

PERINTEISEN OMAKOTITALON SÄHKÖSUUNNITELMA
JA TULEVAISUUDEN MAHDOLLISUUDET

Ahokas Matias

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Matias Ahokas	Vuosi	2020
Ohjaaja	Ins. Seppo Penttinen		
Toimeksiantaja	Krista Ahokas		
Työn nimi	Perinteisen omakotitalon sähkösuunnitelma ja tulevaisuuden mahdollisuudet		
Sivu- ja liitesivumäärä	53 + 27		

Tämän opinnäytetyön aiheena oli omakotitalon sähkösuunnitelma Tornion Alaraumon kaupunginosaan valmistuvalle uudelle omakotitalolle. Työssä tutkittiin perinteisen sähkösuunnittelun lisäksi palo-, rikos- ja kulunvalvontajärjestelmiin sekä pohdittiin aurinkosähköjärjestelmän laajennusmahdollisuutta taloudellisesta näkökannasta. Lisäksi perehdyttiin sähköauton latauspisteeseen ja laskettiin järjestelmän riittävyys tulevaisuuden varalle.

Tukimateriaalina työssä käytettiin sähköalan standardeja. Varsinainen sähkösuunnittelu ja sen dokumentointi tehtiin CADS-ohjelmistolla. Lisäksi kiinteistöön kirjoitettiin asianmukainen sähköselostus.

Työn tuloksena syntyi omakotitaloon tarpeelliset dokumentit, kuten sähköpisteryhmittelykuvat, ATK- ja antennikaapelointikuvat sekä keskuskuvat. Työn loppuvaiheilla tarkasteltiin aurinkosähkön kannattavuutta suunniteltuun kiinteistöön, jonka todettiin olevan kallis ja kannattamaton vaihtoehto nykyisellä teknologialla.

Opinnäytetyössä tutkittiin myös sähköautoihin ja niiden lataukseen liittyviä asioita. Sähköauton latauspistokkeiden monipuolisuuden vuoksi, niiden asentaminen olemassa olevaan sähköjärjestelmään on yksinkertaista, eikä yleensä vaadi suuria muutoksia olemassa olevaan järjestelmään.

Avainsanat

omakotitalo, sähkösuunnitelma, aurinkopaneelit, sähköauton latauspiste

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of engineering

Author	Matias Ahokas	Year	2020
Supervisor	Seppo Penttinen, Eng		
Commissioned by	Krista Ahokas		
Subject of thesis	Electrical planning for a traditional house with future possibilities		
Number of pages	53 + 27		

The topic of this thesis is electrical planning for a new house built in Ala-Raumo district in Tornio. In this thesis traditional electrical planning as well as fire and crime alarm and access control systems were examined. The cost-effectiveness of solar energy and sufficiency for electrical vehicle charging station was also calculated.

Electrical standards were used as support material. The electrical planning and other documents related to it were made with CADS software. An electrical report was also made for this estate.

As the results of this thesis are the needed documentaries for the newly built house, like the electrical group picture, ADP and antenna pictures and electrical center layouts. At the end of this thesis solar energy cost-effectiveness in the building in question was evaluated, which were determined not to be worth having it with current technology.

In this thesis, electrical vehicles and charging technology were studied. Because of diversity of electrical vehicle charging stations, installing them to the existing electrical system is simple and it does not usually require huge modifications to existing system.

Key words

house, electrical planning, solar energy, electrical vehicle charging station

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	SÄHKÖSUUNNITTELU	9
2.1	Aloituspalaveri	9
2.2	Sähköselostus	9
2.3	Mitoittaminen	10
2.3.1	Neliö- ja huipputehon määrittäminen	11
2.3.2	Kuormitusvirta	13
2.3.3	Liittymiskaapeli ja pääsulakekoko	14
2.4	Sähköpisteryhmitys	17
2.5	ATK- ja antennijärjestelmä	19
2.6	Mittakeskus	21
2.7	Jakokeskus	22
2.8	Oikosulku- ja vikasuojaus	23
2.8.1	Vikavirtasuojaus	24
2.8.2	Oikosulkusuojaus	26
2.8.3	Suojauksen tarkastelu	27
2.9	Asemapiirustus	29
3	KODIN TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT	30
3.1	Palovaroitinjärjestelmä	30
3.2	Kulunvalvontajärjestelmä	31
3.3	Rikosilmäisinjärjestelmä	34
3.4	Lisäjärjestelmiä	35
4	AURINKOPANEELIJÄRJESTELMÄ	38
4.1	Yleistä aurinkopaneeleista	38
4.2	Käyttö asuinkiinteistöissä	38
4.3	Suunniteltavan kiinteistön mahdollisuudet aurinkosähköjärjestelmään	40
4.4	Taloudellisia laskelmia	42
5	SÄHKÖAUTON LATAUSPISTE	44
5.1	Sähköauto	44
5.2	Sähköautojen akut	45
5.3	Sähköauton akkujen lataus	46

5.3.1	Lataustapa 1	46
5.3.2	Lataustapa 2	47
5.3.3	Lataustapa 3	47
5.3.4	Lataustapa 4	48
5.3.5	Käyttö omakotitalossa	48
6	POHDINTA.....	50
	LÄHTEET.....	51
	LIITTEET	53

ALKUSANAT

Tahdon kiittää Krista sekä Joonas Ahokasta opinnäytetyöaiheesta ja sen mahdollistamisesta. Lisäksi kiitän lukuisia opiskelutovereitani sekä opintojeni aikana tutuksi tulleita opiskelijayhdistyksiä ja niiden toimijoita. Koulun henkilökunnasta tahdon kiittää Seppo Penttistä sekä keittolan väkeä, jotka ovat tarjonneet maittavaa ja ravitsevaa ruokaa koko opintojeni ajan.

Kemissä 11.11.2020

Matias Ahokas

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

LVI	lämpö, vesi, ilma
m ²	neliömetri
P _h	huipputeho [kW]
A	pinta-ala [m ²]
I _k	kuormitusvirta [A]
U	Jännite [V]
cosφ	tehokerroin

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään perinteisen uudisrakennuskohteen sähkösuunnitteluun. Suunnittelun tarkoituksena on luoda tarvittavat dokumentit kuten tasopiirustukset ja keskuskaaviot urakoitsijaa varten, sekä edellä mainittujen lisäksi sähköselostus ja tulevaisuuden laajennusmahdollisuuksia rakennuttajaa varten. Nykyaikaista teknologiaa käyttämällä voidaan kuluttajan sähkölaskua pienentää, tästä esimerkkeinä LED-valaisimien käyttö sekä aurinkopaneelit.

Työssä suunniteltava kohde on Tornion Ala-Raumon kaupunginosaan rakennettava uudisrakennus. Rakennuksen LVI-suunnitelmista vastaa LVI-suunnittelu Pohjola Oy ja arkkitehtina toimii Timo Kääriäinen T.Kääriäinen TMI:stä. Tontille rakennetaan kerrosalaltaan 175 m²:n asuinrakennus ja myöhemmin tontille on tarkoitus rakentaa autotalli sekä ulkosauna. Itse käytännön sähkötoista vastaa Tornion Sähkö-Service Oy. Sähköliittymän kohteeseen toimittaa Tornion energia.

Suunnittelutyöhön sisältyy kohteen sähkösuunnittelu sekä sähköselostuksen tekeminen. Lisäksi kohteeseen suunnitellaan tulevaisuuden varalle sähköauton latauspiste, aurinkosähköjärjestelmä sekä palo-, rikos ja kulunvalvontajärjestelmä. Suunnittelu toteutetaan käyttämällä CADS-ohjelmistoa.

2 SÄHKÖSUUNNITTELU

2.1 Aloituspalaveri

Aloituspalaveri käytiin toimeksiantajan Krista Ahokkaan kanssa. Aloituspalaverin tarkoituksena oli keskustella toimeksiantajan tarpeista ja toiveista sekä yhdessä tehdä luonnos sähköpistekuvista. Aloituspalaverissä esille nousseita asioita olivat valaistusratkaisut, kuten makuuhuoneeseen yöpöytien yläpuolelle sijoitettavat valaisinpistorasiat, joiden kytkimet sijaitsevat sängyn molemmin puolin. Lisäksi keskusteltiin muun valaistuksen toteutuksesta, jossa päädyttiin käyttämään pääsääntöisesti LED-spottivaloja niiden energia- ja valotehokkuuden vuoksi, oleskeluhuoneisiin tulee lisäksi vielä yksi valaisinpistorasia koristevalaisimia varten, sekä ikkunoiden yläpuolelle valaisinpistorasiat esimerkiksi jouluvaloja varten.

Kokonaisuudessaan aloituspalaverissa tehty luonnossuunnitelma toimi hyvänä pohjana itse varsinaiselle sähkösuunnittelulle. Aloituspalaverissä myös sovittiin toimeksiantajan kanssa, että suunnitteluprosessin edetessä käydään lisää palaveriä, joissa voidaan sopia mahdollisista muutoksista tai sopia muita suunniteluun liittyviä asioita.

2.2 Sähköselostus

Suunniteltavaan työhön liittyen laaditaan sähköselostus, joka toimii yleisenä dokumenttina sähkötoista sekä niiden tekemisestä. Sähköselostuksessa mainitaan esimerkiksi yleistiedot kohteesta, laitteita ja tarvikkeita koskevat yleiset vaatimukset, yleiset asennusohjeet sekä valaistusjärjestelmät. Edellä mainitut ovat vain esimerkkejä siitä, mitä kaikkea sähköselostuksesta löytyy. Sähköselostus laaditaan S2010- nimikkeistön pohjalta. Suunniteltavan kiinteistön sähköselostus löytyy liitteestä 6.

2.3 Mitoittaminen

Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen on yksi rakennuksen sähkösuunnittelun tärkeimpiä vaiheita. Alimitoitettu sähköverkko tai liittymä rajoittaa rakennuksen käyttöä, kun taas ylimitoitettuna ne aiheuttavat ylimääräisiä kuluja rakennusvaiheessa sekä myöhemmin käyttökuluina. Rakennuksen sähköverkko ja liittymä tulisi mitoittaa siten, että ne ovat riittävän suuria myös tulevaisuudessa, mutta eivät kuitenkaan liian suuria. (ST 13.31. 2018, 1)

Rakennuksen käyttöaste ja sähköverkon kuormitus voi vaihdella rakennuksen elinkaarenaikana hyvinkin paljon. Käyttömenoihin on mahdollista vaikuttaa pienkohteissa vaihtamalla liittymän pääsulakekoko rakennuksen käyttöastetta vastaavaksi. (ST 13.31. 2018, 1.)

Uuden rakennuksen energiatehokkuutta koskevan ympäristöministeriön asetuksen (1010/2017) 32 §:ssä edellytetään, että suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisuuksia sähkön huipputehon tarpeen pienentämiseksi ja sähkötehon ohjattavuuden parantamiseksi. (ST 13.31. 2018, 3.)

Käytännössä huipputehojen tarpeen pienentäminen ja sähkötehon ohjattavuuden parantaminen tarkoittavat kulutuslaitteiden tarpeen mukaista mitoitusta ja valintaa sekä kiinteistöjen sähköverkon rakentamista ja suunnittelemista siten, että kuormia voidaan ylipäättänsä ohjata. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa kiinteistöjen sähköjärjestelmän perusrakenteeseen, asennusten ryhmittykseen sekä varautua ohjaustarpeeseen esimerkiksi keskusrakenteissa ja automaattioratkaisuissa. Tällöin ratkaistaan, millaiseksi kohteen huipputeho muodostuu ja luodaan perusta sille, miten kuormituksen hallinta voidaan erilaisiin ohjauspalveluihin toteuttaa. Suunnitelmissa ja toteutuksessa tavoitellaan ratkaisuja, jotka mahdollistavat tulevaisuudessa älykkään operoinnin sekä kiinteistö- että aluetasolla energian tuotannossa ja käytössä. Jälkikäteen muutokset kiinteistön sähköverkon rakenteisiin voivat olla kalliita ja hankalia toteuttaa. (ST 13.31. 2018, 3.)

Rakennuksen sähköverkon sekä liittymän mitoittamisessa on pyrittävä todelliseen huipputehon selvittämiseen laskemalla se todellisen tai oletetun tehontarpeen mukaan. Suunniteltaessa rakennuksen tehontarvetta ja liittymän kokoa joudutaan tekemään arvio tarvittavasta tehosta rakennuksen laajuuden ja käyttötarkoituksen mukaisesti huomioiden sähkön saannin varmuus, tulevaisuuden sähkötehon tarve sekä mahdolliset muutostarpeet. Suunnitellessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon se, että liittymän tarpeeton ylimitoittaminen ei ole taloudellisesti järkevää. (ST 13.31. 2018, 3.)

Rakennuksen laajuuden sekä käyttötarkoituksen perusteella voidaan tehdä alustava arvio tarvittavasta sähköliittymästä, jota tarkennetaan suunnittelun edetessä sekä laitevalintojen tarkentuessa. (ST 13.31. 2018, 3.)

2.3.1 Neliö- ja huipputehon määrittäminen

Rakennuksen huipputehoon vaikuttavia asioita ovat muun muassa valaisimet, LVI- ja jäähdytyslaitteet sekä rakennuksen varustetaso. Huipputehon mitoituksessa on huomioitava, että kaikki laitteet eivät ole käytössä samanaikaisesti, esimerkkeinä tästä lämmitys ja jäähdytys. (ST 13.31. 2018, 3.)

Adato Energia Oy:n julkaisussa SA 2:08 pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen, esitetyt asuinrakennuksen huipputehon laskentamallit perustuvat erilaisten asuinrakennusten sähkökäytöstä 1980-luvulla tehtyjen kuormitusmittausten tuloksiin. Niiden perusteella tehtyjen tilastollisten tarkasteluiden avulla on laadittu laskentamalli erityyppisten rakennusten huipputehon laskemiseksi. (ST 13.31. 2018, 3.)

Taulukossa 1 on esitettyä huipputehon laskentatavat, jotka eivät ota huomioon suunniteltavan kohteen laitevalintoja ja maalämpöä, vaan kaava perustuu jo toteutuneiden kohteiden huipputehontarpeeseen, joten uudella tekniikalla suunnitellun kohteen huipputeho voi olla pienempi kuin taulukon 1. laskentakaavojen perusteella saatu huipputeho.

Taulukko 1. Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi. (ST 13.31. 2018.)

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

1 Ylitystodennäköisyys noin 1 %.

2 Pieniksi rivitaloiksi lasketaan talot, joissa on enintään 15 asuntoa. Alle 4 asunnon rivitalot lasketaan, kuten omakotitalot, ja saadut tulokset lasketaan yhteen.

3 Vaikka kiuasta ei asennettaisikaan, suositellaan mitoitus kiukaalle myöhempää käyttöä ajatellen.

4 Kaava huomioi vain moottorilämmittimeen varautumisen.

5 Kaava soveltuu kahden tai useamman latauspisteen vähimmäistehon laskentaan.

6 Kaava soveltuu ns. älykkään latausjärjestelmän kokonaistehon mitoitukseen, kuitenkin vähintään 2 kW/latauspiste.

Mikäli kohteeseen on tulossa kaavojen 5 ja 6 mukaan laskettuja pisteitä, niiden tehot on niistä aiheutuvaa kojekuormaa laskettaessa summattava keskenään.

Kun tiedetään suunniteltavan kohteen lämmitettävän pinta-alan olevan 175 m² omakotitalo, jossa lämmitystapana maalämpö ja kohteesta löytyy sähkökiuas,

voidaan huipputeho P_h laskea taulukon 1 osoittamalla kokemusperäisellä laskentakaavalla 1.

$$P_h = 7,5 + 26 * A/1000 \quad (1)$$

missä

P_h on huipputeho [kW]

A on kiinteistön lämmitetty pinta-ala [m²]

$$P_h = 7,5 + 26 * \frac{175m^2}{1000} = 12,05kW$$

2.3.2 Kuormitusvirta

Oleellinen osa suunnittelua on kohteen liittymiskaapelin sekä pääsulakekoon mittaaminen, jota varten pitää laskea liittymän kuormitusvirta I_k .

$$I_k = \frac{P_h}{U * \cos\varphi * \sqrt{3}} \quad (2)$$

missä

I_k on kuormitusvirta [A]

U on Jännite [V]

$\cos\varphi$ on tehokerroin

Kiinteistön tehokertoimeksi $\cos\varphi$ voidaan arvioida 0,96. Kun tiedetään jännitteen olevan 400V, tästä voidaan laskea kuormitusvirta I_k käyttäen kaavaa 2.

$$I_k = \frac{12,05kW}{400V * 0,96 * \sqrt{3}} = 17,93A$$

Yllä laskettuna liittymän kuormitusvirta I_k , jonka avulla voidaan määritellä liittymäkaapeli sekä pääsulakkeet.

2.3.3 Liittymiskaapeli ja pääsulakekoko

Kappaleessa 2.3.1 lasketun kuormitusvirta I_k :n perusteella, voidaan valita kiinteistölle pääsulakkeet ja niitä vastaava kaapeli. Sähköverkkoyhtiöt käyttävät useimmiten tiettyjä standardikokoja, tässä tapauksessa Tornion Energialta sopivien standardi pääsulakekoko on 3x25A ja sitä vastaava kaapeli AXMK 4x25S.








Taulukko 2. Pienimmät sallitut kuormitusvirrat (Erkkilä, Härkönen, Kauppi, Koivisto, Piikkilä & Tiainen. 2019, 41).

gG-tyyppin sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta	Johdon sallittu kuormitus vähintään [A]
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

Taulukossa 2 ilmoitetaan gG-tyyppin sulakkeiden suurin sallittu nimellisvirta ja niihin liitettävien johtojen sallitun kuormituksen vähimmäisvaatimus. Kun tiedetään pääsulakkeiden olevan 25A, voidaan taulukosta 2 nähdä, että johdon sallittu kuormitus pitää olla vähintään 28A.

Taulukossa 3 on lueteltuna referenssiasiennustapoja, joista rivi D2 ”Vaipalliset yksijohdin- tai monijohdinkaapelit suoraan maassa” täsmäävät kiinteistön liittymäkaapelin asennustapaan.

Taulukko 4 Kuormitettavuus ampeereina (Erkkilä, Härkönen, Kauppi, Koivisto, Piikkilä & Tiainen. 2019, 45).

Johtimen nimellis-poikkipinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
mm ²							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari							
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	29	28
4	26	25	32	30	36	37	38
6	34	32	41	38	46	46	48
10	46	43	57	52	63	60	64
16	61	57	76	69	85	78	83
25	80	75	101	90	112	99	110
35	99	92	125	111	138	119	132
50	119	110	151	133	168	140	156
70	151	139	192	168	213	173	192
95	182	167	232	201	258	204	230
120	210	192	269	232	299	231	261
150	240	219	300	258	344	261	293
185	273	248	341	294	392	292	331
240	321	291	400	344	461	336	382
300	367	334	458	394	530	379	427
Alumiini							
2,5	15	14,5	18,5	17,5	21	22	
4	20	19,5	25	24	28	29	
6	26	25	32	30	36	36	
10	36	33	44	41	49	47	63
16	48	44	60	54	66	61	82
25	63	58	79	71	83	77	98
35	77	71	97	86	103	93	
50	93	86	118	104	125	109	117
70	118	108	150	131	160	135	145
95	142	130	181	157	195	159	173
120	164	150	210	181	226	180	200
150	189	172	234	201	261	204	224
185	215	195	266	230	298	228	255
240	252	229	312	269	352	262	298
300	289	263	358	308	406	296	336

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.

Taulukon 3 mukaisen asennustapa D2 saraketta tarkastellessa taulukosta 4 nähdään, että 25mm² alumiinijohtimen kuormitettavuus on 98A. Taulukoita 2, 3 ja 4 tulkitsemalla voidaan todeta, että Tornion Energia Oy:llä tarjolla olevat standardin mukaiset sulake ja kaapelikoot ovat suunniteltavaan kiinteistöön riittäviä.

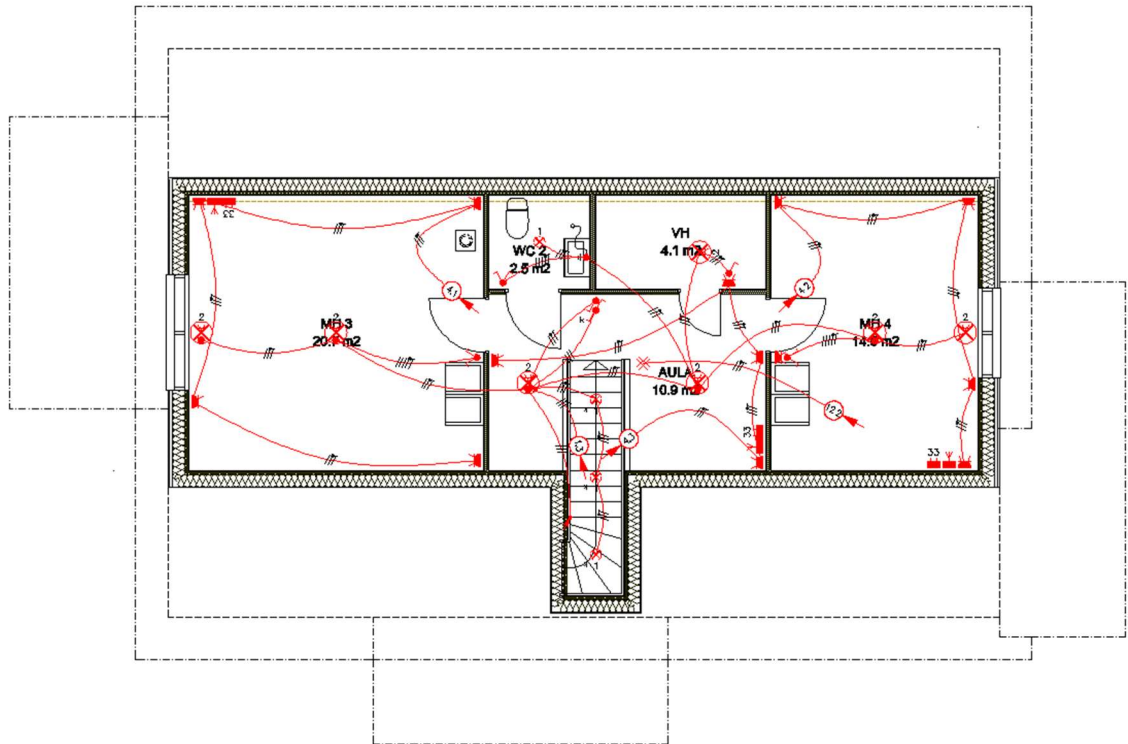
2.4 Sähköpisteryhmitys

Omakotitalon sähkösuunnitelmassa tehdään sähköpisteryhmitys, josta käy ilmi sähköpisteiden sijoituspaikat sekä niihin liittyvät kaapeloinnit. Kuvissa 1 ja 2 on esitettyä suunniteltavan kiinteistön sähköpisteryhmityskuvat.



Kuva 1 Alakerran sähköpisteryhmityskuva

Ensimmäisen kerroksen sähköpisteryhmityskuvassa ovat ikkunoiden yläpuolelle sijoitetut valaisinpistorasiat sekä MH1 valaistuksen ratkaisu, joka toteutettiin tilaajan toivomalla tavalla. Alakerrassa valaistusta toteutetaan pääsääntöisesti LED-alasvaloilla, mutta lisäksi jokaisesta huoneesta löytyy valaisinpistorasiat koristevalaisimia varten. Lisävalaistusta tarvitsevat paikat, kuten keittiön työtasot sekä pesuhuone, on varustettu lisävalaistusta tuovalla LED-nauhalla. Kuvaan ovat sijoitettuna myös ATK- sekä antennirasioiden paikat, joita käsitellään seuraavassa kappaleessa enemmän.



Kuva 2 Yläkerran sähköpisteryhmityskuva

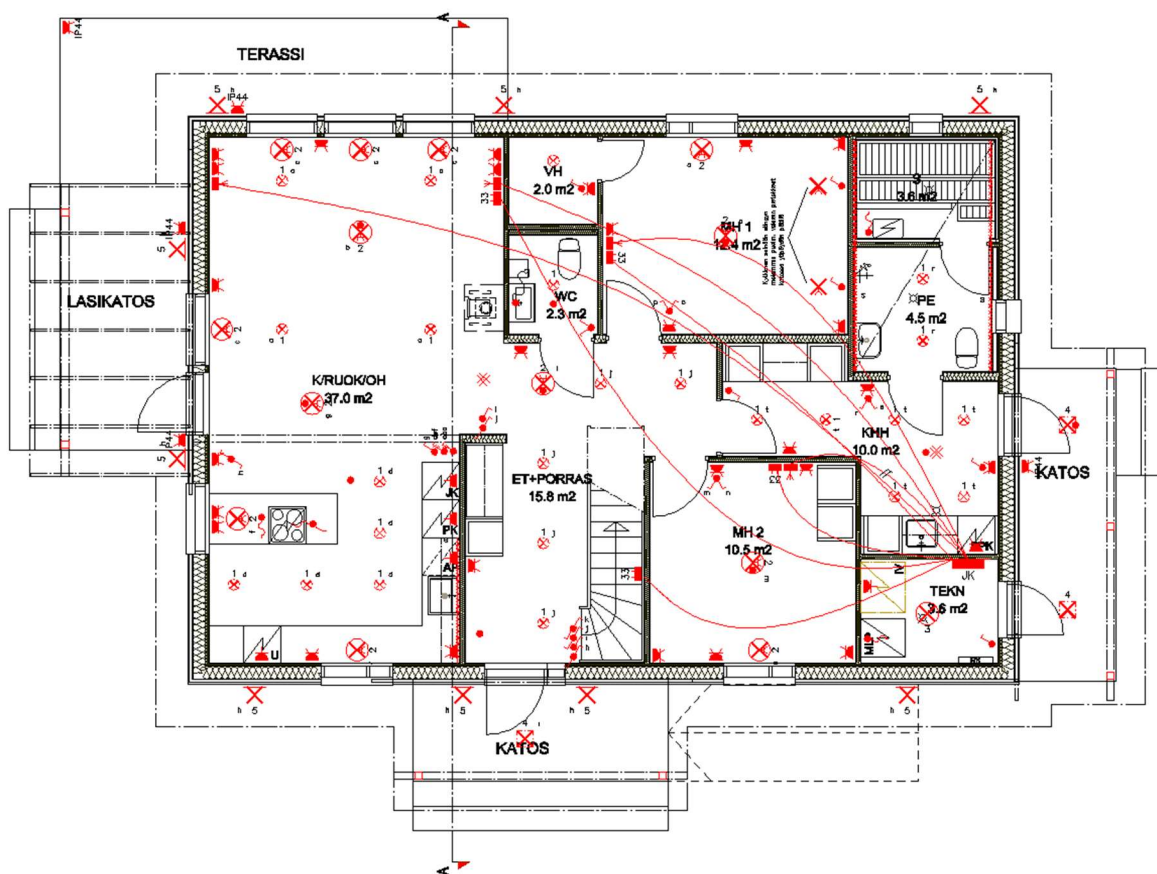
Yläkerran sähköpistekuva on huomattavasti siistimpi, sillä yläkerta koostuu huoneista, joissa ei ole erillistä syöttöä vaativia kodinkoneita. Yläkerran valaistus koostuu pääsääntöisesti valaisinpistorasioista, lukuun ottamatta WC:ssä sijaitsevaa LED-alasvaloa. Kuvaan on sijoitettu myös ATK- sekä antennirasioiden paikat, joita käsitellään seuraavassa kappaleessa enemmän.

Sähköpistekuvat löytyvät suurempina versioina tämän opinnäytetyön liitteestä 1. Sähköpistekuvista toimitetaan tilaajalle paperisten dokumenttien lisäksi sähköiset tiedostot tulevia muutoksia tai tarkasteluita varten.

2.5 ATK- ja antennijärjestelmä

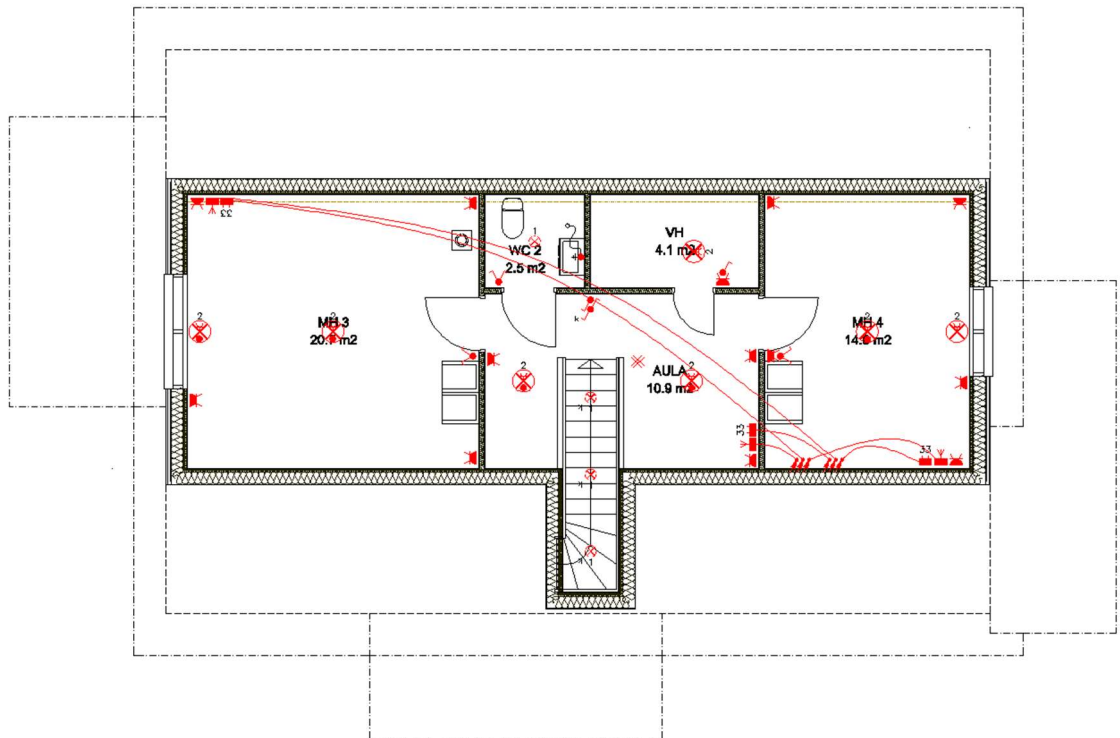
Työssä suunniteltavan kohteen ATK-kaapelointi toteutetaan CAT-6 parikaapelilla. ATK-kaapeloinnin tarkoituksena kyseisessä kiinteistössä on luoda koko asunnon kattava kotiverkko tietoliikennettä varten. Valokuidun, joka yhdistetään kiinteistön kotiverkkoon, toimittaa Kaakamon tietoverkko-osuuskunta.

ATK- sekä antennikaapeloinnista tehtiin omat CAD-kuvat, sillä mikäli kaikki olisi yritetty saada mahtumaan samaan kuvaan, olisi kuvasta tullut lukukelvoton liiallisen informaation vuoksi. Seuraavalla sivulla olevissa kuvissa 3 ja 4 on esitettyä suunniteltavan kiinteistön ATK- ja antennikaapeloinnit. Keskukseen päässä kaapelit merkataan huoneen nimellä ja ne kytketään keskuksen sijoitettavaan kyttimeen. Antennijärjestelmälle tehdään kaapeloinnit TELLU 13 -kaapelilla, mutta ne jätetään varalle, sillä pääsijaisesti antennijärjestelmän tuomat palvelut korvataan IPTV palveluilla. Suuremmat kuvat löytyvät liitteestä 2.



Kuva 3 Alakerran ATK- ja antennikaavio

Tilaajan tarpeita ajatellen, alakertaan sijoitettiin neljä kappaletta kaksiosaisia ATK-rasioita, joista kaksi olohuoneessa ja yksi kummassakin makuuhuoneessa. Lisäksi olohuoneessa ja kummassakin makuuhuoneessa on yksi antennirasia.

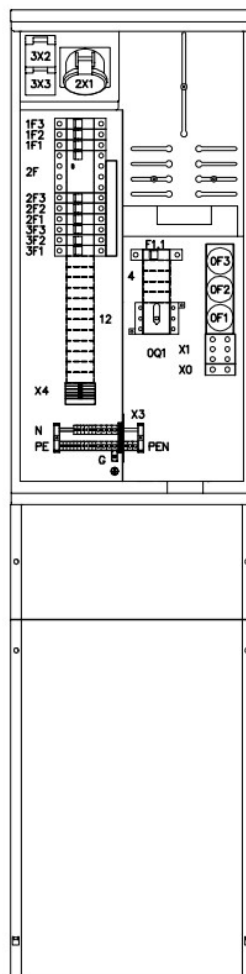


Kuva 4 Yläkerran ATK- ja antennikaaviot

Yläkerran makuuhuoneet ja aula varustettiin antennirasiolla sekä kaksiosaisella ATK rasiolla. Kuvassa MH4 alalaidassa näkyvät nuolet merkkäävät alhaalta tulevien kaapeleiden paikkaa. Kaapelit kytketään alhaalla olevaan keskukseseen.

2.6 Mittakeskus

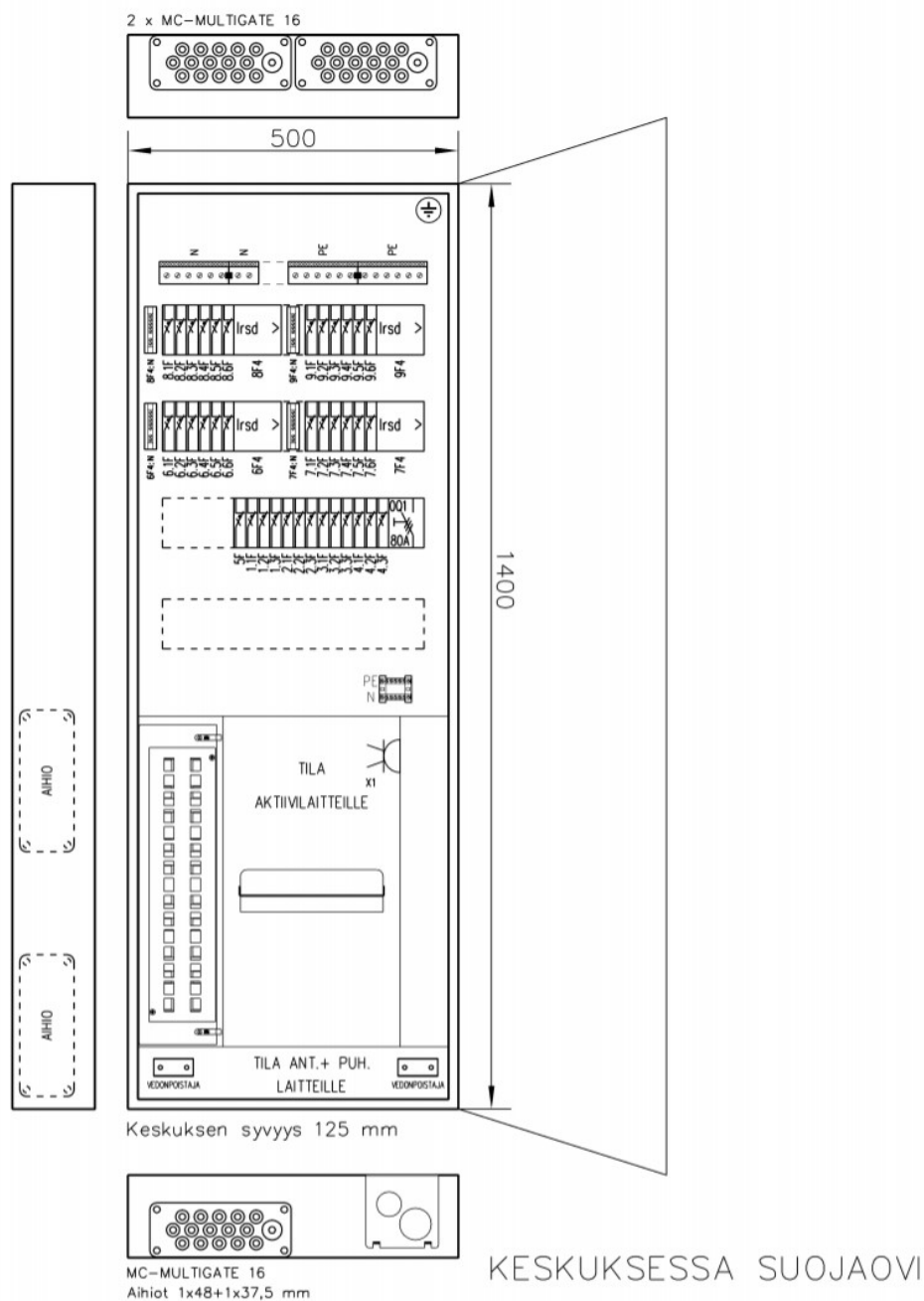
Suunniteltavan kiinteistön mittakeskukseksi valikoitui ABB 1M5T09URJ-L8 keskus, joka on varustettu kiinteällä jalustalla sekä 1-tariffimittauksella. Näiden lisäksi keskuksesta löytyy kaksi pistorasiaa sekä 16A voimavirtapistorasia. Keskusta syöttää AXMK 4X25S kaapeli. Alla olevassa kuvassa 5 on esitettynä mittakeskuksen kokoonpanopiirustus. Tarkemmat kuvat mittakeskuksesta löytyvät liitteestä 3



Kuva 5 Mittakeskuksen kokoonpanokuva (ABB Oy. 2020).

2.7 Jakokeskus

Suunniteltavan kiinteistön jakokeskukseksi valikoitui UTU IT-Bulldog 3836j/1400 V, sillä se on soveltuva omakotitalojen ja muiden pienikiinteistöjen kuivantilan ryhmäkeskukseksi sekä siinä on riittävästi varattua tilaa kotiverkon rakentamista varten.



Kuva 6 Keskukseen kokoonpanokuva (UTU Oy. 2020).

Kuvassa 6 on esitettyä valitun keskuksen kokoonpanokuva. Kokoonpanokuvasta voidaan huomata erityisesti aktiivilaitteille varattu tila sekä suojalaitteiden sijoittuminen itse keskuksen. Keskuksen nousukaapelina käytetään MCMK 4x6+6 kaapelia, joka on taulukoiden 2, 3 ja 4 mukaan riittävä. Suunnittelun tuloksena syntyneet keskuskaaviot löytyvät liitteestä 4.

2.8 Oikosulku- ja vikasuojaus

Kiinteistöjen suojalaitteita määrää sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Lain 6§:ssä määritellään sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset: ” Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Jos sähkölaitte tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 6§)

Lisäksi saman lain 31§ määrää sähkölaitteiston turvallisuus vaatimuksia seuraavasti: ” Sähkölaitteisto on suunniteltava, rakennettava ja korjattava hyvän turvallisuusteknisen käytännön mukaisesti ottaen huomioon 6 §:n 1 momentin 1 kohdassa säädetyt vaatimukset.

Sen lisäksi, mitä 1 momentissa säädetään, sähkölaitteiston on täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset. Olennaiset turvallisuusvaatimukset koskevat suojausta sähköiskulta, suojausta tulipaloa ja kuumuutta vastaan, suojausta muilta haittavaikutuksilta, erityislaitteistojen sekä erityisolosuhteiden vaatimuksia, eri

laitteistojen keskinäistä yhteensopivuutta sekä muita olennaisia rakennevaatimuksia. Vaatimukset koskevat myös tarpeellisia merkintöjä ja asiakirjoja.

Sähkölaitteiston rakenteessa on otettava huomioon Suomessa vallitsevat olosuhteet ja noudatettavat asennustavat.

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin sähkölaitteiston olennaisista turvallisuusvaatimuksista.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 31§)

Jotta sähköturvallisuuslain määräämät vaatimukset täyttyvät suunniteltavan kohteen tapauksessa, pitää määritellä sähkölaitteistoa suojaavat suojalaitteet. Kiinteistöjen sähkölaitteistonsuojaus voidaan jakaa kahteen osaan, vikasuojaukseen ja oikosulkusuojaukseen.

2.8.1 Vikavirtasuojaus

Vikasuojauksen tehtävänä on suojata erityisesti sähkölaitteiston käyttäjää vaarallisuudelta jännitteeltä, joka voi esiintyä eristysvian seurauksena sähkölaitteen runkossa. Jännite tulee kytkeä pois ennen kuin se ehtii aiheuttamaan vaaraa. Vikasuojauksessa on selkeät säännöt, joiden mukaan 32A ryhmäjohtoilla vian täytyy kytkeytyä pois enintään 0,4 sekunnissa. Tätä suuremmilla ryhmäjohtoilla sekä kaikilla pääjohtoilla sallitaan enintään 5,0 sekunnin vian poiskytkentäaika. Vikasuojauksen toteutus tarkastetaan sähkölaitteiston käyttöönottovaiheessa. Vikasuojaus toteutetaan yleensä vikavirtasuojakytkimillä. (Tiainen 2010)



Kuva 7 Vikavirtasuojakytkin (Ensto Oy 2020)

Kuvassa 7 on esimerkki kiinteistöissä käytettävästä vikavirtasuojakytkimestä. Vikavirtasuojakytkimen toiminta perustuu siihen, että sähkölaitteeseen vaihejohtinta pitkin menevä virta palaa nollajohdinta tai toisia vaihejohtimia pitkin, eli niiden virtojen summa on normaali tilanteessa nolla. Mikäli virta poikkeaa nolasta, osa virrasta kulkee väärää reittiä pitkin ja voi aiheuttaa vaaraa. Huonoimmassa tilanteessa virta kulkee ihmisen kautta maahan, joka voi aiheuttaa sydänkamiovärinän tai muita terveydellisiä haittoja. (Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry 2020)

2.8.2 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojaus suojaa pääsääntöisesti johtimia. Oikosulkusuoja kytkee oikosulun pois, ennen kuin johtimen lämpötila nousee niin suureksi, että johtimen eristeet sulavat. Oikosulku suojauksen toiminta tarkastetaan suunnitteluvaiheessa laskennallisesti. (Tiainen, 2010)



Kuva 8. Johdonsuojakatkaisija (Ensto Oy 2020)

Yleisesti omakotitalojen oikosulkusuojuksessa käytetään kuvan 8 kaltaisia johdonsuojakatkaisijoita. Jokaiseen kiinteistöön tulevaan ryhmäjohtoon asennetaan johdonsuojakatkaisija suojaamaan ryhmäjohtoa oikosululta sekä ylikuormituksesta.

2.8.3 Suojauksen tarkastelu

Nykyaikana suojauksen tarkastelu on helppoin toteuttaa CADs-ohjelmiston keskustyökalujen avulla, jotka laskee automaattisesti jokaiselle ryhmälle oikosulkuvirrat, mikäli keskuksen kiinteä oikosulkuvirta tiedetään. Suunniteltavan kiinteistön keskuksen kiinteän oikosulkuvirran saa yksinkertaisesti selville sähköliittymän tarjoavalta sähköyhtiöltä. Tässä tapauksessa sähköyhtiönä on Tornion Energia, josta ilmoitettiin liittymän kiinteäksi oikosulkuvirraksi 301 A.

Keskus	Ryhmä	Tasok...	Kaavi...	Osoite	Johdotus	Kaapelipit...	Max kaap...	Teho (kW)	Ylivirtasu...	Oikosuku...	Jänniteale...	Jäje...
PK	1.1	Kyllä	Ei	Valaistus olohuone	MMJ 3x1.5 S	29.0	50.8	0.0	C 10	140	0.00	0
PK	1.2	Kyllä	Ei	Valaistus eteinen, ...	MMJ 3x1.5 S	22.6	50.8	0.0	C 10	159	0.00	0
PK	2.1	Kyllä	Ei	Valaistus KHH, PH, S	MMJ 3x1.5 S	13.0	50.8	0.0	C 10	199	0.00	0
PK	2.2	Kyllä	Ei	PR KHH, ET, OH	MMJ 3x2.5 S	29.5	37.1	0.0	C 16	177	0.00	0
PK	2.3	Kyllä	Ei	PR keltä	MMJ 3x2.5 S	17.5	37.1	0.0	C 16	213	0.00	0
PK	3.1	Kyllä	Ei	PR MH1	MMJ 3x2.5 S	18.2	37.1	0.0	C 16	210	0.00	0
PK	3.2	Kyllä	Ei	PR MH2	MMJ 3x2.5 S	7.7	37.1	0.0	C 16	254	0.00	0
PK	3.3	Kyllä	Ei	Valaistus makuuhu...	MMJ 3x1.5 S	17.8	126.9	0.0	B 10	177	0.00	0
PK	5.1	Kyllä	Ei	Valaistus ukoseinät	MMJ 3x1.5 S	42.4	126.9	0.0	B 10	112	0.00	0
PK	5.2	Kyllä	Ei	PR Ulko	MMJ 3x2.5 S	33.7	37.1	0.0	C 16	167	0.00	0
PK	5.3	Kyllä	Ei	Valaistus TEKN	MMJ 3x1.5 S	4.9	50.8	0.0	C 10	252	0.00	0
PK	6.1	Kyllä	Ei	Jääkaappi, Pakastin	MMJ 3x1.5 S	10.8	50.8	0.0	C 10	211	0.00	0
PK	6.2	Kyllä	Ei	Astanpesukone	MMJ 3x2.5 S	9.7	37.1	0.0	C 16	245	0.00	0
PK	6.3	Kyllä	Ei	Pakastin	MMJ 3x2.5 S	10.3	37.1	0.0	C 16	242	0.00	0
PK	7	Kyllä	Ei	Lies, Uuni	MMJ 5x2.5 S	16.8	37.1	0.0	C 16	215	0.00	0
PK	7.1	Kyllä	Ei	Liestuuletin	MMJ 3x1.5 S	12.6	50.8	0.0	C 10	201	0.00	0
PK	8	Kyllä	Ei	Kuusi	MMJ 5x2.5 S	8.5	37.1	0.0	C 16	250	0.00	0
PK	9	Kyllä	Ei	NLP	MMJ 5x2.5 S	4.7	37.1	0.0	C 16	271	0.00	0
PK	10	Kyllä	Ei	IV-Kone	MMJ 3x2.5 S	3.8	37.1	0.0	C 16	276	0.00	0
PK	11	Kyllä	Ei	Pyykinpesukone, k...	MMJ 3x2.5 S	2.7	37.1	0.0	C 16	283	0.00	0
PK	12.1	Kyllä	Ei	Palovarotin alakerta	MMJ 3x1.5 S	10.4	50.8	0.0	C 10	213	0.00	0

Kuva 9 CADs-ohjelmiston oikosulkuvirtalaskenta

Kuvassa 9 on esitettyä suunniteltavan kiinteistön CADs-ohjelmiston keskustyökalujen avulla lasketut ryhmäkohtaiset oikosulkuvirrat. Kyseisellä työkalulla voidaan helposti tarkastaa ryhmien kaapelipituudet sekä suurin sallittu kaapelipituus. Kuvassa 9 voidaan huomata myös muutama huutomerkki, jotka tarkoittavat sitä, että ryhmien kaapelipituudet ovat lähellä raja-arvoja. Kuvan vihreät merkit tarkoittavat arvojen olevan kunnossa, mutta varmuuden vuoksi voidaan tarkistaa vielä niin sanotun huonoimman tilanteen toiminta. Huonoimmaksi tilanteeksi valitaan 1,5 mm² ja 2,5 mm² kaapeleiden pisimmät ryhmät, eli tässä tapauksessa ryhmät 5.1 Valaistus ulkoseinät ja 5.2 PR Ulko.

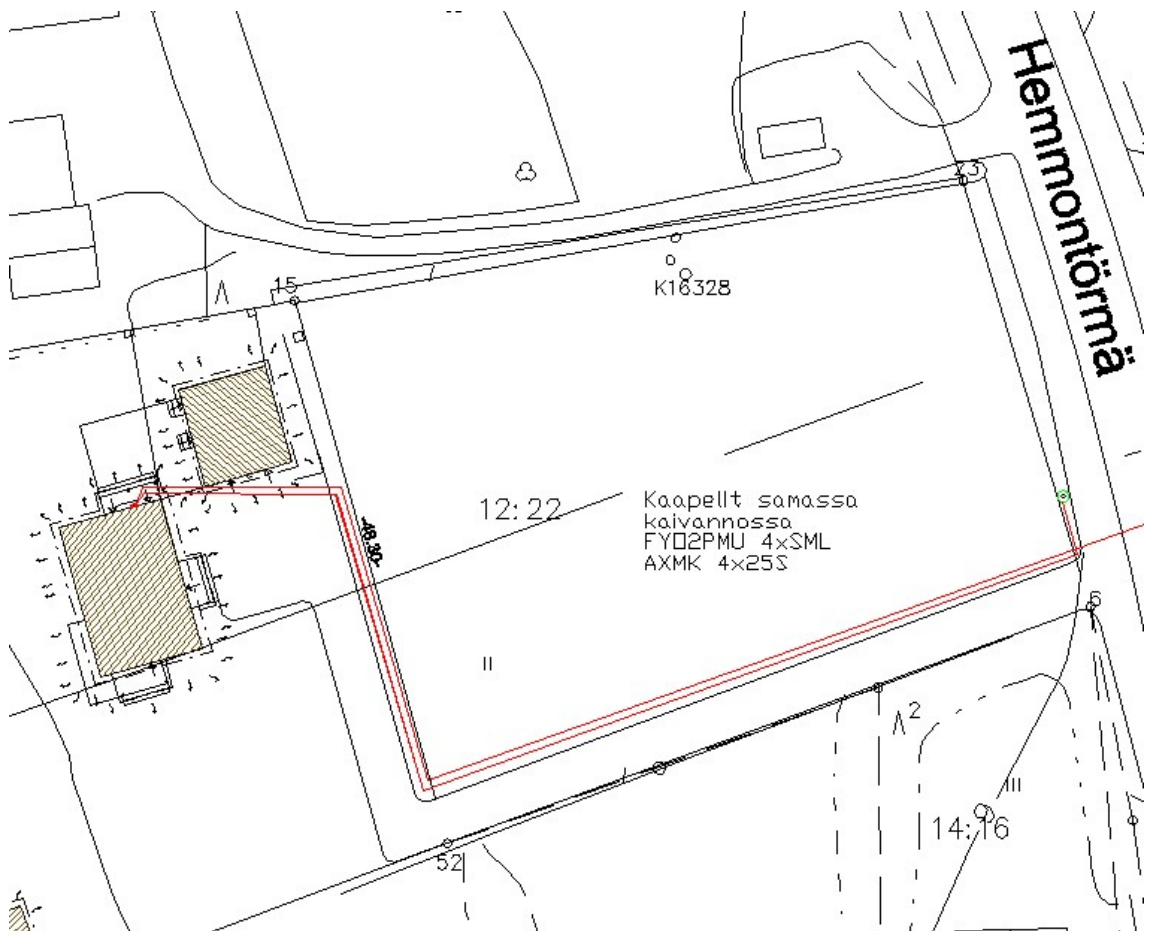
Taulukko 5 Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat eri suojalaitteilla (ST-käsikirja 30)

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

Taulukossa 5 on esitettynä eri suojalaitteille pienimmät mitatut oikosulkuvirrat. Suunnitteluvaiheessa voidaan käyttää laskettuja arvoja, sillä ne ovat riittävän lähellä ja mitattuja arvoja ei ole vielä saatavilla. Taulukon arvoja vertailemalla suunniteltavan kiinteistön pisimpiin ryhmiin voidaan todeta suojauksen riittävyys. Ryhmän 5.1 oikosulkuvirta on 112 A ja suojalaitteena käytetään B10 johdonsuojakatkaisijaa, jolloin oikosulkuvirran tulee olla vähintään 50 A, eli kyseisen ryhmän oikosulkuvirta on hyvinkin riittävä. Ryhmän 5.2 oikosulkuvirta on 167 A ja suojalaitteena käytetään C16, jolloin oikosulkuvirran tulee olla vähintään 160 A, eli kyseisen ryhmän oikosulkuvirta on juuri riittävän suuri.

2.9 Asemapiirustus

Asemapiirustuksessa esitetään laitteiden, komponenttien ja tontin kaapelointien sijoitus rakennusalueella. Asemapiirustuksessa esitetty kaapelireitti helpottaa tulevaisuudessa esimerkiksi pihalueella suoritettavien kaivuutöiden tekemistä. (ST 13.30. 2020)



Kuva 10 Asemapiirustus

Yllä olevassa kuvassa 10 on esitettyä suunnitellun kiinteistön asemapiirustus ja kuten aiemmin jo mainittiin, Tornion Energia tarjoaa AXMK 4x25S kaapelia kyseisen kokoiseen liittymään. Suunnitelmassa käy ilmi kyseisen kaapelin kulureitti tontilla talon liittymäkohdan sekä tien varressa sijaitsevan muuntajan välillä. Samaan kaivantoon tulee syöttökaapelin lisäksi valokuitu. Asemapiirustuksesta löytyy suurempi versio liitteestä 5.

3 KODIN TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT

3.1 Palovaroitinjärjestelmä

Rakennuksen paloturvallisuutta määrää ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Asuntojen on oltava varustettu tarkoituksenmukaisella laitteistolla, joka ilmoittaa varhaisessa vaiheessa alkavasta palosta. (Hovinen, Hänninen, Härkönen, Kauppi, Leino & Orrainen. 2020, 31.)

Taulukko 6. Tiloissa edellytetyt palosta ilmoittavat laitteistot (ympäristöministeriön asetus 848/2017)

Tila	Paikkamäärä	Sähköverkkoon kytketty palovaroitin	Palo- ilmoitin	Hätäkeskuk- seen kytketty paloilmoitin
Asunnot, jotka on kytketty sähköverkkoon	Ei rajoitettu	x		
Majoitustilat	Enintään 50 majoituspaikkaa Yli 50 majoituspaikkaa	x		x
Hoitolaitokset, yleensä	Enintään 25 vuodepaikkaa Yli 25 vuodepaikkaa	x		x
– ympärivuorokautisen käytön päiväkodit	Enintään 50 vuodepaikkaa Yli 50 vuodepaikkaa	x		x
Päivähoitolaitokset	Ei rajoitettu	x		
Päiväkodit ja muut varhaiskasvatuksen tilat	Enintään 150 hoidettavaa Yli 150 hoidettavaa	x	x	
Koulut	Enintään 250 oppilasta 251–500 oppilasta Yli 500 oppilasta	x	x	x

Taulukosta 6 voidaan tulkita, että työssä suunniteltu kiinteistö on asunto, joka on kytketty sähköverkkoon, eli kiinteistössä tulee olla sähköverkkoon kytketty palovaroitin.

Palovaroittimen tarkoitus on antaa hälytys huoneistossa oleskeleville henkilöille riittävän aikaisessa vaiheessa palon alkamisesta. Palovaroittimella tarkoitetaan laitetta, joka havaitsee savun ja antaa akustisen hälytyksen. Asunnon jokainen kerros ja niihin yhteydessä olevat kellarikerrokset sekä ullakot on varustettava

vähintään yhdellä palovaroittimella, kuitenkin niin, että kerroksen jokaista alkavaa 60m² kohden on oltava vähintään yksi palovaroitin. (ST 662.50. 2018. 1-2.)

Näiden asetusten mukaan työn kiinteistöön tulee alakertaan vähintään 2 palovaroitinta sekä yläkertaan 1 palovaroitin. Liitteessä 1 ja 2 ryhmissä 12.1 ja 12.2 käy ilmi palovaroittimien sijoituspaikat.

Palovaroitinjärjestelmän turvallisuutta voidaan parantaa kolmannen osapuolen tarjoamalla palovaroittimella, joka liitettynä palveluntarjoajan järjestelmään kommunikoi muiden palovaroittimien kanssa, jolloin hälytys yhdessä paikassa aiheuttaa hälytyksen joka hälyttimessä. Tässä työssä perehdytään Verisure-järjestelmään, joka yhdistää paikallisen palovaroitinjärjestelmän Verisuren ympärivuorokautiseen hälytyskeskukseen, jonka ansiosta pelastuslaitos saadaan paikalle, vaikka kotona ei olisi ketään.

3.2 Kulunvalvontajärjestelmä

Omakotitalon kulunvalvonta ei tarvitse enää nykYTEknologian vuoksi raskaita, kalliita ja monimutkaisia järjestelmiä. Kulunvalvonta omakotitalossa, jossa ei erillistä kotiautomaatiota ole, on helpoin toteuttaa erilaisilla älylukoilla. Moniin älylukkoihin on mahdollista lisätä myös murtohälytysjärjestelmä.

Suunniteltavaan taloon valikoitui Yale Doorman -älylukko, sillä se vastaa asiakkaan tarpeita ja sen laajennusmahdollisuudet mahdollistavat yhdistämisen myös esimerkiksi Verisuren järjestelmään.



Kuva 11 Yale Doorman -älylukko (Abloy Oy 2020)

Kuvassa 11 on malli, joka asennetaan suunniteltavan kohteen ulko-oviin. Kyseisen mallin IP-luokitus on IP55, joka takaa lukon soveltuvuuden myös ulkokäyttöön. Päätoimisena jännitelähteenä lukossa toimii neljä 1,5V AA alkaliparistoa, yksittäin Doorman-älylukkoa käytettäessä valmistaja lupaa paristoille noin 12 kuukauden käyttöajan. Lukot ovat Assa Abloy -tuotteita, joten ne on testattu samoilla menetelmillä kuin muutkin Assa Abloy -tuotteet. Tuotteille tehdään muun muassa ulkopuoliselta toimijalta tilattuja penetraatiotestauksia, joilla varmistetaan tuotteen turvallisuus. Nykyaikaisessa älylukossa huomioidaan salaustapojen kehittyminen. Yleisesti ottaen älylukoissa käytetään pankkitason salausmenetelmiä, jolloin käyttäjä voi luottaa lukon turvallisuuteen. Lisäksi tuotteet murto-testataan normaalin mekaanisen lukituksen tavoin. (Abloy Oy 2020)

Lukkoon voidaan ohjelmoida maksimissaan 10 kuvan 11 mukaista kulkutunnistetta, joita voidaan jälkikäteen hallita, mikäli kulkutunniste esimerkiksi katoaa. Li-

säksi älylukossa on automaattinen lukitustoiminto, joka lukitsee oven sen sulkeutuessa. Älylukon käyttö on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi useilla kielellä olevien ääniopasteiden avulla. (Abloy Oy 2020)



Kuva 12 Yale Doorman -kulutunniste (Abloy Oy 2020)

Kuvan 12 mukainen kulutunniste on kevyempi, kuin perinteinen avain. Kulutunnisteen lisäksi ovelle voidaan generoida kertakäyttöisiä tai tietyn aikaa voimassa olevia kulkukoodoja, joilla lukon saa auki. Lisäksi lukkoon on saatavilla Yale Smart Home -keskusyksikkö sekä lukkomoduuli, joiden avulla älylukkoa voidaan käyttää mobiilisovelluksella. Tämän avulla oven voi aukaista etänä ja hallita sekä valvoa kulutunnisteita ja niiden käyttöä. (Abloy Oy 2020)

3.3 Rikosilmaisinjärjestelmä

Nykyaikaisiin älylukkoihin on lisäpalveluina saatavilla erilaisia rikosilmaisinjärjestelmiä. Näiden järjestelmien ansioista kiinteistöä voidaan turvata ja laitteita hallita yhden käyttöliittymän takaa. Suunniteltavaan kohteeseen asennettava Yale Doorman -älylukko on yhteensopiva Verisuren hälytysjärjestelmän kanssa.

Verisuren hälytysjärjestelmän saa omien tarpeiden mukaan riittävän kattavaksi. Suunniteltavan kohteen tapauksessa järjestelmään voitaisiin liittää rikosilmaisinjärjestelmä, joka koostuu esimerkiksi Yale Doorman -älylukosta sekä Verisuren ikkunavahdeista. Oveen asennettava älylukko antaa paikallisen hälytyksen sekä sovelluksen kautta käyttäjälle tulevan ilmoituksen, kun taas Verisuren ikkunavahti ilmoittaa, mikäli murtautuminen tapahtuu ikkunoista. Lisäksi Verisurelta on saatavilla palvelu, jossa tarjotaan asiakkaille ympärivuorokautinen päivystävä hälytyskeskuspalvelu. (Verisure Oy 2020)



Kuva 13 Verisuren ikkunavahti (Verisure Oy 2020)

Kuvan 13 Verisuren ikkunavahti perustuu murtotilanteesta aiheutuvaan tärinäan, jonka ansiosta se havaitsee murtoaikkeen ennen kuin ikkuna on saatu auki, siinä missä normaali magneettiin perustuva ilmaisin laukaisee hälytyksen vasta, kun ovi tai ikkuna on jo hajotettu ja sisään murtautuminen tapahtunut.

(Verisure Oy 2020)

3.4 Lisäjärjestelmiä

Edellä mainittujen lisäksi Verisure -järjestelmään on liitettävissä muitakin kodin turvallisuutta parantavia laitteita, joista alla esimerkkejä. Verisuren laitteilla voidaan ennaltaehkäistä ja vähentää kotiin aiheutuvia vahinkoja, joiden korjaaminen voi olla kallista sekä aikaa vievää. Mikäli esimerkiksi vesivahinko huomataan hyvissä ajoin, voidaan asialle tehdä korjaavia toimenpiteitä jo ennen vesivahingon syntymistä. (Verisure Oy 2020)

Verisuren vesi- ja vuotovahti ympärivuorokautiseen valvontaan liitettynä havaitsee vuodon ajoissa. Yleisesti vesivuotoja kiinteistöissä aiheuttavat kodinkoneet kuten astianpesukone, jääkaappi tai tiskiallas, mutta myös kodin muut laitteet, kuten lämminvesivaraaja voi aiheuttaa vesivahingon. Vesi- ja vuotovahti toimii langattomasti, joten se on helppo asentaa paikkoihin, joissa vesivahingon riski on suuri. (Verisure Oy 2020)



Kuva 14 Verisuren turvapainike (Verisure Oy 2020)

Kodin turvallisuutta voidaan parantaa kuvan 14 mukaisella Verisuren turvapainikkeella, joka on pieni seinälle kiinnitettävä laite, jolla on monia eri toimintoja. Turvapainikkeen avulla voi tehdä SOS-hälytyksen, kytkeä hälytyksen päälle yöksi tai asettaa ovikellon merkkiäänen ilmoittamaan, mikäli suojattu ovi aukeaa. Turvapainikkeen helppokäyttöisyyden ansiosta saa kotiin tarvittaessa apua nopeasti sekä ja huomaamattomasti uhkaavissakin tilanteissa. (Verisure Oy 2020)



Kuva 15 Verisuren kamerailmaisiminen (Verisure Oy 2020)

Lisänä muita järjestelmiä tukeva kuvan 15 mukainen kamerailmasin, jonka korkearesoluutioisen kameran ja infrapunasalaman ansiosta Verisuren hälytyskeskus voi reagoida erilaisiin vaaratilanteisiin. Kamerailmaisiminen ottaa kuvasarjan, mikäli sen hälytysjärjestelmä on päällä. Kamerailmaisimen tiedonsiirto on varmennettu salatulla yhteydellä järjestelmän keskusyksikköön. (Verisure Oy 2020)

Aiemmin mainitut ovat vain esimerkkejä siitä, miten Verisuren järjestelmä on laajennettavissa. Monipuolisen turvajärjestelmän avulla kiinteistöön tai sen käyttäjiin kohdistuvia riskejä voidaan vähentää ja ennaltaehkäistä, mutta lisäksi järjestelmän avulla voidaan myös tarkkailla esimerkiksi kodin lämpötilaa sekä säätää sitä silloin, kun koti on tyhjä. Kokonaisuudessaan Verisuren järjestelmä tarjoaa monipuolisen ja kattavan kotiautomaatiojärjestelmän keskitetyllä käyttöliittymällä, ilman raskaita ja kalliita asennustöitä.

4 AURINKOPANEELIJÄRJESTELMÄ

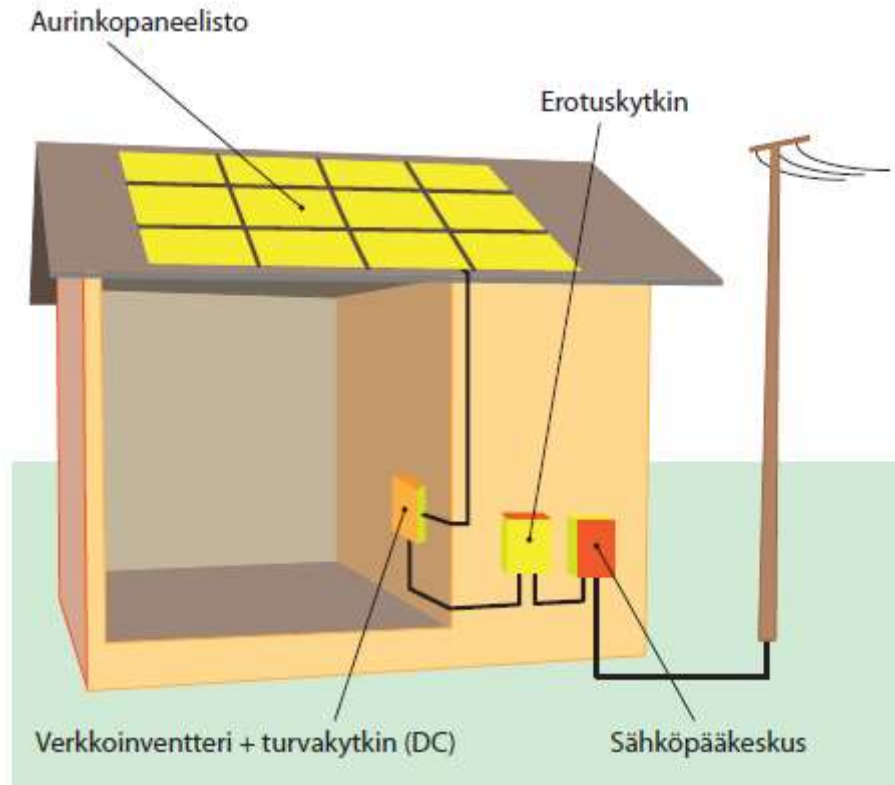
4.1 Yleistä aurinkopaneeleista

Aurinko on erittäin merkittävä energioresurssi, jota voidaan hyödyntää myös kiinteistöjen ostoenergian tarpeen ja kasvihuonepäästöjen pienentämisessä. Itse aurinkosähköpaneeli koostuu aurinkokennoista, jossa yksittäinen kenno on puolijohdin rakenne, joka absorboi auringon säteilyenergiaa ja muuttaa sen tasavirraksi. (ST 55.32. 2019, 1-4.)

Aurinkokennoja valmistetaan lukuisilla erilaisilla tavoilla ja erilaisista materiaaleista, esimerkkinä tästä piipohjainen teknologia, joka perustuu kiteiseen piihin. Piipohjaisessa teknologiassa paneelit koostuvat sarjaan kytketyistä kennoista. Kyseisten paneelien alatyyppejä ovat yksikiteinen ja monikiteinen pii, joista yksikiteinen on hyötysuhteeltaan parempi, mutta kalliimpi valmistaa. Kiteinen piikenno on hyvin ohut ja hauras, joten kenno tarvitsee ympärilleen suojaavan rakenteen, kuten kennojen ja kytkentälankojen tyhjiölaminointi lasilevyn ja taustakalvon väliin, joka suojataan alumiinikehyksellä. Toisena esimerkkinä mainittakoon ohutkalvotekniikka, josta voidaan valmistaa lasipaneelien lisäksi joustavia paneeleja, jotka eivät ole yhtä herkkiä kuljetus- ja asennusvaurioille kuin kiteisestä piistä valmistetut paneelit. (ST 55.32. 2019, 4.)

4.2 Käyttö asuinkiinteistöissä

Aurinkopaneelijärjestelmä vaatii toimiakseen muitakin laitteita kuin pelkän aurinkopaneelin. Paneelin lisäksi tarvitaan verkkoinvertteri, joka muuttaa paneelien tuottaman tasajännitteen 230V vaihtojännitteeksi. Lisäksi voidaan käyttää akustoa, johon voidaan lyhytaikaisesti varastoida tuotettu aurinkosähkö. Nykyaikaisella teknologialla ei kuitenkaan voida varastoida aurinkosähköä pitkäaikaisesti. (ST 55.32. 2019, 4-5.)



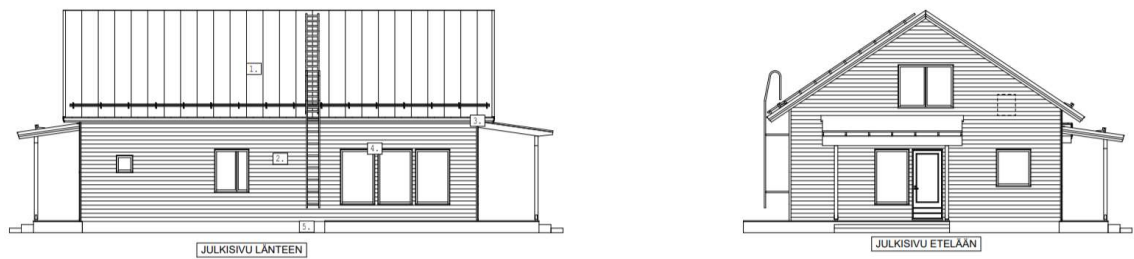
Kuva 16 Aurinkosähköjärjestelmän rakenne (ST 55.32. 2019, 4).

Kuvassa 16 kuvataan aurinkosähköjärjestelmän rakennetta kiinteistössä. Kuvasta voidaan huomata, kuinka aurinkosähköjärjestelmä ei ole itsenäinen järjestelmä, vaan se liitetään jo olemassa olevan sähköjärjestelmän rinnalle. (ST 55.32. 2019, 6.)

Yleisesti ns. paneelikenttä sijoitetaan kiinteistön katolle, julkisivuun tai sopivalle maa-alueelle. Itse rakennus asettaa reunaehdoja asennettavalle järjestelmälle, olipa sitten kyseessä katolle tai julkisivulle asennettava järjestelmä. Esimerkiksi rakennuksen suunta sekä katon kaltevuus vaikuttavat asennustapaan ja järjestelmän tehokkuuteen. Paras vuosituotanto saavutetaan paneeleilla, jotka osoittavat suoraan etelään noin 45° kaltevuuteen asennettuna. Aina paneeleita ei voida asentaa osoittamaan suoraan etelään, joten myös kaakosta lounaaseen suunnatuilla paneeleilla päästään lähelle suoraan etelään suunnatun paneelin vuosittaista energiantuotantoa. Julkisivuasennuksissa tuotto on yleensä noin 25 % pienempi, sillä paneelit ovat alttiimpia varjostukselle. (ST 55.32. 2019, 6.)

4.3 Suunniteltavan kiinteistön mahdollisuudet aurinkosähköjärjestelmään

Suunniteltavan kiinteistön aurinkosähköjärjestelmän mahdollisuuksien pohdinta pitää aloittaa kiinteistön ulkomuodon ja sijainnin tarkastelusta, jotta saadaan selville, voidaanko kiinteistöön järkevästi sijoittaa paneeleita ja täsmäävätkö ilmansuunnat lähellekään suuntia, joista saadaan aurinkoenergiaa tehokkaasti.



Kuva 17 Julkisivut

Kuvasta 17 voidaan huomata rakennuksen olevan harjakattoinen, jolloin rakennuksen kattopinta-alaa voidaan hyödyntää aurinkopaneelien asennuksessa. Leikkauskuvista voidaan mitata kiinteistön kattopinta-ala, joka on noin 183 m², josta osa voidaan hyödyntää aurinkopaneelien asennuksessa.

4.4 Taloudellisia laskelmia

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden karkeassa laskemisessa voidaan käyttää internetistä löytyviä laskentatyökaluja, kuten www.helen.fi sivuston aurinkopaneelilaskuria. Laskuriin syötetään halutun kiinteistön osoite ja kunta, jonka perusteella valitaan oikea kiinteistö. Koska suunnittelemani kiinteistöä ei löydy kartoista vielä, käytin lähistöltä löytyvää lähes täsmäävää kiinteistöä. Valitussa kohteessa kattopinta-ala oli muutaman neliön suurempi, mutta oli sijoitettuna lähes samaan ilmansuuntaan mitä kohdekiinteistö.

Kiinteistön vuosienergia voidaan laskea käyttäen Adato Energia Oy:n julkaisussa SA 2:08 olevaa kaavaa, joka perustuu Fortum Oyj:n tekemään lämmitystapatutkimukseen. (Ala-Kolu, Avikainen, Nummi, Korpelainen & Muttilainen)

$$W = 3600 * n + 110 * A \quad (3)$$

missä

W	on	vuosienergia (kWh)
n	on	kuluttajien määrä
A	on	lämmitetty pinta-ala (m ²)

Oletetaan kiinteistössä asuvan 4 henkinen perhe, ja kun tiedetään kiinteistön lämmitetyn pinta-alan olevan 175m^2 , voidaan kaavaa 3 käyttäen laskea kiinteistön kuluttama vuosienergia W .

$$W = 3600 * 4 + 25 * 175\text{m}^2 = 33650\text{kWh}$$

Todellinen käyttökulu riippuu kuitenkin todellisesta sähkökäytöstä, laitteista sekä muista muuttujista. Kaavalla 3 laskettu vuosittainen kulutus perustuu vanhempaan ei niin energiatehokkaaseen teknologiaan, joten todellisuudessa vuosittainen sähkön kulutus ei ole yhtä suuri kuin laskennallinen arvo.

Helenin internetsivuston mukaan lähes vastaavan kiinteistön suositellaan asennettavaksi 30m^2 aurinkopaneeleita, jotka tuottaisivat maksimissaan noin 4210 kWh vuodessa, joka tarkoittaisi noin 12,5 % vuosittaisesta energiantarpeesta, kun otetaan huomioon, että laskettu arvo on yläkanttiin oleva arvio, voidaan olettaa todellisen vuosittaisen energiantarpeen säästön olevan prosentuaalisesti suurempi. Helenin internetsivuston ehdottamaa aurinkopaneelipaketin hinta on 8460 €. Kun käytetään vertailussa Oulun sähkömyynti Oy:n sähkön hintaa 5,59snt/kWh sekä Kemin Energia ja Vesi Oy:n sähkön siirron hintaa 6,71snt/kWh eli yhteensä 12,3 snt/kWh voidaan laskea säästön olevan maksimissaan 517 € vuodessa. Tällöin järjestelmä maksaisi itsensä takaisin hieman yli 16 vuodessa, mikäli järjestelmä ei aiheuta lisäkuluja.

5 SÄHKÖAUTON LATAUSPISTE

5.1 Sähköauto

Sähkö- ja hybridautot voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri luokkaan, BEV (Battery Electric Vehicle) eli täyssähköauto, HEV (Hybrid Electric Vehicle) eli hybridauto sekä PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) eli ladattava hybridauto. Näistä BEV- ja PHEV-tyypit ovat ajoneuvoja, joita voidaan ladata ajoneuvon ulkopuolisesta teholähteestä. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 7,9.)

Täyssähköauton perusidea on yksinkertainen, koska siinä polttomoottori on korvattu sähkömoottorilla, joka saa taajuusmuuttajan kautta energian ajoakusta. Sähkömoottorin tasainen vääntökäyrä laajalla kierroslukualueella mahdollistaa sen, ettei polttomoottorin vaatimaa tyhjäkäyntiä tarvita. Sähkömoottoria käytettäessä tarpeettomiksi jäävät myös polttomoottoreista tutut monivälityssuhteinen vaihdelaatikko sekä mekaaninen kytkin. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 11.)

Hybridauto kehittyi ennen täyssähköautojen yleistymistä, etenkin kun aasialaiset ajoneuvovalmistajat panostivat hybriditekniikkaan asentamalla polttomoottoriautoon pieni akku sekä sähkömoottori, jotta saadaan auton polttoaineenkulutusta pienennettyä. Polttoaineenkulutuksen pienentyminen perustuu siihen, että sähkömoottori toimii myös generaattorina, jolloin jarrutuksessa syntynyt energia voidaan varastoida. Tämä pienentää kulutusta etenkin kaupunkiajossa. Lisäksi sähkömoottorin voimakkaalla väännöllä voidaan optimoida polttomoottorin työkiertoa, jonka ansiosta polttomoottorin alakierrosvääntöä saadaan heikommaksi, mutta hyötysuhde kasvaa. Tällainen näkyy kulutuksessa etenkin liikkeelle lähdettäessä. Hybridauton pienen akuston vuoksi pelkällä sähköllä on mahdollista ajaa vain muutamia kilometrejä. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 12.)

Täyssähköauton sekä hybridauton lisäksi on olemassa ladattavia hybridautoja, joiden perusrakenne on sama kuin perinteisessä hybridautossa, mutta auton suurempi ajoakku ja tehokkaampi sähkömoottori mahdollistaa normaalin ajamisen pelkän sähkön voimalla, kunhan akussa riittää energiaa. Ajonaikaisen latauksen lisäksi ladattavissa hybrideissä on mahdollisuus ladata autoa myös kiinteästä sähköverkosta. Suuremmat akut mahdollistavat perinteistä hybridautoa pitemmät ajomatkat, jotka ovat noin 20–50 kilometriä. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 13.)

5.2 Sähköautojen akut

Perinteisissä ei-ladattavissa hybridautoissa on pienet, yleensä noin 1 kWh, akut, sillä akkua käytetään käytännössä vain jarrutuksesta aiheutuneen energian talteenottoon. Ladattavan hybridauton akku on noin 10 kWh, perinteisen hybridauton akkua suurempi kapasiteetti mahdollistaa suuremmat ajokilometrit pelkän sähkön avulla. Nykyaikaisen täyssähköauton akku 20–100 kWh. Pelkkä akkukoon kasvattaminen ei kuitenkaan lineaarisesti pidennä toimintamatkaa, sillä akuston kasvattaminen lisää myös ajoneuvon painoa, mikä näkyy taas suoraan energian kulutuksessa. Akkukoot ovat kasvaneet valmistuskustannuksien pienentyessä, tämä näkyykin suoraan sähköautojen kasvaneessa akkukapasiteetissä sekä hintojen laskussa. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 14.)

Sähköauton sähköenergiankulutus vaihtelee 10–30 kWh/100 km:n välillä. Suurin osa autoista pääsee normaali ajossa alle 20 kWh/100 km:n kulutukseen. Nopeuden kasvaessa ilmanvastus kasvaa, joten ajonopeus vaikuttaa suoraan sähköenergian kulutukseen. Myös ilman lämpötila vaikuttaa energian kulutukseen, esimerkiksi talvella moottoritie nopeuksia ajettaessa, sähköauton toimintamatka voi pudota huomattavastikin. Sähköautojen kulutus lukemat ilmoitetaan sähköverkosta otetun energiamäärän mukaan, joten ne sisältävät lataustapahtumassa syntyvät häviöt. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 15.)

Tyypillisesti nykyaikaisen sähkö- ja hybridiajoneuvon käyttövoima-akuston jännite on 200–500 voltia, pois lukien pidemmän käyttöäteen täyssähköautot sekä raskas kalusto kuten hybridibussit ja -kuorma-autot, sillä näissä jännitteet vaihtelevat 200–920 voltin välillä riippuen käyttötarkoituksesta. Sähköautojen akustot ovat kelluvia, eli akuston kumpaakaan napaa ei ole maadoitettu ajoneuvon runkoon. Tämän vuoksi sähköiskun vaara esimerkiksi kolaritilanteessa on niin pieni, että se voidaan laskea merkityksettömäksi. Jotta sähköiskun saisi käyttöakustosta tai siihen liittyvästä kaapeloinnista, pitäisi tapahtua niin epätodennäköinen tapahtumaketju, että sitä voidaan pitää mahdottomana. Suurimman vaaran kolaritilanteessa muodostaa akuston vaurioitumisen aiheuttama tulipalo ja tämän vuoksi akuston törmäyskestävyydelle on tiukat tyyppihyväksyntävaatimukset. Kokonaisuudessaan palokuormaa ajatellen akuston aiheuttama tulipalo on kuitenkin polttomootoriautoa turvallisempi, sillä suuria polttoainevarastoja ei tarvitse kuljettaa ajoneuvossa. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 17–18.)

5.3 Sähköauton akkujen lataus

Sähköajoneuvojen akkujen lataukseen olemassa erilaisia lataustapoja, jotka on määritelty standardissa SFS-EN 61851-1. Ensisijaisesti Suomessa suositellaan käytettävien lataustapojen 3 ja 4 ja osa vakuutusyhtiöistä asettaa jopa ehtoja esimerkiksi normaalin kotitalouspistorasian käytölle sähköauton latauksessa. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 30.)

5.3.1 Lataustapa 1

Lataustapa 1:ssä sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen korkeintaan 16A 250V yksivaiheista tai 480V kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa sekä tehoa syöttäviä johtimia. Pistorasiana käytetään Schuko-pistorasiaa tai normaalia kolmivaiheista pistorasiaa. Tällaista lataustapaa käytetään lähinnä kevyiden sähköajoneuvojen lataamiseen. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 30.)

5.3.2 Lataustapa 2

Lataustapa 2:ssa sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen korkeintaan 32A ja 250V yksivaiheista tai 480V kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa sekä tehoa syöttäviä johtimia. Pistorasiana käytetään normaalia Schuko-pistorasiaa tai normaalia kolmivaiheista pistorasiaa. Tällainen lataustapa on tarkoitettu tilapäiseen käyttöön, mikäli esimerkiksi lataustavan 3 mukainen latauspiste ei ole saatavilla. Lataustavan 2 latausjohdossa tulee olla tarvittavat suojalaitteet ja sen käytössä suositellaan maksimissaan 8A latausvirtaa. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 12.)

Tätä lataustapaa kutsutaan myös hitaaksi lataukseksi tai sukolataukseksi. Tämän tyyppiseen lataukseen tarkoitettussa johdossa on suojalaitteyksikkö, joka kytkee jännitteen latauspistokkeeseen vasta silloin, kun se on kiinnitettynä ajoneuvoon. Pistorasiaan kytkettynä latausjohto ei aiheuta samanlaista sähköiskuvaaraa kuin esimerkiksi perinteinen moottorinlämmittimen johto. Tämän lisäksi suojalaitteyksikkö sisältää vikavirtasuojan ja ohjauselektronikkaa, joka keskustelee ajoneuvon kanssa pulssisuhdemoduloidulla signaalilla esimerkiksi latausvirrasta. Joissakin hitaan latauksen johdoissa on pistotulpassa lämpötila-anturi, jonka avulla suojalaitteyksikkö havaitsee, mikäli pistotulpan lämpötila nousee liikaa, näin ehkäisten lämmöstä aiheutuvia ongelmia, kuten pahimmillaan tulipalon. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 25.)

5.3.3 Lataustapa 3

Lataustapa 3:ssa sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen sähköajoneuvojen latausjärjestelmää, jonka ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitettyyn latauslaitteeseen. Tällaisilla latauslaitteilla saadaan lataustapa 1:stä ja 2:sta suuremmat latausvirrat, jonka ansiosta akustot latautuvat nopeammin. Pistorasiana käytetään sähköauton lataukseen soveltuvaa standardin SFS-EN 62196-2 mukaista kolmivaiheista pistorasiaa. Latausjärjestelmän tiedonsiir-

toväylän avulla varmistetaan ajoneuvon oikeanlainen kytkytyminen latauspisteeseen sekä ohjataan kuormitusta. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 33.)

Lataustapaa 3 kutsutaan myös peruslataukseksi. Lataustapa 2 mukaisesti myös peruslatauslaitteessa on jännitteettömät koskettimet, mikäli niitä ei ole kytketty ajoneuvoon. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 24.)

5.3.4 Lataustapa 4

Lataustapa 4:ssä sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen ajoneuvon sähköajoneuvojen latausjärjestelmää, jonka ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitettyyn latauslaitteeseen. Laturi syöttää tasasähköä ja se on erityisesti suunniteltu sähköauton lataukseen. Pistokkeena käytetään sähköauton lataukseen soveltuvaa standardin SFS-EN 62196-3 mukaista pistoketta. Latausjärjestelmän tiedonsiirtoväylän avulla varmistetaan asianmukainen kytkytyminen latauslaitteeseen ja ohjataan kuormitusta. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 35.)

Lataustapaa 4 kutsutaan myös teholutaukseksi. Tässä latausmenetelmässä auto ja latausasema viestivät toisilleen jatkuvasti CAN- väylän kautta tai PLC-standardin avulla. Ajoneuvo kertoo laturille, miten suuren latausvirran akkuun saa syöttää, jonka avulla latausasema säättää 3-vaihetasasuuntaajan pulssisuhdetta säätämällä lähtöjännitteen sellaiseksi, että akkuun kulkee juuri oikea virta. (Korhonen, Linja-Aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 25.)

5.3.5 Käyttö omakotitalossa

Latausjärjestelmän käyttötarkoitus määrä sen, millaista latausjärjestelmää on kannattavin käyttää. Yksinkertaisimmillaan lataustavan 2 mukainen lataus on mahdollista toteuttaa omakotitalossa ilman suuria rakenteellisia muutoksia, mutta

kyseinen lataustapa ei ole jatkuvaan käyttöön tarkoitettu, joten mikäli vakituksessa käytössä on ladattava hybridi- tai sähköauto, tulee käyttää vähintään lataustapa 3:n mukaista latauslaitetta.

Latausjärjestelmät ovat liitettävissä jo olemassa olevaan kiinteistön omaan sähköjärjestelmään, jonka vuoksi esteitä kotilataukselle ei ole. Rajoittavana tekijänä on kuitenkin kiinteistön sähköliittymän koko, joka on yleisesti 3x25A. Tällaisella liittymällä suurella teholla lataaminen ei ole mahdollista, mutta se ei kuitenkaan sulje pois kotilatauksen mahdollisuutta, sillä latauslaitteen avulla voidaan latausvirtaa säätää alemmaksi, jolloin lataaminen kestää kauemmin. Latausjärjestelmien älykkään latauksen ohjauksen avulla voidaan varmistaa, että kiinteistön omistajan ei tarvitse huolehtia kuinka paljon sähkölaitteita käytetään latauksen aikana. (Paakkinen, Pihlatie, Peltola & Pylsy 2018, 11.)

Keskiverto ajosuoritteella liikkuvalla yön aikana tapahtuva lataus riittää omakotitalossa lataamisen myös matalalla virralla. Kun puhutaan pienistä latausvirroista esimerkiksi 8A, ei ole tarvetta kuormanhallinnalle, mutta 3x25A liittymässä kuormanhallinta mahdollistaa myös tehokkaamman lataamisen, jolloin yöllä tapahtuvassa latauksessa ajomatkaa saadaan reilusti enemmän. Yleisesti sähköliittymän kokoa ei ole tarvittavaa suurentaa, mikäli päivittäinen ajettu säännöllinen matka ei ole selkeästi keskiarvoa suurempi. (Paakkinen, Pihlatie, Peltola & Pylsy 2018, 11.)

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tekeminen osoitti, kuinka standardien määrittelemää sähkösuunnittelu ja yleensäkin sähköala on. Itsessään sähkösuunnitelman tekeminen vaatii suunnittelijalta yhteistyökykyä asiakkaan ja muiden suunnittelijoiden, kuten LVI-suunnittelijan kanssa, sekä ammattitaitoa tuoda oma näkemys tai yleinen toimintatapa maallikkoasiakkaan tietoisuuteen.

Lisänä opinnäytetyö herätti ajatuksia nykyaikaisista järjestelmistä, jotka mahdollistavat esimerkiksi kulunvalvonnan, rikos- ja paloilmainsinjärjestelmien yksinkertaisen integroinnin ilman jo olemassa olevaa kotiautomaatiojärjestelmää. Nykyaikaisten järjestelmien ansiosta yleiskaapeloinnin merkitys omakotitaloissa kasvaa, samalla kun vanhojen järjestelmien tarve pienenee.

Aurinkosähköosio sai pohtimaan omakotitalojen aurinkopaneeleiden käyttöä pohjoisissa oloissa ja kuten laskelmista huomattiin, niiden kannattavuus on kyseenalaista tällä hetkellä ja tästä voikin johtua se, että Kemi-Tornio alueella en ole hirveästi aurinkopaneeleita nähnyt.

Oli mielenkiintoista perehtyä sähköajoneuvoihin sekä niiden lataukseen. Tulevaisuuden sähkösuunnittelijalle tulee todennäköisesti kasvavissa määrin tarvetta suunnitella sähköauton latauspiste, sillä sähköautojen määrä kasvaa vuosi vuodelta suuremmaksi.

LÄHTEET

ABB Oy. 2020. Asennustuotteet. Viitattu 16.06.2020 http://www.asennustuotteet.fi/catalog/16448/product/25759/1M5T09UR-LO8_fin1.html

Abloy Oy. 2020. Yale Doorman-älylukko. Viitattu 19.05.2020 <https://www.abloy.com/fi/tuotteet/yale-doorman/>

Ala-Kolu, A., Avikainen, A., Nummi, E., Korpelainen, T. & Muttilainen, J. SA 2:08 Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. Helsinki: Adato Energia Oy

Ensto Oy. 2020. Viitattu 15.03.2020 <https://www.ensto.com/fi/>

Erkkilä, V., Härkönen, P., Kauppi, V., Koivisto, P., Piikkilä, V. & Tiainen, E. 2019. ST-Käsikirja 30 Sähkötekniisiä taulukoita. Espoo: Sähkötieto ry

Hovinen, R., Hänninen, P., Härkönen, P., Kauppi, V., Leino, I. & Orrainen, M. 2020. ST-Käsikirja 10 Paloilmoitinjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy

Korhonen, E., Linja-Aho, V., Mäkinen, J. & Orrberg, M. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy

Paakkinen, M., Pihlatie, M., Peltola, V. & Pyly, P. 2018. VTT Technical Research Centre of Finland. Sähköautojen lataaminen. Viitattu 24.04.2020 https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/21137015/VTT_R_02416_18.pdf

ST 13.30. 2020. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. Espoo: Sähkötieto Ry

ST 13.31. 2018. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Espoo: Sähkötieto Ry

ST 55.32. 2019. Verkkoon kytketyt aurinkosähköjärjestelmät. Rakennustietosäätiö RTS

ST 662.50. 2018. Palovaroittimet. Espoo: Sähkötieto ry

STEK Ry. 2020. Viitattu 15.03.2020 <https://stek.fi/>

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016

Tiainen. E. 2010. Vikasuojauksen ja oikosulkusuojauksen erot. Sähköala.fi. Viitattu 15.03.2020 https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkotekniikka/fi_FI/vika-ja_oikosulkusuojaus/

UTU Oy. 2020. Sähkökeskukset. Viitattu 17.06.2020 <https://www.utu.eu/sahko-keskukset/vakioidut-ryhma-ja-mittauskeskukset/ryhmakeskukset-ip30-bulldog>

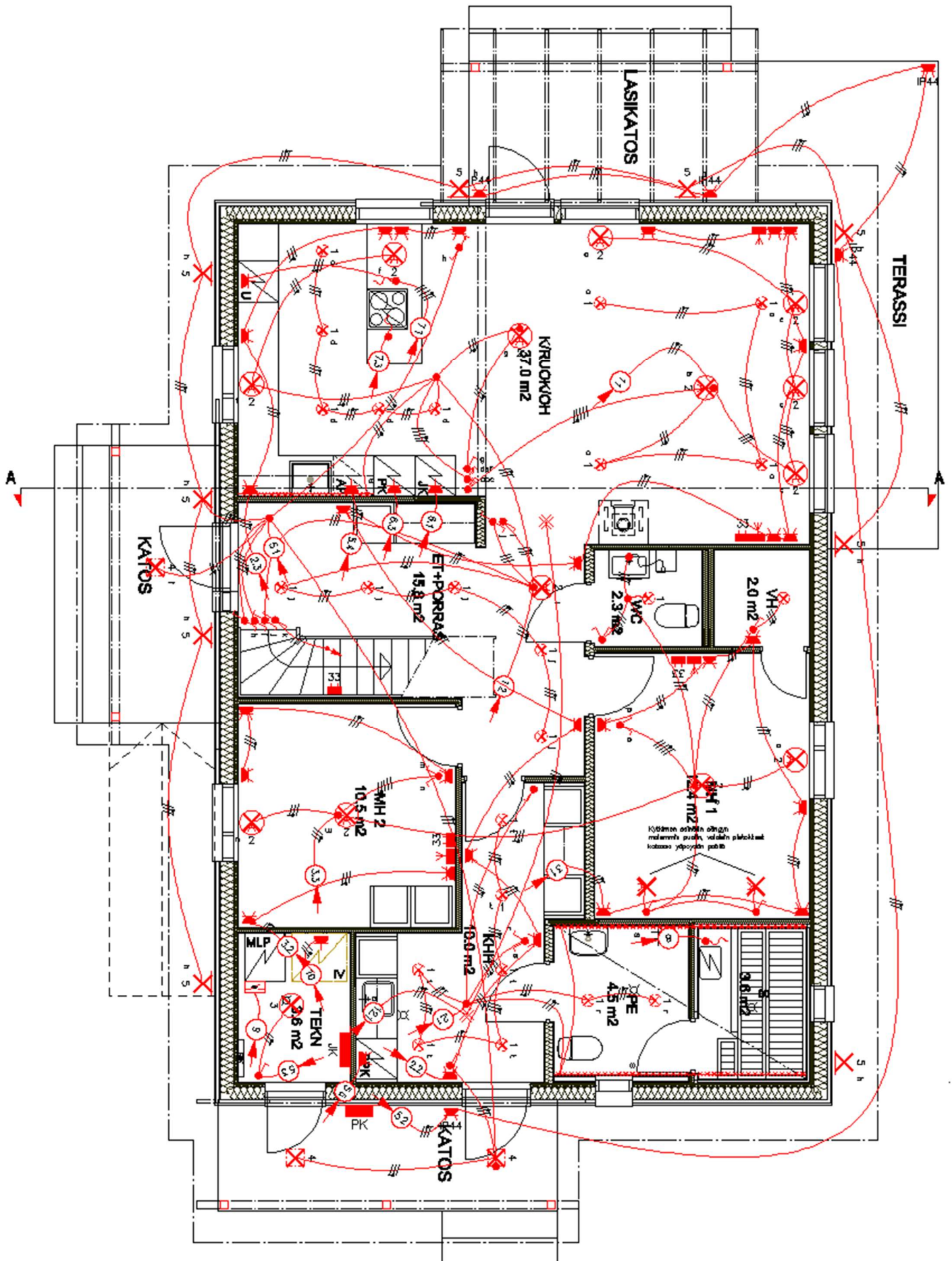
Verisure Oy. 2020. Älykoti. Viitattu 19.05.2020 <https://www.verisure.fi/alykoti>

ympäristöministeriön asetus 848/2017

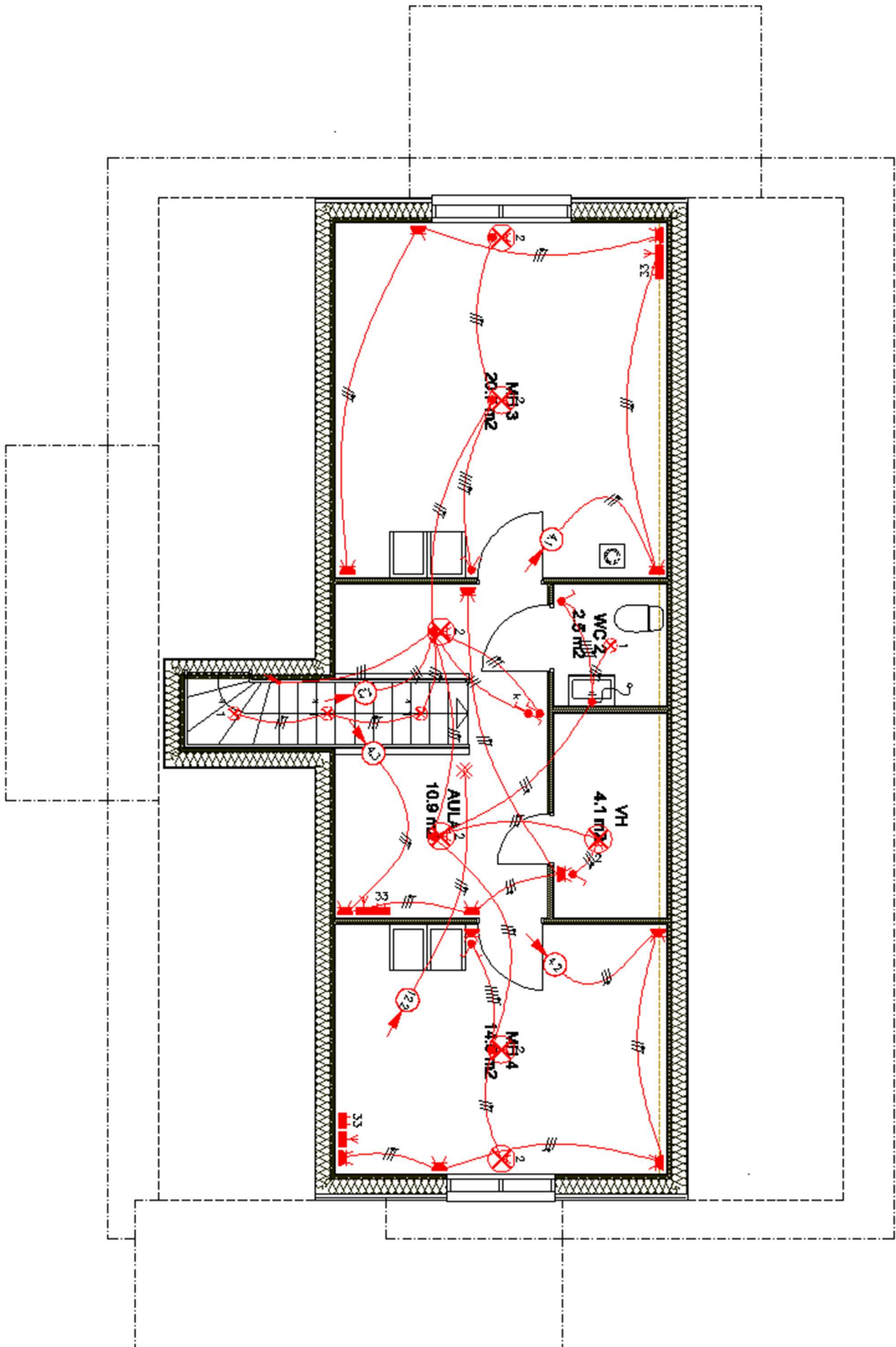
LIITTEET

- Liite 1. Sähköpistekuvat
- Liite 2. ATK- ja antennikaapelointikuvat
- Liite 3. Mittakeskuskuva
- Liite 4. Keskuskuvat
- Liite 5. Asemapiirros
- Liite 6. Sähköselostus

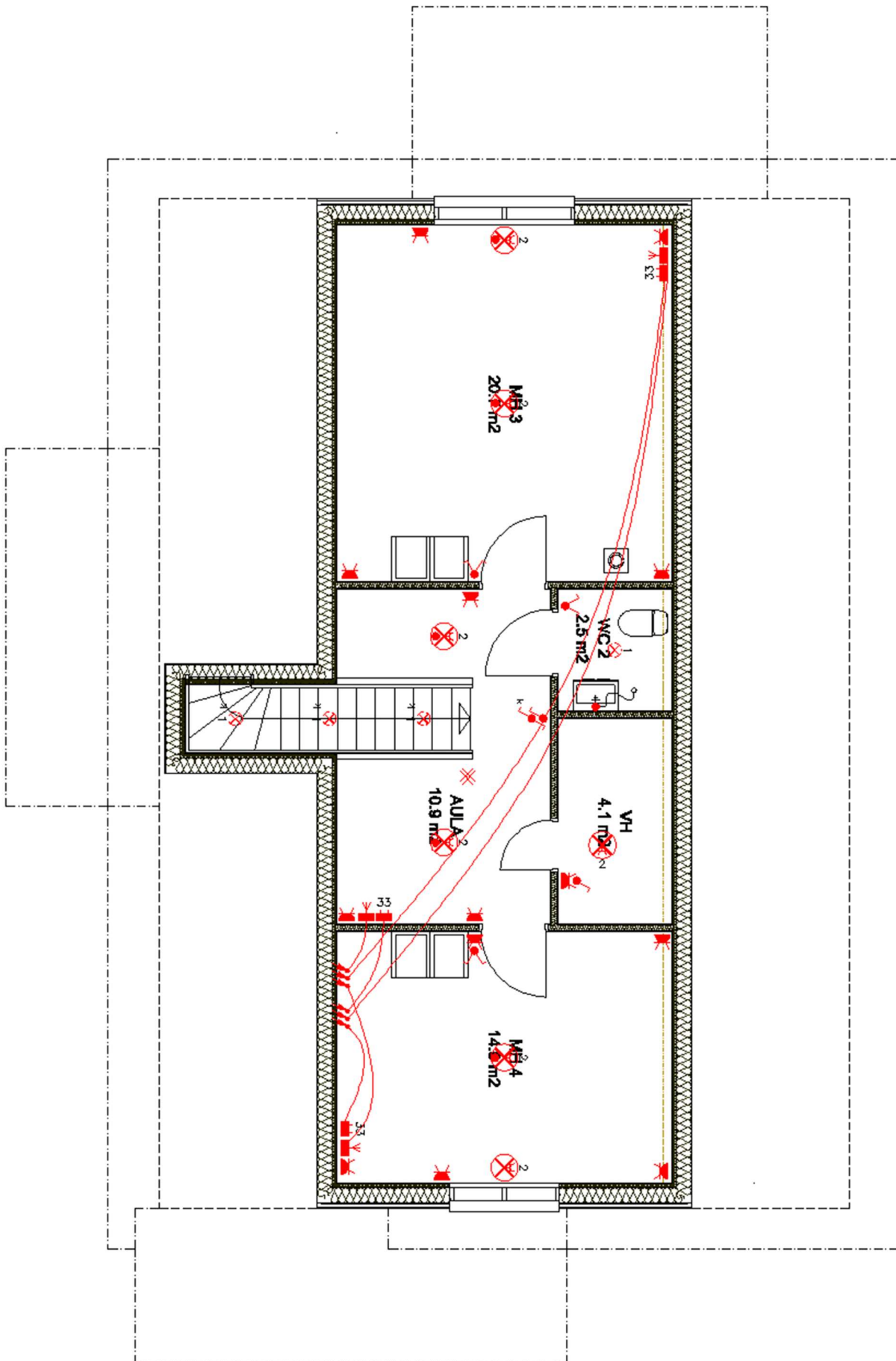
Liite 1 Sähköpistekuvat 1(2)



Liite 1 Sähköpistekuvat 2(2)



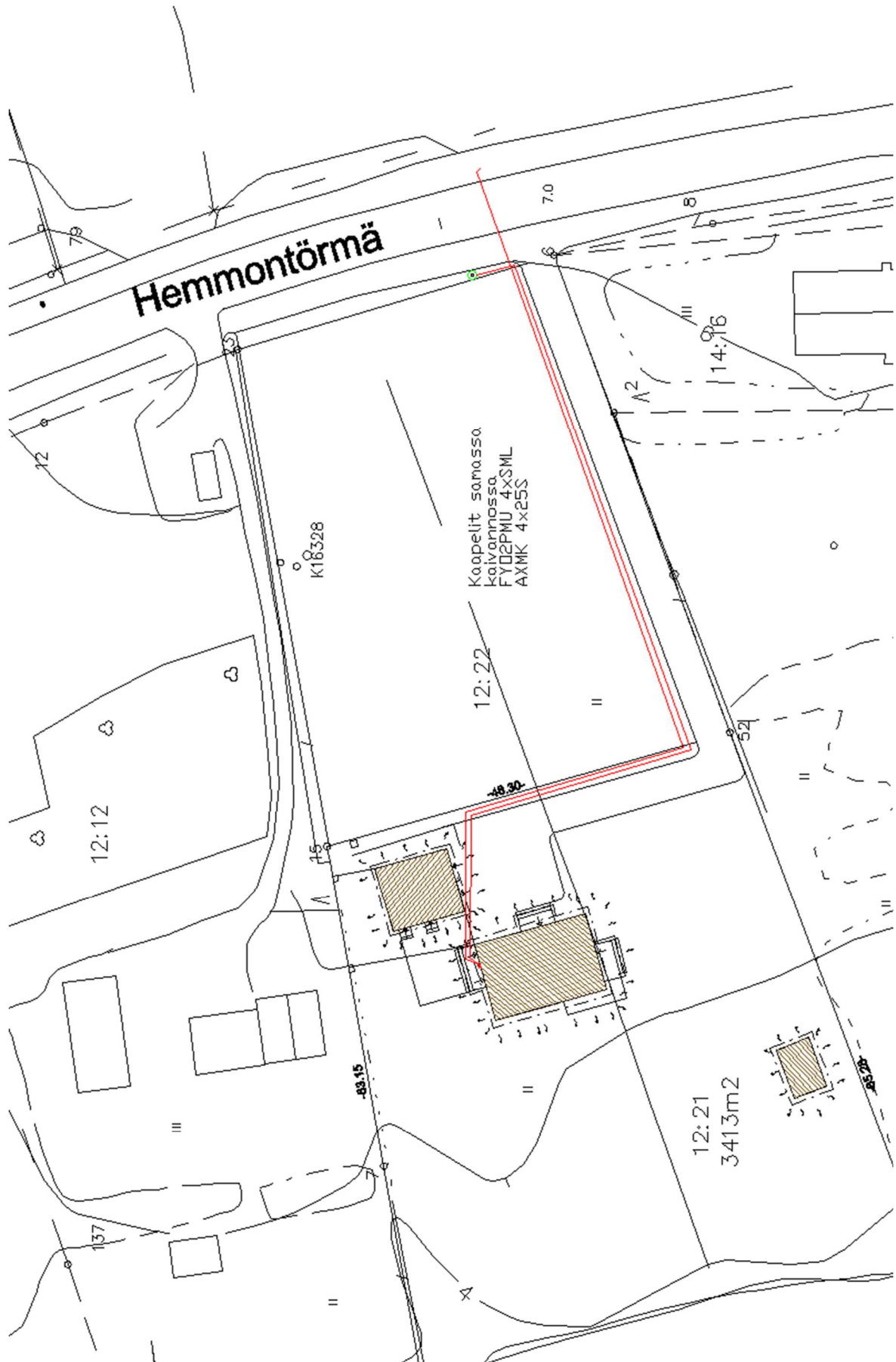
Liite 2 ATK- ja antennikaapelointikuvat 2(2)



Liite 4 Keskuskuvat 1(3)

D muutos	E muutos	F muutos	<p>SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :</p> <p>1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . 400 V 50 A 50 Hz</p> <p>2. TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS < 10 kA</p> <p>3. TASATTU- / ASENETTU TEHO / COSFI kW kW cosfi</p> <p>4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT <input checked="" type="checkbox"/> ☐ <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE ___ V VIRTA ___ A</p> <p>5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET <input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE</p>				
A muutos	B muutos	C muutos	<p>RAKENNETIEDOT :</p> <p>1. KESKUSLAJI <input type="checkbox"/> KENNO <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHIKKO</p> <p>2. ASENNUSTAPA <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPO KOTEL. LUOKKA IP 30</p> <p>3. KIINNITYS <input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ</p> <p>4. OVILAITE <input type="checkbox"/> LUKKO <input checked="" type="checkbox"/> SALPA</p> <p>5. LATT.SBS.KESK. POHJALEVYT <input type="checkbox"/> AVOIN <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ</p> <p>6. MAALAUUS <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS</p> <p>7. MITAT KORKEUS : 1400 LEV. : 500 SYV. : 125</p>				
			<p>KALUSTUSTIEDOT :</p> <p>1. KALUSTUSTYYPPI <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEÄ <input type="checkbox"/> ULOSV. <input type="checkbox"/> ULOSOT.</p> <p>2. KALUSTUSTAPA <input type="checkbox"/> YSIKKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY</p> <p>3. MERKKILAMPUT <input type="checkbox"/> HEHKU <input type="checkbox"/> HOHTO <input type="checkbox"/> LEDI</p> <p>4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA <input checked="" type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA</p>				
			<p>KAAPELOINTI :</p> <p>1. SYÖTTÖKAAPELI <input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA</p> <p>2. PÄÄKAAPELIT <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJESIIN <input type="checkbox"/> RIVIL.</p> <p>3. OHJAUSKAAPELIT <input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJESIIN <input type="checkbox"/> RIVIL.</p>				
			<p>TUNNUSMERKINNÄT :</p> <p>1. TUNNUSKILVET <input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p> <p>2. KOJEMERKINNÄT <input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p>				
			<p>MUUT TIEDOT :</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
			<p>Talo Ahokas Hennotörmäntie 14-18 95460 Tornio</p>		<p>Suunn. MAB /11.2.2020</p> <p>Pirt. Lehti 1/3</p> <p>Tark.</p>	<p>Kokonaisuus</p> <p>Sähköosasto JK</p> <p>Pirustusnumero</p> <p>SÄH</p>	<p>Työnumero</p>

Liite 5 Asemapiirros



Liite 6 Sähköselostus 1(18)

SÄHKÖSELOSTUS

Hemmontörmä 14-18

Liite 6 Sähköselostus 2(18)

Sisällys

A0 YLEISTIEDOT KOHTEESTA.....	3
B RAKENNUUTTAMINEN	3
C TOTEUTUS.....	4
C01 TOTEUTUKSEN SISÄLTÖ	4
C02 YLEISET TOTEUTUSOHJEET JA VAATIMUKSET.....	4
C03 LAITTEITA JA TARVIKKEITA KOSKEVAT YLEISET VAATIMUKSET.....	5
C04 SUUNNITTELUA KOSKEVAT TIEDOT JA VAATIMUKSET	5
C05 YLEISET ASENNUSOHJEET	6
C06 MERKINTÖJÄ KOSKEVAT YLEISET OHJEET JA VAATIMUKSET	6
C07 LAADUNVARMISTUS, LUOVUTUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	6
C08 DOKUMENTOINTIA KOSKEVAT VAATIMUKSET	7
C09 HUOLTOKIRJAA KOSKEVAT TIEDOT JA VAATIMUKSET	8
C10 TAKUUAIKAA KOSKEVAT VAATIMUKSET.....	9
D NIMISTÖ JA JÄRJESTELMIEN JAOTTELU	9
D1 NIMISTÖ.....	9
D2 JÄRJESTELMÄKOHTAISTEN OHJEIDEN JAOTTELU	9
S SÄHKÖENERGIAN JAKELU JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT	10
S21 SÄHKÖENERGIAN TUOTANTO JA LIITTÄMINEN	10
S23 LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS.....	10
S24, SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT.....	12
S25 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	13
T TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT	14
T1 VIESTINTÄ- JA TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT.....	14
T6 PALOTURVALLISUUS-JÄRJESTELMÄT	17

Liite 6 Sähköselostus 3(18)

A0 YLEISTIEDOT KOHTEESTA**A01 Rakennuskohde ja sen sijainti**

Rakennuskohde: Omakotitalo
 Rakennustoimenpide: Uudisrakennus
 Paikkakunta: Tornio
 Kaupunginosa: Alarauma
 Kortteli: 851-423-12-16
 Tontti:
 Postiosoite: 95460

A02 Rakennuskohteen yksikkötiedot

Rakennustyyppi: Omakotitalo
 Laajuustiedot: 2 kerrosta
 Bruttoala, brm²: 175m²
 Bruttotilavuus, brm³: 576 m²

B RAKENNUSTAMINEN**B1 RAKENNUSTAJAN HALLINTO****B11 Projektinjohto****B111 Rakennuttajan projektinjohtaja**

Rakennuttaja:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B112 Rakennuttajakonsultti

Konsultti:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:
 B113 Tilaaaja
 Tilaaaja:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B12 Valvonta**B121 Yleisvalvonta**

Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien yleisvalvontaa suorittaa:
 Valvonta:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B122 Paikallisvalvonta

Sähkötoiden paikallisvalvontaa suorittaa:
 Valvonta:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B2 SUUNNITTELU**B21 Pääsuunnittelija**

Suunnittelu:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B22 Arkkitehtisuunnittelu

Suunnittelu: T. Kääriäinen TMI
 Puhelin: 044 379 7774
 Sähköposti: timokaari@hotmail.com
 Yhdyshenkilö: Timo Kääriäinen

B23 Rakennesuunnittelu

Suunnittelu:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

Liite 6 Sähköselostus 4(18)

B24 LVI-suunnittelu

Suunnittelu: LVI-Suunnittelu Pohjola Oy
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B25 Sähkösuunnittelu

Suunnittelu: Matias Ahokas
 Puhelin: 044 076 6087
 Sähköposti:
 matias.ahokas@gmail.com
 Yhdyshenkilö:

B26 Tietoteknisten järjestelmien suunnittelu

Suunnittelu:
 Puhelin: Matias Ahokas
 Sähköposti: matias.ahokas@gmail.com
 Yhdyshenkilö:

B27 Geotekninen suunnittelu

Suunnittelu:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B28 Muu suunnittelu

Suunnittelu:
 Puhelin:
 Sähköposti:
 Yhdyshenkilö:

B29 Suunnitelmien kopiointi

Kaikki suunnitteluun liittyvä kopiointi tehdään tilaajan määräämässä kopiolaitoksessa tilaajan laskuun.

Urakoitsijalle veloituksetta toimitettavat laskenta-asiakirjasarjat on määritelty urakkaohjelmassa/urakkarajaliitteessä.

Kaikki suunnittelumateriaali on laadittu tietokoneavusteisesti käyttäen Cads-ohjelmistoa.

B3 VIRANOMAISTOIMET**B31 Rakentamisen viranomaisvalvonta****B32 Sähkölaitteiden ja -laitteistojen****viranomaisvalvonta**

Sähkölaitteiden ja -laitteistojen viranomaisvalvontaa suorittaa valtuutettu tarkastuslaitos tai tarkastaja.

C TOTEUTUS**C01 TOTEUTUKSEN SISÄLTÖ****C010 Yleistä**

Yleiset tiedot rakennuskohteesta, käytettävä urakkamuoto, rakennusaika, indeksisidonnaisuus, maksuerät, viivästysakot ja vakuudet on esitetty kaupallisissa asiakirjoissa.

C011 Urakkaa koskevat tekniset määrittelyt

Työt edellytetään tehtävän ensiluokkaisesti ammattitaitoista työvoimaa ja hyvää asennustapaa käyttäen. Mikäli työn erikoisluonne vaatii, on käytettävä apuna erikoisurakoitsijaa ja erikoistyövoimaa. Urakkasuorituksessa noudatetaan voimassa olevia lakeja ja asetuksia, alaa koskevia julkisoikeudellisia määräyksiä ja sopimusasiakirjoja.

C02 YLEISET TOTEUTUSOHJEET JA VAATIMUKSET**C021 Yleisiä sähkötekniisiä tietoja**

Asennukset tehdään voimassa olevien lakien ja asetusten mukaisesti. Sähköasennuksissa noudatetaan SFS 6000 -standardin versiota 2012 seuraavin täsmennyksin:

– Kaikki kaapelit, myös heikkovirtakaapelit, on kiinnitettävä, ellei asenneta vaakasuoralle alustalle (esim. kanavaan, kouruun tai kaapelihyllylle) tai putkeen. Kiinnikkeiden välimatka on kevyillä kaapeleilla (johtimenpoikkipinta enintään 6 mm² kuparia tai 10mm² alumiinia) vaakasuorassa enintään 0,25 m ja pystysuorassa enintään 0,5 m. Raskaalla kaapelilla kiinnikkeiden välimatka on 20–25 kertaa kaapelin ulkohalkaisija. Pystysuorissa kanavissa on kaapelien kiinnityspisteiden suurin etäisyys 3 m.

Liite 6 Sähköselostus 5(18)

– Asennusta suoraan rakenteeseen voidaan kuitenkin käyttää SFS 6000 -standardin mukaisesti.

–Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat vaatimuksina noudatetaan TUKES-ohjetta S10-2011. Sähkö- ja koneasennuksissa noudatetaan voimassa olevia kone- ja EMC-direktiivejä sekä ST-käsikirjan 37 ohjeita. Kiinteän asennuksen EMC-vastuuhenkilöt nimeää urakoitsija. Muut noudatettavat ohjeet ja määräykset on mainittu erikseen järjestelmäkohtaisissa selostusosissa.

C03 LAITTEITA JA TARVIKKEITA KOSKEVAT YLEISET VAATIMUKSET

C031 Tarvikkeet

Kaikkien tarvikkeiden pitää olla Suomessa käytössä olevien standardien mukaisia. Jos ne eivät ole standardien mukaisia, urakoitsijan pitää osoittaa, että ne vastaavat standardien vaatimuksia.

Kaikki laitteet asennetaan noudattaen laitetoimittajan antamia asennusohjeita. Laitteiden keskinäinen sähkömagneettinen yhteensopivuus varmistetaan noudattamalla lisäksi erillisten järjestelmien asentamista koskevia standardeja. Tarvikkeiden on oltava ensiluokkaisia ja rakenteeltaan kulloinkin kyseessä oleviin asennusolosuhteisiin tarkoitettuja. Ellei sähköselostuksessa ole työmenetelmiä tai tarvikkeita tarkemmin määritelty, saa urakoitsija valita ne itse, mutta kuitenkin niin, että rakennuttajalla on oikeus niiden hyväksymiseen tai hylkäämiseen, mikäli ne eivät johda sopimuksen mukaiseen tulokseen. Vastaavuuden todistamisvelvollisuus, samoin kuin vastuu vaihdosta jää sen esittäjälle. Urakoitsijan on pyydettävä toimitettava rakennuttajan hyväksyttäväksi kaikki niiden tarvikkeiden ja laitteiden mallit ja värit, joita suunnitelmassa ei ole erikseen tarkoin määrätty.

Sähkötarvikkeina käytetään tuotteita, joiden huollon ja varaosien saanti on turvattu. Tarvikkeiden valinnassa on otettava huomioon Suomessa vallitsevat asennusolosuhteet, kuten asennuspaikan lämpötila, soveltuvuus suomalaiseseen rakentamistapaan ja vastaavat seikat.

C04 SUUNNITELUA KOSKEVAT TIEDOT JA VAATIMUKSET

Sähköselostus ja muut suunnitteluasiakirjat täydentävät toisiaan. Mikäli näissä havaitaan epäselvyyksiä, joita ei säännösten ja hyvän

asennustavan perusteella voi ratkaista, on urakoitsijan pyydettävä lisäselvityksiä.

C041 Suunnitelmapiirustukset (hankintaa palvelevat piirustukset)

Suunnitelma on laadittu CAD-pohjaisilla sovellusohjelmilla.

Suunnittelussa on käytetty seuraavia sovelluksia:

- asennuspiirustukset: Cads Planner
- keskusten pääkaaviot: Cads Planner
- tele- ja jakelukaaviot: Cads Planner
- piirikaaviot: Cads Planner

C042 Toteutusta palvelevien (asennus)dokumenttien laadinta

Toteutusta palvelevat dokumentit laaditaan kortin ST-esimerkit 5 periaatteita noudattaen.

C0421 Toteutusta palvelevat dokumentit

Suunnitteluajankulun lähtötiedot toimitusaikoihin laatii urakoitsija suhteutettuna rakennusaikatauluun sekä muiden suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden aikatauluihin. Urakoitsija on velvollinen toimittamaan asennuspiirustusten laatimiseksi tarvittavien laitteiden tekniset tiedot kirjallisesti tai tiedostomuodossa suunnittelijalle asennussuunnitelmien laatimista varten. Laitetiedot tulee toimittaa järjevinä kokonaisuuksina siten, että asennussuunnitelmat saadaan laadittua osakokonaisuuksittain yhdellä kertaa. Urakoitsija vastaa siitä, että urakoitsijan itsensä sekä muiden aliurakoitsijoiden tai toimittajien laitteiden lopulliset sähkötekniiset ja muut asennustekniiset tiedot toimitetaan suunnittelijalle riittävän ajoissa.

Piirustusten laatija on velvollinen – urakoitsijan avustamana – urakkalaskentapiirustuksia täydentäessään huolellisesti selvittämään mahdolliset sähkölaitteiden ja pisteiden lopulliset paikat siten, että myös muiden alojen asettamat vaatimukset ja rajoitukset tulevat urakkasuoritusta toteutettaessa otetuiksi huomioon.

Asennustöiden tekijä vastaa siitä, että asennustyöt ja hankinnat ovat hyväksytyjen piirustusten mukaisia.

Työn kuluessa eri urakoitsijoiden laitteiden keskinäisestä sovittelusta tms. syistä tehtävät pienehköt suunnitelmataarkistukset merkitsee urakoitsija työmaan tarkepiirustussarjaan suullisten ohjeiden tai neuvottelupäätösten perusteella.

Laajemmista tai suunnitelman ratkaisuja periaatteellisesti muuttavista muutoksista teettää rakennuttaja muutossuunnitelman

Liite 6 Sähköselostus 6(18)

C0422 Toteutusta palvelevien dokumenttienjakelu

Piirustukset toimitetaan PDF- ja dwg-muodossa.

C05 YLEISET ASENNUSOHJEET

C051 Työn suorittaminen

C0511 Yleistä

Kaapeleiden ja johtimien asennustapa on yleensä osoitettu asennuspiirustuksissa piirrosmerkein. Mikäli urakoitsija haluaa käyttää suunnitelmasta poikkeavaa asennustapaa, hänen on saatava siihen rakennuttajan lupa.

C0512 Oppoasennus

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 lukua 2.

C0513 Pinta-asennus

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtaa 5 .4.

C0514 Kaapelihyllyasennus

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtaa 1.1.

C0515 Sähkölista- ja johtokanava-asennus

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtia 1.3 ja 1.4 sekä korttia ST 51.15.

Kaapeleiden asennuksissa noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtaa 5 .2.

C0516 Läpiviennit

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 lukua 3.

C0517 Maakaapeliasennus

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtaa 5 .9.

C052 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 lukua 7 ja korttia ST 51.22.

C06 MERKINTÖJÄ KOSKEVAT YLEISET OHJEET JA VAATIMUKSET

C061 Kaapeleiden ja eristettyjen johtimien merkintä

Kaapelit ja eristetyt johdot merkitään väliaikaisin merkinnöin asennuksen yhteydessä. Väliaikaiset merkinnät korvataan ST-käsikirjan 34 kohdan 11.7 mukaisilla merkinnöillä lopullisten merkintöjen suorituksen yhteydessä.

C062 Rasiakojeiden merkintä

Noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtia 11.5 ja 11.6.

C07 LAADUNVARMISTUS, LUOVUTUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

C071 Rakennuttajan suorittamat tarkastukset

C0711 Asennustarvikkeiden ja laitteiden hyväksyntä

Urakoitsijan tulee hyväksyttävä rakennuttajalla kaikki kohteeseen hankittavat suunnitelmista poikkeavat laitteet, kojeet, asennusmateriaalit sekä toteutusta palvelevat piirustukset ennen laitteiden toimittamista tai asennusten aloittamista.

C0712 Laite- ja asennustapatarkastukset

Laite- ja asennustapatarkastusten toteutus on määritelty urakkarajaliitteessä.

Vaikeasti luokse päästävät tai piiloon jäävät laitteet on urakoitsijan esitettävä rakennuttajan edustajan tarkastettavaksi ennen peittämistyön aloittamista.

Urakoitsijan tulee huolehtia siitä, että piiloon jääville laitteille tulee riittävät aukot laitteiden huoltoa ja tarkastusta varten.

Sähkötöiden teknisen tarkastuksen edellytys on, että tarkastajalla on viimeisimmät toteutusta palvelevat piirustukset käytettävissään.

C0713 Toimintakokeet

Toimintakokeiden toteutus on määritelty urakkarajaliitteessä.

C0714 Koekäyttö

Koekäytössä käyttäjän henkilökunta tutkii järjestelmän toimintaa normaaleissa käyttöolosuhteissa. Koekäytön edellytyksenä on,

Liite 6 Sähköselostus 7(18)

– ettei urakoitsijalla ole keskeneräisiä töitä, jotka estävät käyttämästä järjestelmää normaalikäyttöä vastaavasti

– että käyttöhenkilökunnalle on annettu riittävä käyttökoulutus järjestelmän käyttämiseksi.

Koekäytön yhteydessä havaitut puutteet urakoitsija korjaa vastaanottoon mennessä. Noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtia 11.5 ja 11.6.

C072 Urakoitsijan suorittamat tarkastukset

C0721 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan tulee suorittaa oman työn laadunvarmistus itselleluovuttamistarkastuksessa ennen toimintakokeita ja käyttöönottotarkastusta.

Urakoitsijan tulee esittää rakennuttajan hyväksyttäväksi laadunvarmistussuunnitelma, jolla varmistetaan tehtyjen asennusten oikeellisuus.

Laadunvarmistus suoritetaan ja dokumentoidaan urakoitsijan laatimia, hyväksytyjä tarkastuslistoja käyttäen.

Listat päivää ja allekirjoittaa tarkastuksen tekijä ja ne luovutetaan rakennuttajalle ennen laite- ja asennustarkastusten suorittamista.

C0722 Alustavat toimintakokeet

Urakoitsijat suorittavat keskenään alustavat toimintakokeet ja korjaavat niissä havaitsemansa puutteet.

C0723 Käyttöönottotarkastukset

Ennen sähkölaitteiston osan käyttöönottoa tehdään kyseiselle osalle määräysten mukainen käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, jonka tarkastuksen tekijä allekirjoituksellaan varmentaa.

C0724 Tarkastusmittaukset ja testaukset

Tarkastusmittaukset ja testaukset on kuvattu tarkemmin järjestelmäkohtaisissa selostuksissa.

C0732 Muut tarkastukset

Muut tarkastukset on esitetty kyseisen erillisen järjestelmän selostusosassa.

C074 Vastaanotto

Vastaanotto suoritetaan juridisessa tilaisuudessa, jossa varmistetaan, että kohdissa C072 ja C073 määritetyt tarkastukset on tehty, niiden pöytäkirjat luovutettu rakennuttajalle ja kohde on luovutuskunnossa.

C08 DOKUMENTOINTIA KOSKEVAT VAATIMUKSET

C081 Dokumentointi

Dokumenttien sisällön tulee täyttää sekä hankkeen valmiiksi saattamiseksi että käytön ja huollon suorittamiseksi asetetut tavoitteet.

C082 Luovutusdokumentit ja ohjeistus

Dokumentit laaditaan vastaavasti kuin kohdassa C042, Toteutusta palvelevien (asennus) dokumenttien laadinta, on selostettu.

Työmaan piirustuskäytäntö

Työmaalla ylläpidetään tarkepiirustussarjaa. Tarkesarja laaditaan kortin ST 13.32 ohjeiden mukaan ja sen ylläpidosta vastaa urakoitsija. Työmaalla tehdyt muutokset siirretään luovutuspiirustuksiin tarkepiirustuksista.

Urakoitsija luovuttaa loppudokumenttien laatijalle yhden yhtenäisen sarjan tarkepiirustuksia luovutuspiirustusten laadintaa varten.

Luovutuspiirustukset laaditaan korttien ST 13.30 ja ST 13.32 ohjeiden mukaan.

Kaikki luovutettavat piirustukset ja piirustusluettelo merkitään tekstillä LUOVUTUSPIIRUSTUS sekä varustetaan päiväyksellä sekä tiedoilla käytetyistä ohjelmista, mahdollisesta pakkausohjelmasta sekä CD/DVD-levynnumeroista.

Esimerkiksi kortin ST 96.70.06 mukaisella lomakkeella laaditussa piirustusluettelossa määritellään

– piirustusten tiedostonimet ja -tyypit (esim. dwg)
– se, millä ohjelmalla ja versiolla ko. piirustus on laadittu

Luovutusdokumenteja ja ohjeistuksia laadittaessa huomioon otettavaa

Luovutuspiirustukset leimataan ja allekirjoitetaan. Asennustyöstä vastaava henkilö varmentaa allekirjoituksellaan piirustusluettelon.

Liite 6 Sähköselostus 8(18)

Kaikki piirustukset varustetaan piirustusnumeroinnilla riippumatta siitä, kenen laatimia piirustukset ovat. Luovutusmateriaaliin liitetään tarkastuksien, koestuksien ja mittausten pöytäkirjat.

Käyttö- ja huolto-ohjeiden on oltava suomenkielisiä. Tässä ohjeessa on esitettävä erikseen huoltoon ja normaaliin käyttöön liittyvät asiat.

Luovutuspiirustuksiin tulee sisällyttää lisäksi myös
– sähköjakelun ja moottorien ylikuormitusuojien koestustaulukot keskuskohtaisesti
– järjestelmiin sisältyvien takuuajan huoltojen huoltosopimusjärjennökset.

Luovutuspiirustukset tulee lähettää yhtenä A4-kokoon taitettuna sarjana rakennuttajan tarkastettaviksi. Tarkastettu sarja palautetaan kommentoituna luovutuspiirustusten viimeistelyä varten.

Tarpeelliset sähkötiedot tulee toimittaa LVI-huoltokortiston ns. konekortteja varten.

Hvaksytyt luovutuspiirustuksia toimitetaan

Luovutuspiirustustiedostot:
– CD-, DVD-levylle, muistitikulle tai projektipankkiin tallennetut piirustukset ja muut sähköisessä muodossa olevat dokumentit rakennuttajalle.

Tallennusmediana tulee käyttää tunnettujen valmistajien tuotteita.

Tallennusmedian tarraan tulee merkitä
– kohteen nimi
– levyn järjestysnumero
– tiedostojen viimeinen luontipäivä
– tiedostojen tekijä.

Luovutuspiirustusten paperikopioita mapitetaan A4-mappeihin
– sarja rakennuttajalle arkistoitavaksi
– jakeluverkkoyhtiölle ja viranomaisille ao. laitosten vaatimusten mukaisesti
– 1 sarja pääkeskushuoneeseen
– 1 sarja talotekniseen valvomoon.

Käyttö- ja huolto-ohjeet:

Luovutusasiakirjojen yhteydessä tulee toimittaa 2 sarjaa järjestelmä- ja laitekohtaisia käyttö- ja huolto-ohjeita järjestelmäkohtaisissa selostuksissa järjestelmistä.

Luovutusdokumentit toimitetaan rakennuttajan tarkastettaviksi viimeistään 3 viikon kuluessa kohteen vastaanotosta.

C083 Käyttöpiirustukset

Käyttöpiirustusvaatimukset esitetään järjestelmäkohtaisissa selostuksissa. Viimeistään 3 viikon kuluessa kohteen vastaanotosta.

C084 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien paikantamisiirustukset

Paikantamis(sijainti)piirustuksissa esitetään teknisten tilojen sijaintitiedot, niissä olevat järjestelmät sekä muiden ylläpidon kannalta keskeisten järjestelmien ja laitteiden paikantamistiedot.

Paikantamisiirustuksissa esitetään eri tekniset tilat seuraavasti:

- keskijännitekojelaitteet ja -laitteet
- muuntajalaitteet ja -laitteet
- pääkeskustilat ja -laitteet
- jakokeskustilat ja -laitteet
- telelaitteet ja -laitteet
- turvalaitteet ja -laitteet
- kiinteistövalvomo.

Teknisten tilojen lisäksi paikantamisiirustuksissa esitetään:

- jakokeskukset (teknisten tilojen ulkopuoliset)
- telelaitteiden keskuskojeet
- turvalaitteiden keskuskojeet.

Paikantamisiirustuksissa tekniset tilat esitetään esim. rasteroituina ja tilojen varustus järjestelmätasolla. Piirustukset laaditaan arkkitehtipohjalle ja tulostetaan A3-kokoisina.

C09 HUOLTOKIRJAA KOSKEVAT TIEDOT JA VAATIMUKSET

C091 Yleistä

Huoltokirjan laadinnassa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, osa A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet 2000 (lyhenne SRMK A4), sekä ST-ohjeistoa 14, Sähköisen talotekniikan ylläpitoohjeet.

Asuinrakennusten sähkölaitteiden huoltokirjan laadinnassa noudatetaan ST-ohjeistoa 10.

Liite 6 Sähköselostus 9(18)

C092 Huoltokirjaa varten luovutettavat dokumenttiedostot

Urakoitsija laatii ja toimittaa ylläpidon hallintajärjestelmää (huoltokirjaa) varten seuraavat dokumentit tallennusvälineelle tallennettuina:

- teknisten järjestelmien paikantamispiirustukset
- luovutusdokumenttiedostojen asiakirjaluettelon
- tiedot takuuajan töiden ja huoltojen vastuuhenkilöistä yhteystietoineen.

C10 TAKUUAIKAA KOSKEVAT VAATIMUKSET

C101 Yleistä

Takuuehdot ja takuuajan pituus ilmenevät urakkaohjelmasta.

C1011 Takuuajan korjaukset

Urakoitsijan tai toimittajan on otettava yhteys laitoksen vastuunalaiseen hoitajaan ennen korjaustöiden aloittamista. Käynnistä on luovutettava raportti, josta käy ilmi korjatut laitteet. Raporttiin on saatava käyttökäytännön edustajan kuittaus. Kuitatusta raportista liitetään kopio huoltokirjakansioon.

D NIMISTÖ JA JÄRJESTELMIEN JAOTTELU

D1 NIMISTÖ

Tässä sähköselostuksessa

- **rakennuttaja** tarkoittaa luonnollista tai juridista henkilöä, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työn tuloksen
- **urakka** tarkoittaa urakkasuoritusta, sähkötekniikan järjestelmän urakoitsijan toimenpiteet urakkasopimuksen mukaisten velvollisuuksien täyttämiseksi
- **suunnittelija** tarkoittaa sähkösuunnittelijaa
- **suunnitelma** tarkoittaa sähkösuunnitelmaa
- **urakoitsija** tarkoittaa ko. sähkötekniikan järjestelmän urakoitsijaa
- **pääurakoitsija** tarkoittaa rakennuttajaan sopimussuhteessa olevaa urakoitsijaa, joka kaupallisissa asiakirjoissa on nimetty pääurakoitsijaksi
- **käyttäjä** tarkoittaa rakennuksen valmistumisen jälkeen tilojen ja kiinteistön käytöstä ja huollosta vastaavaa organisaatiota

- **urakkarajaliite** tarkoittaa asiakirjaa, joka sisältää työmaan hallintoa ja yhteisiä toimintoja sekä eri urakkasuoritusten välisiä urakkarajoja koskevat säännöt.

D2 JÄRJESTELMÄKOHTAISTEN OHJEIDEN JAOTTELU

Sähköselostuksessa esitetty järjestelmä jaotellaan vielä alanimeroilla seuraavasti:

Yleiskuvaus

Kohtaan sisältyy yleiskuvaus järjestelmästä, pääosista, tarkoituksesta ja laajuudesta siten, että myös ulkopuolinen taho ymmärtää sen. Yleiskuvaus voidaan sellaisenaan liittää huoltokirjaan kyseisen järjestelmän kuvaukseksi.

Toiminta

Kohdassa esitetään järjestelmän tarkempi toiminnan kuvaus.

Tekniset vaatimukset

Kohdassa määritellään järjestelmän tekniset ominaisuudet, toteutuksessa noudatettavat määräykset, standardit, suositukset jne. sekä järjestelmän sisällön ja laajuuden kuvaus. (Viittaus muihin dokumentteihin, mikäli niitä on laadittu).

Suunnittelu ja dokumentointi

Kohdassa määritellään ao. järjestelmän erityiset suunnitteluvaatimukset ja tehtävät, joita ei ole esitetty kohdassa. Suunnittelua ja dokumentointia koskevat vaatimukset.

Kohtaan sijoitetaan myös sellaiset toteutus- ja luovutuspiirustuksiin ja -asiakirjoihin liittyvät vaatimukset, joita ei ole esitetty tämän asiakirjan kohdassa C08, Dokumentointia koskevat vaatimukset.

Asentaminen

Kohdassa esitetään järjestelmän asentamista koskevat ohjeet ja asennusyksityiskohdat.

Laadunvarmistus

Kohdassa esitetään järjestelmää koskevat hankinta-, toteutus- ja luovutusvaiheiden laadunvarmistusmenettelyt, joita ei ole esitetty kohdassa Laadunvarmistus, luovutus ja käyttöönotto. Useita suunnittelualoja koskevat vaatimukset esitetään urakkarajaliitteessä.

Purkutyöt ja tilapäisjärjestelyt

Kohdassa esitetään järjestelmään liittyvät nykyisten asennusten purkutyöt ja järjestelmän tilapäisjärjestelyt työn aikana.

Liite 6 Sähköselostus 10(18)

S SÄHKÖENERGIAN JAKELU JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

S21 SÄHKÖENERGIAN TUOTANTO JA LIITTÄMINEN

Yleiskuvaus

Kaikki seuraavissa luvuissa esitetyt sähköenergian tuotanto- ja liitännäsjärjestelmät noudattavat tässä luvussa (S21) esitettyjä yleisiä vaatimuksia. Lisävaatimukset kullekin järjestelmälle ja sen pääosille on esitetty ao. luvuissa.

Toiminta

Mainituilla sähköliittymillä sekä tuotantojärjestelmillä ja -laitteistoilla katetaan rakennuksen koko sähköenergian tarve. Järjestelmät ja laitteistot pitävät sisällään myös liitännät rakennuksen sähköjakeluverkkoon.

Tekniset vaatimukset

Kiinteistön sähköliittymä toteutetaan kohteen liittymisehtojen mukaisesti. Kohteen omat tuotantojärjestelmät sovitetaan yleiseen sähköjakeluun tuotannon ehtojen mukaan tai niitä käytetään erillisenä järjestelmänä.

Suunnittelu ja dokumentointi

Liittymän ominaisuudet määritellään suunnittelun yhteydessä. Jakeluverkon haltijan kanssa selvitetään liittymän jännitetaso, oikosulkuvirran vaihtelurajat ja tarvittavat muut ominaisuudet, kuten suojauskeinon toimintatapa ja laukaisuaika.

Asentaminen

Asennuksen tekijällä on oltava käytettävissään jakeluverkon haltijan erityisohjeet.

Laadunvarmistus

Laadunvarmistukseen sisältyvät hyväksyntään, valmistukseen, asennuksiin, käyttöön ja huoltoon sekä luovutusdokumenttien laadintaan tarvittavat asiakirjat. Kaapelointireitti mitoitetaan ja dokumentoidaan käyttöasiakirjoihin.

S211 SÄHKÖLIITYMÄ

Yleiskuvaus

Kiinteistössä ei ole sähköä verkkoon tuottavia laitteistoja tai varavoimakoneita.

Toiminta

Sähköliittymä yhdistää kiinteistön yleiseen sähköjakeluverkkoon.

Tekniset vaatimukset

Vaatimusten osalta noudatetaan tätä suunnitelmaa ja jakeluverkkoyhtiön liittymäohjeita.

S2111 Sähköliittymäkaapeli

Yleiskuvaus

Kiinteistö liittyy Tornion energia Oy:n 400/230 V jakeluverkkoon maakaapelein. Liittymässä noudatetaan Energiateollisuus ry:n kulloinkin suosittamia liittymisehtoja (nyt LE 05). Liittymissopimus laaditaan tilaajan toimesta hyvissä ajoin ennen liittymistä.

Suunnittelu ja dokumentointi

Kaapelireitti on esitetty suunnitelmissa. Käyttöpiirustuksiin urakoitsija mitoittaa reitin käyttäen riittävästi kiintopisteitä.

Asentaminen

Liittymiskaapelit asennetaan suunnitelman ja jakeluverkkoyhtiön ohjeiden mukaan. Kaapelit asennetaan mekaanisesti hyvin suojattuina ja suunnitelmien mukaan palonkestävästi.

S2112 Suojausosat

Yleiskuvaus

Suojaus toteutetaan Tornion energian ohjeiden mukaisesti.

S23 LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

S231 KIINTEISTÖN LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

Yleiskuvaus

Asennuksilla toteutetaan kohteeseen asennettavien kiinteistölaitteiden ja laitteistojen sähköenergian syöttö. Toteutetaan laitteiden ja laitteistojen sähköistys ja asennetaan suunnitelmissa (luettelot, kaaviot ja asennuspiirustukset) esitetyt laitteiden kaapeloinnit sekä tarvittavat oheis- ja apulaitteet (mm. pistorasiat, liitäntä- ja jakorasiat, käynnistimet ja turvakytkimet).

Liite 6 Sähköselostus 11(18)

Toiminta

Laitteet ja kaapeloinnit tulee asentaa ja testata niin, että niillä saavutetaan suunniteltu toiminta.

Tekniset vaatimukset

Asennukset tehdään tilojen vaatimusten mukaisesti.

Pistotulppaliitäntäisiä laitteita varten asennetaan pistorasiat ja kiinteäliitäntäisiä laitteita varten turvakytkimet. Ulkotiloissa kytkimet suojataan metallikatoksella lunta ja jäätä vastaan.

Turvakytkimien napaluku valitaan laitteen mukaisesti (mm).

6-napaisia kytkimiä käytetään 2-nopeuksisten ja Y/D-käynnistyksellä varustettujen kojeiden kanssa). Pistokytkintä voidaan käyttää erottamiseen, kun laitteen nimellisvirta ei ylitä 16 A:a eikä laitteen kokonaisteho ole suurempi kuin 3 kW.

Suunnittelu ja dokumentointi

Hyvässä ajoin ennen toteutuksen aloittamista ilmoitetaan muille urakoitsijoille ja laitetoimittajille ko. työvaiheen alkamisajankohta mahdollisten muutosten selvittämiseksi.

Tällöin tarkistetaan lopulliset tehoarvot, vaiheluku, liitäntä-, sijoitus- ja asennustapa laitetuomittajien luetteloista, työohjeista ja asennuspiirustuksista sekä laaditaan näiden perusteella asennussuunnitelma. Jako- ja liitäntärasiat on koottava mahdollisuuksien mukaan ryhmiksi.

Erilliset hätäpysäytyskytkimet asennetaan suunnitelmien mukaisesti standardin SFS-EN ISO 13850 määrittelemille laitteille/laitteistoille. Asennus- ja/tai jatkosuunnittelussa noudatetaan korttien ST 51.26 ja ST 51.03 vaatimuksia.

Merkinnät tehdään kortin ST 51.25 mukaisesti (vaatimustaso 1).

Asentaminen

Kaikki suunnitelmissa esitetyt, järjestelmään kuuluvat kaapeloinnit ja laitteet toteutetaan viimeistelyyn käyttökuntoon niin, että laitteille saadaan sähkönsyöttö suunnitelmien mukaisesti. Toteutukseen sisältyvät kaikki rasiat kytkentöineen, kuten mm. pisto-, liitäntä-, haaroitus- ja vaihtorasiat. Laitteet, jotka asennetaan joustaville alustoille tai jotka ovat liikuteltavia, liitetään taipuisalla liitäntäjohdolla. Taipuisien liitäntäjohtojen liitoskohdat varustetaan vedonpoistolla varustetuilla liitäntärasioilla. Liitosjohtojen pituuksissa huomioidaan laitteiden huollon ja käytön tarvitsema liikuteltavuus.

Laadunvarmistus

Asennuksille ja laitteistoille tehdään toimintakokeet ja tarkastukset, joista laaditaan pöytäkirjat. Laadunvarmistus- ja käyttöönottotoimenpiteet suoritetaan kortin ST 51.26 mukaisesti.

Ryhmäkeskusten ja laitteiden virrat mitataan normaalissa kuormitusilanteessa. Mittauksista laaditaan pöytäkirjat.

Purkutyöt ja tilapäisjärjestelyt

Ongelmajätteiden osalta noudatetaan korttien ST 51.07 ja ST 51.07.01 ohjeita.

S2311 Ohjausosat

Yleiskuvaus

Laitteisiin liittyvät ohjaus-, hälytys- ja automaattikalaitteet sekä -kaapelit toteutetaan suunnitelmien mukaisesti. Tarvittavat ohjaukset ja hälytykset on esitetty suunnitelmissa.

Toiminta

Ohjaus- ja hälytyslaitteet tulee toteuttaa niin, että niillä saavutetaan suunniteltu toiminta.

S232 LVI-LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

Yleiskuvaus

Asennuksilla toteutetaan kohteeseen asennettavien LVI-laitteiden ja laitteistojen sähköenergian syöttö. LVI-laitteille asennetaan luetteloissa, kaavioissa ja asennuspiirustuksissa esitetyt sähkönsyöttökaapeloinnit sekä käynnistin- ja liitäntälaitteet. Moottoreiden säätöä ja ohjausta varten asennetaan suunnitelman mukaiset ohjauslaitteet (käynnistimet, taajuusmuuttajat jne.). 70.31.04

Toiminta

Laitteet ja kaapeloinnit tulee toteuttaa niin, että niillä saavutetaan suunniteltu toiminta.

Tekniset vaatimukset

Asennukset tehdään tilojen vaatimusten mukaisesti. Pistotulppaliitäntäisiä laitteita varten asennetaan pistorasiat ja muita laitteita varten turvakytkimet. Turvakytkimet asennetaan päävirtapiiriin. Ulkotiloissa kytkimet suojataan metallikatoksella lunta ja jäätä vastaan. Turvakytkimet asennetaan kojeiden välittömään läheisyyteen myös ryhmäkeskus- ja IV-konehuoneissa sekä lämmönjakohuoneissa. Turvakytkimien napaluku valitaan laitteen mukaisesti –muun muassa 6-napaisia kytkimiä käytetään 2-nopeuksisten ja Y/D-käynnistyksellä varustettujen kojeiden kanssa.

Pistokytkintä voidaan käyttää erottamiseen, kun laitteen nimellisvirta ei ylitä 16 A:a eikä laitteen kokonaisteho ole suurempi kuin 3 kW.

Liite 6 Sähköselostus 12(18)

Suunnittelu ja dokumentointi

Hyvissä ajoin ennen hankintoja ja asennuksia ilmoitetaan muille urakoitsijoille ja laitetoimittajille ko. työvaiheen alkamisajankohta mahdollisten muutosten selvittämiseksi. Tällöin tarkistetaan lopulliset tehoarvot, vaiheluku sekä liitäntä-, sijoitus- ja asennustapa laitetoimittajien luetteloista, työohjeista ja asennuspiirustuksista, ja laaditaan näiden perusteella asennussuunnitelma.

Jako- ja liitäntärasiat on koottava mahdollisuuksien mukaan ryhmiksi. Asennus- ja/tai jatkosuunnittelussa noudatetaan kortissa ST51.03 esitettyjä vaatimuksia. Merkinnät tehdään kortin ST 51.25 mukaisesti (vaatimustaso 1).

Asentaminen

Kaikki suunnitelmissa esitetyt, järjestelmään kuuluvat laitteet ja kaapeloinnit toteutetaan ja testataan viimeistelyyn käyttökuntoon niin, että laitteille saadaan sähkönsyöttö suunnitelmien mukaisesti.

Konehuoneissa käytetään asennusreitteinä kaapelihyllyjä ja kaapelihyllyiltä kojeille metalliputkia. Kaikki työhön sisältyvät rasiat kytkentöineen, kuten mm. pisto-, liitäntä-, haaroitus- ja vaihtorasiat, toteutetaan suunnitelmien mukaisesti.

Laitteet, jotka asennetaan joustaville alustoille tai jotka ovat liikuteltavia, liitetään taipuisalla liitäntäjohdolla. Taipuisien liitäntäjohtojen liitoskohdat varustetaan vedonpoistolla varustetuilla liitäntärasioilla. Liitosjohtojen pituuksissa huomioidaan laitteiden huollon ja käytön tarvitsema liikuteltavuus.

Laadunvarmistus

Asennuksille ja laitteistoille tehdään toimintakokeet ja tarkastukset, joista laaditaan pöytäkirjat. Laadunvarmistus- ja käyttöönottoimenpiteet suoritetaan kortin ST 51.26 mukaisesti. Lämpöreleet säädetään moottorin nimellisvirran mukaiseen arvoon ja virrat mitataan. Tuloksista tehdään mittaustaulukko ja pöytäkirja. Mikäli moottori ottaa nimellisvirtaansa suuremman virran, on asia välittömästi ilmoitettava moottorin toimittajalle, valvojalle, rakennuttajalle ja suunnittelijoille. Mittaustulokset esitetään taulukkomuodossa mittauspöytäkirjassa ST 51.20.01:n mukaisesti.

Purkutyöt ja tilapäisjärjestelyt

Ongelmajätteiden osalta noudatetaan korttien ST 51.07 ja ST 51.07.01 ohjeita.

S24, SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT

S241 PISTORASIA

Yleiskuvaus

Pistorasioiden kalustesarjana käytetään yhtenäistä vakiomallista sarjaa (vahvavirta- ja telepistorasiat).

Tekniset vaatimukset

Märissä ja kosteissa sekä muissa suunnitelmissa erikseen määritellyissä tiloissa käytetään roiskevedenpitäviä (IP44) pistorasioita. Lisäsuojauksena käytettävien pistorasiaryhmien tai pistorasioihin integroitujen vikavirtasuojakytkimien on oltava tyyppiä A (SFS-EN 61008-1).

Yläjakelujärjestelmän pinta-asennuspistorasiat asennetaan eristävälle, tehdastekoisille, asennusjärjestelmään kuuluville asennusalustoille. Mikäli asennusalusta on johtava, on käytettävä kyseiseen pistorasiasarjaan kuuluvia muovisia taustalevyjä.

Suunnittelu ja dokumentointi

Ennen asennusten aloittamista varmistetaan pistorasioiden tyyppi, materiaali ja väri sekä hyväksytään mallit. Kaikki pistorasiat, joita ei ole suojattu vikavirtasuojakytkimellä (≤ 30 mA), on merkittävä käyttöön tarkoitettuna yksittäisen laitteen mukaan esim. "vain jääkaapille". Merkinnät tehdään kortin ST 51.25 vaatimustason 1 mukaisesti.

Asentaminen

Pistorasiat ja niiden ryhmäjohdot asennetaan suunnitelmien mukaisesti.

Pistorasiat asennetaan oppoasennuksena rakenteisiin. Sijoituksissa noudatetaan kortin ST 51.22 ohjeita sekä erikseen laadittuja asennuspiirustuksia (mm. seinäprojektiot ja kalustepiirustukset). Pistorasioiden tarkat sijaintipaikat on sovittava ennen asennustöiden aloittamista. Rasiat asennetaan samaan linjaan joko vaakatai pystysuunnassa.

Pistorasiat asennetaan viimeistelyyn käyttökuntoon. Jos peitelevyjä ei voida poistaa jännitteisiä osia paljastamatta, vahvavirta- ja telepistorasiat asennetaan erilleen omiin peitelevy-yhdistelmiinsä.

Laadunvarmistus

Urakoitsija suorittaa laitteistolle käyttöönottomittaukset.

Liite 6 Sähköselostus 13(18)

S2412 Kaapeloinnit

Tekniset vaatimukset

Pistorasioiden ryhmäjohtot ovat $3 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, ellei suunnitelmissa ole toisin mainittu.

S25 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT

Yleiskuvaus

Kaikki seuraavissa luvuissa esitetyt valaistusjärjestelmät noudattavat tässä luvussa (S25) esitettyjä yleisiä vaatimuksia. Lisävaatimukset kullekin järjestelmälle ja sen pääosille on esitetty ao. luvuissa.

Tekniset vaatimukset

Valaisinluettelossa esitetyille valaisimille on annettu tunnuksat. Valaisimen tunnus on merkitty tasopiirustuksissa valaisimen sijaintia esittävän piirrosmerkin viereen.

Valaisinten tekniset vaatimukset on määritelty valaisinluettelossa ja kortissa ST 70.22. Valaisinkohtaiset lamputyypit on esitetty valaisinluettelossa.

Asentaminen

Valaisimet asennetaan huolellisesti valmistajan asennusohjeita noudattaen. Valaisimien maali-, heijastin- tai häikäisysojapintoja ei saa vahingoittaa asennusvaiheessa. Kaikki suojausluokan 1 valaisimet maadoitetaan käyttöolosuhteista riippumatta. Valaisimet, joissa on säädettävä lampunpidin, säädetään valonlähdeä vastaavasti. Suunnattavat valaisimet suunnataan työmaalla valaistussuunnittelijan ohjeiden mukaan sitten, kun tarvittavat rakenteet sekä lopulliset tilan kalusteet ovat paikoilleen asennettuina.

Valaisimien tulee olla vastaanottotilaisuudessa puhtaita ja pölyttömiä. Tarvittavista työnaikaisista suojaustoimenpiteistä sovitaan pääurakoitsijan kanssa.

S251 SISÄVALAISTUSJÄRJESTELMÄ

Yleiskuvaus

Järjestelmä sisältää kohteen sisätilojen valaistusratkaisut.

S2511 Ohjauslaitteet

Yleiskuvaus

Valaistusohjaukset toteutetaan suunnitelmiin mukaisesti.

Toiminta

Työtilojen valaistusta ohjataan kytkimillä tasopiirustusten merkintöjen mukaisesti.

S2512 Kaapeloinnit

Yleiskuvaus

Sisätilan valaisimet liitetään sähköverkkoon pääosin liitäntäkaapeleilla.

Tekniset vaatimukset

Valaistuksen kaapelointi toteutetaan asennuspaikkaan tarkoitetuilla kaapeleilla.

Asentaminen

Valaistusryhmäjohtojen asennustapa on yleensä osoitettu tasopiirustuksissa piirrosmerkein. Mikäli halutaan käyttää suunnitelmasta poikkeavaa asennustapaa, on se hyväksyttävä rakennuttajalla. Valaistuskapeleita asennetaan pääosiltaan alas laskuihin ja seiniin uppoasennuksena. Tiloissa, joissa

on ontelolaattakatto yläpuolella, valaistuskapeleita asennukset voidaan tehdä onteloita hyödyntäen, mikäli ontelolaattojen tyyppihyväksynnän vaatimus mm. palonkestävyydestä sen sallii. Tasopiirustuksissa esitetyt pinta-asennukset tehdään kaapeleihin ja tarvittaessa suojataan panssariputkella. Teknisissä tiloissa asennusputkena voidaan käyttää myös alumiiniputkea. Muilta osin valaistuskapeleinnissa noudatetaan ST-käsikirjan 34 lukua 5 soveltuvin osin.

S2513 Valaisimet

Tekniset vaatimukset

Kohteeseen asennetaan kaikki valaisinluettelossa määritellyt valaisimet toimintaan ja asentamiseen tarvittavine valonlähteineen, liitäntälaitteineen, lisävarusteineen, asennus-, kiinnitys- ja upotusosineen yms. tarvikkeineen. Valaisimien kiinnitystapa hyväksytetään alakattojen osalta erikseen alakattourakoitsijalla ja arkkitehdillä sekä tarvittaessa rakennesuunnittelijalla. Valaisinten tekniset vaatimukset on määritelty valaisinluettelossa ja kortissa ST 70.22. Lamputyypit on esitetty valaisinluettelossa.

Suunnittelu ja dokumentointi

Ripustusvalaisinten asennuskorkeudet on varmistettava rakennuttajan nimeämältä edustajalta ennen niiden lopullista paikalleen kiristämistä.

Asentaminen

Valaisimet asennetaan tasopiirustusten mukaisiin paikkoihin huomioiden piirustuksissa annetut lisätarkennukset. Alakattojen valaisimien täsmälliset sijoituspaikat annetaan arkkitehdin laatimassa mitoitettussa alakattopiirustuksessa. Seinille asennettujen valaisinten tarkat sijoituspaikat esitetään arkkitehdin laatimassa mitoitetuissa seinäkaavioissa.

Liite 6 Sähköselostus 14(18)

Urakoitsija toimittaa alakattourakoitsijalle kaikista upotettavista valaisimista mitoitettut piirustukset alakattojen aukotusten tekemistä varten. Upotettavat valaisimet asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti ja huomioiden rakenteiden paloturvallisuusvaatimukset. Valaisimet ja niiden häikäisysoijat kiinnitetään luotettavasti. Valaisimien heijastimet ja ritilät asennetaan vasta kun ns. karkeasiivous on tehty ja yleensä pölyvien töiden jälkeen.

S252 ULKOVALAISTUSJÄRJESTELMÄ

Yleiskuvaus

Järjestelmä sisältää rakennuksissa kiinni olevat ulkopuoliset valaistukset. Ulkovalaistusjärjestelmään kuuluvat esimerkiksi talonumerovalot, katosvalaistukset, terrassivalaistukset, oviympäristöjen ja kulkuteiden valaistukset yms.

S2521 Ohjaislaitteet

Toiminta

Ulkovalaistusta ohjaa painonapit, rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaukset ja valoisuusanturi.

S2522 Kaapeloinnit

Yleiskuvaus

Ulkovalaistus liittyy sähköverkkoon kaapeliverkon kautta. Kaapelointi on esitetty taso- ja asemapiirustuksissa.

Tekniset vaatimukset

Ulkovalaistuksen kaapelityypit on esitetty kaapelointisuunnitelmassa.

Asentaminen

Rakennukseen tulevien kaapelointien osalta noudatetaan sisävalaistusjärjestelmän kaapeloinnin periaatteita. Maakaapeli-asennuksissa noudatetaan ST-käsikirjan 34 kohtaa 5.9.

Laadunvarmistus

valaistukselle suoritetaan käyttöönottomittaukset ja tulokset dokumentoidaan.

S2523 Valaisimet

Tekniset vaatimukset

Valaisintoimitukseen sisältyvät kaikki valaisinluettelossa määritellyn valaisinkokonaisuuden hankintaan ja asentamiseen tarvittavat valonlähteet, liitäntälaitteet, lisävarusteet, asennus-, kiinnitys- ja upotusosat yms. tarvikkeet. Valaisinten tekniset

vaatimukset on määritelty valaisinluettelossa ja kortissa ST 70.22.

Lampputyypit on esitetty valaisinluettelossa. Koska valonlähde on teknisesti toteutettavissa erilaisilla, valittuun lampunkantaan käyville lampuilla, tulee toimittajan käyttää ulkotiloissa vain ulkokäyttöön tarkoitettuja valonlähteitä, jotka toimivat kosteassa ja matalissa ympäristölämpötiloissa.

Asentaminen

Katoksiin sijoitettujen valaisimien täsmälliset sijoituspaikat annetaan mitoitettussa arkkitehdin alakattopiirustuksessa. Seinille asennettujen valaisinten sijoituspaikat esitetään arkkitehdin mitoitetuissa seinäkaavioissa tai julkisivukuvissa.

T TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT

T1 VIESTINTÄ- JA TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT

T130 YLEISKAPELOINTIJÄRJESTELMÄ

Yleiskuvaus

Toiminta

Kiinteistössä toteutetaan yleiskaapelointijärjestelmä, joka tukee lähiverkkosovelluksia, puhelinverkon sovelluksia ja muita tietoliikennesovelluksia sekä televerkon sovelluksia, kuten laajakaistatekniikan- ja TV:n sovelluksia.

Tekniset vaatimukset

Yleiskaapelointijärjestelmä toteutetaan siten, että se täyttää Viestintäviraston määräyksen 65 C/2018 M mukaiset sisäjohtoverkkoa koskevat vaatimukset.

Yleiskaapeloinnin tulee rakenteeltaan, kokoonpanoltaan, rajapinnoiltaan ja suorituskyvyltään täyttää eurooppalaisten standardien SFS-EN 50173-1 ja -4 mukaiset vaatimukset. Sekä asennettujen järjestelmän että siinä käytettävien rakenneosien (kaapelit ja liittämistarvikkeet) tulee erikseen täyttää mainittujen standardien ja niiden viitestandardien mukaiset vaatimukset. Kuparijohtimisen nousu- ja kotikaapeloinnin tulee täyttää vähintään luokan E vaatimukset ja optisen nousu- ja aluekaapeloinnin tulee täyttää kaapeloinnin pituuksien mukaisten OF-luokkien (OF-300, OF-500 tai OF-2000) vaimennusvaatimukset. Optisen kaapeloinnin kuitujen tulee olla kategorian OS1 tai OS2 yksimuotokuituja. Edellä mainittujen suorituskykyvaatimusten tulee täytyä kaapeloinnille määritellyn ympäristöluokan mukaisissa olosuhteissa. Ympäristö, johon kaapelointi asennetaan, on

Liite 6 Sähköselostus 15(18)

ympäristöluokitukseltaan standardin SFS-EN 50173-1 luokan M11C1E1 mukainen lukuun ottamatta erikseen mainittuja tiloja, joiden luokat käyvät ilmi järjestelmäkaaviosta. Järjestelmän ja sen osien muut tekniset vaatimukset on esitetty järjestelmäkaaviossa. Yleiskaapelointijärjestelmä tulee toteuttaa täysin toimintakuntoisena sekä testata ja dokumentoida standardien SFS-EN 50174-1, -2, ja -3 sekä SFS-EN 50346 vaatimukset täyttäen. Järjestelmätoimittaja antaa yleiskaapelointijärjestelmälle järjestelmätakuun, josta luovutetaan todistus rakennuttajalle.

Suunnittelu ja dokumentointi

Yleiskaapelointijärjestelmä dokumentoidaan standardin SFS-EN 50174-1 vaatimusten ja kortin ST 605.03 mukaisesti. Suunnitelmapiiirustukset täydennetään toteutusta palveleviksi piiirustuksiksi laatimalla

- asennuspiiirustukset rasiatunnuksineen (teleasennuspiiirustukset)
- jakamoiden kokoonpanopiiirustukset paneelitunnuksineen. Käyttöpiiirustuksia toimitetaan sähköselostuksen yleisen osan kohdan C08 vaatimusten lisäksi yksi sarja pääkeskushuoneeseen. Muihin jakamoihin (mukaan lukien kotijakamot) toimitetaan kyseisen jakamon kokoonpanopiiirustus ja järjestelmäkaavio. Huoltokirjaa varten toimitetaan käyttö- ja loppudokumentit sähköselostuksen yleisen osan kohdan C09 sekä kortin ST 605.03 vaatimusten mukaisesti.

Asentaminen

Yleiskaapelointijärjestelmä asennetaan standardien SFS-EN 50174-1, -2 ja -3 sekä kortin ST 605.02 vaatimuksia noudattaen. Lisäksi noudatetaan piiirustuksissa esitettyjä erityisohjeita ja vaatimuksia sekä järjestelmätoimittajan asennusohjeita. Urakoitsijan tulee ennen kaapeleiden asennusta varmistua, että kaikki tarvittavat johtotiet ovat asianmukaisesti käytettävissä ja että kaapelit voidaan asentaa niihin minimitaivutussäteitä, maksimivetovoimia ja muita asennusraja-arvoja noudattaen. Järjestelmän asentavalla urakoitsijalla tulee olla pätevyys tietoverkkotöihin. Pätevyyden voi osoittaa esimerkiksi SET-luokituksella (luokka T tai AT) tai muulla vastaavalla tavalla.

Laadunvarmistus

Yleiskaapelointijärjestelmän laadunvarmistuksessa noudatetaan standardin SFS-EN 50174-1 vaatimuksia. Ennen asennusta tulee urakoitsijan laatia mainitun standardin mukainen laatusuunnitelma esim. lomakkeella ST 681.43. Kaapeloinnin tilaajan tulee hyväksyä laatusuunnitelma ennen asennusta. Asennettu yleiskaapelointijärjestelmä tulee tarkastaa ja testata standardin SFS-EN 50346 (Tietotekniikka. Kaapeloinnin asentaminen. Asennetun kaapelin

testaus) ja kortin ST 681.42 mukaisesti. Sekä parikaapeloinnissa että optisessa kaapeloinnissa testausrajapinnat ovat pysyvän siirtotien testausrajapinnat. Testauslaitteiden tulee olla kalibroituja valmistajan ohjeiden mukaisesti ja kalibroinnista tulee olla todistus. Parikaapeloinnin testauslaitteiden tulee täyttää standardin SFS-EN 61935-1 mukaiset vaatimukset (vaatimukset riippuvat testattavan parikaapeloinnin luokasta). Optisen kaapeloinnin testauslaitteiden tulee täyttää standardin ISO/IEC 14763-3 mukaiset vaatimukset. Rajatulosten (Pass* ja Fail*) käsittelyssä noudatetaan seuraavaa periaatetta: Yksittäisen testattavan parametrin osalta Pass* on hyväksytty ja Fail* on hylätty. Pysyvien siirtotien kokonaistituloksista tulee olla sellaisia, joissa ei esiinny lainkaan yksittäisten parametrin Pass*- tuloksia, vaan pelkästään puhtaita Pass-tuloksia. Kaikista testauksista laaditaan mittauspöytäkirjat, joista selviävät testausten tulokset, suorittajat ja ajankohdat. Kortin ST 611.40 mukaan laadittu pöytäkirja täyttää Viestintäviraston määräyksen asettamat vaatimukset. Yksittäiset siirtotiekohtaiset testaus tulokset luovutetaan tiedostoina ja yhteenvedo testauksista myös paperiversiona. Hyväksytyt testauspöytäkirjat luovutetaan rakennuttajalle viimeistään vastaanottotarkastuksessa.

Lisätietoja

T1302 Alue- ja talojakamot

Yleiskuvaus

Kaapelit päätetään jakamoihin, jotka sijaitsevat asennuspiiirustusten osoittamassa paikassa.

Tekniset vaatimukset

Jakamoiden kokoonpano on esitetty suunnitelman kokoonpanopiiirustuksissa. Jakamoissa paneelien potentiaalintasaus tehdään laiteoimittajan ohjeiden mukaisesti ja määräyksen 65 C/2018 M vaatimukset huomioita ottaen.

Suunnittelu ja dokumentointi

Suunnitelman kokoonpanopiiirustukset täydennetään asennus- ja laitetiedoilla. Jakamoiden liitinpaneelit numeroidaan kortin ST 605.03 periaatteita noudattaen.

Asentaminen

Talo- ja alijakamot asennetaan jakamon asennustarvikkeiden toimittajan ohjeen mukaisesti asennuspiiirustusten mukaisiin paikkoihin. Jakamoiden asennuksessa noudatetaan lisäksi standardin SFS-EN 50174-2 vaatimuksia

Liite 6 Sähköselostus 16(18)

T1303 Alue- ja nousukaapeloinnit

Yleiskuvaus

Asennuspiirustuksissa esitetyt alue- ja nousukaapeloinnit asennetaan standardin SFS-EN 50173-1 rakenneperiaatteiden mukaisesti. Kaikki parikaapeleiden parit ja optisten kaapeleiden kuidut tulee päättää molemmista päistään.

Tekniset vaatimukset

Alue- ja nousukaapeleiden sekä niiden liittämistarvikkeiden tekniset vaatimukset on esitetty järjestelmäkaaviossa. Kuparijohtimisen nousukaapeloinnin pysyvien siirtoteiden tulee täyttää standardin SFS-EN 50173-1 mukaisen luokan E vaatimukset. Kaapeloinnissa tulee käyttää kategorian 6 kaapeleita ja liittämistarvikkeita. Kuparijohtimisen nousukaapeloinnin kanavaa muodostettaessa kaikkien käytettävien kytkentäkaapeleiden tulee olla samaa kategorialla ja suojausrakennetta kuin kiinteästi asennetussa nousukaapeloinnissa. Optisen nousukaapeloinnin tulee täyttää kaapeloinnin pituuden mukaisen OF-luokan vaimennusvaatimukset.

Asentaminen

Optisten kaapeleiden asennuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota työvaroihin. Jokaisessa optisen kaapelin päättämiskohdassa tulee jättää valokaapelin työvaraksi 3–5 m ylimääräpituus. Tämä ylimääräpituus tarvitaan, jotta optiset kaapelit ja niiden kuidut olisi mahdollista päättää hyvää asennustapaa noudattaen.

T1304 Kotijakamot

Yleiskuvaus

Kotijakamot sijaitsevat huoneistoissa asennuspiirustusten mukaisissa paikoissa. Kotijakamoihin päätetään huoneiden ja muiden tilojen tietoliikennesioihin lähtevät kotikaapelit sekä taloja/tai alijakamosta tulevat nousukaapelit.

Tekniset vaatimukset

Kotijakamoiden kokoonpanoperiaate on esitetty suunnitelmassa. Jakamon paneelien potentiaalintaus tehdään laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti ja määräyksen 65 C/ 2018 M vaatimukset huomioon ottaen.

Suunnittelu ja dokumentointi

Kotijakamoista laaditaan jakamokohtaiset kokoonpanopiirustukset laiteluetteloineen. Kotijakamoiden liitinpaneelit numeroidaan kortin ST 681.41 periaatteita noudattaen. Jakamoiden liittimet merkitään tietoliikennesioita vastaavilla tunnuksilla.

Asentaminen

Kotijakamot asennetaan jakamon asennustarvikkeiden toimittajan ohjeen mukaisesti asennuspiirustusten mukaisiin paikkoihin. Jakamoiden asennuksessa noudatetaan lisäksi standardin SFS-EN 50174-2 ja ST-korttien ST 605.02 ja ST 605.05 vaatimuksia.

T1305 Kotikaapeloinnit

Yleiskuvaus

Kotikaapelointi ulottuu kotijakamoista tietoliikennesioihin, jotka sijaitsevat asennuspiirustusten mukaisissa paikoissa.

Tekniset vaatimukset

Kotikaapeloinnin parikaapeleiden sekä niiden liittämistarvikkeiden tekniset vaatimukset on esitetty järjestelmäkaaviossa. Kotikaapeloinnin pysyvien siirtoteiden tulee täyttää standardin EN 50173-1 mukaisen luokan E vaatimukset. Kaapeloinnissa tulee käyttää kategorian 6 kaapeleita ja liittämistarvikkeita.

Kotijakamosta huoneisiin asennetaan järjestelmäkaavion mukaisesti kaksi kategorian 6 kaapelia, jotka päätetään molemmista päistään kategorian 6 liittimiin. Kotikaapeloinnin kanavaa muodostettaessa kaikkien käytettävien kytkentäkaapeleiden tulee olla samaa kategorialla ja suojausrakennetta kuin kiinteästi asennetussa kotikaapeloinnissa. Huoneistoissa tehdään asennuksen yhteydessä valmiuskytkentä, jolla varmistetaan asukkaille vähintään yhden liitäntäpisteen välitön analogisen puhelimen ja/tai DSL-yhteyden käytettävyyttä silloin, kun asukkaalla on

Liite 6 Sähköselostus 17(18)

teleoperaattorin kanssa sopimus kyseisestä palvelusta. Tämä toteutetaan kotijakamossa suoritettavalla ristikytkennällä siten, että 4-parinen nousukaapelointi yhdistetään suoraan asunnon johonkin tietoliikennerasiaan, joka varustetaan merkinnällä "1".

Suunnittelu ja dokumentointi

Kaapeloinnin testauksen yhteydessä mitataan ja dokumentoidaan siirtoteiden kaapelien todelliset pituudet.

Asentaminen

Kotikaapeleiden asennuksessa noudatetaan standardin SFS-EN 50174-2 ja kortin ST 605.02 ohjeita ja periaatteita sekä järjestelmätoimittajan asennusohjeita. Päätätö- ja kytkentätöitä saa suorittaa vain ammattitaitoinen teleasentaja.

Kaapelit päätetään järjestelmätoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Päätettäessä kaapelia liitinyksikköön vaippaa poistetaan mahdollisimman vähän ja parikierto säilytetään niin pitkälle kuin mahdollista.

Maadoituksissa ja potentiaalintasauksissa noudatetaan kortin ST 605.02 ohjeita ja periaatteita sekä järjestelmätoimittajan ohjeita. Kaikissa sidonnoissa ja kiinnityksissä tulee pitää huolta, että niput eivät ole liian kireitä eikä kaapeleihin synny painumia.

T1306 Liitäntäpisteet (yleiskaapeloinnin pistorasiat)

Yleiskuvaus

Kerroskaapelointi päätetään työpistealueilla ja muilla kaapeloinnin käyttöalueilla tietoliikennerasioihin, jotka sijaitsevat asennuspiirustusten mukaisissa paikoissa.

Tekniset vaatimukset

Tietoliikennerasioiden liittimet ovat kategorian 6 (6A) mukaisia RJ45-liittimiä. Liittimet tulee olla varustettuina pölysuojilla. Liittimien sähkömagneettisen suojausrakenteen tulee vastata käytettävän parikaapelin suojausrakennetta. Rasiakalusteet ovat samaa sarjaa vahvavirtakalusteiden kanssa.

Suunnittelu ja dokumentointi

Tietoliikennerasiat merkitään asennuspiirustuksiin samoilla tunnuksilla kuin kerrosjakamoiden paneeliliittimet.

Asentaminen

Asennuksessa ja päätätöissä noudatetaan kaapelointijärjestelmän valmistajan ohjeita.

Kaikki tietoliikennerasiat merkitään kortin ST 681.41 periaatteita noudattaen.

- järjestelmän lohkokaaviot käyttö- ja huoltotoimintaa varten
- verkostolaitetiedot ja laitteiden kytkennät

Urakkarajaliitteeseen kirjoitettavia yleiskaapelointijärjestelmään (T130, asuinkiinteistö) liittyviä asioita

Urakkaraja liitetään yhdenmukaisena kaikkiin urakkasopimuksiin.

Urakkarajaliite koskee seuraavia urakoita:

- pääurakka
- rakennusurakka
- putkiurakka

T6 PALOTURVALLISUUS-JÄRJESTELMÄT

T620 PALOVAROITINJÄRJESTELMÄ

Yleiskuvaus

Rakennukseen asennetaan palovaroitinjärjestelmä. Palovaroitinjärjestelmällä valvotaan rakennuksen tiloja tulipalon tai savunmuodostuksen havaitsemiseksi.

Toiminta

Savu- ja lämpöilmaisimilla valvotaan rakennuksen tiloja kattavasti.

Tekniset vaatimukset

Toteutettuna suunnitelman mukaisella järjestelmäperiaatteella järjestelmän tulee täyttää standardin SFS-EN 14604 vaatimukset. Palovaroitinjärjestelmä asennetaan täyteen käyttökuntoonsa dokumentoituina.

Suunnittelu ja dokumentointi

Suunnittelu perustuu standardin SFS-EN 14604 vaatimukset täyttävälle järjestelmäperiaatteelle.

Suunnitelmapiirustukset täydennetään toteutusta palveleviksi piirustuksiksi laatimalla

- kaapelointien asennuspiirustukset
- järjestelmäkaavio täydennettynä hankittavien laitteiden

mukaisilla laite- ja kaapelointitiedoilla

- lohkokaaviot täydennettyinä hankittavien laitteiden mukaisilla laitetiedoilla.

Toteutusta palvelevat piirustukset täydennetään loppupiirustuksiksi asennusten valmistuttua.

Käyttökäyttö- ja loppudokumentointiin tulee yleisen osan kohdan C08 vaatimusten lisäksi yksi sarja telalaitetilaan.

Huoltokirjaa varten toimitetaan käyttö- ja loppudokumentit sähköselostuksen yleisen osan kohdan C09 vaatimusten mukaisesti.

Järjestelmän käyttö- ja loppudokumentointiin tulee sisältää

- järjestelmäkuvaus ja käyttöohje
- laitteiden käyttöohjeet

Liite 6 Sähköselostus 18(18)

- huollettaviksi tarkoitettujen laitteiden ja järjestelmänosien huolto-ohjeet tai kaaviot
- toteutusta palvelevat piirustukset päivitettyinä lopullista asennusta vastaaviksi
- tiedot järjestelmän huoltoilikkeistä yhteystietoineen
- tarkastuspöytäkirjat
- osoitekartat.

Asentaminen

Järjestelmän asentamisessa noudatetaan laitetoimittajan ja kortin ST 662.50 (Palovaroittimet) ohjeita ja periaatteita.

Laadunvarmistus

Laatu tarkastetaan yleisen osan kohdan C 07 mukaan.

Tarkastuksessa käytetään korttia ST 662.51

(Palovaroittimet, asennustodistus).

Lisätietoja

Palovaroitinjärjestelmän ja muiden järjestelmien väliset integraatiot on esitetty erillisessä asiakirjassa.