



samk

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

ALEKSI MANSIKKA-AHO

Sähkösuunnitelma liikekiinteistön osan muuntamisesta asuinkäyttöön

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2020

Tekijä Mansikka-aho, Aleksis	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kuukausi Vuosi 1/2020
	Sivumäärä 29 + 8	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Sähkösuunnitelma liikekiinteistön osan muuntamisesta asuinkäyttöön.		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat kolmeen asuntoon. Asunnot rakennettiin Raumalla sijaitsevaan rakennukseen, joka on vuosien aikana toiminut muun muassa SOK-keskuskonttorina ja tehdasrakennuksena. Ennen tätä muutosta, jossa asunnot tehdään, toimi tämä toisen kerroksen osa varasto-, liike- ja kerhotilana.</p> <p>Työssä käytiin läpi erikseen jokaisen tilan sähköinen toteutus ja huomioitiin tämän hetken säädökset. Työssä otettiin huomioon tilan omistajan toiveet sähköistyksen suhteen.</p> <p>Työssä laadittiin vahvavirtapiirustukset, valaistuspiirustus, lämmityspiirustus, yleiskaapelointipiirustus ja keskuskaaviot.</p> <p>Sähkökuvat suunniteltiin ja laadittiin Cadmatic-suunnitteluohjelmalla.</p>		
<u>Asiasanat</u> sähkösuunnitelma, liikekiinteistön muuntaminen,		

<p>Author Mansikka-aho, Aleks</p>	<p>Type of Publication Bachelor's thesis, AMK</p>	<p>Date Month Year 2.2021</p>
	<p>Number of pages 29 + 8</p>	<p>Language of publication: Finnish</p>
<p>Title of publication Electricity plan for the conversion of a business premises into residential use</p>		
<p>Degree program Electrical and automation engineering</p>		
<p>The purpose of this thesis was to make electrical plans for three apartments. The apartments were built in a building in Rauma, which over the years has served as a SOK head office and factory building. Before this change, where the apartments will be made, this part of the second floor served as a warehouse, business and clubroom.</p> <p>The electrical implementation of each space was reviewed separately, and the current regulations were taken into account. The work took into account the wishes of the client of the work regarding electrification.</p> <p>High-current drawings, lighting drawing, heating drawing, general cabling drawing and electrical center diagrams were prepared in the work.</p> <p>The electrical drawings were designed and created with the Cadmatic planner software.</p>		
<p><u>Key words</u> electrical plan, business premises conversion</p>		

ALKUSANAT

Haluan kiittää sähköasentaja Julia Jalosta, joka avusti ja tuki opinnäytetyöprojektin tekemisessä.

Raumalla 25.1.2020

Alexi Mansikka-aho

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 MITOITUS.....	7
2.1 Huipputehon laskenta.....	8
2.2 Kaapelin mitoitus	9
2.3 Oikosulkulaskenta	11
3 SUUNNITTELU	16
3.1 Cadmatic	17
3.2 Kaapelointi	17
3.3 Wc, pesuhuone ja sauna	19
3.4 Keittiö.....	23
3.5 Valaistus.....	24
3.6 Paloilmaisin.....	26
3.7 Antenni- ja yleiskaapelointi	27
5 DOKUMENTOINTI.....	28
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	29
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä sähkösuunnitelma muutospöytäkirjään kolmelle asunnolle. Sähkösuunnitelman tavoitteena oli tehdä kohteen sähkörakkaan liittyvät laskelmat ja toimivat sähköasennukset. Työhön sisältyi tasopiirustuksien luonti, keskuskaaviot, antenni- ja yleiskaapelointipiirustus, paloilmaisinkaaviot ja valaisinkaaviot. Tavoitteena oli suunnitella asunnoille hyvä ja kustannustehokas sähkösuunnitelma.

Sähkösuunnitelman kohteena oli 1930-luvulla rakennettu entinen SOK-keskuskonttori, nykyinen Valtakulma (Kuva 1). Rakennuksen ovat suunnitelleet Erkki Huttunen ja Valde Aulanko, ja tyyliltään rakennus edustaa funktionalistista rakennusarkkitehtuuria (Räihä 2008). Rakennus sijaitsee rauhallisella alueella Rauman keskustassa satamaan johtavan junaradan vieressä. Rakennuksen alakerta toimii liiketilana.

Muutoskohde kattaa toisesta kerroksen kulmauksen. Ennen nyt alkanutta muutostyötä tila toimi osittain varasto- kerho ja liiketilana. Tilasta purettiin käytännössä kaikki: kaikki vanha sähköistys, vesi ja viemäriputket, vanhat väliseinät, yhtä leikaharkkoviäliseinää lukuun ottamatta. Tähän tyhjään jäljelle, jääneeseen tilaan rakennetaan kolme n. 70 m² kokoluokan asuntoa. Ulkoseinien kohdat jäävät nykyiselle rapatulle kiviseinäpinnalle ja osa kattopinnasta jää myös alkuperäiseksi betonipilari-pinnaksi. Asuntojen väliseinät tulevat puurunkoisiksi kipsilevyseiniksi ja osa katoista tulee alas lasketuiksi. Talossa on kaukolämpö ja jokaista huoneistoa lämmittävät isot vesikiertoiset valurautapatterit. Osassa asuntojen sisälle tulevia seiniä on mukailtu funktionaaliseen tyyliin sopivia pyöreitä muotoja. Näin laajan remontin myötä saadaan asunnot myös sähköistettyä nykypäivän tarpeiden ja vaatimusten mukaisiksi.



Kuva 1. Valtakulma-rakennuksen julkisivu talvella 2021

2 MITOITUS

Kun suunnitellaan tulevien asuntojen liittämistä sähköverkkoon pitää arvioida asuntojen huipputeho. Sähkösuunnittelun kannalta tärkeimpiä asioita ovat sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Mitoituksessa pitää huomioida se, että sähköverkko ja liittymä mitoitetaan riittävän suureksi, mutta pitää kuitenkin välttää ylimitoitusta. Alimitoituksesta aiheutuu turhia rajoituksia asunnon suunnittelussa ja ylimitoitus tuo ylimääräisiä kuluja rakennus- ja käyttökuluina. (ST 13.31, 2020) Tässä kohteessa on tarkoitus ryhmäkeskuksien nousukaapeleilla liittää talon kellarissa sijaitsevaan mitauskeskukseen.

Talon kellarissa on myös sähköpääkeskus, josta löytyy koko rakennuksen tämän osan liittymän pääsyöttö ja päävarokkeet. Syöttökaapelina liittymälle on 3x120+70+S-kaapeli. Päävarokkeina liittymälle on asennettu 3x200 A-sulakkeet. Sähköpääkeskuksen viereisessä huoneessa on mittauskeskus, jossa löytyy valtaosa kiinteistön etäluettavista sähkömittareista. Mittauskeskuksella syöttönä on 3x125A gG-sulakelähtöpääkeskukselta ja syöttökaapelina on 3x70+70. Tähän 2. kerroksen saneerattavaan tilaan tulee ennestään mittauskeskukselta kaksi nousukaapelia, jotka syöttivät virran vanhoille ryhmäkeskuksille. Ryhmäkeskuksien syöttönä oli 3x25A gG-sulakelähdöt ja nousukaapelina MCMK 4x6+6. Tilan käyttötarkoituksen muuttuessa on syytä tarkistaa kaapelikoon soveltuvuus tulevaan käyttöön. Tarkastelujen jälkeen todetaan, ovatko kaapelit soveltuvia tilojen käyttötarkoituksen muutoksen jälkeen ja sitten päätetään kolmannen nousukaapelin koko.

2.1 Huipputehon laskenta

Huipputehon määrittely perustuu huoneistokohtaiseen peruskuormaan ja pinta-alasta riippuvaan kuormaan. Laskelmat perustuvat kokemusperäisiin kaavoihin mitkä perustuvat erilaisten asuinrakennusten kuormitusmittausmittausten tuloksiin. (ST 13.31, 2020). Koska kaikki kolme huoneistoa eroavat kokonaispinta-alaltaan vain muutaman neliömetrin toisistaan ja niiden pesuhuoneet ovat samankokoisia niin pätee kaikkiin isoimman huoneiston mitoilla tehdyt laskelmat. Asuntojen huipputehon määrittelyssä on laskennat tehty yksittäisten huoneistojen mukaan.

Asunnoissa on vesikiertoiset valurautapatterit ja asunnoissa ei ole lämminvesivaraajia, joten asuntojen huipputehon mitoituksessa on käytetty kaavaa, jossa on huomioitu kojekuorma, valaistuksesta aiheutuva kuorma, kiukaasta tuleva kuorma ja pesuhuoneen lattialämmityksestä tuleva kuorma.

Näin huoneiston hupputeho saadaan laskettua kaavalla 1 (ST 13.31, 2020):

$$\text{Kaava 1} \quad P_{\text{huippu}} = P_{\text{hläm}} + P_{\text{koje}} + P_{\text{valaistus}} + P_{\text{kiuas}}$$

$$P_{\text{huippu}} = 0,8\text{kW} + 6\text{kW} + (6\text{W/m}^2 \cdot 69,5\text{m}^2/1000) + 6\text{kW} = 13.217 \text{ kW}$$

missä

$$P_{\text{hläm}} = \text{sähkölämmityksen teho, } 0,8 \text{ kW}$$

$$P_{\text{koje}} = 6\text{kW} \text{ (kun } A_{\text{huoneisto}} \leq 75\text{m}^2)$$

$$P_{\text{valaistus}} = 6\text{W/m}^2 \cdot A_{\text{huoneisto}}$$

$$P_{\text{kiuas}} = \text{Kiukaan teho, } 6 \text{ kW}$$

Huoneiston huipputehoksi tuli n. 13,2kW, josta saadaan laskettua huippuvirta, jonka avulla saadaan määritettyä huoneiston liittymän valinta. Huippuvirta laskettiin kaavalla 2.

$$\text{Kaava 2} \quad I_{\text{huippu}} = P_{\text{huippu}} / \sqrt{3} \cdot U_p \cdot \cos\varphi$$

$$I_{\text{huippu}} = 13217\text{W} / (\sqrt{3} \cdot 400\text{V} \cdot 0,96) = 19,872 \text{ A}$$

missä

$$U_p = 400\text{V}, \text{ verkon pääjännite}$$

$$\cos\varphi = \text{tehokerroin}$$

Huippuvirran 19,9 A perusteella valitaan siitä pykälällä isompi sulakekoko, mikä luo asuntojen pääsulakkeiden kooksi 3x25A. Tässä tapauksessa mittakeskuksella on valmiina varattuna 3x25A gG -sulakelähdöt, joten ne eivät vaadi muutoksia.

2.2 Kaapelin mitoitus

Tähän remontoitavaan tilaan tulee pieni käytäväosuus, johon sijoitetaan jokaisen asunnon oma ryhmäkeskus, eli kolme ryhmäkeskusta seinälle, jokaiselle tulee oma nousukaapeli alakerran mittauskeskukselta. Ryhmäkeskusten kuormitus koostuu huoneistojen kokonaistehosta ja niitä suojaa mittauskeskuksen 3x25 gG -sulakkeet. Kaapelin kuormittavuuteen vaikuttaa johdinmateriaali, eristemateriaali, asennustapa,

ympäristönlämpötila ja muiden virtapiirien läheisyys, nämä asiat huomioiden määritellään korjauskerroin mikä vaikuttaa kaapelin valintaan (D1-2017, 224). Tässä tapauksessa kaapelit on kiinnitetty kaapelitikkaisiin, jossa on muitakin kaapeleita, ja kaapelien kulkureitillä on noin 25C° lämpötila.

Eli kaapelien asennustapa vastaa E:tä, eli yksi- tai monijohdinkaapelit: Kaapelitikkailta. (SFS 6000-5-52:2017, 27) Taulukon 1. mukaan käyttäessä 25 A gG sulakkeita ylikuormitussuojana, täytyy johtimen vähimmäiskuormitus virran kestävyys olla vähintään 28 A (Taulukko 1.). Samalla hyllyllä yhdessä kerroksessa kulkevien kaapeleista huomioitava korjaus kerroin on 0,78 (SFS 6000-5-52:2017, 57 Taulukko A.52.20) Lämpötilasta johtuva korjaus kerroin otetaan huomioon PVC eristeisellä kaapelilla, jos se poikkeaa 30C° lämpötilasta. Kaapelien kulkureitillä peruslämpötila on n.25 C° niin korjauskertoimeksi saadaan 25C° -> 1,05 (SFS 6000-5-52:2017, 50 Taulukko A.52.14). Kokonaiskertoimeksi saadaan $1,05 * 0,78 = 0,819$. Näin ollen kaapelin kuormitettavuus tulee olla ilman korjauskertoimia vähintään $28A / 0,819 = 34,188A$.

Kuparijohtimen kuormitettavuus 6mm² pinta-alalla on 43A (SFS 6000-5-52:2017, 46). Näin ollen 6mm² kaapeli soveltuu kyseisten ryhmäkeskuksien syötöiksi. Voidaan vielä tarkistaa mikä kaapeli soveltuu 25 A sulakkeelle asennustavalla E, kun korjauskerroin on 0,80 (D1-2017, 228). Tämä vahvistaa sen, että 6 mm² soveltuu syötöksi. Joten tilaan tulevat kaksi 6mm² nousukaapelia voidaan jättää paikalleen ja vetää yksi uusi 6mm² nousukaapeli kolmannelle ryhmäkeskukselle.

Taulukko 1. Alimmat kuormittavuudet (Taulukko Y.52.1 SFS 6000-5-52:2017, 76)

gG tyyppisen sulakkeen nimellisvirta A	Johtimen kuormitettavuuden minimiarvo 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

2.3 Oikosulkulaskenta

Vikasuojauksen-toimivuus ja suojausheitojen toteutumiseksi on selvitettävä pienin oikosulkuarvo, jolla valittu suoja laite toimisi. Poiskytkentäehtojen selvittämisessä kannattaa ensimmäisenä selvittää missä kohdissa asennusta oikosulkuvirta tulisi määritellä. Esimerkkinä voidaan yhdessä virtapiirissa selvittää suojalaitteesta kauimmaisen pisteen oikosulkuarvo. Voidaan myös käyttää hyväksi esimerkiksi suojausten kannalta kaikkein hankalimman virtapiirin arvoja, joiden avulla voidaan selvittää muiden virtapiirien suojausten toimivuus. Oikosulkuvirtaa laskettaessa voidaan tehdä myös joitain yksinkertaistuksia. Seuraavalla menetelmällä virheprosentti voi

olla korkeintaan n.10 %:n luokkaa mutta menetelmää voidaan siitä huolimatta käyttää, koska virheet tapahtuvat aina turvallisempaan suuntaan eli laskettu oikosulkuvirta on pienempi mitä todellisuudessa. (D1-2017, 95.)

Tärkein yksinkertaistus on se, että osaimpedanssit lasketaan aritmeettisesti yhteen, jolloin todellinen impedanssi on aina laskettua arvoa pienempi ja vikavirta siten suurempi. Liittymän oikosulkuvirran voi pyytää paikalliselta sähköyhtiöltä. Olin yhteydessä Rauman Energian tekniseen tukeen ja sain heiltä pyytämäni tiedon. Rauman energian ilmoittama liittymän oikosulku virta on $I_{k1} = 3355A$ (Kuva 2).

Sähköyhtiön ilmoittaman oikosulkuvirran avulla pystytään laskemaan oikosulkuvirrat keskuksissa sekä vastaavat impedanssit ennen keskuksia. Kaapelien impedanssit on esitetty taulukossa 2 ja kaapelien pituudet ennen ryhmäkeskuksia on saatu mittamalla kohteessa.

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	Ik3 (A)	Ik1 (A)	SulA (A)	SulL (A)
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET								
20	Jo254	23 80265090	PL70	2	180	6265	3355	200 200

Kuva 2. Rauman Energialta pyydetty liittymän oikosulkuvirta (Rauman Energian sähköposti 26.11.2020).

Taulukko 2. Johtimien impedansseja (D1-2017, 96)

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

Syöttävän verkon impedanssi saadaan oikosulkuvirran I_k avulla laskettua käyttämällä kaavaa 3 (D1-2017, 95).

$$\text{Kaava 3. } Z_v = (c * U_p) / (\sqrt{3} * I_k)$$

$$Z_v = (0,95 * 400V) / (\sqrt{3} * 3355 A) = 0,065 \Omega$$

missä

I_k = on pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta, 3355 A

c = on kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenalenneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä jne.

U_p = pääjännite, 400 V

Z_v = virtapiirin kokonaisimpedanssi

Tämän jälkeen lasketaan kiinteistön pääkeskuksen ja asuntojen ryhmäkeskuksen välisten kaapelien impedanssit.

Esimerkkinä päävarokkeilta pääkeskukselle menevän kaapelin impedanssin Z_{PKk} saadaan laskettua kaavalla 4.

Kaava 4. $Z_{PKk} = 2 * l * z$

$$Z_{PKk} = 2 * 0,003 \text{ km} * 0,346 \text{ } \Omega/\text{km} = 0.002076 \text{ } \Omega$$

missä

$$l = \text{kaapelin pituus, 3 m}$$

$$z = \text{kaapelin ominaisimpedanssi, 0,346 } \Omega/\text{km}$$

Ryhmäkeskuksen impedanssi saadaan selvitettyä lisäämällä kaapelien ominaisimpedanssit virtapiirin kokonaisimpedanssiin.

Oikosulkuimpedanssi pääkeskuksella:

$$Z_{PK} = 2 * 0,003 \text{ km} * 0,346 \Omega/\text{km} + Z_V = 0,067076 \text{ } \Omega$$

Oikosulkuimpedanssi mittakeskuksella:

$$Z_{MK} = 2 * 0,006 \text{ km} * 0,346 \text{ } \Omega/\text{km} + Z_{PK} = 0,070 \text{ } \Omega$$

Oikosulkuimpedanssi ryhmäkeskuksella:

$$Z_{RK} = 2 * 0,028 \text{ km} * 3,660 \text{ } \Omega/\text{km} + Z_{MK} = 0,275 \text{ } \Omega$$

Oikosulkuvirta ryhmäkeskuksella:

$$I_{kRK} = c * U_p / \sqrt{3} * Z_{RK}$$

$$I_{kRK} = 0,95 * 400 \text{ V} / \sqrt{3} * 0,275 \text{ } \Omega = 797.8 \text{ A}$$

Ryhmäkeskuksen oikosulkuvirta on riittävä taulukon 3 mukaan, koska pienin vaadittu oikosulkuarvo 25A gG-sulakkeelle on 5,0 sekunnin toiminta-ajalle on 110 A ja oikosulkuvirta ryhmäkeskuksella ylittää sen $797,8A > 110A$

Taulukko 3. Pienimmät toimintavirrat gG-tyypin sulakkeille. (D1-2017, 94)

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

Huoneiston pisin kaapeli veto oli 27 metriä. Kyseinen kaapeli on $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ja kaapelin impedanssi on:

$$Z_{PR} = 2 * 0,027 \text{ km} * 14,620 \text{ } \Omega / \text{km} = 0,789 \text{ } \Omega$$

Oikosulkuvirta johdon päässä:

$$I_{PR} = c * U_p / \sqrt{3} * (Z_{pr} + Z_{Rk})$$

$$I_{PR} = 0,95 * 400 \text{ V} / \sqrt{3} * (0,789 \text{ } \Omega + 0,275 \text{ } \Omega) = 233,54 \text{ A}$$

C-tyypin 10 A:n johdonsuojakatkaisija vaatii 100 A -virran nopean poiskytkemisen saavuttaakseen, joten 233.54 A oikosulkuvirta ryhmäjohdon päässä on riittävä (Taulukko 4).

Taulukko 4. Pienimmät toimintavirrat C-tyypin johdonsuojakatkaisijoille. (D1-2017, 93).

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

3 SUUNNITTELU

Asuntojen sähkösuunnittelu pyrittiin toteuttamaan käyttäjäystävällisin ratkaisuin ja vastaamaan nykypäivän tarpeita, esimerkiksi huomioitaessa pistorasioiden sijoittelu ja määrä Suunnittelun aluksi kävimme tilaajan kanssa läpi sähköasennuksiin liittyvät toiveet esimerkiksi valaistuksen ja pistorasioiden sijoittelussa. Kävimme myös rakennuttajan kanssa läpi heidän rakennustekniset ratkaisunsa, jotka mahdollisesti vaikuttavat sähköasennuksiin. Näiden palaverien pohjalta laadittiin sähköpistekuva, jossa näkyy asunnon pohjakuvan päällä kaikki pistorasiat, valaisimet ja kytkimet. Tämä kuva oli vielä hyvä hyväksyttävä tilaajalla, niin mahdolliset muutokset on

helppo tehdä. Asunnon eri tilojen suunnittelussa on käytetty apuna ST-kortistoja, D1-2017 käsikirjaa rakennusten sähköasennuksista ja SFS-6000 standardeja.

3.1 Cadmatic

Asuntojen sähköistykseen liittyvät dokumentit on luotu suomalaisella Cadmatic-suunnitteluohjelmalla. Cadmatic on monipuolinen suunnitteluohjelma, joka kattaa usean eri alan suunnittelutyökalut. Kohteen dokumentoinnissa käytössä oli Cadmatic Electrical -ohjelmistoversio, joka on Suomen käytetyin sähkösuunnitteluohjelmisto. Lisätietoa Cadmatic suunnitteluohjelmasta löytyy cadmatic.fi-internetsivulta. Ohjelmiston käytön apuna toimi my.cads.fi-internetsivulta löytyvät videotallenteet. (Cadmaticin [www](http://www.cadmatic.fi)-sivut 2020). Suurena apuna oli myös youtubessa Lehtori Nurmion luomat ohjelmiston käyttöön liittyvät videotallenteet (Lehtori Nurmio 2020).

3.2 Kaapelointi

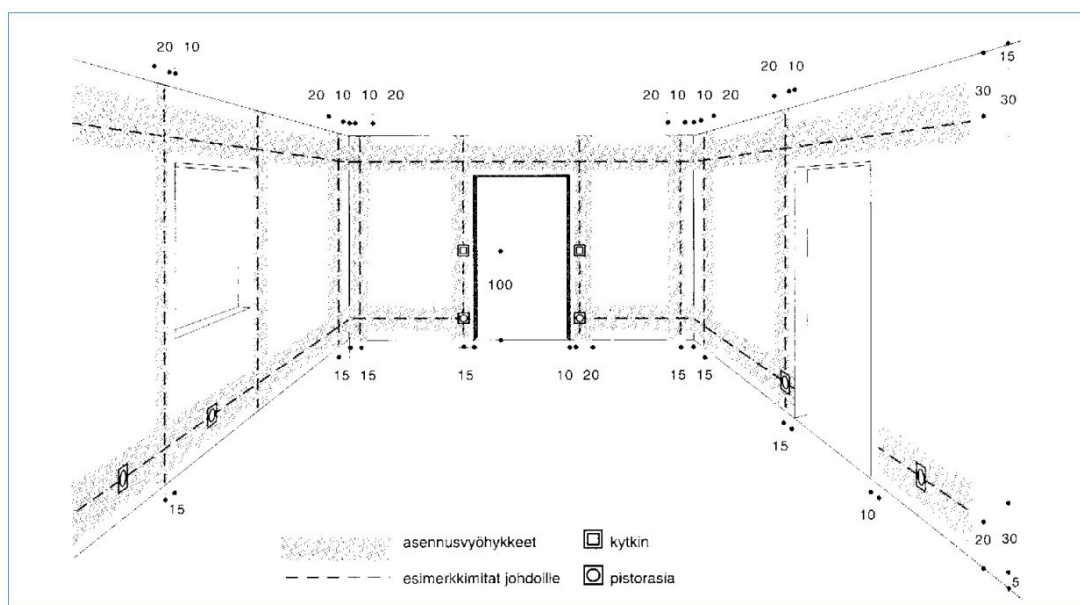
Asuntojen johdotukset on suunniteltu tehtäväksi vaipallisilla kaapeleilla. Kaapelit on suunniteltu vedettäväksi alas laskettujen kattojen yläpuolella ja kevyiden väliseinien sisällä. Asuntojen kaapelointi päätettiin toteuttaa käyttäen MMJ-kaapelia. MMJ-kaapeli on yleisesti käytössä oleva muovivaippainen asennuskaapeli mikä soveltuu asennuksiin sisällä sekä ulkona. Kuvassa 2 on Draka:n valmistava MMJ 3x2,5 s – kaapeli, jossa on kolme 2,5 mm² -johdinta. Kaapelin mallissa s viittaa käytössä olevaan värijärjestelmään, joka on keltavihreä, sininen ja ruskea (Prysmian Groupin [www](http://www.prysmian.com)-sivut 2020).

Kaapelit suunniteltiin vedettäväksi suoraan rakenteeseen eli seinien kohdissa siten, että runkotolppaan porataan reikä, josta kaapeli kulkee lävitse. Kaapelien asennuksessa suoraan rakenteeseen on huomioitava, että kaapelin on päästävä liikkumaan. Kaapelin asennustila on riittävä, jos sillä on sivusuunnassa molemmilla puolilla vähintään kaapelin halkaisijan verran liikkumatilaa. Eristetyissä seinissä tulee huomioida, että eristeen ja seinäpinnan välissä on riittävä tila, johon kaapeli voidaan asentaa. Kaapelien asennuksissa on otettava huomioon jalka- ja kattolistojen asennukset ja mahdollisten taulujen ja huonekalujen kiinnitykset. Kaapeleita ei saa asentaa ilman

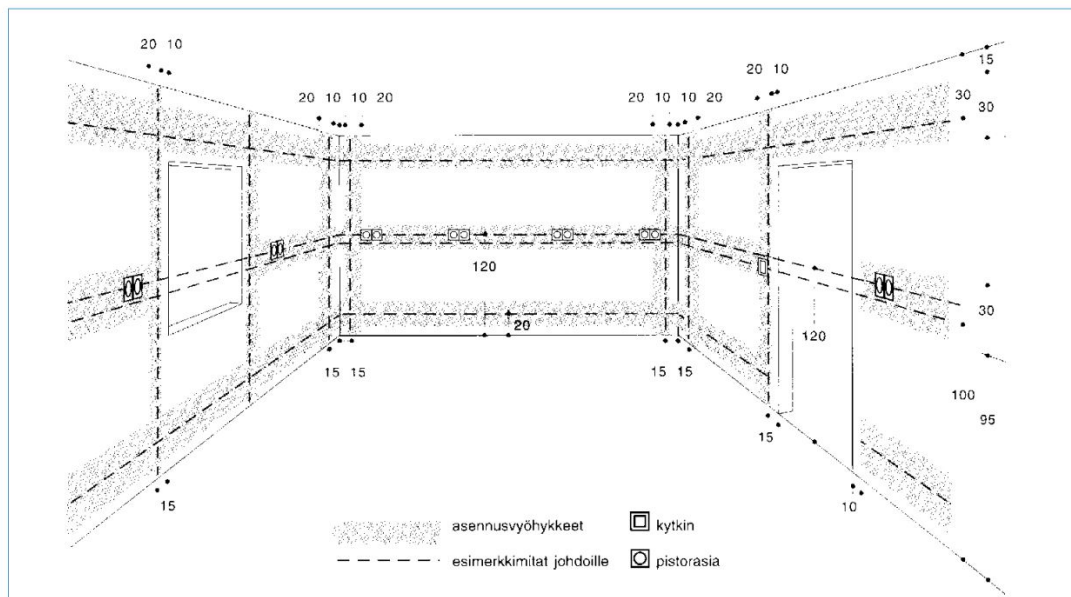
asennusputkea sellaisiin paikkoihin, jossa se voi joutua mekaaniselle rasitukselle alttiiksi. Lattioissa ja katossa kaapelit saa asentaa kulkemaan suorinta reittiä, mutta seinissä kaapelit suositellaan asennettavaksi kuvissa 3 ja 4 näkyviin asennusvyöhykkeisiin (D1-2017, 222). Niillä seinien osuuksilla, jotka jäävät alkuperäisiksi kiviseiniksi kaapelit asennetaan kaapelitilalla varustettujen jalkalistojen avulla huomaamattomasti ja siististi piiloon.



Kuva 3. MMJ-kaapelin rakenne (Prysmian Groupin www-sivut 2020).



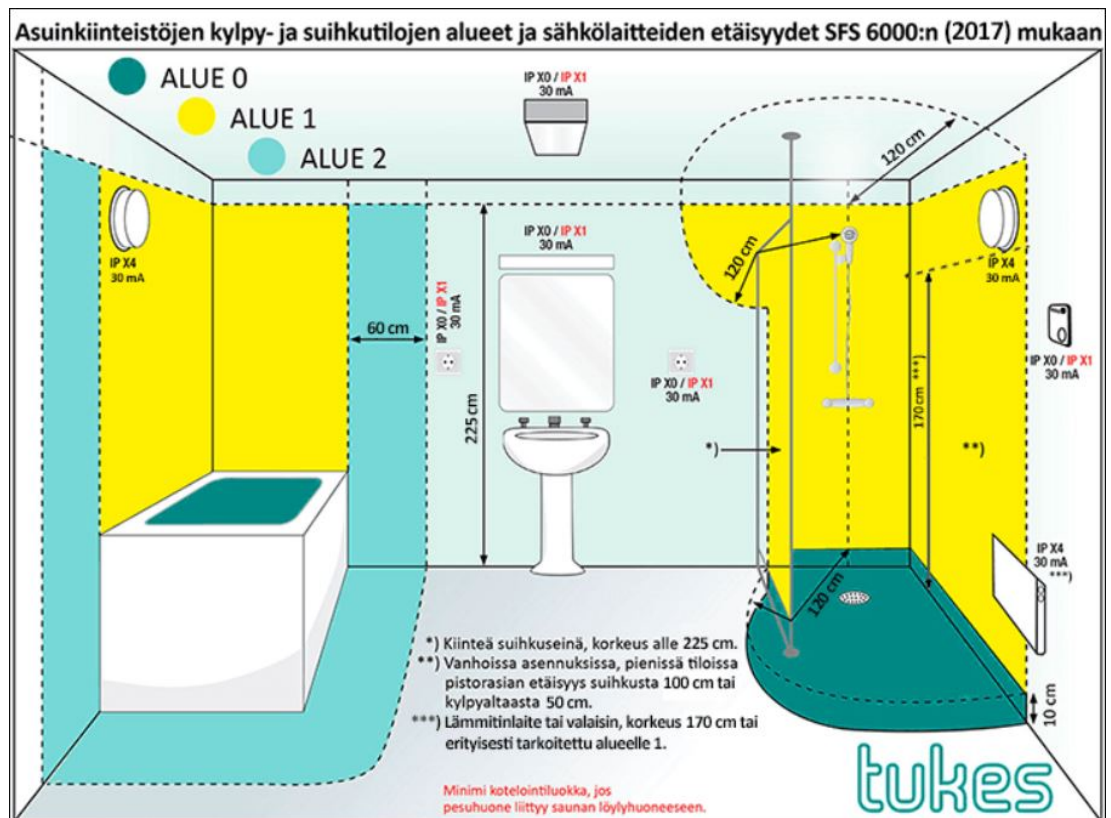
Kuva 4. Asennusvyöhykkeet muille kuin keittiöille ja vastaaville tiloille (D1-2017, 223).



Kuva 5. Asennusvyöhykkeet keittiöille ja vastaaville tiloille. (D1-2017, 223)

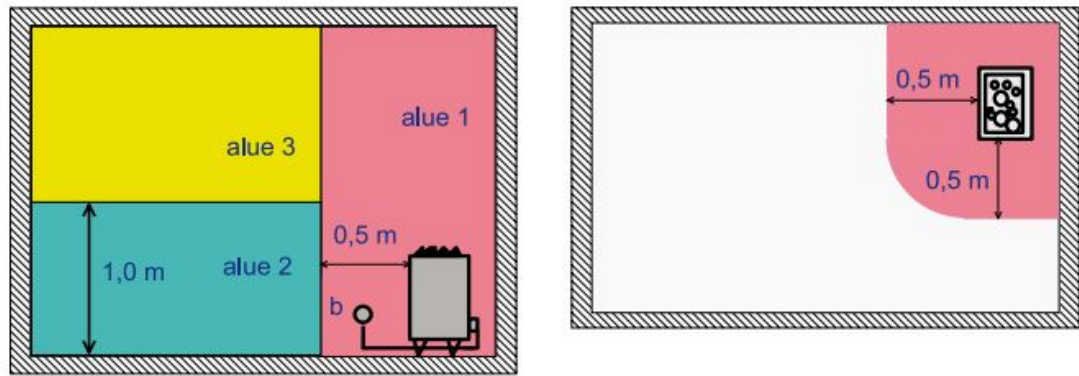
3.3 Wc, pesuhuone ja sauna

Wc:ssä, pesuhuoneissa ja saunassa on omat määräykset, jotka pitää ottaa huomioon sähkösuunnittelussa. Tässä tilassa kaikki ryhmät lukuun ottamatta kiuasta on suojattu 30mA vikavirtasuojalla. Pesuhuoneissa erityisesti suihkusta aiheutuvat aluejaot pitää huomioida pistorasioiden ja valaistuksen sijoituksessa ja valinnassa. Asunnot on varustettu saunoilla. Saunan ollessa pesuhuoneen yhteydessä nostattaa se pesuhuoneen alueiden 1 ja 2 ulkopuolisten sähkölaitteiden, valaistuksen ja kytkimien minimi IP-luokaksi IP21 (Kuva 6). Suihkun 1 aluetta voidaan rajoittaa suihkuseinillä siten että 1 luokan tilaksi luokitellaan seinän sisäpuolinen tila ja 120 cm etäisyydelle kiinteästä vesipisteestä mitattuna oleva alue (D1-2017.)



Kuva.6 Tukes ohjeistus suihku ja pesutilojen sähköasennuksissa. (Tukesin www-sivut 2020)

Kohteen wc ja pesuhuoneisiin valaistukseksi tuli kattoon upotettavat kohdevalaisimet ja peilikaappi valaisimella, jonka yhteydessä on 2-osainen pistorasia. Saunan valaistukseksi suunniteltiin siivousvalo mikä asennetaan lauteiden alle, 0,5 m korkeuteen ja saunaan soveltuva led-valosarja mikä soveltuu luokituksiltaan asennettavaksi saunan kattopaneeleihin. Katon, peilikaapin, siivousvalon ja saunan ledeille suunniteltiin omat kytkimet. Kytkimet sijoitettiin pesuhuoneen sisään tulevan oven pieleen. Tilan valaistus ja peilikaapin pistorasia on samassa 10 A ryhmässä. Pesuhuoneisiin tulee vielä kaksi 1-osaista pistorasiaa mitkä ovat omia 16 A ryhmiä, pesukonetta ja kuivausrumpua varten. Saunassa on myös oma aluejako, joka pitää huomioida suunnittelua tehdessä. (Kuva 7.)



Kuva. 7 Saunan aluejaot. (D1-2017, 372)

Kaikki saunaan asennettavat 230V sähkölaitteet tulee kiuasta lukuun ottamatta suojata enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Alueelle 1 saa asentaa vain kiukaan ja sen käyttöön liittyviä sähkölaitteita. Kiukaan verkkoon liittämiseen käytettävä rasia pyritään asentamaan lähelle lattiaa siten että kiukaan lämpövaikutus olisi mahdollisimman pieni. Jos rasia tulee alle 0,5 m päähän vaakasuorasti mitattuna kiukaasta (alueelle 1) saa rasian yläreunan asentaa enintään 0,5 m korkeudelle lattiapinnasta. Kiukaan liitäntä kaapelina tavallisesti käytetään kumikaapelia, tyypiltään H07RN-F tai vastaavaa. PVC-eristeinen kaapeli ei sovellu tähän lämpöhaurastumisen vuoksi. Kiuas asennetaan omaan 3-vaiheeseen 16 A ryhmäänsä. Alueelle 2 alle 1 m korkeudelle ei ole asetettu erillisiä lämpötilavaatimuksia mutta asennettavien laitteiden asennuksessa on huomioitava sähkölaitteelle minimi IP 24 kotelointiluokka. Alueelle 3 yli 1 m korkeuteen asennettavien laitteiden on kestettävä vähintään 125C° ympäristönlämpötila ja laitteiden on täytettävä vähintään IP 24 kotelointiluokka. Yli 1 m korkeudella olevissa kaapeloinneissa käytetään SSJ:n tyyppin tai vastaavaa, joka kestää ympäristön lämpötilan. Kaapelin 180 C° merkintä tarkoittaa kuormitetun johtimen suurinta lämpötilaa. Kaapelointi suositellaan asennettavaksi alueiden ulkopuolelle eli lämpöeristeen kylmälle puolelle. (D1-2017.)

Kohteessa wc, pesuhuone ja sauna on asuntojen ainoa tila mihin asennetaan lattialämmitys, se mukavoittaa tilan käyttöä ja kuivaa rakenteita. Lattialämmitys, mitoiteetaan tilan koon ja halutun tehon mukaan. Pesuhuoneissa ohjeellinen tehontarve lattialämmitykselle on noin 100 W/m². (Raychemin www-sivut 2020.)

Sopiva lämmityskaapelin teho saadaan valittua kertomalla haluttu neliöteho lämmitettävällä pinta-alalla. Kaapelin asennusväli saadaan jakamalla lämmitettävä lattia-ala valitun lattialämmityskaapelin pituudella. (Devin www-sivut 2020.)

Esimerkkinä asunto 7A:n pesutilojen lattialämmityksen tehon tarve saadaan lasketua

Kaava 5. $P_{kaa} = A_{läm} * P_{teh}$

$$P_{kaa} = 7,6m^2 * 100 W/m^2 = 760 W$$

missä

$A_{läm}$ = Pesuhuoneen lämmitettävä lattiapinta-ala

Kokonaistehoksi tuli 760 W, joten sen perusteella valittiin lattialämmityskaapeleita valmistavan Devin dtip-18 kaapeli teholtaan 800 W ja pituudeltaan 44 m.

Kaapelin asennusväli:

$$7,6 m^2 / 44 m = 17,3 cm$$

Lattialämmitys kaapelit pitää suojata enintään 30mA vikavirtasuojalla (D1-2017, 257). Pesuhuoneissa, lattialämmitystä ohjataan termostaatin avulla. Termostaatti seuraa valun sisällä suojaputkessa olevaa lattia anturia minkä mukaan lattialämmitys säättyä halutun lämpöiseksi. Termostaatti suunniteltiin asennettavaksi pesuhuoneen puolelle oven viereen seinälle valokytkimien yläpuolelle korkoon 1400 mm. Lämmityskuvaan merkitään lattialämmityskaapelin teho, malli ja asennusväli.

3.4 Keittiö

Keittiöiden sähköistys suunnitelma tehtiin keittiökalustesuunnitelman pohjalta mihin oltiin, määritelty keittiökoneiden ja keittiökaappien paikat. Keittiön ainoa kolmivaiheinen ryhmä on liesi mikä kytketään liitántärasiaan, johon tulee $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$ syöttö. Astianpesukoneelle, mikrolle, jääkaapille ja pakastimelle suunniteltiin omat 1-osaiset pistorasiat. Keittiössä jääkaapin ja pakastimen pistorasiat ovat ainoita, jotka jäävät ilman vikavirtasuojaa. Näiden pistorasioiden kanssa voidaan menetellä näin koska kyseisten laitteiden syötön katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa. Näiden vikavirrattomien pistorasioiden sijoittamisessa pitää huomioida, että ne ovat sijoitettu siten että niihin ei ole normaalisti mahdollista liittää mitä tahansa laitteita (D1-2017, 113.)

Keittiöiden yläkaappien alareunaan on suunniteltu asennettavaksi 24 V led-nauhat, jolla luodaan koko keittiötasolle oiva työskentely valaistus. Led-nauhojen muuntaja on suunniteltu sijoitettavaksi kaapiston yläsokkelin taakse. Keittiötasolle tulee vielä kaksi kaksiosaista pistorasiaa mitkä kytketään omaksi 16 A:n ryhmäksi, joka mahdollistaa useammankin suurempi tehosen keittiölaitteen samanaikaisen käytön.

Asuntojen 7A ja 7B ilmanvaihto suoritetaan keittiöön asennettavalla VALLOX CAPTO TTC-talotuulettimilla, joissa on kolme 125 mm ilmanvaihto kanavaliitintä (Kuva 8). Talotuuletin toimii liesituulettimena ja samalla asunnon koneellisena poistoilmanvaihtolaitteena. Talotuulettimesta voidaan moottoroidulla säätöläpällä, valita suuntautuuko poisto lieden vai märkätilan välillä. Talotuulettimen tehoa voidaan säätää kolme vaiheisesta tehonsäätimestä. Tehonsäädössä on valittavissa poissa-profiilissa voidaan asunnon tyhjillään ollessa ilmanvaihdon tehoa pienentää. Kotona-profiilissa ilmanvaihdon tulee olla jatkuvaa, jotta asunnon ilmantilavuus vaihtuu vähintään kerran kahdessa tunnissa. Tehostus -profiili valitaan, kun tarvetta normaalia suuremmalle ilmanvaihdolle esimerkiksi ruuanlaitossa, saunomisessa tai peseytymisessä. Asuntoon 8 asennetaan Vallox 90K MC ilmanvaihtokone liesikuvulla, jossa on neljä 125 mm ilmanvaihtokanavaliitintä. Molemmat laitemallit ovat pistotulppaliitännällä ja teholtaan sen verran pieniä, että ne liitetään mikroaaltouunien kanssa samaan 16 A:n ryhmään. (Valloxin www-sivut 2020.)



Kuva 8. Vallox capto ttc-talotuuletin (Valloxin www-sivut 2020)

3.5 Valaistus

Asuntojen valaistus jaetaan kolmeen ryhmään siten että pesuhuone on oma ryhmänsä ja loppu asunnon valaistus on jaettu kahteen eri ryhmään. Valaistuksen jakaminen tilakohtaisesti eri valaistusryhmiin luo se vikatilanteessa helpotusta siihen, ettei kaikki valaistus sammuisi asunnosta. Asuntojen valaisinryhmien jaottelussa huomioidiin, että käytettäessä 10A:n suojaamaan ryhmäjohtoon valaisin pisteiden lukumäärä olisi enimmillään noin kymmenessä (Enston www-sivut). Asunnon kaikki va-

laisinryhmät on lisäsuojattu 30mA vikavirtasuojalla. Vikavirtasuojaus vaaditaan normaaleista asunnoista missä maallikko liittää itse valaisimen tai vaihtaa lampun. (D1-2017.)

Eteiskäytävän valaistus toteutetaan uppoasennettavilla ja kohdistettavilla Led-valaisimilla. Asuntojen olohuoneet ja keittiön katto osuudet, jotka jäävät alkuperäiselle betoni pinnalle, tehdään pinta-asennukset, joissa valaistuksen kaapelit ja valaisinrasia kiinnitetään suoraan kattorakenteeseen. Tämänlaisia pinta-asennuksia tehdessä täytyy ennakkoon suunnitella minkälaisia asennustarvikkeita olisi syytä käyttää, jotta asennuksesta saataisiin mahdollisimman siisti ja huomaamaton. Kaapelireitit on hyvä suunnitella siten että välttyttäisiin risteämiltä ja ne olisivat mahdollisimman vähän näkyvissä. Nykypäivänä erilaisten listojen käyttö on lisääntynyt kaapeliasennuksissa, vaikka oikeanlaisilla kiinnikkeillä asennettu kaapeli saattaisi olla siistimpi ja huomaamattomampi sellaisenaan. (ST-käsikirja 34.)

Valaisirasioita jaotellaan kattoon siten että siinä huomioidaan esimerkiksi keittiön pöydän paikan vaihtaminen siten että valaistus saataisiin keskitettyä pöydän keskelle, vaikka sen paikka vaihtuisikin. Valaisinpistorasioita käytettäessä se antaa asukkaalle mahdollisuuden personoida asuntoaan omavalintaisilla valaisimillaan. Valaistuksen kytkimet on ohjeistettu asennettavaksi 1 metrin korkeuteen tai noin ovenkahvan tasolle siten että ne eivät jää avautuvan oven taakse (ST 51.22 2013). Kytkimien sijoittelussa ja valinnassa otettiin huomioon myös tilan muoto, että esimerkiksi käytäväosuudella asennetaan käytävän molempiin päihin 6-kytkin eli vaihtokytkin, joka mahdollistaa valon ohjauksen käytävän molemmista päistä.

Asuntojen eteiseen ja vaatehuoneisiin toivottiin asennettavaksi PIR-valaisimet (kuva 9). PIR-valaisin muistuttaa ulkoisesti normaalia kattovalaisinta mutta se on varustettu sisäänrakennetulla infrapunatunnistimella, joka reagoi sen alueella tapahtuvaan liikkeeseen ja sytyttää valaisimen, valaisin sammuu viiveen jälkeen itsestään. Yksi tunnistinvalaisimen etuihin kuuluu se, että esimerkiksi asuntoon tullessaan asukkaan ei tarvitse laskea tavaroitaan käsistään hamuillakseen valoja päälle vaan valot syttyvät automaattisesti. (Airaminiin www-sivut 2020.)



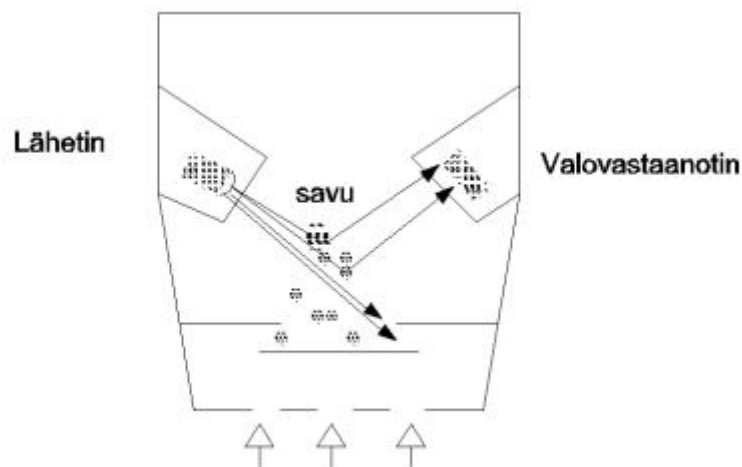
Kuva 9. Airam Oy:n valmistama Sono 3 PIR-valaisin (Airam www-sivut 2020)

3.6 Paloilmaisin

Asunnoissa palovaroittimia tulee olla yksi kappale jokaista alkavaa 60 m² kohden. Joten näiden asuntojen koon ollessa noin 70 m² paloilmaisimia tulee kaksi kappaletta asuntoa kohden. Paloilmaisimet sijoitetaan keskeiselle kohdalle asuntoja ja makuuhuoneisiin. Paloilmaisimen sijoituksessa on huomioitava, että sen ympärillä olisi 0,5 m vapaata ilmatilaa siten, ettei alle 0,5 m päässä olisi hyllyjä yms. Joten paloilmaisin tulisi sijoittaa vähintään 0,5 m seinästä. Ja paloilmaisimen asennuksessa tulee ottaa myös huomioon koneellinen ilmanvaihto ja ilmavirtauksista johtuvat häiriöt. Myös keittiöstä ruuanlaitosta muodostuvat savut ja pesuhuoneesta tulevat höyryt vaikuttavat ilmaisimen sijoitukseen. Asuntojen osa katoista jäi alkuperäiseksi palkkikatoksi, mutta kun palkkien korkeus huone korkeudesta on alle 10 % voidaan sitä käsitellä kuin tasakattoa. (ST-käsikirja 10)

Asuntoihin asennetaan optiset savuilmaisimet. Optisen savuilmaisimen toiminta perustuu mittauskammiossa tapahtuvaan valonkulkuun. Ilmaisimen sisällä pimeässä on valonlähde, joka ei normaalitilanteessa saavuta valovastaanotinta. Kammioon tunkeutunut savu heijastaa valoa siten, että valovastaanotin näkee sen (Kuva 10). (ST-

käsikirja 10). Kerrostaloissa pitää palovaroittimet liittää sähköverkkoon. Palovaroittimet asennetaan omaan 10A ryhmäänsä ja palovaroittimet ketjutetaan yhteen. Samassa ketjussa olevat paloilmalaitteet reagoivat savun ilmetessä ja hälyttävät samanaikaisesti. Palovaroittimet on varustettu myös paristoilla, jotta niiden toimivuus on varmistettu myös sähkökatkokkien aikana. Paristo tulisi siitä huolimatta vaihtaa kerran vuodessa tai välittömästi kun palovaroitin ilmoittaa pariston loppumisesta. Myös verkkoon kytketyt palovaroittimet suositellaan vaihdettavaksi noin viidestä kymmenen vuoden välein parhaan toimivuuden takaamiseksi ja nykypäivän myynnissä olevista palovaroittimista löytyy niin sanottu parasta ennen päiväys. (Tukes, Kodin sähköturvallisuus)



Kuva 10. Optinen savuilmalaitteen toiminta periaate. (ST-Käsikirja 10, 73).

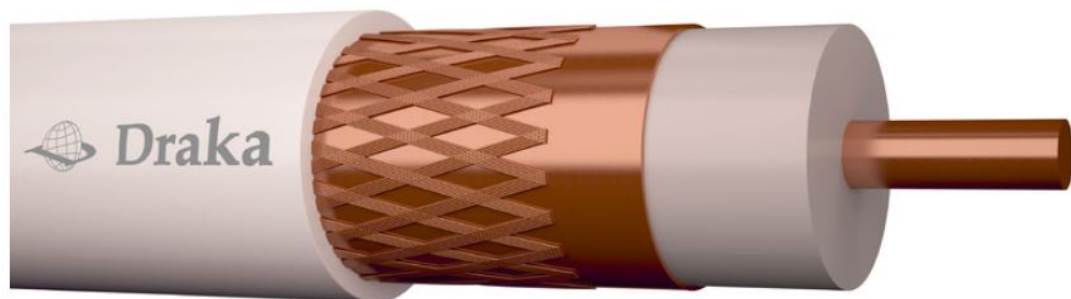
3.7 Antenni- ja yleiskaapelointi

Asuntojen edessä olevalle pienelle käytävälle asennetaan ryhmäkeskuksien viereen IT-kotelo eli kotijakamo. Televisio ja radiolähetysten vastaanottoa varten täytyy asuntoihin muodostaa yhteisantenni järjestelmä.

Rakennuksessa ei ole valmiina antenni – tai kaapeliverkkoa mihin liittyä niin asuntoja varten asennetaan oma antenni. Antennilta tullaan kotijakamolle, jonka tähtipisteessä haaroitetaan jokaiselle antennirasiolle oma kaapeli. Asunnoissa antennirasioita tulee olohuoneisiin kaksi siten että television sijainti on vaihdettavissa ja jokaiseen makuuhuoneeseen tulee yksi antennirasia. Antennirasiat kaapeloidaan kuvan 11 mukaisella koaksi-kaapelilla. Antennikaapelina on suunniteltu käytettävän suomalaista

Drakan Tellu 13 kaapelia. Yleiskaapelointi järjestetään parikaapelin ja optisenkaapeloinnin avulla. Talon kellariin tulee valokuitukaapeli mihin on tarkoitus liittyä.

Asuntoihin on suunniteltu tietoliikennesiointi siten että ne ovat antennirasioiden yhteydessä. Tietoliikennesiointit kaapeloidaan kotijakamolta kategorian 6 eli Cat 6 kaapelilla siten että kaksi kappaletta Cat 6 parikaapelia tulee yhteen kaksiosaiseen rasiaan. (Asuinkiinteistön tietoliikenneverkon uudistaminen, 2020) Kotijakamossa pitää olla vähintään kaksi pistorasiaa omassa 10A ryhmässään. Kotijakamo pitää olla kooltaan sellainen, että yleiskaapeloinnin liittimet ja antennihaaroittimeen tulevat kaapelit voidaan liittää niihin siten että oven saa suljettua ja kaapelit liitettyä riittäväällä taivutus säteellä. (Liikenne- ja viestintävirasto 65 D/2019 M.)



Kuva 11. Tellu13 antennikaapeli. (Sähkönumeroiden www-sivut)

5 DOKUMENTOINTI

Opinnäytetyössä laadittiin Cadmatic-suunnitteluohjelmalla sähköistykseen liittyvät dokumentit. Kuvat on jaettu eri tasoihin, jotta niiden luettavuus säilyy ja niiden tulkitseminen on selkeämpää. Sähkökuvien pohjalla viitekuvana on rakennussuunnittelijan luoma pohjakuva. Vahvavirta ja johdotus kuvaan on piirretty asuntojen pistorasioiden, liesien ja kiukaiden ryhmytykset ja niiden kaapelointi reitit (LIITE 1). Valaistus ja johdotus kuvaan on piirretty asuntojen valaisinpisteiden ja kytkimien väliset johdotukset. Kuviin on merkattu valaisimille ja kytkimille kytkentäryhmät, josta selviää mitä valaistusta kukin kytkin ohjaa. Kiinteiden valaisimien yhteyteen on li-

sätty erillinen positio merkki, minkä avulla nähdään missä eri paikoissa kunkin position valaisinta sijaitsee (LIITE 2). Positoiduista valaisimista luotiin valaisinluetelo, josta selviää valaisimien lukumäärä, valmistaja ja malli (LIITE 8). Sähkölämmityskuvaan on piirretty asuntojen pesuhuoneiden lattialämmitys alueet. Kuvista nähdään lattiatermostaatin sijainti ja termostaatin lattia anturin sijoitus. Kuvaan on merkattu viiteviivalla suunnitellun lattialämmityskaapelin valmistaja, malli, teho ja asennusväli (LIITE 3).

Yleiskaapelointi kuvaan on piirretty antenni- ja tietoliikennesasiat. Kuvaan on myös merkattu palovaroittimien sijainnit ja niihin liittyvä kaapelointi (LIITE 4). Asuntojen ryhmäkeskusten keskuskaavioista selviää kunkin ryhmän syöttö ja kyseisten ryhmien suojaus. Keskuskaavioon on merkattu nousukaapelin koko ja tyyppi mittauskeskukselta. Keskuskaaviosta on helppo selvittää mitä kukin ryhmäkeskus pitää sisällään (LIITE 5,6,7).

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat kolmelle asunnolle.

Opinnäytetyön aikana tuli tutustuttua ja opittua paljon alan säädöksistä, kirjallisuudesta, tuotevalmistajista ja suunnitteluohjelmasta. Aiemman suunnittelukokemuksen puute vastaavasta projektista tuli esiin välillä, mikä hidasti suunnitelmien valmistamista. Onneksi mukana projektissa oli kokenut sähköasentaja, jolta sai paljon käytännön vinkkejä ja huomioita mitä pitää ottaa huomioon sähköasennuksissa. Työ kokonaisuudessaan oli mielenkiintoinen ja opettavainen.

LÄHTEET

Airamin www-sivut 2021. Viitattu 1.1.2021 <https://www.airam.fi>

Asuinkiinteistön tietoliikenneverkon uudistaminen. 2014. Sähköinfo oy viitattu 22.12.2020 https://www.sant.fi/doc/2014/Asuinkiinteiston_tietoliikenneverkon_uudistaminen_2014.pdf

Cadmaticin www-sivut 2021. Viitattu 3.1.2021 <https://www.cadmatic.com>

D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

Devin www-sivut 2021. Viitattu 26.12.2020 <https://devi.danfoss.com/finland/>

Enston www-sivut 2021. Viitattu 12.1.2021 <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1204792797383/1210598828380/1211201267657/1211201297469.html>

Lehtori Nurmio 2021. Viitattu 10.1.2021 <https://www.youtube.com/c/LehtoriNurmio/featured>

Liikenne- ja viestintävirasto 65 D/2019 M www-sivut 2020. Viitattu 20.12.2020 <https://www.traficom.fi/fi/>

Prysmian Groupin www-sivut 2020. Viitattu 10.12.2020 <https://fi.prysmiangroup.com/>

Rauman Energian asiakaspalvelu 26.11.2020 henkilökohtainen tiedonanto. Viitattu 19.12.2020 asiakaspalvelu@raumanenergia.fi

Raychemin www-sivut 2020. Viitattu 12.12.2020 <https://www.raychem.nvent.com>

Räihä, U. 2008. Satakunnan maakuntakaava Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat kohteet Raumalla. https://www.rauma.fi/wp-content/uploads/2016/12/kaav_002035liite_4_kulttuuriymparistot.pdf

ST 13.31, Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. (2020). Sähkötieto. www-sivut 2020 <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 34, Hyvät asennustavat Sähkö- ja tietotekniset järjestelmät. (2020).

Sähkötieto. www-sivut 2020 <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST 51.22, Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. (2020). Sähkötieto. <https://severi.sahkoinfo.fi>

ST-10, Paloilmoitinjärjestelmät. (2020) Sähkötieto. <https://severi.sahkoinfo.fi>

Sähkönumerot www-sivut 2020. Viitattu 25.12.2020 osoitteesta
<https://www.sahkonumerot.fi/>

Tukesin www-sivut 2020. Viitattu 4.12.2020 Kodinsähköturvallisuus. <https://tu-kes.fi>

Valloxin www-sivut 2020. Viitattu 3.1.2021 <https://www.vallox.com/>

Liitteet

Liite 1. Vahvavirtapisteeet ja johdotus

Liite 2. Valaistus ja johdotus

Liite 3. Sähkölämmitys

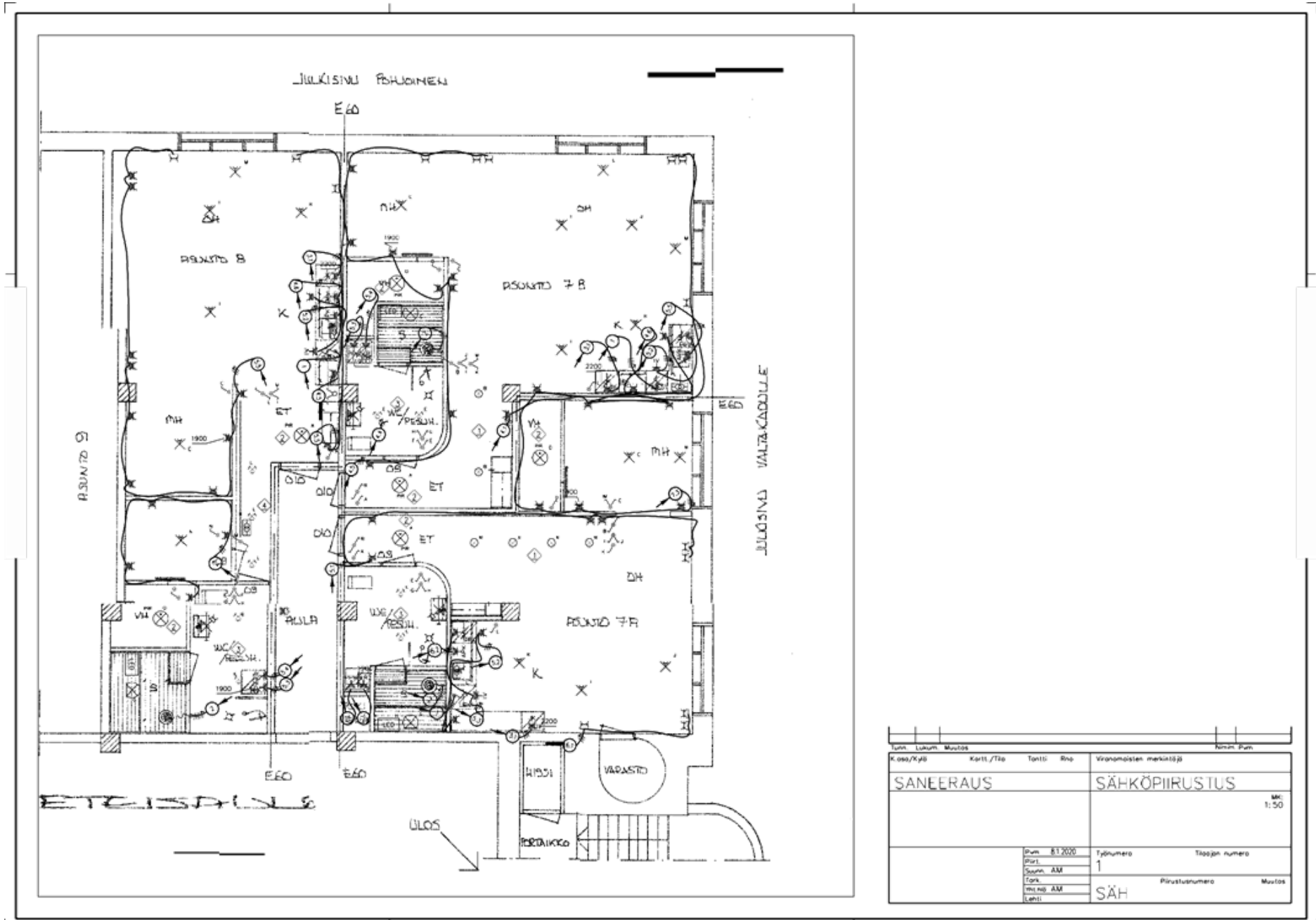
Liite 4. Yleiskaapelointi

Liite 5. Keskuskaavio RK 7A

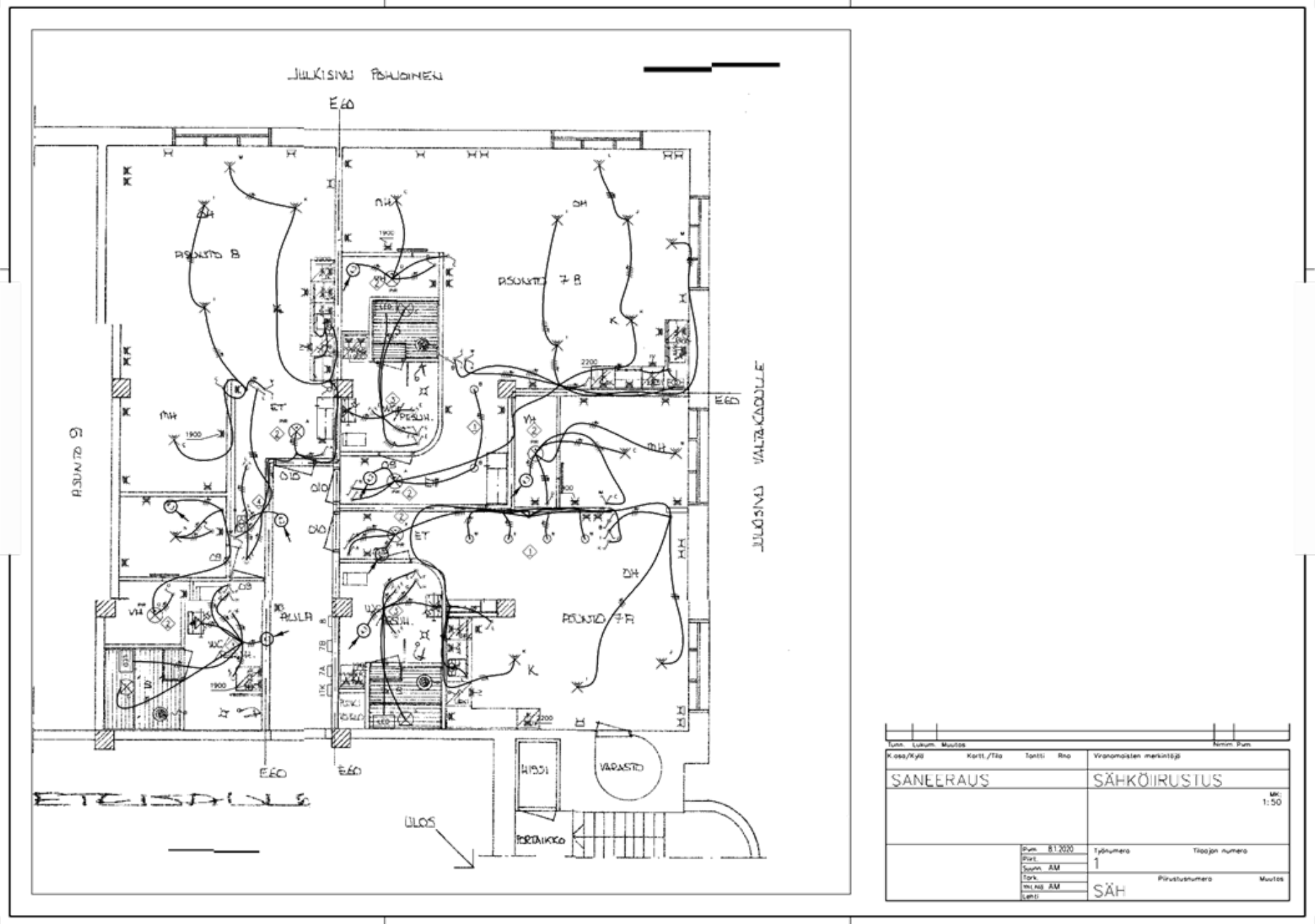
Liite 6. Keskuskaavio RK 7B

Liite 7. Keskuskaavio RK 8

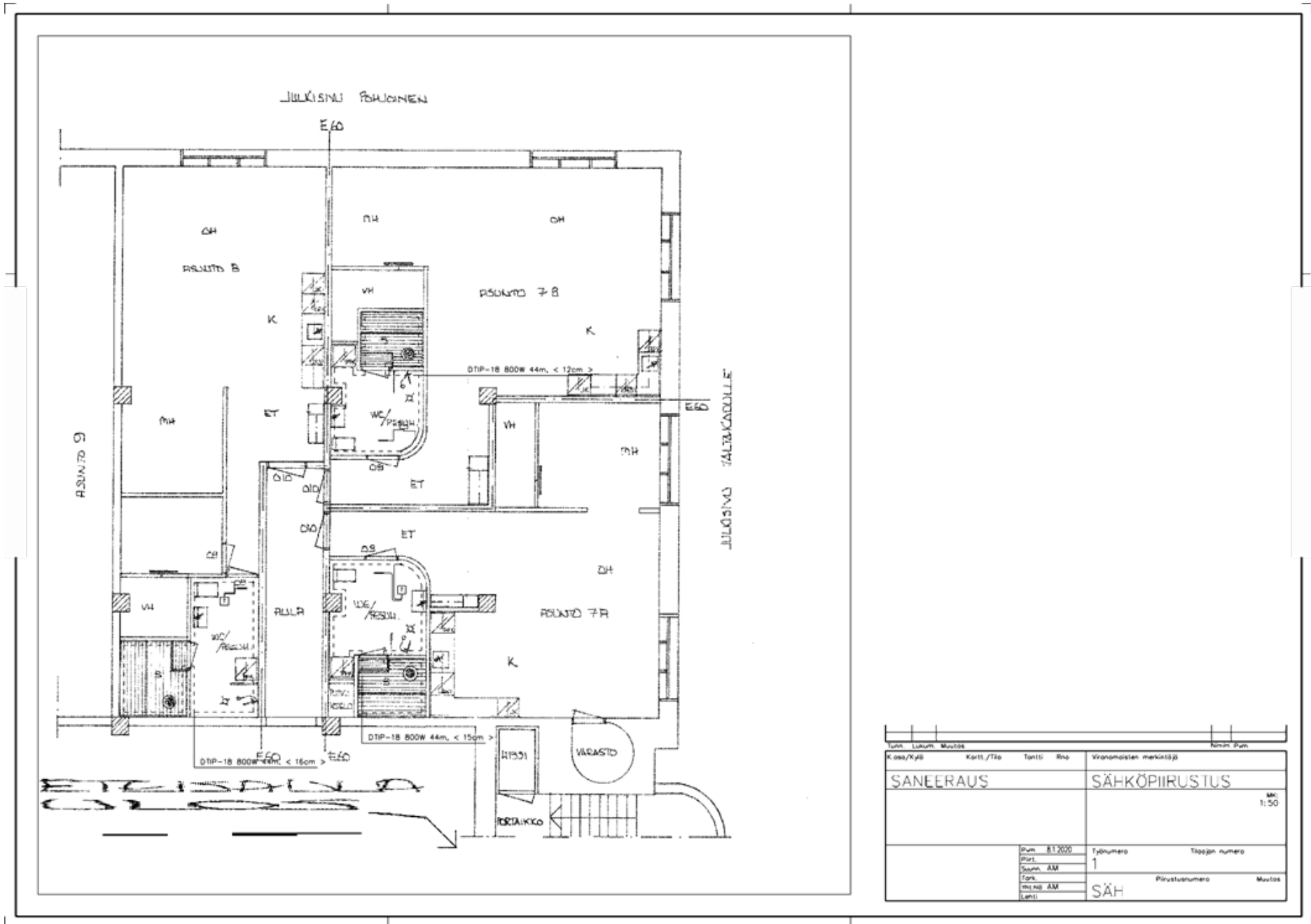
Liite 8. Valaisinluettelo



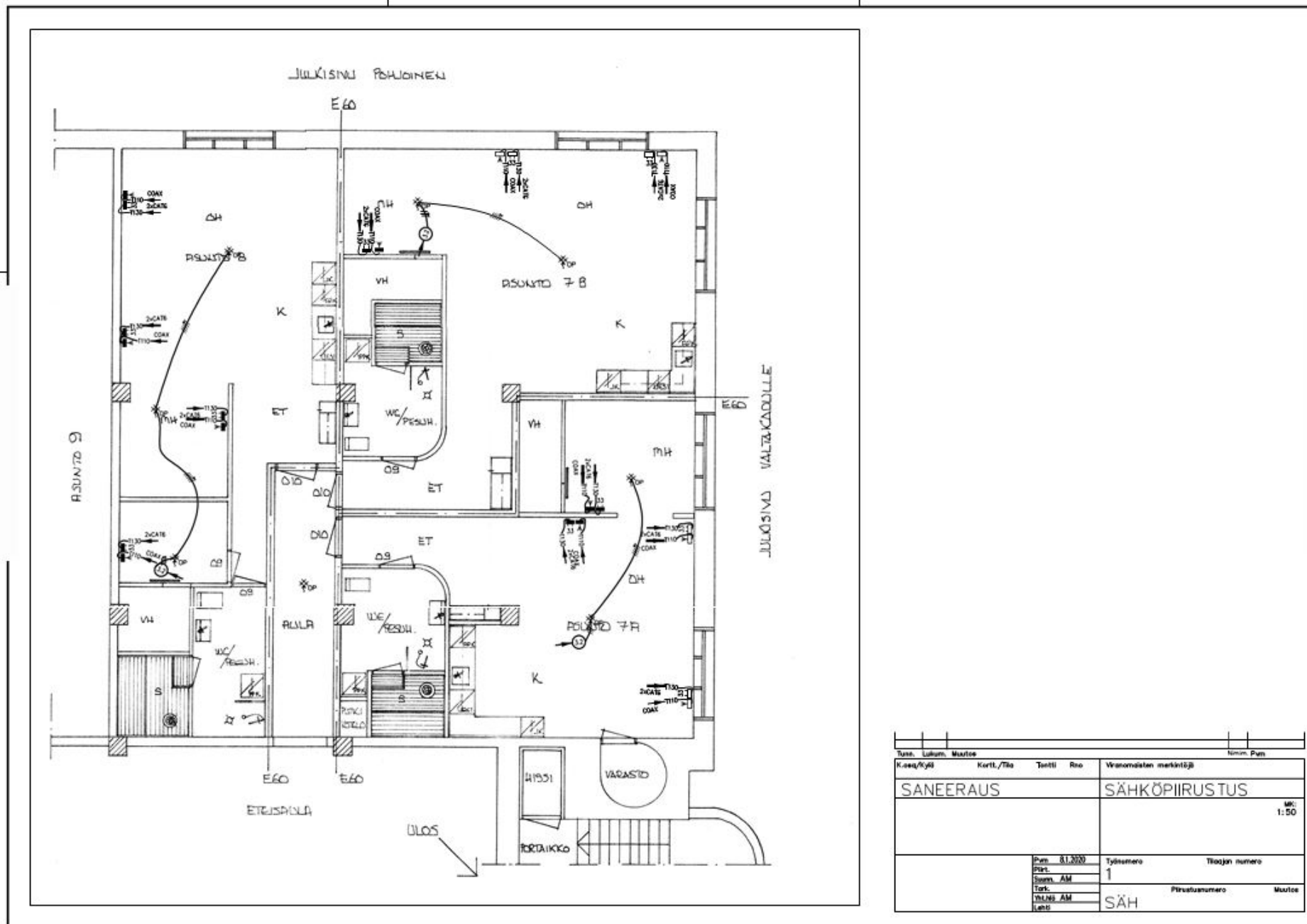
Työ	Lukum.	Muutos	Talon	Rno	Väinämösten merkintä	Talon Pvm.
K.osa/Kyö	Kortti/Tila	Tontti	Rno	Väinämösten merkintä		
SANEERAUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Mk: 1:50		
				Tyyppinumero		
				Päästön numero		
				Muutos		
				SÄH		



Laji				Lukum.		Muutos		Tamm.		Pvm.	
Kassa/Kyö	Kerri/Tila	Tatti	Rno	Vänonäisten merkintä							
SANEERAUS				SÄHKÖIRUSTUS							
				MK: 1:50							
				Pvm. 8.1.2020		Tilinumero		Tilasin numero			
				Pvm. AM		1					
				Pvm. AM				Pivustusnumero Muutos			
				Pvm. AM		SÄH					
				Pvm.							



Tunn.	Lukum.	Muutos	Kartti / Tila	Tontti	Rno	Viranomaisen merkintä	Nimi	Pvm
SANEERAUS						SÄHKÖPIIRUSTUS		
						MK 1:50		
Dum. 812000						Työnumero		Tasojen numero
Pari.						1		
Suunn. AM						Pirstusnumero		Muutos
Tark.						SÄH		
Mitt. AM								
Lehti:								



Tuote	Lukum.	Muutos	Nimi		Pvm
K.osa/työ	Kerät./Tila	Tuotti	Roo	Vanomisten merkintä	
SANEERAUS			SÄHKÖPIIRUSTUS		
			Mk: 1:50		
Pvm	01.2020	Työnumero	Työajan numero		
Piir.		1			
Siirt.	AM				
Tark.					
YHJMS	AM		Pirustussuomen		
Lehti			Muu		
			SÄH		

23kk											15.1.2020																																					
											11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																				
											KESKUS							RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS																											
D muutos	E muutos	F muutos																																														
													1	Liesi	C16		MMJ 5x2,5 S																															
													2	Kiuas	C16		MMJ 5x2,5 S																															
													3.1	Jääkaappi+Pakostin	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
													3.2	Palovaroin	C10		MMJ F2 3x1,5 S																															
													4.1	Valaistus Pesuhuone+Sauna	C10		MMJ F2 3x1,5 S																															
													4.2	Valaistus ET+K	C10		MMJ F2 3x1,5 S																															
													4.3	Valaistus MH+VH	C10		MMJ F2 3x1,5 S																															
													5.1	Pistorasiat ET+MH+OH	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
													5.2	Pistorasiat Keittiötaso	C16		MMJ F2 3x1,5 S																															
													5.3	Mikroaaltouuni+Liesituuletin	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
													6.1	Pistorasiat OH	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
													6.2	Astianpesukone	C16		MMJ F2 3x1,5 S																															
													6.3	Pesuhuone lattialämmitys	C10		MMJ F2 3x1,5 S																															
													7.1	Pyykinpesukone	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
													7.2	Kuivourumpu	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
													7.3	Pistorasiat MH+VH	C16		MMJ F2 3x2,5 S																															
A muutos	B muutos	C muutos																																														
											RK 7A							Suunn. AM /8.1.2020	Kokonaisuus	Sähköpositio RK 7A	1	Työnumero																										
																		Piirt.	Lehti 2/2	Piirustusnumero	SÄH																											
																		Tork.																														

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
		KESKUS						RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS											
D muutos																						
E muutos									Nousukaapeli mittausskeskuksesta	25	MCMK 4x6+6											
F muutos																						
								1	Liesi	C16	MMJ 5x2,5 S											
								2	Kiuas	C16	MMJ 5x2,5 S											
								3.1	Jääkaappi+pakastin	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								3.2	Palaimaisimet	C10	MMJ F2 3x1,5 S											
								4.1	Pesuhuone valaistus+peilikaappi	C10	MMJ F2 3x1,5 S											
								4.2	Valaistus käytävä+K	C10	MMJ F2 3x1,5 S											
								4.3	Valaistus MH+VH	C10	MMJ F2 3x1,5 S											
								4.4	Pistorasiat MH+VH	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								4.5	Keittiötason pistorasiat	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								4.6	Mikroaaltouuni+IV-kone	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								5.1	Lattialämmitys pesuhuone	C10	MMJ F2 3x1,5 S											
								5.2	Astianpesukone	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								5.3	Pyykinpesukone	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								5.4	Kuivausrumpu	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
								5.5	Pistorasiat MH+OH	C16	MMJ F2 3x2,5 S											
A muutos																						
B muutos																						
C muutos																						
								RK 8														
									Suunn. AM /8.1.2020	Kokonaisuus RK 8	Sähköpostia	Työnumero 1										
									Piirt.	Lehti 2/2	Piirustusnumero											
									Tark.		SÄH											

LIITE 8

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37										
A	POSITIO	VALAISIN															Asunnot			LKM YHT	MUUTOS	HUOM!																
		VALAISIMEN VALMISTAJA		VALAISIMEN TYYPPI		HÄIKÄISY-SUOJA	TEHO W	LAMPPU	ASENN. TAPA	LEITÄIK. YSKIKKO	YSKIKKO	KOMPEN-SIONTI																										
B	1	Ensto	ALSD180PP IP20 11W 830/840 VA				11									6																						
C	2	Airam	SONO III IP54 15W/835 PIR/M-S				15									6																						
D	3	Ensto	ALSD180PU IP44 11W 830/840 VA				11									6																						
D	4	Luzense	Gyro 8W 3000K Matto Valkoinen				8.6									3																						
E																																						
F																																						
G																																						
H																																						
J																																						
K																																						
L																																						
M																																						
N																																						
O																																						
P																																						
R																																						
S																																						

Suunn. AM /8.1.2020 Piirt. Tark.	Kokonaisuus Valaisinluettelo Lehti 1/1 Pirstusnumero SÄH	Sähköpiirros Piirustusnumero 1	Työnumero 1
---	---	--------------------------------------	----------------