Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jere Saari

Sähkösuunnitelmien ja sähköpiirustuksien yhtenäistäminen sekä kehittäminen saneeraushankkeissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

10.4.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jere Saari Sähkösuunnitelmien ja sähköpiirustuksien yhtenäistäminen sekä kehittäminen saneeraushankkeissa 56 sivua 10.4.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähköinsinööri
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	osastopäällikkö Jussi Loponen lehtori Jarno Nurmio

Opinnäytetyön tarkoituksena oli yhtenäistää Sweco Taloyhtiöpalvelut yksikön sähkösuunnittelun toimintamallit sekä laadittavien urakkakyselyaineistojen dokumentaatio. Lisäksi tarkoituksena oli kehittää aineistoa Sweco taloyhtiöpalveluille sekä urakoitsijoille paremmin sopivaksi dokumenttipaketiksi huomioiden tarjouskyselyn selkeys, sen laadinnan ja käsittelyn helppous sekä kustannustehokkuus.

Opinnäytetyössä keskusteltiin eri yksiköistä tulleiden suunnittelijoiden kanssa heidän toimintatavoista ja laadittujen urakkakyselyjen tyypillisesti sisältämistä dokumentaatiosta. Lisäksi työssä selvitettiin urakoitsijoiden näkemyksiä ja tarpeita urakkakyselyjen dokumentaatiolle, kuten nykyisen dokumentaation riittävyys, selkeys sekä se, koetaanko jotkut laaditut dokumentit työmaalla tarpeettomiksi.

Opinnäytetyössä määriteltiin myös sähkösaneeraushankkeen tyypillisesti sisältämät sähködokumentit, niiden sisällön, käyttötarkoituksen sekä merkityksen työn suorittamisessa.

Työstä valmistuvat aineistot olivat hyödyksi Sweco Taloyhtiöpalveluille, koska ne yhtenäistää toimintamallimme ja tekevät aineistosta asiakkaillemme helpommin ymmärrettävän paketin. Suunnitelmat ja piirustukset ovat piirretty Cads Planner Electric Pro-ohjelmistolla.

Avainsanat	tarjouskysely, sähkösuunnitelma, sähkösaneeraus, Cads Planner Electric Pro -ohjelmisto

Author Title Number of Pages Date	Jere Saari Harmonization and development of electricity plans and electrical drawings in renovation projects 56 pages 10 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Jussi Loponen, Head of department Jarno Nurmio, Senior Lecturer

The purpose of the study was to harmonize the operating models of the electrical engineering design and the contract inquiry documentation of the Sweco Housing Services unit. In addition, the purpose was to develop material for Sweco housing services as better document package for contractors, taking into account the clarity of the inquiry, its ease of preparation and processing, and cost-effectiveness.

The thesis discusses practices and documentation that is typically included in the contract inquiry of designers from different units. In addition contractors' views and needs for documentation of contract inquiries, such as the adequacy of the current documentation, clarity, and whether some of the documents produced are unnecessary at the site are clarified.

The thesis also defines the electrical documents typically included in the electrical renovation project, their content, purpose and meaning in the work.

Materials produced in work will be useful for Sweco Housing Services, as it harmonizes the operating model and makes the package easier to understand for customers. Plans and drawings have been made using Cads Planner Electric Pro software.

Keywords	Harmonize, develop, electrical plans, electrical renovation, Cads Planner Electric Pro software

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Sähkösuunnittelijan tekniset suunnitelmat/piirustukset 2

3 Sähköpiirustukset 5

3.1 Asemapiirustus 5
3.2 Asennuspiirustus (tasokuva) 7

4 Järjestelmäkaaviot 10

4.1 Nousujohtokaavio 10
4.2 Telejärjestelmäkaaviot eli antenni- ja yleiskaapelointikaaviot 17
4.3 Vesimittarikaavio 20
4.4 Palovaroitinkaavio 21
4.5 Maadoituskaavio 22

5 Keskuskaaviot 23

5.1 Keskuksen pääkaavion kansilehti 24
5.2 Pääkeskuskaavio 25
5.3 Kiinteistökeskuskaavio 26
5.4 Monimittarikeskuskaavio 27
5.5 Ryhmäkeskuskaavio ja kotijakamo (IT-keskus) 28
5.6 Projektin tuotetietokanta 29
5.7 Sähköpiirustuksen nimiö 31

6 Sähköluettelot 32

6.1 Asiakirjaluettelo, dokumenttiluettelo, piirustusluettelo 32
6.2 Yksikköhintaluettelo 34
6.3 Valaisinluettelo 35
6.4 Lämmitinluettelo 36

7 Sähkötyöselostus 37

8 Suunnitelmien yhtenäistäminen 38

9 Yhteenveto 55

Lyhenteet

ARK	Arkkitehti.
CADS	Suomalainen taloteknisen ja arkkitehti- ja rakennesuunnittelun CAD-ohjelmisto.
IEC	Kansainvälinen sähköalan standardiorganisaatio.
IT	Informaatioteknologia.
LVI	Lämpö-, vesi- ja ilma.
MHz	Megahertsi.
SFS	Suomen standardisopimusliitto.
ST	Sähkötieto.

1 Johdanto

Opinnäytetyössä käydään läpi ja selitetään yksityiskohtaisemmin mitä eri sähkösuunnitelmia Sweco taloyhtiöpalveluilla laadimme ja mihin tarkoitukseen. Samalla insinöörityössä haastattelen Sweco taloyhtiöpalveluiden eri suunnittelijatoimistojen sähkösuunnittelijoita sekä sähköurakoitsijoita pyrkiäkseni parantamaan suunnitelmien laatua. Mikä on helpoin, kustannustehokkain ja selkein tapa jokaiselle osapuolelle?

Opinnäytetyössä kartoitan kaiken tarpeettoman sähkösuunnitelmista pois, sekä kehitän tarpeellisia seikkoja, joita olisi tarpeen olla työmailla ja jotka urakoitsijoiden mielestä on kannattavia.

Opinnäytetyöstä valmistuvat suunnittelumateriaalit tulevat Sweco Taloyhtiöpalveluiden sähkösuunnittelijoiden käyttöön.

Opinnäytetyössä käytetään Exceliä uusien luettelopohjien tekoon, sekä CADS Electric Pro-ohjelmistoa sähkösuunnitelmien laatimiseen.

Sweco Oy

Sweco on rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntija. Töiden tuloksena syntyy muun muassa terveellisiä ja turvallisia rakennuksia, infrastruktuuria sekä vesihuollon ratkaisuja. Sweco oy:llä on yhteensä noin 15 000 työntekijää, joista noin 2000 työskentelee Suomessa. Sweco toteuttaa vuosittain projekteja 70 maassa ympäri maailman. Sweco on Euroopan johtava suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys, jonka liikevaihto on noin 1.8 miljardia euroa. [1;2.]

Osaamisalueeseen kuuluu rakennetekniikka, talotekniikka, teollisuus, projektinjohto ja rakennuttaminen, arkkitehtuuri ja yhdyskuntasuunnittelu, infrastruktuuri, vesi ja ympäristö, energia sekä korjausrakentaminen, asiantuntijapalvelu ja taloyhtiöpalvelut [1; 2.]

2 Sähkösuunnittelijan tekniset suunnitelmat/piirustukset

Sähkösuunnitelmien laajuus riippuu hankevaiheesta ja toteutussuunnitelmasta, mitä tilaaja haluaa.

Sweco-taloyhtiöpalveluilla yleisimmät saneeraushankkeen sähkösuunnitelmat ovat yhteinen työselostus ja sähkötyöselostus, tasokuvat (asemapiirros ja tasokuva), järjestelmäkaaviot (nousujohtokaavio, yleiskaapelointikaavio, antennikaavio, palovaroitinkaavio, vesimittarien johdotuskaavio sekä maadoituskaavio), luettelot (asiakirjaluettelo, yksikköhintaluettelo, lämmitinluettelo sekä valaisinluettelo) ja keskuskaaviot (pääkeskuskaavio, kiinteistökeskuskaavio, ryhmäkeskuskaaviot, esimerkiksi asuntojen, liiketilojen ja yleisten tilojen erilliset keskukset, sekä monimittarikeskuskaavio).

Standardin SFS 6000-5-51 / 514.5 mukaan ”sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä standardien SFS-EN 61082 ja SFS-EN 81346 mukaan laadittuja kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenee seuraavat tiedot: Virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit) sekä tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa” [3].

Yksinkertaisista asennuksista voivat edellä mainitut tiedot olla luettelomuodossa.

Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot, siltä osin miten ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa [3].

– johtimien tyypit ja poikkipinnat

– virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitealenemaa koskevien laskelmien tekemiseen (yleensä riittää mitoituksessa käytettävät maksimi pituudet)

– suojalaitteiden lajit ja tyypit

– suojalaitteiden mitoitusvirrat ja asettelut

– prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt

Kaikki dokumentaation informaatio pitää olla käytettävissä asennuksen jokaisesta piiristä ja tiedot päivitetään asennuksen jokaisen muutoksen jälkeen punakynällä. Piirustuksista ja dokumenteista pitää selvitä myös peitossa olevien laitteiden sijoitukset.

Käytettyjen piirrosmerkkien on oltava standardisarjan IEC 60617 mukaisia tai muuten yksiselitteisiä.

Sähköpiirrosmerkkejä löytyy ST-kortistosta [4], kuten esimerkiksi.

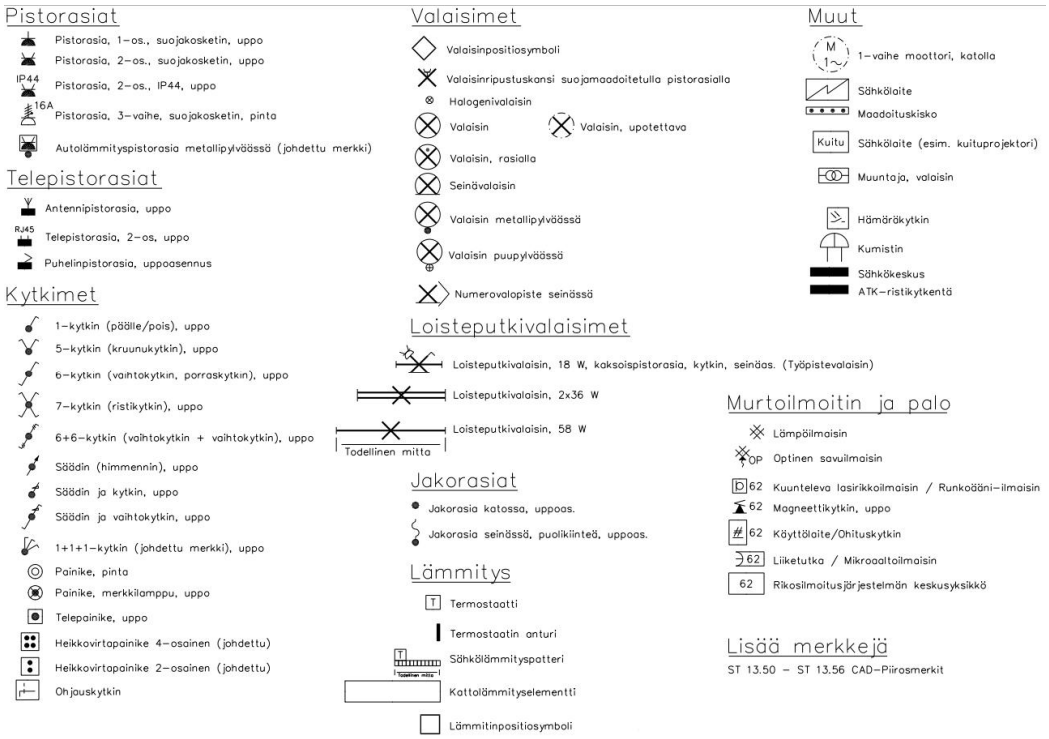
– ST 13.50 Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien sekä tietoteknisten järjestelmien CAD-piirrosmerkit.

– ST 13.51 Rakennusten sijainti- ja asennuspiirustuksissa käytettäviä sähköenergia jakelu- ja käyttöjärjestelmien piirrosmerkkejä.

– ST 13.52 Rakennusten sijainti- ja asennuspiirustuksissa käytettäviä tietoteknistenjärjestelmien piirrosmerkkejä.

– ST 13.54 Sähkötekniikan johdotuskaaviossa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä.

– ST 13.56 Sekalaisia piirrosmerkkejä (ks. kuva 1).



Kuva 1. Kuva yleisistä asuintalorakennuksessa käytettävistä piirrosmerkeistä [5].

Standardin SFS 6000 osa 1 [6] korostaa sitä, että ”suunnitteluvaiheessa täytyy laskelmin tai muulla tavoin varmistaa, että sähköasennusten suojausta koskevat perusvaatimukset toteutuvat. Suojauksen perusvaatimuksella tarkoitetaan ensisijaisesti ylivirtasuojauksen (ylikuormitussuojaus ja oikosulkusuojaus) sekä vikasuojauksen toteutumista.” [6.] Näin ehkäistään turha työ, koska väärin mitoitetun suojauksen korjaaminen valmiissa asennuksessa on työläämpää ja kalliimpaa.

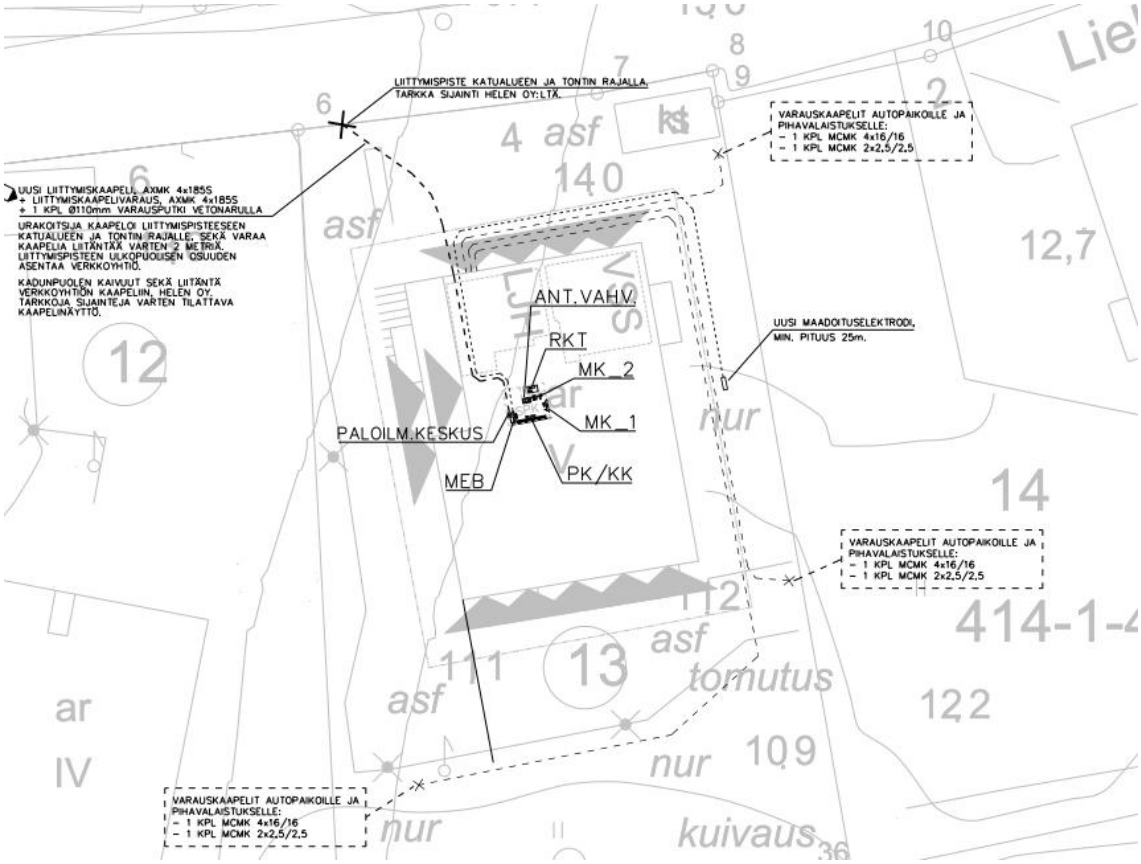
3 Sähköpiirustukset

3.1 Asemapiirustus

Asemapiirustus on sijaintipiirustus, jossa esitetään seuraavat asiat [3]:

- pääkeskuksien ja keskijännitekojeistojen sijainti.
- maa- tai ilmakaapelireitit, kiinteisiin maastopisteisiin tai koordinaatistoon mitoitettuna.
- maa- tai ilmakaapeli tyypit.
- maa- tai ilmakaapeleilla syötettyjen sähkölaitteiden sijainti.
- valaisin-, lämmitin- ja laitepositiot.
- teleteknisien laitteiden sijoitukset, kuten tukiasemat, kamerat, tms.
- telehuoneen sijainti, johon ulkopuoliset yhteydet kytketään.
- alueella sijaitsevat asennukset kuten pihavalaisimet ja autonlämmityspistorasiat.
- katujakokaapit kaapelointeineen.
- liittymiskaapelit (sähkö ja tele).
- rakennusten väliset kaapelit.
- maadoituselektrodit.
- keskukset (kohteen mukaan).

Asemapiirustus piirretään aina mittakaavaan. Yleisimmät mittakaavat asemapiirustukselle on 1:200 tai 1:500, mutta tarvittaessa mittakaava voi olla suurempi (ks. kuva 2)



Kuva 2. Asemapiirustus, joka osoittaa rakennuksien sijainnit ja rakennusten väliset kaapelit sekä aluesähköistyksen piha-alueella [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

ST-kortisto [4] painottaa asemapiirustuksen merkitystä eri hankevaiheessa seuraavasti.

Tarjouslaskennassa on tärkeää, että eri järjestelmien liittymiskaapelit sekä rakennusten väliset kaapelit tyyppeineen ja pituuksineen ilmenevät selvästi.

Rakennusten ulkopuolelle asennettavat laitteet kaapelointeineen esitetään yleensä ainoastaan asemapiirustuksessa, jolloin on tärkeää, että asennusten määrä ja tyypit ilmenevät selkeästi piirustuksesta.

Asennusten suorituksen kannalta on tärkeää, että kaapelit asennusreitteineen esitetään selvästi. Alueelle tulevien asennusten sijainti pitää esittää yksikäsitteisesti.

Käyttövaiheessa on tärkeää, että käyttäjä saa selkeän kokonaiskuvan järjestelmien liittymistä ja rakennuksen välisistä kaapeleista. Muutostöitä ja laajennuksia varten on tärkeää, että kaapeleiden tyypit, mitoitetut reitit ja liityntäpisteet on esitetty piirustuksissa.

3.2 Asennuspiirustus (tasokuva)

Asennuspiirustus on sijaintipiirustus, jossa kohteen rakennusten tasokuviin (kerroksen pohjapiirustus) on esitettynä seuraavat asiat:

- sähkökojeiden, -laitteiden ja -komponenttien sijoitus
- johdotukset ja johdotusten tarvitsemat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit (tyyppeineen, ellei erillistä kaapelireittikaaviota laadita)
- sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmän johdotukset (useita kojeita tai laitteita sisältävien sähköryhmien käytännön toteutus ja johdotuksien kierto)
- verkkojännitteisten ryhmien ryhmänumerot ja ryhmitysrajat (ryhmätunnus, joka vastaa kyseisen keskuksen pääkaaviosta ilmenevää ryhmämerkintää).

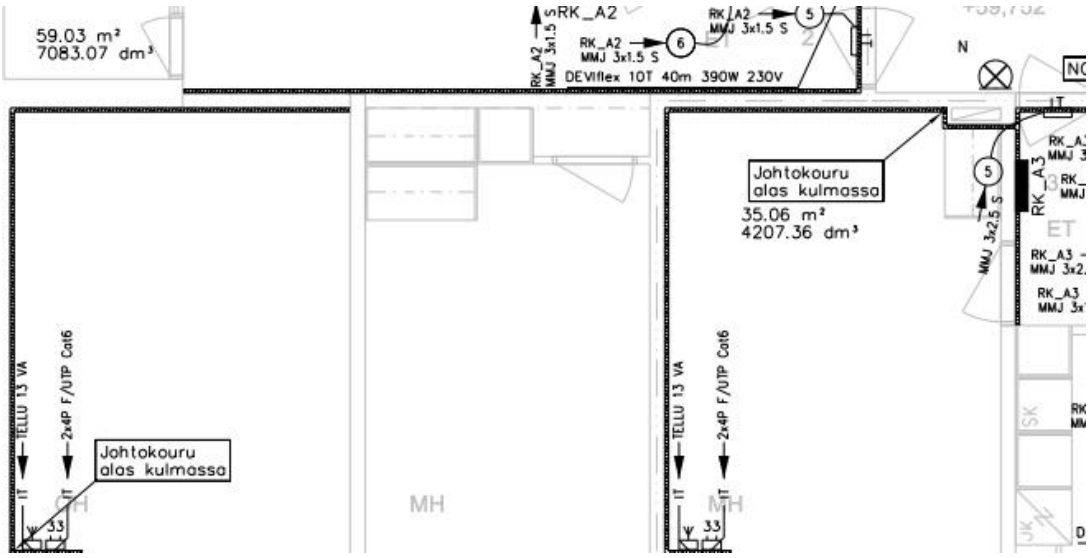
Tasopiirustuksen päätarkoituksena on ”esittää rakennuksen sähkö- ja telejärjestelmien laitteet ja pisteet sijainteineen sekä niiden väliset johdotukset. Tasopiirustuksessa esitetään yleensä kaikki sähkönjakelujärjestelmään liitetyt keskukset, kojeet ja laitteet sekä valaisimet, valaisinpisteet, kytkimet ja pistorasiat. Lisäksi tasopiirustuksessa esitetään telejärjestelmiin liittyvät keskuslaitteet ja kojeet sekä liitäntärasiat.” [3.]

Tasopiirustuksessa tulee esittää laitteiden ja pistorasioiden asennukseen liittyvät tiedot, kuten asennustavat ja asennuskorkeudet (lattia-, uppo- ja pinta-asennukset). Valaisimet ja lämmittimet merkitään tyyppikohtaisilla positionumeroilla, jotka viittaavat luetteloihin, joissa on tarkemmin määritelty valaisimien ja lämmittimien tiedot.

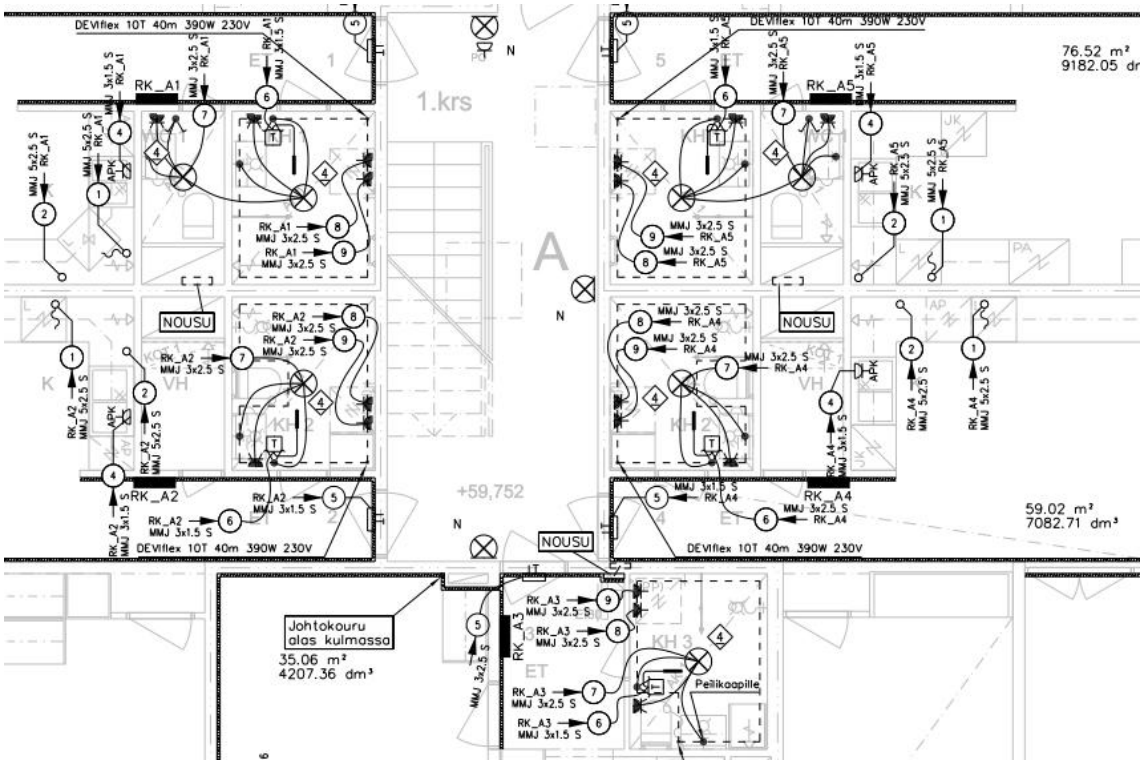
On suositeltavaa tasokuvien selkeyden vuoksi, että eri järjestelmien laitteet ja pisteet piirretään eri cad-piirustustasolle, milloin esimerkiksi järjestelmäkohtaisten tulosteiden laatiminen on mahdollista, mutta varsinkin saneeraushankkeissa telepisteiden määrä on niin pieni, että eri järjestelmät saadaan mahtumaan selkeästi samaan tasokuvaan.

Tasopiirustuksissa voidaan esittää laitteiden pisteiden väliset johdotukset tai vaihtoehtoisesti laitteiden ja pisteiden väliset kytkennät voidaan esittää viitteinä. Sähkönjakelujärjestelmän osalta on tärkeää, että tasopiirustuksesta selviää helposti, mistä keskuksesta ja mistä lähdöstä laite, pistorasia tai valaisin saa syöttönsä ja mitä tai montako kojetta kyseiseen lähtöön(ryhmään) kuuluu. [4.]

Asennuspiirustusten mittakaava on yleensä 1:50 (ks. kuva 3 ja 4).



Kuva 3. Asennuspiirustus (tasokuva). Antenni- ja ATK-pisteiden sijoitus ja ryhmitys olohuoneessa [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].



Kuva 4. Sähkönjakelujärjestelmä ja niiden ryhmitys, johdotus ja sijoittelu kerrostaloasunnoissa [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Uppoasennettavat kaapeloinnit/johdotukset piirretään kaarevina tai murtoviivoina ja pinta-asennettavat suorin viivoin. Sekä uppokalusteet, on mustattuja ja pintakalusteet mustaamattomia (ns. valkoisia). [4.]

ST-kortisto [4] painottaa asennuspiirustuksen merkitystä eri hankevaiheissa seuraavasti.

Tarjouslaskennassa esitetään pääosa sähkösuunnitelmassa määritetyistä komponenteista, jotka määräävät merkittävän osan rakennuksen sähköistyksen kustannuksista. On tärkeää, että tasopiirustuksissa määritetyt massat on selkeästi esitetty piirustuksissa. Nykyaikaisissa cad-pohjaisissa sähkösuunnittelusovelluksissa on toiminnot, joilla voi tulostaa tasopiirustuksiin määritetyt massat. Massalaskennan onnistuminen edellyttää kuitenkin, että tasopiirustukset on cad-teknisesti oikein laadittu.

Asennusvaiheessa on tärkeää, että tasopiirustuksesta ilmenevät asennettavat laitteet ja pisteet asennuspaikkoineen, asennustapoineen ja -korkeuksineen sekä niiden väliset johdotukset asennusreitteineen oikeissa paikoissa.

Käyttövaiheessa tasopiirustus on erittäin tärkeä vian etsinnän kannalta, ja sen paikantamiselta, jos kuvia on noudatettu asennusvaiheessa. Piirustuksen perusteella saadaan selvitettyä esimerkiksi, mistä keskuksen ryhmästä viallinen valaisin tai pistorasia saa syöttönsä. Tasopiirustus on tärkeä myös asennusmuutoksissa ja tehdyt muutokset tulee päivittää piirustuksiin (yleisimmin tasopiirustuksiin piirretyt muutokset tulee tehdä punaisella kynällä/tussilla, tätä asennuspiirustuksen muuttelua kutsutaan punakynäksi), jonka jälkeen punakynä versiot annetaan sähkösuunnittelijalle, joka piirtää kuvat puhtaiksi CADS-ohjelmistolla.

4 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaaviot ovat yleiskaavioita, joista ilmenevät seuraavat asiat:

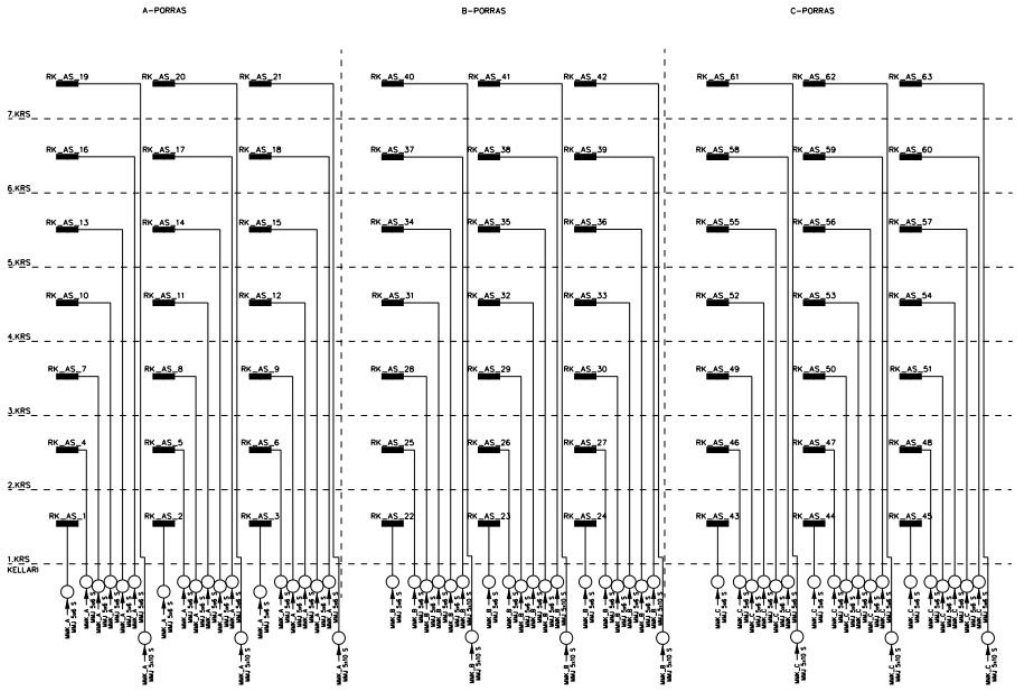
- maadoitusten ja potentiaalitasausten toteutus johdintyyppeineen
- pää- ja nousujohtokaavio johtotyyppeineen
- kaapelireittikaavio tyyppitietoineen
- turvajärjestelmät (johdotustiedot, käytetyt komponentit ja komponenttien sijaintitiedot)
- automaatiojärjestelmät (johdotustiedot, käytetyt komponentit ja komponenttien sijaintitiedot)
- tele- ja tietojärjestelmät (johdotustiedot, käytetyt komponentit ja komponenttien sijaintitiedot)

4.1 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavion päätarkoituksena on esittää rakennuksen sähkönjakeluverkon rakenne. Nousujohtokaaviossa esitetään yleensä jakelujärjestelmään liittyvät pää-,

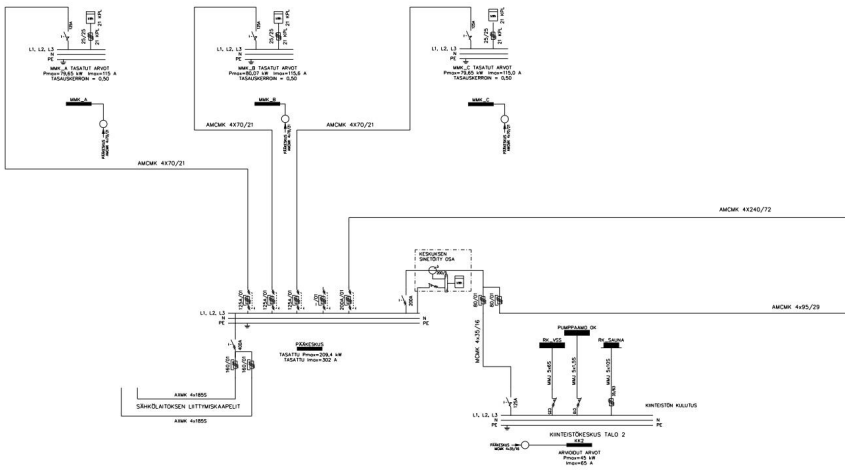
mittaus- ja huoneisto ryhmäkeskukset sekä näiden väliset nousujohdot kaapelityyppeineen. Lisäksi nousujohtokaaviossa tulee esittää rakennuksen verkon liitos yleiseen sähköjakeluverkkoon. [4.]

Nousujohtokaavio esitetään yleensä kaavioesityksenä. Kaaviossa voidaan esimerkiksi rakennuksen kerrokset esittää vaakakatkoviivoin ja portaat pystykatkoviivoin (ks. kuva 5 ja 6).



Kuva 5. Nousujohtokaavio asuntojen ryhmäkeskuksista ja niiden kaapeloinneista [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Nousujohtokaaviossa näkyvät kerrokset ja raput eroteltuna katkoviivoin, kuvan asuntojen ryhmäkeskukset on toteutettu oikeassa järjestyksessä todellisuuteen nähden.



Kuva 6. Nousujohtokaavion ”alaosa” kuvaa rakennuksen muita keskuksia, sulakkeiden kokoja ja kaapeleita [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kuvassa 6 on lajiteltu rakennukseen tulevat kaikki muut keskukset sekä niiden sähkölaskennalliset arvot, sähkölaitoksen liittymiskaapelit ja keskuksien väliset kaapeloinnit sekä sulakelähdöt ja mittarikeskuksien mittarien lukumäärä rappua kohden.

Kuvassa 7 on esimerkkilaskelma monimittarikeskukselle.

					Asuntojen pinta-alat suuntaa-antavia								
	MMK A												
	Asunto		Teho		huippu virta		pinta-a						
1	Asunto	A1	8 190	W	11,8	A	73	m2	**Monimittarikeskus A**				
2	Asunto	A2	6 900	W	10,0	A	30	m2					
3	Asunto	A3	7 710	W	11,1	A	57	m2	Huippuvirta	71,1	126,5	115,0	229,9
4	Asunto	A4	8 190	W	11,8	A	73	m2					
5	Asunto	A5	6 810	W	9,8	A	27	m2	Tasattu huipputeho	49225	87615	79650	159300
6	Asunto	A6	7 710	W	11,1	A	57	m2	Tasauskerroin	0,31	0,55	0,5	1
7	Asunto	A7	8 190	W	11,8	A	73	m2	Asuntojen lukumäärä	21			
8	Asunto	A8	6 870	W	9,9	A	29	m2	Keskipinta-ala	52,9			
9	Asunto	A9	7 710	W	11,1	A	57	m2					
10	Asunto	A10	8 190	W	11,8	A	73	m2					
11	Asunto	A11	6 870	W	9,9	A	29	m2					
12	Asunto	A12	7 710	W	11,1	A	57	m2					
13	Asunto	A13	8 190	W	11,8	A	73	m2					
14	Asunto	A14	6 870	W	9,9	A	29	m2					
15	Asunto	A15	7 710	W	11,1	A	57	m2					
16	Asunto	A16	8 190	W	11,8	A	73	m2					
17	Asunto	A17	6 870	W	9,9	A	29	m2					
18	Asunto	A18	7 710	W	11,1	A	57	m2					
19	Asunto	A19	8 190	W	11,8	A	73	m2					
20	Asunto	A20	6 870	W	9,9	A	29	m2					
21	Asunto	A21	7 650	W	11,0	A	55	m2					
			159 300		Yhteensä		1110						

Kuva 7. Excel-taulukko kuvaa mittarikeskuksien huippuvirtaa I_{max} ja huipputehoa P_{max} [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

Excel-taulukolla lasketaan aina yhden rapun tai pienen rakennuksen monimittarikeskuksen huipputehoa ja -virtaa. Taulukkoon täydennetään vain jokaisen huoneiston pinta-alat, joita saadaan näkyviin huoneistokohtaiset tehot ja kokonaispinta-ala sekä kokonaisteho. Näillä tiedoilla excel-taulukko saa lasketuksi MMK:n eli monimittarikeskuksien laskennalliset I_{max} ja P_{max}.

Kuvassa 8 on huipputeho laskelmat pää- ja kiinteistökeskukselle.

		As oy xxxx							
		Liittymä							
		Huipputeholaskelma ST13.31:n mukaan							
	1.	Kerros- ja rivitaloasunnot ilman kiukaita			Täytä vain				
Kaavat									
		Pmax=Pva+17*Akrs/1000							
		Pva=65kW, mikäli Akrs > 2500m2						1735	
		Pva=Akrs<2500m2 Pva=Akrs/2500*Pva, vähintään 30kW							
Lähtötiedot									
		Akrs	1521,5	m2		Pva=	39,559	Jos alle 2500 käytetään kaavassa 30kW	
			2240	/rakennus					
		Huipputeho =	65,4245	kW					
		Huippuvirta =	94,43	A					
		Pääsulakkeet =	125	A					
		Kaapelin kuormitettavuus =	137,931	A	Huippuvirta < pääsulakkeet < kaapelin kuormitettavuus				

Kuva 8. Excel-taulukko kuvaa esimerkiksi kiinteistökeskuksen laskennallista huipputehoa ja -virtaa, jolla saadaan valituksi pääsulakkeet ja kaapelin koko [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

Huipputehon P_{hmax} arviointitavat eli huipputehon laskentamallit ja huipputeho pohjautuvat peruskuormaan ja pinta-alasta riippuvaan kuormitukseen eli pinta-alatehoon sekä sähkölaitteiden samanaikaisen käytön todennäköisyyden arviointiin.

Kuvassa 9 on esimerkki taulukko liittymätehon mitoituksesta.

3	**Liittymätehon laskenta ST 13.31 mukaan**						
4							
5							
6							
7	Kohteen h-ala	3400	m2			122,8	kW
8	Autopaikat, kpl	3	kW			11,5	kW
9	Liikehuoneistot	0	kW			0,0	kW
10	Muut	0	kW			0,0	kW
11					YHT	134,3	kW
12					Ih =	194	A
13	Pääsulake				3x	3x200	A
14	**TASATTU**	Kerroin	0,8			107,4	kW
15					Ith=	155	A
16							
17	Liittymäkaapeli		0	x	AXMK 4 x	185	S
18	Pääsulake					3x200	A
19							
20	Liittymäkaapeli	TASATTU	0	x	AXMK 4 x	185	S
21	Pääsulake	TASATTU				3x160	A
22							

Kuva 9. Excel-taulukko sähkölaitokselta tarvittavan liittymäkaapelin koolle ja pääsulakkeiden suuruudelle [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

Liittymistietojen eli kaapelin ja sulakkeiden koon tarkkuuden vuoksi liittymisteholaskelmassa tarvitaan seuraavia tietoja:

- Mikä on kohteen koko pinta-ala?
- Onko kohteessa esimerkiksi autopaikkoja ja niillä lämmitystolpat tai sähkönautolataus pisteitä?
- Onko rakennuksessa liikehuoneistoja, yleistiloja kuten mm. saunaosastot, pesulat yms?
- Onko rakennuksessa muita merkittäviä sähköä kuluttavia ”osia” tai laitteita?

Kun kaikki oleellinen on kirjattu taulukkoon ja tasattu, kerroin on kunnossa, Excel-taulukko laskee huippuvirran. Sulakkeiden kooksi valitaan seuraava koko huippuvirrasta, eli jos huippuvirraksi saatiin 194 A, niin valitaan sulakkeiden kooksi 200 A.

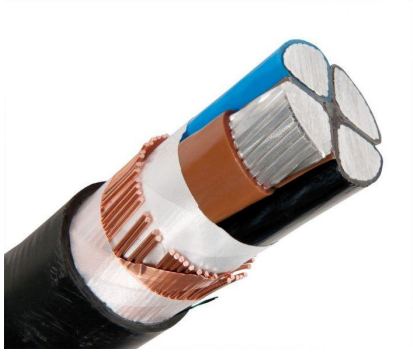
Liittymiskaapelin valinta saadaan katsottua kuvan 10 taulukosta.

Johtimen poikkipinta-ala [mm²]	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A uppo	C pinta	D maa	E ilma
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Kuva 10. Taulukosta saadaan kaapelin poikkipinta-ala eri asennustapojen mukaan ja maksimisallitun huippuvirran I_{max} mukaan [3].

Valitaan esimerkiksi asennustapa C pinta-asennuksena ja alumiinikaapeli. Sulakkeiden koko on 200 A. 120 mm²:n alumiinikaapeli kestää C-asennustavalla 209 A, joten kaapeliksi valitaan AMCMK 4x120/41.

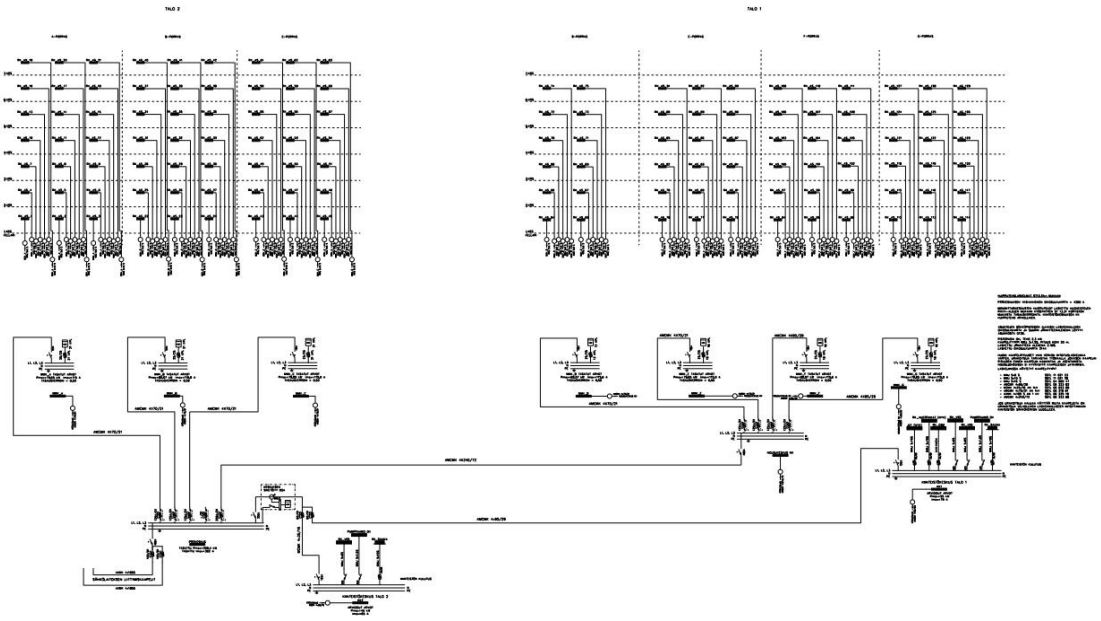
Näin saadaan liittymän sulakkeiden koko ja kaapelityyppi selville mitoitettuna (ks. kuva 11).



Kuva 11. AMCMK 4x120/41-kaapeli [7].

Liittymän vähimmäismitoituksen määrittää verkkoyhtiö. Liittämiskohdan jälkeisen osuuden voi toteuttaa suuremmalla poikkipinnalla tai erillisellä kaapelityypillä.

Kuvassa 12 esitetään kahden kerrostalon nousujohtokaavio.



Kuva 12. Kokonaiskuva kahden kerrostalon nousujohtokaaviosta [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

ST-kortisto [4] painottaa nousujohtokaavion merkitystä eri hankevaiheessa seuraavasti.

Tarjouslaskennassa nousujohdot muodostavat merkittävän osan sähköverkon kustannuksista. Sen vuoksi on tärkeää, että nousujohtokaaviossa tai siihen liittyvässä erillisessä taulukossa esitetään nousujohtojen laskennalliset pituudet.

Asennusvaiheessa on tärkeää, että nousujohtokaaviosta selviävät asennettavat nousujohdot kaapelityyppeineen ja asennusreitteineen.

Käyttövaiheessa on tärkeää, että nousujohtokaavio on selkeä ja että siitä ilmenevät jakeluverkon rakenne ja mahdolliset varaukset.

4.2 Telejärjestelmäkaaviot eli antenni- ja yleiskaapelointikaaviot

Telejärjestelmien johtokaavioiden päätarkoituksena on esittää rakennuksen telejärjestelmän rakenne päälaitteineen ja niiden väliset runkojohdot kaapelityyppeineen. Lisäksi johtokaavioissa tulee esittää järjestelmän liittyminen muihin järjestelmiin. Johtokaavioissa voidaan myös esittää järjestelmien periaatteellinen rakenne aina liitäntärasioihin asti.

Telejärjestelmien johtokaaviot esitetään yleensä kaavioesityksenä, jossa ei esitetä yksittäisiä pisteitä vaan ainoastaan pistekaapelointi periaatteellisella tasolla.

Kaavioissa voidaan rakennuksen kerrokset ja portaat esittää samalla tapaa kuin muissa kaavioissa vaaka- ja pystykatkoviivoin. Lisäksi keskuslaitteet tulee pyrkiä sijoittamaan kaavioon niiden todellisen sijainnin mukaisessa järjestyksessä ja ottaa huomioon, että esimerkiksi kerroksissa saman nousukuilun kohdalla olevat keskuslaitteet esitetään kaaviossa allekkain.

Lisäksi on tärkeää, että kaaviossa pyritään esittämään, mitkä runkojohdot kulkevat samassa nousukuilussa ja missä kerroksissa vaakavedot tehdään. [4.]

ST-kortisto [4] painottaa telejärjestelmäkaavion merkitystä eri hankevaiheissa seuraavasti.

Tarjouslaskentavaiheessa on tärkeää, että järjestelmän laitemäärät ja tekniset vaatimukset ilmenevät selkeästä suunnitteluaineistosta.

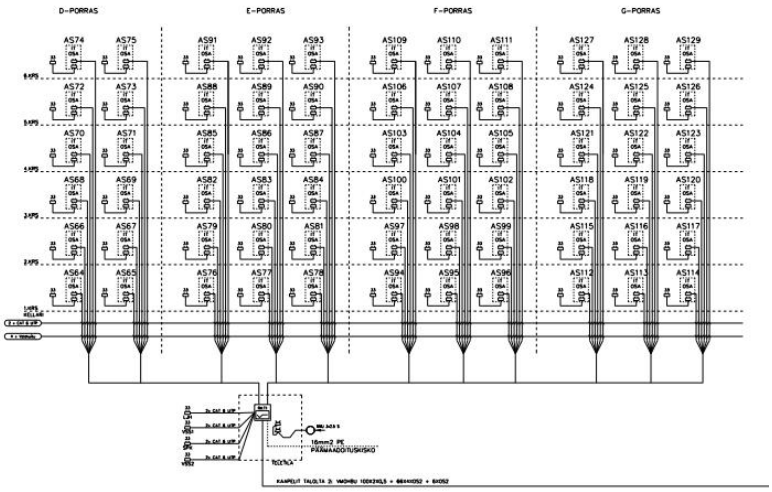
Runkojohdot muodostavat merkittävän osan rakennuksen telejärjestelmien kustannuksista niin on tärkeää, että johtokaavioissa esitetään runkojohtojen määrät ja tyypit. Suunnitteluaineistoon pitää sisällyttää myös johtopituuksien laskemiseksi tarvittavat tiedot.

Asennusvaiheessa on tärkeää, että telejärjestelmien johtokaaviosta ilmenevät laitteet ja johdot asennusreitteineen.

Käyttövaiheessa telejärjestelmän johtokaaviosta on voitava selvittää järjestelmän periaatteellinen rakenne ja päälaitteet sijanteineen.

Järjestelmän laajennus- ja muutostöitä ajatellen on tärkeää, että kaaviosta selviävät järjestelmien runkojohdot liittymiskohtineen. Telejärjestelmän runkojohtokaavio on tarkoituksenmukaista pitää ajan tasalla rakennuksen koko elinkaaren ajan.

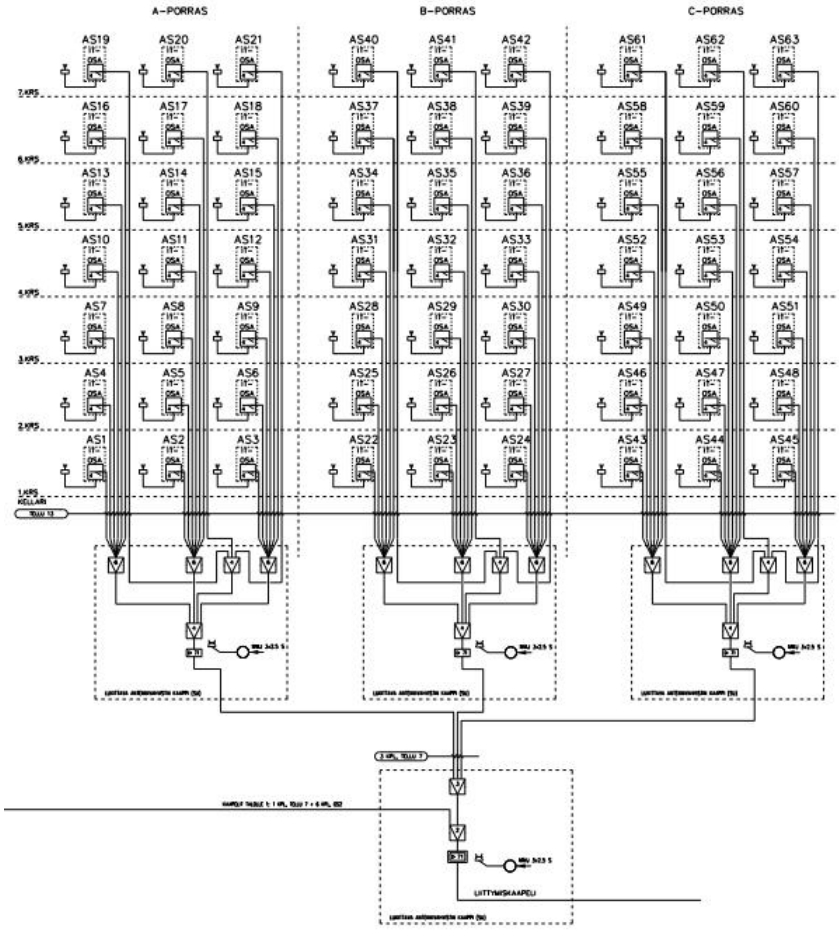
Yleiskaapelointijärjestelmän johtokaaviossa tulee esittää ainakin pääjakamo ja mahdolliset muut ristikytkentätelineet sekä näiden väliset johdotukset tyyppeineen (ks. kuva 13).



Kuva 13. Yleiskaapelointikaavio [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kuvassa on esitetty runkokaapeli ja ristikytkentätelineeltä lähtevät nousut porraskohtaisesti huoneistoihin sekä kaapelien merkintä, huonekohtaiset IT-osat.

Yhteisantennijärjestelmän johtokaaviossa tulee esittää ainakin pää- ja mahdolliset alavahvistimet sekä jaottimet ja haaroittimet sekä näiden väliset johdot tyyppeineen (ks. kuva 14).



Kuva 14. Yhteisantennijärjestelmä [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Yhteisantennikaavioon kuuluu erillisenä laskea myös antennivaimennuslaskelmat, jotka lasketaan esimerkiksi Excel-taulukkoon. Laskelmien tarkoituksena on varmistaa antenniverkon toimivuus ja asuntoihin tulevien antennipisteiden toimivuus sekä se, että signaalin voimakkuus on tarpeeksi suuri.

Laskelmat suoritetaan mittaamalla kaapelin pituus/etäisyys -jakamolta kotijakamolle ja kotijakamolta asunnon antennirasialle. Etäisyyden mittaus tapahtuu kerroksien tasokuvista. Lisäksi laskelmiin pitää lisätä jaottimien ja haaroittimien lukumäärät.

47 MHz:n ja 1000 MHz:n laskennalliset arvot eivät saa ylittää maksimiarvoa 45. Sekä 47 MHz–1000 MHz kaltevuus ei saa ylittää maksimiarvoa 15 (ks. kuva 15).

S8001 ANTENNI VAIMENNUSLASKELMA

SWECO

TOIMEKSIANTO	VASTUULLINEN SUUNNITTELUA	SUUNNITTELUA	PÄIVÄYS	TYÖNUMERO
Urakkalaskentaan 30.11.2018				

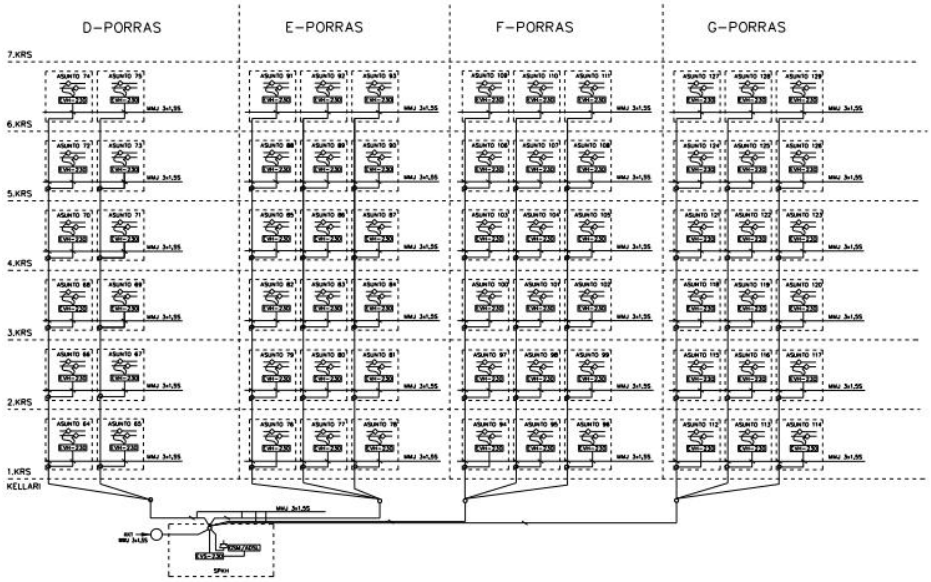
	Komponentit (kpl)								Kaapelit (m)					Vaimennukset (dB)		Kaltevuus
											Tellu 13					
Asunto	2-jaotin	3-jaotin	4-jaotin	6-jaotin	8-jaotin	4-haaroitin	6-haaroitin	8-haaroitin	Tellu 5	Tellu 7	Nousu	Asunto	Liitäntärasia	47MHz	1000MHz	47MHz-1000MHz
A1			1	1		1					10	15	1	31,6	38,4	6,8
A2			1	1		1					12	15	1	31,7	38,8	7,1
A3			1	1		1					14	15	1	31,8	39,3	7,5
A4			1	1		1					13	15	1	31,7	39,0	7,3
A5			1	1		1					15	15	1	31,8	39,5	7,7
A6			1	1		1					17	15	1	31,9	39,9	8,0
A7			1	1		1					16	15	1	31,9	39,7	7,8
A8			1	1		1					18	15	1	32,0	40,1	8,2
A9			1	1		1					20	15	1	32,0	40,6	8,5
A10			1	1		1					19	15	1	32,0	40,3	8,3
A11			1	1		1					21	15	1	32,1	40,8	8,7
A12			1	1		1					23	15	1	32,2	41,2	9,0
A13			1	1		1					22	15	1	32,1	41,0	8,9

Kuva 15. Excel-taulukko antennivaimennuslaskelmista [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

4.3 Vesimittarikaavio

Vesimittarikaavion päätarkoituksena on esittää rakennuksen vedenmittausjärjestelmän rakenne päälaitteineen ja niiden väliset johdotukset kaapelityyppeineen. Vesimittarikaaviossa voidaan myös esittää järjestelmien periaatteellinen rakenne aina liitäntärasioihin asti, sekä huoneisto kohtaiset näytöt vedenmittaukselle. [4.]

Vedenmittausjärjestelmä esitetään yleensä kaavioesityksenä, jossa ei esitetä yksittäisiä pisteitä vaan ainoastaan pistekaapelointi periaatteellisella tasolla (ks. kuva 16).



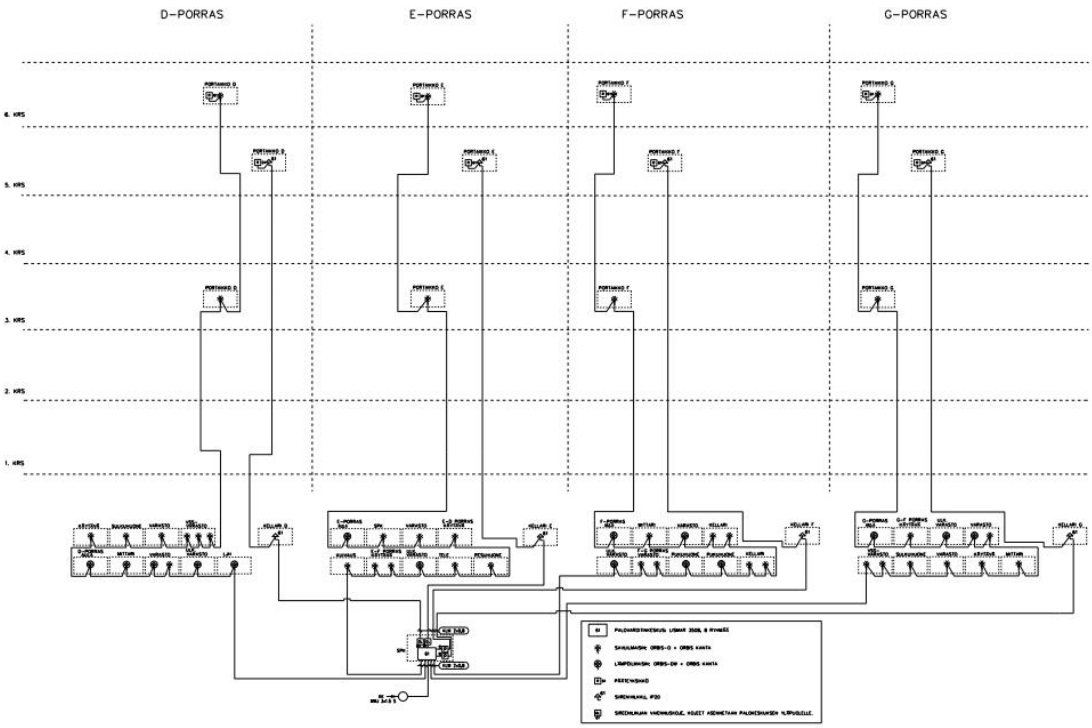
Kuva 16. Vesimittarijärjestelmäkaavio [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kuvassa 16 esitetään, mitä vedenmittausjärjestelmää käytetään, mikä tässä tapauksessa on EVH-230, nousujohdotus ja mikä kaapelityyppi, liitäntärasioiden sijoitus (jakorasia ”neliön” sisäpuolella tarkoittaa, että liitäntärasia tulee asunnon sisäpuolelle). Vesimittarikaaviota tarvitaan ja se tehdään vain silloin, kun vedenmittausjärjestelmässä on langallinen etäluenta.

4.4 Palovaroitinkaavio

Palovaroitinkaavion tarkoituksena on esittää palovaroitinjärjestelmän johdotusjärjestys, palovaroittimien ja kaapeleiden tyyppi sekä porrasnousuissa olevien palovaroittimien ja hälytyssireenien olevat sijainnit/kerrokset. [4.]

Kuvaan on myös hyvä lisätä oma neliökenttä selvitykseksi palovaroitintyypeistä, joita käytetään kyseisessä kohteessa (ks. kuva 17).



Kuva 17. Palovaroitinkaavio [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

4.5 Maadoituskaavio

Maadoituskaavion pääperiaate on selventää/havainnollistaa rakennuksen kaikki maadoitettavat osat.

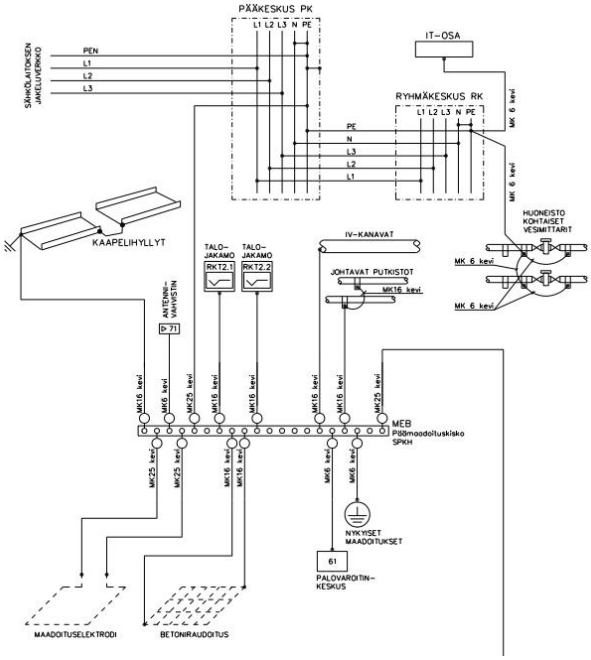
Maadoitettavia osia ovat esimerkiksi

– keskukset, putkistot, IV-kanavat, kaapelihyllyt

– jakamot, palovaroitinkeskukset, vahvistimet

– maadoituselektrodi, betoniraudoitus

– kaikki johtavat/metalliset osat, joissa on mahdollisuus kosketukseen tai sähkönjohtavuuteen (ks. kuva 18).



Kuva 18. Maadoituskaavio [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta]

5 Keskuskaaviot

Keskuskaavioita ovat pääkeskus-, kiinteistökeskus-, monimittarikeskus- ja ryhmäkeskuskaavio (asunto, saunaosasto yms.)

Keskuksen pääkaavion tarkoituksena on ”esittää keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot, keskuksen rakenne ja lähdöt sekä niihin liittyvät pääkomponentit, kuten kuormakytkimet, kytkinvarokkeet, mittarit, kontaktorit, johdonsuojakatkaisijat, sulakkeet, vikavirtasuojakatkaisijat ja releet nimellisvirtoineen.” [4.]

Keskuksen pääkytkimeen liitetään tiedot syöttävästä keskuksesta ja nousujohdon tyypistä. Suunnitteluvaiheessa keskuksen lähtöihin merkitään lähdön käyttötarkoitus sekä ryhmäjohdon ja ohjausjohtojen tyypit. Asennusvaiheessa lähtötietoihin lisätään ryhmänumero.

Pääkeskuskaaviossa esitetään pääkeskusta syöttävä liittymiskaapeli sekä keskuksen syöttämät mittaus-, LVI- ja hissikeskukset sekä nousujohtojen tyypit. Lisäksi

pääkeskuskaaviossa esitetään kiinteistöä palvelevat ryhmät, kuten ulkovalaistus, autolämmitys sekä porrashuoneiden ja kellarikäytävien valaistus. [4.]

ST-kortisto [4] painottaa keskuskaavioiden merkitystä eri hankevaiheissa seuraavasti.

Tarjouslaskennassa on tärkeää, että keskusten pääkomponentit nimellisvirtoineen ja määrätietoineen selviävät tarjouspyyntömateriaalista. Lisäksi keskusten oikosulkukestoisuusvaatimukset tulee määrittää. Suunnitteluvaiheessa laaditaan tarjouslaskentaa varten keskusten pääkaaviot, joissa ryhmänumerot jätetään määritettäviksi asennusvaiheen yhteydessä.

Asennusvaiheessa on tärkeää, että keskusten pääkaaviot ovat olemassa ja että lähtöjen ryhmänumerot merkitään niihin tarketietoina. Ryhmänumeroidut pääkaaviot tarvitaan loppupiirustuksissa käyttövaihetta varten.

Käyttövaiheen muutostöiden ja vikakorjausten kannalta pääkaavioiden perusteella voitava selvittää, mikä lähtö syöttää mitäkin kojetta.

Käyttövaiheessa tehtävät keskusten pääkaavioihin vaikuttavat muutokset tulee päivittää piirustuksiin.

5.1 Keskuksen pääkaavion kansilehti

Keskuksen tekniset tiedot esitetään kansilehdessä tai tehdään erillinen ”info laatikko” jonka sisään kirjoitetaan kaikki oleelliset ja tekniset tiedot (ks. kuva 19).

Tärkeitä tietoja ovat muun muassa:

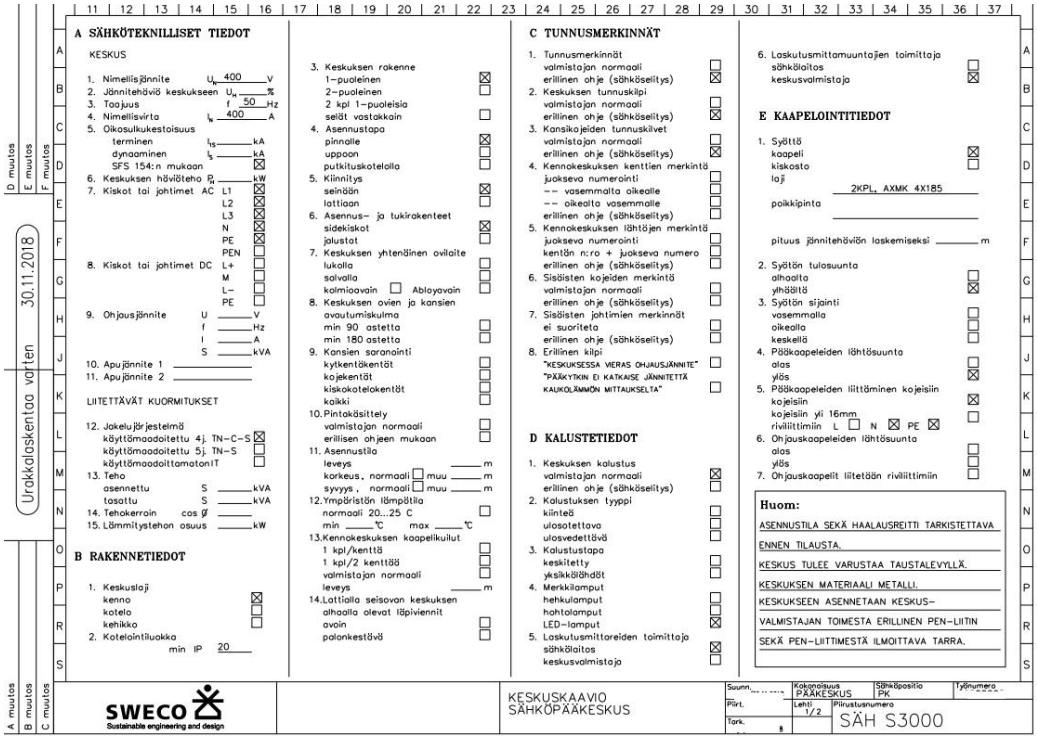
– nimellisjännite ja nimellisvirta

– keskuksen kotelointiluokka ja maksimimitat

– keskuksen asennustapa ja onko keskus lukollinen- tai ilman ovea

– kaapelien tulo ja lähtösuunnat, sekä syöttökaapeli

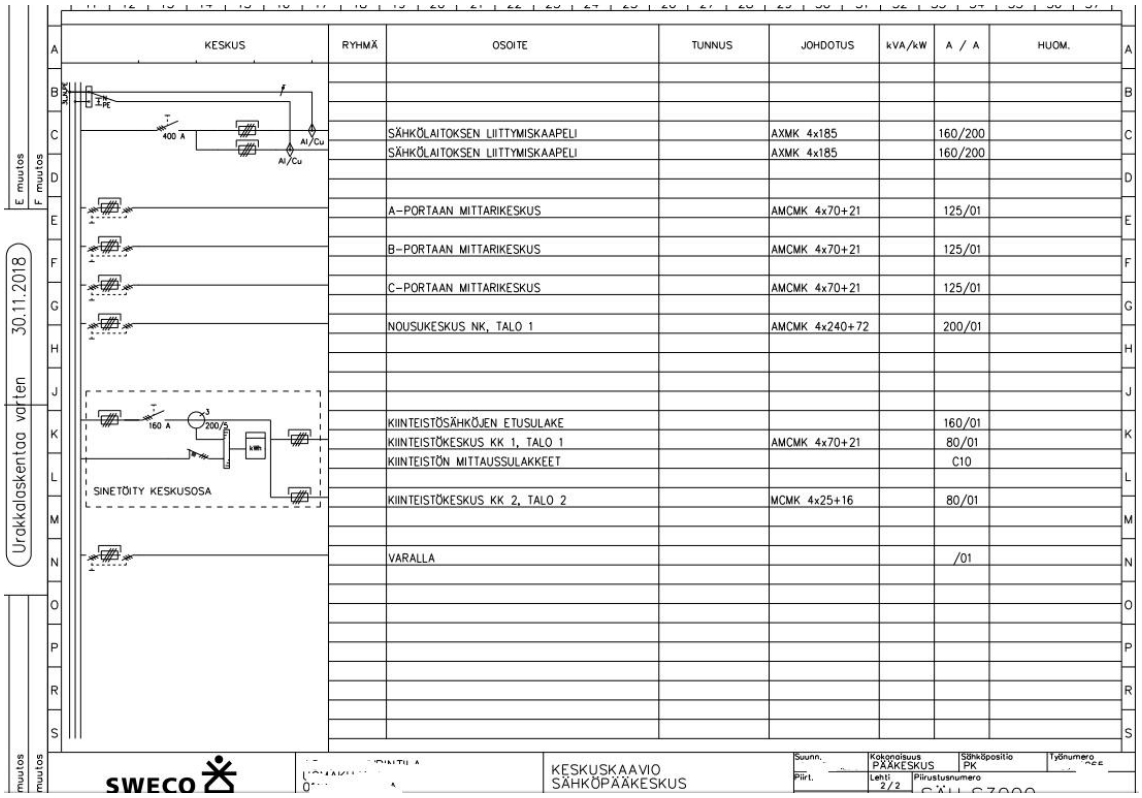
Kansilehdessä on huomiokenttä, johon on hyvä kirjoittaa lisätietoja ja tarkennuksia, jos niitä on.



Kuva 19. Keskuskaavion kansilehti [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

5.2 Pääkeskuskaavio

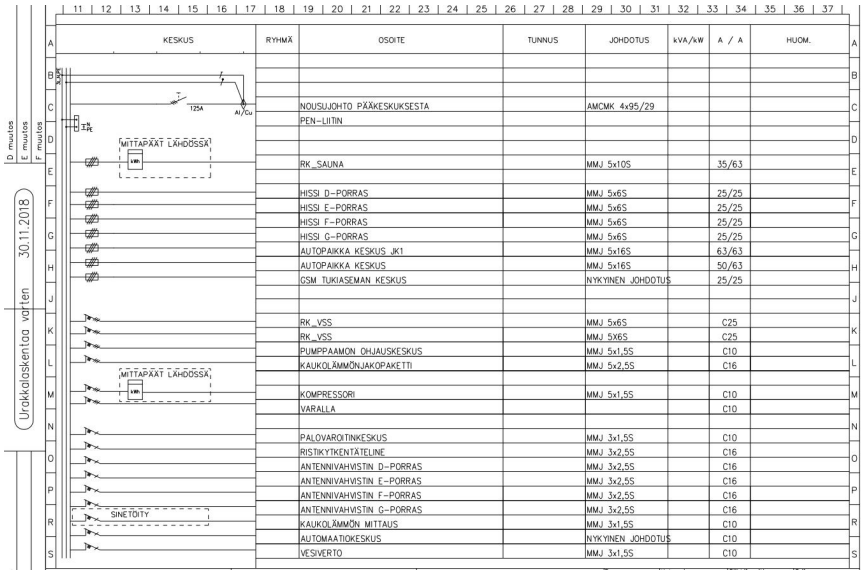
Isommissa kohteissa, joissa on esimerkiksi monta asuinkerrostaloa, on yleensä pääkeskuksen lisäksi muita keskuksia, esimerkiksi kiinteistökeskus, mittarikeskuksia ja muita pienkeskuksia. Pääkeskuksen pääperiaate on, että keskuskaaviosta näkyvät sähkölaitoksen liittymiskaapeli sekä kaikki muut keskukset, joita pääkeskus syöttää, ja niiden johdotukset ja sulakkeiden koot (ks. kuva 20).



Kuva 20. Pääkeskus [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

5.3 Kiinteistökeskuskaavio

Kiinteistökeskuskaavio tulee pääkeskuskaavion jälkeen, kiinteistökeskus sijaitsee yleensä rakennuksen kellaritasossa. Tämän johdosta yleensä rakennuksen kaikki yleisien tilojen, kuten porraskäytävät, pihat, saunaosastot, kerhohuoneet yms. sekä kaikki rakennuksen tekniikat ja pienempien keskuksien sähköistykset tulevat kiinteistökeskukselta. Kiinteistökeskuskaavion periaatteena on, että kaavioissa näkyy kiinteistökeskukselle tuleva syöttökaapeli pääkeskukselta sekä kaikki lähdöt, joita kiinteistökeskus ohjaa ja niiden johdotukset ja sulakkeiden koot (ks. kuva 21 ja 22).



Kuva 21. Kiinteistökeskus sivu 1/2 [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kuva 22. Kiinteistökeskus sivu 2/2 [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

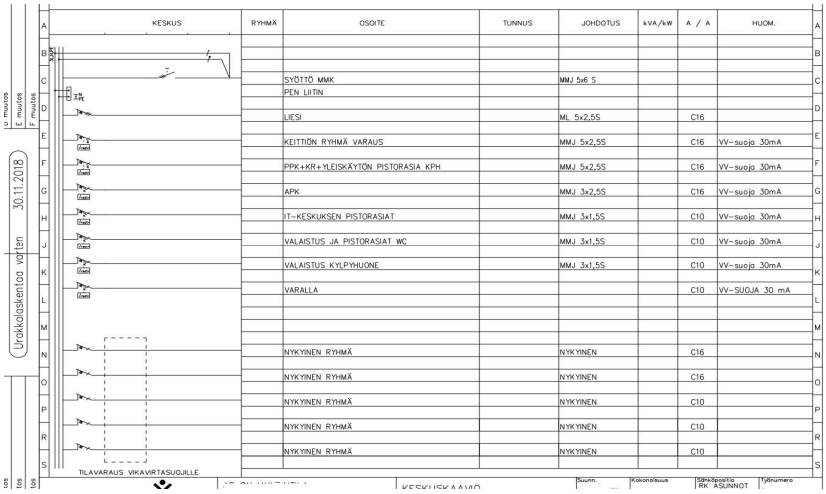
5.4 Monimittarikeskuskaavio

Monimittarikeskuksen pääkaaviossa esitetään kohteen energiamittarit sekä mittauskeskuksen syöttämät huoneistoryhmäkeskukset sekä niiden nousujohtojen tyypit ja sulakkeet (ks. kuva 23).

Kuva 23. Monimittarikeskus [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

5.5 Ryhmäkeskuskaavio ja kotijakamo (IT-keskus)

Esimerkiksi asuinkerrostaloissa ryhmäkeskus voi olla keskus, joka syöttää asuinhuoneiston sisäisiä sähköistyksiä tai esimerkiksi ryhmäkeskus sauna, joka ohjaa saunaosaston sähköistyksiä. Toisin sanoen ryhmäkeskus ohjaa aina jonkin tietyn paikan tai alueen sähköistystä (ks. kuva 24).



Kuva 24. Ryhmäkeskuskaavio asuinhuoneistosta [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kerrostalon saneerauskohteissa it-keskuskaavio on osaltaan turha, koska saneeraushankkeissa yleensä asuntoon asennetaan vain yksi tele- ja antennirasia. Viestintävirasto kuitenkin vaatii kotijakamon. Koska kotijakamo uusitaan tai asuntoihin tulee yhtenäinen ryhmäkeskus/kotijakamo, on hyvä olla myös kaavio kotijakamosta.

IT-keskuskaavion periaate on tuoda ilmi keskuksen liittimien määrät ja layout-kuva IT-keskuksen paneloinnista (ks. kuva 25).

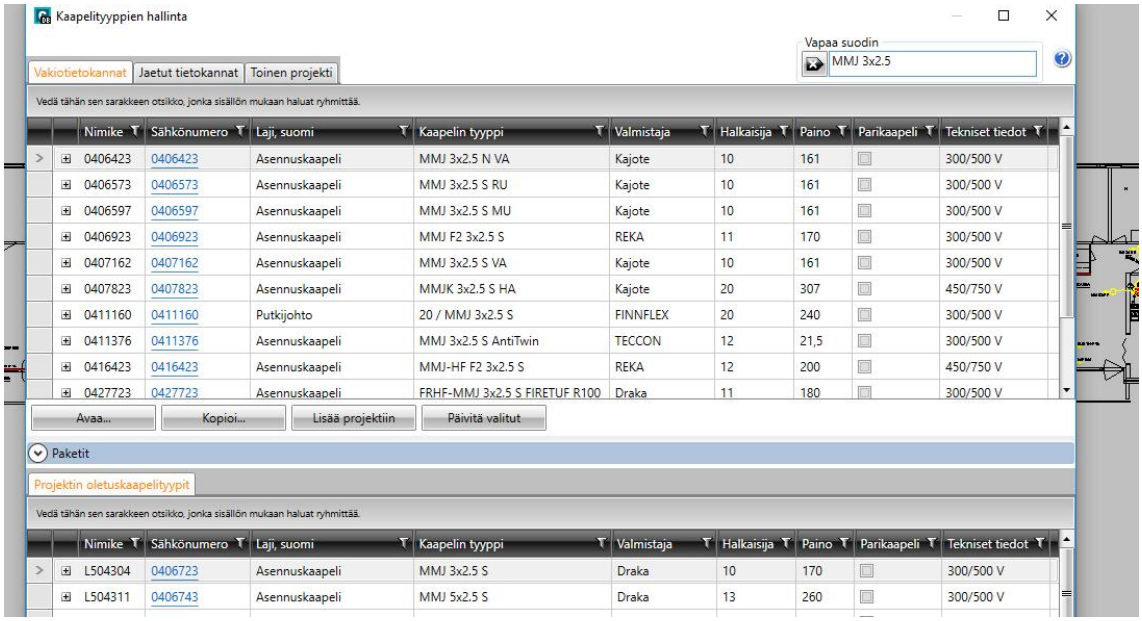
Kuva 25. IT-keskuskaavio eli kotijakamon kaavio [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta]

5.6 Projektin tuotetietokanta

Projektin tietokannan luominen alkuvaiheessa ja sen käyttäminen CADS-ohjelmistolla helpottaa keskuskaavioiden luomista ja materiaalilaskentaa.

CADS-ohjelmiston projekti tietokantaan luotiin uuden saneeraushankkeen projektiin liittyvät sähköpisteet sähkönumerolinkityksen kanssa. Sähköpisteet sisältävät mm.

pistorasiat, kytkimet, valaisimet sekä jakorasiat ja telepisteet. Projektin kaapelitietokantaan valittiin yleisesti käytössä olevia asennuskaapeleita, kuten valaisimille MMJ 3x1,5S tai 5x1,5S ja pistorasioille MMJ 3x2,5 S (ks. kuva 26).



Kuva 26. Kaapelien tuote tietokanta [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kun tarvittavat tuotteet/kaapelit tuotetietokannasta on valittu, voi aloittaa asennuspiirustusten tekemisen. Virheiden minimoimiseksi ja unohdettujen sähköpisteiden vähentämiseksi on kannattavaa aloittaa piirtäminen esimerkiksi sijoittelemalla sähköpisteet ensimmäiseksi ja edetä huoneisto tai kokonaisuus kerrallaan.

Pistesijoittelun jälkeen voi piirtää johdotukset, jotka on myös hyvä tehdä huone, ryhmä tai järjestelmä kerrallaan virheiden minimoimiseksi. Keskuskaavioita varten johdotettaessa ryhmiä korostuu ryhmämerkintöjen tärkeys, jotta keskuskaavioita luotaessa tuotetietokannasta ryhmänumerot, ryhmät, kaapelityypit ym. siirtyvät automaattisesti keskuskaavioihin.

Kun kaikki sähkökalusteet on liitetty tietokantaan ja pistesijoittelussa käytetty tietokannassa olevia kalusteita, kalusteiden määrälaskenta helpottuu. Toisin sanoen sähköpisteiden määrälaskentaa tai keskuskaaviota tehdessä CADS laskee itse kaikki asennuspiirustuksessa olevat sähköpisteet luetteloksi tai keskuskaavioon ryhmiksi.

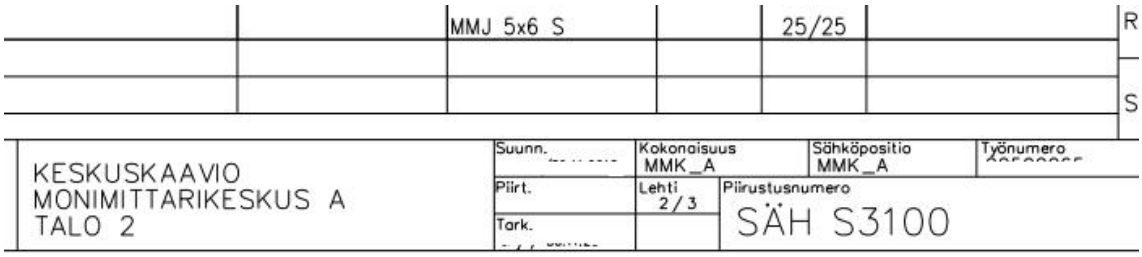
5.7 Sähköpiirustuksen nimiö

Sähköpiirustuksen nimiö eli ”suunnittelijan allekirjoitus” sisältää kohteen järjestelmäkohtaiset tiedot.

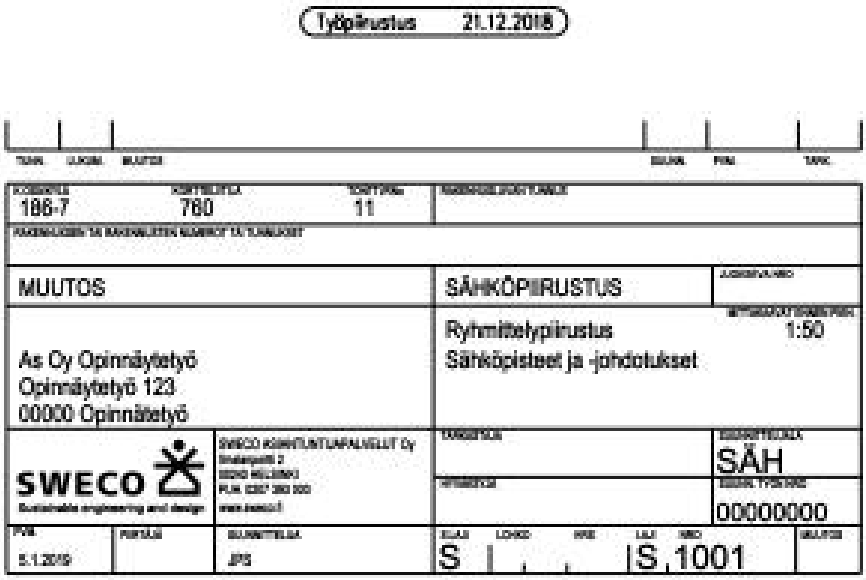
Nimiö täytetään aina sähköpiirustukseen. Nimiö sijaitsee piirustuksen oikeassa alareunassa piirustus raamin sisäpuolella ja sisältää seuraavat tiedot:

- kohteen nimi, osoite ja postinumero
- piirustuksen nimi, piirustuksen tarkennustiedot (esim. kerros, rappu, huoneisto)
- mittakaava, joka on aina 1:50 tasokuvissa
- työnumero, mikä on jokaisessa projektissa oma sekä piirustusnumero
- päivämäärä ja suunnittelijan ”allekirjoitus” nimikirjaimin, sekä tarkastajan nimikirjoitus ja tarkastuspäivämäärä
- suunnittelufirman logo/yhteystiedot.

Keskuskaavioissa nimiötä ei tule erikseen, vaan nimiö on kaavion lehdessä valmiina oikeassa alareunassa (ks. kuvat 27 ja 28).



Kuva 27. Keskuskaavion nimiö [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].



Kuva 28. Asennuspiirustuksen nimiö [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta]

6 Sähköluettelot

Sähköluetteloihin kuuluvat asiakirjaluettelo, dokumenttiluettelo ja piirustusluettelo sekä valaisinluettelo ja lämmitinluettelo.

6.1 Asiakirjaluettelo, dokumenttiluettelo, piirustusluettelo

Sähkötietokortistossa [4] on julkaistu erilaisia malliluetteloja. ST 13.29 piirustusnumeroiden muodostaminen sekä piirustus- ja asiakirjaluettelon laatiminen S2010-nimikkeistön pohjalta.

ST-kortistossa [4] esitetään rakennushankkeen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentointiin liittyvä tunnusjärjestelmä, jonka mukaan hankkeen dokumentit voidaan helposti ja yksiselitteisesti tunnistaa ja kohdistaa.

Luettelon nimeäminen ratkaistaan luettelon sisällön perusteella. Sisältääkö luettelo vain piirustuksia vai niiden lisäksi selostuksen ja laskelmat? Piirustusluetteloon sisältyvät

pelkät piirustukset ja dokumentti- sekä asiakirjaluetteloon kaikki sähkösuunnitelmadokumentit, laskelmat, selostukset ym. mukaan lukien.

Usein suunnittelutoimistot käyttävät juoksevaa numerointia eli ns. 100- ja 1000-sarjoja. Pienissä ja yksinkertaisissa kohteissa pelkkä juokseva numerointi riittää (esim. 1000, 1001, 1002 tai 1000, 2000, 3000 jne.), kun taas suuremmissa kohteissa esimerkiksi asemapiirustus on 0001, asennuspiirustukset ovat 1000-alkuisia, kaaviot ovat 2000- ja 3000-alkuisia sekä luettelot ovat 5000-alkuisia (ks. kuva 29).

SWECO TALOYHTIÖPALVELUT

SWECO

SÄH-ASIAKIRJALUETTELO

TOIMEKSIANTO	VASTUULLINEN SUUNNITTELIJA	SUUNNITTELIJA	PÄIVÄYS	MUUTOSPÄIVÄYS	MUUTOSTUNNUS	TYÖNUMERO

Piir.nro	Piirustuksen sisältö	Päiväys	Muutos-päiväys	Muutos-tunnus	Mittakaava	Juokseva. no.
	TEKSTIASIAKIRJAT JA SELOSTUKSET					
S8000	Oikosulkuvirtalaskelmat	30.11.2018				
S8001	Antenniverkon vaimennuslaskelmat	30.11.2018				
	PIIRUSTUKSET					
S0001	Asemapiirustus	30.11.2018			1:200	
S1000	Ryhmityspiirustus, kellari, talo 1	30.11.2018			1:50	
S1001	Ryhmityspiirustus, 1.krs, talo 1	30.11.2018			1:50	
S1002	Ryhmityspiirustus, 2.krs, talo 1	30.11.2018			1:50	
S1003	Ryhmityspiirustus, 3.krs, talo 1	30.11.2018			1:50	
S1004	Ryhmityspiirustus, 4.krs, talo 1	30.11.2018			1:50	
S1005	Ryhmityspiirustus, 5.krs, talo 1	30.11.2018			1:50	
S1006	Ryhmityspiirustus, 6.krs, talo 1	30.11.2018			1:50	
S2000	Nousujohtokaavio, pääkaapelit	30.11.2018				
S2100	Nousujohtokaavio, yleiskaapelointijärjestelmä, talo 1	30.11.2018				
S2101	Nousujohtokaavio, yleiskaapelointijärjestelmä, talo 2	30.11.2018				
S2200	Nousujohtokaavio, yhteisantennijärjestelmä, talo 1	30.11.2018				
S2201	Nousujohtokaavio, yhteisantennijärjestelmä, talo 2	30.11.2018				
S2300	Maadoituskaavio	30.11.2018				
S2400	Palovaroitinjärjestelmä, talo 1	30.11.2018				
S2401	Palovaroitinjärjestelmä, talo 2	30.11.2018				
S2500	Nousujohtokaavio, vesimittarijärjestelmä, talo 1	30.11.2018				
S2501	Nousujohtokaavio, vesimittarijärjestelmä, talo 2	30.11.2018				
S3000	Keskuskaavio, pääkeskus PK, Talo 2	30.11.2018				
S3001	Keskuskaavio, nousukeskus NK, Talo 1	30.11.2018				
S3002	Keskuskaavio, Kiinteistökeskus KK_1, talo 1	30.11.2018				
S3003	Keskuskaavio, Kiinteistökeskus KK_2, talo 2	30.11.2018				
S3201	Keskuskaavio, IT asunnot	30.11.2018				
S3300	Keskuskaavio, RK_VSS	30.11.2018				
S3401	Keskuskaavio, RK_SAUNA	30.11.2018				
S3500	Keskuskaavio, RK_AUTO	30.11.2018				
S4000	Nousujohtokaavio, Ohjauskaapelit	30.11.2018				
S5000	Valaisinluettelo	30.11.2018				

Kuva 29. Asiakirjaluettelo [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

6.2 Yksikköhintaluettelo

Yksikköhintaluettelo on luettelo, jonka tilaaja antaa urakoitsijalle täytettäväksi yleensä tarjouslaskentavaiheessa. Luettelossa esitetään useimmin käytetyt sähkötyöt ja sähkötarvikkeet urakanmukaisesti sekä tunti hintainen veloitusmäärä yhtä asentajaa, työnjohtoa tai projektipäällikköä kohden.

Luettelo täytetään urakassa tulevien lisä- ja muutostöiden sekä hyvityksien varalta, jotta tilaajalla ja urakoitsijalla on selkeä käsitys kaikista urakkaan kuulumattomista lisäkustannuksista.

Yksikköhintaan tulee sisältyä myös sosiaalikustannukset. Hintoihin ei kuitenkaan pääsääntöisesti sisällytetä yleiskuluja. Jokainen yksikköhinta määrää työn täysin valmiina materiaaleineen ja asennuksineen.

Yleiskulujen suuruus määritellään usein prosentteina ennen kuin urakka alkaa. Nämä kulut lisätään yksikköhinnoilla lasketun lisätyön kustannukseen sekä muutostöiden hyvitykseen ja veloitukseen silloin, kun veloitus on hyvitystä suurempi.

Muutostöissä yleiskuluja ei lisätä erotukseksi jäävään hyvitykseen tai pelkkään hyvitykseen. Myös alihankintoina tuleviin lisätöihin lisätään yleiskulut, mutta prosentti on tällöin yleensä pienempi.

Yksikköhintaluettelon nimi kertoo jo paljon. Luettelon tarkoituksena on eritellä kappalehintaiset summat sähkötarvikkeista sekä yksittäisen pyydetyn työn hinnat €/m tai €/kpl listattuna yksikköhintaluetteloon (ks. kuva 30).

SÄHKÖASENNUKSIEN YKSIKKÖHINNAT:

Muina kuin tässä mainittuina yksikköhintoina käytetään "Sähköurakan yksikkökustannuksia 2016/2"-kirjan mukaisia yksikköhintoja, taso B.

Yksikköhinnat annetaan edellyttäen, ettei kaapeli-/johtomenekki ole 15 metriä suurempi.

Tukkuhinta-alennus, sähkömateriaalit ja -tarvikkeet _____ %

Sähkökalusteiden yksikköhinnat

Valaisinpeilikaapin sähkökytkennät	_____	€/kpl
Nykyisen valaisinpeilikaapin irrotus ja uudelleen kiinnitys/kytkentä	_____	€/kpl
Nykyisen lieden uudelleen kytkentä liitosjohtoineen ja rasioineen	_____	€/kpl
Pistorasia, 1-osainen, IP21, pinta-asennus + muovilista	_____	€/kpl
Pistorasia, 2-osainen, IP21, pinta-asennus + muovilista	_____	€/kpl
Pistorasia, 1-osainen, IP44, pinta-asennus + muovilista	_____	€/kpl
Pistorasia, 1-osainen, IP44, pinta-asennus + muovilista	_____	€/kpl
Valaisinkytkin, IP44, uppoasennus	_____	€/kpl
Nykyisen kattovalaisimen takaisinasennus uuteen alaslaskuun	_____	€/kpl
Nykyisen 0-luokan pistorasian uusiminen suojamaadoitetuksi pistorasiaksi IP20 ja	_____	€/kpl

Kuva 30. Esimerkkikuva yksikköhintaluettelon toteutustavasta [kuvankaappaus Word ohjelmasta].

6.3 Valaisinluettelo

Valaisinluettelon päätarkoitus on helpottaa valaisimien määrälaskentaa ja valaisimien tilaamista.

Valaisinluettelon sisältöön kuuluu: positionumero, valmistaja, valaisimen tiedot sekä asennustapa (S=seinä, K=katto jne.) (ks. kuva 31).

Isoimmissa kohteissa valaisimien määrä on laskettu kerroskohtaisesti ja lopussa on lukumäärä, kuinka monta samaa valaisinta on yhteensä.

SWECO
Ilmalanportti 2, 00240 HELSINKI
puh 020 739 3000

VALAISINLUETTELO

S/P PROJ. JPS | PVM | Piirustusnro S5000 | Muutos/pvm | Sivu 1/ 2

POS. N.O.	Valmistaja/ Toimittaja	VALAISIN TYYPPI	Liitäntä liittimet	Teho W	Lamppu	Asennus-tapa	Asema	Kellari	1.krs	2.krs	3.krs	4.krs	5.krs	6.krs	7.krs	YHT	HUOMAUTUKSIA
1	Ensto	ALSD240PU, IP44, 14W/830/840 LED		14	LED	K			19	19	19	18	19	20	8	122	Kylpyhuoneiden valaisin
2	Ensto	ALSD180PU, IP44, 11W/830/840 LED		11	LED	K		18	16	16	16	17	16	15	7	121	Kylpyhuoneiden valaisin
3	Ensto	AVR320, snro 4103516		10	LED	K		95	7	7	7	7	7	7	3	140	Porrashuoneiden ja kellarin valaisin
4	Ensto	AVR66.115L/3K		15	LED	K		43	20							63	Autotallien ja väestönsuojan valaisin
5	Ensto	AVR320.1104L/DW		10	LED	K		21								21	Kellarin liiketunnistinvalalsin
6	Ensto	AVH15.2				S			1	1	1	1	1	2	1	8	Huoneistosaunan valaisin
6.1	Airam	A60 5,5W/828 E27 SAUNA		5,5	LED				1	1	1	1	1	2	1	8	Huuoneistosaunan val. lamppu
7	Ensto	AVH11.2				S		4								4	Talosaunan siivousvalaisin
7.1	Airam	A60 5,5W/828 E27 SAUNA		5,5	LED			4								4	Talosaunan valaisimen lamppu
8	Ensto	AVR66.110L/3K		10	LED	S		2								2	Kellarin wc:n peilivalaisin
10	Cariitti	VPAC-1527-N221		16	LED	K		2								2	Talosaunan kuitusarja
11	Hankinta RU	Kytkentä SU					S	S									Peilikaappi

Kuva 31. Valaisinluettelo [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

6.4 Lämmitinluettelo

Lämmitinluettelon toimintaperiaate on sama kuin valaisinluettelon. Lämmitinluettelon tarkoitus on helpottaa määrälaskentaa ja tuotteiden tilausta sekä kertoa tärkeimmät tekniset tiedot.

Lämmitinluetteloon sisältöön kuuluu: positiotunnus, lämmityskaapelin malli, teho, kaapeleiden lukumäärä ja termostaatti kaapeleille (ks. kuva 32).

SWECO
Ilmalanportti 2
00240 Helsinki

LÄMMITINLUETTELO
Asiakirja nro S5001
Työ nro

Viimeisin muutos
Laadittu
Laatija/Piirt.
Tarkastaja
Hyväksyjä

Tunnus	Laite	Lkm kpl	Teho W	Termostaatti	Huomautukset	Muutos M	Nimim.	Pvm
1	Deviflex 10T, sstl 8169432	24	290	Devireg Touch sstl 2600100	230V			
2	Deviflex 10T, sstl 8109117	12	365	Devireg Touch sstl 2600100	230V			
3	Deviflex 10T, sstl 8169435	24	600	Devireg Touch sstl 2600100	230V			
4	Deviflex 10T, sstl 8169439	3	990	MICROTEMP ETV-1991 (keskuksessa)	230V			
5	Deviflex 10T, sstl 8169436	1	695	MICROTEMP ETV-1991 (keskuksessa)	230V			

Kuva 32. Lämmitinluettelo [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

7 Sähkötyöselostus

Sähkötyöselostus on olennainen osa sähkösuunnitelmaa. Se on kirjallinen tekninen dokumentti, jossa kerrotaan sanallisesti järjestelmäkohtaisesti sähkötöiden sisältö, valitut tuotteet sekä niiden asennustavat, suojausmenetelmät ja asennuksissa noudatettavat erikoismääräykset ja standardit.

Sähkötyöselostuksen pituus riippuen projektin koosta on 30–50 sivua.

Sähkötyöselostuksen rakenne ja otsikointi on suositeltavaa tehdä ST-kortiston [4] S2010-sähkönimikkeistön mukaisin otsikoinnein (ks. kuva 33).

Kuvassa 33 on sähkötyöselostuksen sisällysluettelo.

SELOSTUSESIMERKIT S2010-NIMIKKEISTÖN MUKAAN.
SELOSTUKSEN YLEINEN OSA

SISÄLLYS

YLEISTÄ ESIMERKKISELOSTUSTEKSTIEN KÄYTÖSTÄ 2

A KIINTEISTÖHALLINTO 2
A0 YLEISTIEDOT KOHTEESTA 2
A01 Rakennuskohde ja sen sijainti 2
A02 Rakennuskohteen yksikkötiedot 2
A1 HALLINTO JA OHJAUS 2
A11 Käyttö- ja ylläpito-organisaatio 2
A12 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu 2

B RAKENNUTTAMINEN 2
B1 RAKENNUTTAJAN HALLINTO 2
B11 Projektinjohto 2
B111 Rakennuttajan projektinjohtaja 2
B112 Rakennuttajakonsultti 2
B113 Tilaaja 2
B12 Valvonta 2
B121 Yleisvalvonta 2
B122 Paikallisvalvonta 3
B2 SUUNNITTELU 3
B21 Pääsuunnittelija 3
B22 Arkkitehtisuunnittelu 3
B23 Rakennesuunnittelu 3
B24 LVI-suunnittelu 3
B25 Sähkösuunnittelu 3
B26 Tietoteknisten järjestelmien suunnittelu 3
B266 Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu 3
B27 Geotekninen suunnittelu 3
B28 Muu suunnittelu 3
B29 Suunnitelmien kopiointi 3
B3 VIRANOMAISTOIMET 3
B31 Rakentamisen viranomaisvalvonta 3
B32 Sähkölaitteiden ja -laitteistojen viranomaisvalvonta 3
B33 Muiden laitteiden ja -laitteistojen viranomaisvalvonta 3

C01 TOTEUTUKSEN SISÄLTÖ 4
C010 Yleistä 4
C011 Urakkaa koskevat tekniset määrittelyt 4
C016 Malliasennukset 4
C02 YLEISET TOTEUTUSOHJEET JA VAATIMUKSET 4
C021 Yleisiä sähkötekniseä tietoja 4
C03 Laitteita ja tarvikkeita koskevat yleiset vaatimukset 4
C031 Tarvikkeet 4
C04 SUUNNITTELUA KOSKEVAT TIEDOT JA VAATIMUKSET 4
C041 Suunnitelmapiirustukset (hankintaa palvelevat piirustukset) 4
C042 Toteutusta palveleviä (asennus) dokumenttiä laadinta 5
C0421 Toteutusta palvelevat dokumentit (asennuspiirustukset) 5
C0422 Toteutusta palveleviä dokumenttiä jakelu 5
C05 YLEISET ASENNUSOHJEET 5
C051 Työn suorittaminen 5
C0511 Yleistä 5
C0512 Uppoasennus 5
C0513 Pinta-asennus 5
C0514 Kaapelihyllyasennus 5
C0515 Sähkölista- ja johtokanava-asennus 5
C0516 Läpiviennit 5
C0517 Maakaapeliasennus 5
C052 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus 5
C06 MERKINTÖJÄ KOSKEVAT YLEISET OHJEET JA VAATIMUKSET 5
C061 Kaapeleiden ja eristettyjen johtimien merkintä 5
C062 Rasiakojeiden merkintä 5
C07 LAADUNVARMISTUS, LUOVUTUS JA KÄYTTÖÖNOTTO 6
C071 Rakennuttajan suorittamat tarkastukset 6
C0711 Asennustarvikkeiden ja laitteiden hyväksyntä 6
C0712 Laite- ja asennustapatarkastukset 6
C0713 Toimintakokeet 6
C0714 Koekäyttö 6
C072 Urakoitsijan suorittamat tarkastukset 6
C0721 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet 6
C0722 Alustavat toimintakokeet 6
C0723 Käyttöönottotarkastukset 6
C0724 Tarkastusmittaukset ja testaukset 6
C073 Ulkopuolisten suorittamat tarkastukset 6
C0731 Sähköasennusten varmennustarkastus 6
C0732 Muut tarkastukset 6
C074 Vastaanotto 6
C08 DOKUMENTOINTIA KOSKEVAT VAATIMUKSET 6
C081 Dokumentointi 6
C082 Luovutusdokumentit ja ohjeistus 6
C083 Käyttöpiirustukset 7
C084 Sähkö- ja tietotekniston järjestelmien paikantamispiirustukset 7
C09 HUOLTOKIRJAA KOSKEVAT TIEDOT JA VAATIMUKSET 7
C091 Yleistä 7
C092 Huoltokirjaa varten luovutettavat dokumenttitiedostot 8
C10 TAKUUAIKAA KOSKEVAT VAATIMUKSET 8
C101 Yleistä 8
C1011 Takuuajan korjaukset 8

D NIMISTÖ JA JÄRJESTELMIEN JAOTTELU 8
D1 NIMISTÖ 8
D2 JÄRJESTELMÄKOHTAISTEN OHJEIDEN JAOTTELU 8

LAADITTAVAT KAUPALLISET ASIAKIRJAT 9
Yleistä kaupallisten asiakirjojen käyttöön liittyvää 9
Urakkarajaliitteeseen kirjoitettavia selostuksen yleisen osan asioita 9
Muistilista muissa kaupallisissa asiakirjoissa esitettävistä asioista 11

AIHEESEEN LIITTYVIÄ TIETOLÄHTEITÄ 11

Kuva 33. Kuva Sähkötyöselostuksen S2010-sähkönimikkeistön sisällysluettelosta.

8 Suunnitelmien yhtenäistäminen

Sweco on tehnyt monia yritysostoja vuosien saatossa. Sweco Taloyhtiöpalveluissa, jossa minäkin työskentelen, on tällä hetkellä viisi sähkösuunnittelijaa.

Sähkösuunnittelijat ovat peräisin eri suunnittelufirmoista, he ovat eri ikäryhmää ja heillä on erilaiset suunnittelutottumukset. Jokaisella on hieman erilainen tapa laatia sähkösuunnitelmia ja toteuttaa asennuspiirustukset.

Tarkoituksena on yhtenäistää sähkösuunnittelijoiden [8] suunnittelumallit ja tavat yhtenäiseksi, jotta suunnitelmat ja piirustukset olisivat samankaltaisia, sekä kehittää suunnitelmia ja luoda päivitetyt suunnitelmapohjat.

Työssä haastattelen sähkösuunnittelijoita heidän suunnittelutyyleistään, jotta saan kokonaiskuvan eriäväisyyksistämme ja samankaltaisuuksistamme toimintamalleissamme.

Olin yhteyksissä myös neljään eri sähköurakointifirmaan [9] liittyen sähkökuvien kehittämiseen työmaiden puolesta. Tarkoituksena on tehdä yhteenveto urakoitsijoiden listatuista hyödyistä ja haitoista sähkökuviin liittyen, sekä kehittää sähkösuunnitelmia kommenttien perusteella.

Urakoitsijoiden [9] mielestä Swecon sähkösuunnitelmat ovat hyviä. Tietenkin sähkökuvien laatu vaihtelee hieman suunnittelijasta ja projekteista sekä aikatauluista ja kiireellisyydestä.

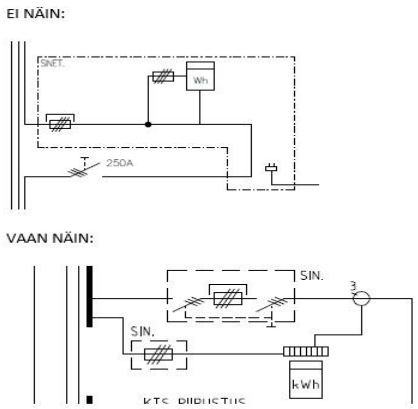
Sähkösuunnitelmat ja kuvat laajuudessaan ovat riittävät työmaalle. Kuvia työmaalle ei tarvita lisää, mutta jotkin laskelmat, kuten esimerkiksi antennivaimennuslaskelmat, koetaan turhiksi.

Antennivaimennuslaskelmat on kuitenkin hyvä tehdä vähintään pisimmistä pisteistä, jotta saadaan selvitettyä, ovatko antennivedot liian pitkiä ja että suunniteltu antenniverkko toimii. Laskelmia ei kuitenkaan jatkossa tarvitse lähettää eteenpäin urakoitsijoille, elleivät he erikseen pyydä.

Sähkösuunnitelmien yleisimmät virheet tapahtuvat asiakirjojen dokumentoinnissa ja siinä, että sähköpiirustukset ovat ristiriidassa muiden suunnittelijoiden kuvien kanssa.

Pieniä virheitä esiintyy myös keskuskaavioissa, kuten mittarien, termostaattien tai ohjauskeskusten esittäminen keskuskaavioissa sekä niiden järjestys ja oikeanlainen kytkentätapa.

Tähän pitää paneutua jatkossa ja keskittyä kaavioiden suunnittelussa asennuksen oikeaan esittämistapaan (ks. esimerkki kuva 34).



Kuva 34. Oikeanlainen esitystapa sähkömittarista keskuskaaviossa [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Urakoitsijat [8] ottivat eniten kantaa kuvan selkeyttämiseen vaikuttaviin seikkoihin asennuspiirustuksissa, jotka ovat työpiirustuksia ja ovat suurimmassa osassa asennustyön tekemistä. Työpiirustusten olisi hyvä olla selkeitä ja tehty huolellisesti ja oikein sekä on hyvä käyttää aikaa niiden tarkastamiseen.

Urakoitsijoilla ei hirveästi ollut lisäyksiä suunnitelmiin vaan enemmänkin seikkoja, joita urakoitsijoiden mielestä epäselkeyttävät kuvaa ja kuvan lukemista. Niitä ovat mm. syöttävät keskusmerkinnät ja kaapelimerkinnät ahtaissa paikoissa, tekstien, sähkösymbolien ja kaapeleiden päällekkäisyyksiä, sekä turha tavara pois ARK-pohjista.

Kyseisiin seikkoihin kuvienkehittämistyössä on jo otettu kantaa. Päällekkäisyyksien ja ahtauden vuoksi suunnitellessa on edettävä järjestelmällisesti, jotta pystyttäisiin

minimoimaan ahtaissa paikoissa sähköpisteiden päällekkäisyyksiä. Näin kuvista tulisi selkeämpiä jatkossa. Kuitenkin saneerauskohteissa, joissa on esimerkiksi pieni wc tai kylpyhuone, on melkein mahdotonta suunnitellessa välttyä päällekkäisyyksiltä.

Kehitystyöhön kuului tarkastella sähkösuunnittelijoiden sähkösuunnitelmia ja poimia jokaisen suunnitelmista parhaat ja kannattavimmat puolet sekä puolestaan karsia tarpeettomia asioita, joilla ei ole niin suurta merkitystä kuvien esityksessä tai jotka epäselkeyttävät suunnitelmia.

Asemapiirustukseen tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

– Lisätään huomionuolet ja teksti sekä peittoneliöt viiteteksteille: Selkeyttää tekstin ymmärrystä ja lukua kuvassa, eikä viiteteksti sekaannu kuvaan. Huomionuoli osoittaa tarkan paikan jota ”kohtaa” tarkoitetaan, eikä vain laiteta tekstiä johonkin kuvan viereen mikä vaikeuttaa ulkopuolisille kuvanlukua ja ymmärrystä mitä seikkaa tekstillä tarkoitetaan.

– Keskukset esitetään asemapiirroksessa sekä ristikytkentä telineet, antenniboksit ja vahvistimet sekä päämaadoitus kisko, jotta asemakuvasta selviää yleistilojen keskus sijoittelut.

– Ryhmämerkinnöissä keskustunnus laitetaan näkyviin: Jos asemapiirroksessa on useita keskuksia näkyvillä, näin ryhmämerkintään lisätessä keskustunnuksen on helppo tunnistaa miltä keskukselta syöttö tulee.

– Sähkönliittymispiste merkitään kuvaan: Vaikka aina sähköliittymää ei uusita, on piirustuksissa silti hyvä näkyä aina sähköliittymän sijainti tontilla. Liittymispisteen sijainnin saa tietoon sähköyhtiöiltä.

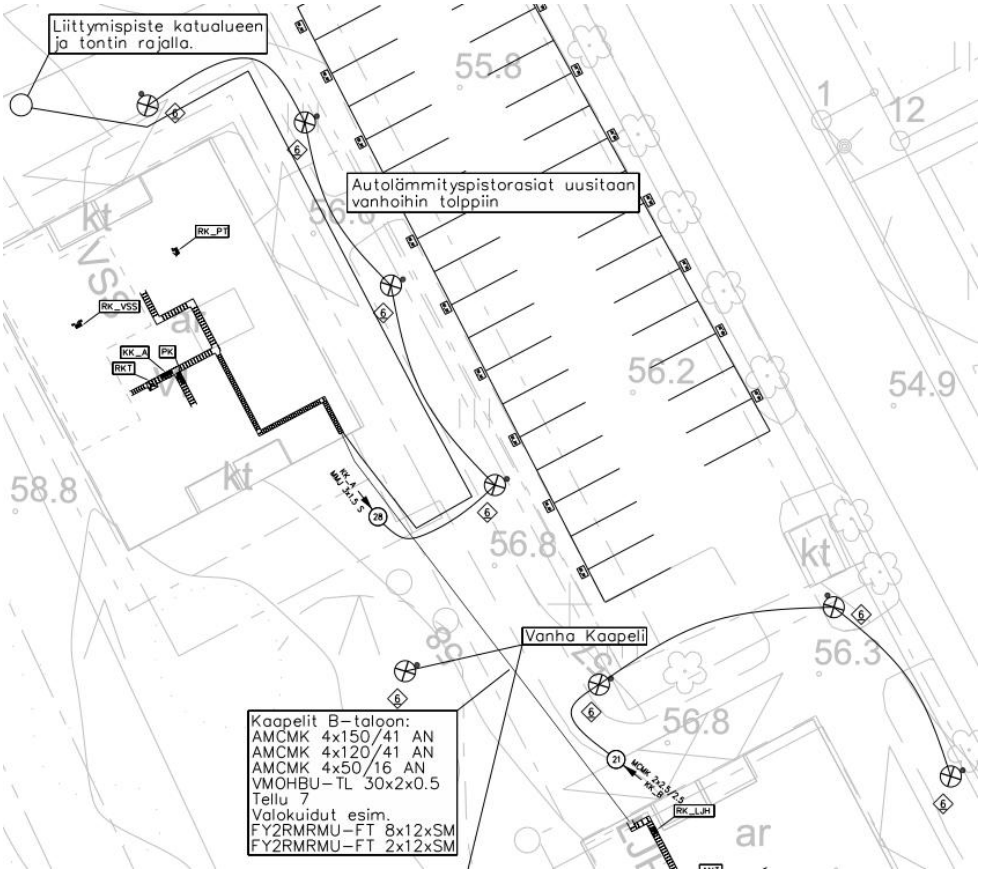
– Lisätään sivun oikeaan reunaan ”legenda” infoteksti: Tietopaketti pihalla tapahtuneista muutoksista (jos niitä on, kuten esimerkiksi pihavalojen uusimiset), uusien kaapeleiden asennustapa (esim. syvyys, putkitus, kaapeli yms.)

─ Kaapelihyllyt piirretään myös rakennuksien sisälle sekä liittymältä liittymälle: Helpottaa havainnollistaa asemakuvasta heti koko todellisen kaapelireitin suoraan keskuksille saakka (ei tarvitse tasokuvia selvittääkseen reitin rakennuksien sisällä).

─ Ongelmana ratkaisussa on, jos esimerkiksi kaapelihyllyn reitti muuttuu rakennuksen sisällä, tällaisen muutoksen johdosta suunnittelija joutuisi korjaamaan kaapelihyllyreitin sekä tasokuvaan, että asemapiirustukseen, mikä toisi lisätöitä.

─ Ratkaisuksi sovittiin kaapelihyllyjen piirron asemapiirustukseen vasta loppuvaiheessa, jottei lisätöitä tulisi.

Sähkösuunnittelijat ovat hyväksyneet muutokset ja ottavat pikkuhiljaa käyttöön uudet menetelmät asemapiirustusta suunnitellessa (ks. kuva 35).



Kuva 35. Asemapiirroksen layout uudesta ”toteutustyylistä” [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Asennuspiirustukseen tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

– Nousukotelo merkitään kuvaan, jotta kuvasta selviää kaapelien nousut.

– Pyritään osoittamaan ryhmämerkintöjen nuolet aina keskuksen suunnasta, tämä ei aina kuitenkaan onnistu riippuen kuvassa olevasta tilasta ja kuinka ahdas kuva on.

– Ryhmämerkintä tehdään aina ryhmän lähimmälle pisteelle: Todellisen johdotuksen mukaan, keskukselta tuleva syöttö tulee aina ryhmän lähimmälle pisteelle.

– Ellei tilassa ole esimerkiksi alakattoa, johdotus piirretään seinien myötäisesti: pyritään piirtämään todellisen asennustavan tyylisesti.

– Vähennetään johtojen ja tekstien päällekkäisyyksiä, kuvan selkeyden vuoksi.

– Poistetaan keskustunnukset asuntojen ryhmämerkinnöistä: On selvää, että asunnon syötöt tulevat asunnon ryhmäkeskukselta, joten keskustunnus on turha, mikä sotkee ahtaita kuvia turhaan. Keskustunnukset lisätään poikkeuksellisesti tilanteisiin, jos ryhmän syöttö tulee jostain muulta keskukselta.

– Ryhmänumeromerkinnät poistetaan asunnoista: Saneerauskohteissa uusia ryhmiä tulee asuntokohtaisesti vähän, joten ryhmänumerointi on ns. turhaa, sekä tuo lisätyötä turhaan (epäkäytännöllisyys).

– Johdinmerkinnät poistetaan johtimista: Sotkee turhaan kuvaa, vain erikoistilanteissa esimerkiksi kytkimille mille tarvitaan enemmän vaiheita, kuten 6-kytkimelle ML 4x1,5N voi johdinmerkintää käyttää. On myös hyvä käyttää omia kaapelityyppejä, sen vuoksi, että kaapelin nimeämisen saa lyhennettyä mikä taas vähentää kuvassa tilankäyttöä.

– Lisätään ryhmäkeskuksien asuntonumeroinnit keskuksille: Esimerkiksi RK_AS5, RK_AS15.

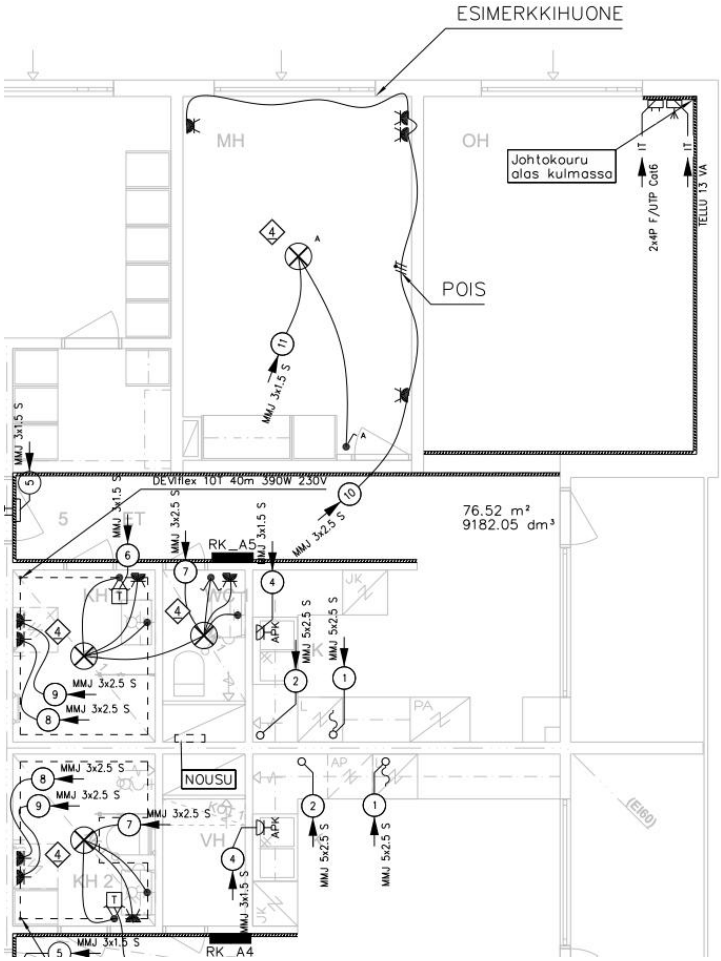
– Lisätään heikkovirtapisteiden syötöille kaapelityypit näkyviin sekä käytetään ryhmänmerkkinä ”3 merkkiä tyhjä”, sekä lisätään ryhmänumeroksi IT.

– Lisätään kirjain viittaukset kytkimille ja valoille, jos isompia kytkinpaketteja: Selkeyttämään sitä, mikä kytkin ohjaa mitäkin valoa.

– Ruvetaan käyttämään valaisimien positio merkintöjä: Valaisinpositio merkinnät ovat jo käytössä, mutta ruvetaan käyttämään pienintä vinottain olevaa neliötä positiomerkinnöissä.

– Lattialämmitys anturit poistetaan käytöstä: Urakoitsijan on helppo määrittää asennuspaikka esimerkiksi kylpyhuoneeseen lattialämmitys anturille, lattia-anturin piirto sähkökuvaa kuitenkin vain sotkee valmiiksi täyttä kuvaa.

Sähkösuunnittelijat hyväksyvät muutokset ja ottavat pikkuhiljaa käyttöön uudet menetelmät asennuspiirustusta suunnitellessa (ks. kuva 36).



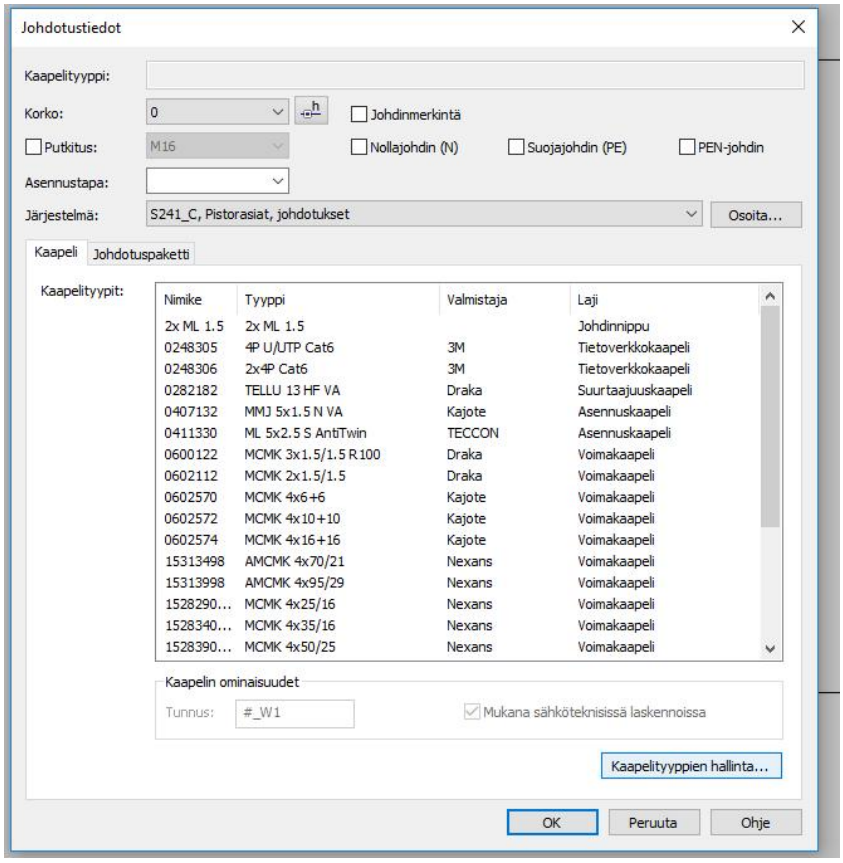
Kuva 36. Asennuspiirustuksen havainnollistava kuva [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Oman kaapelityypin luonti

Oman kaapelityypin luonti selkeyttää asennuspiirustusta. Oman kaapelityypin luonnilla pystyy luomaan omia kaapeleita ja nimeämään ne haluamalla tavalla. Esimerkiksi suunnitellessasi ahtaita paikkoja joissa pistesijoituksia on paljon ja tilaa on vähän ryhmämerkinnöissä kaapelityyppi vie tilaa.

Oman kaapelityypin luomisella saa vaihdettua kaapelin nimen pelkistettyyn versioon esimerkiksi 2x4P F/UTP Cat6-kaapeli luodaan tietokannassa vain Cat6-kaapeliksi. Näin ollen kaapelin nimi lyhenee ja tasopiirustukseen jää enemmän tilaa.

Oma kaapelityyppi luodaan valitessa CADS-ohjelmiston valikosta johdotus > kaapelityyppien hallinta (ks. kuva 37).

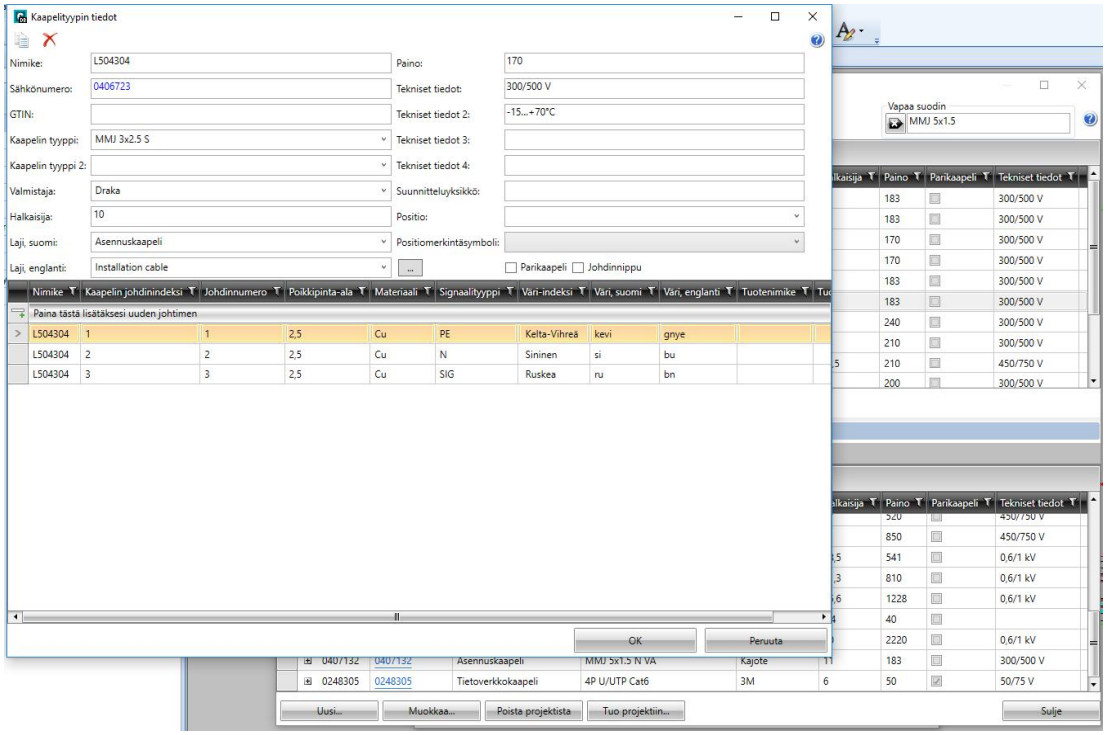


Kuva 37. Kaapelityypin hallinta [Kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Kaapelityyppien hallinnasta valitaan kaapelityyppi, joka tuodaan projektiin. Kun kaapeli on lisätty projektin tuotetietokantaan, valitaan alareunasta muokkaa.

Kaapelityypin tiedoista poistetaan kaikki tiedot kaapelista, paitsi valitaan kaapelin tyypiksi haluttu kaapelin nimi esimerkiksi MMJ 3x2.5 S > vaihdetaan kaapelin nimi pelkästään 3 x 2.5 ja lisätään tämä myös nimikkeeseen.

Tämän jälkeen painetaan ok, ja oma kaapeli on tietokannassa valmiina käytettäväksi (ks. kuva 38).



Kuva 38. Kaapelitietojen muokkaus [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

Nousujohtokaavioon tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

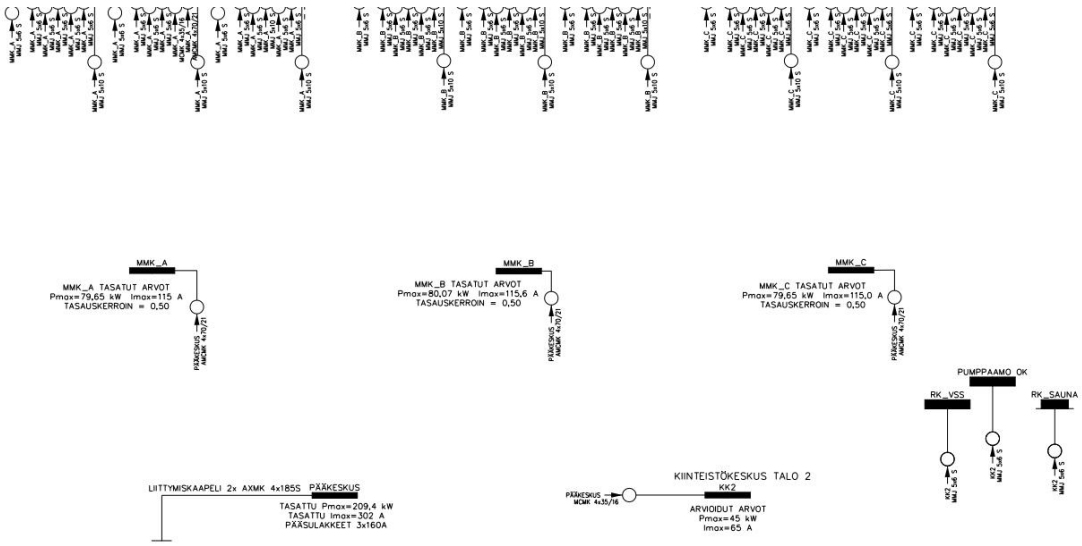
– Ruvetaan käyttämään nousujohtokaaviossa pelkistettyä versiota, eli jätetään kaikki turha suunnittelu ja piirtäminen pois mikä vie turhaa suunnittelu aikaa.

– Kerroksien ja nousujen piirto sekä asuntojen keskukset pysyvät samana, mutta muutetaan yleistilojen keskuksien esittämistapaa.

– Suunnitellaan vain keskukset kuviin ja niiden laskennalliset arvot (-teho ja huippuvirta). Laskennalliset arvot koskevat vain pääkeskuksia, kiinteistökeskuksia sekä monimittarikeskuksia. Näin nousujohtokaavio pysyy pelkistettynä, selkänä ja kuva esittää kaiken tarpeellisen.

– Esitetään myös kuvan oikeassa laidassa ”info” tekstillä kiinteistökeskuksen ja asuntojen epäedullisin piste, sekä sen laskennalliset tulokset.

Sähkösuunnittelijamme hyväksyvät muutokset ja ottavat pikkuhiljaa käyttöön uudet menetelmät nousujohtokaaviota suunnitellessa (ks. kuvat 39, 40 ja 41).



Kuva 39. Nousujohtokaaviossa esitetyt yleistilojen keskukset ja mitatut arvot [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].

KIINTEISTÖN PROSPEKTIIVISET OIKOSULKUVIRRAT JA JÄNNITTEEN ALENEMAT /
KESKUS EPÄEDULLISIN PISTE.

KIINTEISTÖNKESKUS KK2

VALAISTUS KELLARI 1
TEHO 0,3kW
KAAPELITYYPPI MMJ 3x1,5S
PITUUS 35,4m
LASKETTU JÄNNITTEEN ALENEMA 0,5%
LASKETTU OIKOSULKUVIRTA 199A

SIIVOUSPISTORASIAT KELLARI
TEHO 3,6kW
KAAPELITYYPPI MMJ 3x2,5S
PITUUS 29,8m
LASKETTU JÄNNITTEEN ALENEMA 2,89%
LASKETTU OIKOSULKUVIRTA 369A

KESKUKSEN KAIKISSA MUISSA LÄHDÖISSÄ ON SUUREMMAT OIKOSULKUVIRRAT JA
PIENEMMÄT JÄNNITTEENALENEMAT

ASUNTOJEN SÄHKÖPISTEET.
ALHAISIN OIKOSULKUVIRTA JA SUURIN JÄNNITTEENALENEMA LÖYTYY D-PORTAAN
ASUNNOSTA X

KYLPYHUONE + WC, PISTORASIAT + VALAISTUS
TEHO 3,6kW
KAAPELITYYPPI MMJ 3x2,5S
PITUUS 17,3m
LASKETTU JÄNNITTEEN ALENEMA 2,51%
LASKETTU OIKOSULKUVIRTA 321A

KAIKISSA MUISSA ASUNNOISSA JA KESKUKSEN KAIKISSA MUISSA LÄHDÖISSÄ ON
SUUREMMAT OIKOSULKUVIRRAT JA PIENEMMÄT JÄNNITTEENALENEMAT

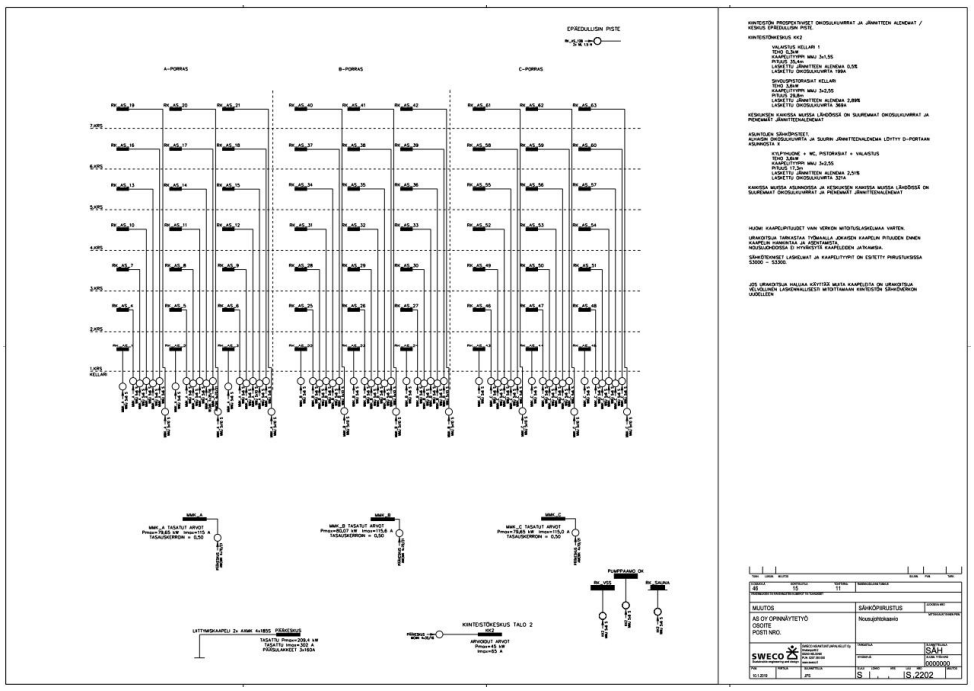
HUOM! KAAPELIPITUUDET VAIN VERKON MITOITUSLASKELMAA VARTEN.

URAKOITSIJA TARKASTAA TYÖMAALLA JOKAISEN KAAPELIN PITUUDEN ENNEN
KAAPELIN HANKINTAA JA ASENTAMISTA.
NOUSUJOHDOISSA EI HYVÄKSYTÄ KAAPELEIDEN JATKAMISIA.

SÄHKÖTEKNISET LASKELMAT JA KAAPELITYYPIT ON ESITETTY PIIRUSTUKSISSA
S3000 – S3300.

JOS URAKOITSIJA HALUAA KÄYTTÄÄ MUITA KAAPELEITA ON URAKOITSIJA
VELVOLLINEN LASKENNALLISESTI MITOITTAMAAN KIINTEISTÖN SÄHKÖVERKON
UUDELLEEN

Kuva 40. Nousujohtokaavion oikeassa laidassa esitettävät mittaustulokset kiinteistökeskuksen ja asuntojen epäedullisimmasta pisteestä [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].



Kuva 41. Nousujohtokaavion uusi esitystapa [kuvankaappaus nousujohtokaaviosta].

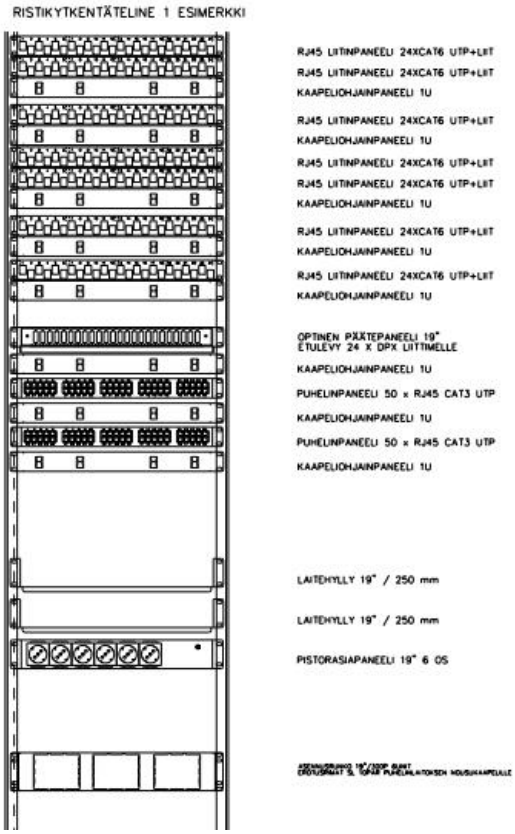
Yleiskaapelointikaavioon tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

– Piirtomalliksi valitaan sama, mitä suurin osa sähkösuunnittelijoistamme käyttää. Muutokset tehdään sivun oikeaan laitaan olevaan legendaan.

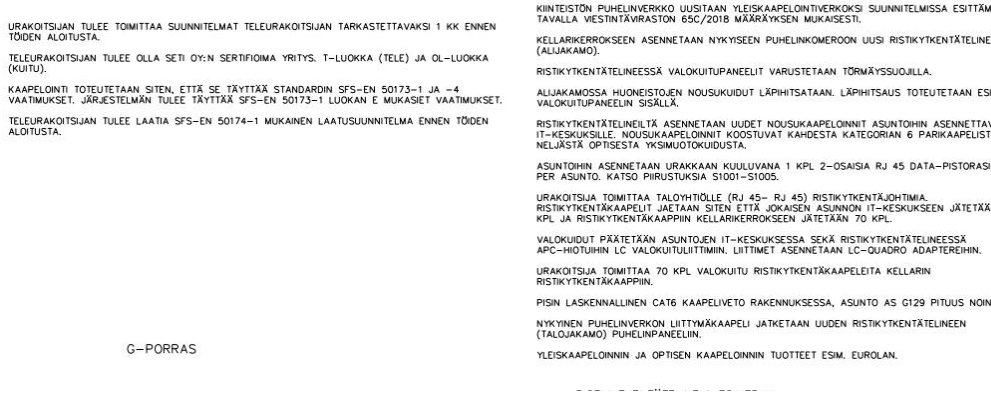
– Lisätään kaavion oikeaan laitaan esitetään kuva laskennallisesta ristikytkentätelineestä esittämään todellista tilannetta asennettavaan ristikytkentätelineeseen sekä nimetään paneelit.

– Lisätään myös kuvan oikeaan laitaan info teksti ”selostus” asennuksista ja määräyksistä.

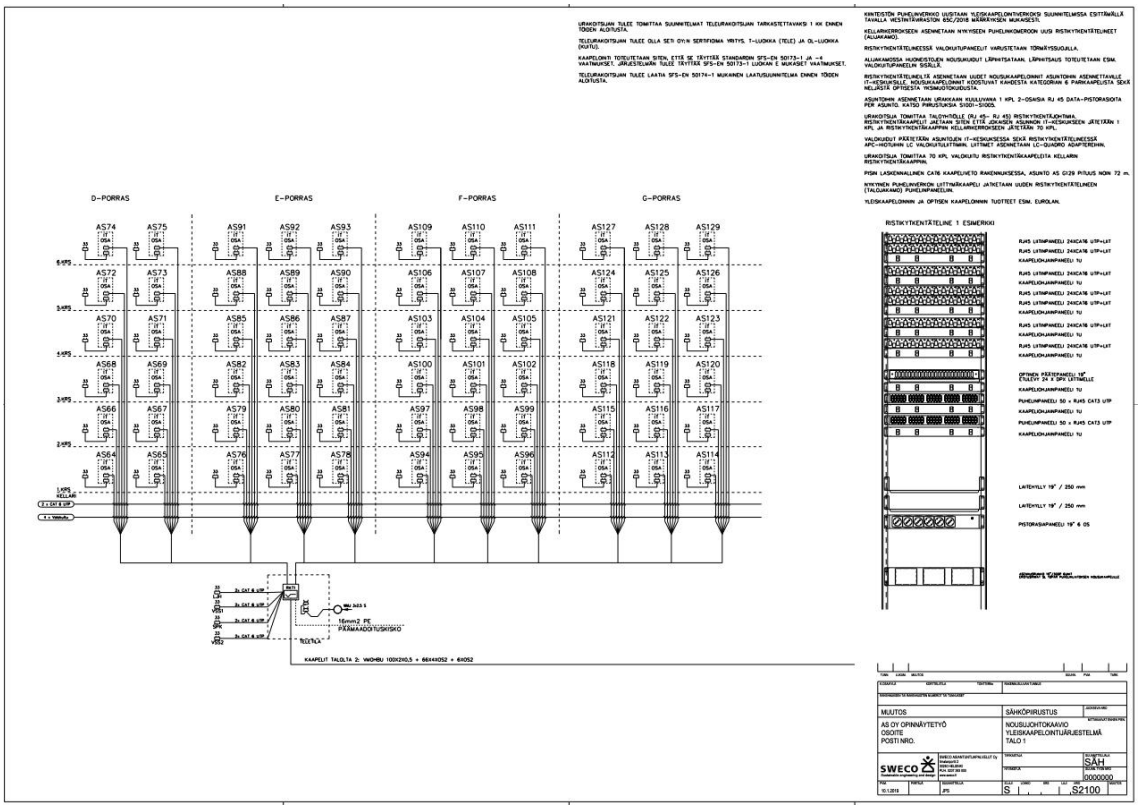
Työssä tein myös valmiit pohjat selostuspohjat sekä esimerkkipohjan ristikytkentätelineestä (ks. kuvat 42 ja 43).



Kuva 42. Yleiskaapelointikaavioon esitettävä ristikytkentä teline [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].



Kuva 43. Yleiskaapelointikaavion selostus asennuksesta ja määräyksistä [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].



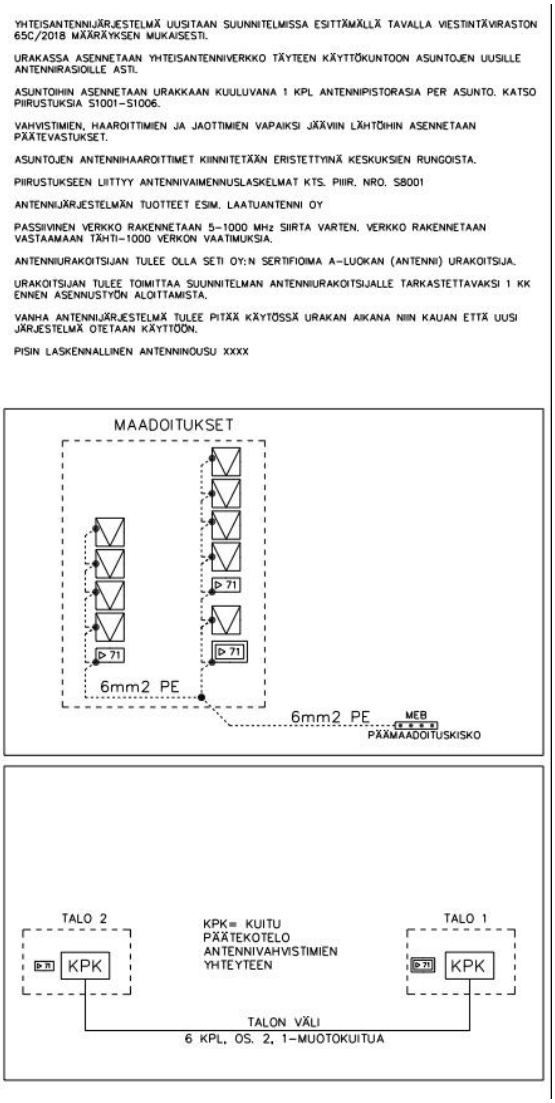
Kuva 44. Yleiskaapelointikaavion kokonaiskuva malli kaavion esitystavasta [kuvankaappaus yleiskaapelointikaaviosta].

Yhteisantennikaavioon tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

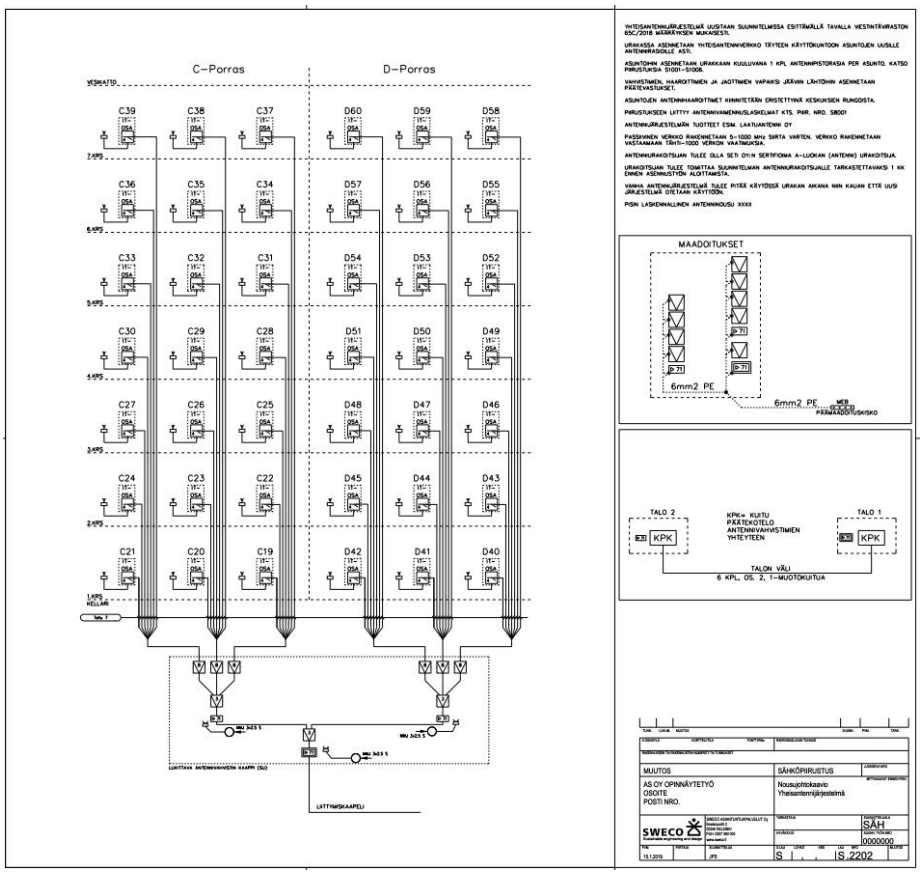
- Yhteisantennikaavion piirtomalli pysyy samana, kuin nykyinen on.

– Kaavion oikeaan laitaan olevaan ”legendaan” lisätään selostusteksti virastonmääräyksistä, asennuksesta, pisimmästä vedosta sekä esimerkki tuotteesta.

– Lisätään ”legendaan” myös maadoitusesimerkki vahvistimien, haaroittimien ja jaottimien maadoituksesta sekä esimerkki kuitupäätekotelosta vahvistimen yhteyteen (ks. kuva 45).



Kuva 45. Yhteisantennikaavion sivun oikean laidan legendaan lisättävät muutokset [kuvankaappaus CADS-ohjelmistosta].



Kuva 46. Yhteisantennikaavion kokonaiskuva malli kaavion esitystavasta [kuvankaappaus yhteisantennikaaviosta].

Palovaroitinkaavioon tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

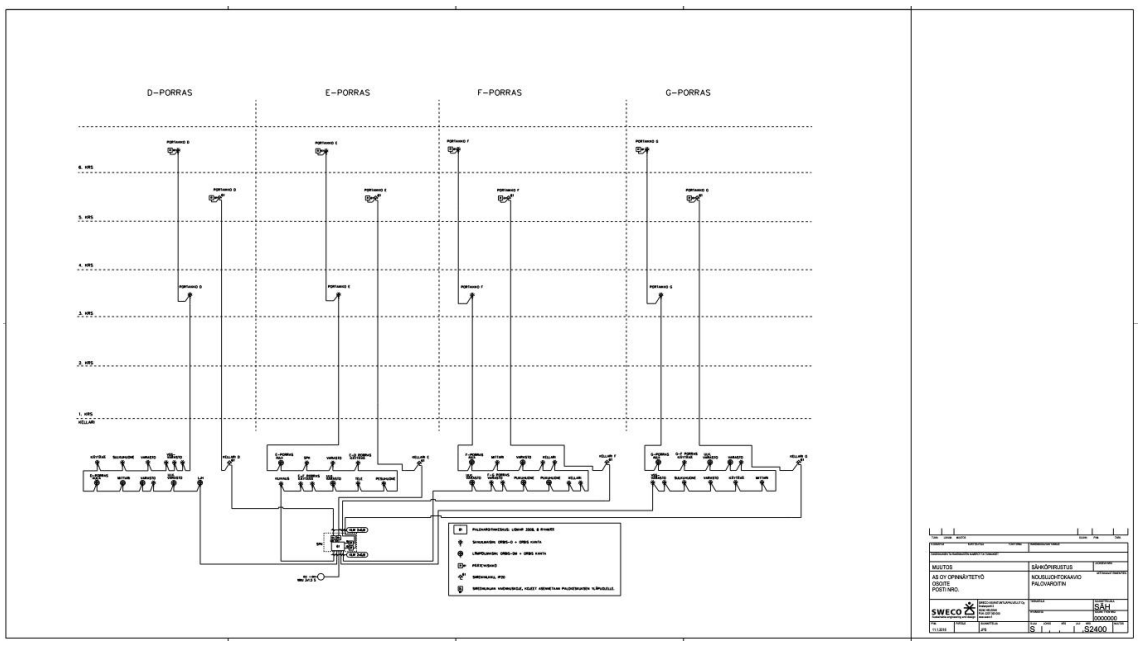
– Palovaroitinkaaviossa oli suunnittelijoiden suurimmat erot esitysmuodoissa. Päätettiinkuitenkin muuttaa kaavion esitystavan samankaltaiseksi kuin muiden kaavioiden.

– Esitetään kuvassa linjat ja huoneistot sekä raput ja kerrokset: Näin palovaroitinkaavio saadaan muodostetuksi lähimmäksi todellista versiota asennuksesta, sekä kerroksen lisäykset auttavat selventämään esimerkiksi rapuissa olevat ilmoittimet sekä sireenit, mihin kerroksiin niitä sijoitetaan.

– Palovaroittimille merkitään myös tilat selkeyttämään mihin ja missä tiloissa palovaroitinlinjasto kulkee, koska emme suunnitellessamme piirustuksia piirrä lainkaan

asennuspiirustuksiin palovaroittimien johdotusta kuvan epäselkeyttämisen vuoksi, vaan suunnittelemme vain palovaroittimien sijainnit asennuspiirustukseen.

– Lisätään piirustukseen myös taulukko palovaroitintyypeistä / komponenteista, mitä palovaroitinkaaviossa esiintyy.



Kuva 47. Palovaroitinkaavion kokonaiskuva malli kaavion esitystavasta [kuvankaappaus palovaroitinkaaviosta].

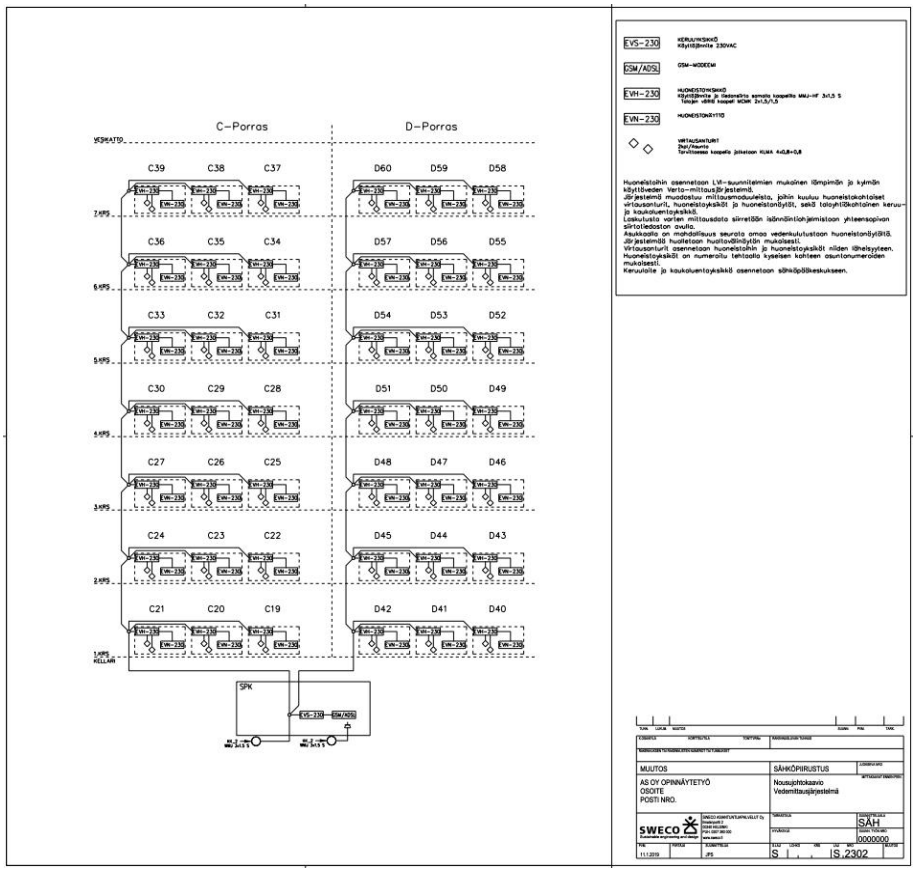
Vesimittarikaavioon tehtiin seuraavanlaisia muutoksia

– Muutettiin kaavion ulkoasu selkeämmäksi, sekä lisätään kaavion esitykseen huoneistokohtaiset vesimittarien näytöt mukaan.

– Huoneistokohtaiset järjestelmät KATKO-neliön sisään esittämään ”asuntoa”. Tämä auttaa selkeyttämään kerroksissa olevien jakorasioiden paikat ja jatko kohdat, jääkö rasiointi rapun vai asunnon puolelle.

– Asuntojärjestys piirretään nousujen mukaan.

– Lisätään sivun oikean laidan legendaan neliökenttä kuvassa esitetyistä komponenteista ja infokenttä järjestelmä mikä asennetaan kyseiseen kohteeseen.



Kuva 48. Vesimittarikaavion kokonaiskuva malli kaavion esitystavasta [kuvankaappaus vesimittarikaaviosta].

Luetteloihin tehdyt muutokset

Sweco-taloyhtiöpalveluilla oli käytössä edelleen vuosia vanhat Excel-taulukot luetteloista, joten päivitin asiakirja-, lämmitin- ja valaisinluettelot Excelissä uusiin versioihin ja muokkasin niitä järkevämmiksi (poistamalla turhia sarakkeita ja lisäämällä käytännöllisiä). Samankaltaistin myös kaikki luettelot (ks. kuvat 49, 50 ja 51).

ASIAKIRJALUETTELO-SÄH

TOIMEKSIANTO	KOHDETIEDOT	SUUNNITTELIJA	PÄIVÄYS	MUUTOSPÄIVÄYS	MUUTOSTUNNUS	TYÖNUMERO	SWECO
As Oy XXXXX							

Piir.nro	Piirustuksen sisältö	Päiväys	Muutos-päiväys	Muutos-tunnus	Mittakaava	Juokseva. no.	Huomautuksia
	URAKKALASKENTAAN 30.11.2018						
	TEKSTIASIAKIRJAT JA SELOSTUKSET						
	PIIRUSTUKSET						

TARKASTANUT	PÄIVÄYS
HYVÄKSYNYT	PÄIVÄYS

Kuva 49. Uusi asiakirjaluettelopohja [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

LÄMMITINLUETTELO

TOIMEKSIANTO	KOHDETIEDOT	SUUNNITTELIJA	PÄIVÄYS	MUUTOSPÄIVÄYS	MUUTOSTUNNUS	TYÖNUMERO	SWECO
As Oy XXXXX							

Tunnus	Lämmityskaapeli	Lukumäärä (kpl)	Teho (W)	Termostaatti	Muutos Tunnus	Muutos Pvm
	URAKKALASKENTAAN 30.11.2018					

TARKASTANUT	PÄIVÄYS
HYVÄKSYNYT	PÄIVÄYS

Kuva 50. Uusi lämmitinluettelopohja [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

VALAISINLUETTELO

TOIMEKSIANTO	KOHDETIEDOT	SUUNNITTELIJA	PÄIVÄYS	MUUTOSPÄIVÄYS	MUUTOSTUNNUS	TYÖNUMERO	SWECO
As Oy XXXXX							

POS. NRO.	Sähkönumero	Valmistaja / Valaisintyyppi	Teho (W)	Valovirta (lm)	Värilämpötila (K)	Asennus-tapa	Kellari	1.krs	2.krs	3.krs	4.krs	5.krs	6.krs	7.krs	YHT.	Huomautuksia

TARKASTANUT	PÄIVÄYS
HYVÄKSYNYT	PÄIVÄYS

Kuva 51. Uusi valaisinluettelopohja [kuvankaappaus Excel-taulukosta].

Keskuskaavioihin ei tullut muutoksia.

Keskuskaaviot ovat sähkösuunnittelijoidemme kesken samanlaisia, koska keskuskaaviopohjat luodaan CADS-ohjelmistossa, eikä tämän takia vaadi kehitystyötä.

9 Yhteenveto

Lopputulokseksi Sweco Taloyhtiöpalvelut sai päivitetyt mallipiirustukset sähkösuunnitelmista käyttöönsä, joita yksikön sähkösuunnittelijat ottavat käytäntöön ja rupeavat suunnittelemaan uusien päivitysten mukaan tulevia saneerauskohteita. Urakoitsijat saavat samalla selkeämmät sähköpiirustuspaketit työmaille.

Opinnäytetyötä tehdessä myös uutena sähkösuunnittelijana sain laajemman käsityksen hankkeisiin kuuluvista sähkösuunnitelmista ja siitä mitä ne pitävät sisällään. Tämä auttaa minua tulevaisuudessa työssäni paremmin suunnittelemaan hankkeisiin kuuluvat sähkösuunnitelmat sekä ymmärtämään kuvien tarkoitusta paremmin.

Lähteet

1. Tietoa Swecosta. 2018. Verkkoaineisto. Sweco Oy. <https://www.sweco.fi/tietoa-swecosta/>. Luettu 22.11.2018.

2. Sweco. 2018. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Sweco>. Luettu 22.11.2018.

3. SFS-6000 käsikirja. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto. <https://www.sfs.fi/aihealueet/sahko_ja_elektroniikka/sfs_6000>. Luettu 10.12.2018.

4. ST-kortisto. 2010. Verkkoaineisto. Sähköinfo Oy. <https://severi.sahkoinfo.fi/Search/PerformSearch>. Luettu 15.12.2018.

5. Nurmio, Jarno. 2018. Sähkösuunnitelman sisältö. Verkkoaineisto. Metropolia Moodle. <https://moodle.metropolia.fi/course/view.php?id=6434&section=4>. Luettu 05.01.2018.

6. SFS 600-1-1 ja 600-1-2. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisiitto. Luettu 15.01.2019

7. AMCMK 4x120/41 voimakaapeli. 2018. Verkkoaineisto. Reka kaapeli Oy. <https://www.reka.fi/voimakaapelit/alumiinivoimakaapelit/amcmk-voimakaapeli>. Luettu 20.1.2019

8. Sweco Taloyhtiöpalvelut, sähkösuunnittelijat. 2018. Sweco Oy. Helsinki. Keskustelut. Tammikuu 2019.

9. Sähköurakoitsijat. 2018. Sähkösuunnitelmien kehitys. Helsinki. Palautekysely ja keskustelu. Tammikuu 2019.