



PIENTALOJEN SÄHKÖTEKNINEN DOKUMENTOINTI

Tomi Luotonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Talotekniikka koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

LUOTONEN, TOMI:
Pientalojen sähköpiirustusten dokumentointi
Vuores-hanke

Opinnäytetyö 54 sivua
Toukokuu 2014

Sähkötekniinen dokumentointi on merkittävä osa rakentamista. Erityisen tärkeää se on rakentamisen jälkeisissä vaiheissa, kun tehdään kunnossapito- ja korjaustoimenpiteitä. Esimerkiksi erilaiset rakennusautomaatio- ja valaistuksenohjausjärjestelmät yleistyvät jatkuvasti. Näiden osalta dokumentointi on tärkeässä osassa kiinteistön käyttöä, huoltoa ja korjaamista ajatellen.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaista sähköisen dokumentoinnin pitäisi olla erityisesti pientalokohteissa. Tausta-aineistona käytettiin määräyksien ja standardien asettamia vaatimuksia dokumentoinnille. Työssä tarkasteltiin vuonna 2012 valmistuneiden pientalokohteiden sähkötekniistä dokumentaatiota ja sen tasoa. Kohteet sijaitsevat Tampereella.

Tarkastelun perusteella saatiin selville mukana olevien kohteiden sähkötekniisten dokumenttien tämänhetkinen tilanne ja taso. Voidaan sanoa, että pientalojen sähkötekniisessä dokumentoinnissa on huomattavasti puutteita. Dokumentointia voitaisiin parantaa ottamaan sähköalalla ja rakennusvalvonnassa tarkempi ja selkeämpi linja sen suhteen, mitä dokumentteja pitää olla ja missä muodossa, kun kiinteistö otetaan käyttöön. Lisäksi dokumentoinnin laatuun pitää kiinnittää enemmän huomiota.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services

TOMI LUOTONEN:

The Documentation of Electrical Plans in Detached Houses
Vuores project

Bachelor's thesis 54 pages
May 2014

Electrical technical documentation has an important role in the construction and post-construction phases, in particular within maintenance and repair. These days, e.g. various building automation and lighting control systems are becoming more and more common. As for these, documentation is of vital importance when using, maintaining and repairing a building.

The thesis dealt with the electrical technical documentation and how it should be, particularly in detached houses. As the background material the thesis used the requirements set for documentation in the regulations and standards. The thesis examined the electrical documents and their quality in the detached houses involved in the project.

The results showed the current situation and quality level of the electrical technical documentation in the targets involved.

Key words: electrical technical documentation, the use of drawings, electrical plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SÄÄDÖSTAUSTA	6
	2.1 Sähköturvallisuuslaki.....	6
	2.2 Säädökset	6
	2.3 Määräykset.....	7
	2.4 Standardit	8
3	DOKUMENTOINTI	10
	3.1 Piirustusluettelo	12
	3.2 Asemapiirustus.....	14
	3.3 Maadoituskaavio	15
	3.4 Tasopiirustus	16
	3.5 Keskuskaavio	17
	3.6 Piirikaaviot.....	18
	3.7 Luettelot	20
	3.8 Järjestelmäkaaviot.....	20
	3.9 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	22
	3.10 Käyttö- ja huolto-ohjeet	23
4	PIENTALOKOhteet	24
	4.1 Kohde A	25
	4.2 Kohde B	26
	4.3 Kohde C	28
	4.4 Kohde D.....	29
	4.5 Kohde E	31
	4.6 Kohde F.....	32
	4.7 Kohde G.....	33
	4.8 Kohde H.....	35
	4.9 Kohde I	36
	4.10 Kohde J	37
	4.11 Kohde K.....	39
	4.12 Kohde L	41
	4.13 Kohde M	42
	4.14 Kohde N.....	44
	4.15 Kohde O	45
5	YHTEENVETO KOhteiden DOKUMENTOINNISTA	47
	5.1 Kohteiden dokumentointi	47
	5.2 Dokumentoinnin kehitysehdotuksia	48
	5.3 Käyttäjäkyselyn tulokset.....	49
6	POHDINTA.....	52
	LÄHTEET.....	53

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia vuonna 2012 valmistuneiden pientalokohteiden sähkösuunnitelmien dokumentointia ja niiden ajan tasaisuutta. Dokumenttien sisältöä ja luettavuutta vertaillaan standardien asettamiin dokumentointivaatimukseen. Dokumenttien todenmukaisuutta ei työn aikana pystytty selvittämään. Kohteet ovat vuonna 2012 valmistuneita pientaloja ja sijaitsevat Tampereella. Hankkeessa toteutetaan mukana oleville kohteille myös käyttäjäkysely. Työssä käsitellään tähän työhön liittyvien kysymyksien tuloksia.

Opinnäytetyössä käsiteltävät kohteet ovat mukana Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) talotekniikan koulutusohjelman hankkeessa, jonka tarkoitus on tutkia vuonna 2012 valmistuneiden matala-energia-asuinalueella sijaitsevien pientalojen energiankulutusta, taloteknisten ratkaisujen toimivuutta, käytettävyyttä ja asukkaiden kokemuksia. Mukana olevia yhteistyösopuolia ovat Tampereen kaupunki, Ekokumppanit Oy ja ECO2-hanke

Projektissa työskennellään 6 opiskelijan ryhmänä jokainen tutkien omaa aihe aluettaan. Projektin projektipäällikkönä toimii Tampereen ammattikorkeakoulun sähköisen talotekniikan lehtori Kari Kallioharju. Projektin on määrä kestää vähintään kaksi vuotta ja se on aloitettu jo vuonna 2012 keräämällä lähtötietoja kohteista.

2 SÄÄDÖSTAUSTA

Tässä työssä vertaillaan kohteiden olemassa olevia dokumentteja suunnittelun ja rakentamisen aikana voimassa olevien standardien ja säädösten dokumentointivaatimuksiin. Seuraavissa alaluvuissa kerrotaan kuitenkin tällä hetkellä voimassa olevista standardien ja säädösten vaatimuksista dokumentointiin liittyen.

2.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslaissa määrätään, että sähköasennukset on suunniteltava, rakennettava, huollettava ja käytettävä niin, että niistä ei aiheudu vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle eikä niistä aiheudu tai ne aiheuta kohtuutonta sähkömagneettista häiriötä. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996)

Tarkempia määräyksiä laissa ei anneta sähköturvallisuudesta, mutta laissa viitataan, että turvallisuuden taso saavutetaan noudattamalla ministeriön erikseen antamia määräyksiä. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996)

Sähkölaitteiston saa ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on todettu, ettei siitä aiheudu 5§ esitettyjä vaaroja tai häiriöitä. Tarkemmat määräykset tarkastuksista annetaan erikseen ministeriöiden määräyksissä. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996)

Sähkölaitteiston rakentajan on huolehdittava käyttöönottotarkastuksen tekemisestä. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996)

2.2 Säädökset

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä ”Sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193” määrätään, että sähkölaitteistot on suunniteltava, rakennettava ja korjattava hyvän turvallisuusteknisen käytännön mukaisesti ottaen huomioon sähköturvallisuuslain 5§:ssä määrätyt asiat. Lisäksi sähkölaitteistojen on täytettävä päätöksen liitteessä luetellut olennaiset turvallisuusvaatimukset. (KTMp 1193/1999)

Sähköasennusten dokumentointia koskee erityisesti liitteen kohta 21, jossa määrätään, että sähkölaitteistosta on laadittava sen rakentamista, käyttöä ja hoitoa varten tarvittavat kaaviot ja ohjeet ja että suojalaitteet, johdot ja johtimet on merkittävä niin, että virtapiirit voidaan tunnistaa. (KTMp 1193/1999)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä ”Sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517” määrätään seuraavia asioita:

- Jokaiselle sähkölaitteistolle tulee tehdä käyttöönototarkastus, jossa selvitetään riittävässä laajuudessa, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslaissa tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Pientalokohteissa käyttöönototarkastuksen tekee tyypillisesti kohteen urakoitsija. (KTMp 517/1996)
- ”Käyttöönototarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jollei 2 momentissa muuta määrätä. Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja.” (KTMp 517/1996)
- Kiinteistön haltijan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. (KTMp 517/1996)
- Pientaloille ei vaadita sähköturvallisuutta ylläpitävää kunnossapito-ohjelmaa, mutta ohjelman voi korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla. (KTMp 517/1996)

2.3 Määräykset

Yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmiä dokumentoitaessa tulee noudattaa Viestintäviraston määräyksessä 65/2013 M 33–36 § esitettyjä asioita. Pykälässä 34 esitetään vaatimuksia asennusten tarkastuspöytäkirjoista, jotka on luovutettava työn tilaajalle ennen

sisäverkon käyttöönottoa. Pykälässä 35 on lueteltu mitä asioita loppudokumenteista tulee ilmetä. Pykälässä 36 kerrotaan asiakirjojen ylläpidosta, että ne tulee päivittää heti kun on tehty muutoksia sekä asiakirjoja tulee säilyttää niin kauan kuin järjestelmä on käytössä.

2.4 Standardit

Pienjännitesähköasennuksia koskevat SFS-käsikirjat 600-1:2012 ja 600-2:2012 määrittelevät dokumentoinnin vaatimuksia tässä luvussa kerrotuilla asioilla täydentäen sähköturvallisuuslakia ja ministeriöiden määräyksiä.

Sähkölaitteistosta on oltava käytettävissä ajan tasalla olevat piirustukset ja asiakirjat (SFS 6002-4.7:2005).

Standardin luvussa 5 määritellään kappaleessa 514.5 ”Piirustukset” seuraavanlaisia asioita; käytettyjen piirrosmerkkien on oltava standardisarjan SFS-IEC 60617 mukaisia, yleisesti käytettyjä tai muuten yksiselitteisiä. Sähköasennusten dokumentoinnissa on käytettävä standardien SFS-EN 61082 ja SFS-EN 81346 mukaan laadittuja kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista tulee käydä ilmi seuraavat asiat. (SFS 6000-5-51:2012)

- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspiirien sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit), sekä
- tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa.

Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot, siltä osin kuin ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa:

- johtimien tyypit ja poikkipinnat
- virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitteenalennusta koskevien laskelmien tekemiseen (yleensä riittää mitoituksessa käytetyt maksimipituudet)
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat tai asetelut

- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt.

Nämä tiedot pitää olla käytettävissä asennuksen jokaisesta piiristä. Tiedot päivitetään asennuksen jokaisen muutoksen jälkeen. Piirustuksista ja dokumenteista pitää selvittää myös peitossa olevien laitteiden sijainnit. Asennuksen määrittelyssä, rakentamisessa ja kunnossapidossa tarvitaan myös muun tyyppisiä dokumentteja. (SFS 6000-5-51:2012)

3 DOKUMENTOINTI

Tässä luvussa keskitytään erityisesti sähköasennusten loppudokumentointiin eli käyttöpiirustuksiin. Sähköasennusten dokumentointi on hyvin keskeistä sähkötekniisten järjestelmien hahmottelulle, suunnittelulle, asennukselle, käytölle, huoltamiselle ja purkamiselle. Hyvä ajan tasalla oleva dokumentaatio selkeyttää kuvaa järjestelmästä sekä on merkittävässä osassa käyttö- ja kunnossapitotöissä. Esimerkiksi muutoksia tehdessä ammattilaiselta menee vähemmän aikaa, jos dokumenttien pohjalta pystyy ymmärtämään miten järjestelmä on rakennettu ja missä mikäkin sijaitsee. Hyvällä dokumentaatiolla pystytään takaamaan, että asennukset ovat turvallisia ja laadukkaasti suunniteltuja. Tekninen dokumentaatio on merkittävänä osana jo, kun tehdään sopimuksia sähkölaitteistojen rakentamisesta. (SFS-EN 61082-1-4:2006)

Dokumentointi on erityisen tärkeää nykyisin nopeasti kasvavissa rakennusautomaatio- ja valaistuksenohjausjärjestelmissä. Järjestelmiä on monia erilaisia ja ilman dokumentaatiota näihin on hyvin vaikea tehdä muutoksia kenenkään muun kun kyseisen järjestelmän asentajan tai asiantuntijan, on kyse sitten fyysisistä tai ohjelmallisista muutoksista järjestelmässä.

Dokumenteissa esitettävien tietojen tulee olla yksikäsitteisiä ja helposti ymmärrettäviä. Tämä tarkoittaa, että sama informaatio saatetaan esittää eri dokumenteissa käyttäen samaa tai eri dokumenttityyppejä. Informaation on oltava kauttaaltaan yhtenäinen kaikissa esittämispäikoissa. (SFS-EN 61082-1-4:2006)

Jokainen dokumentti on yksilöitävä ainakin yhdellä tunnisteella, jonka on oltava yksikäsitteinen annetussa asiayhteydessä. Koska dokumentti saatetaan yksilöidä yksikäsitteisesti useissa asiayhteyksissä, paikkansa pitävä asiayhteys on selitettävä dokumentissa tai sitä tukevassa dokumentaatiossa. (SFS-EN 61082-1-4:2006)

Jotta dokumentaation osat voidaan asettaa suhteeseen kuvattavaan kohteeseen nähden, voidaan dokumentti varustaa IEC 61355, kohdan 5 mukaisella tunnuksella. Standardi IEC 61355 vaatii kohdetunnuksen ja dokumenttiluokan koodin (DCC) osaksi dokumentin tunnusta. Standardissa IEC 61355 kuvattu kohdetunnus on joko IEC 61346-1 mu-

kainen viitetunnus tai mikä tahansa muu yksikäsitteinen tunniste. (SFS-EN 61082-1-4:2006)

Tunnistamisalue vaaditaan dokumenteille, joiden esittämisessä käytetään piirustusmuotoa. Yksi tunnistamisalue on sijoitettava sivun alareunaan. Alareunaan sijoitettavan tunnistamisalueen sisällä dokumentin tunnistamiseen ja luokitteluun liittyvä informaatio, esim. standardin ISO 7200 mukainen otsikkoalue, on sijoitettava oikealle. (SFS-EN 61082-1-5:2006)

Dokumenttien yhteyteen olisi kuuluttava standardien IEC 82045-1 ja IEC 82045-2 mukainen metadata. Osa tästä datasta esitetään dokumentin tunnistamisalueella. (SFS-EN 61082-1-11:2006)

Kohteen haltijan tulee huolehtia, että käyttökäytännöt pidetään ajan tasalla ja ovat saatavilla kohteen koko elinkaaren ajan, jotta kohteen käyttö, huolto ja kunnossapito on mahdollista ja turvallisesti toteutettavissa. (ST-kortti 13.30, 2009, 6)

Seuraavat asiat tulee käydä ilmi jokaisesta tämän luvun alaluvuissa esitetyissä dokumenttityypissä, ellei ole erikseen muuta mainittu. Tiedot sijaitsevat sähkötekniisissä piirustuksissa yleensä tunnistamisalueella otsikkotaulussa eli nimiössä. Kuvassa 1 on esitetty nimiö asiallisesti täytettynä.

- kohdetiedot
- dokumentin yksilöintitunnus
- mittakaava
- tekijän tiedot (urakoitsija/suunnittelija)
- päiväys, jolloin loppupiirustus on tehty
- loppupiirustus/käyttöpiirustusmerkintä

B	Täydennetty työpiirustukseksi			AL	1.5.2013
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm		
K.osa/Kylä	Kortti./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä	
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS	
ALAKYLÄN KOULU ALAKYLÄNKATU 1 38200 SASTAMALA				TASOPIIRUSTUS 1.kerros osa 1	MK: 1:50
	Pvm	28.2.2013	Työnumero	Piirustusnumero	Muutos
	Piirt.	AL	1307	S0100-1-002-1	B
	Suunn.	AV			
	Tark.	MT	Suunnittelualue	Talo2000 Tekniikkaosa	Tiedosto
	Yht.hlö	AV	SH	23	1307_S0100_1_002_B
Lahti					

KUVA 1. Nimiö esimerkki (ST-kortti 13.29, 2014, 4)

3.1 Piirustusluettelo

Piirustusluettelo on luettelo kohteesta tehdyistä sähköteknisistä dokumenteista. Piirustusluettelo on vapaamuotoinen luettelo, joka laaditaan kohteen laadun ja laajuuden vaatimusten mukaan. Omakotitalon piirustusluettelo voi olla työselityksen liitteenä, mutta isommissa kohteissa suositeltavampaa on tehdä erillinen piirustusluettelo.

Piirustusten numeroinnissa on monenlaista käytäntöä. Tärkeintä numeroinnissa on käyttää jotain loogista nimeämistapaa. Piirustukset voidaan numeroida esimerkiksi siten, että eri piirustusryhmät (tasopiirroksot, kaaviot, luettelot jne.) muodostavat oman, peräkkäisesti numeroidun piirustusryhmän. Suositeltavaa on tehdä piirustusluettelo ST-kortissa 13.29 annettujen ohjeiden mukaisesti. Kuvassa 2 on esimerkki piirustusten numeroimisesta ja tiedostonimien käytöstä piirustusluettelossa.

Piirustusnumero	Sisältö	Tiedoston nimi
1118- H001	PIIRUSTUSLUETTELO	H001
1118-H002	ASEMAPIIRUSTUS	H002
1118-H100	SÄHKÖRYHMITYS, KELLARI	H100
1118-H101	SÄHKÖRYHMITYS, 1 KRS	H101
1118-H102	SÄHKÖRYHMITYS, 2 KRS	H102
1118-H250	MAADOITUSKAAVIO	H250
1118-H301	PÄÄ-/MITTAUSKESUS, PK	H301
1118-H305	OHJAUS-/PIIRIKAAVIO	H305
1118-J101	TELE-/LAAJAKAISTA	J101
1118-J201	TV- JÄRJESTELMÄ	J201
1118-J221	ÄÄNENTOISTO-	J221
1118-J350	TELE-/OHJAUSKAAVIOT	J350
1118-J431	TURVAJÄRJESTELMÄ	J431
1118-J461	PALOILMAISIMET	J461

KUVA 2. Piirustusluettelon osa (Kohde H, dokumentointi)

Piirustusluettelosta tulee selvitä vähintään se, mitä kohdetta ko. luettelo koskee, työselityksen ja piirustusten laadinnan päivämäärä, piirustuksen nimi ja numero sekä mahdollinen muutospäivämäärä. Tarvittaessa siihen voidaan lisätä piirustuksen koko, mittakaava, muutospäivämäärä kirjaintunnuksineen, piirustusten arkistointipaikka ja mahdollinen ATK-tunnistuskoodi. (ST-kortti 3L-2, 1995)

Loppupiirustusluettelossa luetteloidaan kaikki sähköpiirustussarjaan kuuluvat piirustukset. Luetteloista tulee ilmetä piirustusten yksilöintitiedot:

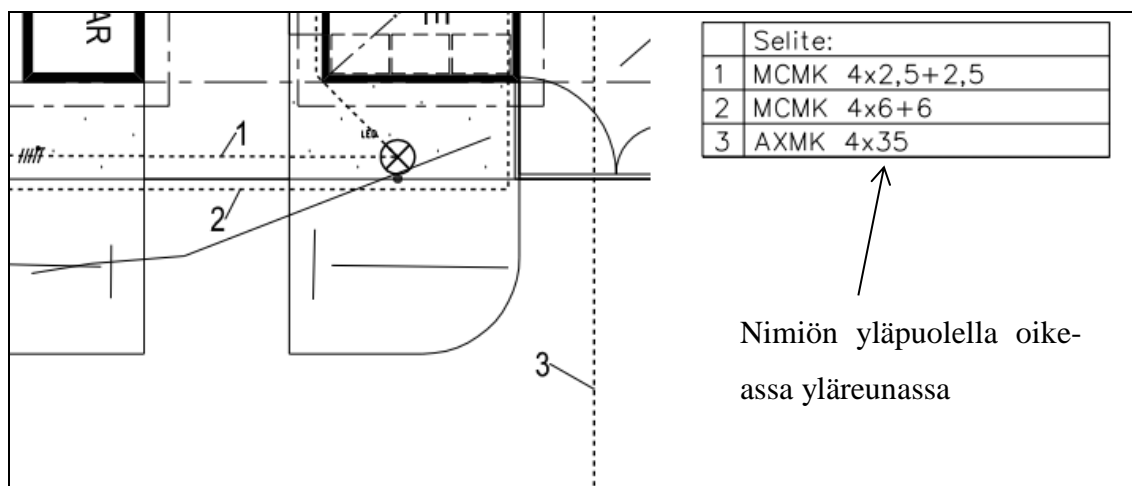
- työn numero
- piirustuksen nimi
- mittakaava, jos on
- loppupiirustuspäiväys
- lehtien lukumäärä, jos piirustuksessa on useampia lehtiä.
- Erityisesti on huomioitava, että piirustusluettelossa on samat numerot ja päiväkset kuin vastaavissa piirustuksissa.

Luettelon suositeltava tulostuskoko on A4. Piirustusluettelon tulee olla päällimmäisenä paperina piirustusnipussa. (ST-kortti 3L-2, 1995)

3.2 Asemapiirustus

Asemapiirustuksessa esitetään kaikki eri sähköisten järjestelmien maahan asennettavat liittymiskaapelit, maadoituselektrodin ja mahdollisesti pihapiirissä olevien muiden maakaapelointien asennusreitit sekä kaapeleiden tyypit. Jos kaapeleita on asennettuna putkiin tai tehty varauksia myöhempää käyttöä varten, myös putkien asennusreitit ja tyypit tulisi selvittää piirustuksesta. Kaapeleiden ja asennusputkien tarkat sijainnit ovat tärkeitä, jos pihapiiriin tehdään muutostöitä tai joku kaapeli esimerkiksi jostain syystä vioittuu. (ST-kortti 1T-9, 1995)

Kaapeleiden ja putkien tyypit ja niiden pituudet sekä mahdolliset muut kaapeleiden mekaaniset suojaukset on hyvä ilmoittaa esimerkiksi kuvan oikeassa yläreunassa nimiön yläpuolella. Piirustukseen kaapelit ja putket voidaan merkitä esimerkiksi viitemerkinnällä käyttäen numeroita tai kirjaimia. (kuva 3)



KUVA 3. Esimerkki selitteiden käyttämisestä asemapiirustuksessa

Piirustuksessa esitetään lisäksi:

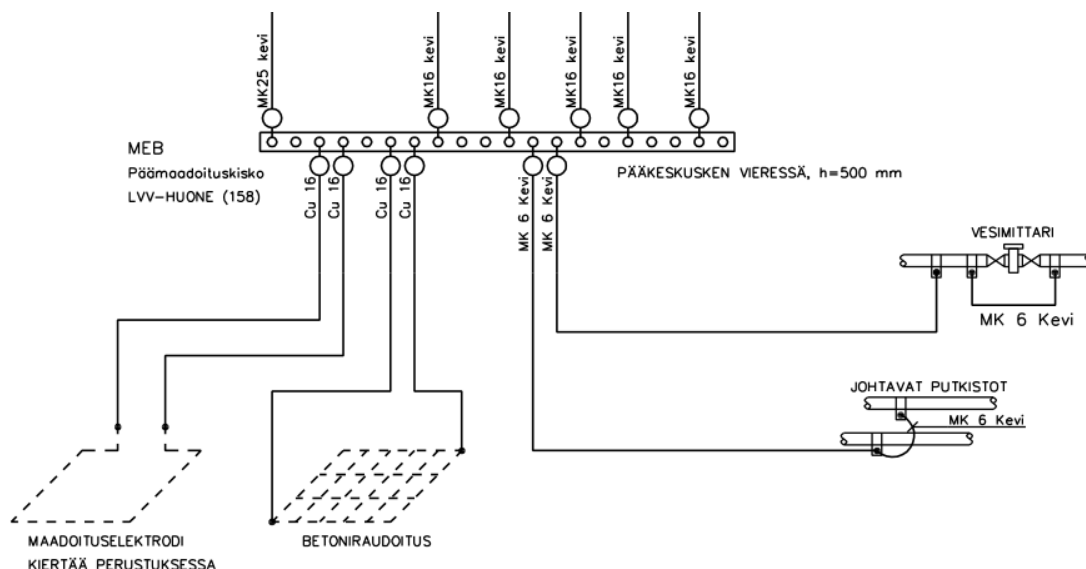
- autolämmituspistorasiapylväät
- ulkovalaisimet
- rakennuksen ulkoseinillä olevat valaisimet
- keskusten sijainnit

Valaisimien yhteyden merkitään myös valaisinpositio. Valaistuksen ohjaukset voisi myös esittää kuvassa vaikka sanallisesti, jos ei muuten onnistu järkevästi.

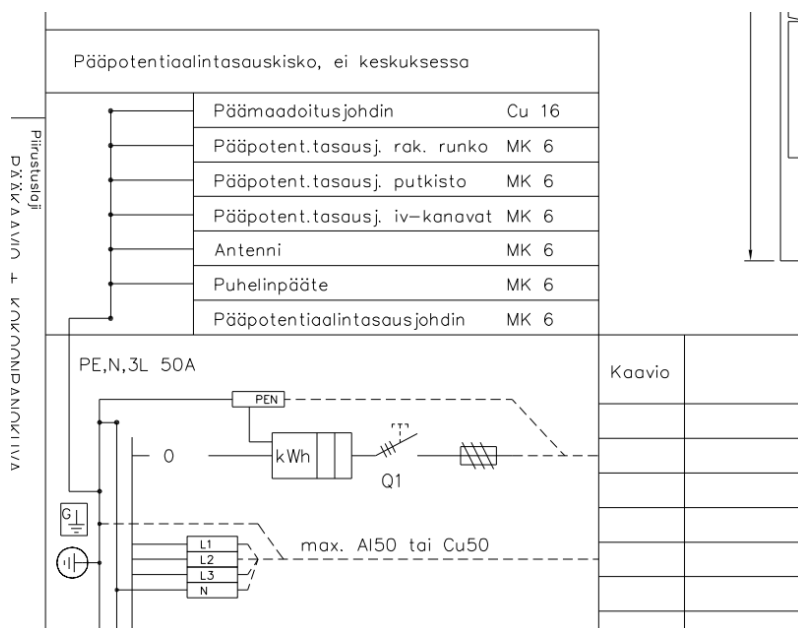
Dokumentin sopiva tulostuskoko on A3 tai A2. Piirustus tulostetaan mittakaavassa 1:200...1:500 riippuen tontin koosta. (ST-kortti 3L-12, 1995)

3.3 Maadoituskaavio

Maadoituskaavioon kuuluu merkitä kaikki kiinteistön johtavat osat ja laitteet, jotka maadoitetaan. Kaaviota voidaan täydentää mitoitusperiaatteiden selityksillä. Kaaviossa esitetään seuraavia asioita: maadoituskisko, maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimet, johtimien poikkipinta-alat ja tyypit, maadoituspisteet, kuluttajamaadoitus, kiinteistön-sähköverkon käyttömaadoitus ja maadoituselektrodi. Lisäksi päämaadoituskiskon sijaintia tulee selvittää piirustuksesta. Yksinkertaisessa kohteessa esimerkiksi pientalossa maadoituskaavio voidaan korvata esittämällä edellä mainitut tiedot keskuskaaviossa ja tasopiirustuksissa (Vuorenmaa 2011, 17). Kuvassa 5 on esitetty esimerkki maadoituskaavion tietojen esittämisestä keskuskaaviossa. Tämän lisäksi päämaadoituskiskon sijainti tulisi esittää tasopiirustuksessa. Alla olevassa kuva 4 on esitetty esimerkki maadoituskaaviosta. Maadoituskaavio ei näy kuvassa kokonaan.



KUVA 4. Maadoituskaavioesimerkki liiketilasta.

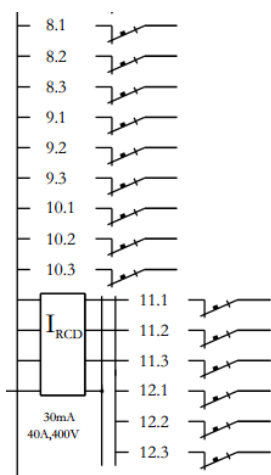


KUVA 5. Esimerkki maadoituskaavion tiedoista esitettynä keskuskaaviossa.

Dokumentin sopiva tulostuskoko on A4 tai A3. Piirustus on kaaviollinen ilman mittakaavaa. (ST-kortti 3L-23, 1995)

3.4 Tasopiirustus

Tasopiirustuksessa esitetään kaikki eri sähköjärjestelmien pisteiden sijoittelut rakennuksessa. Tarvittaessa pisteen paikkaa voidaan tarkentaa mittaviivoin tai viitetekstien avulla esimerkiksi poikkeavasta asennuskorkeudesta tai valaisimien tarkasta sijainnista kertoen. Piirustukseen piirretään myös ryhmäjohtotukset sekä esitetään miten ja mihin johdot asennetaan. Johdotuksista tulee käydä ilmi asennustapa sekä johtimien lukumäärä. Eri järjestelmien johdotukset olisi suositeltavaa piirtää omiin tasopiirustuksiinsa, jotta piirustus olisi mahdollisimman selkeä. Jos tasopiirustuksesta ei käy selvästi ilmi mihin johto asennetaan, niin se tulee käydä ilmi sähkötyöselostuksesta. Valaisimiin sekä kytkimiin merkitään kytkentäryhmät, joista selviää niiden välinen yhteys. Valaisimiin merkitään lisäksi tiedossa olevien valaisimen positionumero. Kuva 6 on esimerkki siitä, mitä asioita tasopiirustuksessa tulee esittää.



L1	Kiuas	B16	MMJ 5x2,5 S
L2	Kiuas	B16	MMJ 5x2,5 S
L3	Kiuas	B16	MMJ 5x2,5 S
L1	Astianpesukone	B16	MMJ 3x2,5 S
L2	Pyykinpesukone / kuivausrumpu	B16	MMJ 3x2,5 S
L3	Keskuspölynimuri	B16	MMJ 3x2,5 S
L1	Poistoilmalämpöpumppu	C16	MMJ 5x2,5 S
L2	Poistoilmalämpöpumppu	C16	MMJ 5x2,5 S
L3	Poistoilmalämpöpumppu	C16	MMJ 5x2,5 S
L1	Keittiön tasopistorasiat	C16	MMJ 3x2,5 S
L2	Kodinhoituhuone tasopistorasiat	C16	MMJ 3x2,5 S
L3	Ulkopistorasiat	C16	MMJ 3x2,5 S
L1	Eteinen & WC pistorasiat	C10	MMJ 3x1,5 S
L2	Olohuone pistorasiat	C10	MMJ 3x1,5 S
L3	Oleskelutila & pukuh. pistorasiat	C10	MMJ 3x1,5 S

KUVA 7. Keskuskaavio esimerkki (Kohde A dokumentointi)

Keskuskaavioiden ryhmämerkintöjen tulee täsmätä tasopiirustuksissa oleviin merkin­ töihin. Keskuskaaviosta tulee käydä myös ryhmän numero, tarkentava nimi, johtolaji, johdinpoikkipinta-ala, ryhmän suojalaitteen tiedot sekä yksittäisten laitteiden tehot. Ku­ vassa 7 on esitetty asioita, mitä keskuskaaviossa pitäisi näkyä.

Piirustuksen ei tarvitse olla mittakaavassa. Piirustuksen koko on yleismerkkejä käyttäen A3, mutta se voidaan hyvin pienentää A4-kokoon luettavuuden sanottavasti kärsimättä. A4-kokoa on huomattavasti helpompi käsitellä. (ST-kortti 1L-25, 1995)

3.6 Piirikaaviot

Piirikaavioiden yleisin esitysmuoto on vapaa esitystapa. Vapaassa esitystavassa pää- ja ohjausvirtapiiri on piirretty erilleen toisistaan, jolloin esitys on yleensä havainnollistava ja helppo tulkita. Piirikaavioissa on tärkeää käyttää liitin- ja kojetunnuksia siinä esiinty­ vissä kojeissa ja niiden liittimissä (kuva 8). Monimutkaisemmissa järjestelmissä on syy­ tä käyttää ristiviittauksia, jotta dokumenttien ymmärtäminen olisi nopeampaa ja hel­ pompaa. Kaikki kaavioihin piirrettävät koskettimet piirretään ns. lepotilaan.

3.7 Luettelot

Luettelo on yleensä taulukkomuotoinen esitys niistä kojeista ja laitteista, jotka rakennukseen asennetaan ja jotka tarvitsevat sähköä toimiakseen. Pientaloissa tarvitaan yleensä vähintään valaisinluettelo kohteeseen asennetuista valaisimista.

Taulukoissa esitetään laitteen tyyppi, valmistaja, malli, teho, sulakekoko, liitântätapa, asennustapa, kappalemäärä joko tila- tai piirustuskohtaisesti ja kuka hankkii ja asentaa ko. laitteen. Jos hankinta- ja asennusvastuu ei selviä luettelosta, niin sen täytyy selvitä työselityksestä.

Valaisinluettelossa esitetään myös valaisinpositio, sähkönumero, valaisimen lampun kanta sekä tarkemmat tiedot lampusta, esimerkiksi loisteputkesta ”18 W/830”. Luetteloon on hyvä lisätä myös valaisimien mahdollisesti kuuluvat lisälaitteet, esimerkiksi muuntajat ja niiden tiedot. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki valaisinluettelon sisällöstä.

Positio	Valmistaja	Tyyppi	Kpl	Sähkönumero	Teho	Lampun kanta	Kotelointiluokka	Ketjutettava	Hankkii
1	Alpilux	Aluno ALRD375TC218EL	21	4160453	2x18 W/830	2G11	IP54	x	SU
2	Alpilux	Aluno AL375TCL218EL	50	4160736	2x18 W/830	2G11	IP54	x	SU
3	Alpilux	Aluno ALR375TC218EL	21	4160452	2x18 W/830	2G11	IP54	x	SU
4	Alpilux	Monix Slim AMSR235K-N	1	4290245	2x35 W/830	T5/G5	IP44	x	SU
5	Alpilux	Monix Slim AMS235K-N	21	4265314	2x35 W/830	T5/G5	IP44	x	SU
6	Ensto	AVR66.1121L	1	4117222	1x12 W/4000K	Led-moduuli	IP44	x	SU
8	Alpilux	IG 44 IG44236KH2-N	10	4360672	2x36 W/830	T8/G13	IP44	x	SU
9	Alpilux	Aluno ALR375275XFCY	10	4103005	2x18 W/830	2G11	IP54	x	SU
10	Alpilux	Ami AL12221	3	4103176	21 W/830	T5/G5	IP21	x	SU
11	Alpilux	Titan AT100218VEL	15	4103008	2x18 W/830	2G11	IP44	x	SU
14	Ensto	AVR 51.11L Num.valaisin	1	4117055	1 W/4000K	Led-moduuli	IP65		SU
15	Alpilux	Plurio R LED	27	4560607	40 W/3500K	Led-moduuli	IP66	x	SU

KUVA 9. Valaisinluetteloerimerkki liiketilasta

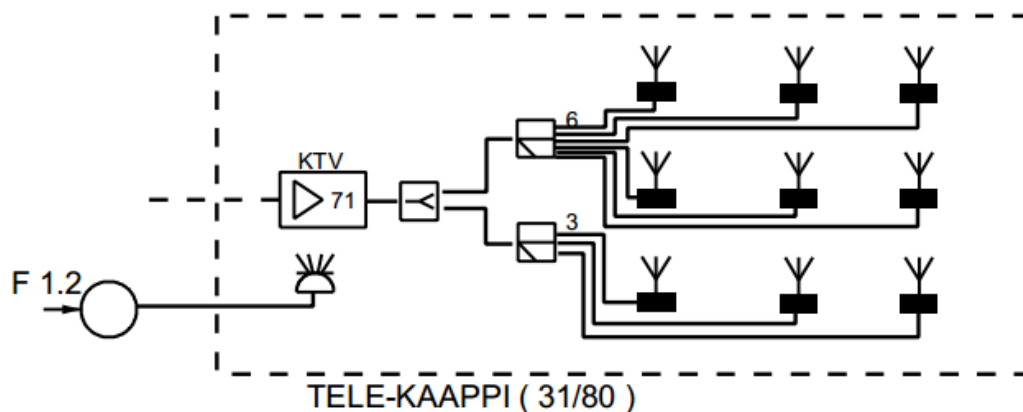
Taulukot voi tehdä tekstinkäsittelyohjelmalla tai suoraan CAD-ohjelmalla, jolloin voidaan mahdollisesti saada tehtyä taulukko suoraan tietokantojen perusteella pohjapiirustuksen tiedoista. Luetteloiden ja taulukoiden sopiva koko on A4 tai A3.

3.8 Järjestelmäkaaviot

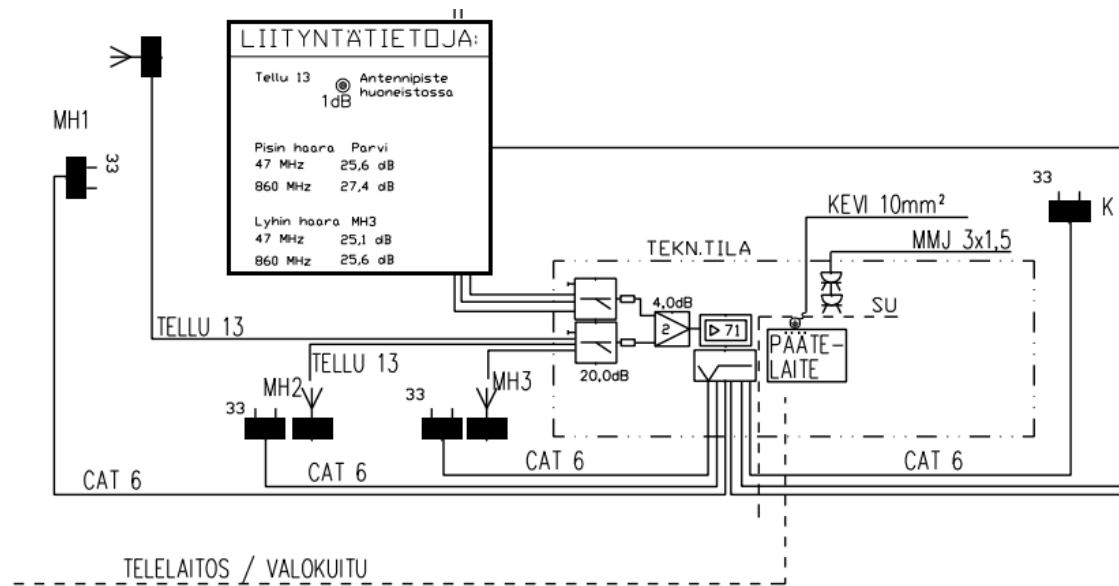
Tietoteknisten järjestelmien toteuttamisen ja toiminnan ymmärtämisen vuoksi niiden toiminnan yksiselitteinen kuvaaminen on järjestelmien käytön ja ylläpidon kannalta tärkeää. Järjestelmäkaavio yhdessä toimintakuvausten sekä näitä tukevien laite- ja kom-

ponenttiluetteloiden kanssa on välttämätön dokumentti järjestelmän toiminnan kuvaamiseksi. (ST-kortti 13.30, 2009, 5)

Paloilmoitinjärjestelmän dokumentoinnista ja laadittavista asiakirjoista on annettu ohjeita esimerkiksi ST-kortissa 662.10 ja ST-käsikirjassa 10 ”Paloilmoitinjärjestelmä”. (ST-kortti 13.30, 2009, 5). Antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmistä tulee esittää Viestintäviraston määräyksessä 65/2013 M vaaditut asiat. Muiden järjestelmien osalta tulee kaaviot tehdä kyseisten järjestelmien dokumentointivaatimusten mukaisesti. Kuvassa 11 on esitetty yhdistetty yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmäkaavio. Kaavio pysyy helposti luettavana, vaikka kaksi järjestelmää on samassa kaaviossa. ”Liityntätietoja” -laatikko on todellisuudessa piirustuksen ylänurkassa, mutta on lisätty tähän kuvaan kertomaan, mitä kaikkea järjestelmäkaaviosta pitäisi saada selville. Kuvassa 10 esitetään toisenlainen esimerkki antennijärjestelmän yleiskaaviosta.



KUVA 10. Antennijärjestelmän yleiskaavio (Kohde H dokumentointi)



KUVA 11. Yhdistetty yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmäkaavio (Kohde K dokumentointi)

Järjestelmäkaavioissa esitetään yleisiä piirrosmerkkejä käyttäen järjestelmän tarvitsemat johdot, laitteet ja tarvittaessa tarkentavia selityksiä. Dokumentoinnin sopiva koko on A4 tai A3.

3.9 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Uuden asennuksen valmistuttua on tehtävä käyttöönottotarkastuspöytäkirja silloin, kun pöytäkirjan tekoa vaaditaan säädöksissä (ks. KTMp 517/1996), tai sen tekemistä edellytetään muuten. Pöytäkirjan pitää sisältää asennuksen yksityiskohtainen määrittely ja tulokset tarkastuksista ja testauksista. (SFS 6000-6-61:2012)

Dokumentointiin voidaan käyttää standardin SFS 6000-6:2012 liitteen 6H mukaista esimerkkilomaketta, ST-kortiston käyttöönottotarkastuspöytäkirjapohjaa tai jotain muuta vastaavat tiedot sisältävää lomaketta. Tarkastuksen tekijä allekirjoittaa tai vahvistaa muuten oikeaksi käyttöönottotarkastuspöytäkirjan. Asennuksen turvallisuudesta, rakentamisesta ja tarkastamisesta vastaavan henkilön tai henkilöiden on annettava työn tilaajalle käyttöönottotarkastuspöytäkirja, joka kattaa heidän toiminta-alueensa. Pöytäkirjaan pitää sisältyä kohdassa SFS 6000-6-61.4.3 määritellyt tiedot. (SFS 6000-6-61:2012)

3.10 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen tulee olla sellainen, että sen avulla kyetään käynnistämään kiinteistönhoito- ja huolto sekä kiinteistön kunnossapito. Vastuu käyttö- ja huolto-ohjeen asianmukaisesta sisällöstä kuuluu rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Rakennusvalvontaviranomaisen tulee loppukatselmuksessa tarkistaa, että rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on asianmukaisesti laadittu. (ST-kortti 96.66, 2000)

Käyttö- ja huolto-ohje pitää sisällään muun muassa seuraavia asioita sähköteknisistä järjestelmistä:

1. tiedot suunnittelijoista, rakentajista, työnjohtajista, viranomaisista ja urakoitsijoista
2. tiedot sähköteknisistä järjestelmistä
3. huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet sekä ohjeet niiden suorittamiseen (järjestelmien tavoitteelliset käyttöiät, kunnossapitosuunnitelmat)
6. huoltopäiväkirja ja korjausmuistio
7. kulutusseuranta (sähkö, vesi, lämpö)
8. ohjeet poikkeus- ja häiriötilanteessa
9. energiatodistus
10. sähköpiirustukset
12. paikantamispiirrokset
13. Koneiden ja laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet, rahtikirjat, ym.
(Opas rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laadinnasta. 2013)

Sähkötyöselostuksesta on liitettävä käyttödokumentteihin vähintään osuudet, joita tarvitaan laitteiston käytössä, hoidossa ja kunnossapidossa. (ST-kortti 13.30, 2009, 6)

4 PIENTALOKOHTTEET

Tässä työssä keskitytään kohteiden sähkötekniisiin dokumentteihin. Kohteiden dokumentteja kerättiin syksyllä 2013 projektiryhmän toimesta. Suurin osa dokumenteista saatiin sähköisessä muodossa, joka oli toivottavaakin niiden käsittelyn ja analysoinnin kannalta.

Työssä mukana olevat kohteet on nimetty periaatteella, josta minkään kohteen alkuperää ei pysty selvittämään. Selvityksen aineistona olevien dokumenttien kerääminen on tehty niin, että kunkin kohteen projektin vastuuhenkilö/vastuuhenkilöt vierailivat kyseisessä kohteessa ja asukkailta pyydettiin tarvittavia dokumentteja.

Projektin käyttöön saadut dokumentit eivät välttämättä ole kaikki mitä asukkaat ovat saaneet suunnittelijoilta ja urakoitsijoilta, mutta kuitenkin kaikki mitä asukkailta on saatu projektia varten eli varmasti kaikki mitä on ollut löydettävissä.

Kohteiden tuloksissa on kerrottu, jos dokumentit ovat jollain tavalla merkitty loppukuviksi. Muista dokumenteista ei ole tietoa, ovatko ne alkuperäisiä suunnitelmakuvia vai puutteellisesti päivitettyjä loppukuvia.

Taulukoissa on ”-” -merkintä, jos dokumentti ei sisälly kohteeseen. Esimerkiksi joissakin kohteissa on vain pääkeskus, jolloin ryhmäkeskuksen kohdalla taulukossa on käytetty edellä esitettyä merkintää. Taulukoissa dokumentin merkintä tulee ”OK” -kohtaan, jos dokumentti on loppukuva ja siinä on enintään muutama puute havaittavissa. Kohtaan ”Puuttellinen” -tulee merkintä, jos dokumentti ei ole loppukuvaksi tunnistettava ja sisältää puutteita. Puutteista on kerrottu lisää ”Huom” -sarakkeessa, sekä taulukon jälkeen edellä mainitun sarakkeen viitteen kohdalla. Dokumenttien puutteista on kuvia, jotka antavat konkreettista esimerkkiä puutteista.

Taulukossa luetelluista dokumenteista yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmien järjestelmäkaaviot eivät olleet pakollisia kohteiden rakentamisen aikana Viestintäviraston määräyksen 25 E/2008 M mukaisesti. Muut kohdalla tarkoitetaan muita mahdollisia järjestelmiä, joita rakennuksessa on. Mahdollisia järjestelmiä on tarkennettu ”Huom” -sarakkeessa.

4.1 Kohde A

Kohde A on 150 m² puurakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on pois-toilmalämpöpumppu ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi energialähteenä aurinkopaneelit- ja keräimet.

TAULUKKO 1. Kohteen A dokumentit

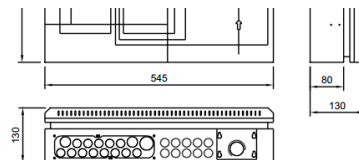
Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio	-	-	-	Esitetty keskuskaaviossa
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	-	-	-	-
– Pääkeskus			X	A1
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut		X		Talomat-järjestelmä
Valaisinluettelo			X	A2
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

Selitykset:

A1: Potentiaalintasausjohtimien poikkipinta-alat puuttuvat. (kuva 12)

A2: Valaisinluettelossa/tasopiirustuksessa ei ole käytetty valaisinpositioita.

VAKIOKESKUKSEEN ON TEHTY MUUTOKSIA:
RYHMIEN 6 JA 15 JOHDONSUOJAKYTKIMET
ON VAIHDETTU KESKENÄÄN!



Mittauskuskuks johdonsuoja-automaateilla ja vikavirtasuojakytkimillä. Pinta- ja uppoasennukseen. Ovi vakiona

Päipotentiaalintasauskisko, ei keskuksessa	Kaavio	Nimitys	A/A	Laji	mm ²
		Päämaadoitusjohdin		Cu 16	
		Pääpotent.tasausjohdin, rak. runko		MK	
		Pääpotent.tasausjohdin, putkisto		MK	
		Pääpotent.tasausjohdin, iv-kanavat		MK	
		Antenni		MK	
		Pubelinpäite		MK	
		Pääpotentiaalintasausjohdin		MK	

PE,N,3L 50A

KUVA 12. Keskuskaavion osa (Kohde A dokumentointi)

Tämän kohteen tasopiirustukset ovat hyvin tehty ja esitystapa on selkeä. Kohteessa oli toteutettu valaistuksen ohjaus ja tehonsyöttö 12 V jännitteellä ja tästä oli piirretty tasopiirustus erikseen. Kaikista johdotuskuvista nimiöt on kuitenkin täytetty puutteellisesti ja yhdessä sitä ei ole lainkaan.

Keskuskaavio on tehty hyvin, siihen on myös merkitty vakiokeskukseen tehty muutosjohdonsuojakatkaisimien sijoituksesta (kuva 12). Keskuskaaviosta puuttuvat kuitenkin liittymisjohdon ja potentiaalintasausjohtimien tiedot. Kohteessa on Talomat-järjestelmä, josta ei ole muuta dokumentaatiota kuin tasopiirustus. Järjestelmään sisältyy ainakin kohteen valaistus ja paloilmaisimet.

Dokumentit olivat lähes kaikki pdf- ja dwg-muodoissa. Piirustuksista ei käy ilmi, ovatko ne loppupiirustuksia.

4.2 Kohde B

Kohde B on 215 m² puurakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on maalämpöpumppu ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi 6 kW sähkökäyttöinen lämmitin ilmanvaihtokoneen ilman esilämmitykseen.

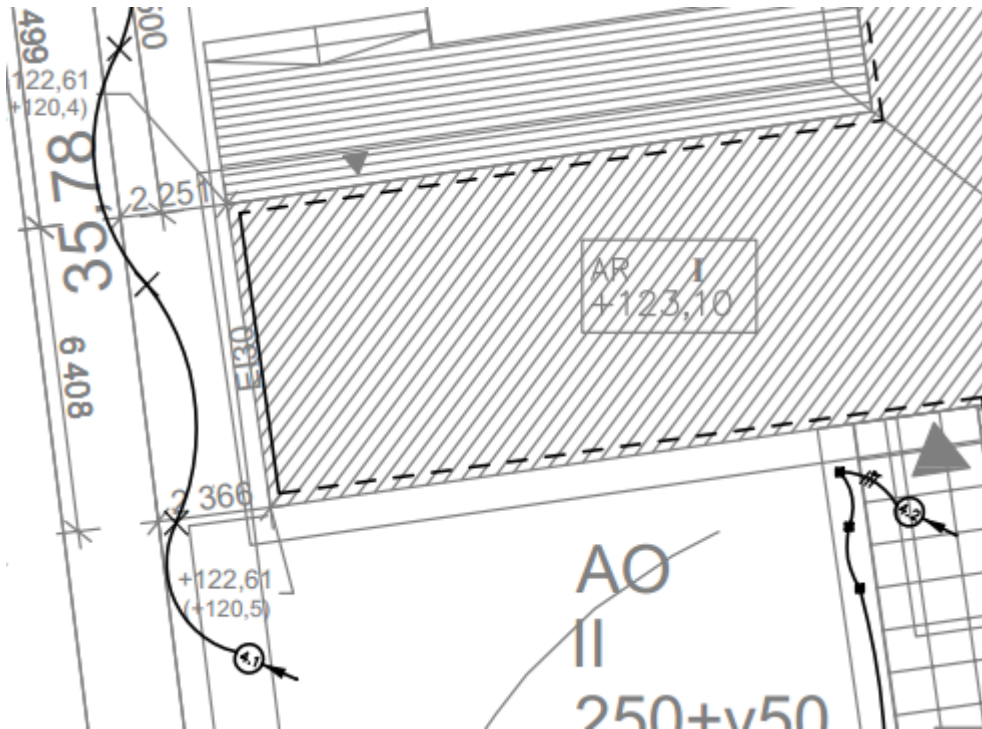
TAULUKKO 2. Kohteen B dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio			X	
Asemapiirustus			X	B1
Tasopiirustus			X	B2
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus			X	
– Pääkeskus			X	B3
Piirikaaviot			X	
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut			X	Beckhoff -järjestelmä
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

B1: Valaisinpositiot puuttuvat (kuva 13), ei ”loppupiirustus” -merkintää

B2: Valaisinpositioita puuttuu, kytkentäryhmiä merkitsemättä

B3: Nimiö täyttämättä, liittymiskaapelin tiedot puuttuvat



KUVA 13. Kuvakaappaus asemapiirustuksesta (Kohde B dokumentointi)

Kaikki dokumentit ovat pdf- ja drw- ja dwg-muodoissa. Loppupiirustus-merkintää ei löydy mistään. Dokumentit vaikuttavat alkuperäisiltä suunnitelmilta.

Piirustukset on piirretty selkeästi ja tiedostojen nimeäminen on tehty melko hyvin. Tasopiirustusten CAD-kuvista puuttuu viitekuva, joten kuvasta näkyy vaan pistesijoittelu ja johdotukset. Kun tasopiirustukseen liittyy saatavilla olevan pohjapiirustuksen, niin kuvat eivät sovi yhteen vaan tulee jonkun verran vääristymää. Pääjohto- ja maadoituskaavio on hyvä. Automaatiojärjestelmän piirikaavioista puuttuu järjestelmän ryhmänumerot, suojalaitteet, jännitetasot sekä osasta väylämerkinnät.

4.3 Kohde C

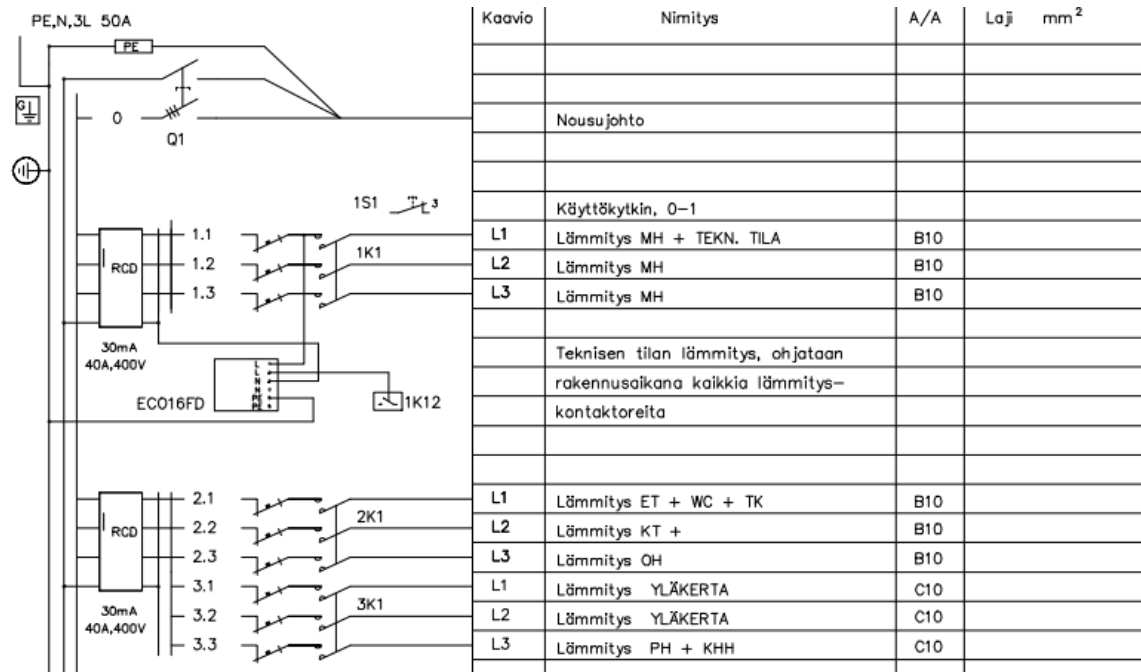
Kohde C on 136 m² puurakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on suora sähkölämmitys ja lämmönjakotapana lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi ilmanvaihtojärjestelmään integroitu ilmalämpöpumppu ja varaava takka.

TAULUKKO 3. Kohteen C dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus	X			C1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	X			C2
– Pääkeskus		X		
Piirikaaviot	X			
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut		X		
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

C1: Osa tasopiirustuksen johdotuksista on piirretty hieman sekavasti.

C2: Johdotustiedot puuttuvat (kuva 14), nimiö täytetty puutteellisesti.



KUVA 14. Kuvakaappaus ryhmäkeskuksen keskuskaaviosta (Kohde C dokumentointi)

Dokumenttien tiedostonimistä löytyy kaikista ”loppukuva” -merkintä. Loppupiirustusmerkintä pitäisi näkyä myös piirustuksessa, jotta mahdollisista paperidokumenteistakin tietäisi, että kyseessä on loppupiirustus.

4.4 Kohde D

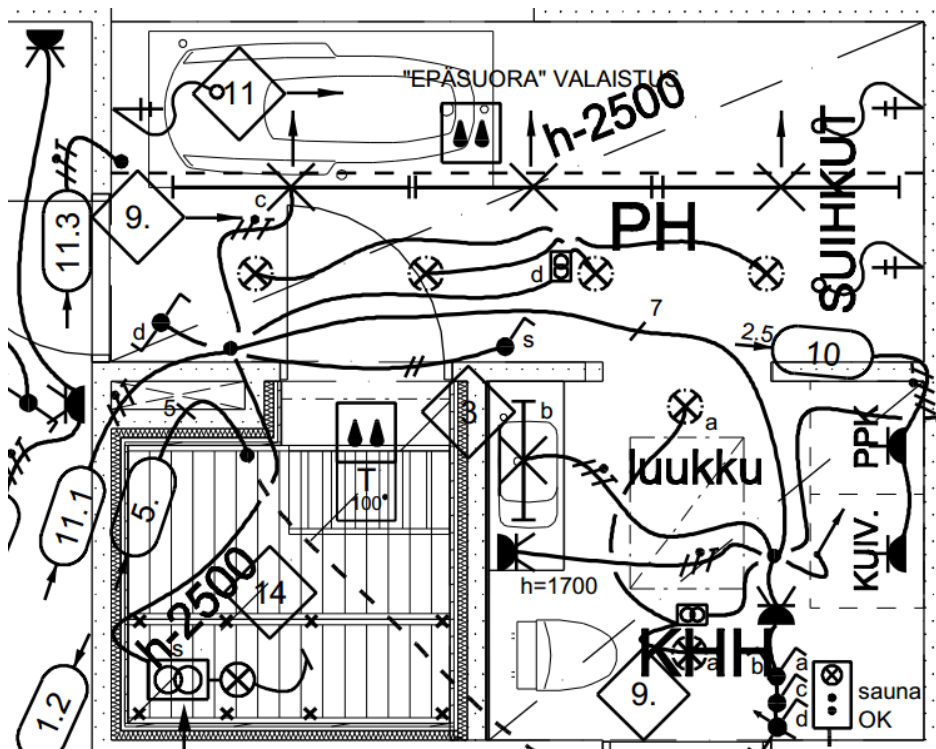
Kohde D on 147 m² Siporex-harkko-rakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on kaukolämpö ja lämmönjakotapana on vesikiertoinen lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi takka.

TAULUKKO 4. Kohteen D dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	D1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus		X		
– Pääkeskus		X		
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				

- Yleiskaapelointi		X		
- Antenni		X		
- Muut		X		
Valaisinluettelo			X	
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

D1: Osa johdotuksista on piirretty epäsiististi, valaisinpositioita merkitty epäselvästi.
(kuva 15)



KUVA 15. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde D dokumentointi)

Tämän kohteen kaikki dokumentit olivat paperiversioina. Taulukossa lueteltujen dokumenttien lisäksi kohteesta on piirustusluettelo ja rännilämmityspiirustus. Dokumentit ovat melko hyviä ja selkeitä. Dokumentit eivät ole loppukuvia.

4.5 Kohde E

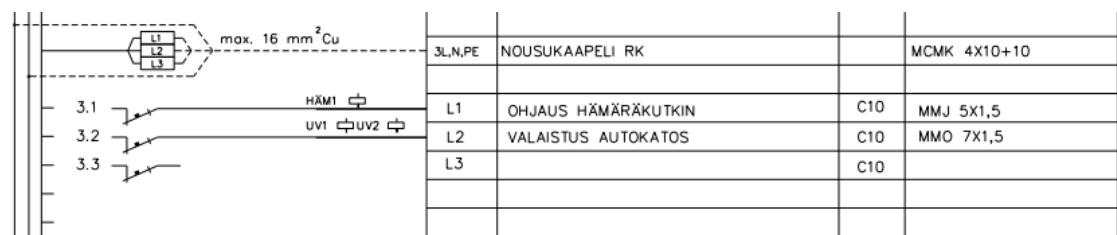
Kohde E on 119 m² puurakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on suora sähkölämmitys ja lämmönjakotapana lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi ilmalämpöpumppu ja injektiotakka.

TAULUKKO 5. Kohteen E dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus	X			
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus	X			E1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	X			
– Pääkeskus	X			E2
Piirikaaviot	X			
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut		X		
Valaisinluettelo	X			
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

E1: Ryhmäkeskus on nimetty tasokuvaan PK-merkinnällä.

E2: Asennusvirhe, valaistuksen tehonsyöttöön on käytetty ohjauksikaapelia. (kuva 16)



KUVA 16. Kuvakaappaus pääkeskuksen keskuskaaviosta (Kohde E dokumentointi)

Kohteen tasopiirustukset ovat hyvät ja loppupiirustus-merkintä on esitetty piirustuksissa. ATK-, antenni-, lämmitys- ja paloilmainsinjärjestelmistä on omat tasopiirustuksensa. Loppupiirustukset ovat ainoastaan pdf-muodossa. Alkuperäiset kuvat löytyvät pdf- ja cad-dokumentteina.

Kohteen mittaus- ja ryhmäkeskuksen keskuskaaviot ja piirikaaviot ovat hyvät. Lisäksi kohteesta löytyy keskuskaavio yleiskaapeloinnin osalta, piirustusluettelo ja määräluettelo, jossa kalusteet lajiteltuna. Kohteen valaistuksen ohjausjärjestelmästä ei ole mitään dokumentteja. Kohteen valaistuksesta on tehty valaistussuunnitelmat DIALuxilla.

4.6 Kohde F

Kohde F on 173 m² puurakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on maalämmönsiirrin ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi lämmitysjärjestelmään integroituvat takka, kiuas ja aurinkokeräimet.

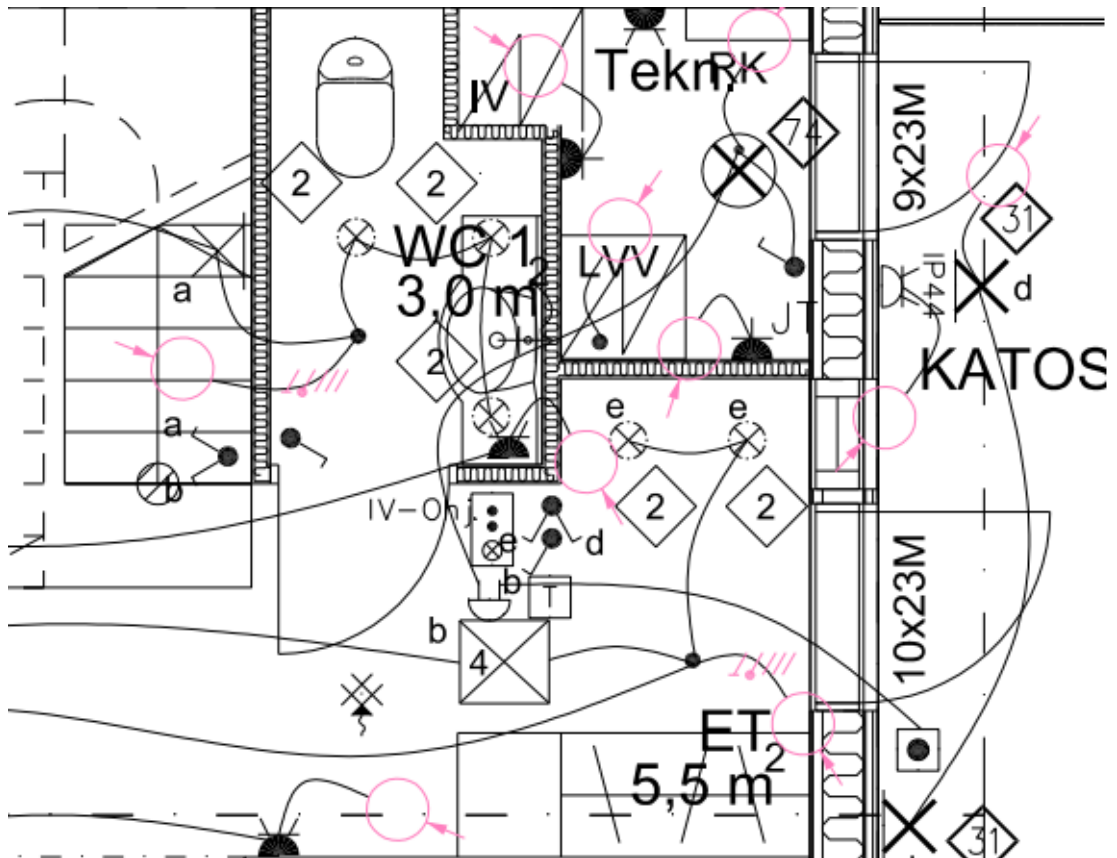
TAULUKKO 6. Kohteen F dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	F1, F2
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus		X		
– Pääkeskus		X		
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut		X		
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	X			F3
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

F1: Nimiöt puuttuvat ja sähköjakelujärjestelmän tasopiirustuksista puuttuu ryhmämerkinnät. (kuva 17)

F2: EBTS-järjestelmän tasopiirustuksesta puuttuvat lähes kaikki johdotukset ja nimiö.

F3: Vikavirtasuojakytkimien mittaustuloksiin ei ole merkitty ryhmä numeroita, joihin vikavirtasuojat kuuluvat.



KUVA 17. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde F dokumentointi)

Kohteen valaistussuunnitelma on tehty DIALuxilla ja on dlx-muodossa. Muut dokumentit ovat pdf-muodossa eikä niissä ole loppupiirustus-merkintöjä.

4.7 Kohde G

Kohde G on 242 m² kivirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on takka ja lämmönjakotapana ilmakiertoinen lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi aurinkokeräimet.

TAULUKKO 7. Kohteen G dokumentit

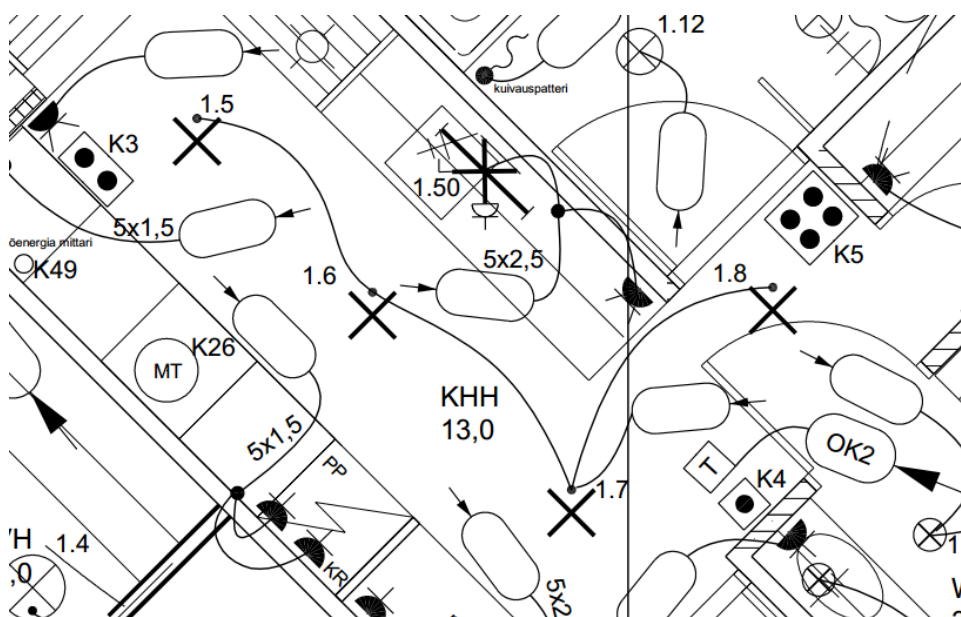
Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio	-	-	-	Tiedot keskuskaaviossa
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	G1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus			X	G2

– Pääkeskus			X	G3
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut		X		
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

G1: Ryhmänumerot, valaisinpositiot ja nimiöt puuttuvat loppukuvista, mutta muuten kuvat ovat selkeitä. (kuva 18)

G2: Ryhmäjohtojen lajit ja poikkipinta-alat puuttuvat, potentiaalintasausjohtimien poikkipinta-alat puuttuvat.

G3: Ryhmäjohtojen lajit ja poikkipinta-alat puuttuvat.



KUVA 18. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde G dokumentointi)

Molemmista keskuskaavioista puuttuvat kaikki johtolaji- ja poikkipinta-alatiedot. Nimiöt on täytetty puutteellisesti. Piirikaavioita kohteen automaatiojärjestelmästä ei ole. IT-keskusosasta keskusosan dokumentista käy selville yleiskaapelointirasioiden kaapelointi.

Tasopiirustukset ja IT-keskusosan kaavio ovat kansiossa, joka on merkitty loppukuva-kansioksi. Itse piirustuksissa ei ole loppupiirustusmerkintää eikä mitään päivämäärää.

4.8 Kohde H

Kohde H on 390 m² kivirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on maalämpöpumppu ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys.

TAULUKKO 8. Kohteen H dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus	X			
Maadoituskaavio			X	
Asemapiirustus			X	Valaisinpositiot puuttuu
Tasopiirustus			X	Valaisinpositiot puuttuu
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	-	-	-	
– Pääkeskus			X	H1
Piirikaaviot			X	
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi			X	
– Antenni			X	
– Muut			X	Paloilmais- ja turvajärj.
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

H1: Johdotustiedoista puuttuu suurimmasta osasta kaapeleiden tyypit. (kuva 19)

2.1	VALAISTUS, KELLARI / ASKART.+VAR	C10		3x1.5S
2.2	VALAISTUS, KELLARI / "TEATTERIH."	C10		3x1.5S
2.3	VALAISTUS, 1 KRS/ TK+WC+AUTOT.	C10		3x1.5S
3.1	VALAISTUS, 1 KRS/ ET+KEITTIÖ+KHH	C10		3x1.5S
3.2	LATTIALÄMMITYS, JT-2/ JT-3+ JT-4	C10		2x 3x1.5S
3.3	VALAISTUS, OLOH.+ KEITTIÖ	C10		12x1.5S
4.1	LATTIALÄMMITYS, 2 KRS/ JT-5+ JT-6	C10		2x 3x1.5S
4.2	VALAISTUS, 2 KRS / MH	C10		3x1.5S
4.3	VALAISTUS, 2 KRS / PUKUH.+ MH	C10		3x1.5S

KUVA 19. Kuvakaappaus ryhmäkeskuksen keskuskaaviosta (Kohde H dokumentointi)

Kohteen dokumentit ovat kaikki alkuperäisiä suunnitelmakuvia. Suunnitelmadokumentit on hyvin tehty. Sähkötyöselostuksessa mainitaan selvästi, että piirustuksiin tulevat muutokset ja lisäykset tekee urakoitsija. Urakoitsija myös toimittaa tilaajalle korjatut piirustukset.

Dokumenteista on myös piirustusluettelo, lisäksi dokumentit on nimetty selkeästi. Kohteen kaikki dokumentit ovat ainoastaan pdf-muodossa.

4.9 Kohde I

Kohde I on 147 m² Siporex-harkko-rakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on kaukolämpö ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys. Kohteessa on lisäksi takka.

TAULUKKO 9. Kohteen I dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus	X			
Maadoituskaavio	-	-	-	Tiedot keskuskaaviossa
Asemapiirustus			X	I1
Tasopiirustus			X	
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	-	-	-	
– Pääkeskus			X	I2, I3, I4
Piirikaaviot			X	
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi			X	
– Antenni			X	
– Muut		X		
Valaisinluettelo			X	
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

I1: Antenni- ja tele liittymiskaapelit puuttuvat kuvasta.

I2: Maadoituselektrodin ja potentiaalintasausjohtimien tiedot puuttuvat. (kuva 20)

I3: Johdotustiedoista puuttuu suurimmasta osasta kaapeleiden tyypit. (kuva 20)

I4: Valaistuksen tehonsyöttöön on käytetty ohjauskaapelia. (kuva 20)



2.1	VALAISTUS, 1 KRS/ K+RUOK+ ULKOVALO	C10	MMO 7x1.5S/ ohj. U
2.2	LIESITUULETIN / RADON	C10	3x1.5S
2.3	VALAISTUS, AUTOTALLI+ ULKOVALO RELE 2 KPL / ULKOVALOT (U)	C10	5x1.5S / ohj
3.1	ULKOVALAISTUS / TAKAPIHA+ OLESKELU	C10	2x 3x1.5S
3.2	ULKOVALAISTUS/ ETUPOULI + N:RO	C10	2x 3x1.5S
3.3	VARAUS / ULKOVALOT	C10	
4.1	OHJAUS	C10	ML
4.2	LÄMMITYS, JAKOTUKI 1 -2	C10	3x1.5S
4.3	IV-/LTO- KOJE	C10	3x1.5S
5.1	KIUAS/ SAUNA	C10	
5.2	KIUAS / SAUNA	C10	5x1.5S
5.3	KIUAS /SAUNA	C10	

KUVA 20. Kuvakaappaus ryhmäkeskuksen keskuskaaviosta (Kohde I dokumentointi)

Kohteen dokumentit ovat luultavasti alkuperäisiä suunnitelmakuvia. Suunnitelmadokumentit ovat keskuksen sijainti. Asemapiirustuksessa on ilmoitettu sähköliittymän huipputeho. Sähkötyöselostuksessa mainitaan selvästi, että piirustuksiin tulevat muutokset ja lisäykset tekee urakoitsija. Urakoitsija myös toimittaa tilaajalle korjatut piirustukset.

Dokumenteista on myös piirustusluettelo. Lisäksi dokumentit on nimetty selkeästi piirustukseen sekä tiedostonimeen piirustusluettelon mukaan. Kohteen kaikki dokumentit ovat ainoastaan pdf-muodossa.

4.10 Kohde J

Kohde J on 164 m² kivirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on poistoilmalämpöpumppu, jossa ilman kierrätys. Lämmönjakotapana kohteessa on ilmanvaihto. Kohteessa on lisäksi aurinkokeräimet.

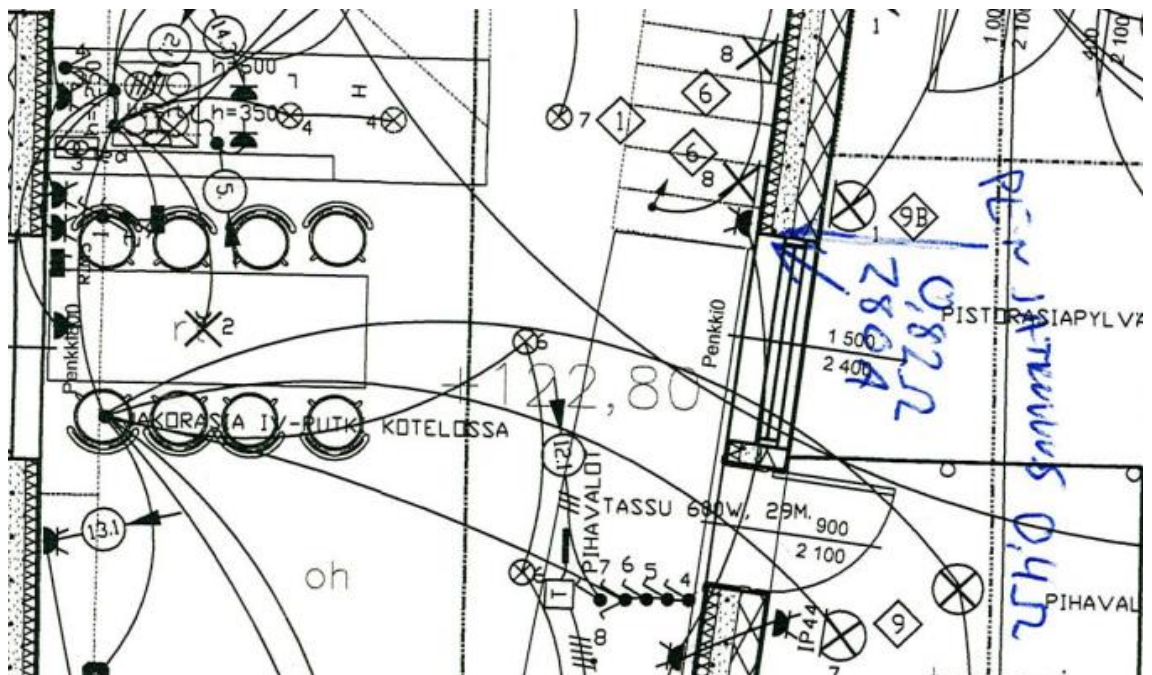
TAULUKKO 10. Kohteen J dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	J1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus			X	J2

– Pääkeskus		X		
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut		X		
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

J1: Tasopiirustukseen on käsin kirjoitettu käyttöönottotarkastusmittauksen tietoja, piirustus on piirretty hieman sekavasti. (kuva 21)

J2: Johdotustiedoista puuttuu suurimmasta osasta kaapeleiden tyypit.



KUVA 21. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde J dokumentointi)

Kohteen dokumenteista ei tiedä ovatko ne loppukuvia. Tasopiirustuksesta on myös suunnitelmapiirustus, josta puuttuvat ryhmänumerot ja nimiö tietoineen. Kohteen dokumentit ovat ainoastaan pdf-muodossa.

4.11 Kohde K

Kohde K on 164 m² betonielementtirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on poistoilmalämpöpumppu sekä vesi-ilmalämpöpumppu ja lämmönjakotapana vesikiertoinen lattialämmitys.

TAULUKKO 11. Kohteen K dokumentit

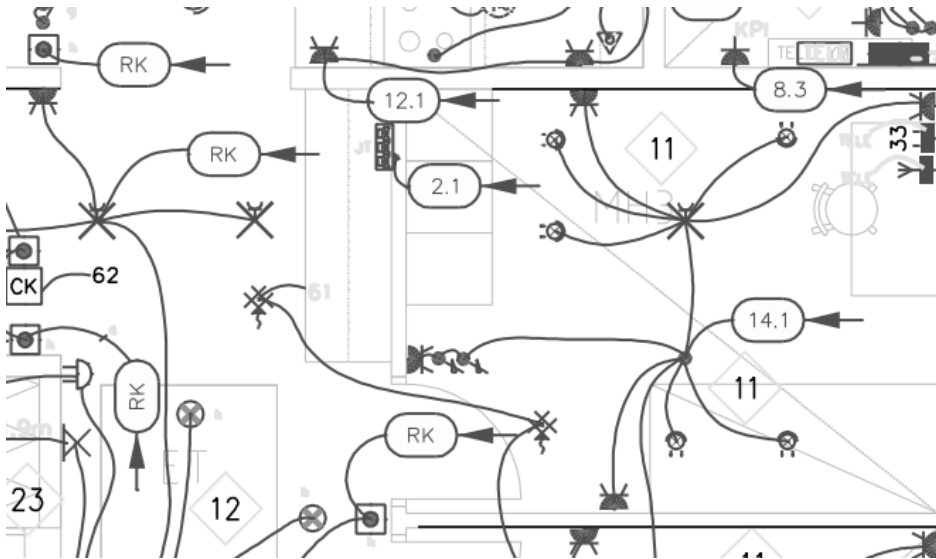
Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus	X			
Maadoituskaavio	-	-	-	Tiedot keskuskaaviossa
Asemapiirustus			X	K1
Tasopiirustus			X	K2
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	-	-	-	
– Pääkeskus			X	K3, K4
Piirikaaviot				
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi			X	Hyvä
– Antenni			X	Hyvä, sis. laskelmat
– Muut	-			
Valaisinluettelo	X			
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

K1: Valaistuksen ryhmistä puuttuu ryhmänumerot.

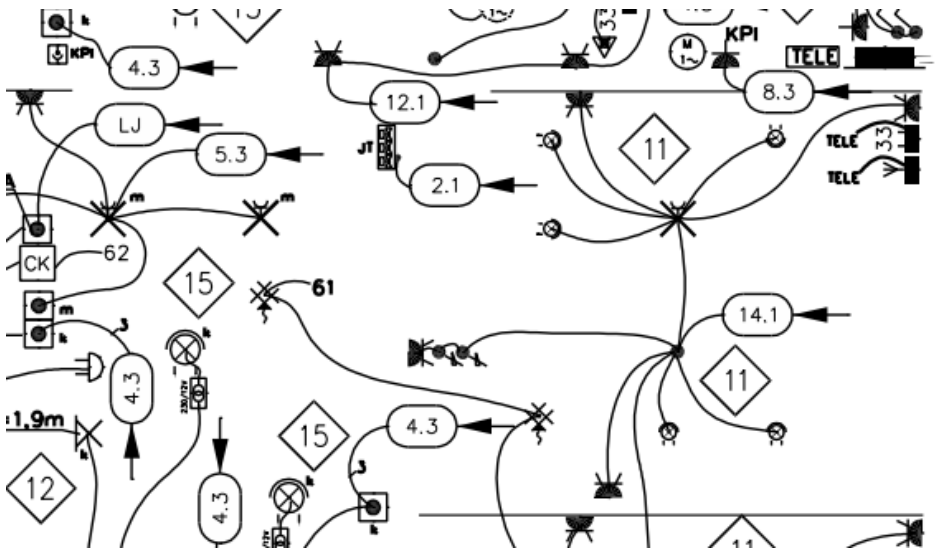
K2: Osa kytkentäryhmistä puuttuu. (kuva 22 ja 23)

K3: Potentiaalintasausjohtimien poikkipinta-aloja puuttuu.

K4: Johdotustiedoista puuttuu suurimmasta osasta kaapeleiden tyytit.



KUVA 22. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta 1 (Kohde K dokumentointi)



KUVA 23. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta 2 (Kohde K dokumentointi)

Kohteen dokumentit ovat luultavasti alkuperäisiä suunnitelmakuvia. Tasopiirustuksesta on liikaa eri versioita, eikä niitä ole nimetty järkevästi. Esimerkkinä kuvat 22 ja 23, joista kuva 23 on uudempi versio, siinä ei tosin ole mukana tullut viitekuvaa, joten kuvaa on vaikea lukea. Dokumenttien yleiskuva on kuitenkin hyvä. Sähkötyöselostuksessa mainitaan, että urakoitsija huolehtii käyttöpiirustuksista ja toimittaa ne tilaajalle paperisina sekä CD:llä dwg-muodossa.

Dokumenteista on myös piirustusluettelo. Suurin osa kohteen dokumenteista on drw- ja/tai dwg-muodossa. Keskuskaaviosta ja tasopiirustuksesta oli lisäksi pdf-muodossa oleva versio.

4.12 Kohde L

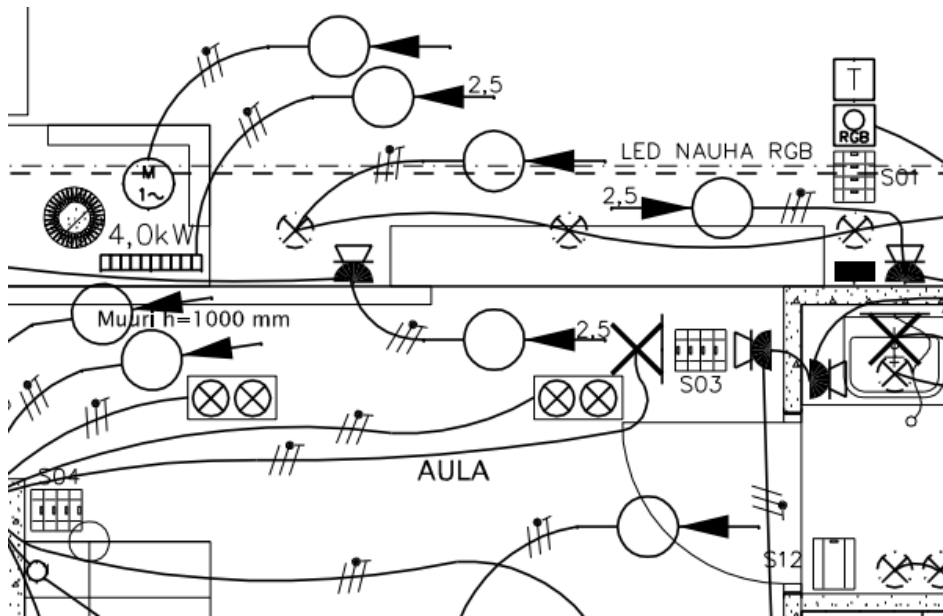
Kohde L on 183 m² kivirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on tulilat-
tia, jonka lämmitys tapahtuu takalla. Lämmönjakotapana on ilmakiertoinen lattialämmi-
tys. Lisäksi lämmitystapana on tuloilman esilämmitys maapiirillä ja piipussa vesivaippa
käyttöveden lämmittämiseen.

TAULUKKO 12. Kohteen L dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	L1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus		X		
– Pääkeskus		X		
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut			X	L2
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

L1: Dokumentista puuttuu ryhmänumeroinnit, valaisinpositiot, kytkentäryhmät ja nimiö
tietoineen. (KUVA 24)

L2: Lämmitysjärjestelmän säätökaavio



KUVA 24. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde L dokumentointi)

Kohteen dokumentit ovat luultavasti alkuperäisiä suunnitelmakuvia. Dokumentit ovat pdf-muodossa. Tasopiirustus-tiedostoon on laitettu kaikki eri tasopiirustukset samaan tiedostoon, mutta missään ei ole nimiötä eikä päivämäärää. Kohteessa on lisäksi KNX-automaatiojärjestelmä, josta ei ole mitään dokumentaatiota.

4.13 Kohde M

Kohde M on 147 m² kivirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on kaukolämpö. Lämmönjakotapana on vesikiertoinen lattialämmitys.

TAULUKKO 13. Kohteen M dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus	X			
Maadoituskaavio	-	-	-	Tiedot keskuskaaviossa
Asemapiirustus			X	M1
Tasopiirustus			X	
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus	-	-	-	
– Pääkeskus			X	M2, M3, M4
Piirikaaviot			X	
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi			X	

– Antenni			X	
– Muut		X		
Valaisinluettelo			X	
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

M1: Liittymiskaapeleista on piirretty ainoastaan sähköverkon liittymiskaapeli.

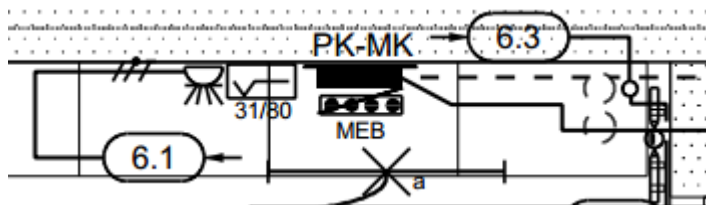
M2: Maadoituselektrodin ja potentiaalintasausjohtimien tiedot puuttuvat. (kuva 25)

M3: Johdotustiedoista puuttuu suurimmasta osasta kaapeleiden tyypit.

M4: Valaistuksen tehonsyöttöön on käytetty ohjauskaapelia.

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kw	JOHDOTUS
MAADOITUSELEKTRODI / SOKKELI +FE					
PUTKISTOMAADOITUS					
TELE LAITTEIDEN MAAD.					
MAAD. SYÖTTÖKAVANTO					
KESKUKSEN ULKOPUOLELLA					

KUVA 25. Keskuskaavion osa (Kohde M dokumentointi)



KUVA 26. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde M dokumentointi)

Kohteen dokumentit ovat luultavasti alkuperäisiä suunnitelmakuvia. Suunnitelmadokumentit olivat hyviä. Esimerkiksi tasopiirustukseen on piirretty näkyviin päämaadoituskiskon sekä yleiskaapelointijärjestelmän keskuksen sijainti (kuva 25). Asemapiirustuksessa on ilmoitettu sähköliittymän huipputeho. Sähkötyöselostuksessa mainitaan selvästi, että piirustuksiin tulevat muutokset ja lisäykset tekee urakoitsija. Urakoitsija myös toimittaa tilaajalle korjatut piirustukset.

Dokumenteista on myös piirustusluettelo. Lisäksi dokumentit on nimetty selkeästi piirustukseen ja tiedostonimeen piirustusluettelon mukaan. Kohteen kaikki dokumentit ovat ainoastaan pdf-muodossa.

4.14 Kohde N

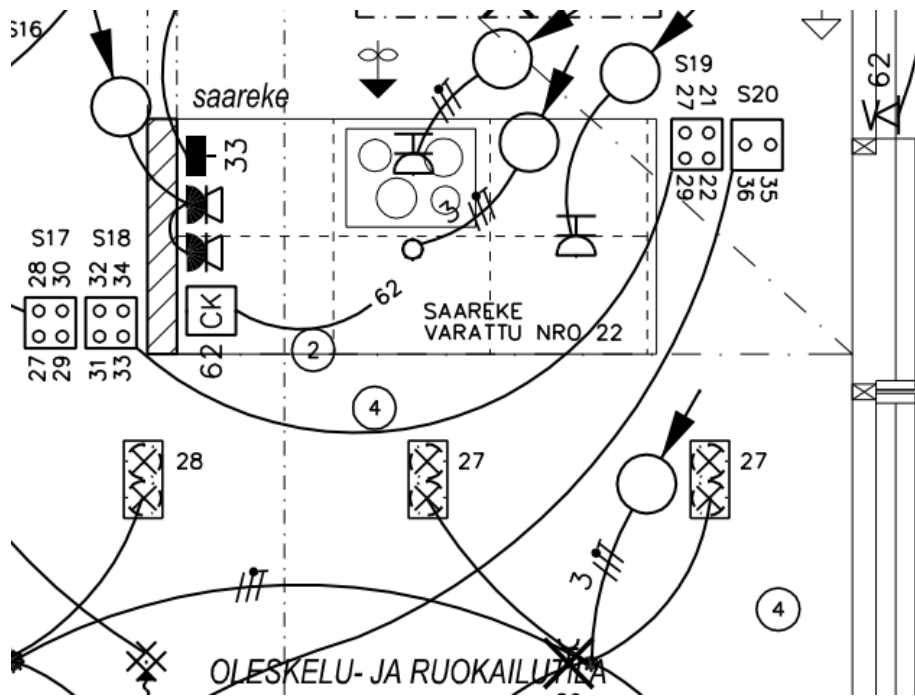
Kohde N on 136 m² kivirakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on maalämpöpumppu. Lämmönjakotapana on vesikiertoinen lattialämmitys. Lisäksi lämmitystapana on tuloilman esilämmitys maapiirillä ja piipussa vesivaippa käyttöveden lämmittämiseen.

TAULUKKO 14. Kohteen N dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio	-	-	-	Tiedot keskuskaaviossa
Asemapiirustus		X		
Tasopiirustus			X	N1
Keskuskaaviot				
– Ryhmäkeskus			X	KNX-keskus
– Pääkeskus			X	N2
Piirikaaviot		X		
Järjestelmäkaaviot				
– Yleiskaapelointi		X		
– Antenni		X		
– Muut			X	KNX
Valaisinluettelo		X		
Käyttöönottotarkastuspöytäkirja		X		
Käyttö- ja huolto-ohjeet		X		

N1: Ryhmänumerot ja valaisinpositiot puuttuvat. (kuva 27)

N2: Johtojen tyypit puuttuvat



KUVA 27. Kuvakaappaus tasopiirustuksesta (Kohde N dokumentointi)

Kohteen dokumentit ovat luultavasti alkuperäisiä suunnitelmakuvia. KNX-järjestelmän dokumentit on tehty hyvin.

Dokumentit on nimetty selkeästi. Tasopiirustus on drw- ja dwg-muodossa. Keskuskaaviot ovat drw- ja pdf-muodoissa. Lisäksi KNX-järjestelmästä on excel-taulukkona luetelo kytkennöistä.

4.15 Kohde O

Kohde O on 232 m² puurakenteinen pientalo, jossa päälämmitysjärjestelmänä on sähkölämmitys. Lämmönjakotapana on sähköinen lattialämmitys. Lisälämmönlähteenä on takka ja aurinkokeräimet.

TAULUKKO 15. Kohteen O dokumentit

Dokumentti	OK	Ei ole	Puutteellinen	Huom.
Sähköselostus		X		
Maadoituskaavio		X		
Asemapiirustus			X	O1
Tasopiirustus			X	O2

5 YHTEENVETO KOHTEIDEN DOKUMENTOINNISTA

Tämän osan ensimmäisessä luvussa on esitetty kootusti kohteiden dokumenttien tilanne sekä yleisimmät puutteet, mitä dokumentoinnissa on. Toisessa luvussa on esitetty kehitysehdotuksia dokumentoinnille. Luvussa kolme on esitetty ja analysoitu kohteisiin toteutetun käyttäjäkyselyn tuloksia.

5.1 Kohteiden dokumentointi

Alla on esitetty kootusti kohteiden dokumentoinnin tilanne. Kaikkia luvun 4 taulukoissa lueteltuja dokumentteja ei ole listattu yhteenvetoon. Lisäksi dokumenttien yhteyteen on listattu yleisimpiä puutteita kyseisessä dokumenttityypissä.

- Sähköselostus 5/15 kohteesta
- Tasopiirustus 15/15 kohteesta
 - o Puutteita: ryhmänumerot puuttuvat, nimiö puuttuu tai huonosti täytetty
- Keskuskaavio 11/15 kohteesta
 - o Puutteita: johdintiedot puuttuvat, nimiötä ei täytetty
- Asemapiirustus 6/15 kohteesta
 - o Puutteita: maadoituselektrodi puuttuu, nimiötä ei ole
- Maadoituskaavio 8/15 kohteesta, joista 2 kohteesta se on omana dokumenttinaan ja 6 kohteessa yhdistettynä keskuskaavioon.
- Valaisinluettelo 6/15 kohteesta

Suurin osa kohteiden dokumenteista vaikuttaa alkuperäisiltä suunnittelupiirustuksilta. Ainakin näissä on kohteen sähkösuunnittelijan tiedot, joten niitä ei ole päivitetty urakoitsijan toimesta. Loppupiirustuksiksi on merkitty ainoastaan kolmen kohteen dokumentit ja näistä ainoastaan yhdessä on piirustuksissa ”loppupiirustus” -merkintä. Kuvat on toimitettu pääosin ainoastaan pdf-muodossa. Kuudesta kohteesta kuvat löytyvät lisäksi myös cad-muodossa (drw ja/tai dwg).

5.2 Dokumentoinnin kehitysehdotuksia

Tässä luvussa esitetään kehitysehdotuksia sähkötekniseen dokumentoinnin käytäntöihin pitäen esimerkkinä työssä mukana olleiden kohteiden dokumentointia.

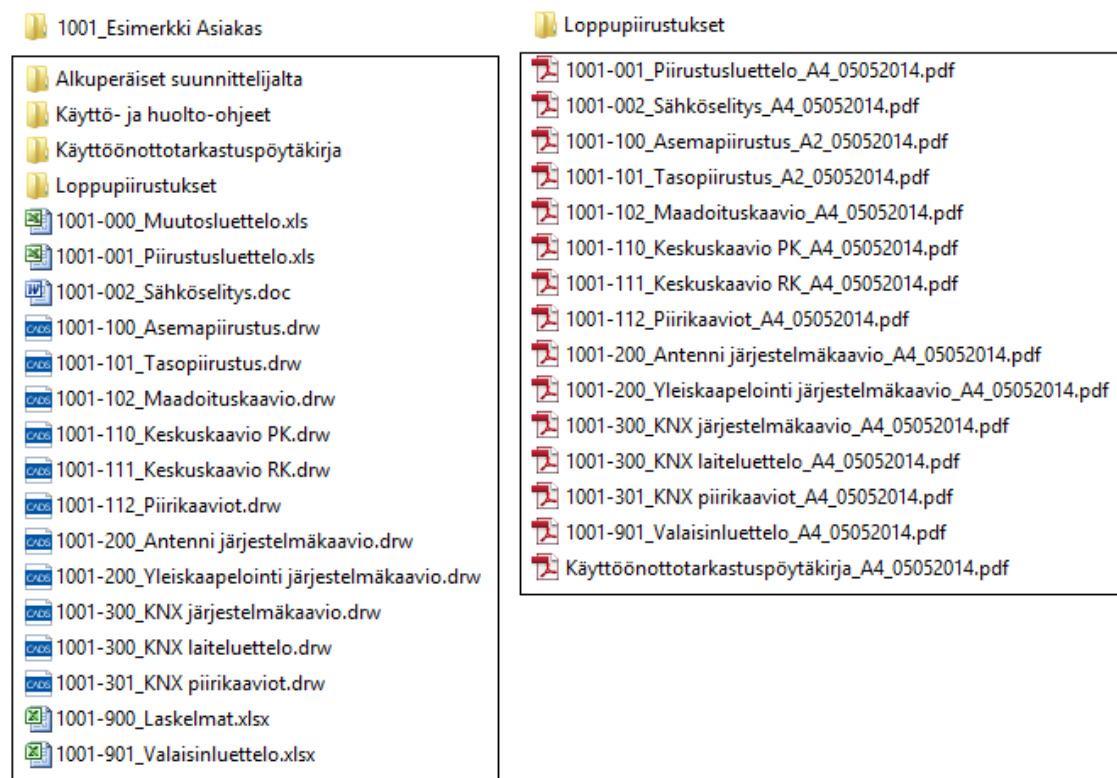
Seuraavat dokumentit tulisi luovuttaa tilaajalle:

- sähköselostus
- piirustusluettelo
- asemapiirustus
- tasopiirustus
- maadoituskaavio
- keskuskaaviot
 - pääkaavio
 - piirikaaviot
 - kokoonpanokuva
- järjestelmäkaaviot
 - yleiskaapelointi
 - antenni
 - paloilmaisin
 - automaatiojärjestelmä
- käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- käyttö- ja huolto-ohjeet
- tarkemmat tiedot sähköurakoitsijan toimittamista laitteista, kojeista ja valaisimista (laite-, koje- ja valaisinluettelo)

Edellä mainituista dokumenteista paperisena versiona täytyy käytettävyyttä ajatellen olla ainakin olla tasopiirustukset ja keskuskaaviot keskusten yhteydessä saatavilla. Muiden dokumenttien osalta paperidokumentteja toimitetaan, jos tilaaja niitä haluaa. Sähköisessä muodossa olevista dokumenteista tehdään kaikista cad-piirustuksista dwg-, drw- ja pdf-tiedostomuodoissa olevat versiot. Lisäksi muista dokumenteista niiden alkuperäisessä tiedostomuodossa oleva versio sekä pdf-versio. Edellä mainittuja asioita tarkennetaan myöhemmin tässä luvussa. Kansiorakenteena voi käyttää esimerkiksi kuvassa 29 esitettyä rakennetta. Sähköisessä muodossa olevien dokumenttien luovutus-

muodoksi CD/DVD–levy, jossa dokumentit ovat siinä muodossa kuin ne ovat luovutus-
hetkellä. Lisäksi dokumentit on hyvä olla niiden päivitettävyyden kannalta sellaisessa
tallennusvälineessä, josta niitä voidaan muokata suoraan, eli esimerkiksi USB-muistilla
tai vastaavalla.

Alla olevassa kuvassa 29 esitetään esimerkki kansiorakenteesta ja dokumenttien ni-
meämisestä. Kuvan vasemman puoleisessa tiedostoluettelossa ei ole CAD-kuvien dwg-
versioita näkyvissä, koska luettelo olisi tullut liian pitkäksi. Oikean puoleisessa tiedos-
toluettelossa on CAD-kuvista tehty pdf-versiot sekä lisätty tiedostonimiin tulostuskoko
ja luontipäivämäärä.



KUVA 29. Esimerkki dokumentoinnin kansiorakenteesta

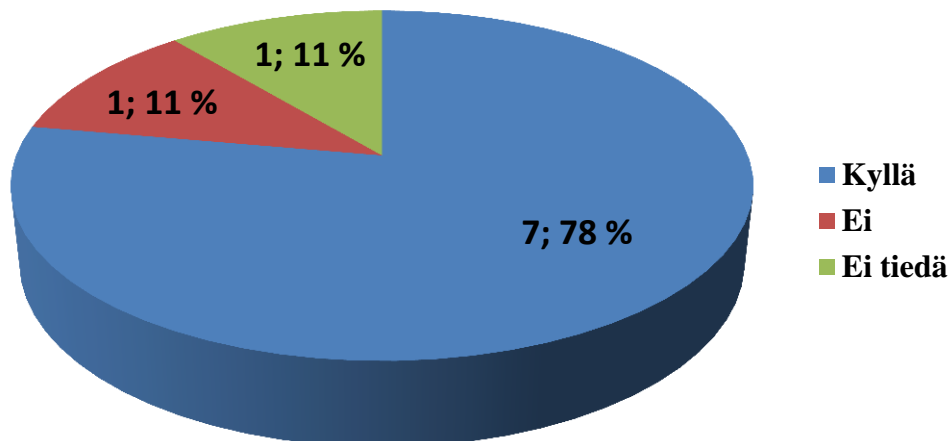
5.3 Käyttäjäkyselyn tulokset

Käyttäjäkyselyssä kohteiden asukkailta kysyttiin asioita hankkeeseen liittyen sekä kerät-
tiin tietoa asioista, jota voidaan hyödyntää opinnäytetöissä. Tässä työssä käsitellään ai-
noastaan tähän opinnäytetöihin liittyviä käyttäjäkyselyn tuloksia. Käyttäjäkysely toteu-
tettiin yhteistyössä Ekokumppanit Oy:n kanssa. Kysely tehtiin sähköisellä lomakkeella,

johon asukkaat kävivät vastaamassa keväällä 2014. Vastauksia saatiin yhdeksästä tällä hetkellä mukana olevasta 14 kohteesta eli 64 % mukana olleista vastasi kyselyyn.

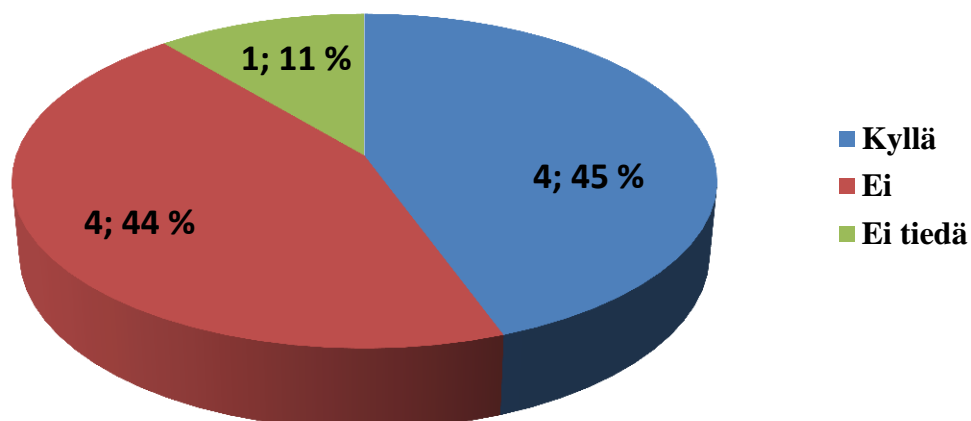
Tähän työhön liittyen kysyttiin asukailta käytönopastukseen, käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan ja loppudokumentointiin liittyviä kysymyksiä. Kysymykset sekä niiden tulokset on esitetty kuvioissa 1-3.

Oletteko saaneet käytönopastuksen sähköurakoitsijalta?



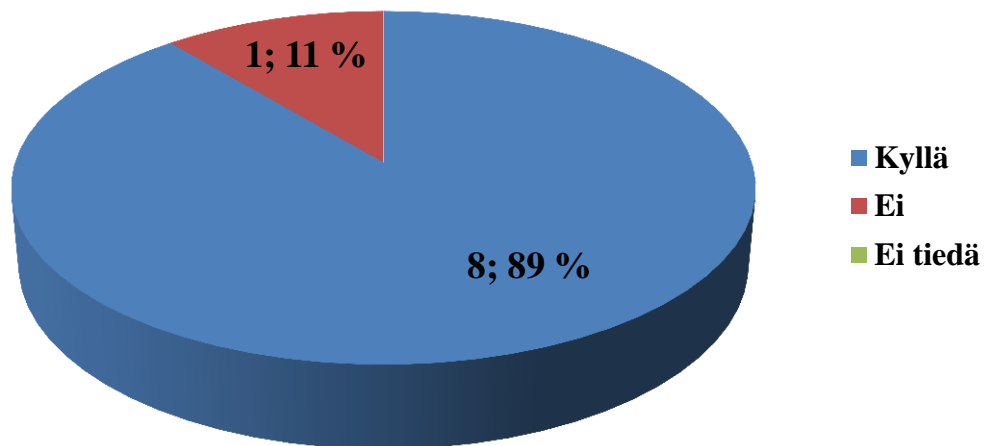
KUVIO 1. Käytönopastus-kysymyksen vastaukset

Onko sähköurakoitsija/suunnittelija toimittanut teille ajantasalla olevat sähkösuunnitelmien loppukuvat?



KUVIO 2. Loppukuva-kysymyksen vastaukset

**Onko sähköurakoitsija toimittanut teille
käyttönottotarkastuspyöytäkirjan?**



KUVIO 3. Käyttönottotarkastuspyöytäkirja-kysymyksen vastaukset

Käyttäjäkyselyn tulosten perusteella käytönopastuksen suurin osa vastaajista on saanut. Tosin asiasta ei tehty tarkempia kyselyjä, joten tässä kohtaa ei voida tietää käytönopastuksen tasosta.

Loppukuvien osalta kyselyn tilanne ei prosentuaalisesti vastaa tämän työn dokumentointiselvitysten tuloksia. Huomioitava asia onkin, että asukkaiden on vaikea itse todeta ovatko dokumentit loppukuvia vai ei. Dokumenttija selatessa ei voi myöskään tietää, ovatko kuvat päivitettyjä, koska suurimmassa osassa kohteiden dokumentteja ei ollut minkäänlaista loppupiirustus-merkintää.

Käyttönottotarkastuspyöytäkirjan ovat saaneet lähes kaikki. Ilmeisesti suurin osa näistä on asukkailla ainoastaan paperisena versiona, koska niitä ei saatu montaakaan dokumenttien keräämisen yhteydessä.

6 POHDINTA

Työssä tutkittiin hankkeeseen osallistuneiden pientalokohteiden sähkötekniistä dokumentaatiota sekä sitä, miten ne vastasivat määräyksien ja standardien asettamiin dokumentointivaatimuksiin.

Työn lopputuloksista voidaan päätellä, että pientalojen sähkötekniinen dokumentointi ei ole lähelläkään sitä tasoa kun sen pitäisi olla. Eri kohteiden välillä dokumentoinnissa on huomattavasti eroja, ja on käsittämätöntä, ettei loppukuvia ole olemassa kuin murto-osasta kohteita. Suuresta osasta dokumenteista ei myöskään tiedä, kuinka ajan tasalla ne ovat, koska pelkistä päivämääristä ei voi päätellä mitään. Useissa sähköselostuksissa mainitaan myös, että urakoitsijan pitää toimittaa tilaajalle loppudokumentaatio. Näin ei kuitenkaan ole ilmeisesti tapahtunut, kuin muutamassa kohteessa.

Kehitysehdotuksena dokumentoinnille on, että tehdään tarkemmin säännelty käytäntö miten ja mitä asioita dokumentoinnissa tulee esittää. Tämän työn tulosten perusteella huomiota tulisi kiinnittää erityisesti dokumenttien nimeämiseen sekä päivämäärien ja dokumenttien versioiden pitämiseen ajan tasalla. Loppupiirustusten ns. tarkastus pitäisi ottaa paremmin osaksi luovutustarkastusta ja sähköpiirustukset pitäisi tarkastaa sähköalan ammattihenkilön toimesta.

Asia, joka ei välttämättä tule edes ilmi pelkkiä kohteiden dokumentteja selaillessa on, että useissa kohteissa on erilaisia rakennusautomaatiojärjestelmiä. Usein niistä ei ole minkäänlaista dokumentaatiota olemassa. Nykyisin erilaisten rakennusautomaatio- ja valaistusohjausjärjestelmien yleistyessä ja erilaisten vaihtoehtojen kasvaessa dokumentaation merkitys kasvaa huomattavasti, koska järjestelmiä ei pysty hallitsemaan ilman kunnollista ja ajan tasalla olevaa dokumentaatiota. Tämä tulee helposti osassa näissäkin kohteissa ongelmaksi, kun tehdään muutoksia tai järjestelmään tulee jokin vikatilanne.

Dokumenttien todenmukaisuutta olisi hyvä selvittää tarkemmin, että miten ne vastaavat tehtyjä asennuksia. Erityisesti pitäisi keskittyä kohteissa olevien erilaisten ohjaus- ja rakennusautomaatiojärjestelmien dokumentointiin sekä niiden todenmukaisuuteen.

LÄHTEET

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193.

Opas rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laadinnasta. 2013. Luettu 6.5.2014.

http://www.kangasala.fi/@Bin/1140538/Opas_k%C3%A4ytt%C3%B6-ja_huolto-ohjeen_laatimisesta_kertarakentajalle+%28%29.pdf

SFS 6000-5-51. 2012. Pienjännitesähkösäätimet. Osa 5-51: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Yleiset säännöt. Suomen standardoimisliitto SFS. SESKO ry.

SFS 6000-6. 2012. Pienjännitesähkösäätimet. Osa 6: Tarkastukset. Suomen standardoimisliitto SFS. SESKO ry.

SFS 6002. 2005. Sähkötyöturvallisuus. Suomen standardoimisliitto SFS. SESKO ry.

SFS-EN 61082-1. 2006. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. Suomen standardoimisliitto SFS. SESKO ry.

ST-kortti 1L-25. Pientalo. Pääkeskuksen yleiskaavio. Loppupiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.8.1995.

ST-kortti 1L-42. Pientalo. Sähkölämmityslähdön piirikaavio ja johdotuspiirustus. Loppupiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.4.1995.

ST-kortti 1T-9. Pientalo. Asemapiirustus. Työpiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.2.1995.

ST-kortti 3L-2. Yleinen rakennus. Sähkösäätimien loppupiirustusluettelo, loppupiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.2.1995.

ST-kortti 3L-23. Yleinen rakennus. Maadoitusten asennuskaavio, loppupiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.2.1995.

ST-kortti 3L-12. Yleinen rakennus. Asemapiirustus, loppupiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.2.1995.

ST-kortti 3L-2. Yleinen rakennus. Sähkösäätimien loppupiirustusluettelo, loppupiirustus. Sähkötieto ry. Laadittu 15.2.1995.

ST-kortti 13.30. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. Sähkötieto ry. Laadittu 15.9.2009.

ST-kortti 13.39. Piirustusnumeroiden muodostaminen sekä piirustus- ja asiakirjaluettelon laatiminen S2010-nimikkeistön pohjalta. Sähkötieto ry. Laadittu 12.5.2014.

ST-kortti 96.66. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Sähkötieto ry. Laadittu 15.10.2000.

Vuorenmaa, S. 2011. Huolellinen sähkösuunnitelma on välttämätön perusta talosi sähkötoille. Sähköala 3/2011, 16-17.

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.

Viestintävirasto 65/2013 M. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Viestintävirasto.