sähkösuunnittelijat käyttävät kuvassa 1 esiintyviä kaavoja määritellessään huipputehoa, ja siksi lämmitysmuoto on tärkeä tieto. Kaavat ovat yleisen kokemuksen mukaan valittuja ja määriteltyjä tapoja saada mitoitetuksi kohteen pääsulakkeet ja syöttökaapeloinnit oikealla tavalla. Tiedot ja taulukot on ST-kortista numero 13.31. Koska opinnäytetyötä koskeva huoneisto on pieni rivitalo, jossa on määrältään 5–15 asuinhuoneistoa sisältäen kiukaat, mutta ei sähkölämmitystä eikä muita autopaikkoja tai yleisiä tiloja, valitaan huipputehon määrittelemäksi kaavaksi seuraavan kuvan mukaisesti kohta 1.

Pienet rivitalot:	Huipputeho [kW]	Rivitalot, joissa 5-15 huoneistoa; $A_{\text{läm}}$ = lämmitetty pinta-ala [m ²]
1 Ei sähkölämmitystä, kiuas on	$P_{\text{max}} = 30 + 26 \cdot A_{\text{läm}}/1000$	
2 Suora sähkölämmitys, kiuas	$P_{\text{max}} = 30 + 64 \cdot A_{\text{läm}}/1000$	Käyttöveden lämmitys jatkuvana tai yöllä
3 Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus	$P_{\text{max}} = 30 + 49 \cdot A_{\text{läm}}/1000$	Käyttöveden lämmitys yöllä

KUVA 1. Kuvakaappaus Sähköinfor ST-kortista numero 13.31 (1).

Näin ollen käytämme laskennassa kuvassa 1 esiintyvää kohtaa 1.

KAAVA 1. Huipputehon määrittäminen

$$P_{max} = 30 + 26 * Aläm/1000$$

Kaavassa 1 30 on teho kW, 26 teho kW ja Aläm lämmitettävä pinta-ala neliömetreinä.

$$P_{max} = 30kW + 26kW * 470,3m^2/1000$$

Jonka perusteella huipputehonlaskennan tulokseksi saadaan $P_{max} = 42,2278 = 42,2kW$

Tämän jälkeen lasketaan yhden vaiheen huippuvirta käyttämällä kaavaa 2.

KAAVA 2. Huippuvirran laskeminen (2)

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} * U_p * \cos\varphi}$$

Kaavassa 2 P_{max} on huipputeho, U_p on pääjännite 400V sekä $\cos\varphi$ (0,95).

$$I_{max} = \frac{42,2kW}{\sqrt{3} * 400V * (0,95)}$$

jolloin huipputehon arvoksi saadaan $I_{max} = 64,116 A = 64,1 A$.

Tuloksien puolesta voisimme siis valita kuvan 2 mukaisesti Oulun energian kaapeli- ja pääsulake-ohjeiden perusteella syöttökaapeliksi AXMK 4x25 S ja pääsulakkeiden kooksi 3x63 A. Mutta nykyaikaisessa rakentamisessa on mielestäni hyvä huomioida mahdolliset laajennustarpeet sekä mahdollinen oma pientuotanto esimerkiksi aurinkopaneelijärjestelmät. Näin ollen on järkevää tilata liittymäkaapeliksi hieman suurempi AXMK 4x95S ja pääsulakkeiden kooksi kuvan 2 mukaisesti 3x100 A.

LIITTYMISJOHDOT JA NIITÄ VASTAAVAT PÄÄSULAKEKOOT

Kaapelit

AXMK- liittymiskaapeleiden mitoitusperusteena käytetään talojohtoasennuksissa laskennallista max. + 80 °C pintalämpötilaa (asennustapa B).

AXMK 4 x 25 S	3 x 25 A
	3 x 35 A
	3 x 63 A
AXMK 4 x 95 S	3 x 100 A
	3 x 160 A

KUVA 2. Oulun energian tarjoamat liittymäkaapelit sekä niille soveltuvat sulakkeet (3).

Lisäksi suunnittelijan täytyy huomioida ja täyttää D1 1.3–1.3.2.6 s. 34–35 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista suojausvaatimusten toteutumisen varmistamisesta sähköasennusten suunnittelussa määritellyt kohdat.

1.3.2 Suunnittelun lähtökohta

Standardin SFS6000 osa 1 korostaa sitä, että suunnitteluvaiheessa täytyy laskelmin tai muilla tavoin varmistaa, että sähköasennusten suojausta koskettavat perusvaatimukset toteutuvat.

Suojauksen perusvaatimuksilla tarkoitetaan ensisijaisesti ylivirtasuojauksen (yli-kuormitus-suojaus ja oikosulkusuojaus) sekä vikasuojauksen toteutumista. Standardi SFS6000 ei sisällä ehdottomia vaatimuksia jännitteenaleneman tai suojauksen selektiivisyyden tarkastamisesta, mutta nämäkin kannattaa tarkastaa suunnitteluvaiheessa. Mikäli asennuksessa täytyy toteuttaa yli- tai alijännitesuojaus, myös näiden suojausten toteutustapa täytyy määrittellä suunnitteluvaiheessa.

Kuormitettavuus ja ylikuormitussuojaus oikosulkusuojaus vikasuojauksen jännitteenalenema selektiivisyys suojaustarkastelu käytännössä (4)

Lisäksi on muita, kuten koteloiteja ja kaapeleita koskevia asetuksia ja määräyksiä sekä asennusrajoja, joita tulee noudattaa.

4 TASOKUVA

Kuvan oikeanlaiset asetukset, kuten viitekuvien ja tasojen määrät ja oikeat sijoitukset, kannattaa tehdä huolellisesti, jolloin saadaan esimerkiksi heikkovirtakuvat tulostettua helpommin omilla tasoiltaan. CADS-suunnitelmien huolellinen aloitus tuo merkittävää etua sähkösuunnitelman edetessä.

Kun viitekuvat on saatu siistittyä ja muut kuvan aloittamiseen liittyvät työt suoritettua, voidaan aloittaa tasokuvan piirtäminen. On suotavaa piirtää keskusalueet ja pää- sekä ryhmäkeskukset kuvaan ensimmäisenä. Tämän jälkeen voidaan piirtää sähköpisteet. Pohjakuvissa esiintyviä sänkyjä sekä pöytiä kannattaa käyttää apuna, kun sähköpisteitä aletaan lisäämään tasokuvaan. Tässä vaiheessa on myös oltava tiedossa, minkälaisia laitteistoja, esimerkiksi ilmanvaihtokoneita, liesituulettimia, ilmalämpöpumppuja tai muuta sellaista, asuntoon on tulossa. Myös niin sanotut kalustekuvat on oltava ainakin pohjakuvissa, jotta keittiön sähkösuunnitelmat voidaan toteuttaa oikein. Lisäksi rakenteiden huomioiminen on tärkeää. Suunnitelmassa on huomioitu ulkoseinillä sijaitsevat sähköpisto- ja telerasiat niin, että ne asennetaan lista-asennus-rasioilla ja näin ollen kiinteistön ulkoseinien rakenne on tiiviimpi.

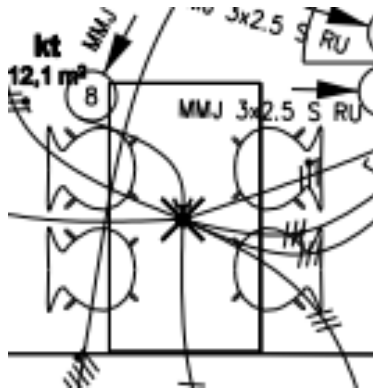
Suunnittelijan on tässä vaiheessa tunnettava hyvinkin monenlaisia asetuksia ja määräyksiä sekä hyviä asennustapoja, jotta ei asenneta vääriä tuotteita väärin paikkoihin tai palokatkojen lävitse. Lisäksi mielestäni tällaisessa huoneistossa sähkösuunnitelmien vertailu on erittäin helppoa eri ammattiryhmien suunnittelijoiden kesken. Esimerkiksi ilmanvaihtokuvat tai putki- ja viemäröintiasennukset eivät juurikaan voi vaikeutua kuvien yhteensopimattomuuden vuoksi, vaikka kuvat eivät olisikaan olleet niin sanotusti päällekkäin. Ristikkäisyyksiä ei siis tule helposti.

4.1 Sijoittelu tasokuvaan

Huomiota täytyy kiinnittää moniin asioihin, kuten palohälyttimien sijoitteluun keittiössä, suihkuoven läheisyydessä sekä ilman tulo- ja poistokanavien läheisyydessä. Lisäksi on noudatettava annettuja standardeja SFS6002 mukaan. Opinnäytetyössä on esillä Tukesin selkeäkielinen linkki (5) sillä nämä ohjeet toimivat myös kuluttajille. Suomalaisissa kodeissa on hyvinkin paljon maallikkojen

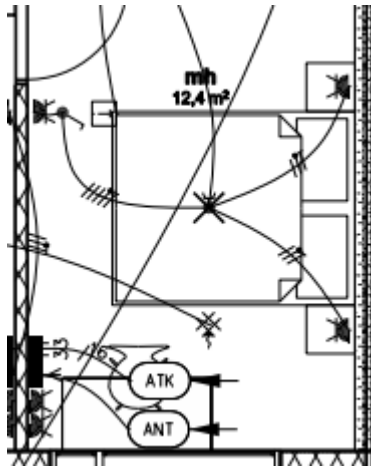
käyttämiä ja asentamia paristopalovaroittimia ja nämä ohjeet toimivat myös heille oppaana erittäin hyvin.

Tasokuvassa käytetään apuna arkkitehtipohjan yksityiskohtia, kuten sohvien ja pöytien paikkoja, kuten kuvassa 3. Sähköpisteiden oikeaoppinen ja huolellinen paikkojen valinta on tärkeä hyvän asiakaskokemuksen luomisessa.



KUVA 3. Keittiön ruokapöytä on arkkitehtisuunnitelman mukaan saanut keskitetyn valaisinpisteen.

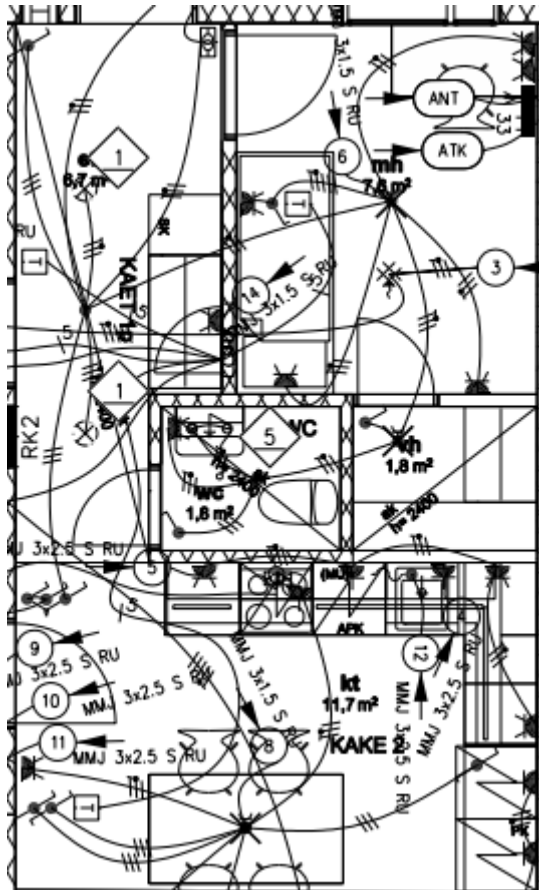
Pöytien ja sohvien sekä sänkyjen paikat näkyvät selvästi pohjakuvissa, kunhan ns. tasoa suunnitteluohjelmassa ei ole itse sammuttanut tai poistanut. Lisäksi parisängyn keskelle osuva valaisin on saatu kohdalleen kuten kuva 4 osoittaa.



KUVA 4. Makuuhuoneen sängyn vieressä olevat yöpöydät ovat saaneet taakseen kaksiosaiset pistorasiat.

Suunnitelmat ja toteutus ovat tähän mennessä olleet asuinhuoneistoissa hyvinkin samankaltaisia kymmeniä vuosia. Kuitenkin tänäkin päivänä esiintyy tilanteita, joissa olisi suotavaa jo suunnitteluvaiheessa kiinnittää enemmän huomiota asukkaan kokemaan asumisenlaatuun. On aivan selvää, että väärässä paikassa olevat valaisimien kytkimet tai niissä säästäminen näkyy ihmisten arjessa. Liian vähäinen määrä tai liian kaukana olevat pistorasiat eivät tuo hyvää asiakaskokemusta, jos perustarpeisiin joudutaan käyttämään jatkojohtoja, joskus jopa useita.

Lisäksi on hyvä kiinnittää huomiota valaistukseen. Usea pienempi valaisinpiste on mielestäni laadukkaampi ja parempi tapa valaista tilaa kuin yksi iso, jolla pyritään hallitsemaan koko tilan valaistusta. Valaistuksen määrää ja merkitystä ei sovi unohtaa asiakkaalle luotavan miellyttävän mielikuvan luomisessa. Lisäksi suunnitelmissa tulee kiinnittää huomiota valaistuksen riittävään tehoon. Lumme-Energia Oy on mielestäni luonut hyvän mallin (6) josta on hyvä hahmottaa eri tilojen valaistuksen tarpeita ja tehoja.



KUVA 5. Suunnitelman huoneistoissa on huomioitu valaistustarve riittävästi. Tässä on tarvittava määrä oikeanlaisia ja -tehoisia valoja, joita kyetään ohjaamaan useasta pisteestä tarvittaessa.

Makuuhuone: Lukemiseen tarkoitettussa paikassa 300–500 luksia. Siivousvalona 30 luksia lattiatasossa. Vaatehuoneessa pystypinnoilla 100–200 luksia.

Olohuone: 300–500 luksia siivousvalona, 30 luksia lattiatasossa.

Kylpyhuone ja sauna: Kylpyhuoneessa 50 luksia lattiatasossa ja saunassa siivousvalona n.30 luksia lattiatasossa.

Kodinhoituhuone: 300–500 luksia työtasolla. Kaapeissa hyllyjen pystypinnoilla 100–200 luksia.

Varastot: Hyllyjen pystypinnoilla 100–200 luksia, yleisvalona 100 luksia lattiatasossa.

Ulkoalueet: autotallien edessä, pimeään aikaan käytettävillä kulkureiteillä sekä sisäänkäyntiovilla ja katoksissa 10–20 luksia.

Valaisimet tilataan vasta kohteen ollessa jo rakenteilla, joten vielä ei lopullisia valaisinmalleja valita mutta edellä mainitut valaisimien tuottamat arvot tulee täytyä lopullisia valaisimia valitessa.

Valaisimien mallit ja sijainnit ovat monesti merkitty valaisinluetteloon tässä vaiheessa, mutta todelliset mallit tarkentuvat toki työmaan edetessä. Tämä johtuu myös siitä, että kyseisiä valaisinmalleja ei välttämättä ole enää saatavilla, kun edetään suunnittelusta toteutukseen, sillä aika voi olla hyvinkin pitkä. Tästä syystä valaisin ja muitakin tietoja on syytä päivittää projektin edetessä.

Kytkimissä, pistorasioissa, valaisimissa ja muissa vastaavissa tuotteissa on hyvä käyttää seuraavan ST-kortin 51.22 mukaisia tavanomaisia asennuskorkeuksia (kuva 7). Poikkeavat asennuskorkeudet yleensä aiheuttavat ongelmia tai epämiellyttävän asiakaskokemuksen.

3. Kytkimien ja painikkeiden asennuskorkeudet:

ASENNUSKORKEUDET YLEENSÄ	LATTIASTA mm
OHJAUSPISTEET	
Kytkimet yms.	1000
Termostaatit, mekinantokojeet yms.	1400
Palohälytyspainike	1700
PISTORASIA, TELEPISTEET	
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone alatapa	800 tai 1000
Pesu- ja kylpyhuone ylätapa	1700
Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa esim. "Pesutorni"	1900
Siivous	1000 tai 1800
Porrashuone, kellarikäytävä	1800
Parveke, alatapa	300
Parveke ylätapa	1700
Keittiön työpöytä	1000 tai 1200
Astianpesukone (vierteisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2200
Liesituuletin	1800
Lieden pistorasia tai liitäntärasia	300
Soittokello	2200
SEINÄVALOPISTEET	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitäntä (Peilin päällä)	1900
(Peilin sivulla)	1700
Peilikaapin liitäntä	Kalustopiirustuksen mukaan
Kaapistot matalalla (työtaso 850 mm)	
Keittiön työtasovalaisin	1300
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1300
Kaapistot korkealla (työtaso 900 mm)	
Keittiön työtasovalaisin	1380
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1400
JAKORASIA	2200 tai katossa

KUVA 7. ST-kortin 51.22 antamat luotettavat korkeudet sähköasennuksille (7).

On tärkeää tiedostaa minkälaisia vaatimuksia suomalaiset asetukset ja määräykset asettavat suunnittelijalle. On tärkeää tunnistaa ja erottaa erilaiset tilat ja niitä koskevat asetukset ja määräykset. Esimerkiksi kosteiden tilojen vaatimuksista ja sijoittelusta on mainittu Sähköinfo DI-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista kappaleessa 7 Erityisiä asennuksia tai asennusolosuhteita koskevat ohjeet. s.368–370.

4.2 Kylpy- ja suihkutilat

Kylpytilojen aluejako ja aluejakoa koskevia ohjeita -kohdassa mainitaan seuraavia kohtia.

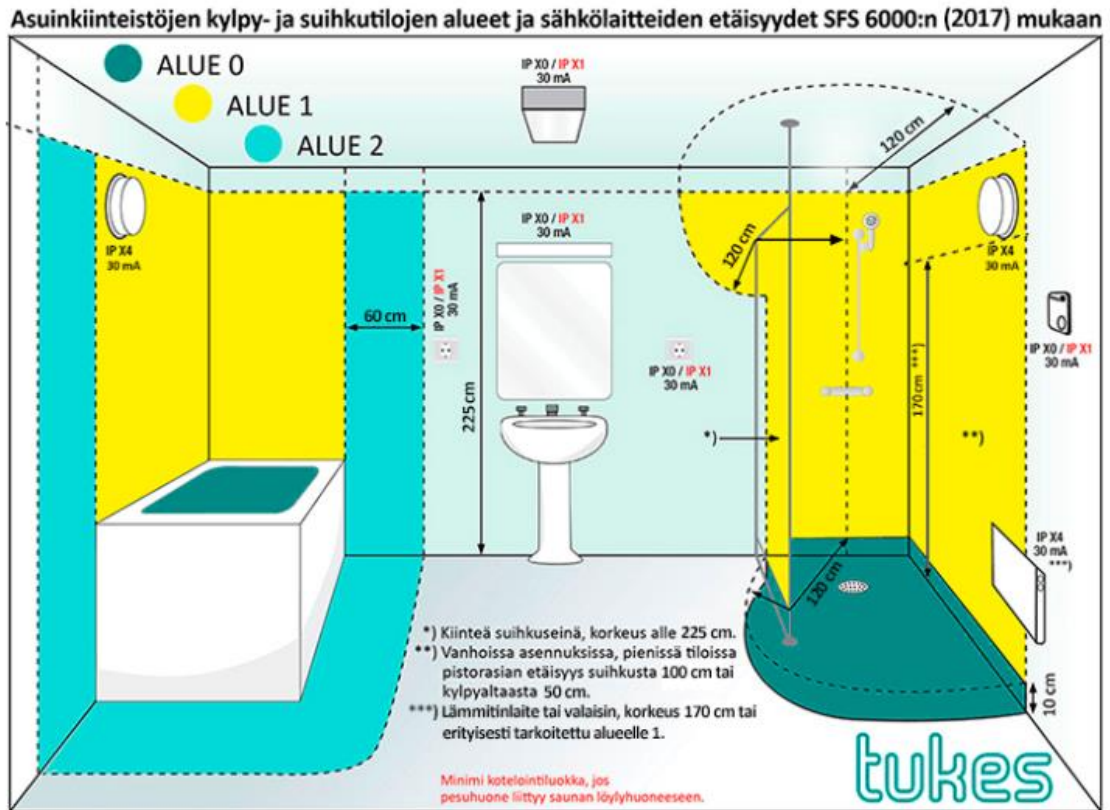
Suihkuhuoneeksi voidaan katsoa huone, jossa on koko vartalon pesuun tarkoitettu suihku. Wc-tila, jossa on lattiakaivo ja alapesusuihku, katsotaan suihkuhuoneeksi vain, jos siinä on koko vartalon pesua varten varattu tila

On hyvä huomata, että suihkualtaalla ja suihkuseinällä on vaikutusta aluejakoon. Suihkuallasta käytettäessä luokittelematon alue alkaa 0,6 m etäisyydeltä suihkualtaan reunasta. Suihkuseinää käytettäessä alueen 1 mitta ulottuu 1,2 m etäisyydelle vesipisteestä suihkuseinän ympäri mitattuna.

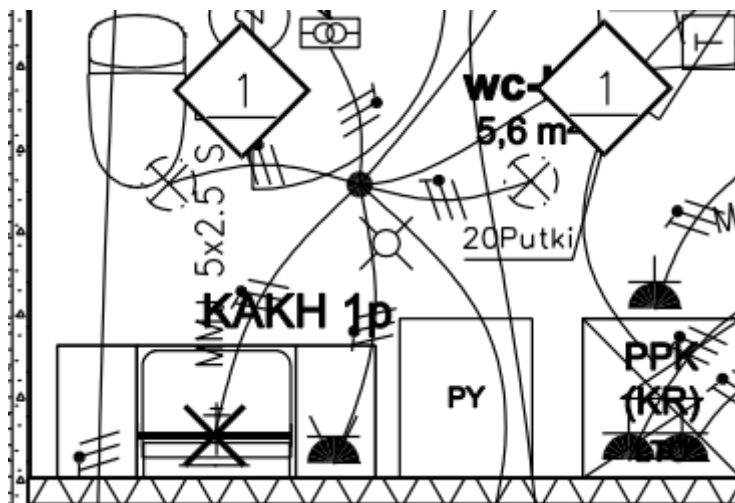
Jos kylpy- tai suihkutila liittyy saunan löylyhuoneeseen, alueiden 1 ja 2 ulkopuolella olevien sähkölaitteiden kotelointiluokka pitää olla vähintään IP21, kun aiemmin riitti IP 20. On hyvä huomata, että samat kotelointiluokkavaatimukset koskevat myös pienoispännitteisiä asennuksia, esimerkiksi halogeenivalaistusasennuksia (9).

Kohteessa oleva pesuhuone katsotaan suihkuhuoneeksi, jolloin sitä koskevat määräykset astuvat voimaan kuvan 9 mukaisesti. Lisäksi suihkuhuoneen yhteydessä on löylyhuone, jolloin kansallinen lisävaatimus osoittaa IP-luokitukselle kohottavan vaatimuksen IP20->IP21.

Kohteessa olevassa erillisessä vessassa ei ole lattiakaivoa, joten huoneen kohdalla ei noudateta suihkuhuoneen määräyksiä.



KUVA 9. Kosteiden tilojen aluemäärittelykuva (10).



KUVA 10. Kuvassa esiintyvä pistorasia on pesuhuoneen kalusteen sisässä oleva pistorasia, jolloin ehdot etäisyyksistä täyttyvät.

4.3 Kaapeleiden valinta kohteeseen

D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo sivu 127 määrittelee kaapelivalinnaksi tässä kohteessa seuraavaa.

Yleisesti asennuksissa voidaan käyttää luokan Eca-kaapeleita, joille keskeinen paloturvallisuusominaisuus on, ettei kaapeli yksittäin asennettuna edistä paloa. Palo-ominaisuksiltaan huonompia Fca-luokan kaapeleita ei saa rakennuksen sisällä viedä 5 metriä pidempää matkaa tai vaihtoehtoisesti Fca-luokan kaapelin voidaan tuoda omana palo-osastona olevaan keskustilaan (11).

Lisäksi D1-2017 käsikirjassa kerrotaan sivulla 194 erilaisia määritelmiä kaapeleille. Nämä tunnusmerkit täyttyvät kyllä suomalaisten tukkuliikkeiden tarjoamissa vaihtoehtoisissa, joten niitä ei tässä opinnäytetyössä tarkemmin esitellä.

Näin ollen kohde tullaan kaapeloimaan suunnitelmien mukaisesti Eca-luokan kaapeleilla.

Maakaapeleiden valintaa ohjaavat seuraavat asiat:

Kiinteistön syöttökaapeli tullaan valitsemaan alueen jakeluverkon haltijan valikoimista, tässä tapauksessa Oulun Energia. Muut maakaapeloinnit valitaan D1-2017 s.219 kohdan mukaan:

Maahan asennettavina kaapeleina tulee yleensä käyttää nimellisjännitteeltään +,6/1kV voimakkaapeleita. Kaapelit voivat olla metallivaipallisia, esimerkiksi tyyppiä MCMK, tai metallivaipattomia, esimerkiksi tyyppiä AXMK. Maahan voidaan asentaa muitakin kaapeleita, mikäli ne valmistajan mukaan on tarkoitettu maahan asennettavaksi ja valmistaja antaa tarvittavat asennusohjeet. Maakaapelin asennusta on käsitelty tämän kirjan kohdassa 814 (12).

Kohteen kaapeleiden valinta vikasuojauksessa laskettaessa on aloitettu käyttämällä Oulun Energian antamaa oikosulkuvirran arvoa muuntamalla 4,1 kA. Syöttökaapeliksi valittu AXMK 4x95 S on mitaltaan 86 metriä. Käyttämällä D1-2017 s.104 laskentamallia sekä D1-2017 s.96 taulukon 41.6 kaapeleiden likimääräisiä impedanssiarvoja saamme lasketuksi sähköpääkeskuksen luona olevan liittymäpisteen oikosulkuvirran seuraavilla kaavoilla. Tarkoituksena laskennassa on lisätä kaapelin pituuden, valmistusmateriaalin ja paksuuden mukaan säätyvä kokonaisimpedanssi, jotka kasvaessaan pienentävät oikosulkuvirtaa. Opinnäytetyössä käytetyt kokonaisimpedanssien arvot ovat esillä kuvassa 11. Laskennassa on käytetty myös seuraavia kaapeleita ja mittoja.

Sähköpääkeskus-Monimittarikeskus välinen kaapeli MCMK4x25+25 pituus 2 metriä

Monimittarikeskus-Ryhmäkeskus välinen kaapeli MCMK 4x6+6 pituus 45 metriä

Ryhmäkeskus-Kauimmaisen ulkopistorasian välinen kaapeli MMJ 3x2,5 S pituus 27 metriä

Johdinten poikkipinta mm ²	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z
4 x 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 x 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 x 4	5,480	0,107	5,480			
4 x 6	3,660	0,100	3,660			
4 x 10	2,244	0,094	2,246			
4 x 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 x 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 x 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 x 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 x 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 x 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 x 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 x 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 x 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 x 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 x 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

KUVA 11. Kuvakaappaus D1-2017 s.96 kaapeleiden likimääräiset impedanssit (13).

KAAVA 3 impedanssin laskeminen (14)

$$Z = \frac{(0,95 * Upää(V))}{(\sqrt{3} * Ik (A))} = \Omega$$

Kaavassa 3 0,95 on kerroin, joka ottaa huomioon jännitteen alenemisen, johdoissa, sulakkeissa kytkimissä ja niin edelleen. Upää on pääjännite 400V, Ik virta ampeereina.

Sijoittamalla arvot kaavaan saadaan tulokseksi

$$Z_{muun} = \frac{(0,95 * 400V)}{(\sqrt{3} * 4100A)} = 0,053510\Omega$$

Seuraavaksi käytämme kaavaa neljä lisääntyvän impedanssin laskemiseksi

KAAVA 4 resistanssin laskeminen (15)

$$Z = Z_{muun} + (\text{syöttökaapeli})\Omega * km = \Omega$$

jossa Z_{muun} on impedanssi muuntamalla, Ω syöttökaapelin ominaisresistanssi ja km kaapeli pituuskilometreinä

Sijoiteltuna kaavaan

$$Z_{spk} = 0,053510\Omega + 2 \times 0,406 * 0,086 = 0,123342\Omega$$

Tämän jälkeen voimme laskea oikosulkuvirran pääkeskuksella käyttämällä kaavaa 5.

KAAVA 5 Oikosulkuvirran laskeminen (16)

$$I_{kpa} = \frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * Z_{kok}(\Omega)} = A$$

Kaavassa 5 $0,95$ on kerroin, joka ottaa huomioon jännitteen alenemisen, johdoissa, sulakkeissa kytkimissä jne. Upää on pääjännite $400V$, sekä Z_{kok} kokonaisimpedanssi ohmeina.

Jolloin sijoittamalla annetut arvot kaavaan 5 saadaan

$$I_{kpa} = \frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * 0,123342\Omega} = 1779A$$

Näin ollen voidaan todeta kiinteistön sähköpääkeskuksen luona olevan liittymän oikosulkuvirran olevan 1779A.

Seuraavaksi voimme tarkastella, täytyvätkö suunnitelmissa kauimmaisen sähköpisteen sulake- ja kaapelointivalinnat. Joudumme valitsemaan laskentaan sähköpääkeskuksen ja mittarikeskuksen välisen kaapelin sekä kiinteistön kauimmaisen asunnon syöttökaapelin. Huoneistoissa on käytetty kaapelia MCMK 4x6+6. Käytämme edellisessä laskussa käytettyä D1-2017 esimerkkilaskelmaa, saatuja tuloksia sekä kaavoja 3, 4 ja 5 sekä tässä opinnäytetyössä sivulla 22 esiintyviä kaapeleiden mittoja, jolloin arvoiksi saadaan

$$Z_{sähköpääkeskus} = 0,12334 \Omega$$

$$Z_{mittarikeskus} = 0,12595 \Omega$$

$$Z_{ryhmäkeskus} = 0,45635 \Omega$$

$$I_{kryhmäkeskus} = 480,75 A$$

Nousujohtoa 4x6+6 suojaava 25 A gG-sulake edellyttää kuvan 12 mukaan 110 A oikosulkuvirran toimiakseen 5 sekunnissa, joten toteamme sen täyttävän määräyksen.

Taulukko 41.5. gG-sulakkeiden edellyttämät pienimmät oikosulkuvirrat.

Sulakkeen nimellisvirta [A]	Pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [A]			
	toiminta-aika 0,4 s		toiminta-aika 5,0 s	
	toimintavirta	mitattu arvo	toimintavirta	mitattu arvo
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	206,5
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

KUVA 12. Kuvakaappaus gG-sulakkeiden edellyttämistä pienimmistä oikosulkuvirroista (17).

Lisäksi tarkistamme kuvasta kauimmaisen pistorasian oikosulkuvirran, joka tässä tapauksessa on ulkopistorasiaketjun viimeinen pistorasia, joka sijaitsee terassilla. Käytämme laskennassa suunnitelmassa esiintyvien kaapeleiden malleja sekä pituuksia, jotka on mainittu tämän opinnäytetyön sivulla 22 sekä kuvasta 11 valittuja arvoja. Lisäksi käytämme kaavaa 3.4 ja 5 sekä kuvan 11 taulukkoa, jolloin suunnitelman kauimmaisen sähköpistorasian kokonaisimpedanssiksi Z_{pr} sekä oikosulkuvirraksi I_{kpr} saadaan

$$Z_{pr} = 0,92993\Omega$$

$$I_{kpr} = 198,4 A$$

Kuvan 13 taulukon mukaan C16 Sulake edellyttää vähintään 160 A oikosulkuvirran toiminnan ajassa 0.4 s. Näin ollen voimme todeta kaapeloinnin mitoittamisen onnistuneen oikosulkuvirtojen laskentojen tuloksen 198 A perusteella.

Taulukko 41.4a. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat.

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

KUVA 13. Kuvakaappaus C-luokan johdonsuojakatkaisijoiden automaattisen poiskytkennän pienimmistä toimintavirroista (18).

4.4 Pistorasiat ja niiden lisäsuojaus

Kohteessa käytetään suojamaadoitettuja pistorasioita SFS6000 määräysten mukaisesti. Pistorasioiden suojauksessa tulee huomioida D1-2017 s. 113 mukaan seuraavaa:

Tavanomaiset maallikon käyttämät enintään 32 A pistorasiat täytyy suojata enintään 20 mA vikavirtasuojalla. Vaatimus koskee asunnoissa, liike- ja toimistorakennuksissa, teollisuusrakennuksissa ja muissa rakennuksissa sisätiloissa olevia pistorasioita. Ulkotiloissa enintään 30 mA vikavirtasuojaa tulee käyttää suojaamaan enintään 32 A pistorasiaa tai siirrettävää laitetta. Ulkotiloihin rinnastetaan myös vastaavat maapohjaiset tilat kuten luolat, tunnelit ja rakennusten alapohjan alapuoliset tilat (19).

Näin ollen kohteessa pistorasioiden ollessa yleensä valaistuksen takana on myös valaistus suojattu vikavirtasuojakytkimellä, vaikka valaistuspisteitäkin koskevat määräykset sitä edellyttävät. Asetus D1-2017 s.113 antaa myös mahdollisuuden poiketa pistorasian tarvitseman vikavirtasuojakytkimen tarpeista.

Seuraavassa on esitetty tapauksia, joista vikavirtasuojaus voidaan jättää pois asuinrakennuksissa ja vastaavissa tiloissa.

Asunnoissa ja vastaavissa tiloissa lisäsuojaus voidaan jättää pois pistorasioista, jotka syöttävät erityistä, määrättyä laitetta, jonka syöttöön katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa. Näitä ovat esimerkiksi jääkaapit ja pakastimet.

Tällaisten laitteiden liittämiseen tarkoitetut pistorasiat pitää sijoittaa siten, että siihen ei ole normaalisti mahdollista liittää mitä tahansa laitteita. Pistorasian pitää sijaita sellaisessa paikassa, ettei se ole helposti luokse päästävässä silloin, kun siihen kytkettävä laite on paikallaan. Jos pistorasian käyttötarkoitus ei ole selkeästi havaittavissa, pitää käyttää opaskilpeä esim. ”Vain jääkaapin liittämiseen” lisäksi samassa huoneessa tulee olla vikavirtasuojalla suojattuja pistorasioita (20).

Kohteessa sijaitsevat jääkaapit ja pakastimet sekä palohälytínryhmä on jätetty vikavirtasuojakytkimien vaikutuksen ulkopuolelle ryhmäkeskuksessa. Rasiat merkitään lopuksi luotettavalla tavalla, josta käy ilmi niiden käyttötarkoitus

4.5 Sähkölaitteiden kotelointi

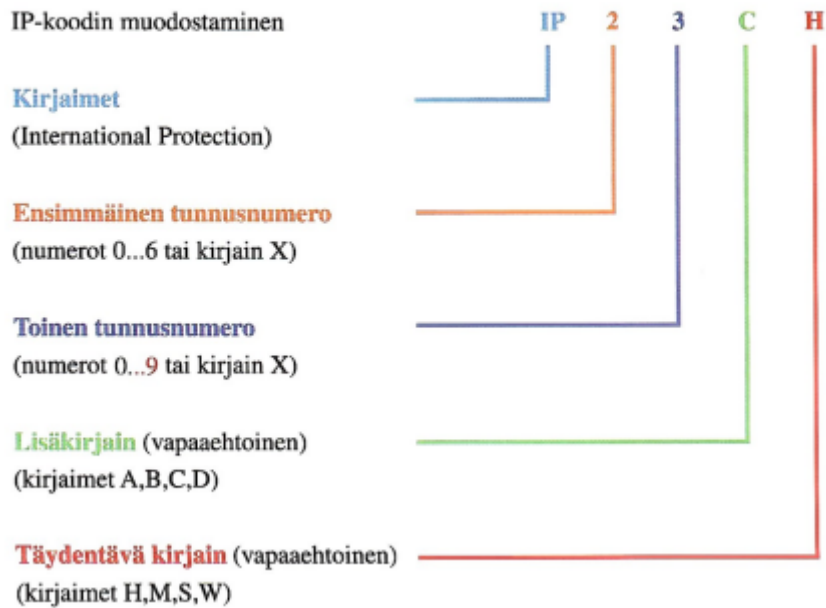
Erilaiset tilat vaativat erilaisia kotelointiluokkia eri sähköasennuksissa käytetyiltä tuotteilta. Sähkölaitteiden koteloinnista sanotaan D1-2017 käsikirja rakennusten sähköasennuksista, sähköinfo, s.172. Kotelointiluokkien valinnassa auttavat kuvien 14 ja 15 kaltaiset taulukot.

Sähkölaitteiden kotelointiluokituksessa on käytössä kansainvälinen IP-luokitus, jonka sisältö on esitetty standardissa SFS-EN 60 529.

Sähkölaitteiden käyttöolosuhteet vaikuttavat olennaisesti sähkölaitteen kotelointi-luokkavaatimuksiin, joten kotelointiluokkien tuntemus on välttämätöntä, jotta laitteet osataan valita oikein erilaisiin olosuhteisiin. Seuraavassa on käyty lyhyesti läpi IP-luokituksen keskeiset kohdat (21).

Kotelointiluokan tunnus (IP-koodi)

IP-koodin muodostaminen



KUVA 14. IP-luokituksen tulkintakaavio (21).

Jos tunnusnumeroa ei tarvitse ilmaista, se korvataan kirjaimella X tai kirjaimella XX, jos molemmat tunnusnumerot jätetään pois. Lisäkirjaimet ja täydentävät kirjaimet voidaan jättää pois korvaamatta niitä millään merkinnällä (21).

Ensimmäinen numero

Laite on suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkärsylytä seuraavasti:

- 0 Suojaamaton
- 1 Kun esineen halkaisija on yli 50 mm
- 2 Kun esineen halkaisija on yli 12,5 mm
- 3 Kun esineen halkaisija on yli 2,5 mm
- 4 Kun esineen halkaisija on yli 1,0 mm
- 5 Pölysuojattu
- 6 Pölytiivis

Toinen numero

Laite on suojattu veden sisäänkärsyn haitallisilta vaikutuksilta seuraavasti:

- 0 Suojaamaton
- 1 Pystysuoraan tippuvalta vedeltä
- 2 Tippuvalta vedeltä (+/- 15 astetta)
- 3 Satavalta vedeltä (+/- 60 astetta)
- 4 Roiskuvalta vedeltä
- 5 Vesisuihkulta (joka suunnasta)
- 6 Voimakkaalta vesisuihkulta
- 7 Lyhytaikaisesti upotettuna
- 8 Jatkuvasti upotettuna
- 9 Korkeapaineiselta ja kuumalta vesisuihkulta

Vapaaehtoisella lisäkirjaimella A – D ilmoitetaan, miten laite on erityisesti suojattu koskettamiselta

- A Suojattu nyrkiltä
- B Suojattu sormelta
- C Suojattu työkalulta
- D Suojattu langalta

Esimerkkejä:

IP21 = Suojattu esineeltä, jonka halkaisija on yli 12,5 mm ja pystysuoraan tippuvalta vedeltä

IP44 = Suojattu esineeltä, jonka halkaisija on yli 1,0 mm ja roiskuvalta vedeltä.

IP20C = Suojattu esineeltä, jonka halkaisija on yli 12,5 mm ja suojattu lisäksi työkalulta siten, että 2,5 mm halkaisijaltaan ja 100 mm pitkä työkalu esim. ruuvimeisseli voi mennä laitteen sisään, mutta ei ulotu jännitteeseen osaan.

KUVA 15. Kuvakaappaus Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskuksen STEK internet-sivuilta (22).

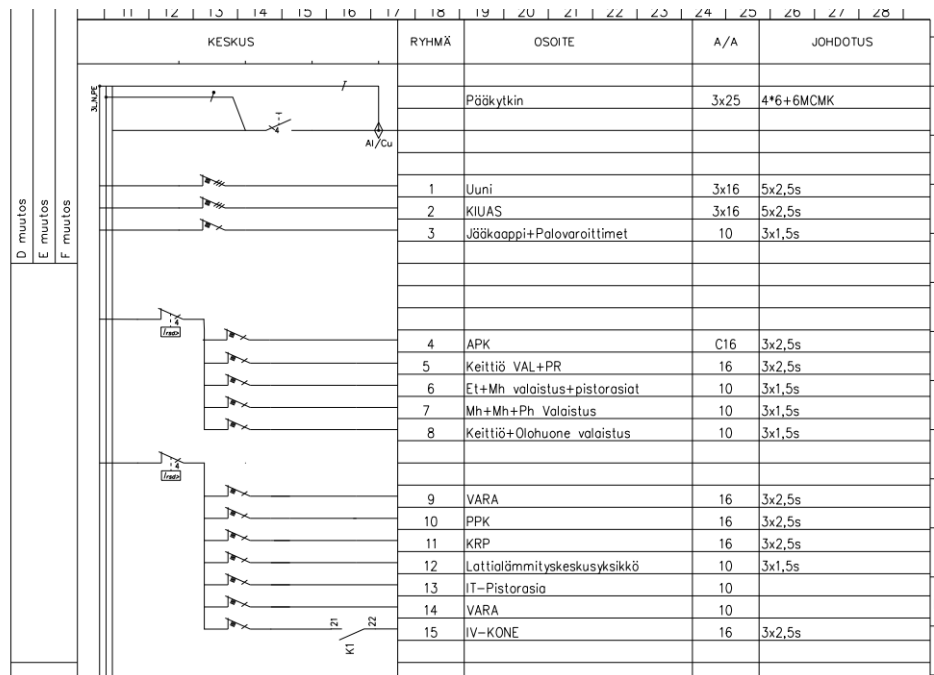
Kohteessa käytettävien kalusteiden, kuten kosteidentilojen ja ulkotilojen erityisvaatimukset on huomioitu esimerkiksi käyttämällä kosteassa tilassa luokan IP- 44 valaisinta sekä ulkona IP44-Luokan ABB Kosti uppopistorasiaa (sähnrö.2516132) ja IP- 44 luokan valaisimia.

5 KESKUKSET

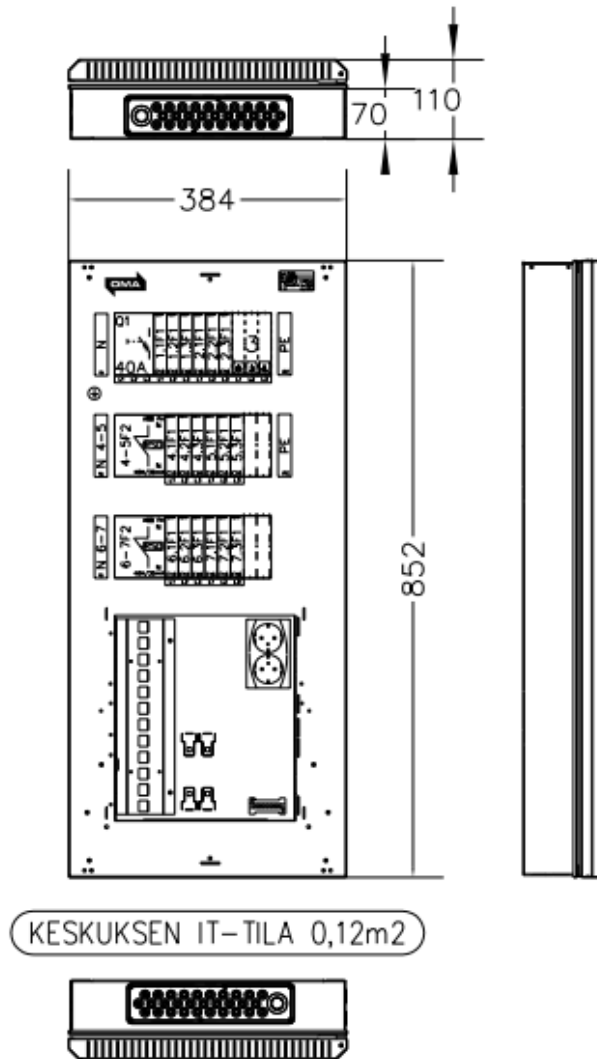
Sähkösuunnitelmissa on oltava myös tarkat suunnitelmat jokaisesta sähkökeskuksesta. On tarkoitus, että kuvissa esiintyvät selkeästi kaikki kaapeloinnit sekä niiden tarvitsemat suojauslaitteet. Seuraavissa kappaleissa on eriteltynä opinnäytetyössä tarvittut sähkökeskukset.

5.1 Ryhmäkeskus

Ryhmäkeskus on suunniteltu tasokuvien perusteella ja ryhmät on numeroitu jo tasokuvien piirtovaiheessa. Ryhmäkeskus on varustettu nelinapaisella pääkytkimellä, kuten kuvasta 16 on nähtävissä sekä kahdella vikavirtakytkimellä, 10 ja 16 ampeerin johdonsuojakatkaisijoilla sekä releellä, joka on tarkoitettu ilmanvaihtojärjestelmän poiskytkentään painattaessa hätäseis-nappia sähköpääkeskushuoneen ulko-oven pielessä. Ryhmäkeskuksen yläosa on varattu vahvavirtakytkenöille. Keskuksen alaosa on varattu yleis- ja antennikaapeloinnille. Ryhmäkeskuksen malli on hyvin yleinen eri valmistajilla, koska siinä saadaan saman keskuskannen alle sijoitettua myös yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmä.



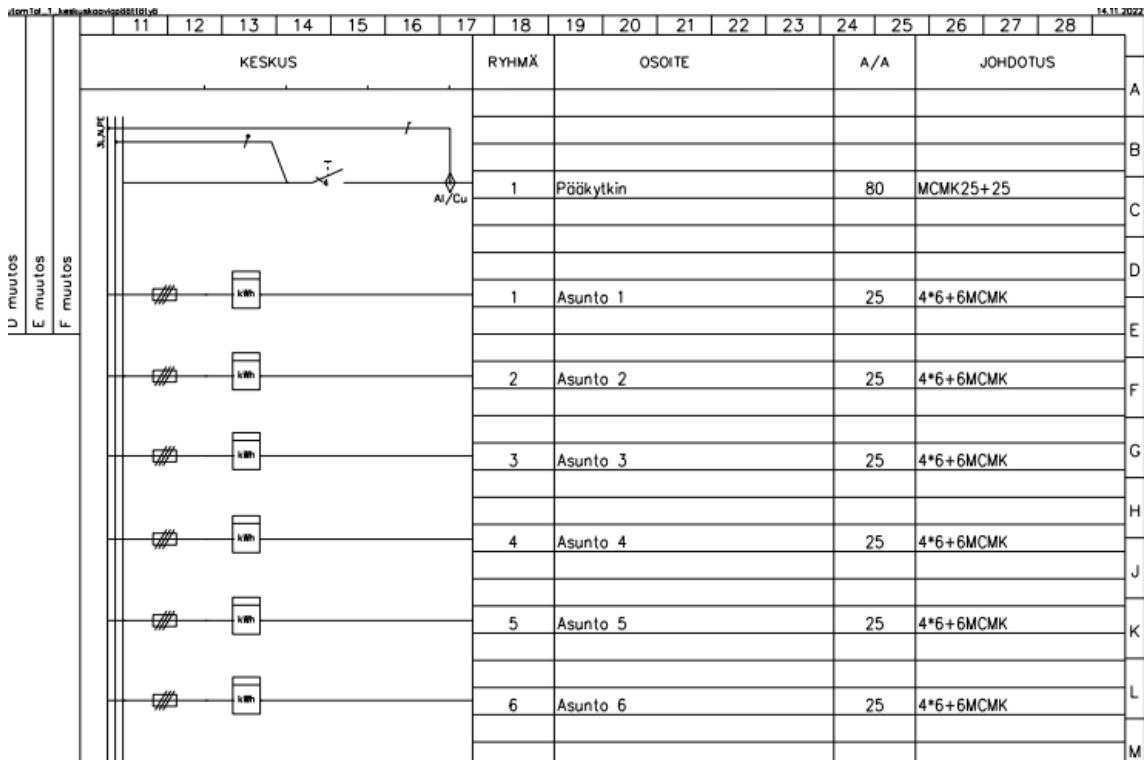
KUVA 16. Ryhmäkeskuksen pääkaavio.



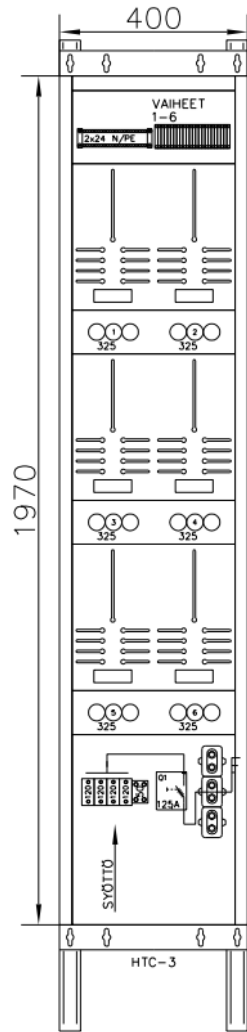
KUVA 17. Ryhmäkeskuksen ns. naamakuvassa on hyvin esitetty IT-tila ja siihen mahtuvat liitännät, jotka ovat CAT6 liittimet, antennihaaroitin ja liittimet sekä kuitupäätetekotelo.

5.2 Monimittarikeskus

Sähköpääkeskushuoneeseen sijoitetaan monimittarikeskus. Keskukseen sijoitetaan jokaisen asunnon oma syöttökaapeli riviliittimille. Keskuksessa sijaitsee jokaiselle asunnolle omat pääsulakkeet ja sähkömittari. Keskuksen syöttö tulee sähköpääkeskuksesta ja siinä on oma pääkytkin. Sulakkeet ja syöttökaapeloinnit ovat usein taloyhtiöiden monimittarikeskuksella samanlaisia, sillä huoneistot ja niiden huipputehot eivät yleensä ole kovin erilaisia. Kuvassa 18 on nähtävissä jokaisen asunnon sähkömittarit. Kuvassa 19 esitetään sähkömittareiden mittareiden oikea asennuspaikka.



KUVA 18. Monimittarikeskuksen pääkaavio.



Monimittarikeskus 3-6 Mittaria

- Syöttö alhaalta/lähdöt ylös. (Tilauksesta myös toisinpäin)
- Toimitus sisältää jalkapalkit. Koko 50*2300mm
- Keskukseen saatavana taustapelti ja läpivientiloipat tilauksesta

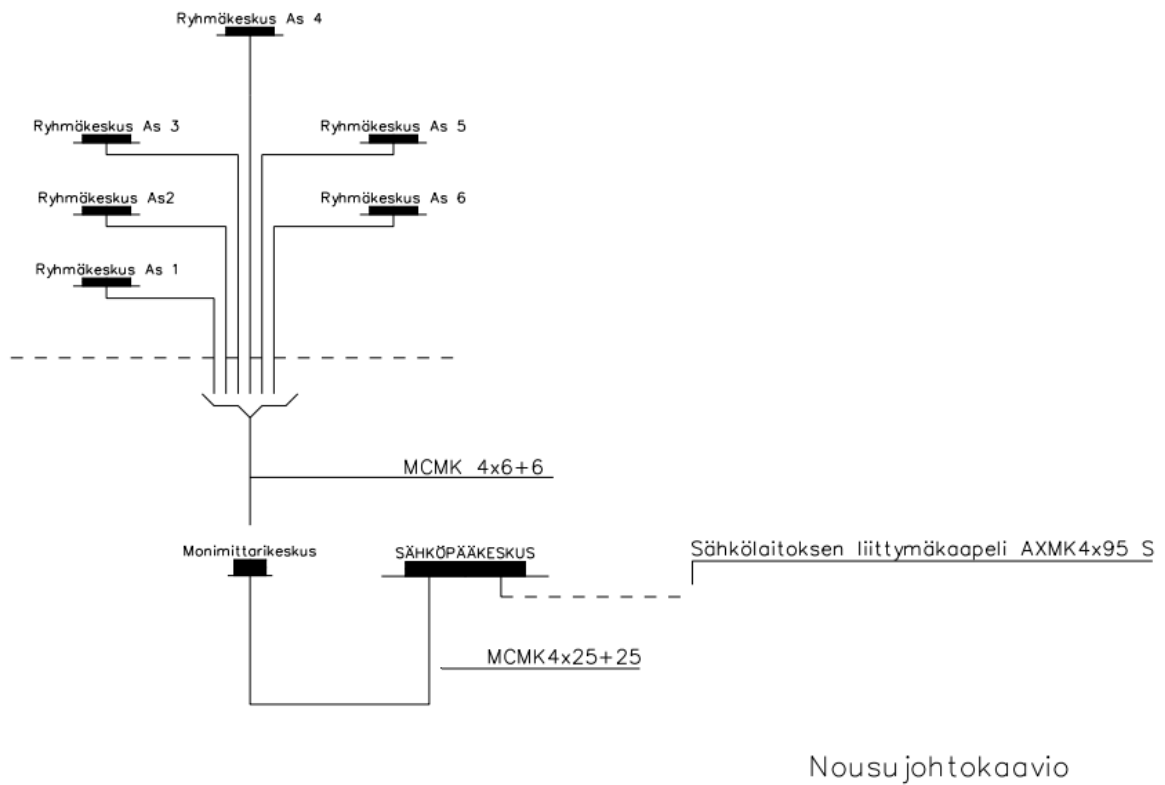
KUVA 19. Monimittarikeskuksen naamakuva, josta ilmenee laitteiston fyysiset mitat ja rakenne. Käytännössä tässä esiintyy yksi kennosto. Ensimmäisessä kennossa on pääkytkimen lisäksi kuusi mittaripaikkaa. Seuraavissa kennoissa on kahdeksan mittaripaikkaa. Näin ollen kahdeksan mittaripaikan lisäyksen myötä tarvitaan uusi kennosto, johon mahtuvat uudet mittarit, jolloin rakenne levenee saman verran sivuttaissuunnassa.

6 NOUSUKAAVIOT

Seuraavaksi työssä on esitetty tarvittavat ns. nousujohtokaaviot. Näiden kaavioiden on tarkoitus esittää, että minkälaisia syöttökaapelointeja tarvitaan kuhunkin asuntoon tai tilaan. Kuvien perusteella voidaan työmaaolosuhteissa tehdä tarvittavat asennukset.

6.1 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavioksi kutsutaan kuvaa, josta ilmenee keskusten väliset syöttökaapeloinnit. Näistä voidaan tarkastella kohteen pää-, ryhmä- ja mittauskeskusten välisiä kaapelointitietoja. Kuvasta selviää myös keskusten sijainnit ja kerrokset, jos kiinteistössä olisi useampi kerros.



KUVA 21. Opinnäytetyössä esiintyvän kohteen nousujohtokaavio.

6.2 Yleiskaapelointijärjestelmä- ja antennikaavio

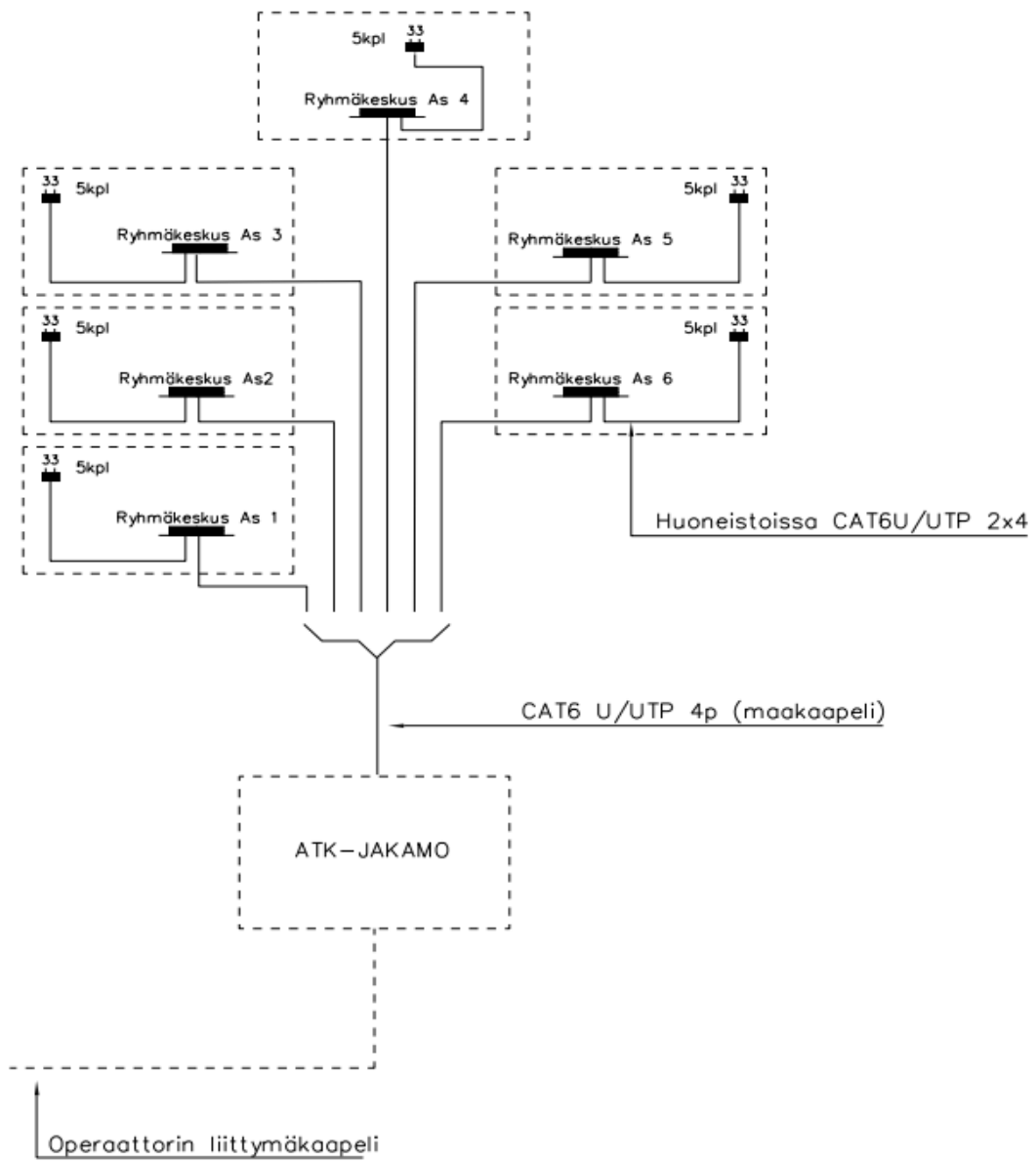
Samaan tapaan kuin vahvavirtakaapeloinneista tulee kiinteistöstä olla myös yleis- ja antennikaapelointijärjestelmistä omat suunnitelmat ja kaaviot, joista ilmenee pisteiden sijainnit ja niihin tarvittavat kaapelit. Ohjeet ja määräykset perustuvat Liikenne- ja viestintäministeriö TRAFICOM:n määräykseen 65 D/2019 (23). Määräyksissä otetaan kantaa liittymästä ja aluekaapeloinneista alkaen aina oikeanlaisien komponenttien valintaan sekä siihen, mitä järjestelmän toiminnalta odotetaan. Huoneistojen ryhmäkeskukselle vedetään yleiskaapelointi, yhteisantenni sekä kuitukaapelit kuvien 22, 23 sekä 24 mukaisesti.

Määräys 65 D/2019 sanoo muun muassa yli 90 metrin kaapeloinneista seuraavaa:

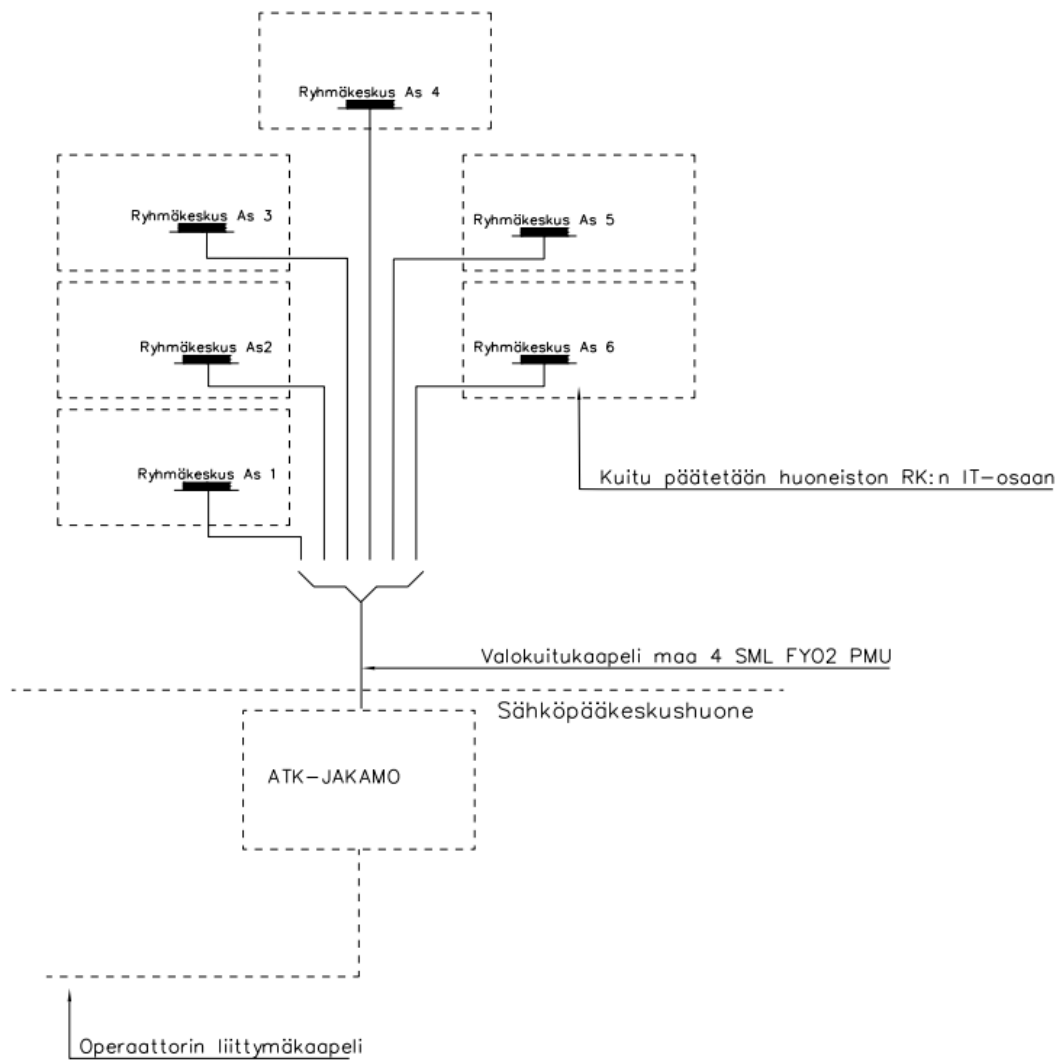
Kaapelivalintaa tehtäessä on myös syytä huomata 12 §:n suorituskykyvaatimukset, joiden mukaan kategorian 6 komponenteilla toteutetun rakennuksen sisäisen aluekaapeloinnin siirtoteiden suorituskyvyn on täytettävä luokan E vaatimukset. Tämä tarkoittaa käytännössä, että rakennuksen sisällä yli 90 m kaapeloinnit on tehtävä telekaapeleilla tai jakamoita on rakennettava tarpeen mukaan (23).

Koska kohteen kaapeleiden enimmäismitta jää huomattavasti alle 90 metrin voidaan todeta, että väljakamoita tai muita ei tarvita ennen kuin järjestelmä on valmiiksi suunniteltu.

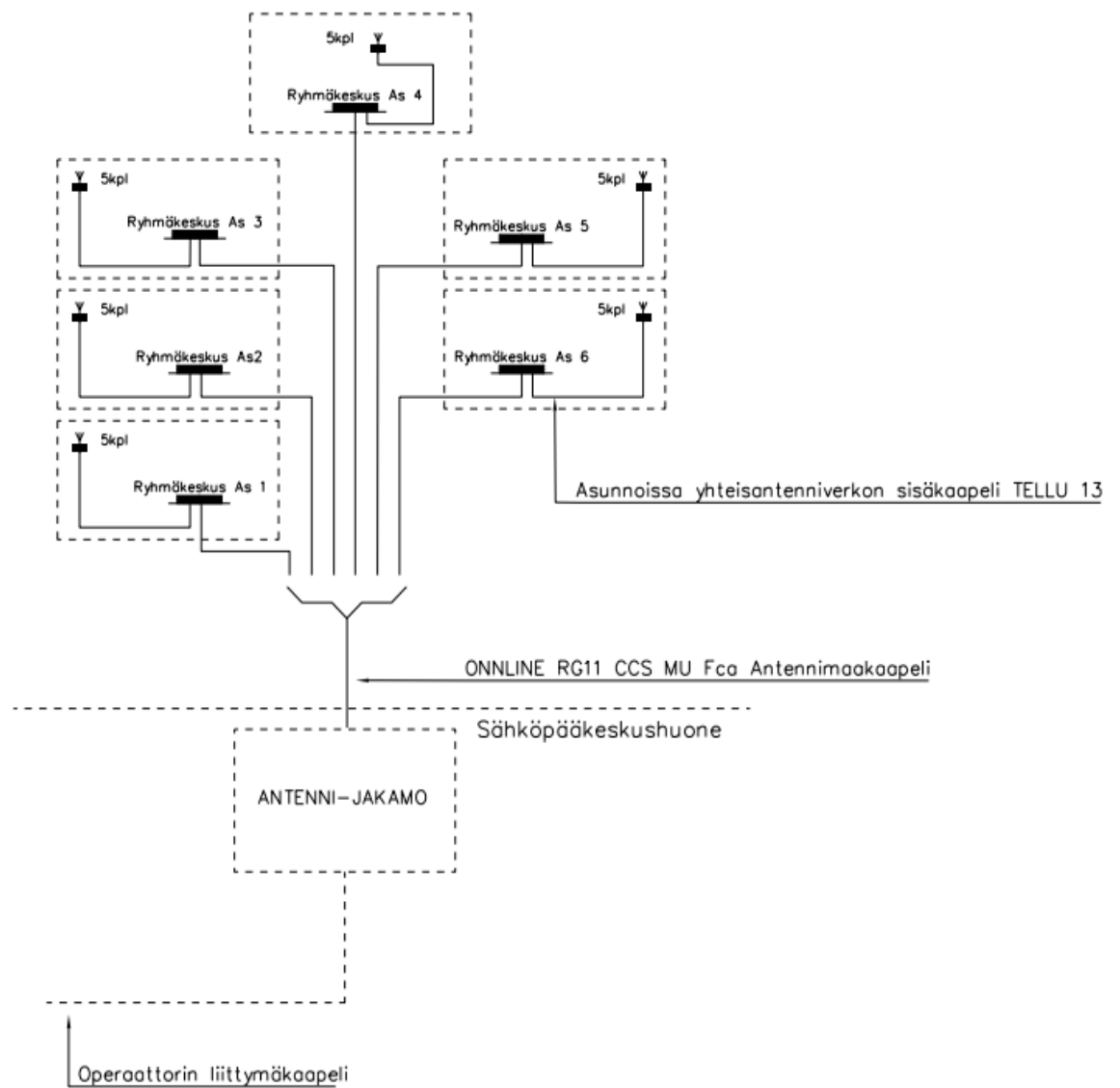
Huoneistoihin kulkevat syöttökaapelit vedetään maan alla mutta kuitenkin putkeen asennettuna, jolloin niihin on valittu ns. maakaapeli. Huoneiston sisällä olevat kaapelit on tarkoitettu sisäasennuksiin. Asuinrakennuksen kaapeloinnin on muodostettava tähtiverkko. Tämä tarkoittaa, että etäjakamojen väliset kaapeloinnit sekä jakamojen että liitäntärasioiden väliset kaapeloinnit suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne muodostavat fyysisesti tähtimäisen rakenteen. Tämän takia huoneistosta päin katsottuna on verkonhaarat huoneista koottu ryhmäkeskukselle ja kiinteistön huoneistojen syötöt sähköpääkeskushuoneessa sijaitsevalle antennijakamolle.



KUVA 22. Yleiskaapelointikaaviosta kuvakaappaus.



KUVA 23. Kuvakaappaus valokuitukaapeleiden nousukaaviosta.

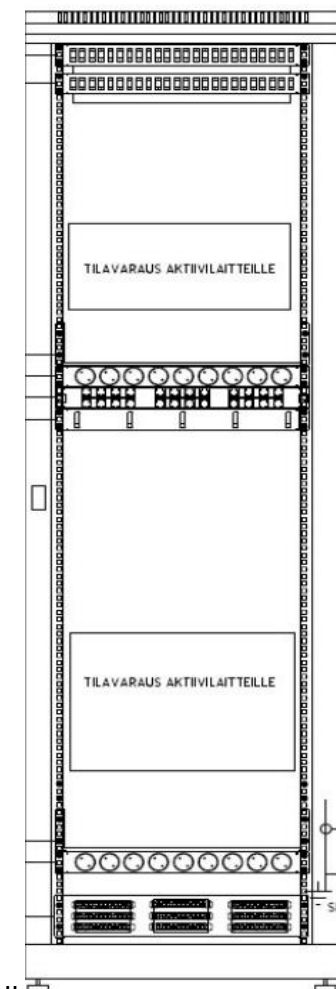


KUVA 24. Kuvakaappaus antennikaaviosta.

Antennikaaviosta on suoritettu signaalintason laskenta käyttämällä valmista Excel-ohjelmaa. Tällöin voidaan varmistaa televisiolähetysten laadukas näkyvyys jokaisessa huoneistossa ja sen jokaisessa antennipisteessä ja varmistaa kohteen järjestelmän laatu ennen rakentamista.

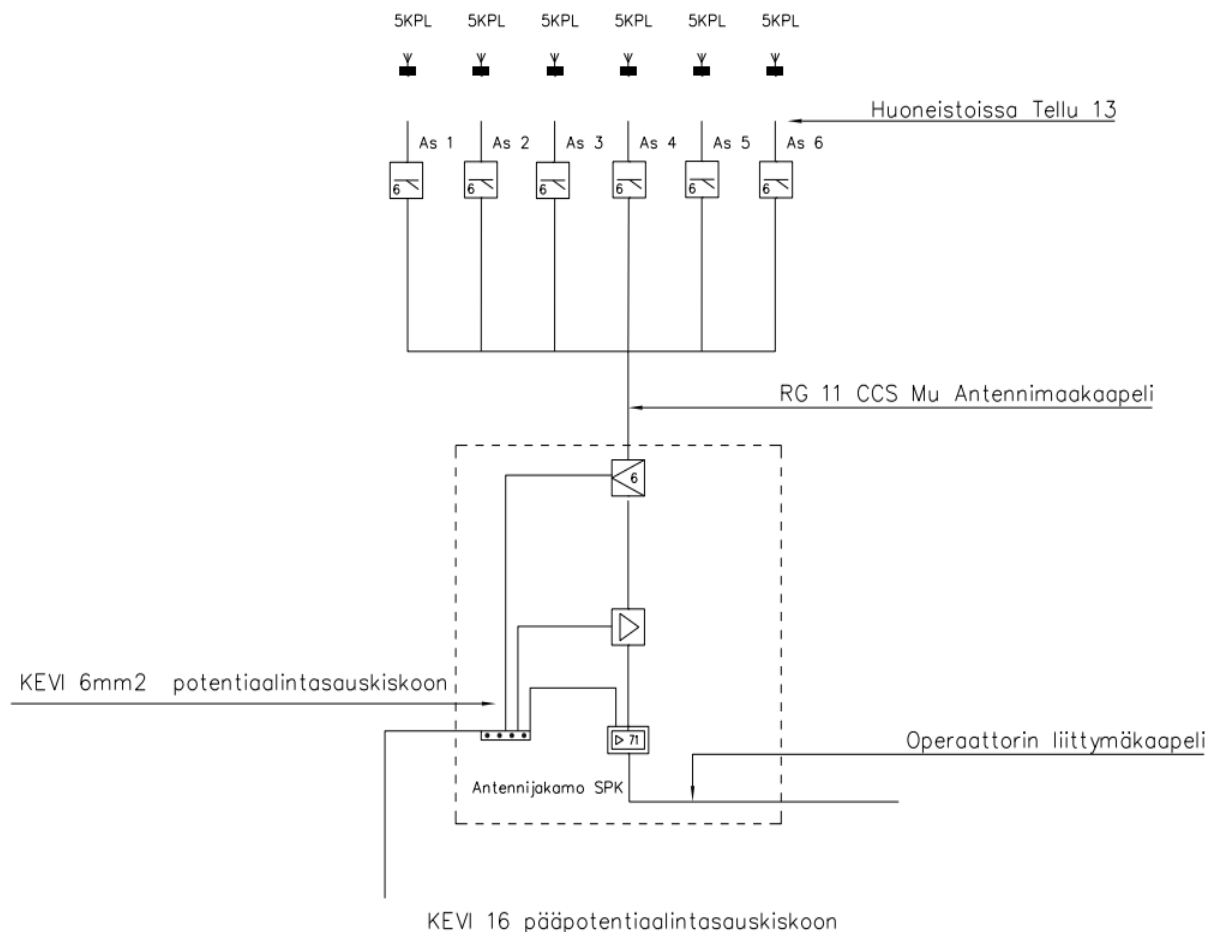
6.3 Antenni ja ATK-jakamo

Antenni ja ATK-jakamo sijaitsevat sähköpääkeskushuoneessa. ATK-jakamoon, eli niin sanottuun ristikytkentäkaappiin, sijoitetaan tarvittava määrä kuitupaneeleja sekä ATK-paneeleja, jotta sinne saadaan kytkettyä ja päätettyä kaikkien asuntojen yleiskaapelointisyötöt. Lisäksi operaattori varustaa kaappia omilla laitteistoillaan. Jakamo sisältää tarvittavan määrän mm. laitehyllyjä, pistorasia-paneeleja sekä valokuitupaneeleja.



KUVA 25. Ns. ristikytkentäkaappi joka tyypillisesti asuinkiinteistöissä sijaitsee sähköpääkeskustilassa.

Antennijakamoon tuodaan alueen operaattorin syöttökaapeli, josta se jaetaan useisiin linjoihin käyttämällä erikokoisia haaroittimia kuvan 26 osoittamalla tavalla. Linjojen määrä lasketaan asuntojen määrän mukaan. Tässä tapauksessa soveltuu haaroitin kuuteen. Lisäksi käytetään erilaisia vahvistimia, joita tarvitaan oikeanlaatuisen signaalin tuottamiseen järjestelmään. Niistä vastaa operaattori.



KUVA 26. Antennijakamosuunnitelmasta kuvakaappaus.

7 MAADOITUSJOHTIMET

Maadoituksista sanotaan SFS6001-1 s.377 kohta 542.3

Maadoitusjohtimien on vastattava kohdan 543.1.1 tai 543.1.2. vaatimuksia. Niiden poikkipinta-ala pitää olla vähintään 6mm²kuparia tai 60mm² terästä. Maahan upotettujen maadoitusjohtimien poikkipintojen pitää olla kuitenkin taulukon 54.1 mukaisia.

Alumiinijohtimia ei saa käyttää maadoitusjohtimina (24)

Suojajohdin voi olla:

-monijohtimisen kaapelin johdin

-eristetty tai paljas johdin jännitteisten johtimien kanssa samassa kotelossa

-kiinteästi asennettu paljas tai eristetty johdin

-Kaapelin metallinen vaippa, armeeraus, konsentrinen johdin tai vastaava kohdan 542.2.2 a) ja b) mukaisesti (25).

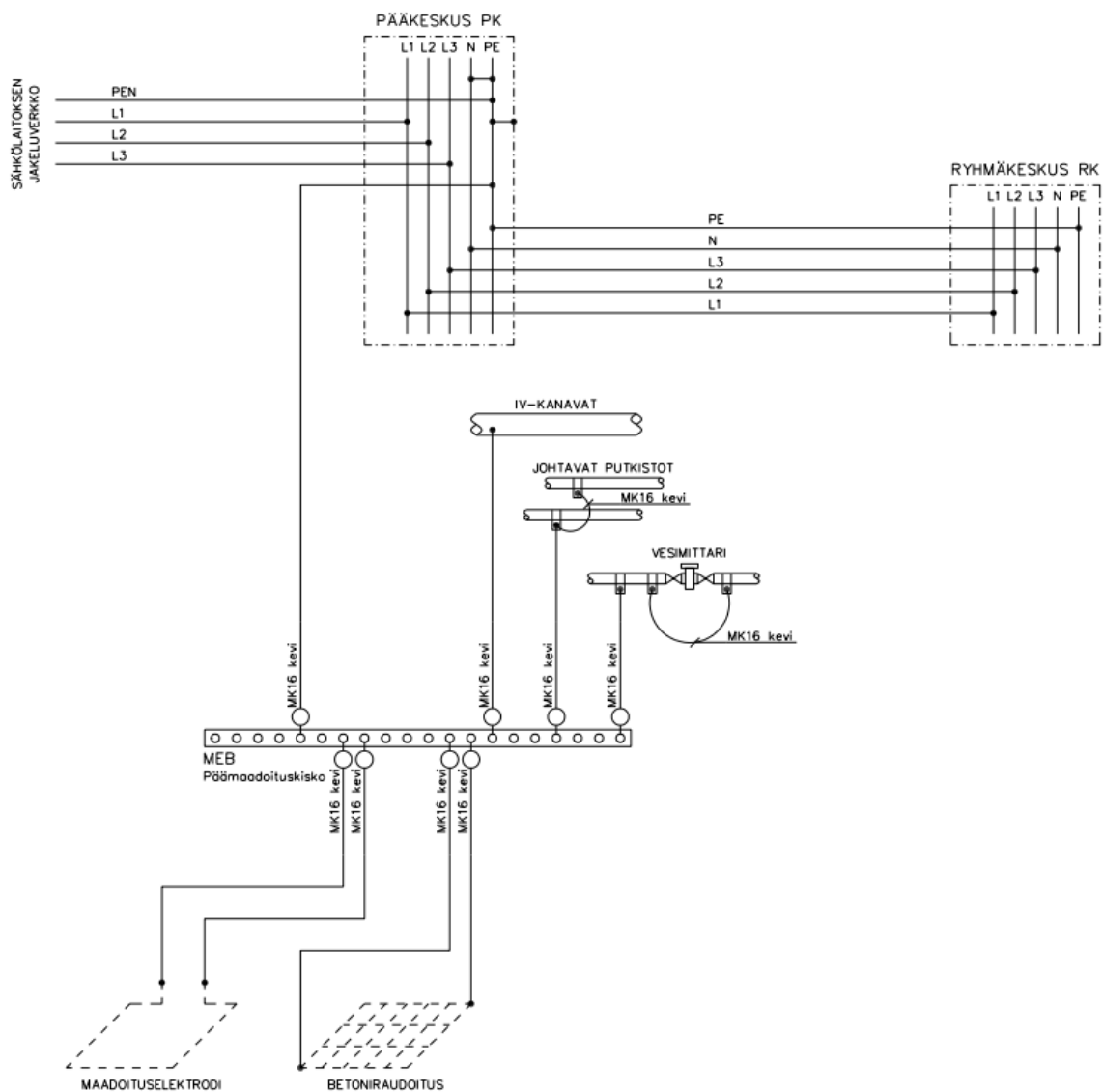
Lisäksi SFS6001-1 s.391 Liite 54C, (opastava) sanotaan:

Standardin SFS6000-4-41 kohdan 411.4.2 mukaan jokaiseen sähköliittymään, jonka syötössä on käytössä PEN-johdin, on tehtävä maadoitusjärjestelmä, joka sisältää maadoituselektrodin Sähköliittymän sisäisessä rakennusten ulkopuolisessa verkossa, jossa käytetään PEN-johdinta, on tehtävä maadoitus jokaisen vähintään 200 m pituisen johtohaaran lopussa tai enintään 200 m päässä siitä.

Maadoitusjärjestelmän tehtävänä on pienentää suurjännitejärjestelmän maasuluista ja syöttävän PEN-Johtimen katkeamisesta aiheutuvia kosketusjännitteitä. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi maadoitusjärjestelmän pitää olla pieni maadoitusresistanssi ja hyvä potentiaalintasausvaikutus. Pienjänniteasennuksen turvallisuuden kannalta potentiaalintasausvaikutus on keskeinen.

Maadoitus elektrodi sijoitetaan liittymässä yleensä pääkeskuksen (keskuksen johon syöttö tuodaan jakeluverkosta) yhteyteen. Jos pääkeskus on rakennuksessa, keskuksen yhteyteen sijoitetaan n kohdan 542.4.1 mukainen päämaadoituskisko, johon liitetään maadoituselektrodi, maadoituksen lisäksi erilaiset potentiaalintasausjohtimet. Jos pääkeskus on rakennuksen ulkopuolella, voidaan maadoituselektrodi kytkeä siihen. Tällöin tehdään liittymässä olevissa rakennuksissa potentiaalintasaus, joka yhdistetään rakennuksissa olevien keskusten suojakiskoon. Jos rakennuksessa on useita keskuksia, jotka ovat yhteydessä toisiinsa suojamaadoitusjohtimilla, riittää että potentiaalintasaus tehdään yhden keskuksen luona. Suurissa rakennuksissa, joissa on toisistaan erillisiä johtavia rakenteita tai teknisiä järjestelmiä, kuten putkistoja tai ilmanvaihtokanavia, potentiaalintasaus on kuitenkin syytä tehdä useamassa keskuksessa (26).

Opinnäytetyönä olevassa kohteessa pääpotentiaalintasauskisko tullaan sijoittamaan sähköpääkeskushuoneessa pääkeskuksen pääkytkimen alapuolelle, näkyvälle paikalle. Siihen tullaan asentamaan kuvassa 27 olevan maadoituskaavion mukaisesti tarvittavat maadoitukset. Rakennuksen perustusten ympäri tulee kiertämään maadoituselektrodi, jonka kumpikin pää kytketään pääpotentiaalintasauskiskoon. Lisäksi maadoitetaan yleiskaapelointi- ja yhteisantennijärjestelmät omilta jakamoiltaan erillisen ohjeen mukaan.



KUVA 27. Rivitalokohteen maadoituskaavio.

8 DOKUMENTAATIO

D1-2017 514.5 s187-191 mainitaan Dokumentaatiosta mm seuraavaa.

Käytön kannalta tarpeelliset dokumentit muodostuvat normaalisti seuraavista:

- 1- *Pääjohtokaavio*
- 2- *Keskusten pääkaaviot virtapiiritunnuksineen*
- 3- *Maadoituskaavio*
- 4- *Virtapiirikohtaiset piirikaaviot*
- 5- *Valmistajan tai toteuttajan antamat asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet*
- 6- *Toimintakuvaukset ja toimintaselostukset*
- 7- *Tasopiirustukset tai vastaavat*
- 8- *Kohteen käyttöönotto- ja mahdolliset varmennus sekä määräaikaistarkastuksien pöytä*

Muut sähkölaitteiston käytössä tarvittavat tiedot.

1.Laitteiston oikosulku ja vikasuojaukseen tarvittavat tiedot.

- Suurimmat ja pienimmät oikosulkuvirrat liittymispisteessä ja eri keskuksilla. oikosulkuvirtojen arvot suositellaan aina laskettavaksi, mutta jos käytettävissä ei ole lähtötietoja laskemista varten, oikosulkuvirrat voidaan selvittää mittaamalla, jos esiintyvä oikosulkuvirta on korkeintaan 5kA. Tätä suuremmilla virroilla mittauksen virhe on useita kymmeniä prosentteja.

- Ryhmäjohtojen vikasuojauksen mitoittamiseen tarvittavat tiedot joko oikosulkuvirta arvoina tai sallittuina suojalaite ja kaapelipituusyhdistelminä (27).

Tässä opinnäytetyössä on toteutettu pääjohtokaavio, keskusten pääkaaviot virtapiiritunnuksineen, maadoituskaaviot, virtapiirikohtaiset piirikaaviot, yleiskaapeli- ja yhteisantennijärjestelmät, tasokuvat sekä valaisinluettelot.

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli näyttää kaikkein olennaisimmat osat määräyksistä ja kriteereistä, joita suunnittelussa on otettu huomioon. Mielestäni sain esiteltyä keskeisimmät määräykset ja laskelmat, joita tarvitaan laadukkaassa sähkösuunnittelussa. Tuloksia on toistaiseksi hankala määrittellä, koska kohde ei ole valmistunut, mutta kuvilla ja laskelmilla on voitu osoittaa suunnitelmien laatu.

Mielestäni opinnäytetyö onnistui hyvin ja onnistuin määrittelemään keskeisiä suunnittelun asioita tiiviiseen pakettiin.

LÄHTEET

1. Sähköinfo. ST-kortisto korttinumero 13.31. Hakupäivä 11.12.2022. <https://sahkoinfo.fi/>.
Vaatii käyttöoikeuden.
2. Tekniikan kaavasto. Tammertekniikka. 15. painos.
3. Oulun Energia. Hakupäivä 11.12.2022. https://www.ouluenergia.fi/contentassets/d73d20ff4da0448cbe19825d80803ec3/liittymisjohdot_ ja_ paasulakekoot.pdf.
4. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
5. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Palovaroittimien vaatimukset, sijoittaminen ja kunnossapito. Hakupäivä 11.12.2022. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/palovaroittimet#38b45933>.
6. Lumme-energia. Paljonko valoa on tarpeeksi? Hakupäivä 11.12.2022. <https://energia.lumme-energia.fi/energiaa/paljonko-valoa-on-tarpeeksi>.
7. Sähköinfo. ST-kortisto korttinumero 51.22. Hakupäivä 11.12.2022. <https://sahkoinfo.fi/>.
Vaatii käyttöoikeuden.
8. D1- 2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
9. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
10. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. Hakupäivä 11.12.2022. <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset#38b45933>.
11. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
12. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
13. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
14. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
15. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
16. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
17. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
18. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
19. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
20. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.
21. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.

22. STEK. Hakupäivä 11.12.2022. <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>.
23. Liikenne- ja viestintäministeriö. Asetus 65 D/2019. Hakupäivä 11.12.2022. <https://www.trafficom.fi/fi/sisaverkot?toggle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%2065%20kiinteist%C3%B6n%20sis%C3%A4verkoista%20ja%20teleurakoinnista>.
24. SFS6001-1 Pienjännitesähköasennukset, yleisvaatimukset. Kohta 542.3. 1.painos. Lokakuu 2017.
25. SFS6001-1 Pienjännitesähköasennukset, yleisvaatimukset. Kohta 543.3. 1.painos. Lokakuu 2017.
26. SFS6001-1 Pienjännitesähköasennukset, yleisvaatimukset. Liite 54D. 1.painos. Lokakuu 2017.
27. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo.

LIITTEET

Osa liitteistä on luottamuksellisia, eikä niitä laiteta julkiseen levitykseen.

Liite 1 Asemakuva

Liite 2 Pohjakuva (Arkkitehti)

Liite 3 Piirustusluettelo

Liite 4 Nousujohtokaavio

Liite 5 Maadoituskaavio

Liite 6 Sähköpisteet AS1-6

Liite 7 Pääkeskus pääkaavio

Liite 8 Monimittarikeskuksen pääkaavio

Liite 9 Ryhmäkeskus pääkaavio

Liite 10 Antennijärjestelmä

Liite 11 Yleiskaapelointijärjestelmä

Liite 12 Talojakamo