

Juhani Lepistö

Työ- ja luovutuspiirustusten sekä suunnitteluympäristön kehittäminen sähköasennusliiketoiminnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri
Sähkövoimatekniikka
Opinnäytetyö
10.10.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Juhani Lepistö Työ- ja luovutuspiirustusten sekä suunnitteluympäristön kehittäminen sähköasennusliiketoiminnassa 29 sivua 10.10.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	yrittäjä Matti Lepistö insinööri Jarmo Ruotsalainen
<p>Tässä insinööryössä etsittiin keinoa parantaa pienessä sähköasennusliikkeessä tapahtuvaa sähköpiirustusten dokumentointia työmaalla ja toimistolla. Työ tehtiin Kirkkonummen Sähkötyö Oy:lle, minkä liiketoimintaprosessia sekä toiminta- ja työtapoja käytiin läpi. Lähtötietojen esittelyn jälkeen yritykselle ryhdyttiin toteuttamaan sopivaa toimintatapaa dokumentoinnin kehittämiseen.</p> <p>Työn aluksi käytiin läpi dokumentointiin liittyviä lakeja ja standardeja joita on noudatettava. Myös sähköalalla käytössä olevaan ST-kortistoon tutustuttiin dokumentoinnin osalta ja ohjeistusta pyrittiin soveltamaan yrityksen toimintaan.</p> <p>Työssä esitellään sähkösuunnitteluun kykenevän CADS Planner Electric Lite -ohjelman ominaisuuksia ja sen käyttöä työ- ja luovutuspiirustusten teossa. Yritykselle tehtiin nykyaikainen, taloudellinen ja tehokas työtila, joka mahdollisti piirustusten toteuttamisen tietokoneella. Tietoteknistä suunnitteluympäristöä kehitettiin myös taulukko- ja tekstinkäsittelyohjelmiston avulla. Työssä esitetään yritykselle tehty Excel-tiedosto, joka kykenee laskemaan yksinkertaisen oikosulkuvirran kaapelin päässä. Työmaalla tapahtuvaa kuvien päivitystä pyrittiin yksinkertaistamaan asentajien käyttöön annettavien yhtenäisten työkalujen avulla.</p> <p>Työn tuloksena saatiin yksinkertainen, nopea ja taloudellinen työskentelymenetelmä, joka parhaimmillaan parantaa yrityksen imagoa ja antaa taloudellista hyötyä yrityksen lisäksi myös yrityksen asiakkaille. Työ antoi mahdollisuuden laajentaa yrityksen toimintaa pienimuotoiseen sähkösuunnitteluun.</p>	
Avainsanat	sähköpiirustukset, dokumentointi, luovutus-piirustukset, työpiirustukset

Author Title	Juhani Lepistö Development of the Work and End-User Documentation, as Well as Design Environment in the Electrical Installation Business
Number of Pages Date	29 pages 10 October 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Matti Lepistö, Entrepreneur Jarmo Ruotsalainen, Bachelor of Engineering
<p>In this thesis, ways to improve documentation of electrical installations at a construction site and in the office were studied. The work was done for Kirkkonummen Sähkötyö Oy. Its business process, as well as operational and working practices were reviewed. After introducing the initial information on the company, a description of the suitable way to improve the development of the documentation is given.</p> <p>In the beginning of the work all the relevant laws and standards that have to be followed when making documentation are explained. Also, ST-files that tell about the documentation and guidance of electrical fittings and how to apply them to the activities of the company are explored.</p> <p>This thesis presents the features and capabilities of using CADS Planner Electric Lite in making drawings. For the company, a modern, economical and efficient work space, which enables the implementation of computer made drawings, was designed. The IT environment was also developed with spreadsheet and text processing software. This thesis presents an Excel document made for the company, that can calculate simple values for short-circuit currents at the end of the cable. The documentation made at a construction site was simplified by advising the fitters on use of similar tools and methods.</p> <p>As a result, a fast and economical method for working was created. At best, it can improve the public image of the company and provide economical benefits for the company and also for the customer. The work enabled the company to expand its activities to a small-scale electrical design.</p>	
Keywords	electrical drawings, documentation, end-user documents, construction site documents

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sähköasennuksien dokumentointi	1
2.1	Dokumentoinnin vaatimukset	1
2.2	Dokumentoinnin ohjeistukset	2
3	Sähkötekniisten dokumenttien nimitykset	4
3.1	Sähkötekniiset työpiirustukset	4
3.2	Sähkötekniiset luovutuspiirustukset	4
4	Yleisimmät piirustustyypit työ- ja luovutusdokumenteissa	5
5	CADS Planner Electric Lite -sähköpiirustusten dokumentoinnissa	6
5.1	Tietoa CADS Planner Electricistä	6
5.2	Dokumentoinnin aloitustoimenpiteet	7
6	Kirkkonummen Sähkötyö Oy ja liiketoimintaprosessi	12
6.1	Kirkkonummen Sähkötyö Oy:n esittely	12
6.2	Dokumentoinnin nykytila yrityksessä	12
6.3	Liiketoimintaprosessi	15
7	Dokumentoinnin kehittäminen yrityksessä	18
7.1	Hyvän suunnitteluympäristön ominaisuuksia	18
7.1.1	Fyysinen suunnitteluympäristön kehittäminen	18
7.1.2	Tietotekninen suunnitteluympäristön kehittäminen	20

7.2	Työmaapiirustusten piirtämisprosessin kehittäminen lisä- ja muutostöissä	23
7.2.1	Piirustusten muutossymbolien käyttäminen	24
7.2.2	Piirustusten värijärjestelmän määrittäminen	26
7.2.3	Piirustusvälineet työmaalla	27
7.2.4	Sopivan päivitysvälin määrittäminen	27
7.3	Luovutuspiirustusten toteutuminen	28
8	Yhteenveto	28
	Lähteet	29

1 Johdanto

Tämä insinööri työ käsittelee Kirkkonummen Sähkötyö Oy:n työ- ja luovutuspiirustusten laatimista sekä piirustusten laadintaan soveltuvan suunnittelu ympäristön toteuttamista. Työpiirustusten kehittämisen taustalla on tarve parantaa piirustusten luettavuutta ja näin helpottaa työkohteissa tapahtuvaa sähkösuunnitelmien lukemista.

Käsinpiirrettyjen työ- ja luovutuspiirustusten tilalle haluttiin nykyaikainen ja tehokas laadintamenetelmä. Käytännössä tämä tarkoittaa sähköpiirustusten piirtämiseen pystyvän CAD-ohjelmiston käyttöönottoa ja sen toimintojen optimointia. Käyttöönottoa ja optimointia edeltävänä toimenpiteenä yrityksen toimipisteeseen toteutetaan uusi tietokoneavusteinen suunnittelu ympäristö.

Työmaapiirustusten päivittämiseen etsitään keinoja, joilla piirustusten päivittäminen ajantasaisiksi saadaan tehokkaaksi ja vaivattomaksi. Luovutuskuvien osalta päästään parhaimmillaan eroon yrityksen ulkopuolisista sähkösuunnittelijoista. Tällöin dokumentointiprosessi yksinkertaistuu ja näin syntyy taloudellista hyötyä sähköliiketoiminnassa.

2 Sähköasennuksien dokumentointi

2.1 Dokumentoinnin vaatimukset

Pienjännitesähköasennuksissa viitataan ja noudatetaan yleisesti voimassa olevaa SFS-6000-standardia. Kyseisestä standardista on koottu SFS-käsikirja 600, jonka tuntemus on ensisijaisen tärkeää sähköasennusliiketoiminnassa.

Pienjännitesähköasennusstandardissa SFS-6000 kerrotaan, että jokaisesta sähköasennuksesta on oltava saatavilla tarpeelliset dokumentit.

Tarpeelliset dokumentit sisältävät kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista on selvittävä seuraavat tiedot:

- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojentyypit), 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 jännitteenalenemaa koskevien laskelmien tekemiseen (yleensä riittää mitoituksessa käytetyt maksimipituudet)
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat ja asetelut
- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt.

Vaatimuksena on, että edellä olevat tiedot ovat käytettävissä asennuksen jokaisesta piiristä. Ehtona on myös, että muutoksia tehtäessä tiedot päivitetään dokumentteihin.

Sähköasennuksille on aina tehtävä käyttöönottotarkastus ennen kuin sähkölaitteisto otetaan käyttöön. Käyttöönottotarkastukseen kuuluu aistinvarainen tarkastus, jossa on todettava mm. piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo. [1, s. 66, 222 - 223, 354 - 355.]

2.2 Dokumentoinnin ohjeistukset

Sähköasennusalalla on käytössä kattava Sähkö Tieto -kortisto eli ST-kortisto, jossa on ohjeita piirustusten laatimiseksi. ST-kortisto antaa ohjeita ja työkaluja määräyksien, standardien ja hyvien käytäntöjen soveltamiseen. Sen aineistoa päivittää viisi asiantuntijaryhmää.

ST-kortissa 13.28 esitetään selvästi, että tilaajalla tai käyttäjällä on oikeus laatia yleisestä käytännöstä poikkeavia dokumentointiohjeita. Standardin esittämä tapa ei siis ole ainoa hyväksyttävä tapa laatia työ- tai luovutuspiirustuksia. Standardissa SFS-6000 kuitenkin kerrotaan, että käytettyjen piirrosmerkkien tulee olla SFS-IEC 60617:n mukaisia tai muuten yksiselitteisiä. Ohjeistus vapauttaa yksinkertaiset asennuskohteet piirustusten laadinnalta, jos ne voidaan esittää esimerkiksi taulukoin tai tekstein. Tästä on kuitenkin sovittava erikseen.

ST-kortissa 13.32 *Käyttöpiirustusten (loppupiirustusten) laatimisoheja* esitetään johdannossa, että työpiirustusten tekoon ei ole olemassa yleisiä ohjeita. Se antaa joitakin ohjeistuksia käyttö- eli työpiirustusten laadintaan. ST-kortissa suositetaan, että uudet

versiot työpiirustuksista laadittaisiin kuukauden välein tai tarpeen mukaan, mikäli muutoksia tulee runsaasti. Ohje on kuitenkin hyvin suppea, ja se sisältää vain 4 sivua ja 2 liitekuvaa.

Erityisen tärkeää olisi, että jokaista työpiirustusta tehdessä arkkitehtipohjasta olisi käytössä viimeisin versio. On myös painotettu, että merkinnän tekijä ja päivämäärä ilmoitettaisiin jokaista muutosta piirrettäessä. Näin dokumentoijan on helppo ottaa yhteyttä merkinnän tekijään ja kysyä mahdollisia lisätietoja, mikäli epäselvyyksiä ilmenee. Tämä nopeuttaa työpiirustusten tekoprosessia. Merkintöjen tekijän on oma-aloitteisesti informoitava muita projektin jäseniä, jos sitä pidetään aiheellisena.

Työmaapäiväkirjaan on suositeltavaa lisätä kaikki merkinnät riittävän usein. Näin mahdollisen ulkopuolisen dokumentoijan on helppo seurata tilanteen kehittymistä.

Varsinaisten merkintöjen teossa on suositeltavaa käyttää veteen liukenematonta huopakynää tai muuta kynää, jonka jälki ei kulu helposti. Piirustukseen lisättyjen merkintöjen tulee olla samanlaisia kuin alkuperäisessä kuvassa. Näin vältetään ristiriidat.

Laajoilla työmailla pitäisi olla vähintään toiset kopiot piirustuksista, jolloin toiset piirustukset voidaan viedä päivitettäväksi, eikä työmaa jäisi piirustuksitta. Suuremmissa kohteissa voidaan myös pohtia mahdollisuutta käyttää CAD-ohjelmistoa työmaalla. Tämä nopeuttaa prosessia, mikäli muutoksia tehdään jatkuvasti, niitä on vaikea merkitä selkeästi piirustuksiin tai suunnittelutoimisto sijaitsee kaukana kohteesta.

Aikaa säästyy myös, kun piirustuksia ei tarvitse fyysisesti kuljettaa työmaalta toimistolle päivitettäväksi. Yksi keino päivittää piirustuksia on käyttää internetissä sijaitsevaa tallennustilaa. Tällöin uusien piirustusten tulostus täytyisi toteuttaa sopivin välein esimerkiksi lähettämällä ne internetyhteydellä toimistolle tulostettavaksi, jotta paperiversiot saadaan pian työmaalle.

Ohjeistukset painottavat luettavuuden tärkeyttä. Piirustusten merkintöjen täytyy olla yksiselitteisiä, jolloin tulkinnanvaraa ei ole. Tärkeää on myös huomioida, että yhden piirustuksen muutokset voivat vaikuttaa moneen eri piirustukseen ja taulukkoon. Tällöin on oltava erityisen tarkkana siitä, miten merkinnöistä käy ilmi muiden piirustusten

ja/tai taulukoiden päivitystarve. Ohjeistus suosittaa tapaa, jossa käytetään muutosnuolta. Muutosnuolen yhteyteen merkitään, mihin kaikkiin piirustuksiin muutos vaikuttaa. Muutokset voidaan tietenkin jo työmaalla piirtää kaikkiin piirustuksiin. Suurissa kohteissa tämä voi hidastaa asennustyötä, sillä toisiinsa sidottuja piirustuksia ja taulukoita voi olla lukuisia.

Tietokoneavusteisesti voidaan tehdä muutos yhteen piirustukseen, jolloin tietokantapohjaisen ohjelmiston avulla voidaan käyttää tietokannasta päivittämistä apuna. Eri ohjelmat tarjoavat erilaisia tietokantapalveluita, joten on oltava erityisen tarkka päivittyvätkö piirustukset ja taulukot tietokannan kautta oikein.

Kuvien luettavuuden kannalta pitäisi käyttää mahdollisimman ohutkärkistä huopakynää. Mikäli kuva on sisällöltään varsin täynnä, on helpompaa käyttää pelkkää muutosnuolta ja kirjoittaa tekstinä kuvan ulkopuolelle viittauksen avulla, mikä muutos on kyseessä. Lyijykynää ja vesiliukoisia huopakyniä ei pidetä luotettavina. [1, s. 223; 2, s. 3 - 4; 3, s. 1, 3; 4.]

3 Sähkötekniisten dokumenttien nimitykset

3.1 Sähkötekniiset työpiirustukset

Työpiirustuksilla tarkoitetaan piirustuksia, joita sähköasentaja käyttää työkohteessa. Sähköasennukset pyritään toteuttamaan sähkösuunnitelmista tehtyjen työpiirustusten mukaisesti. Työpiirustuksiin voidaan tehdä korjauksia ja muutoksia, joiden perusteella tehdään uudet päivitettyt työpiirustukset.

3.2 Sähkötekniiset luovutuspiirustukset

Luovutuspiirustukset ovat työn valmistuttua työpiirustuksista korjattuja ajantasaisia piirustuksia, jotka jäävät asennuskohteeseen työn tilaajalle tai kohteen käyttäjälle. Luovutuspiirustuksista nähdään sähköasennuksien ajantasainen ja todellinen tila.

4 Yleisimmät piirustustyypit työ- ja luovutusdokumenteissa

Yleensä työ- ja luovutusdokumentteihin kuuluvat seuraavat piirustukset, kaaviot ja taulukot:

- **Sähköyöselostus**

esittää sanallisesti ne järjestelmän osat ja tavat työskennellä, joita ei ole pystytty kuvissa ja kaavioissa esittämään. Sähköyöselostuksessa voidaan kertoa tarkennettua tietoa tiettyä järjestelmän osaa koskevista teknisistä asioista.

Sähköyöselostuksessa voidaan kertoa työn toteutukseen liittyviä vastuita, joita työn suorittajalle kuuluu. Sähköurakoitsijalta voidaan vaatia sähköyöselostuksessa erilaisia mittauksia ja dokumentointiin liittyviä seikkoja, joita laki ja standardit eivät vaadi tai ehdota erikseen.

- **Asemapiirustus**

sisältää tiedot maa- ja ilmakaapeloinnista sekä talon ulkopuolisista sähköpisteistä ylhäältä kuvatussa mittasuhteisessä. Yleensä kuvat toteutetaan mittasuhteessa 1:200 tai 1:500.

- **Laiteluettelot**

sisältävät asennettavien laitteiden tiedot ja lukumäärät. Esimerkiksi tasopiirustuksiin voidaan valaisimien ja lämmittimien yhteyteen liittää positionumero. Laiteluettelosta voidaan lukea, millainen laite kyseistä positionumeroa vastaa. Tarjouskilpailuun osallistuvat sähköurakoitsijat voivat lähettää laiteluettelot tukku-reilleen hintatietojen saamiseksi.

- **Tasopiirustukset**

esittävät sähköpisteiden ja -laitteiden sijoitukset sekä kaapeloinnin ylhäältä kuvatussa mittasuhteisessä. Yleensä tasopiirustukset esittävät myös atk- ja antennipisteiden sijainnin erillisessä heikkovirtakuvassa. Vahva- ja heikkovirtapiirustukset on hyvä erottaa paremman luettavuuden vuoksi. Tietty symbolit on hyvä esittää sekä vahva- että heikkovirtapiirustuksissa. Tasopiirustuksissa käytetään kuvasuhdetta 1:50.

- **Keskuskaaviot**

sisältävät pää-, nousu- ja ryhmäkeskusten keskuskaaviot eli ns. ruotukuvat. Kaavioista ilmenee jokaisen sähköryhmän suojalaitteiden ja ohjainlaitteiden tyyppi sekä numerointi keskuksessa. Myös keskuksen ja sen laitteiden fyysinen rakennekuva voidaan esittää erillisessä *layout*-kuvassa. Kuvista ilmenee myös keskukseseen liitettävien nousujohtojen ja maadoitusten tiedot.

- **Piirikaaviot**

sisältävät yleensä valaistus- ja lämmityksenohjauspiirikaavion. Piirikaavioista nähdään, miten ja millä laitteilla tietyn sähköpisteen ohjaus toteutetaan, esimerkiksi pihavalaistuksen ohjaus.

- **Järjestelmäkaaviot**

esittävät vähintään maadoitus-, antenni- ja yleiskaapelointikaaviot. Nousujohtokaaviot esitetään muiden kuvien lisäksi kaaviokuvina. Kaavio on selkeä, yksinkertaistettu ja mittasuhteeton esitysmuoto järjestelmän rakenteesta. Kaaviot selventävät, mitä johdotusta käytetään ja mistä osista jokainen järjestelmä koostuu. Suuremmissa kohteissa voidaan esittää myös kaapelireitit. Kaapelireittejä voidaan havainnollistaa tasokuvista muokattuina aksonometrisinä piirustuksina.

5 CADS Planner Electric Lite -sähköpiirustusten dokumentoinnissa

5.1 Tietoa CADS Planner Electricistä

Yritykseen on hankittu sähköiseen dokumentointiin tarkoitettu CADS Planner Electric -suunnitteluohjelmiston Lite-versio. Kyseessä on Kyndata Oy:n tuote, joka on ollut markkinoilla useita vuosia. CADS Planner Electricillä voidaan luoda tasopiirustuksia, erilaisia kaavioita ja taulukoita.

Ohjelmistosta on tarjolla kolme eri versiota: Pro, Standard ja Lite. Näistä Lite on tarkoitettu pienimuotoiseen sähködokumentointiin, kuten luovutus- ja työmaakuvien piirtämiseen. Lite-versiolla voidaan luoda pienempiä sähkösuunnitelmia, esimerkiksi omakotitaloista. Lite-versiolla piirtäminen on kuitenkin työläämpää ja mekaanisempaa kuin

Standard- tai Pro-versioilla. Näin Lite-versiolla suurien sähkösuunnitelmien tekeminen vaatii piirtäjältä enemmän tarkkaavaisuutta.

CADS Electricin tukemat piirustustyypit ovat

- keskuskaaviot
- piirikaaviot
- tasopiirustukset
- taulukot
- keskus*layoutit* (Standard- ja Pro-versioissa).

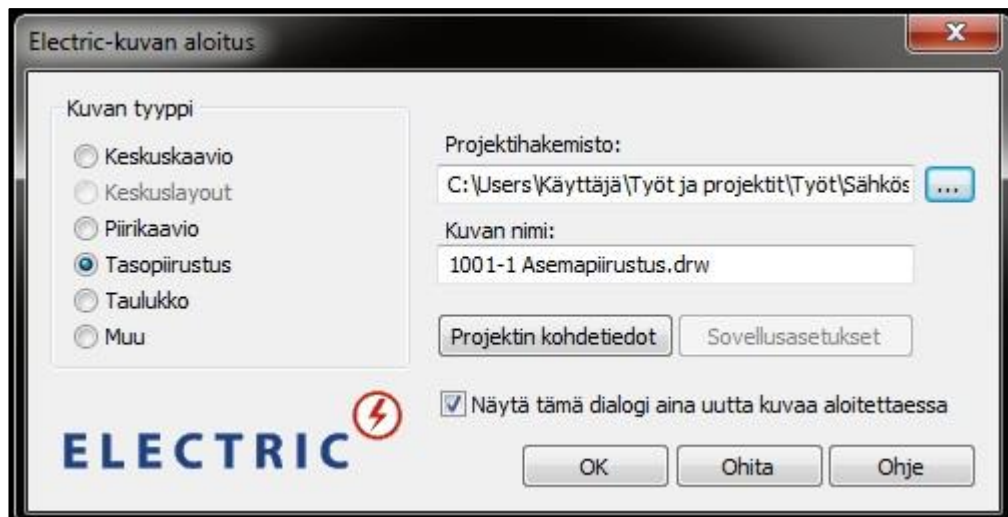
Pro- ja Standard-versioilla voidaan luoda sähkösuunnitelmia suuremmista kohteista. Ne sisältävät enemmän automatisoituja toimintoja kuin Lite-versio. Pro-versiolla voidaan luoda tietokantapohjaisia kuvia, joissa on älyä. Standard- ja Pro-versioissa voidaan lisäksi luoda keskus*layout*-piirustuksia.

Ohjelmaan on saatavissa maksullinen päivityspalvelu, joka päivittää ohjelman toimintoja ja korjaa ohjelman virheitä. Kyndata Oy järjestää myös koulutustilaisuuksia ohjelmiston käyttöä varten.

5.2 Dokumentoinnin aloitustoimenpiteet

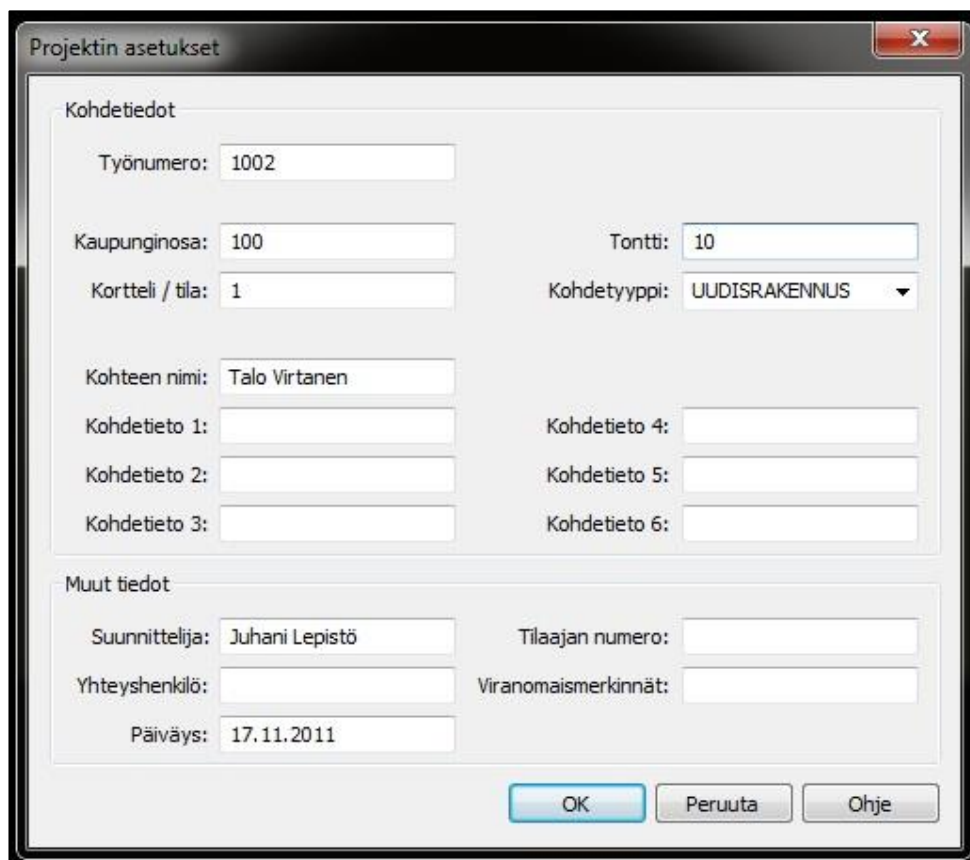
Uutta projektia aloitettaessa tehdään CADS-ohjelmiston aloitustoimet. Aloitustoimet käsittävät projektin numeroinnin, nimeämisen ja kohdetietojen täyttämisen. Kohteelle valitaan myös projektikansio eli projektihakemisto, johon kaikki projektikuvat tallennetaan.

Alussa valitaan myös kuvan tyyppi. Esim. asemapiirustusta piirrettäessä on hyvä käyttää tasopiirustustyyppiä. Eri piirustustyyppijä varten on CADSiin rakennettu oma sovellus. Yleensä jokaisesta työkohteesta piirretään vähintäänkin keskuskaavio ja tasopiirustus. (Kuva 1, ks. seur. s.)



Kuva 1. Projektin aloitustoimenpiteet

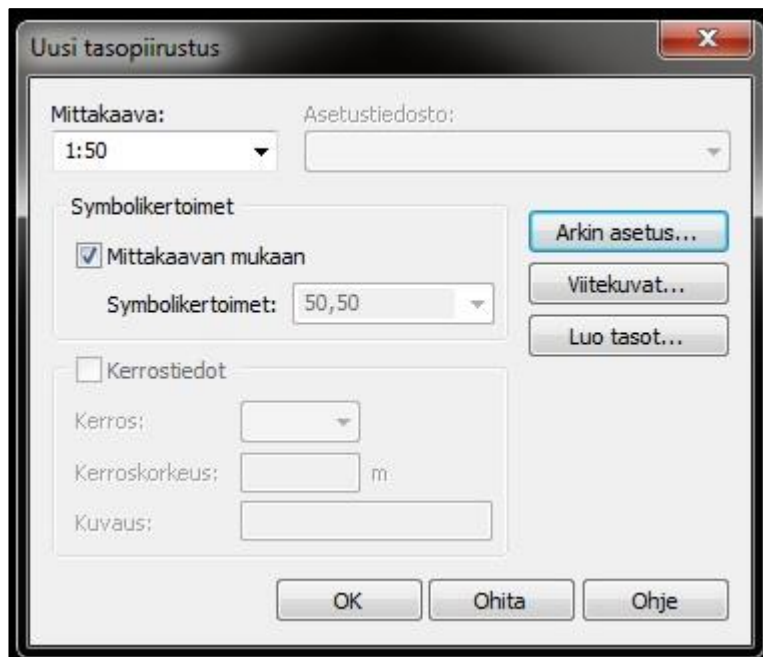
Kohdetietojen täyttö kannattaa tehdä heti alussa (kuva 2). Projektitiedot voidaan näin hakea suoraan projektihakemistosta kuvien nimiöihin, jolloin niitä ei tarvitse kirjoittaa uudelleen. CADs-ohjelmiston automatiikka osaa hakea tiedot, jos kuva sijaitsee projektihakemistoon määritetyssä kansiossa.



Kuva 2. Projektin kohdetiedot aloitustoimenpiteiden yhteydessä

Kohdetiedot saadaan yleensä arkkitehtikuvista tai tilaajalta kysymällä. Projektitietoihin sisältyy myös työnnumero sekä yhteys henkilön ja suunnittelijan nimi. Kuvien nimiöihin voidaan myöhemmin liittää yrityksen tiedot ja/tai logo.

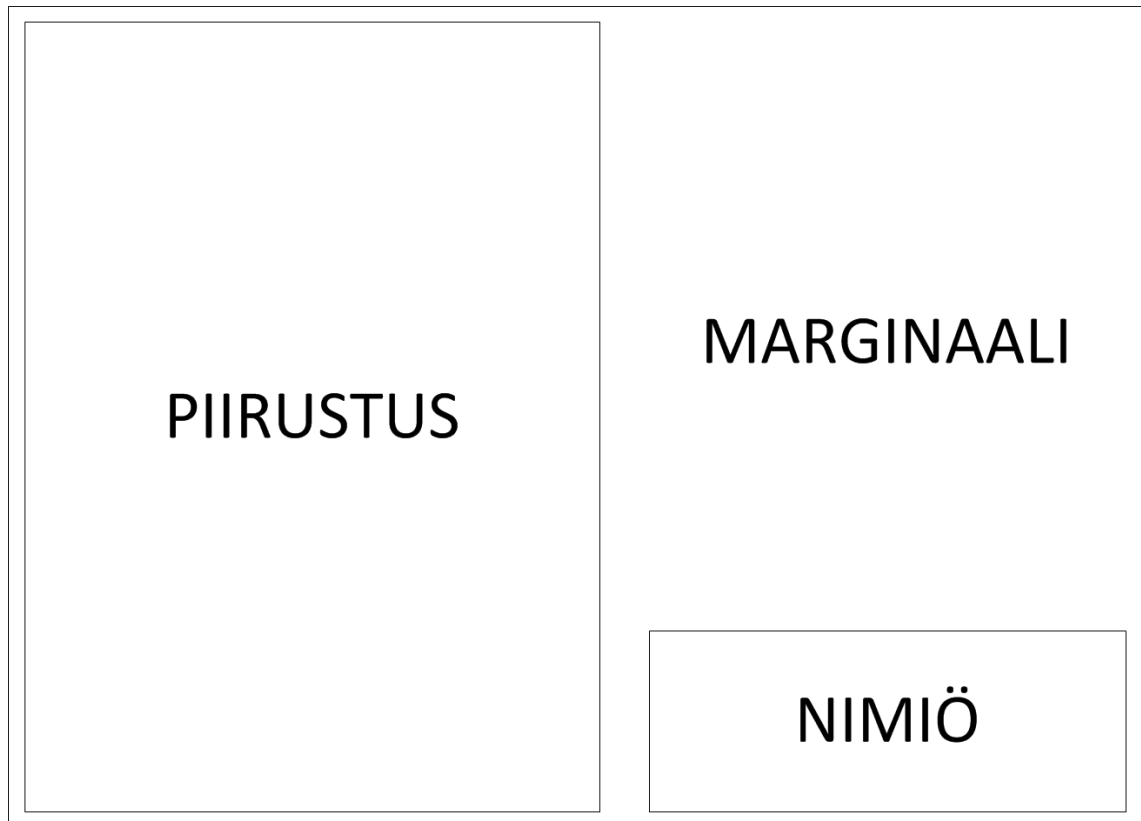
Seuraavassa vaiheessa, kun kuvan kohdetiedot ja tyyppi on valittu, siirrytään sovelluskohtaisiin asetuksiin. Uutta tasokuvaa aloitettaessa ohjelma pyytää mittakaavaa, piirustusarkin tiedot ja viitekuvan (kuva 3).



Kuva 3. Tiedot uutta tasopiirustusta luodessa

Arkin asetuksissa kysytään arkin mittoja ja piirustusarkin marginaaleja. Yleensä käytetään standardikokoisia arkkeja, usein A4-kokoa ja siitä luotuja kerrannaisia. Tasokuvien marginaali on yleensä oikealla, ja se on 205 mm leveä eli noin A4-kokoisen arkin levyinen. A4-koon kerrannaisten käyttö on suositeltavaa, jotta kaikki kuvat voidaan taittaa loppuksi A4-kokoisiksi nipuiksi.

Marginaali sisältää kuvan nimiön, ja se toimii taitetun paperiarkin kantena. Marginaalissa voidaan esittää symboliluettelo ja/tai muuta selventävää tietoa. Marginaalissa on usein tilaa myös muutosnuolien viitetekstille. (Kuva 4, ks. seur. s.)

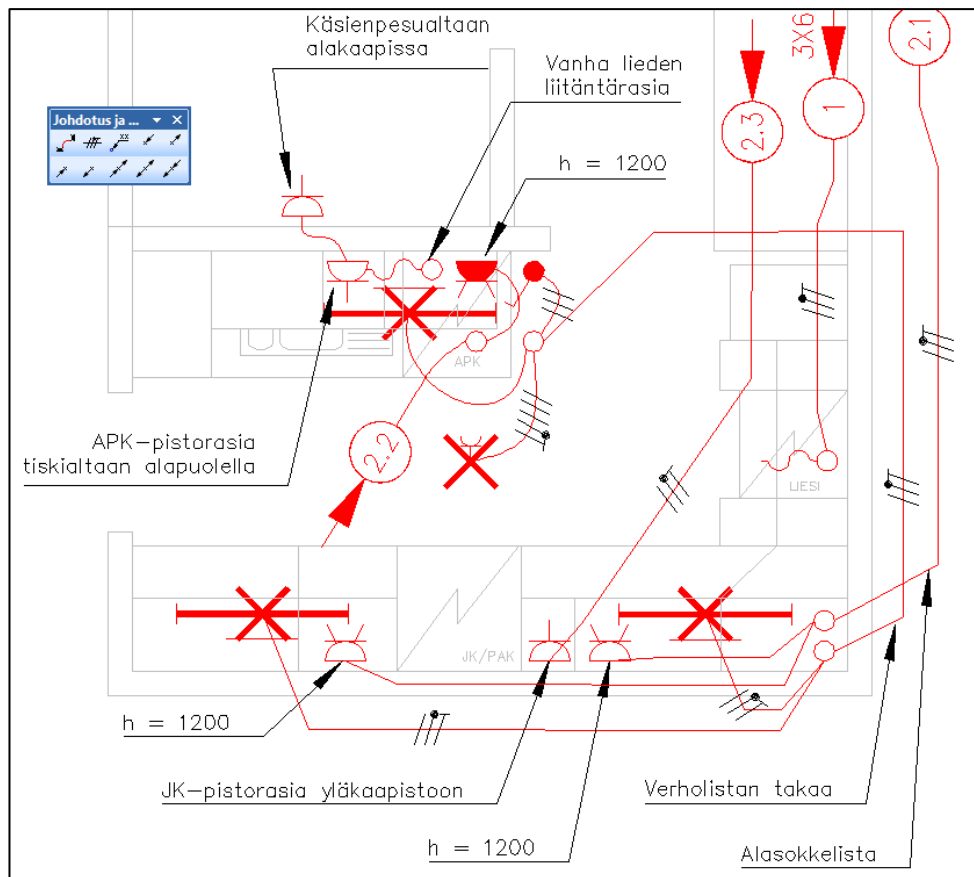


Kuva 4. Piirustusohjan eri osiot

Koska nimiö on marginaalissa, joka toimii kantena, nähdään nimiöstä suoraan piirustuksen tyyppi ja sisältö ilman, että lehtiötä tarvitsee avata. Näin kuvien selaaminen nopeutuu.

Viitekuvaksi valitaan arkkitehtipohjasta muokattu ja ylimääräisestä tiedosta siivottu versio. Arkkitehtipohjan pitäisi olla oikeassa mitassa, eli piirustuksessa ilmoitettujen mittojen on oltava samat, kuin mitä ne todellisuudessa olisivat. CADS-ohjelmistolla voidaan mitata arkkitehtipohjan mitat ja tarvittaessa skaalata kuva oikean kokoiseksi.

Kun aloitustoiminnot on tehty, siirrytään varsinaiseen CADS-tilaan. CADS-tilaan ilmestyy suunnittelutila ja tulostustila. Suunnittelutilassa piirretään ja suunnitellaan. (Kuva 5, ks. seur. s.)



Kuva 5. Saneerattavan keittiön sähkösuunnitelma CADSin suunnittelutilassa.

CADSiissä piirustuksen taustan ja symbolien värikykset voidaan valita. Varsinaiset sähkökomponentit ja johdotus voidaan esimerkiksi piirtää punaisella erottuvuuden parantamiseksi.

Paperi- ja PDF-tulosteissa taustaväri on valkoinen, ja kaikki viivat tulostuvat mustalla. On myös mahdollista tulostaa sähköiset komponentit ja johdotus omilla väreillä, jos erotettavuutta halutaan parantaa. Paperisissa tulosteissa sähköisten osien viivoitus on pohjakuvan viivoitusta paksumpi luettavuuden parantamiseksi.

Saneerauskohteista ei aina ole saatavilla sähköisessä muodossa olevia arkkitehtipohjia tai sähköpiirustuksia. Tällaisissa tilanteissa voidaan rakennuksen paperinen pohja- tai sähköpiirustus skannata tai piirtää käsin ja siirtää CADSiin. Kuvan päälle voidaan piirtää viivapiirustus CADSiillä ja käyttää luotua viivapiirustusta uutena, sähköisessä muodossa olevana arkkitehtipohjana.

6 Kirkkonummen Sähkötyö Oy ja liiketoimintaprosessi

6.1 Kirkkonummen Sähkötyö Oy:n esittely

Kirkkonummen Sähkötyö Oy on nimeltään vanha yritys. Alkuperäinen Kirkkonummen Sähkötyö Oy toimi 1950-luvulta 1990-luvulle, kunnes yrityksen toiminta myytiin. Toiminta oli alkuperäisessä Kirkkonummen Sähkötyö Oy:ssä laajaa ja urakointitoiminta ulottui aina ulkomaille asti.

Nimen vapautuessa nykyinen perheyriksenä toimiva Kirkkonummen Sähkötyö Oy perustettiin uudelleen vuonna 2001 Kirkkonummen keskustaan. Nykyisin yrityksessä työskentelee suhdanteista riippuen n. 1 - 4 henkilöä. Alkuperäisen Kirkkonummen Sähkötyö Oy:n kanssa yhteistä on enää vain yrityksen nimi ja päätoimiala.

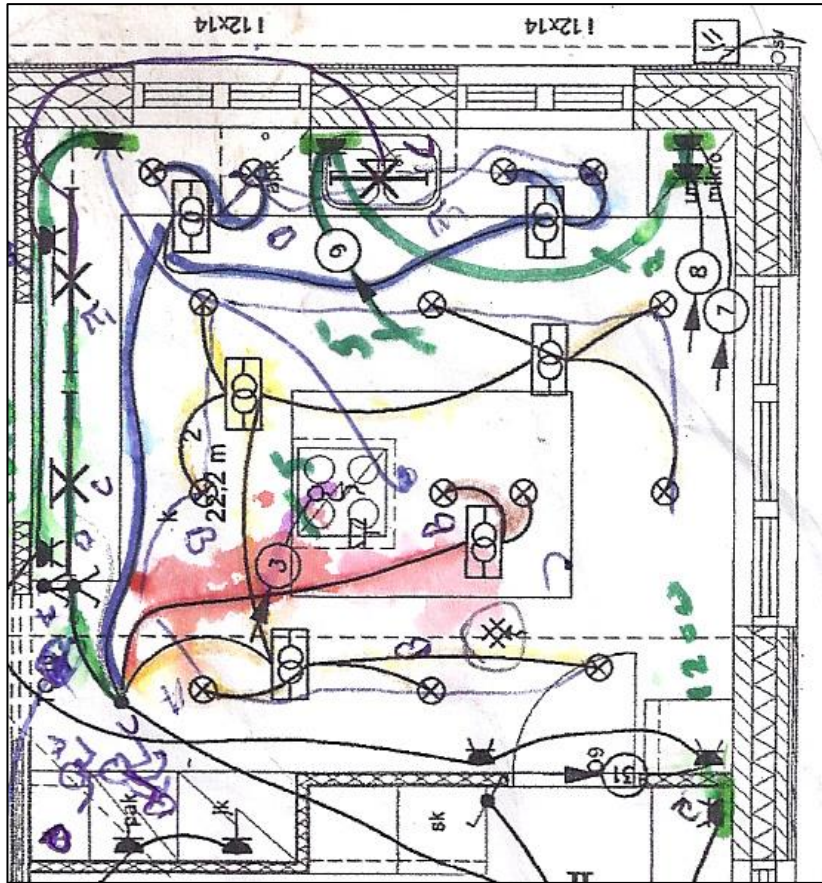
Nykyään yritys toimii pääkaupunkiseudulla pääosin Kirkkonummen ja Espoon alueella. Yrityksen toimikuvaan kuuluvat sähköasennuspalvelut ja pienimuotoiset tele- ja antennijärjestelmäsennukset.

6.2 Dokumentoinnin nykytila yrityksessä

Nykyisellään luovutuspiirustukset piirtää usein Kirkkonummen Sähkötyö Oy:n ulkopuolinen, alkuperäisestä sähkösuunnittelusta vastaava henkilö. Pienissä työkohteissa selkeämmät käsinpiirretyt työpiirustukset jäävät usein luovutuspiirustuksiksi.

Työpiirustusten osalta yrityksessä ei ole käytössä menetelmää, jolla piirustusten luettavuutta voisi helposti parantaa. Eräs ongelmista on se, että työpiirustuksista ei ole minikäänlaista nopeaa päivitysmahdollisuutta, ja yleensä joudutaan käyttämään yksiä työpiirustuksia koko urakoinnin ajan.

Työkalut sähköisten piirustusten muokkaamiseen ja päivittämiseen puuttuu, eikä järkeväkokoisia tulosteita työpiirustuksiksi juuri ole mahdollista saada ottamatta yhteyttä ulkopuoliseen yritykseen. Etenkin työmaapiirustusten muutosten teossa on parantamisen varaa. Piirustukset ovat usein tehty erivärisillä huopakynillä, eikä yhtenäistä tyyliä ole käytetty. (Kuva 6. ks. seur. s.)



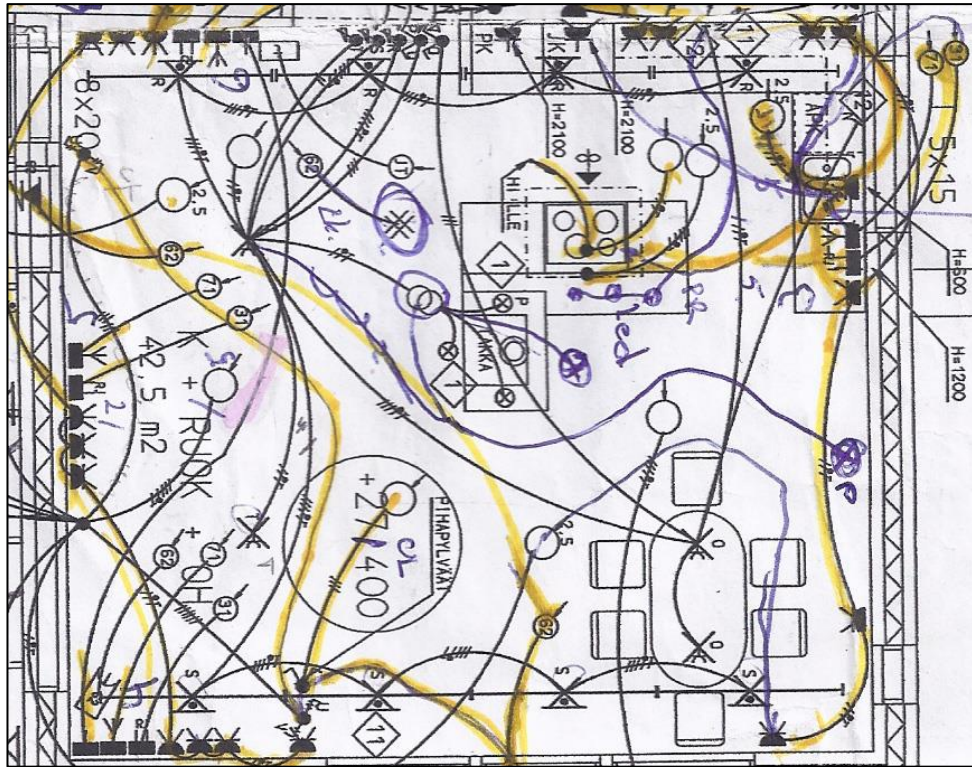
Kuva 6. Omakotitalon keittiön työpiirustus

Yleensä eri värien käyttö aiheuttaa sekaannusta, sillä luonnollisesti tulee ajatus, että eri väreillä on eri merkitys. Vesiliukoiset huopakynät leviävät helposti paperilla, varsinkin kosteissa olosuhteissa. (Kuva 6.)

Ulkopuolisen henkilön on usein erittäin vaikea ymmärtää, mitä mikäkin eri piirustustyyli edustaa. Tämä puoltaa käyttämään piirustustapaa, jossa kaikilla on käytössä samat piirustusvärit ja yhtenäiset piirustussymbolit.

Muutosten merkitsijän tapa piirtää saattaa olla hyvin intuitiivista, eikä hän välttämättä näe piirustuksissa mitään epäselvyyksiä. Kuitenkin henkilö, joka ei ole piirtänyt muutoksia, on usein vaikeuksissa ja tarvitsee tulkintaa muutosten merkitsijältä.

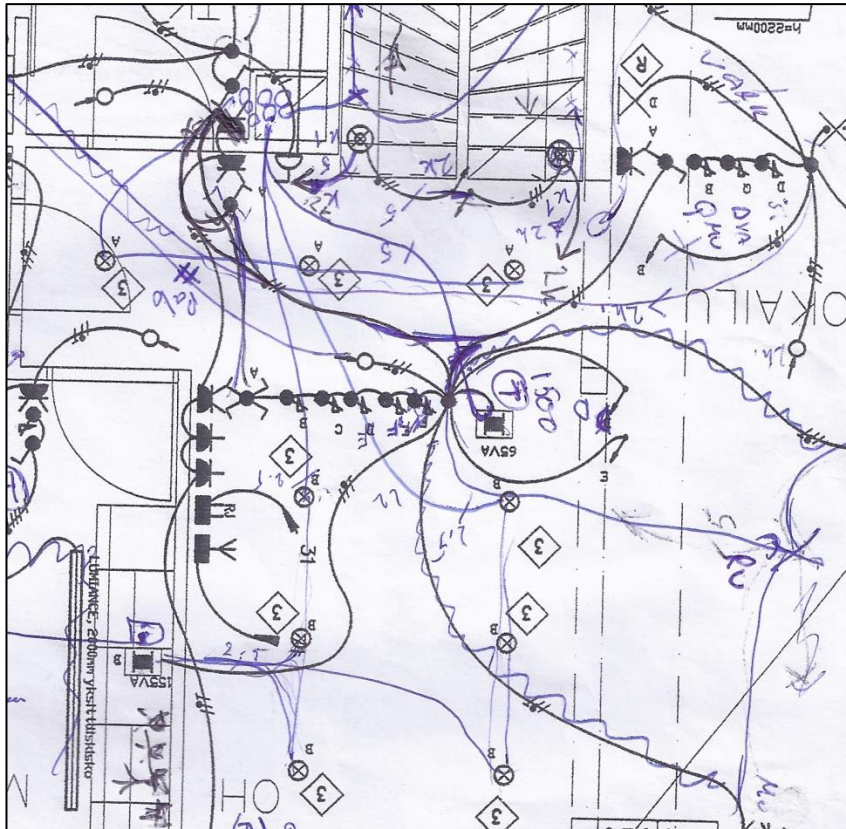
Joskus halutaan käyttää tiettyä väriä osoittamaan työssä jo tehtyjä asioita. Esimerkiksi yhdellä värillä voidaan osoittaa, mitä osioita on jo kaapeloinnin osalta tehty, ja eri värillä osoitetaan muutoksia. (Kuva 7, ks. seur.s.)



Kuva 7. Omakotitalon työkuva olohuoneen, keittiön ja ruokailutilan osalta

Ongelmaksi muodostuu eri värien käyttö eri työmailla. Kun työntekijä oppii uudet värit, voi käytetystä väristä painautua mieleen tietty ominaisuus. Ominaisuus saattaa kuitenkin vaihtua työmaata vaihdettaessa, mistä voi aiheutua virhetulkintoja. Virhetulkintojen välttämiseksi yhtenäistä värijärjestelmää tulisi käyttää aina työmaasta riippumatta.

Liian pienen tulostuskoon on havaittu aiheuttavan ongelmia työmaalla. Usein A4-kokoiset tulosteet ovat omakotitalon kokoisille kohteille liian pieniä ja ovat aiheuttaneet ongelmia luettavuuden suhteen. Tämän vuoksi suurempi tulostin on yritykselle tarpeen, jos tulostuspalveluja ei haluta ulkoistaa. Tasopiirustuksissa käytetään yleensä poikkeuksetta mittasuhdetta 1:50, minkä tulisi määritellä tulosteiden koko.

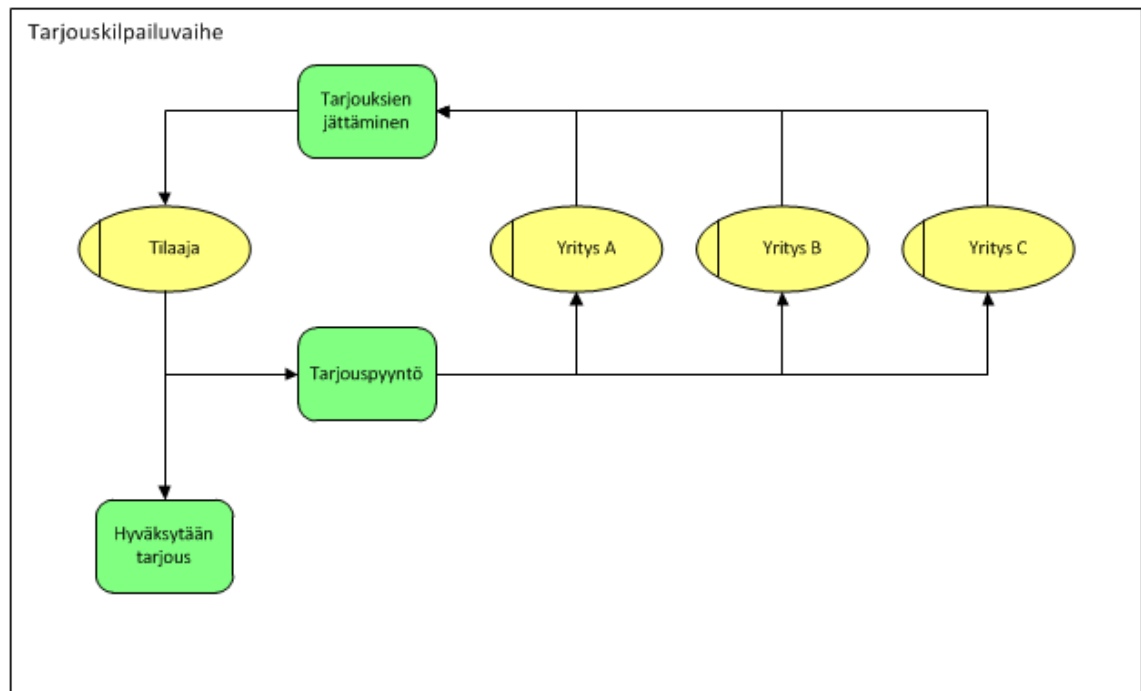


Kuva 8. Omakotitalon aulan työkuva

Ongelmalliseksi käyvät myös tilanteet, joissa käytetty muutosväri on liian lähellä kuvan pohjassa käytettävää mustaa väriä. Käytettäessä esim. kuulakärkikynää huomataan, että havainnointi ei ole niin hyvää kuin räikeämpää väriä käytettäessä. (Kuva 8.)

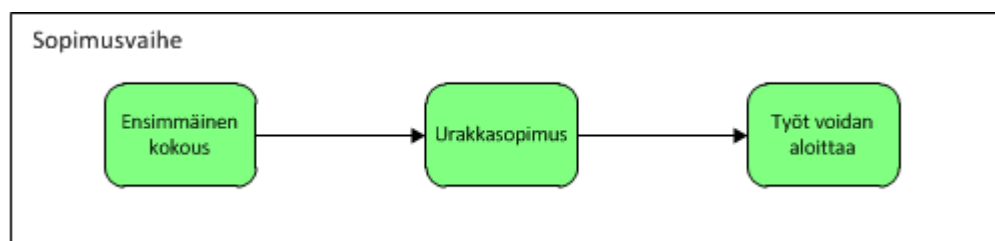
6.3 Liiketoimintaprosessi

Tilaaajan määrittelemä palvelutoiminta alkaa, kun tilaaja lähettää yritykselle tarjouslaskentamateriaalin. Tarjouslaskentamateriaalin pohjalta annetaan tilaajalle tarjous. Lopuksi tilaaja päättää, minkä urakoitsijan tarjous hyväksytään. (Kuva 9, ks. seur. s.)



Kuva 9. Tarjouskilpailun eri vaiheet

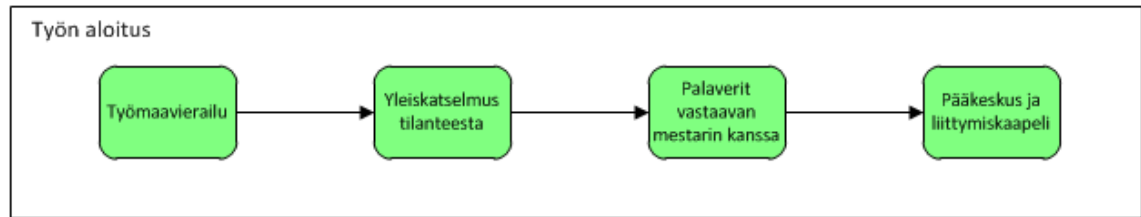
Seuraavassa vaiheessa aloitetaan varsinainen yhteistyö tilaajan kanssa. Tilaajan kanssa käydään urakkasopimuksen sisältöä läpi ja mahdollisesti allekirjoitetaan urakkasopimus. Tässä vaiheessa voidaan sopia myös aloituspalaverista. Urakkasopimuksen ja aloituspalaverien jälkeen siirrytään työn toteuttamiseen. (Kuva 10.)



Kuva 10. Sopimuksen teon vaiheet

Työn alussa käydään työmaalla katsomassa yleistilanne. Työmaalla keskustellaan rakentajien ja/tai vastaavan mestarin kanssa aikatauluista ja yleisistä työmaakäytännöistä.

Ensimmäisiä töitä, joita työmaalla on tarkasteltava, ovat tonttikeskuksen paikan määrittäminen ja liittymiskaapeleiden sijainti. Tässä vaiheessa ovat maarakennustyöt yleensä jo käynnissä, joten toiminnan on oltava ripeää. (Kuva 11, ks. seur. s.)



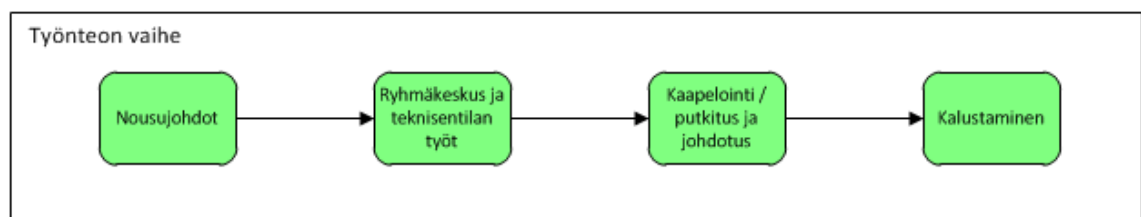
Kuva 11. Työn aloittamiseen liittyviä kohtia

Kun liittymiskaapeli on puuttuvalta osaltaan hankittu ja kytketty tontti-/pääkeskukseen sekä vaaditut mittaukset tehty, voidaan pyytää sähkönjakelijaa toimittamaan sähköä keskukseen. Näin työmaalle saadaan työmaa-aikaista sähköä.

Kun taloon tuodaan kunnallistekniikkaa maarakennustöiden yhteydessä, on hyvä asentaa putket pääkeskukselta ryhmäkeskukselle. Tässä vaiheessa pitäisi myös asentaa maadoituselektrodit maahan tai perustuksien alle, mikäli perustusmaadoituselektrodi ei laiteta perustuksien sisään.

Seuraavassa vaiheessa alkaa yleensä sisätyöt. Sisätöihin sisältyy ryhmäkeskuksen asentaminen ja teknisen tilan työt, kuten maalämpöpumpun ja lämminvesivaraajan kytkeminen.

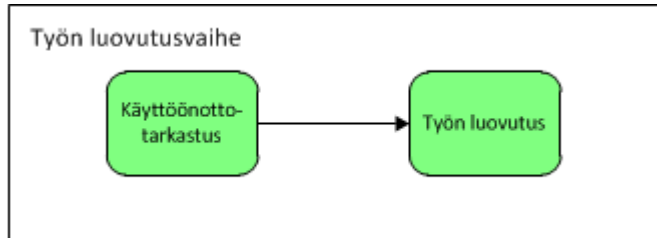
Kun tärkeät teknisen tilan työt ovat saatu valmiiksi, aloitetaan kaapelointi tai putkittaminen. Yleensä järjestys poikkeaa kuitenkin niin, että osa sähköryhmistä putkitetaan lattian kautta ja vasta lattiavalun jälkeen asennetaan ryhmäkeskus paikoilleen. Kaapeloinnin jälkeen seinäpintojen ollessa lopullisessa maalissa tai tapetoituina, voidaan aloittaa kalustaminen. (Kuva 12.)



Kuva 12. Työmaalla tehtävät suurimmat työt

Kun kohde on kalustettu, voidaan tehdä ryhmäkeskuksen kytkennät, suorittaa käyttöönottotarkastusmittaus ja ottaa asennukset käyttöön. Lopuksi työmaa voidaan luovuttaa asiakkaalle valmiine luovutuspiirustuksineen ja tarkastuspöytäkirjoineen.

Tarkastuspöytäkirjasta jää jäljennös yritykselle. Asiakkaalta voidaan pyytää allekirjoitus, jossa todistetaan, että kaikki luovutusdokumentit on luovutettu vaatimusten mukaisesti. (Kuva 13.)



Kuva 13. Työn luovutus asiakkaalle

Työn jokaisessa vaiheessa työpiirustuksiin piirretään muutokset. Lopuksi päivitetty ajantasaiset piirustukset nimetään luovutus- tai loppupiirustuksiksi, ja ne luovutetaan asiakkaalle. Asiakkaalle toimitetaan luovutuspiirustuksista paperikopiot sekä sähköisessä muodossa olevat piirustukset CD:llä tai muistitikulla. Asennustyölle jää lain vaatima kahden vuoden takuu tai muun sopimuksen mukainen takuu.

7 Dokumentoinnin kehittäminen yrityksessä

7.1 Hyvän suunnittelu ympäristön ominaisuuksia

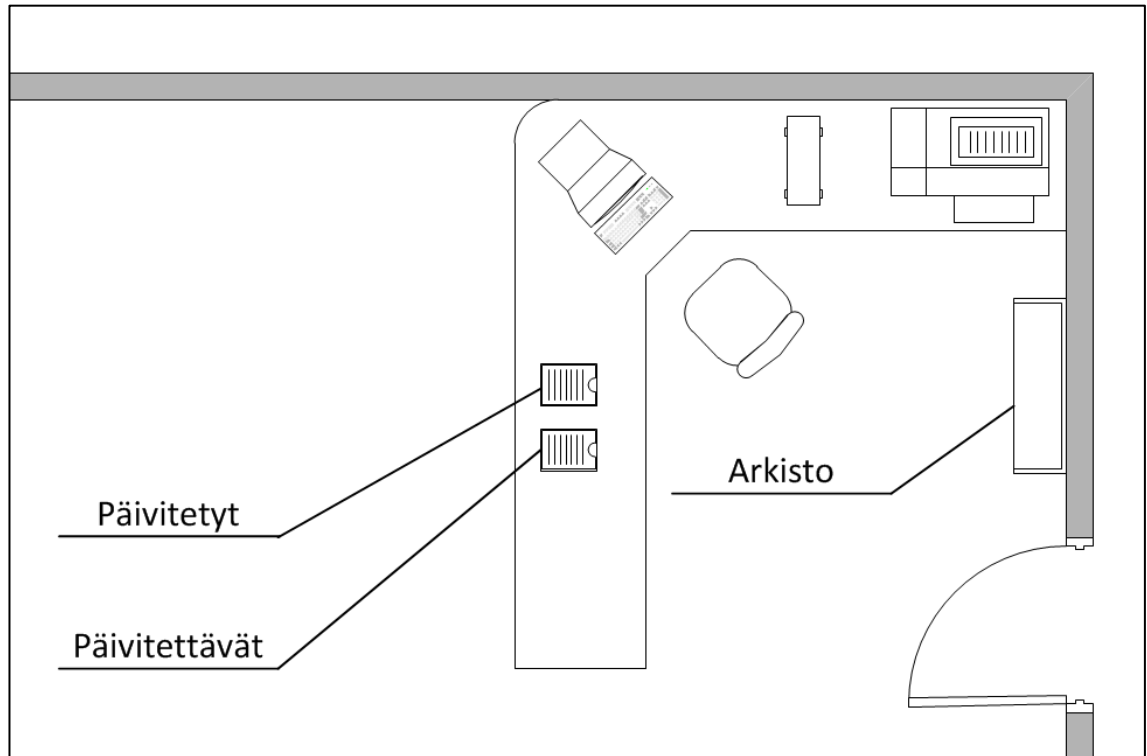
Kaiken lähtökohtana onnistuneelle dokumentoinnille on hyvä suunnittelu ympäristö. Hyvä suunnittelu ympäristö on selkeä ja sisältää kaikki tarvittavat työkalut työn tekemiseen. Suunnittelu ympäristö jaetaan kahteen eri osaan, fyysiseen ja tietotekniseen.

7.1.1 Fyysinen suunnittelu ympäristön kehittäminen

Sähködokumentointia tehdään tietokoneella, joten yrityksen toimistolle hankittiin uusi suunnitteluun sopiva tietokone ja sopivaksi katsottu riittävän suuri näyttö. Pöydäksi valittiin pitkä pöytä, koska työssä joudutaan usein lukemaan suuria piirustuksia tai useita piirustuksia samanaikaisesti.

Tulostimeksi valittiin entisen A4-koon tulostimen tilalle A3-koon tulostin, jolla saadaan suurempia ja selkeämpiä työmaapiirustuksia tulostettua. Uusi tulostuskoko mahdollistaa pienempien kohteiden loppukuvien tulostamisen. Näin pienissä kohteissa ei tarvita ulkopuolista tulostuspalvelua.

Työpöydälle hankittiin kaksi eri lokeroa, päivitetuille ja päivitettävälle kuville. Näin työn suorittaja voi jättää piirtäjälle päivitettävät piirustukset, ja piirtäjä voi jättää uusimmat päivitetty piirustukset työntekijöille. (Kuva 14.)



Kuva 14. Luonnos toteutettavasta työpisteestä

Toimiston nurkasta jouduttiin purkamaan useita kuutioita varastotarvikkeita ja hyllyjä tulevan työpisteen tieltä. Samoin varastotilan takaa paljastuneet seinät päätettiin maalata, jotta yleisvaikutelma paranisi.

Myös valaistusta paranneltiin, sillä ikkunoita ei välittömässä läheisyydessä ole. Työpisteen ylle päätettiin asentaa uusi loisteputkivalaisin, joka antaa sekä suoraa että epäsuoraa valoa, tehden näkemisestä näin miellyttävämmän.

Lisäksi valaistusta parannettiin epäsuoralla päivänvalovalauksella, jonka värilämpötila on 5 500 kelviniä ja värintoistoindeksi yli 90 %. Päivänvaloa antavat loisteputket sijoitettiin saalinkiin työpisteen takaseinälle. Päivänvalovalauksella virkistää työympäristöä. (Kuva 15, ks. seur. s.)



Kuva 15. Työpisteen valaisimet

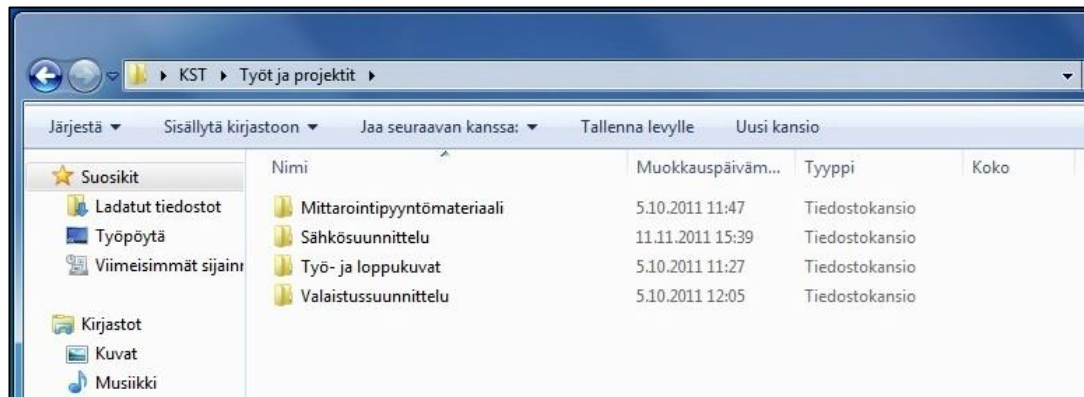
Työpisteen päälle sijoitetusta loisteputkivalaisimesta voidaan valita kolme eri valaistusvaihtoehtoa: suoraan alaspäin, katon kautta epäsuorasti tai näiden yhdistelmä. Saalinkiin sijoitettuja päivänvalolamppuja voidaan himmentää.

7.1.2 Tietotekninen suunnitteluympäristön kehittäminen

Tietoteknisen suunnitteluympäristön pohjana ovat hyvät ohjelmistot. Käyttöjärjestelmäksi valittiin Microsoftin Windows 7. Sähkösuunnitteluohjelmiston lisäksi hankittiin Microsoft Office Home and Business 2010 -ohjelmisto, joka sisältää mm. tekstinkäsittelyyn ja taulukkolaskentaan soveltuvat ohjelmistot.

Hyvän ja nopean tiedon löytämisen kannalta on hyvä luoda kansioisto niin, että tieto on loogisesti löydettävissä. Kansioisto on hyvä jäsentää ja jakaa riittävän moneen eri osaluueeseen kansioden avulla. Yrityksen toiminnan perusteella jako tehtiin

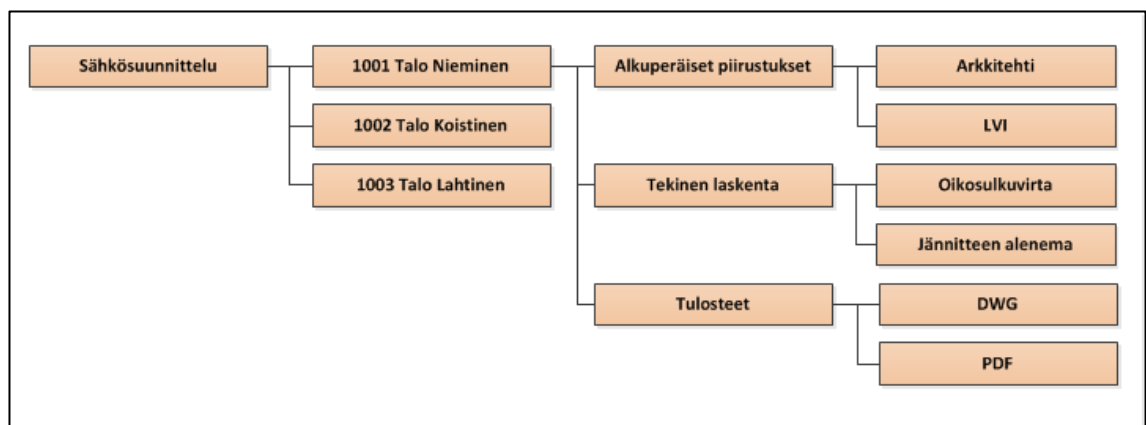
sähkösuunnittelun, työ- ja loppukuvien, mittarointipyyntömateriaalin ja valaistussuunnittelun kesken (kuva 16).



Kuva 16. Kansioden jäsentely

Kansioiden sisällä käytetään projektikohtaista numerointia, jonka perässä on rakennuttajan tai tilaajan nimi, esim. 1001 Talo Virtanen. Kyseisestä kansioista tulee projektikansio.

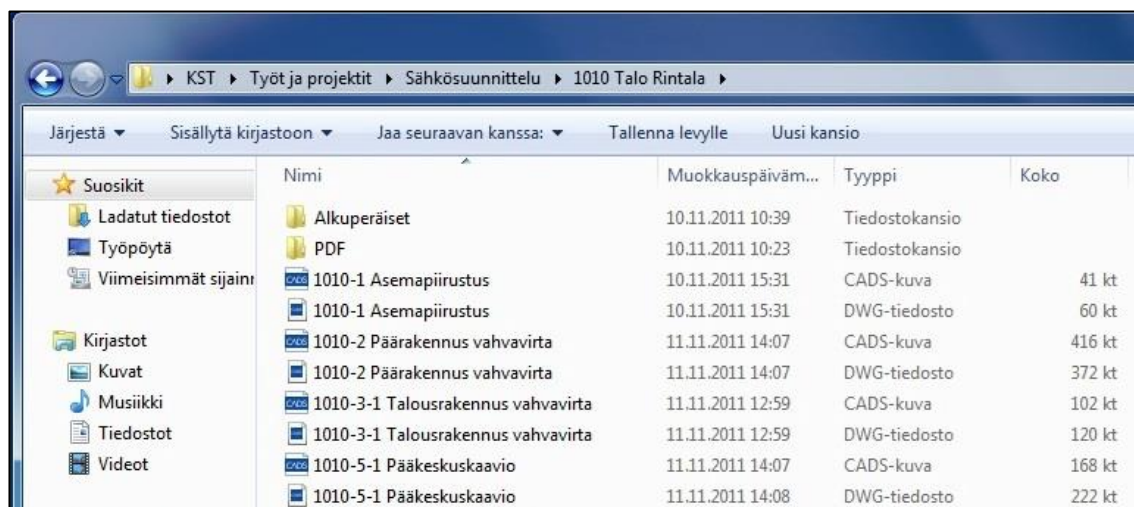
Kansion sisään on hyvä tehdä Alkuperäiset-kansio, johon mm. arkkitehtipohjat tallennetaan. Alkuperäisiin kuviin ei kosketa. Arkkitehtipohjaa siistitään ja voidaan muokata, mutta se tallennetaan omaksi tiedostoksi projektikansioon erilleen alkuperäisistä kuvista. Projektikansioon voidaan luoda myös tulosteita varten kansiot. Esimerkiksi PDF- ja DWG-tiedostoille voidaan luoda omat kansiot, jolloin projektikansio jäsentyy paremmin. (Kuva 17)



Kuva 17. Sähkösuunnitelmien kansioiston rakenne

Sähkösuunnitelmissa luodaan useita eri piirustuksia. Piirustukset on hyvä numeroida projektinumeron perään omalla numerolla, esim. 1001-1 Asemapiirustus ja 1001-2

Tasopiirustus. Jälkimmäinen numero on piirustusnumero, ja se lisätään kuvien nimiöihin. (Kuva 18.)



Kuva 18. Omakotitalon projektikansio

Piirustusluetteloon merkitään jokaisen piirustuksen projekti- ja piirustusnumero. Näin kuvat ovat löydettävissä nopeasti. Piirustusluettelo on yleensä kuvasarjan ensimmäisenä, ja se toimii sisällysluettelona.

Sähköurakoissa joudutaan usein tekemään muutoksia kaapelireitteihin. Kaapelireittien muutokset aiheuttavat sen, että oikosulkuvirtoja joudutaan laskemaan uudelleen. Näin varmistetaan syötön automaattisen poiskytkennän toteutumisen. Tätä varten on hyvä tehdä taulukkolaskentaohjelmalla parametrit, johon syötetään uuden kaapelin pituus sekä kaapelin tyyppi. Taulukkolaskentaohjelma laskee automaattisesti oikosulkuvirran kyseisellä kaapelilla. Excel soveltuu hyvin tällaisen laskimen toteuttamiseen. (Kuva 19, ks. seur. s.)

Oikosulkuvirtalaskin on luotu sähköalalla käytössä olevan D1-käsikirjan tarjoamien yhtälöiden mukaisesti. D1-käsikirja pyrkii antamaan SFS-6000:sta käytännönläheisen kuvan.

Syötä kaapelin pituus / m	Oikosulkuvirran arvo ennen mitattavaa osaa / A	
32	450	
Kaapeli-impedanssi / Ohm / km	Impedanssiarvo ennen laskettavaa osaa / Ohm	$Z_1 = \frac{cU}{\sqrt{3}I_{k1}}$
1,418	0,487540	
	Impedanssiarvo kaapelin päässä / Ohm	$Z_{tot} = Z_1 + 2 \times l \times z_w$
	0,578292227	
	Oikosulkuvirran arvo kaapelin päässä / Ohm	$I_k = \frac{cU}{\sqrt{3}Z_{tot}}$
	379,4	
Toisen kaapelin pituus / m	Impedanssiarvo toisen kaapelin päässä / Ohm	
50	1,455292227	
Kaapeli-impedanssi / Ohm / km	Oikosulkuvirran arvo toisen kaapelin päässä / Ohm	
8,770	150,7553591	

Kuva 19. Oikosulkuvirran laskentaa varten tehty ohjelma

Oikosulkuvirran laskentaa varten tehty taulukko on yksi esimerkki tavoista hyödyntää Excel-ohjelmistoa. Taulukkolaskentaohjelmistojen yhtälöt on kuitenkin hyvä tarkistaa vielä käsin esim. paperilla, jotta virhelaskuilta vältyttäisiin. Kun yhtälöt on tarkastettu, voidaan ohjelmaa käyttää luotettavasti.

Excelillä katsottiin hyväksi luoda asiakaskohtainen luettelo, josta selviävät projektinumero ja tarvittavat asiakkaan tiedot (taulukko 1). Asiakaskohtainen luettelointi liitettyinä projektinumeroon nopeuttaa asiakkaan tietojen hakua.

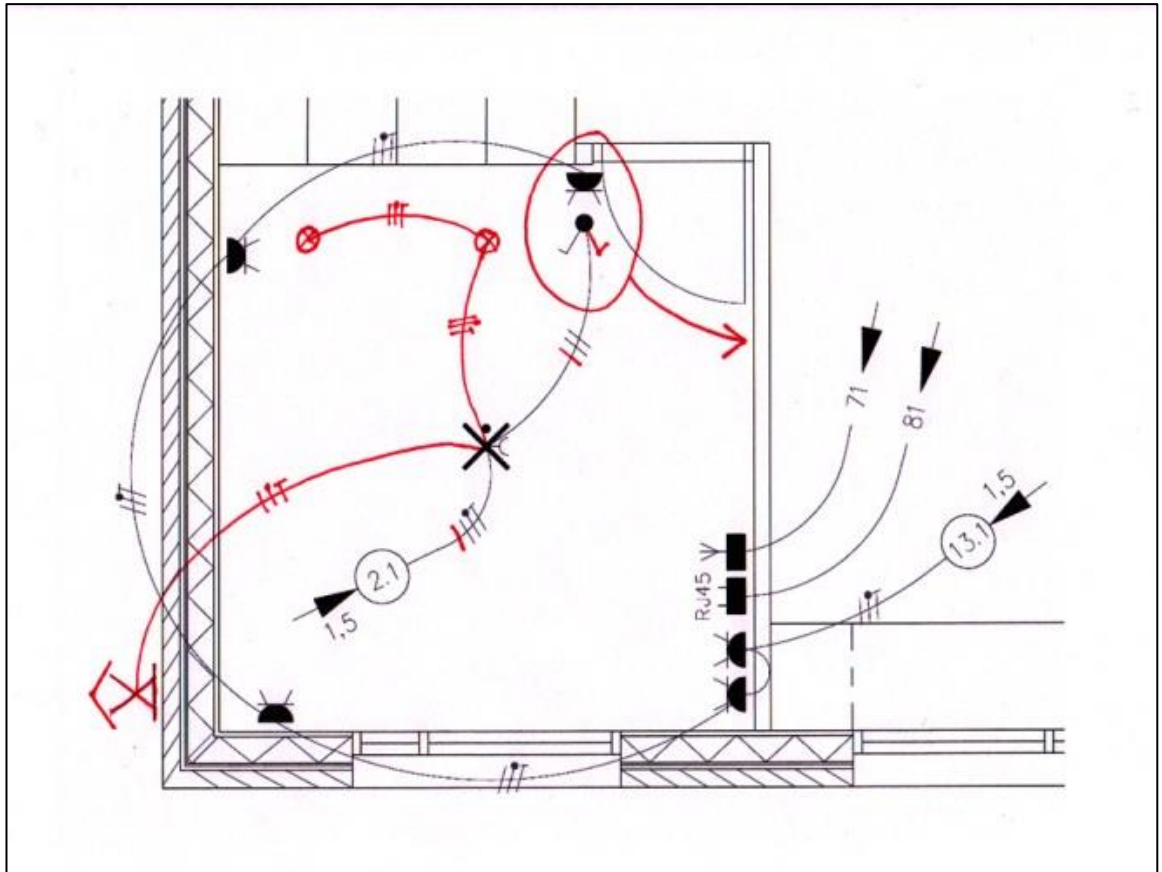
Taulukko 1. Excelillä luotu asiakaskohtainen luettelo

Projektinumero	Sukunimi	Etunimi	puh.	Osoite	Kaupunki
1001	Virtanen	Matti	040-xxxxxxx	Sähkötie	Helsinki
1002	Korhonen	Pekka	050-xxxxxxx	Putkitie	Espoo
1003	Nieminen	Jukka	040-xxxxxxx	Lämpötie	Kirkkonummi

Sähkötyöselostusta varten löytyy Word-ohjelmasta valmiita tyylejä, tai tyylin voi luoda kokonaan yrityksen imagolle sopivan näköiseksi.

7.2 Työmaapiirustusten piirtämisprosessin kehittäminen lisä- ja muutostöissä

Työmaapiirustusten toteuttamisessa on tärkeää, että prosessi on sujuvaa eikä se hidasta työn toteuttamista. Jotta piirustusten toteuttaminen olisi sujuva ja jouhevasti kulkeva prosessi, piirustuksia on päivitettävä sopivin välein.

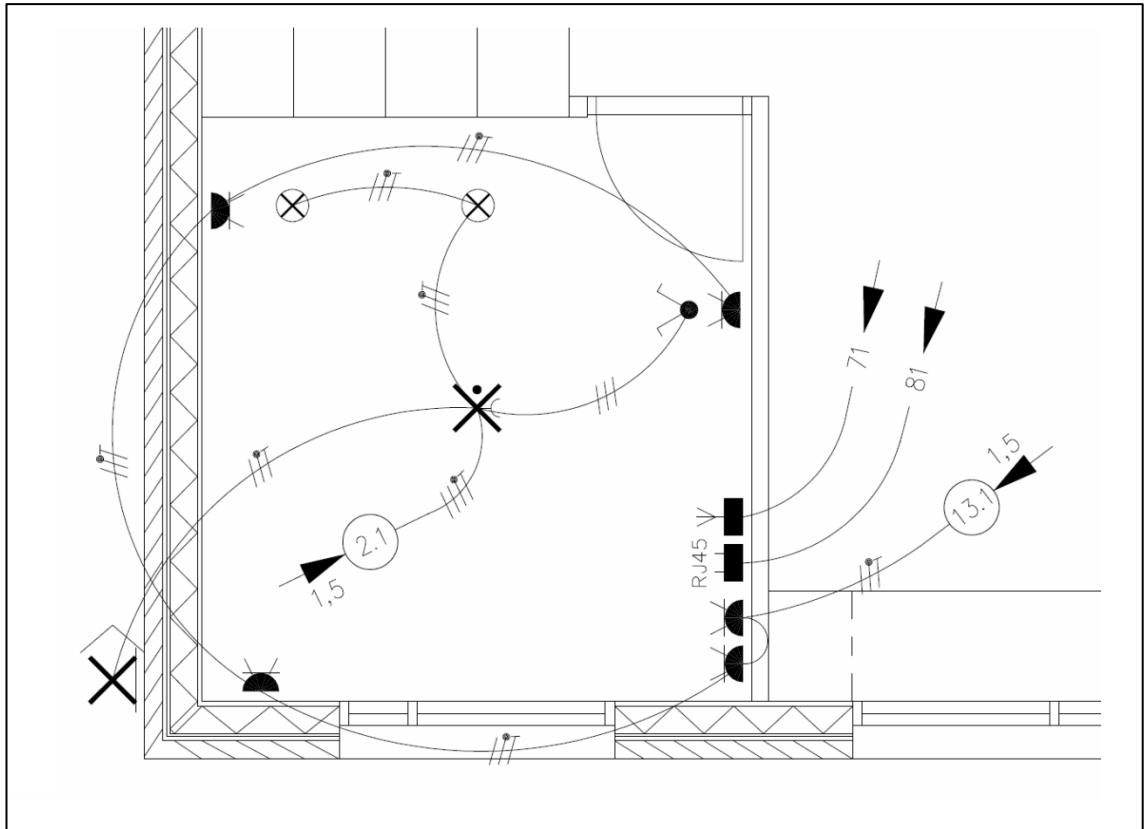


Kuva 21. Tasopiirustus asentajan piirtämien muutosten jälkeen

Muutosta tehdessä asentaja ei ole piirtänyt kytkimen ja pistorasian symboleja uudelleen, vaan on selkeyden vuoksi käyttänyt siirtoa tarkoittavia symbolia, jossa siirrettävät laitteet ympäröidään, ja nuolella osoitetaan ympyrän sisällä olevien laitteiden uusi paikka. Asentaja on myös huomionut asentamiensa kaapeleiden/johtimien tyypit merkaamalla ne piirustukseen.

Asentaja piirtää ja/tai kirjoittaa keskuspiirustuksiin muutoksen ryhmän 2.1 syöttöjohdon uudesta tyypistä ja ilmoittaa numerovalon kuuluvan samaiseen kaapeliin keskus- ja valaistuspiirikaavioissa. Mikäli numerovalosta ei ole esittävä valaistuspiirikaaviota, täytyy asentajan ilmoittaa, että sellaiselle olisi mahdollisesti tarvetta.

Tehokkaiden muutossymbolien johdosta (ja ahkeran asentajan, joka tekee muutokset heti kaikkiin piirustuksiin) sähköpiirustuksista vastaava henkilö voi keskittyä vain piirtämiseen, eikä hänen tarvitse käyttää aikaa pohtiakseen muiden piirustusten sidonnaisuuksia tasopiirustukseen.



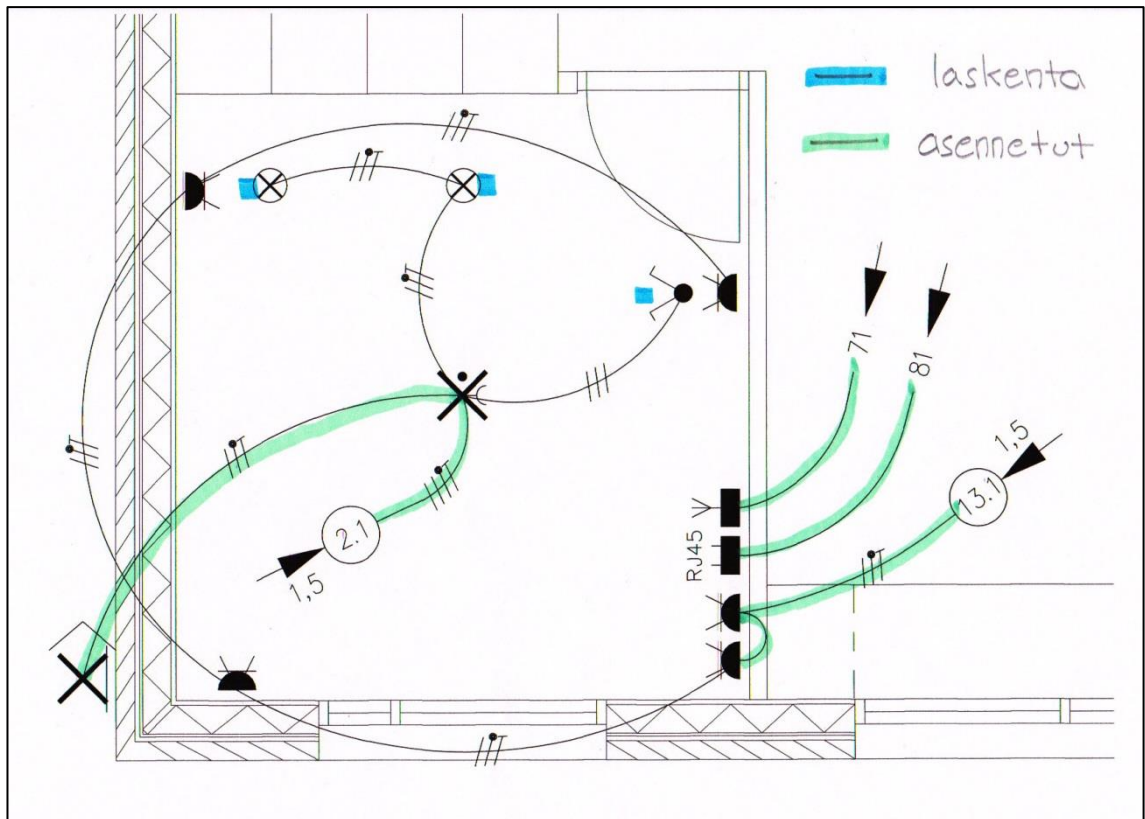
Kuva 22. Uusi versio tasopiirustuksesta muutoksien jälkeen

Muutosmerkinnät piirretään puhtaaksi CADSillä. Uudet puhtaaksi piirretyt tulosteet toimitetaan työmaalle. (Kuva 22.)

7.2.2 Piirustusten värijärjestelmän määrittäminen

Muutossymbolien piirtämiseen käytetään aina punaista väriä. Muutospiirustusten lisäksi on kuitenkin havaittu tarvetta ainakin kahdelle värille, joita asentaja voisi käyttää. On tilanteita, joissa asentaja haluaa laskea symbolien määrää esim. puutelistaa varten, ja tilanteita, joissa asentaja haluaa merkitä jo asennettuja laitteita ja/tai kaapeleita. Asentajan on näin helppo havaita, mitkä laitteiston osat ovat vielä asentamatta ja/tai johdattamatta.

Jo asennettuja laitteita varten otetaan käyttöön vihreä väri ja laskentaa varten käytetään syaania väriä. Värien on oltava riittävän kaukana toisistaan, jotta niitä ei sekoitetaisi toisiinsa. Piirustukseen voidaan merkitä mitä mikäkin väri symboloi. (Kuva 23, ks. seur. s.)



Kuva 23. Asentajan merkintöjä asennetuista laitteistoista ja määrälaskennasta

Ongelmana laskentaväriä käytettäessä on, että usein sitä voidaan käyttää vain kerran tiettyä symbolijoukkoa kohden. Laskentaa varten voidaan kuitenkin käyttää erilaisia merkintätapoja, esimerkiksi rengastamalla tai täplittämällä symboleja. Liian monien erilaisten laskentamerkintöjen tekeminen sekavoittaa kuvaa.

7.2.3 Piirustusvälineet työmaalla

On tärkeää että jokainen piirtäjä käyttää jokaisella työmaalla samoja värejä, ja mielellään samanmerkkisiä kyniä. Tätä varten jokaiselle työntekijälle hankitaan samanlaiset merkintävälineet, joihin on kirjoitettu, mitä mitäkin piirustusväline edustaa.

7.2.4 Sopivan päivitysvälin määrittäminen

Sopivan päivitysvälin löytäminen on enemmän tai vähemmän subjektiivinen tekijä. Henkilö joka on piirtänyt muutokset, voi nähdä kuvan vielä siinä vaiheessa selkeänä, kun toinen työntekijä kaipaa jo kuvien päivittämistä.

7.3 Luovutuspiirustusten toteutuminen

Luovutuspiirustukset toteutuvat suurimmalta osin sitä mukaan kun työmaakuvia päivitetään. Luovutuspiirustukset on vielä tarkistettava, ennen kuin ne luovutetaan omistajalle. Piirustukset tallennetaan koneen sisäinen kovalevyn lisäksi myös ulkoiselle muistikulle varmuuskopioina.

8 Yhteenveto

Tämän insinööriyön pohjalta kehitetty dokumentointitapa nopeuttaa yrityksen toimintaa asennuksissa ja kuvien päivittämisessä. Samalla toteutuu yrityksen tavoite toimittaa ajan tasalla olevat selkeät ja lain vaatimat sähköpiirustukset työn tilaajalle.

Ajantasaiset kuvat nopeuttavat vian hakua sähköjärjestelmästä toteutuksen aikana ja sen jälkeen. Usein olemassa olevan kohteen muutostöissä työn suunnittelu ja toteutus nopeutuu olemassa olevien sähköpiirustusten myötä. Tämä tuo kustannussäästöjä kiinteistön omistajille.

Hyvät luovutuspiirustukset antavat myös positiivista kuvaa yrityksestä, joka on ne toteuttanut. Vielä vuosikymmeniä myöhemmin sähköpiirustukset voivat tuoda lisätyötä yritykselle sähköpiirustuksista löytyvien yhteistietojen myötä. Uusi CAD-ohjelmisto mahdollistaa yrityksen toimikuvan laajentamisen myös pienimuotoiseen sähkösuunnitteluun.

Lähteet

- 1 SFS-600 käsikirja. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2007
- 2 ST-13.28. Yleisohjeita sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista. 2009
- 3 ST-13.32. Käyttöpiirustusten (loppupiirustusten) laatimisohteita. 2009
- 4 ST-kortisto. 2012. Verkkodokumentti. Sähköinfo.
<<http://www.sahkoinfo.fi/ProductGroup.aspx?id=54>> Luettu 23.4.2012

