



# **SÄHKÖSUUNNITELMIEN LUOVUTUSDOKUMENTOINTI**

Jouni Lautamäki

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2013  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka

LAUTAMÄKI, JOUNI  
Sähkösuunnitelmien luovutusdokumentointi

Opinnäytetyö 37 sivua  
Huhtikuu 2013

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda viralliset luovutusdokumentit asunto-osakeyhtiö Ilokkaanrinteen putkistosaneerauksen sähkösuunnitelmista. Kohteen saneeraus sisälsi taloyhtiön 46 asunnon kylpyhuoneiden sekä keittiöiden sähköjen uusimisen. Lisäksi kiinteistön yleisten tilojen sähköasennukset uusittiin lähes kokonaan.

Tässä opinnäytetyössä haluan antaa lukijalle mahdollisimman selkeän kuvan luovutusdokumentoinnin tarkoituksesta ja sen laadinnasta. Lisäksi selvitän, mitä standardi SFS-EN 61082 määrittelee sähköjärjestelmien dokumentoinnille.

Jokaisesta sähköurakasta on laadittava luovutusdokumentit. Yleensä luovutusdokumentointi ja sen kustannukset sisällytetään sähköurakkaan, ellei sähkötyöselostuksessa ole erillistä mainintaa siitä, että luovutusdokumentointi jää sähkösuunnittelijan vastuulle. Tässä työssä käsitellyssä tapauksessa laadintavastuulla ei ole kuitenkaan merkitystä, sillä kohteen sähkösuunnittelijana ja -urakoitsijana toimii sama yritys.

Kohteen valmistumisen lähestyessä käytiin sen sähkösuunnitelmiin tulleet muutokset läpi työmaalla yhdessä asentajan kanssa, jolloin luovutusdokumenttien laatiminen voitiin aloittaa ennen kohteen virallista luovutusta. Urakan valmistuttua viimeiset muutokset voitiin päivittää luovutuspiirustuksiin. Luovutusdokumenttikansioita toimitettiin sähkötyöselostuksen mukaan rakennuttajalle, taloyhtiön edustajalle sekä sähköurakoitsijalle. Lisäksi yksi kansio on kohteen sähköpääkeskustilasta. Luovutuspiirustusten toteutuksessa käytin apunani CADS Planner Electric 15 -ohjelmistoa sekä Microsoft Office Excel 2007 -ohjelmistoa.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree of Electrical engineering  
Electric power engineering

LAUTAMÄKI, JOUNI  
Final documentation of electrical planning

Bachelor's thesis 37 pages  
April 2013

---

This final thesis' the main target was to create official final documentation of condominium for Ilokkaanrinne of their renovation of electricity. The renovation included 46 flats' bathrooms and kitchens. Furthermore building's general rooms were renovated.

In this final thesis I want to explain, which are the main points of final documentation. Furthermore I will explain what standard SFS-EN 61082 defines for documentation of electricity systems.

Final documentation is always a part of the electrical contract. Usually documentation is included to the contract unless electrical working instruction does define that electrical designer has to do this final documentation. In this case it does not matter because of the planner and contractor works the same corporation.

Electrical plan's changes have checked with electrician on site before finishing the contract. This means that the final documentation could be started immediately. Finishing the contract, the rest of changes could upload to the final documentation. This final documentation folder is submitted for client, housing association representative and electrical contractor as the electrical working instruction has defined. Cads Planner Electric 15 -program and Microsoft Office Excel 2007 -program are used to create these final documentations.

---

Key words: final documentation, electrical planning

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSESITTELY .....	7
3	LUOVUTUSPIIRUSTUSTEN DOKUMENTOINTI.....	8
	3.1 Luovutuspiirustusten tarkoitus.....	8
	3.2 Arkkikoot.....	9
4	LUOVUTUSPIIRUSTUSTEN LAATIMINEN .....	11
	4.1 Tarkepiirustus .....	11
	4.2 Nimiö .....	12
	4.3 Piirustusluettelo .....	13
	4.4 Sijaintipiirustukset .....	14
	4.4.1 Asemapiirustus.....	14
	4.4.2 Sähköpisteet ja ryhmäjohdot.....	15
	4.5 Nousujohtokaavio .....	18
	4.6 Antennijärjestelmä .....	19
	4.7 Yleiskaapelointijärjestelmä.....	21
	4.8 Maadoituskaavio.....	22
	4.9 Pääkeskus.....	23
	4.10 Kiinteistökeskus.....	24
	4.11 Huoneistojakokeskus .....	27
	4.12 Luettelot.....	28
	4.13 Vedenmittausjärjestelmä.....	29
5	TYÖMAAN LUOVUTUS .....	31
	5.1 Tarkastukset .....	31
	5.1.1 Käyttöönottotarkastus .....	31
	5.1.2 Varmennustarkastus .....	32
	5.1.3 Antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmän mittaukset .....	33
	5.2 Luovutuskokous.....	34
	5.3 Käytön opastus.....	35
6	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET.....	37

**LYHENTEET JA TERMIT**

KTMP	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös
SFS	Suomen standardisoimisliitto
ST-kortisto	Sähkötieto-kortisto
STUL	Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto
PK	Pääkeskus
KK	Kiinteistökeskus
JK	Jakokeskus
MMK	Monimittarikeskus
HJK	Huoneistojakokeskus
IT-kotelo	Tietotekniikkakeskus
RKT	Ristikytkentäteline
JK	Jääkaappi
K	Keittiö
KPH	Kylpyhuone

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään saneerauskohteen sähkösuunnitelmien luovutusdokumentointien laadintaan. Luovutusdokumentit laaditaan Asunto-osakeyhtiö Ilokkaanrinteeseen kohdistuneeseen putkistosaneerauksen yhteydessä uusittuihin sähköjärjestelmiin. Opinnäytetyössäni ei käsitellä mitoitus- tai tarkistuksiin liittyviä laskelmia, sillä tarvittavat laskelmat on suoritettu jo kohteen sähkösuunnitteluvaiheessa.

Käsittelen opinnäytetyössäni SFS-EN 61082 standardin määrittämiä vaatimuksia dokumentoinnille sekä ST-kortiston asettamia vaatimuksia luovutusdokumentoinnille. Tavoitteenani on antaa lukijalle mahdollisimman selkeä kuva luovutusdokumentoinnin tarkoituksesta ja sen laadinnasta, sekä selittää kohteessa käytettyjen piirustusten ja järjestelmien sisältö sekä käyttötarkoitus.

Lisäksi käsittelen työssäni kohteen tarkastuksiin ja mittauksiin liittyviä asioita, muun muassa sähköjärjestelmien käyttöönotto- ja varmennustarkastuksia sekä antenni- ja yleiskaapelointiverkon mittauksia. Näitä asioita käsitellään luvussa 5.1 Tarkastukset.

## 2 YRITYSESITTELY

KB-Rakennus Oy on tamperelainen korjausrakentamiseen erikoistunut rakennusliike. Yritys on perustettu vuonna 1993. Keskeinen urakointiala on tällä hetkellä kerrostalojen talotekniset peruskorjaukset. KB-Rakennus urakoi pääasiallisesti Helsingin ja Tampereen talousalueilla. Yrityksen nykyiset toimitilat sijaitsevat Tampereella, Klingendahlin toimistotiloissa (KB-Rakennus).

Tammer-Sähkö on aloittanut toimintansa vuonna 2010 osana KB-Rakennus Oy:n liiketoimintaa. Tammer-Sähkön erikoisalaa ovat sähkösaneerauskohteet, mutta henkilöstöllä on kuitenkin aikaisempi mittava kokemus sähköalalta muun muassa uudisrakentamisen ja teollisuuden kunnossapitopalveluiden sekä teollisuusautomaatiojärjestelmien sähkötoista. Tekninen ammattitaito ja asiakkaan toiveiden ja tarpeiden yhteensovittaminen on yksi Tammer-Sähkön vahvuuksia (KB-Rakennus).

Vaikka Tammer-Sähkö on toiminut alalla vasta vähän aikaa, on yhtiö tehnyt useita putkistosaneerauskohteita. Kohteet ovat sijainneet pääkaupunkiseudulla ja Pirkanmaalla (KB-Rakennus).

### 3 LUOVUTUSPIIRUSTUSTEN DOKUMENTOINTI

#### 3.1 Luovutuspiirustusten tarkoitus

Luovutuspiirustusten dokumentoinnin tarkoituksena on luoda viralliset asiakirjat, jotka vastaavat kohteessa tehtyä sähkötyötä. Selkeän ja luotettavan luovutusdokumentin edellytyksenä on tunnettujen ja standardisoitujen piirrosmerkkien käyttö. Lisäksi isot kokonaisuudet on hyvä jakaa pienempiin osiin, jolloin ne ovat helpommin tulkittavissa. Tällöin on vain huolehdittava riittävästä ja selkeästä merkintätavasta, joka ohjaa kuvien tulkitsijaa (Kauppi, V. ym. 2010, 109).

Luovutusdokumentointia käsitellään muun muassa SFS 600-käsikirjassa. SFS 6000 standardin kohdan 6000-1 132.13 mukaan jokaisesta sähköasennuksesta on oltava olemassa riittävät dokumentoinnit (SFS-käsikirja 600. 2007, 66). Dokumentoinnilla pystytään muun muassa todistamaan, että tuote tai järjestelmä täyttää sille asetetut turvallisuus-, ympäristö- ja laatuvaatimukset (SFS-EN 61082. 2006, 26).

On tärkeää että sähköasennukset vastaavat tehtyä dokumentointia, sillä tällöin pystytään ennaltaehkäisemään mahdollisia vaaratilanteita. Lisäksi jälkeenpäin lisättävien asennusten tekeminen onnistuu helpommin, kun on dokumentointi, josta nähdään olemassa olevien sähköasennusten toteutustapa.

Luovutusdokumentit sisältävät myös virallisia pöytäkirjoja, joilla urakoitsija todistaa, että sähköjärjestelmät ovat standardin mukaisia. Pöytäkirjojen ja järjestelmien standardin mukaisuuden avulla sähköurakoitsija takaa myös sen, ettei järjestelmä aiheuta hengenvaaraa käyttäjälle järjestelmän normaalissa käyttötilanteessa. Sähköasennuksille tulee tehdä käyttöönottotarkastus ennen niiden käyttöönottoa. Jokaisesta tarkastetusta sähköasennuskokonaisuudesta luodaan mittauspöytäkirjat, jotka liitetään lopuksi luovutusdokumentointiin (SFS-käsikirja 600. 2007, 68).

KTMp 517 mukaan tässä opinnäytetyössä käsiteltävälle kohteelle tulee teettää myös ulkopuolisen tarkastajan tekemä varmennustarkastus, sillä kyseessä on luokan 1 sähkölaitteisto. Myös varmennustarkastuksen pöytäkirja liitetään luovutusdokumentteihin (KTMp 517/1996. 1996. luku 1 § 2).



### 3.2 Arkkikoot

Standardin SFS-EN ISO 5457 mukaan piirustus tulisi tehdä pienimmälle mahdolliselle piirustus pohjalle, jolloin tarvittava selvyys ja erotuskyky pystytään saavuttamaan. Taulukossa 1. on esitetty leikattujen ja leikkaamattomien arkkien sekä piirustus kenttien suositeltavat koot (SFS-EN ISO 5457. 1999, 8).

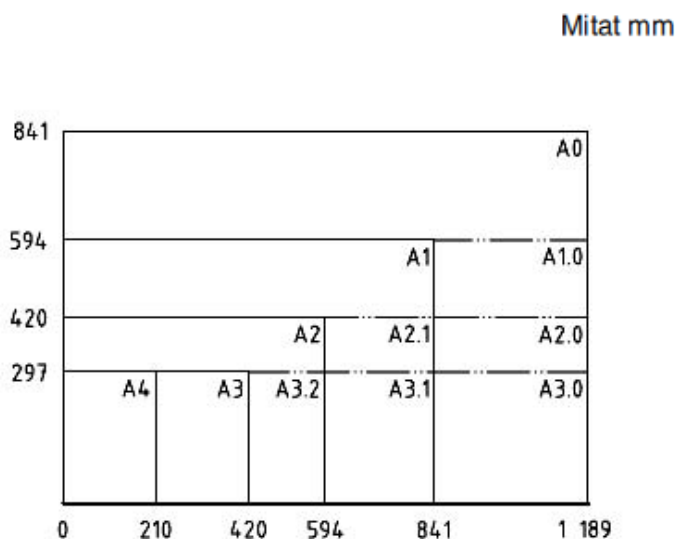
TAULUKKO 1. Piirustus pohjien koot ja piirustus tilat (SFS-EN ISO 5457. 1999, 8)

Merkintä	Kuva	Mitat mm					
		Leikatun piirustus pohjan mitat (T)		Piirustus kenttä		Leikkaamattoman piirustus pohjan mitat (U)	
		$a_1$ 1)	$b_1$ 1)	$a_2$ $\pm 0,5$	$b_2$ $\pm 0,5$	$a_3$ $\pm 2$	$b_3$ $\pm 2$
<b>A0</b>	1	841	1 189	821	1 159	880	1 230
<b>A1</b>	1	594	841	574	811	625	880
<b>A2</b>	1	420	594	400	564	450	625
<b>A3</b>	1	297	420	277	390	330	450
<b>A4</b>	2	210	297	180	277	240	330

HUOM. Koot > A0, ks. ISO 216.  
1) Toleranssit, ks. ISO 216.

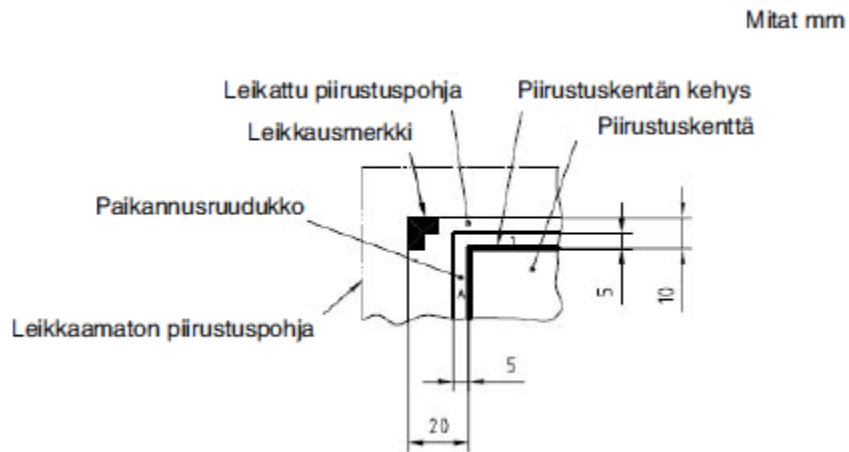
1) Vastaavat SFS-standardit, ks. opastavia tietoja.

Standardin SFS-EN ISO 5457 mukaan pidennettyjä kokoja tulisi välttää. Mikäli niitä kuitenkin joudutaan käyttämään, muodostuvat ne A-koon lyhyemmän sivun mitasta esimerkiksi A3 ja pitemmän sivun mitasta, joka on jonkin suuremman A-koon pitempi sivu esimerkiksi A1. Näin ollen tuloksena syntyy uusi arkkikoko, jota voidaan kutsua lyhenteellä A3.1. Kuvassa 1. on esitetty ISO-A sarjan koot sekä pidennetyt koot (SFS-EN ISO 5457. 1999, 10).



KUVA 1. Piirustus arkkien koot (SFS-EN ISO 5457. 1999, 10)

Jokainen piirustusarkki on varustettava leikatun reunan ja piirustuskentän välisellä reunuksella. Vasemman puoleisen reunuksen leveys tulee olla 20 mm mukaan lukien kehyksen leveys. Kaikki muut reunukset ovat 10 mm leveitä. piirustuskentän raja esitetään 0,7 mm leveällä ehyellä viivalla. Kuvassa 2. on havainnollistettu piirustusarkin reunat ja kehykset (SFS-EN ISO 5457. 1999, 12).

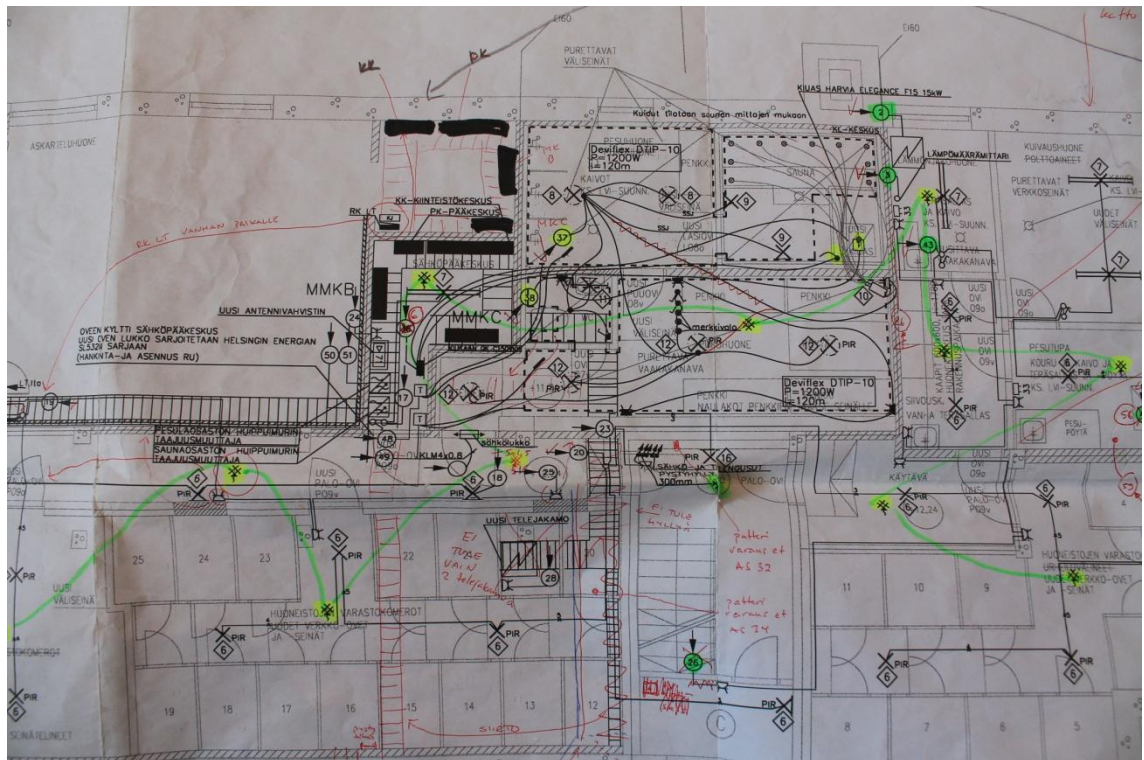


KUVA 2. Piirustusarkin reunukset (SFS-EN ISO 5457. 1999, 12, muokattu)

## 4 LUOVUTUSPIIRUSTUSTEN LAATIMINEN

### 4.1 Tarkepiirustus

Luovutuspiirustusten laatiminen aloitetaan tarkepiirustussarjan läpikäynnillä yhdessä asentajan kanssa. Tarkepiirustukset ovat suunnittelijan laatimat työnaikaiset suunnitelmat kohteelle. Asentaja voi suullisesti neuvoa luovutuspiirustusten laatijaa, mikäli tarkepiirustuksissa on epäselvyyksiä. Työn aikaiset muutokset merkitään tarkepiirustuksiin, jolloin ne on helppo päivittää käyttö- eli luovutuspiirustuksiin. Hyvien tarkepiirustusten pohjalta luovutuspiirustusten tekeminen voi olla hyvinkin helppoa. Luovutuspiirustusten laatiminen pystytään myös aloittamaan ennen työmaan luovutusta asiakkaalle, sillä muutoksia harvoin tulee enää kohteen viimeistelyvaiheessa.



KUVA 3. Esimerkki asentajan tekemistä merkinnöistä

Kuvassa 3. on esitetty asentajan tekemiä merkintöjä tarkepiirustuksiin. Tavanomaisimpia muutoksia aiheuttavat kaapelireiitit sekä sähköpisteiden sijaintimuutokset. Myös johdotusten ryhmittelyyn saattaa yleensä tulla muutoksia työn aikana.

## 4.2 Nimiö

A3-kokoiset ja sitä suuremmat piirustusarkit tulee varustaa nimiöllä, joka sijoitetaan arkin oikeaan alakulmaan. Vain vaakasuoraan asentoon sijoitetuissa piirustus pohjissa voidaan käyttää tätä esitystapaa. A4-kokoisissa piirustus pohjissa käytetään piirustus pohjaa, jossa nimiö ja kohteen muut tiedot sijaitsevat piirustus pohjan reunoilla (SFS-EN ISO 5457. 1999, 10).

Kuvassa 4. on esimerkki Ilokkaanrinteen luovutuspiirustuksissa käytetystä nimiöstä. Nimiöstä selviää kohteen nimi-, osoite- ja sijaintitiedot sekä urakoitsijan yhteystiedot. Lisäksi nimiöstä saadaan selville piirustuksen tyyppi ja piirustusnumero, piirustuksen mittakaava sekä tarkempi informaatio siitä, mitä järjestelmää kyseinen kuva koskee (ST 95.40. 1997, 2).

LUOVUTUSPIIRUSTUS 20.6.2012

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm	
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä			
KOIVISTONKYLÄ	5397	3					
<b>MUUTOSTYÖ</b>				<b>SÄHKÖPIIRUSTUS</b>			
AS OY ILOKKAANRINNE Veisunkatu 22 33820 Tampere				SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT KELLARI TALO A		MK: 1:50	
TAMMER-SÄHKÖ PYHÄJÄRVENKATU 5B, 37200 TAMPERE PUH. 050 911 5688				Pvm	20.6.2012	Työnumero	Tilaaajan numero
				Piirt.	JL	1050	
				Suunn.	PP		
				Tark.			
				YhLhlö			
Lehti		SÄH	100	Piirustusnumero	Muutos		

KUVA 4. A-talon kellarin tasopiirustuksen nimiö

Kun kyseessä on luovutuspiirustus, tulee kyseisen piirustuksen nimiöstä käydä ilmi päivämäärä sekä teksti "luovutuspiirustus". On suositeltavaa, että aikaisemmat revisiomerkinnot ja päiväykset poistetaan piirustuksista kokonaan. Lisäksi piirustuksista poistetaan kaikki tekstit, jotka ovat palvelleet urakanlaskentaa sekä ohjeet, jotka ovat olleet apuna asennuksissa. Tämän lisäksi työstä vastaava henkilö varmentaa piirustukset allekirjoituksellaan (ST 95.40. 1997, 2).

### 4.3 Piirustusluettelo

ST-kortin 95.40 mukaan jokaisen luovutusdokumentin tulee sisältää sisällysluettelo, josta selviää kaikki kohteen luovutuspiirustukset. Sisällysluetteloon tulee merkitä tarkasti mistä välilehdestä kukin luovutuspiirustus löytyy (ST 95.40. 1997, 2).

Ensimmäisestä välilehdestä löytyy luovutuspiirustusten piirustusluettelo, johon on listattu kaikki piirustukset yksityiskohtaisemmin. Piirustusluetteloon listataan kaikki kohteen luovutuspiirustukset oikeaan järjestykseen sähköpiirustusnumeron mukaan pienimmästä alkaen. Piirustusluettelosta selviää muun muassa piirustusten piirustusnumerot, nimitykset, mittakaavat, käytetyt arkkikoot sekä luomispäivämäärät. Piirustusluettelo on myös varustettu "luovutuspiirustus"-tekstillä sekä päivämäärällä, kuten muutkin luovutuspiirustukset. Luettelo sisältää myös kohteen nimi-, osoite- ja sijaintitiedot sekä urakoitsijan tiedot (KUVA 3.) (ST 95.40. 1997, 2).

TAMMER-SÄHKÖ		LUOVUTUSPIIRUSTUS					AU = Automaattikaurakka									
Pyhäjärvenkatu 5B 33200 Tampere							IU = Ilmastointiurakka									
Puh. 050 911 5688		PIIRUSTUSLUETTELO					JU = Jäähdytysurakka									
AS OY ILOKKAANRINNE		Työnumero: 1050					PU = Putkiurakka									
VEISUNKATU 22		Laadittu: 20.6.2012					RU = Rakennusurakka									
33820 TAMPERE		Viim. rev:					SU = Sähköurakka									
							XU = Muu urakka									
Rivi	Pir. nro	Nimitys	MK	Lehtiä	Päiväys	Muutos kuvassa		Jakelu						Huom!		
						Rev	Muutospvm	AU	IU	JU	PU	RU	SU		XU	
1		PIIRUSTUSLUETTELO		1A4	20.6.2012											
2	001	ASEMPIIRROS	1:200		20.6.2012											
3	100	SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT, TALO A KELLARI	1:50		20.6.2012											
4	101	SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT, TALO A 1. KRS	1:50		20.6.2012											
5	102	SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT, TALO A 2. KRS	1:50		20.6.2012											
6	103	SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT, TALO B KELLARI	1:50		20.6.2012											
7	104	SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT, TALO B 1. KRS	1:50		20.6.2012											
8	105	SÄHKÖPISTEET JA RYHMÄJOHDOT, TALO B 2. KRS	1:50		20.6.2012											
9	200	NOUSUOHJOKAAVIO TALO A, TALO B			20.6.2012											
10	201	ANTENNIJÄRJESTELMÄKAAVIO TALO A, TALO B			20.6.2012											
11	202	YLEISKAPELOINTIJÄRJESTELMÄKAAVIO TALO A, TALO B			20.6.2012											
12	203	RISTIK YTKENTÄBLINE RKT-01, 02, 03		3A3	20.6.2012											
13	204	MAADOITUSKAAVIO		1A4	20.6.2012											

KUVA 5. Osa Ilokkaanrinteen piirustusluettelosta

Piirustusluettelon luontiin ei ole yhtä oikeaa mallia, jonka mukaan luettelo tulisi tehdä. Piirustusluettelon luonti onnistuu myös Cads Planner -ohjelmistolla, mutta olen käyttänyt työn luovutusdokumentoinissa Kuvan 5. mukaista luetteloa. Kyseinen luettelo on Tammer-Sähkön käyttämä valmis piirustusluettelopohja, johon olen päivittänyt kohteen tiedot. Luettelo on tuotettu Microsoft Office Excel 2007 -ohjelmistolla.

## 4.4 Sijaintipiirustukset

Pääasiassa sijaintipiirustukset kuvaavat kohteen 2D- tai 3D-malleihin perustuvaa maantieteellistä tai geometrista asemaa. Piirustusten tulee noudattaa asiaan kuuluvien ISO-standardien sääntöjä. SFS-EN 61082 standardi määrittelee säännöt sähkötekniikassa käytetyille sijaintipiirustuksille. Sijaintipiirustuksella tarkoitetaan siis piirustusta, joka antaa tarvittavan informaation kohteiden suhteellisesta tai todellisesta sijainnista (SFS-EN 61082. 2006, 192).

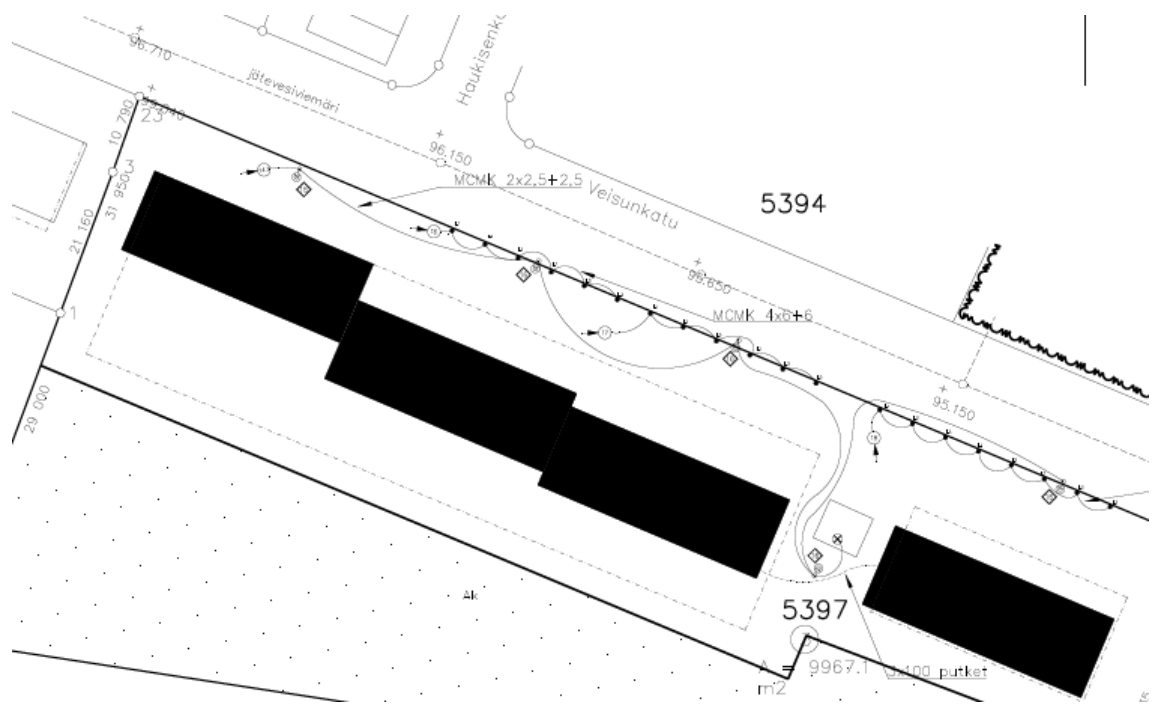
Sijaintipiirustuksen välttämättömät vaatimukset ovat:

- Kohteiden yksinkertaistetut muodot tai piirrosmerkit
- Viitetunnus tai johtimen / kaapelin numero
- Etäisyydet

### 4.4.1 Asemapiirustus

Asemapiirustus on kuvaus piha-alueesta, jolla kiinteistö sijaitsee. Tähän piirustukseen on merkitty kaikki piha-alueen kaapeloinnit, aluevalaistukset sekä autolämmityspistorasioiden sijainnit (KUVA 4.) (ST 95.40. 1997, 2).

Asemapiirustus tulee aina piirtää mittakaavaan. Yleensä se piirretään 1:200 mittakaavaan, riippuen kohteen piha-alueen suuruudesta. Isot kohteet saatetaan joutua piirtämään 1:500. Näin ollen piirustus pysyy selkeämpänä, sillä arkkikoko ei kasva kohtuuttoman suureksi. Kuvassa 6. on esitetty opinnäytetyössäni käsiteltävän kohteen asemapiirustus.



KUVA 6. Asemapiirustus

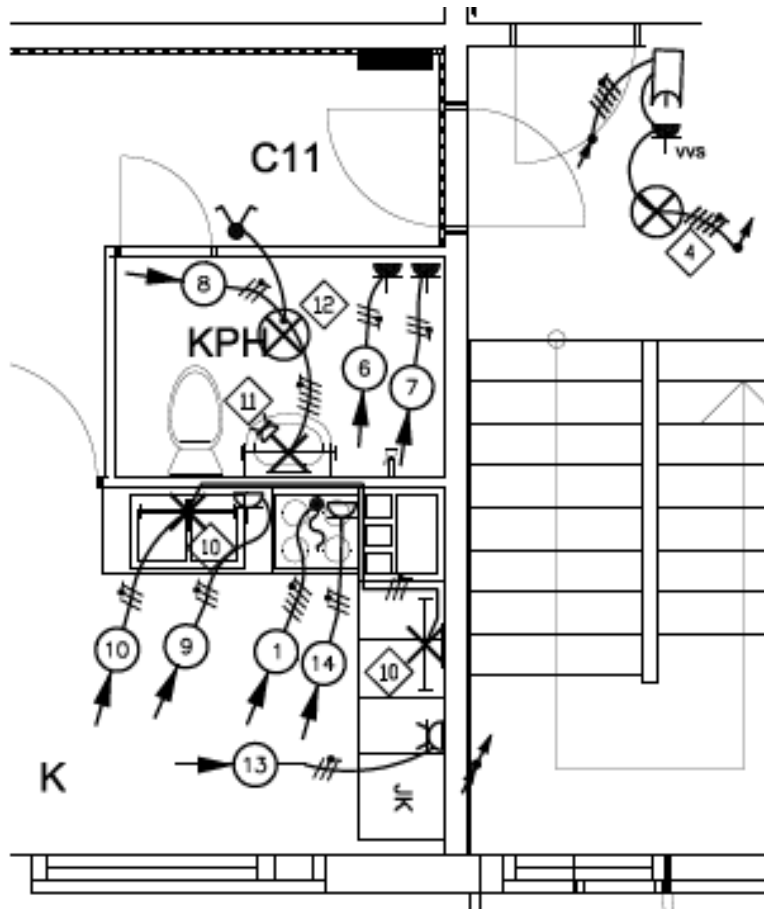
Yleensä asemapiirustukseen merkitään myös pääkeskuksen sijainti ja talojohtokaapeli sekä sen tulosuunta. Ilokkaanrinteen tapauksessa talojohtokaapeli on selkeämpi piirtää A-talon kellarikerroksen kuvaan, sillä talon kellarin luoteispäädyssä sijaitsee muuntamo, josta kiinteistö saa sähkönsyöttönsä.

#### 4.4.2 Sähköpisteet ja ryhmäjohdot

Tasopiirustus on yksi tärkeimmistä piirustuksista kohteen sähkösuunnitelmassa. Tasopiirustukset piirretään arkkitehdin tekemiin kiinteistön pohjapiirustuksiin ja ne tulee aina piirtää mittakaavaan. Sen avulla pystytään helposti paikantamaan jakokeskukset sekä eri järjestelmien keskusyksiköt. Lisäksi tasokuvasta selviää kohteen sähkö- ja sähköisten tietojärjestelmien pisteet ja laitteet sekä vahvavirtajohdotukset, ryhmänumerot ja johtoreitit. Tasokuvien mittakaavan tulisi olla 1:50, jolloin ne olisi helposti tulkittavissa. Keskuksien jakelurajat on merkitty tasopiirustuksiin katkoviivoin sekä viitetekstein (ST 95.40. 1997, 2).

Kuvassa 8. on havainnollistettu asuntojen sähköasennusten laajuutta. Eteiseen asennettiin uusi huoneistojakokeskus vanhan ryhmäkeskuksen paikalle. Eteisen johtoreitit on toteutettu muovisilla kaapelikouruilla. Kylpyhuoneeseen asennettiin pistorasiat

pyykinpesukoneelle ja kuivausrummulle. Lisäksi kylpyhuoneeseen asennettiin valaisinpeilikaappi sekä kattovalaisin, joita ohjataan kylpyhuoneen ulkopuolella olevalla kytkimellä. Positionumeroa vastaavat valaisimet löytyvät valaisinluettelosta.

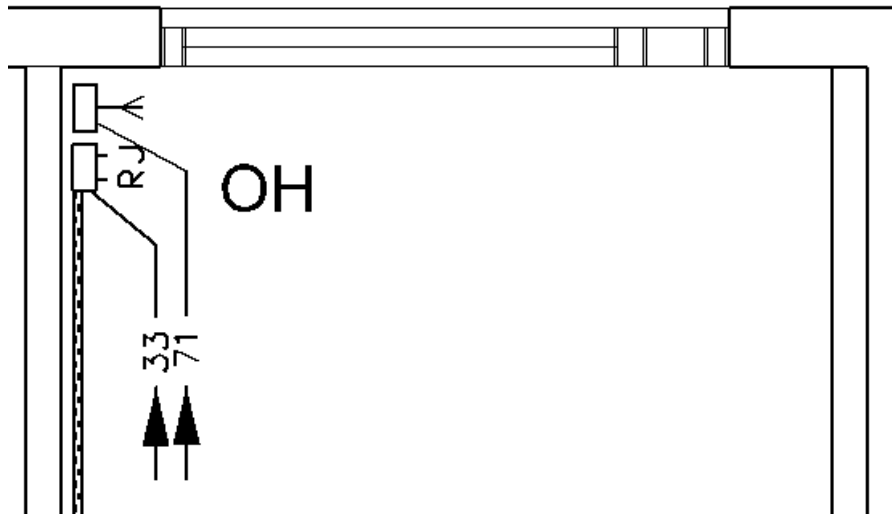


KUVA 8. Asuntojen urakanmukaiset sähköasennukset

Keittiön sähköasennukset sisälsivät kahden työtasovalaisimen asennuksen, liedensyötön uusimisen 5-johdinjärjestelmäksi, astianpesukoneen sekä jääkaapin pistorasian asennukset. Mikäli asukas halusi, että vanhat työtason valaisimet asennetaan takaisin, on tasopiirustuksista jätetty positiomerkinnot merkitsemättä näiden asuntojen osalta. Lisäksi vanhojen valaisimien takaisinasennuksesta on lisätty viiteviivalla maininta tasopiirustukseen.

Taloyhtiön antenniverkko rakennettiin täysin uudestaan. Näin ollen jokaiseen asuntoon asennettiin uudet antennipisteet lista-asennuksina uudelta asuntokohtaiselta IT-kotelolta. IT-kotelo sijaitsee eteisessä, huoneistojakokeskuksen yhteydessä. Lisäksi kuhunkin huoneistoon asennettiin RJ45-rasiat tietoliikennettä varten (KUVA 9.).

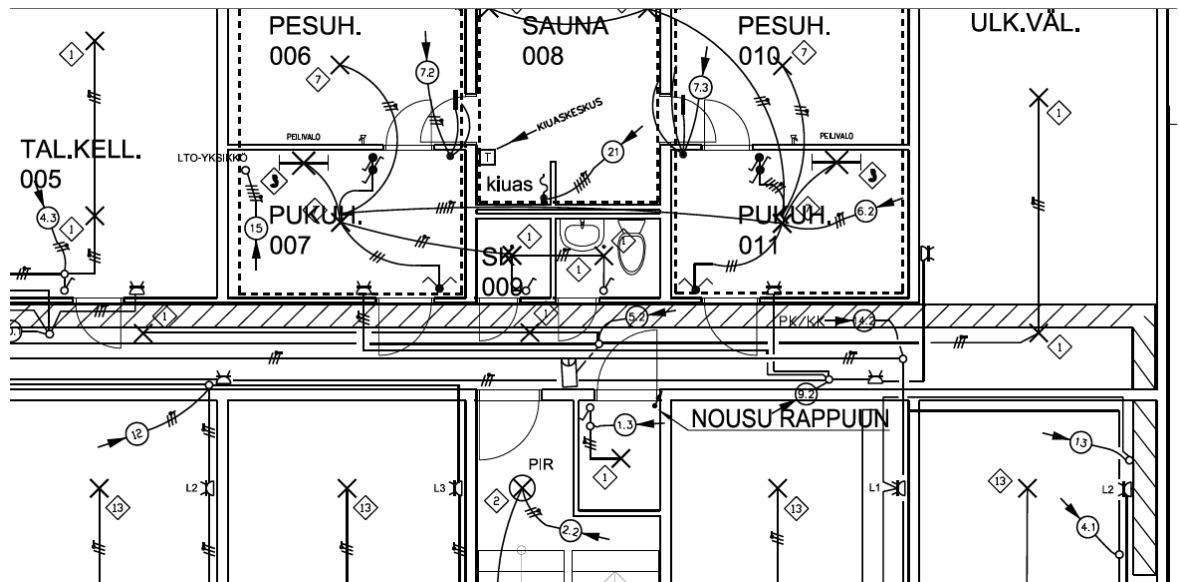




KUVA 9. Tietojärjestelmäpisteet olohuoneessa

Johdotus on toteutettu samaa reittiä pitkin, mikäli antenni- ja ATK-pisteet sijaitsevat samassa paikassa. Muussa tapauksessa molemmat pisteet on listoitettu erikseen. Kaikki muutokset listoituksissa on päivitetty luovutuspiirustuksiin. IT-kotelo sijaitsee eteisessä uuden huoneistojakeskuksen yhteydessä. IT-kotelo pitää sisällään asunnon antennihaaroittimen sekä tietoliikennekaapelit. Lisäksi kotelo sisältää kaksiosaisen pistorasian mahdollisia aktiivilaitteita varten.

Ilokkäänrinteen tavanomaisimpia muutoksia asuntojen tasopiirustuksiin aiheutti muun muassa ryhmämerkinnät ja asukkaiden lisätyöt sekä tietojärjestelmien pisteiden sijaintimuutokset, sillä asukkaalla oli mahdollisuus vaikuttaa antenni- ja ATK-pisteiden sijainteihin ennakkokatselmustilaisuudessa. Lisäksi myös optiona tilatut kylpyhuoneen lattialämmitykset on lisätty tasopiirustuksiin, mikäli asukas tilasi kyseisen lisätyön. Porraskäytävään alustavasti suunnitellut rakennusaineiset pystykanavat eivät toteutuneet, sillä timanttioraukset porrastasanteiden läpi aiheuttivat paljon asuntojen vanhojen nousukaapeleiden poikkisahauksia. Näin ollen kaapelireittiä jouduttiin muuttamaan. Kaapelireittien muutokset on korjattu tasopiirustuksiin.

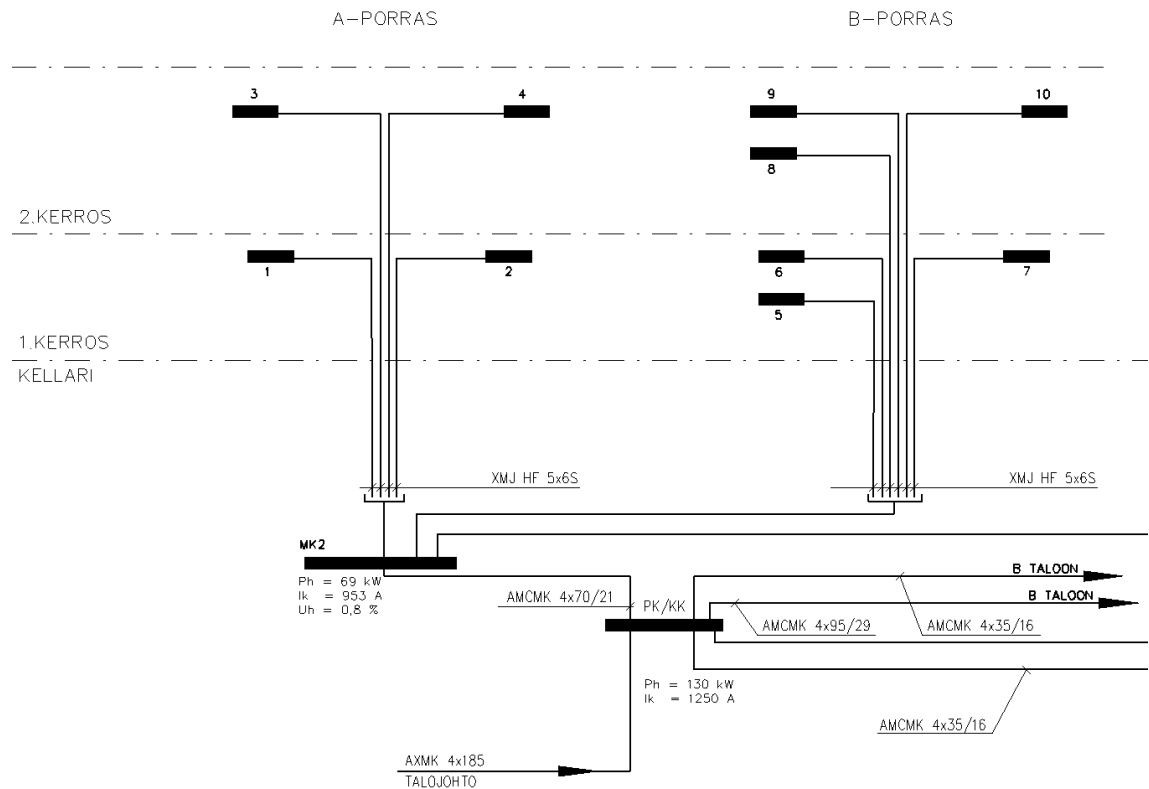


KUVA 10. A-talon kellarikäytävä

Leikekuvassa (KUVA 10.) on kuvattu osa A-talon kellarikäytävän sähköistyksestä. Yleisten tilojen osalta tavanomaisimpia muutoksia pohjapiirustuksiin aiheuttivat jo aikaisemmin mainitut nousukaapeleiden reittimuutokset sekä kellarikerroksen levyhyllyreitit ja ryhmäjohtomerkinnot.

#### 4.5 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavion päätarkoitus on esittää kiinteistön sähkönjakelujärjestelmän rakenne. Ilokkaanrinteen nousujohtokaaviossa esitetään kaikki kohteen jakelujärjestelmään liittyvät kiinteistö-, mittaus- ja huoneistojakokeskukset sekä pääkeskus. Lisäksi kaaviosta selviää keskuksien väliset nousujohdot sekä näiden kaapelityypit. Nousujohtokaaviosta tulee ilmetä myös kiinteistön sähköverkon liitos yleiseen sähkönjakeluverkkoon (ST 95.40. 1997, 2). Alla olevassa kuvassa on esitetty osa A-talon nousujohtokaaviosta.



KUVA 7. Osa Ilokkaanrinteen nousujohtokaaviosta

Kaaviosta on yritetty saada mahdollisimman helppolukuinen muun muassa jakamalla kerrostasanteet pistekatkoviivoilla eri tasanteisiin. Luovutuspiirustuskansioista löytyvien nousujohtokaavioiden lisäksi jokaisen keskustilan seinältä löytyy myös laminoidut kappaleet.

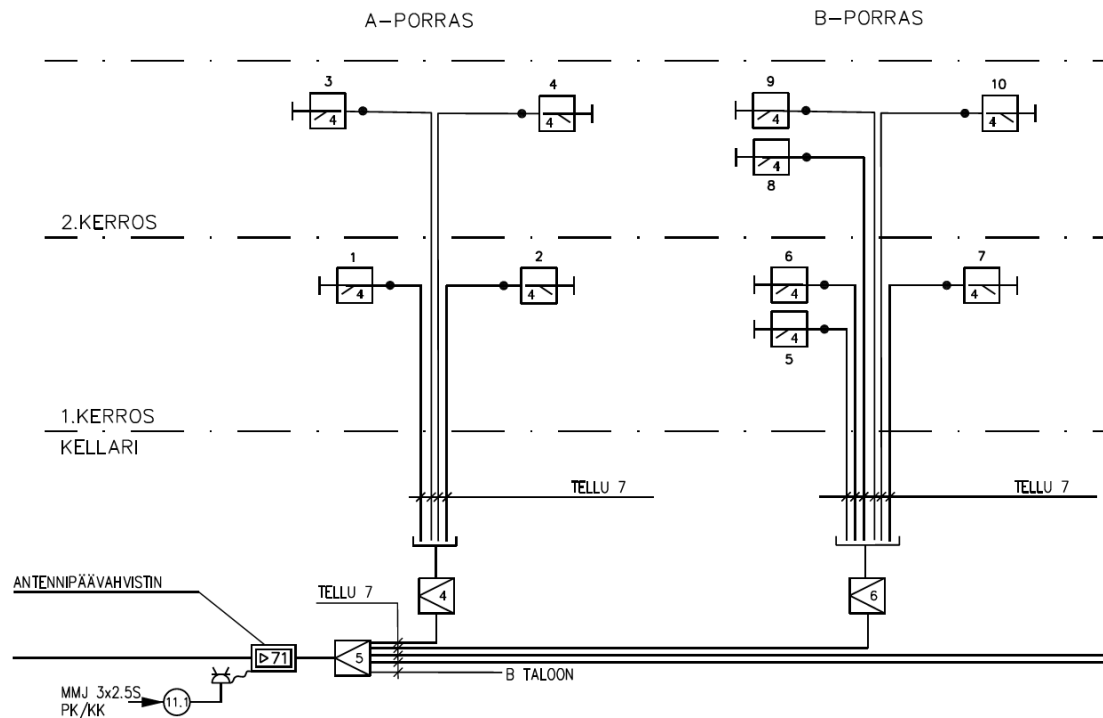
#### 4.6 Antennijärjestelmä

Edellisillä vuosikymmenillä radio- ja TV-palvelut voitiin välittää kapealla 30-300 MHz VHF-alueella. Palveluja ja televisiovastaanottimia oli vähän, joten ketjumainen antenniverkko oli riittävä lähetysten vastaanottamiseen. Nykyisiä digitaalisia palveluja välitetään pääasiassa 470-862 MHz taajuusalueella, jolloin vanhan ketjuverkon kunnostus tähtiverkoksi on lähes välttämätöntä, mikäli haluaa nykypäivän palvelutarjonnan kotiinsa (Hovatta, T. ym. 2011, 224).

TV-lähetysten siirtämiseen on olemassa kolme eri siirtotietä; DVB-S (satelliitti), DVB-T (maanpäällinen) sekä DVB-C (kaapeli) (Honkanen, H. 2013, 1). Vanhan, ketju-  
muotoisen verkon muuttaminen tähtiverkoksi kannattaa ajoittaa muun peruskorjauksen,

esimerkiksi putkisto- tai sähköpaneerauksen yhteyteen. Verkon muuttaminen ketjuverkosta tähtiverkoksi tarkoittaa täysin uuden verkon rakentamista. Tähtimuotoinen verkko täyttää Viestintäviraston määräyksen 21 E/2007 M kiinteistön yhteisantennijärjestelmälle. Verkon on mahdollistettava maanpäällisen jakeluverkon sekä kaapelitelevisioverkon palvelujen saanti taajuusalueella 5-862 MHz. Kyseistä verkkoa kutsutaan myös tähti 800-verkoksi (Hovatta, T. ym. 2011, 224).

Sähkötyöselityksen mukaan Ilokkaanrinteen yhteisantennijärjestelmä on toteutettu tähti 2000-verkkona. Tähti 2000-verkko on rakenteeltaan samanlainen kuin tähti 800-verkko, mutta tähti 800-verkon ominaisuuksien lisäksi se mahdollistaa satelliittiohjelmien suorajakelun 950-2150 MHz taajuusalueella (ST 98.10. 2005, 2). Kuvassa 11. on kuvattu osa Ilokkaanrinteen antennijärjestelmän nousujohtokaaviosta.



KUVA 11. Osa antennijärjestelmän nousujohtokaaviosta

Tarvittavat antennijärjestelmän luovutusdokumentit ovat:

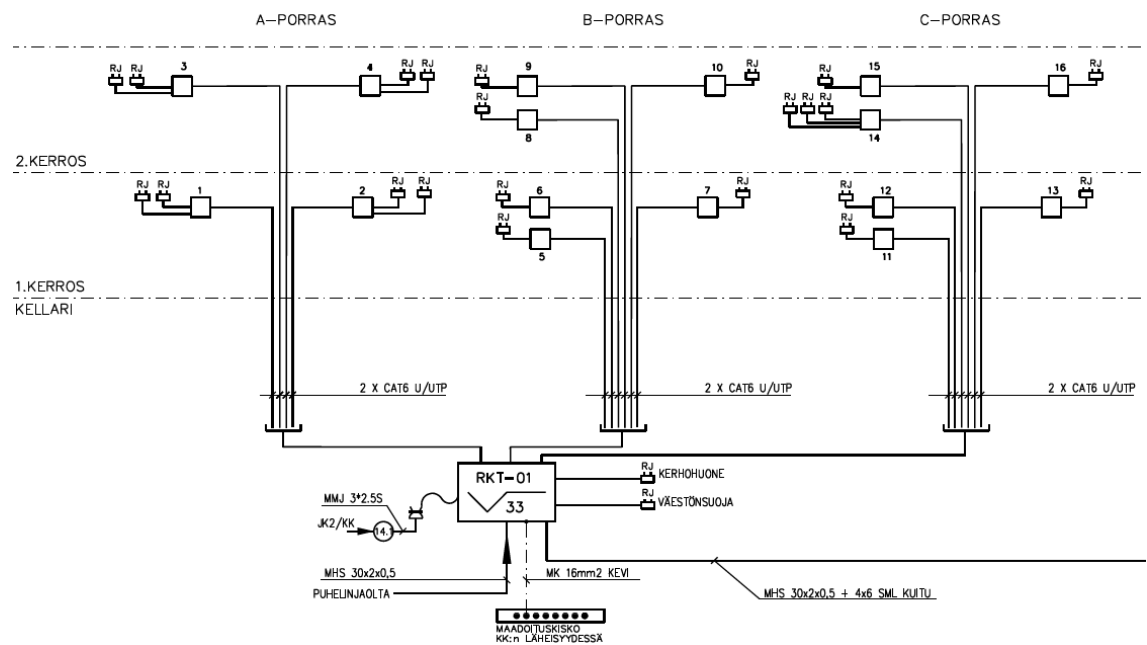
- Antennijärjestelmän nousujohtokaavio
- Sähkötasopiirustukset, joista selviää antennirasioiden sekä vahvistimen sijainnit
- Kaapeliluettelo, jossa kaapelien tyyppi, pituus ja nousujohtokaaviota vastaavat tunnuksukset
- Tarkastusasiakirja mittaustuloksineen

Antennijärjestelmän piirustuksiin jouduttiin tekemään muutoksia. Piirustuksiin jouduttiin muuttamaan muun muassa asuntojen antennirasioiden lukumääriä ja sijainteja. Muita muutoskohteita olivat antennivahvistimen sähkönsyötön ryhmämerkinnän päivittäminen tasopiirustukseen sekä antennijärjestelmän nousujohtokaavioon.

#### 4.7 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan pari- tai optisella kaapeloinnilla tai niiden yhdistelmällä toteutettua kiinteistön sisäistä tiedonsiirtoverkkoa. Tiedonsiirron lisäksi sitä voidaan käyttää esimerkiksi kiinteistön valvontaan ja ohjauksiin liittyviin toimintoihin (Kauppi, V. ym. 2010, 49).

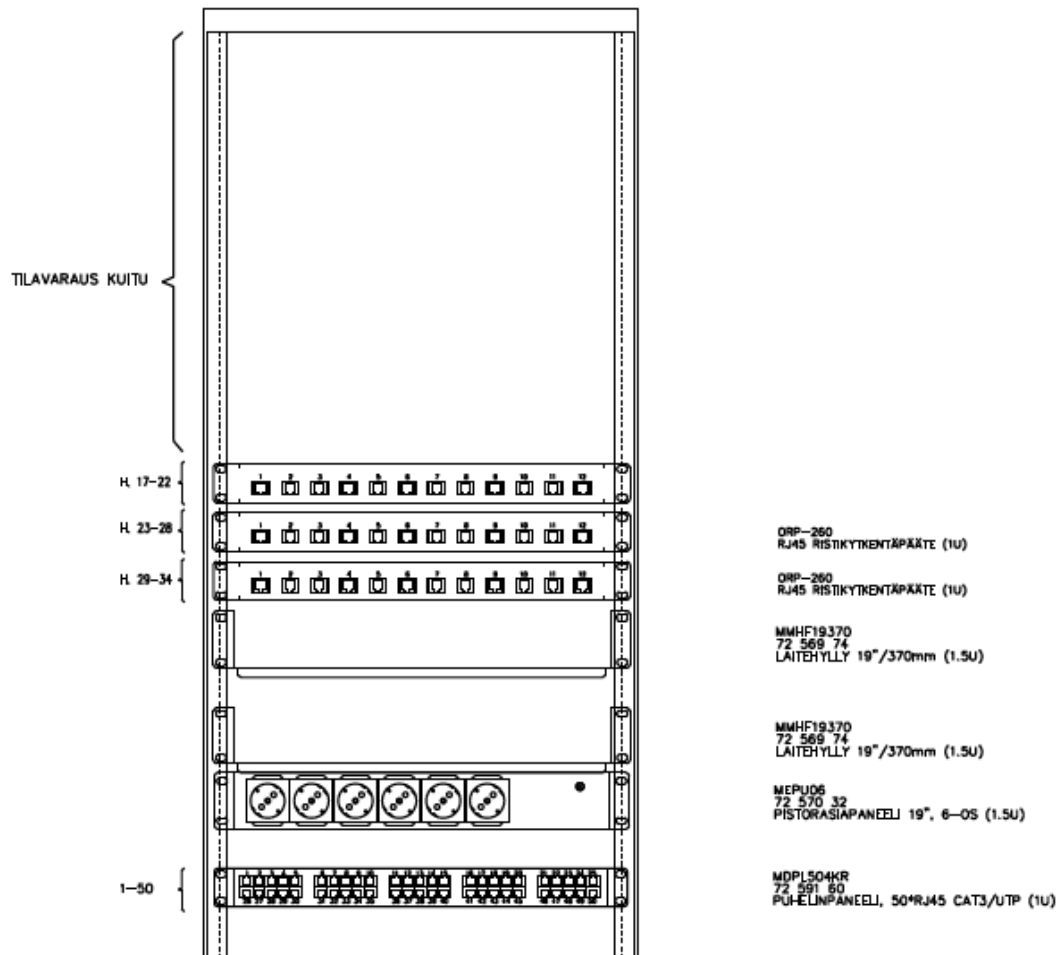
Yleiskaapelointiverkon järjestelmäkaavio muistuttaa hyvin paljon sähkönjakelun nousujohtokaaviota. Kaaviosta selviää talojakamon ja huoneistojakamon välisten nousukaapeleiden lukumäärät sekä näiden kaapelityypit. Kuvassa 12. on kuvattu osa Ilkokkaanrinteen yleiskaapelointijärjestelmän nousujohtokaaviosta.



KUVA 12. Osa yleiskaapelointijärjestelmän nousujohtokaaviosta

Luovutusdokumenttien laadintaan vaikuttavia muutoskohteita yleiskaapeloinnin järjestelmäkaaviossa olivat asuntokohtaisten tietoliikennesasioiden lukumäärät sekä talojakamon sähkönsyötön ryhmämerkinnän päivittäminen luovutuspiirustuksiin.

Opinnäytetyössäni käsiteltävän kohteen ristikytkentälineisiin ei tullut työn aikana muutoksia. Talojakamoiden piirustukset varustettiin tekstillä "Luovutuspiirustus" sekä päivämäärällä ja liitettiin luovutusdokumenteihin. Kuvassa 13. on esitetty talojakamon kokoonpanopiirustus.



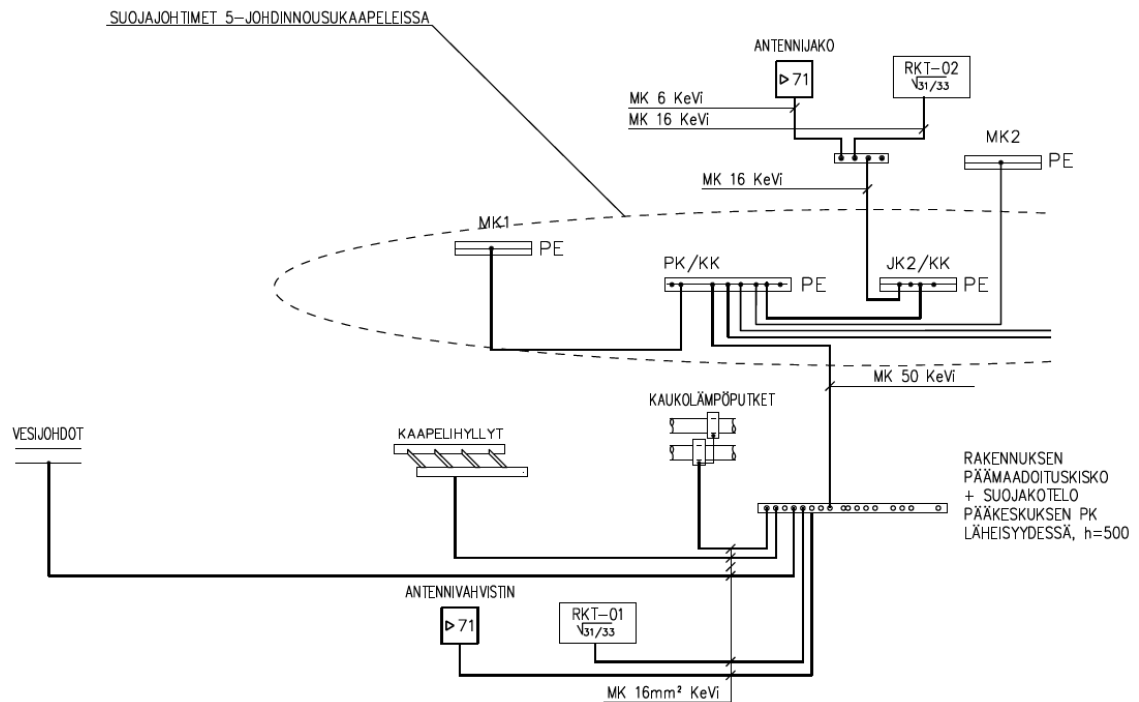
KUVA 13. Talojakamon kokoonpanopiirustus

#### 4.8 Maadoituskaavio

Maadoitusten ensisijainen tarkoitus on ehkäistä vikatilanteissa syntyviä kosketusjännitteitä sekä askeljännitteitä. Vika voi esiintyä kiinteistön sähköasennuksissa, syöttävässä verkossa tai ukkosen aiheuttamana ylijännitteenä (Tiainen, E. 2010, 99).

Sähköturvallisuuden kannalta maadoituksella on myös muitakin suojauksia. Vikatilanteissa se estää vaarallisten jännitteiden siirtymisen järjestelmästä toiseen, sekä estää valokaarien, vuotovirtojen ja kipinöinnin syntymistä (Tiainen, E. 2010, 99).

Alla olevassa kuvassa 14. on kuvattu osa Ilokkaanrinteen maadoituskaaviosta. Samanlainen maadoituskaavio löytyy myös jokaisen sähköteknisen tilan seinältä laminoituna.



KUVA 14. Osa Ilokkaanrinteen maadoituskaaviosta

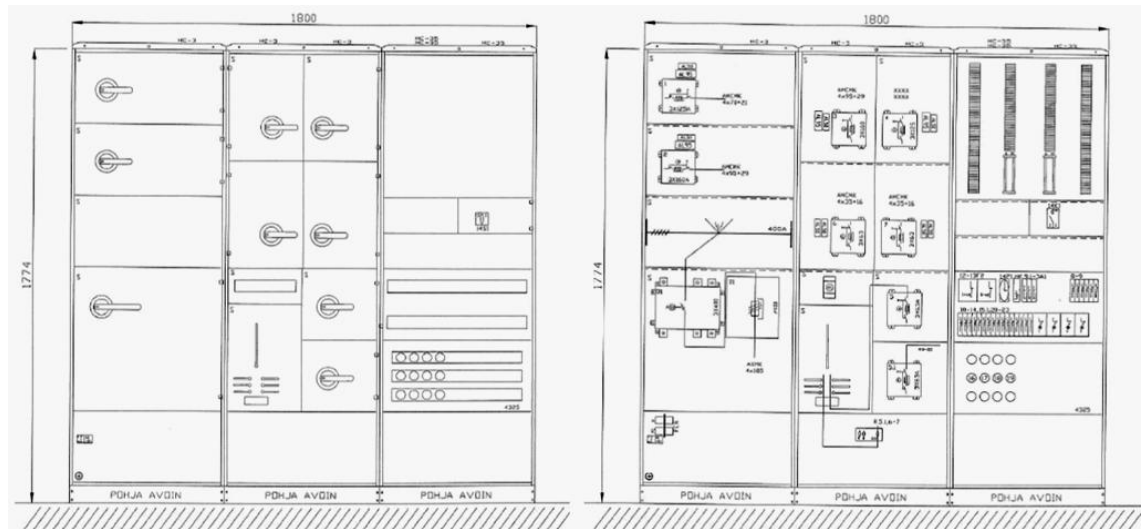
Maadoituskaavioon ei tarvinnut tehdä muutoksia luovutusdokumentteja laatiessa. Tasopiirustukseen päivitetetyt maadoituspisteiden sijainnit sen sijaan aiheuttivat jonkin verran työtä. Asentajan tekemien merkintöjen perusteella maadoituspisteiden päivitys luovutuspiirustuksiin onnistui kuitenkin hyvin nopeasti.

#### 4.9 Pääkeskus

Ilokkaanrinteen sähkökeskustila sijaitsee A-talossa, E-rapun kellarissa. Huoneessa sijaitsevat kiinteistön pää- ja kiinteistökeskus, monimittarikeskus MMK 1 sekä antenni- sekä yleiskaapelointijärjestelmien tähtipisteet. A-talon pääkeskus on kuvan 15. mukainen. Kuvassa on esitetty keskuksen kokoonpanopiirustus, josta nähdään keskuksen ulkoasu sekä kansien alla sijaitsevat komponentit.

Pääkeskuksen pääkaavioon harvoin joudutaan tekemään muutoksia, ellei sähkölaitteistossa olevien keskusten lukumäärä muutu. Mikäli näin olisi tapahtunut, olisi

pääkaaviosta jouduttu ottamaan varalla olevia kytkinvarokelähtöjä käyttöön tai vastaavasti poistamaan lähtömerkinnät ja jättämään kyseinen kytkinvaroke varalle.



KUVA 15. Pääkeskuksen kokoonpanopiirustus

#### 4.10 Kiinteistökeskus

Kohteen yleisten tilojen sähkönjakelu on toteutettu suunnitelmien mukaan asentamalla A-taloon kaksi kiinteistökeskusta, sekä B-taloon yksi kiinteistökeskus. Kuvan 15. oikeassa reunassa, pääkeskuksen jatkona sijaitsee A-talon toinen kiinteistökeskuksesta. Pääkeskuksen ja kiinteistökeskuksen jakeluraja on merkitty keskuksien kansiin punaisella maalilla.

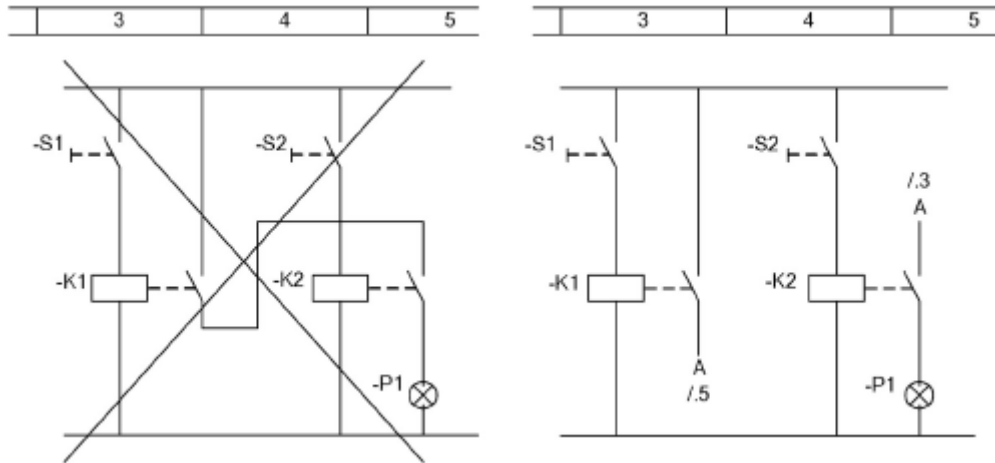
Piirikaavioissa esitetään kohteen toteutuksen yksityiskohdat. Toteutuksessa käytettyjen komponenttien ja niiden väliset liitännät on esitetty piirikaavioissa, ottamatta huomioon niiden fyysisiä kokoja ja muotoja (SFS-EN 61082. 2006, 102).

Piirikaavioiden laadinnassa tulee käyttää:

- Piirrosmerkkejä
- Liitäntäviivoja
- Viitetunnuksia
- Liitintunnuksia
- Kohteen toiminnan ymmärtämiseksi tarpeellista lisäinformaatiota

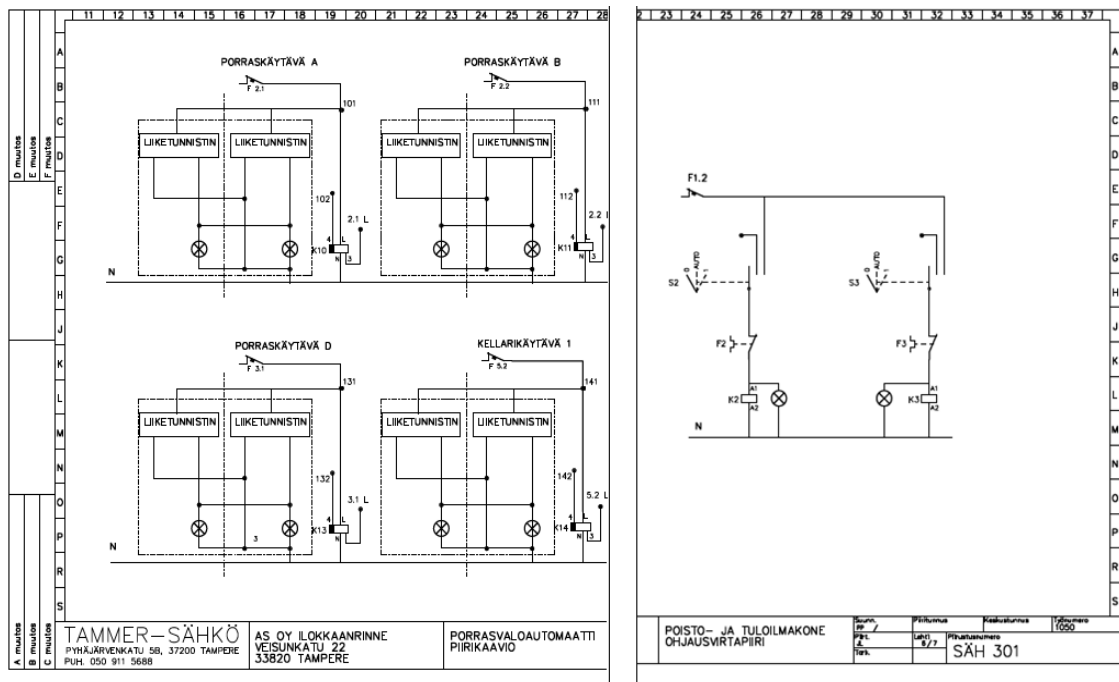


Viivojen käännöksiä ja risteämiä tulisi välttää. Viivoja voidaan myös katkaista, mikäli se parantaa piirikaavion luettavuutta. Katkaistun viivan päät tulisi piirtää niin, että ne voidaan tunnistaa helposti. Kuvassa 16. on esitetty esimerkki kuinka risteämiä ja käännöksiä voidaan välttää (SFS-EN 61082. 2006, 70).



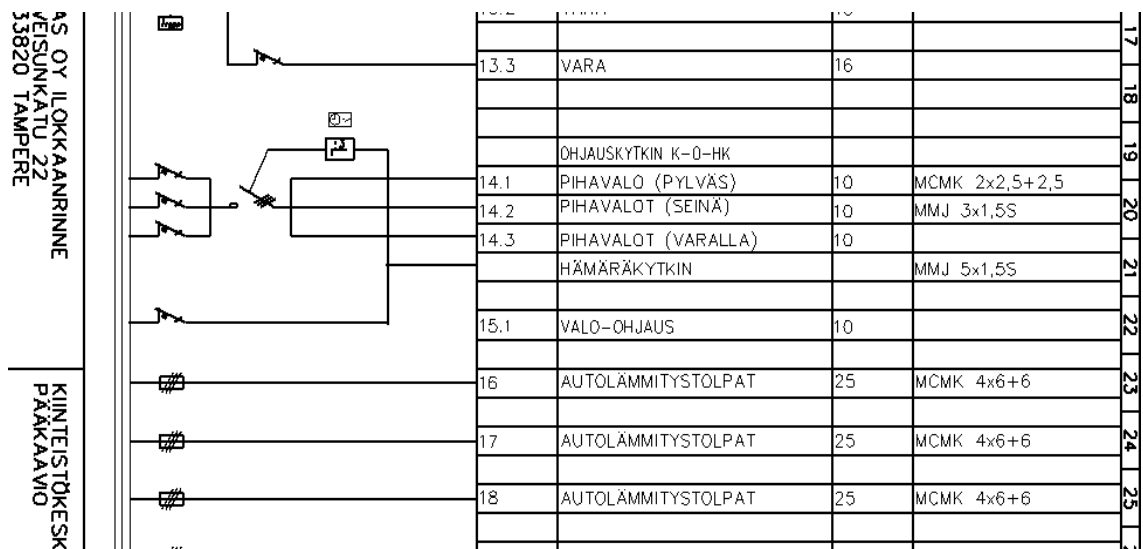
KUVA 16. Esimerkki risteämiä ja käännöksiä välttämällä (SFS-EN 61082. 2006, 72)

Ohjauspiirikaaviot aiheuttivat eniten muutoksia koko luovutusdokumentointien laatimisen aikana. Suurimmat muutokset jouduttiin tekemään huippumurien ohjauspiirikaavioihin. Suoran sähkönsyötön sijaan moottorit tarvitsivat kiinteistökeskukseen kaksinopeusohjauksen, joka jouduttiin rakentamaan jälkeenpäin keskuksiin. Myös porraskäytävän valaistuksen ohjaukseen jouduttiin tekemään muutoksia. Painonappien sijaan porraskäytävän valo-ohjaukset toteutettiin liiketunnistimilla, jotka asennettiin vanhojen painonappien paikoille. Kuvassa 17. on esitetty osat luovutusdokumenteihin liitettyjen porraskäytävän- ja ilmastointikoneiden ohjauspiirikaavioista.



KUVA 17. Porraskäytävän- (vas.) ja ilmastointikoneen (oik.) ohjauspiirikaaviot

Pääkaavioiden osalta muutoksia aiheuttivat ryhmämerkintöjen täydennykset tai korjaukset. Myös ohjauspiirikaavion aiheuttamat komponenttien lisäykset on lisätty pääkaaviioon. Kuvassa 18. on esitetty osa kiinteistökeskuksen pääkaaviosta.



KUVA 18. Osa kiinteistökeskuksen pääkaaviosta



Huoneistojakokeskuksen tavanomaisimpia muutoksia olivat ryhmämerkintöjen täydennykset. Työmaan jo alettua päätettiin, että jokaiseen asuntoon asennetaan myös pistorasiat mahdollisia liesituulettimia varten. Nämä muutokset lisättiin niin tasopiirustuksiin, kuin huoneistojakokeskuksen pääkaaviokuvaankin.

#### 4.12 Luettelot

Kohteen valaisinluettelossa esitetään hankinnan mukaiset valaisimet. Luettelosta selviää asennettujen valaisimien valaisintyyppi, asennustilat sekä lamppujen tyyppi ja teho (KUVA 20.) (ST 95.40. 1997, 3).

D muutos	E muutos	F muutos	G muutos	VALAISIN										SÄHKÖNUMERO	LVM Pito-ohje	LVM Tote A läheli	LVM Tote A 1.lns	LVM Tote A 2.lns	LVM Tote B läheli	LVM Tote B 1.lns	LVM Tote B 2.lns	LVM YHT MUUTOS	HUOMI
				VALAISIMEN VALMISTAJA	VALAISIMEN TYYPI	HÄIKÄISY- SUOJA	TEHO W	LAMPPU	ASEN- TAPA	LUKON- TYPPI	VALAISIN- KOKO	VALAISIN- KORKEUS	VALAISIN- KANTO										
				1	ENSTO	AVR 254.29		2x9W						4117570	40			12			52	kellarin valot	
				2	ENSTO	AVR 254.294		2x9W						4117568	11			4			15	kellarin PIR	
				3	SVEDBERG	PEILI+VALAISIN		15W							2						2	pukuhuone	
				4	ENSTO	AVR 254.29		2x9W						4117570	6	6	12	2	2	4	32	rappukäytävä	
				5	ENSTO	AVR 70		60W						4117069	4						4	ulkoseinävalo	
				6	ENSTO	AVH 15.1		60W						411714.3	2						2	saunan valo	
				7	LUMIANCE	3023300		2x9W						4273003	4						4	pukuh+ph	
				8	ZALUX	PEM		2x36W						4386406	2						2	lämmön jako	
				9	ENSTO	AVR 71		60W						4117072	6			2			8	rappuvalo	

KUVA 20. Valaisinluettelo

Valaisinluetteloon ei tarvinnut tehdä muutoksia luovutusdokumenteja laadittaessa. Asiakkaalle luovutettuun huoltokansioon on lisätty kutakin positionumeroa vastaavan valaisimen tarkemmat tekniset tiedot.

Yleensä kohteesta ei tarvitse tehdä erillistä lämmitinluetteloa, mikäli kyseessä ei ole sähkölämmitteinen kiinteistö. Mikäli erillistä lämmitinluetteloa ei tehdä, voidaan kohteessa käytetyt lämmittimet luetteloida kojeluetteloon (ST 95.40. 1997, 3).

Ilokkäänrinteen tapauksesta on olemassa oma erillinen luettelo lämmittimille, vaikka kiinteistön lämmitystapa onkin kaukolämpö. Lämmitinluettelosta selviää kohteessa käytettyjen lämmittimien positionumerot, lämmittimien tyypit, tehot sekä ohjaustavat.

#### 4.13 Vedenmittausjärjestelmä

Kohteeseen asennettiin myös vedenmittausjärjestelmä. Tähän järjestelmään ei tullut muutoksia työmaan aikana muutoin kuin nousujohtojen reittimuutoksien myötä. Tämä muutos ei näy järjestelmän kaaviokuvassa, joten se ei aiheuttanut toimenpiteitä luovutuspiirustuksia laatiessa.

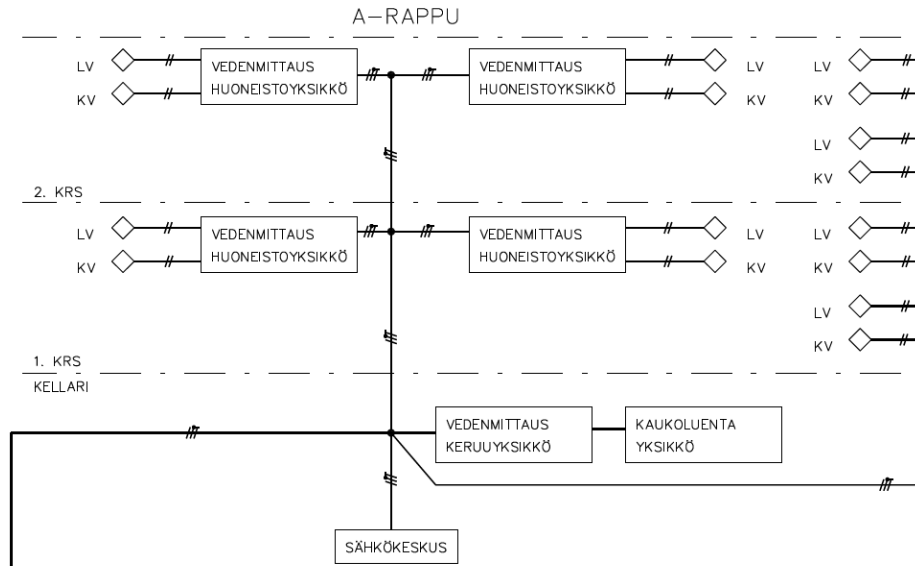
Järjestelmän etuna on asukkaiden keskinäisen oikeudenmukaisuuden paraneminen, sillä nyt jokainen maksaa oman kulutuksensa mukaan. Kuvassa 21. on esitetty järjestelmässä käytettyjen yksikköjen kuvat. Huoneistoyksikkö asennettiin kunkin huoneiston kylpyhuoneen alaslaskukaton yläpuolelle, joten yksikkö ei ole esillä huoneistossa. Huoneistoyksikköön pääsee kuitenkin käsiksi kylpyhuoneen kattoon asennetun huoltoluukun kautta (VEXVE).



KUVA 21. Vedenmittausjärjestelmän huoneistoyksikkö (vas.) ja keruuyksikkö (oik.) (VEXVE)

Järjestelmän avulla pystytään mittaamaan kunkin asunnon veden kulutus litran tarkkuudella. Asuntoon asennettavaan laitteistoon kuuluu kylmän ja lämpimän veden virtausanturit sekä huoneistoyksikkö, josta tieto siirretään sähköpääkeskustilassa sijaitsevaan keruuyksikköön. Asukas ei itse pysty seuraamaan vedenkulutustaan, sillä asunnon huoneistoyksikkö välittää tiedon suoraan keruuyksikölle.

Isännöitsijä saa asuntokohtaisen vedenkulutustiedon joko internetin välityksellä tai suoraan keruuyksiköstä. Tämän tiedon pohjalta hän voi laskuttaa asukkaita käytetyn veden mukaan (VEXVE).



KUVA 22. Osa vedenmittausjärjestelmän johdotuskuvasta

Vedenmittausjärjestelmästä on luovutettu dokumentit, joista selviää muun muassa järjestelmän toimintaperiaate ja johdotus (KUVA 22.). Lisäksi kohteen huoltokansio sisältää vedenmittausjärjestelmän valmistajan laatimat käyttöohjeet.

## 5 TYÖMAAN LUOVUTUS

### 5.1 Tarkastukset

Ennen kohteen luovutusta asiakkaalle, on asennuksille tehtävä mittauksia ja testauksia, jotta voidaan varmistua laitteiston turvallisuudesta ja toimivuudesta. Perusparannus- ja korjaustöissä on tarpeen ja perusteltua tehdä mittauksia jo ennen työn aloittamista tai työn alkuvaiheessa. Tämä on tarpeen, kun on syytä varmistua korjauskohteen vanhojen asennusten suojamaadoituksista ja turvallisuudesta (Hovatta, T. ym. 2011, 201-202).

Ensisijaisesti mittaukset suoritetaan työalueeseen kuuluville sähköasennuksille ja sähkölaitteiston osille. Perusparannus- ja korjaustöissä voidaan joutua mittamaan laitteistoja laajemmin kuin itse työkohteen rajausta määrittäisi. Tällaiset alueet ja tulokset tulisi merkitä selvästi dokumentaatioon (Hovatta, T. ym. 2011, 201-202).

#### 5.1.1 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastuksen tavoitteena on varmistaa asennuksen toimivuus sekä määräystenmukaisuus. Osa mahdollisten toimivuuden vikatapauksista tulee esille jo kohteen käyttöönottotarkastuksessa, jolloin niihin päästään puuttumaan ennen sähkölaitteiston virallista luovutusta asiakkaalle. Tyypillisesti kohteessa joudutaan ottamaan osia lopullisesta sähkölaitteistosta jo rakennusaikana. Vaikka kyseessä ei olekaan sähkölaitteiston osan luovutuksesta käyttöön, tulee näillekin asennuksille suorittaa käyttöönottotarkastus ennen tilapäistä käyttöönottoa. (Kauppila, J., Tiainen, E. & Ylinen, T. 2010, 161).

KTMp 517/1996 mainituissa kohteissa, kuten uudesta asennuksesta tai olemassa olevan asennuksen laajennuksesta on tehtävä käyttöönottotarkastuspöytäkirja asennuksen valmistuttua. Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksen tekee laitteiston rakentaja. Pöytäkirja toimii myös niin sanottuna urakoitsijan vakuutena asiakkaalle. Pöytäkirjan avulla urakoitsija vakuuttaa asiakkaalle, että asennuskokonaisuus täyttää standardinmukaisuuden ja on turvallinen käyttäjälleen.

Käyttöönottotarkastus pitää sisällään asennuksen aikana suoritettavan aistinvaraisen tarkastuksen, jota usein kuulee puhuttavan silmämääräiseksi tarkastukseksi. Lisäksi käyttöönottotarkastus sisältää mittauksia ja toiminnallisia kokeita (Kauppila, J., Tiainen, E. & Ylinen, T. 2010, 162).

Aistinvaraisen tarkastuksen tarkoituksena on havaita ja korjata jo asennuksen aikana havaitut puutteet tai viat. Asennustyön edetessä tarkastetaan, että johdinten tunnusvärit vastaavat vaatimuksia ja että kytkentätiloissa on riittävät merkinnät. Lisäksi on varmistuttava piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassa olosta (Tiainen, E. 2012, 330-336).

Mittauksiin ja toiminnallisiin kokeisiin kuuluu muun muassa:

- Suojajohtimien, PEN- ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuuden mittaus
- Sähkölaitteiston eristysresistanssin mittaus
- Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus
- Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Sähkölaitteiston haltijan käyttöön laaditusta pöytäkirjasta tulee käydä ilmi muun muassa kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, tarkastusten ja testausten tulokset sekä sähkötöiden johtajan yhteystiedot (Tiainen, E. 2012, 347).

Tarkastuspöytäkirjan mittaustuloksista tulee käydä ilmi suojajohtimien jatkuvuuden mittaustulokset, eristysvastusmittauksen mittaustulokset, silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran arvot epäedullisimmasta pisteestä sekä vikavirtasuojien toimivuuden mittaustulokset. Tarkastuspöytäkirjat tehdään keskuskohtaisesti (Tiainen, E. 2012, 347).

### **5.1.2 Varmennustarkastus**

KTMP 517/1996 mukaan varmennustarkastus on tehtävä luokan 1-3 sähkölaitteistoille. Työssäni käsiteltävälle kohteelle tulee teettää ulkopuolisen tarkastajan tekemä varmennustarkastus, sillä kyseessä on luokan 1 sähkölaitteisto. Varmennustarkastuksessa on riittävässä laajuudessa varmistuttava sähkölaitteiston turvallisuudelle asetettu



taso. Yleensä varmennustarkastus suoritetaan pistokokein riittävässä laajuudessa ja näin ollen todetaan laitteiston turvallisuus (KTMp 517/1996. 1996. luku 2 § 5-6).

Varmennustarkastus on tehtävä kolmen kuukauden sisällä kohteen varsinaisesta käyttöönotosta. Luokan kolme sähkölaitteistot ovat kuitenkin poikkeus tässä pykälässä, sillä ne luokitellaan vaativiksi erikoistiloiksi, joille varmennustarkastus on tehtävä ennen laitteiston käyttöönottoa (KTMp 517/1996. 1996. luku 2 § 7). Varmennustarkastuksen tilaamisesta huolehtii asennuksien tekijä eli urakoitsija, joka myös toimittaa tarkastuksen pöytäkirjan sähkölaitteiston haltijalle. Tarkastuksesta on tehtävä myös ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle kolmen kuukauden kuluessa tarkastuksen suorittamisesta (KTMp 517/1996. 1996. luku 1 § 2).

Ilokkaanrinteen varmennustarkastuksessa pistokokeita suoritettiin muun muassa 10-15 eri asuntoon, joissa tarkastaja mittasi maadoituksia ja oikosulkuvirtoja pesuhuoneen sekä keittiön pistorasioilta. Lisäksi hän tarkisti vähimmäisetäisyyksien täyttymisen jokaisen sähköpisteen osalta sekä vikavirtasuojien toiminnan. Yleisten tilojen osalta hän mittasi muutaman autolämmitystolpan, kellarikäytävän pistorasian oikosulkuvirran sekä vikavirtasuojauksen toimivuuden. Lisäksi hän tarkasti maadoituspisteet ja pääpotentiaalintasauskiskon.

Varmennustarkastuksessa havaittuja puutteita olivat kiinteistökeskuksen puutteelliset ryhmämerkinnät sekä talojohtokaapelin suojakannen puuttuminen yhdeltä hyllyosuudelta. Nämä puutteet korjattiin ennen työmaan luovutusta ja kirjattiin varmennustarkastuspöytäkirjaan. Puutteet korjannut asentaja kuittasi pöytäkirjassa olleet asiat tehdyksi.

### **5.1.3 Antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmän mittaukset**

Antennijärjestelmän valmistuttua tulee se lopputarkastaa ja -mitata. Mittaustulokset liitetään kohteen luovutusdokumenteihin. ST-kortin 621.30 mukaan mittalaitteiden epätarkkuus saa olla korkeintaan  $\pm 2$  dB (ST 621.30. 2007, 4).

Loppumittaukset sisältävät muun muassa:

- Signaalitasot ja signaalin laadun
- Verkon vaimennus ja vasteen kaltevuus antennirasioissa
- Signaalinen laadun mittausta kaikilla kanavilla antennirasioista
- Laajakaistaisen vahvistimen lähtötaso

Antenniurakoitsija toimittaa mittauksista tarkastuspöytäkirjan. Pöytäkirjan perusteella voidaan todeta, että antennijärjestelmä täyttää sille asetetut vaatimukset.

Yleiskaapelointijärjestelmä tulee aina mitata, jotta järjestelmän suorituskykyvaatimuksista voidaan varmistua. Standardi SFS-EN 50346 määrittelee pari- sekä optiselle kaapeloinnille testausmenetelmät.

Yleiskaapelointijärjestelmän mittauksessa testataan muun muassa:

- Kaapelin kytkentä
- Kaapelin pituus
- Signaalin kulku-aika
- Kulku-aikaero
- Tasavirtasilmukkaresistanssi
- Vaimennus
- Heijastusvaimennus

Myös yleiskaapelointijärjestelmän mittaustulokset liitetään kohteen luovutusdokumentteihin. Pöytäkirjojen perusteella voidaan todeta järjestelmän standardinmukaisuus.

## **5.2 Luovutuskokous**

Urakan alkuvaiheessa on työmaalle sovittu aikataulu, jonka puitteissa työmaa tulisi valmistua. Lisäksi työmaalle sovitaan luovutuskokouksen päivämäärä, jossa työmaa luovutetaan asiakkaalle. Tällöin työmaan tulisi olla luovutuskunnossa. Sähköasennustöiden osalta tämä tarkoittaa sitä, että kaikki asennukset tulee olla tehtynä. Lisäksi kaikki mittaukset ja tarkastukset on suoritettu ennen työmaan luovutusta asiakkaalle.

Luovutuskokouksessa paikalla olivat valvoja, taloyhtiön edustaja, isännöitsijä sekä kaikkien eri urakoitsijoiden edustajat. Kokouksen aikana työmaa käytiin lävitse ja mikäli valvojalla tai taloyhtiön edustajalla oli korjauskehotuksia, merkittiin ne pöytäkirjaan. Lopuksi jokainen urakoitsija luovutti luovutuspiirustuskansionsa rakennuttajalle sekä taloyhtiön edustajalle. Lisäksi yksi sähköjärjestelmien käyttöpiirustuskansio löytyy kohteen sähköpääkeskustilasta.

### **5.3 Käytön opastus**

Kohteen luovutuskokouksen jälkeen taloyhtiön edustajalle annettiin asianmukainen käytön opastus. Käytön opastuksessa käytiin lävitse kohteessa käytettyjen laitteiden toimintaa ja ohjausta koskevia asioita, esimerkiksi kiuaskeskuksen sekä autolämmitystolppien kello-ohjauksen asettelu. Lisäksi kaikkien kohteessa käytettyjen laitteiden käyttöohjeet on luovutettu asiakkaalle paperisena versiona niin sanotussa huoltokansiossa.

Osakkaat, jotka tilasivat lattialämmityksen kylpyhuoneisiinsa, saivat opastuksen lattialämmitystermostaatin käytöstä. Lisäksi osakkaille annettiin huoneistojakokeskusten huolto-opas, jossa oli muun muassa testausohjeet vikavirtasuojien toiminnan tarkastamiseen.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyö opetti minulle paljon uutta sähkösuunnitelmien luovutusdokumentoinnista sekä työnaikaisten muutosten menettelytavasta. Sain työnantajaltani vahvan pohjatiedon luovutusdokumenttien laatimiseen. Tämän lisäksi hain täydentävää tietoa ST-kortiston materiaaleista, SFS-standardeista sekä STUL:in julkaisemista materiaaleista. Tutustuin huolella lähdemateriaaleihin, jotta minulla olisi mahdollisimman hyvät alkutiedot luovutusdokumentointia aloittaessa.

Työmaa oli minulle tuttu jo entuudestaan, sillä olin ollut mukana kohteen sähkösuunnittelussa sekä sähköasennustöissä. Opinnäytetyön ansiosta sain hyvän käsityksen myös kohteen luovutuskokouksen kulusta, sillä sain olla mukana myös kyseisessä tilaisuudessa.

Luovutusdokumentoinnin tärkein tehtävä on palvella sähkölaitteistoa tulevaisuudessa. Mahdollisissa huolto-, korjaus- tai asennustöissä on tärkeää, että käyttöpiirustukset vastaavat tehtyä työtä. Näin vältetään turhilta vaaratilanteilta.

Opinnäytetyö antoi minulle vahvan pohjatiedon luovutusdokumentointiin. Uskon, että tulevaisuudessa minulla on rutiinia luovutusdokumentoinnin tekemiseen, sillä samoja standardeja sovelletaan niin uudis- kuin saneerauskohteisiin. KB-Rakennuksen ja Tammer-Sähkön keskeinen urakointiala on tällä hetkellä kerrostalojen talotekniset peruskorjaukset, joten uskon, että Ilokkaanrinteelle luomiani toimintamenetelmiä pystytään käyttämään tulevaisuudessa hyväksi kyseisessä yrityksessä.

Lopuksi haluan kiittää KB-Rakennus Oy:tä ja Tammer-Sähköä mielenkiintoisesta ja haastavasta opinnäytetyöstä. Työ oli erityisen mielenkiintoinen siksi, että sähkötoiden johtaja Paavo Pikkarainen antoi lähes koko luovutusdokumentoinnin sekä työmaan luovutuksen minun vastuulleni. Opinnäytetyön edetessä olin yhteydessä työmaan asentajiin ja aliurakoitsijoihin niin vaadittaessa sekä sain osallistua luovutuskokoukseen sähköurakoitsijan edustajana.

## LÄHTEET

Honkanen, H. 2013. Antennitekniikkaa. Luettu 28.2.2013.

[http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/KAT\\_Antennitekkn.pdf](http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/KAT_Antennitekkn.pdf)

Hovatta, T., Kauppi, V., Kauppila, J., Koivisto, P., Rasimus, T., Reinikainen, V., Tiainen, E. & Ylinen, T. 2011. Sähköremontti. Espoo: Sähköinfo Oy.

Kauppi, V., Mäkinen, P.A., Reinikainen, V., Tiainen, E. & Ylinen, T. 2010. Sähköasennukset 4. Helsinki: Sähköinfo Oy.

Kauppila, J., Tiainen, E. & Ylinen, T. 2010. Sähköasennukset 3. Helsinki: Sähköinfo Oy.

KB-Rakennus. Yritysesittely. Luettu 31.8.2012.

<http://www.kb-rakennus.fi/index.php?mID=1>

KTMP 517/1996. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. 1996.

SFS-käsikirja 600. 2007. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 5457. 1999. Tekninen dokumentointi: Piirustusohjien koot ja rakenne. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry.

ST 95.40. 1997. Vaatimukset luovutusdokumentoinnille kunnossapidon, huollon ja käytön kannalta. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 98.10. 2005. Yhteisantennijärjestelmän kuntotutkimusohje. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tiainen, E. 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki: Sähköinfo Oy.

Tiainen, E. 2010. Sähköasennukset 1. Helsinki: Sähköinfo Oy.

VEXVE. Vedenmittausjärjestelmä. Luettu 16.9.2012.

<http://www.vexve.com/fi/verto/tuotteet-ja-palvelut/vedenmittausjarjestelma>