

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Jani Heiskanen

KONEISTUSHALLIN TIETOMALLIPOHJAINEN
SÄHKÖSUUNNITTELU

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2016
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä(t)
Jani Heiskanen

Nimeke
Koneistushallin tietomallipohjainen sähkösuunnitelma

Toimeksiantaja
AM-Koneistus Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä aiheena oli tietomallipohjainen sähkösuunnittelu AM-koneistus Oy:n uuteen koneistushalliin. Opinnäytetyössä tutustuttiin sähkösuunnitteluprojektiin liittyvän teorian vaiheisiin ja dokumentoitiin sekä toteutettiin sähkösuunnitelma tietomallipohjaisena suunnitelmana. Opinnäytetyön suunnittelu tehtiin CADS Planner Electric 16 -ohjelmalla.

Teoriaosuudessa käydään läpi sähköliittymän ja syöttökaapelin mitoitus, ylivirtasuojaus sekä sähkösuunnittelun vaiheet. Työn toisessa osuudessa käydään läpi tietomallipohjainen sähkösuunnittelu CADSillä. Opinnäytetyössä tarkastellaan, minkälaisia vaatimuksia konedirektiivi 2006/42/EY ja SFS-EN 60204-1 -standardi asettaa koneiden sähköjärjestelmille. Lopuksi minkälaisia dokumentteja suunnitelmiin kuuluu ja mitä käyttöönotto ja varmennustarkastus sisältävät.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet 9

Asiasanat

Sähkösuunnittelu, tietomallinnus, CADS



THESIS
March 2016
Degree Programme in Electrical Engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Title

Electrical Design for a Machine Workshop Based on Building Information Model

Commissioned by
AM-Koneistus Oy

Abstract

The subject of this thesis was to create electrical designing based on Building Information Model for the new machinery workshop of AM-Koneistus Oy. The theory part of electrical design and documentation was familiarized with and electrical plans were produced based on Building Information Modelling. The designing was made with CADs Planner Electric 16 program.

The theory part deals with electricity connections and cable dimensioning, overcurrent protection and stages of electrical planning. The second part deals with building information modelling with CADs. In this thesis it is also considered what kind of demands machine directive 2006/42/EY and SFS-EN 60204-1 set to the electricity system. Finally, it was studied what kind of documents electrical plans contain and what the commissioning inspection involves.

Language

Finnish

Pages 40

Appendices 9

Keywords

electrical design, building information model, CADs

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Kohde	6
3	Sähköliittymän mitoitus yleisesti	7
3.1	Sähköliittymän mitoitus	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
3.2	Syöttökaapelin mitoitus	9
4	Ylivirtasuojaus.....	10
4.1	Sulakesuojaus	12
4.2	Sulakkeeton suojaus.....	12
4.3	Selektiivisyys	13
4.4	Jännitteen alenema	13
5	Sähkösuunnittelun vaiheet.....	15
5.1	Hankesuunnittelu	15
5.2	Ehdotussuunnittelu	16
5.3	Yleissuunnittelu.....	16
5.4	Toteutussuunnittelu	17
5.5	Vastaan- ja käyttöönotto	18
6	Sähkösuunnittelu Cads Planner Prolla.....	18
6.1	Cads-projektin luominen	18
6.2	Origon asetaminen	21
6.3	3D-sähkösuunnittelu	22
6.3.1	Johtotiet	22
6.3.2	Sähköpisteet	23
6.3.3	Johdotukset	26
6.3.4	3D-osien generointi kuvaan	27
6.4	Määrälaskenta	27
6.5	Valaistus suunnittelu.....	28
6.6	Valaisinluettelo.....	29
6.7	Tietokannat.....	29
6.8	IFC-tiedosto	30
7	Maadoitus	31
8	Konedirektiivit sähkösuunnittelussa	32
9	Dokumentointi.....	34
9.1	Asemapiirros.....	34
9.2	Tasopiirros	34
9.3	Keskusdokumentit	35
9.3.1	Pääkaavio	35
9.3.2	Piirikaavio	35
9.3.3	Kokooanopiirustus	36
9.3.4	Keskuksen kojeluettelo	36
9.4	Järjestelmäkaaviot	36
9.5	Laiteluettelot	37
9.6	3D- suunnitelmat ja tietomallit.....	37
10	Käytönottotarkastus	38

11 Tietomallipohjaisen suunnittelun tulevaisuus	39
12 Pohdinta.....	40
Lähdeluettelo	41

Liitteet

Liite 1	Tasokuva
Liite 2	Asemakuva
Liite 3	Keskuskaavio
Liite 4	Valaisinluettelo
Liite 5	Maadoituskaavio
Liite 6	Käyttöönotatarkastuspöytäkirja
Liite 7	Varmannustarkastuspöytäkirja
Liite 8	Valaistuslaskelma halli Dialux
Liite 9	Valaistuslaskelma toimisto Dialux

1 Johdanto

Työn tarkoituksena oli tehdä tietomallipohjainen 3D-sähkösuunnitelma AM-Koneistuksen uuteen halliin. AM-Koneistus Oy on vuonna 2000 perustettu metallikoneistamo. Yritys tekee pääasiassa alihankintana sahaus-, poraus-, jyrä-, sorvaus- ja kokoonpanotöitä. Vuonna 2013 yritys päätti rakentaa ajanmukaiset tuotantotilat, jotka mahdollistaa laajenemisen ja uusien koneiden hankinnat.

Kohteen olen suunnitellut ja ollut mukana urakoimassa kohdetta vuonna 2014. Sähkösuunnitelman tein silloin CadiE LT 2D-suunnitteluohjelmalla. Tämän työn tarkoitus oli tehdä sama suunnitelma tietomallipohjaisena 3D-suunnitteluna ja perehtyä tietomallintamiseen ja sen hyötyihin sähkösuunnittelussa. Muutamia isoja kohteita suunnitelleena ja urakoineena olen huomannut tietomallinnuksen ja törmäystarkastelun tärkeyden urakoinnissa. Isoissa kohteissa kaikki suunnitelmat arkkitehtikuvista LVIS-kuviin pitäisi suunnitella tietomallipohjaisina suunniteluina.

Työ alkaa sähköliittymän- ja kaapelinmitoituksella ja käydään läpi ylivirtasuojauksen perusteet. Seuraavassa osiossa käsitellään sähkösuunnittelun vaiheet yleisellä tasolla, jonka jälkeen aloitetaan tietomallipohjainen sähkösuunnittelu CADS Planner Prolla. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös, kuinka rakennusten sähkösuunnittelua tekevien tulisi perehtyä koneiden sähköturvallisuutta koskevaan 60204 -standardiin ja muihin konedirektiivin vaatimuksiin. Lopuksi käsitellään sähkösuunnitelmien dokumentointi ja käyttöönottotarkastuksen vaiheet.

2 Kohde

Kiinteistön pinta-ala on 1116 m², josta toimistojen osuus 171 m² sisältäen tarvittavat sosiaalitilat ja hallin 905 m², josta 90 m² on varattu harrastetilojen käyttöön ja tuotantotilojen käyttöön 758 m². Hallin puolen IV-konehuoneen tila on 18 m² ja toimiston IV-konehuoneen tilalle on varattu 22 m². Autopaikkoja tulee 12 kpl. Lämmitys toteutetaan kaukolämmöllä ja lattialämmityksellä.

3 Sähköliittymän mitoitus yleisesti

Kiinteistön liittämässä yleiseen sähkönjakeluverkkoon tarvitaan arvio kiinteistön huipputehosta sekä selvitys suurista yksittäisistä sähkökuormista. Huipputeho on suurin yhtäaikainen (tunti)teho, joka kiinteistössä on kytkettynä sähkönjakeluverkkoon.

Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen on tärkeimpiä asioita rakennusten sähkösuunnittelussa. Suunnitteluvaiheessa rakennuksen-sähköverkko ja liittymä tulisi pyrkiä mitoittamaan siten, että ne ovat riittävän suuria myös tulevaisuudessa. Rakennusten sähköverkon ja liittymän mitoittamisessa on pyrittävä todellisen huipputehon selvittämiseen laskemalla se todellisen tai oletetun tehontarpeen mukaan. [1]

Huipputehon laskentakaavoja löytyy asuintaloihin, mutta niitä ei voida käyttää hyväksi teollisuushallin laskennassa. Tuotannollisissa rakennuksissa merkittävimmät mitoitukseen vaikuttavat tekijät ovat lähes poikkeuksetta tuotannossa käytettävät laitteet. [1]

Huipputeho on yleensä pienempi kuin kaikkien kiinteistössä olevien sähkölaitteiden yhteenlaskettu teho, koska laitteet eivät ole käytössä samanaikaisesti. Sähköverkon tehokkaan toiminnan kannalta olisi suotavaa, etteivät sähkötehot vaihtelisi voimakkaasti esimerkiksi vuorokauden aikana. Huipputehon rajoittamista edistetään mm. sähköhinnoittelulla (tehotariffit, liittymismaksut) sekä kytkentäsuosituksilla (sähkölämmitysohjaus).

Sähköliittymän mitoittava sähköteho valittujen laitteiden perusteella voidaan laskea yhtälöllä 1.

$$P_M = 1,3 \times (P_{LVIA} + P_{VALAISTUS} + P_{LAITTEET} + P_{SLK} + P_{muut}) \quad (1)$$

jossa

- P_M = mitoittava sähköteho
 P_{LVIA} = Yhteenlaskettu sähköteho, joka saadaan LVIA-koje-
 luettelosta
 $P_{VALAISTUS}$ = yhteenlaskettu teho saadaan valaistusluettelosta
 $P_{LAITTEET}$ = yhteenlaskettu teho saadaan laiteluettelosta
 P_{SLK} = autolämmitysteho
 P_{MUUT} = mahdolliset muut suurentehon omaavat kuormitukset
 1,3 = Kerroin jolla on varauduttu tulevaisuuden järjestelmä
 lisäyksiin ja muuhun sähkötehon tarpeen 30 % nousuun

Taulukko 2. Sähköliittymän mitoitus

Laiteryhmä	Mitoitettava teho kW	Huipputehon aikainen samanaikai- suuskerroin k2	Laiteryhmän teho kW	Laiteryhmän sisäinen tasaisuusker- roin k1	Laiteryhmän kokonaisteho KW
Valaistus	3,2	0,5	6,44	0,7	9,2
Ilmanvaihto- puhaltimet	8,3	1	8,32	0,8	10,4
ATK-pr kuorma	5	1	5	1	5
muu pr kuorma	1,2	0,2	6	0,3	20
autolämmitys	0	0	14,4	0,8	18
konekuormat	88,3	0,6	147,2	0,8	184
Yhteensä	106,1		187,36		246,6
varaus teholi- säykselle 30 %	1,3				
Mitoittava teho	137,9				

Tällä tavalla mitoitetulla sähköliittymällä tulee huomioida laiteryhmien sisäinen samanaikaisuuskerroin sekä laiteryhmien välinen samanaikaisuuskerroin.

Laiteryhmän sisäinen tasaisuuskerroin k1 kertoo, kuinka paljon laiteryhmän laiteista on enimmillään käytössä samanaikaisesti.

Laiteryhmien välinen samanaikaisuuskerroin k2 kertoo, kuinka paljon k1:llä tasatusta tehosta on käytössä huipputehon aikana. [1]

Mitoitusvirta lasketaan kaavalla kaksi.

$$I_{MAX} = P_{MAX} / \sqrt{3} * U_P * \cos\phi \quad (1)$$

Jossa

P_{MAX} = Huipputeho (W)

U_P = Verkon pääjännite (400 V)

$\cos\phi$ = kuormituksen tehokerroin 0,85

$$I_{MAX} = 137,9 \text{ kW} / (\sqrt{3} * 0,4 \text{ kV} * 0,85) = 234 \text{ A}$$

Mitoitus hetken liittymän mitoituksessa lasketaan liittymä kuitenkin, ilman tehonlisäys varausta.

$$I_{MAX} = 106,1 \text{ kW} / (\sqrt{3} * 0,4 \text{ kV} * 0,85) = 180 \text{ A}$$

Liittymän kooksi asiakas halusi kokeilla 3x160 A:a. Koska liittymismaksut ja perusmaksut ovat isoilla liittymillä korkeampia, 160 A:n liittymällä 9670€ ja 250A:n liittymällä 15000€. Keskukset ja syöttökaapeli mitoitettiin kasvuvaroin, että liittymää voidaan kasvattaa 3x250A:iin

3.1 Syöttökaapelin mitoitus

Rakennuksen liittymiskaapelin tai –kaapeliin mitoituksen peruseriaatteena voidaan pitää sähköpääkeskuksen nimellisvirtaa, jonka suuriset etusulakkeet on voitava asentaa liittymiskaapelia uusimatta. Tämä sääntö määrittelee liittymiskaapelin johtimien minimipoikkipinnan. Nimellisvirraltaan suurissa liittymissä käytetään tarvittaessa useampaa liittymiskaapelia rinnakkain. Lopullisesti liittymiskaapelin poikkipinta valitaan paikallisen sähköverkkoyhtiön kaapelisuositusten mukaisesti, siten että liittymiskaapeli on vähintään edellä mainitun minimipoikkipinnan suuruinen. [1]

Caruna ilmoitti syöttökaapelin kooksi AXMK 4x185, kun ilmoitimme tulevaisuuden laajennus tarpeet huomioon ottaen 250A:ia.

4 Ylivirtasuojaus

Johdot tulee suojata ylivirralla, jotta ne eivät lämpenisi liikaa. Ylivirtasuojaus jakaantuu ylikuormitussuojaukseen ja oikosulkusuojaukseen.

Ylikuormitussuojauksen tehtävä on huolehtia siitä, ettei normaali tilanteessa johdon virta lämmitä liikaa johtoa. Se siis estää liian suuren kuormituksen kytkemisen johdon syöttävään ryhmään. Johtimien kuormitettavuus on se virta, jolla johtimet ja koko johto ei lämpene liikaa niissä olosuhteissa, joihin se on asennettu.

Oikosulkusuojaukseen käytetään vikatapauksissa syntyvien oikosulkuvirtojen katkaisuun. Oikosulkusuojan tulee katkaista vikavirta mahdollisimman nopeasti ja sillä täytyy olla suuri virran katkaisukyky. Oikosulkusuojan tulee myös rajoittaa sen suojaamaan johtoon päästämä energia sellaiseksi, ettei se vaurioita johdon rakennetta vian aikana. [7]

Oikosulkusuojaukselle on kaksi keskeistä vaatimusta:

1. Oikosulkusuojan on pystyttävä katkaisemaan suurin virtapiirissä esiintyvä oikosulkuvirta.
2. Poiskytkennän on tapahduttava ennen kuin suojalaitteen suojaamat piirit vaurioituvat.

Syötön automaattisella poiskytkennällä tarkoitetaan sulakkeiden tai johdonsuojautomaattien toimintaa. Laskennassa on varmistettava että automaattinen poiskytkentä toimii riittävän nopeasti ja toiminta on selektiivinen. SFS 600 -standardi määrittää, että riittävä poiskytkentäaika on alle 0,4 sekuntia. Poikkeuksena tästä on keskuksien väliset nousujohdot ja pääjohdot, joille riittävä aika on alle 5 sekuntia. [7]

Yksivaiheinen oikosulkuvirta I_k lasketaan kaavalla kolme:

$$I_k = (c \times U) / (\sqrt{3} \times Z) \quad (3)$$

jossa:

I_k = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

c = kerroin 0,95

U = pääjännite

Z = virtapiirin kokonaisimpedanssi (Ω)

Jotta voidaan laskea oikosulkuvirta ryhmäkeskukselle, on laskettava verkon impedanssi käyttäen kaavaa kolme.

$$Z = (c \times U) / (\sqrt{3} \times I_k)$$

$$Z_{PK} = 400V \times 0,95 / \sqrt{3} \times 6922A = 0,031 \Omega$$

Toimiston ryhmäkeskuksen oikosulkuvirran lasketaan kaavalla kolme. Ryhmäkeskusta suojaa gG 25A:n sulakkeet. AXMK 4x25 kaapelin pituus on 32m. Pienin vaadittu viiden sekunnin toimintavirta on 110A

$$I_k = (0,95 \times 400) / (\sqrt{3} \times (0,031 \Omega + 2 \times 0,032 \text{ km} \times 1,492 \Omega/\text{km})) = 1734A$$

Cads, antaa laskennallisen tuloksen 2114A.

Oikosulun suurin sallittu kesto aika t lasketaan kaavalla neljä:

$$t = (k \times A / I)^2 \tag{4}$$

jossa

t = oikosulun sallittu kesto aika (s)

k = johdinvakio (SFS 6000- 4-43) taulukko 2.

A = johtimen poikkipinta-ala (mm^2)

I = oikosulkuvirran suuruus (A)

Taulukko 2. (SFS 6000- 4-43)

<i>Kerroin k (SFS6000:2007 Taulukko 43A, osa)</i>			
	PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR/PEX
<i>Alkulämpötila</i>	70	70	90
<i>Loppulämpötila</i>	160	140	250
Johdinmateriaali			
Cu	115	103	143
Al	76	68	94

Kesto aika lasketaan käyttämällä kaavaa neljä.

$$t = (70 \times 25/1734A)^2 = 1,2s$$

Viiden sekunnin kesto aika toteutuu

4.1 Sulakesuojaus

Sulake on sähkövirtapiirissä toimiva turvalaite, jossa metallilanka tai - nauha sulaa, kun virta ylittää tietyn arvon. Sulake suojaa sähköjohtoja ylikuormituksen aiheuttamalta lämpenemiseltä.

Seuraavassa esimerkkejä sulakesuojauksesta:

- johdonsuojakatkaisija
- tulppasulakkeet
- kahvasulakkeet.

4.2 Sulakkeeton suojaus

Keskeisiä turvallisuuteen ja hintaan vaikuttavia seikkoja ovat nimellisvirran ja releasettelun ohella oikea katkaisukyky. Sitä varten on laskettava katkaisijan sijainnissa esiintyvä oikosulkuvirran arvo. Seuraavassa esimerkkejä sulakkeettomasta suojauksesta:

- kompaktikatkaisijat
- ilmakatkaisijat
- vikavirtasuojakytkin
- moottorinsuojakytkin.

4.3 Selektiivisyys

Valittaessa suojalaitteita on tärkeää, että selektiivisyys toteutuu. Selektiivisyys tarkoittaa sitä, että oikosulkutilanteessa palaa oikosulkupaikasta sähkönsyöttösuuntaan lähin suojalaite. Selektiivisyys saadaan toteutettua mitoittamalla peräkkäisten suojalaitteiden nimellisvirrat riittävän erisuuruiseksi. Selektiivisyys voidaan tarkastaa selektiivisyystaulukoista.

4.4 Jännitteen alenema

Jännitteen alenemalle on standardeissa määritelty hyväksytyt rajat. Rajat on määritelty sitä varten, ettei kulutuspisteellä jännite pääsisi laskemaan liian alas. Mikäli jännite kulutuspisteellä on liian alhainen, se voi aiheuttaa laiterikkoja.

SFS 600 standardin mukaan jännitteen alenema syöttöpisteellä eli keskuksella saisi olla $\pm 10\%$. On kuitenkin suositeltavaa, ettei kulutuspisteellä jännitteen alenema ylittäisi 4% :a. Suurempia jännitteen alenemia voidaan harkinnan varaisesti hyväksyä erikoistapauksissa, kuten moottoreiden käynnistyessä ja muissa sellaisissa laiteissa, joissa kytkentävirta on suuri. (SFS 600,1)

Likimääräinen jännitteen alenema lasketaan kaavalla viisi

$$\Delta U = R * I_p + X * I_q \quad (5)$$

Missä:

ΔU = Jännitteen alenema

R = Verkon resistanssi

X = Verkon reaktanssi

I_p = Pätövirta

I_q = Loisvirta

Jännitteen likimääräinen alenema, voidaan myös laskea kaavalla kuusi.

$$\Delta U = R * I_b * \cos(\varphi) + X * I_b * \sin(\varphi) \quad (6)$$

Missä:

φ = vaihesiirto kulma

Käyttämällä likiarvokaavaa päästään hyvin lähelle tarkkoja tuloksia.

Suhteellinen jännitteen alenema saadaan käyttämällä kaavaa seitsemän.

$$\Delta U(\%) = ((U_v - \Delta U) / U_v) * 100 \quad (7)$$

Missä:

U_v = verkon vaihe jännite

Kaavojen 6 ja 7 avulla lasketaan seuraavat jännitteenalenemat:

Jännitteenalenema lasketaan pisimmästä valaistusryhmästä PK 46, kaapeli MMJ 5x1,5S, jonka pituus on 75m, kuorma 1,8kW, 2,6A per vaihe, kaapelin resistanssi 12,1 Ω /km. Cads antaa jännitteenalenemaksi 0,99 %

$$\Delta U = 12,1\Omega/\text{km} * 0,075\text{km} * 2,6\text{A} * 0,8 + 0,08\Omega/\text{km} * 0,075\text{km} * 2,6\text{A} * 0,6 = 1,9\text{V}$$

$$\Delta U(\%) = ((230\text{V} - 1,9\text{V}) / 230\text{V}) * 100 = 0,82 \%$$

Toimiston ryhmäkeskuksen jännitteenalenema lasketaan seuraavasti, kaapeli AXMK4x25, pituus 32,4m, kaapelin resistanssi 1,2 Ω /km. Cads antaa jännitteenalenemaksi 0,26 %

$$\Delta U = 1,2\Omega/\text{km} * 0,0324\text{km} * 16\text{A} * 0,8 + 0,08\Omega/\text{km} * 0,0324\text{km} * 16\text{A} * 0,6 = 0,5\text{V}$$

$$\Delta U(\%) = ((230\text{V} - 0,76\text{V}) / 230\text{V}) * 100 = 0,22 \%$$

5 Sähkösuunnittelun vaiheet

5.1 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa on alustava rakentamispäätös tehty. Vaiheen tarkoituksena on määritellä rakennuksen toiminnalliset ominaisuudet sekä tarkentaa niiden perusteella kustannusarviota.

Sähköisen talotekniikan osalta määritellään sähkötekniisten järjestelmien toteutustavat ja niiden toteutettavissa olevat toiminnot ja ominaisuudet. Lopullisia valintoja tai teknisiä ratkaisuja ei vielä tehdä. Kohteen toteutuksesta laaditaan kustannusarvio, jossa on eritelty toiminnot ja ominaisuudet. (Sähkösuunnittelun käsikirja, s.58, 2004)

Yleistiedot:

- laajuus, toiminnalliset vaatimukset, aikataulut
- kustannustavoitteet, laatutavoitteet ja varustelutasotavoitteet
- tilojen omistus- ja käyttäjäsuhteet
- ylläpidon tavoitteet
- turvallisuustavoitteet
- tietotekniikan hyväksikäytön tavoitteet.

Talotekniset tarpeet

- sisäilmasto, lämpökuormat, käyttöajat
- luonnonvalo, valaistus
- tiedonsiirto ja turvallisuus
- keskeytymätön käyttö, poikkeustilanteet
- erityiskuormat, häiriölähteet
- tilan käyttäjien vaikutusmahdollisuudet
- monikäyttöisyys, muunneltavuus, laajennettavuus
- erityisvaatimukset.

(sähkösuunnittelun käsikirja, s.61)

Hankesuunnitelman lähtötietoina ovat käyttäjien ja omistajien asettamat tavoitteet. Ne voivat olla kuvailtuna tarveselvityksissä tai erillisissä päätöksissä ja muistiossa. [4]

5.2 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa tarkistetaan hankesuunnitelman tavoitteet, selvitetään liittymävaihtoehdot ja esitetään vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja, jotka liittyvät arkkitehdin vaihtoehtoisiin tila- ja sisustusratkaisuihin.

Dokumentteina laaditaan yleensä tavoitteidenhallintaraportti, asemapiirustus ja selvitys liittymistavasta sekä reiteistä, tyyppitilojen valaistus- ja kalustusperiaatteet sekä kuvaukset ja luonnokset eri vaihtoehdoista.

Päätavoitteena on kohteeseen parhaiten soveltuvien, vaatimukset täyttävien ratkaisuvaihtoehtojen esittäminen niin, että tilaaja saa riittävät tiedot päätöksentekoa varten. [4]

5.3 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa määritellään yleisdokumentit vaihtoehdosta, joka on valittu ehdotussuunnitteluvaiheen perusteella

Yleissuunnitteluvaiheessa määritetään sähköjärjestelmien osalta

- tila- ja suojausluokitukset
- valaistusratkaisut
- ryhmitysalueet
- maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelyt
- tehon-, kompensointi- ja suodatustarpeet
- jakelujärjestelmät ja – ratkaisut
- varmennetut ja keskeytymättömät käytöt
- energiamittaukset
- ohjaustarpeet ja –järjestelmät
- häiriölähteet ja suojausperiaatteet.

Dokumentteina laaditaan yleensä tekstimuotoiset järjestelmäkuvaukset, asemapiirros ja selvitys liittymistä, tasopiirustukset, jossa esitetään mallihuone ja/tai tyyppitilapistesijoitukset ja pääjohtoreitit, tarvittavine leikkauksineen, jakelukaa- viot, järjestelmäkaaviot ja alustavat laiteluettelot. [4]

5.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheen tarkoituksena on määrittää toteutuksen hankintatapa, laatia tarvittavat hankinta-asiakirjat ja piirustukset. Siinä valmistellaan hankinnat ja tehdään rakentamispäätös.

Toteutussuunnitteluvaiheen päätavoite on laatia suunnitelma niin yksityiskohtaisesti, että sen perusteella voidaan määrittää sähkötöiden laajuus ja muut kustannuksiin vaikuttavat tekijät ja hankintarajat. (sähkösuunnittelijan käsikirja, s.66)

Sähkösuunnittelija tuottaa suunnitteludokumentit. Suunnitelmien tulee olla niin tarkat, että kustannuksiin vaikuttavat tekijät selviävät suunnitelmista.

Toteutussuunnitteluvaiheessa dokumentointia täydennetään seuraavasti:

- Tarkennetaan jakelualueet, maadoitus- ja potentiaalitasausjärjestelmät, valaistusratkaisut sekä tila- ja suojausluokitukset.
- Mitoitetaan jakelureitit ja -järjestelmät.
- Määritellään ja sijoitetaan johtotiet ja -järjestelmät, jakelujärjestelmät, ohjausratkaisut ja valaisimet.
- Laaditaan keskusten pääkaaviot ja piirikaaviot.
- Laaditaan toimintaselostukset piirikaavioihin.
- Suunnitellaan ryhmykset ja johdotukset.
- Suoritetaan sähkölaitteiden sijoittelu, teho- ja mitoituslaskelmat sekä suojausten mitoitusarvojen laskelmat.
- Laaditaan järjestelmäkaaviot kaapeli- ja laite-esimerkkeineen.
- Laaditaan laiteluettelot teknisine määrittelyineen.
- Laaditaan kaapelin vetoluettelot ja numeroidaan kaapelit.
- Määritellään asennustavat.

[4]

5.5 Vastaan- ja käyttöönotto

Vastaan- ja käyttöönotto vaiheessa varmistetaan urakoitsijan oman työn laadunvarmistuksen toimivuutta, toteutuksen suunnitelmanmukaisuutta ja järjestelmien oikeaa toimintaa. Käyttöönottotarkastuksesta lisää luvussa 10.

Dokumentointi on käyttäjälle tärkeä kohteen käytössä ja ylläpidossa. Siksi sen tulee olla tarkka ja yksiselitteinen sekä toteutettuja asennuksia vastaava.

Huoltokirja tehdään yleisesti koko rakennuksesta ja sen eri laitteistoista. Huoltokirjaan liitetään yleensä seuraavia sähkötekniisiä dokumentteja:

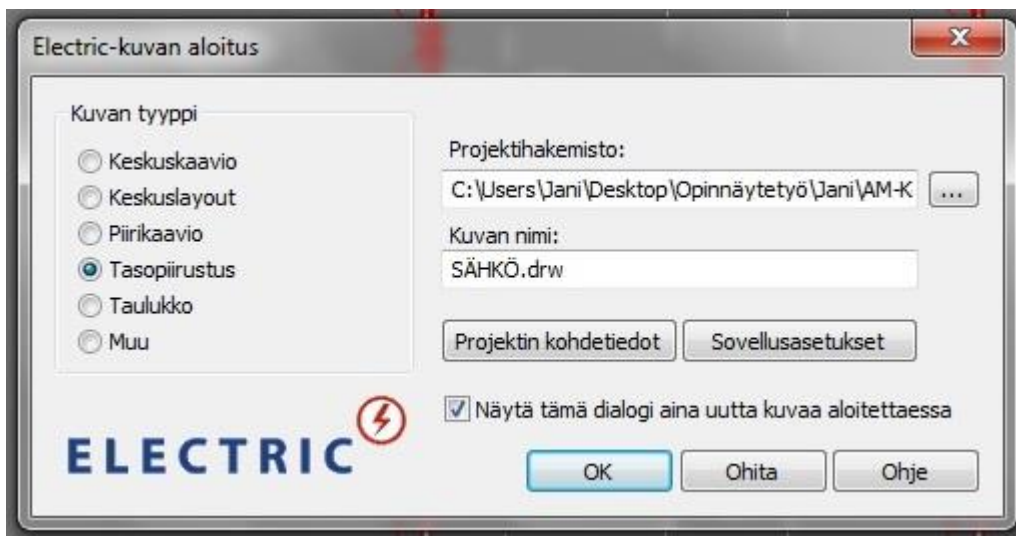
- paikantamiskiirustukset
- (laitevalmistajien) käyttöohjeet
- (laitevalmistajien) huolto-ohjeet
- huoltosuunnitelma ajoituksineen
- huollon ja valmistajan tai maahantuojan yhteystiedot
- osaluettelot, jotka sisältävät varaosahankinnasta tarvittavat tiedot
- poikkeus- häiriötilanteiden ohjeet
- energiamittareiden luentalomakkeet
- sähkökiirustus luettelo
- Huoltokirjan liitekansio (sähkö- ja tietojärjestelmien hoito- ja huolto-ohjeet, esitteet, mittaus- ja virityspöytäkirjat, kytkentäkaaviot sekä varaosaluettelot)
- muut kansiot urakkasopimuksien mukaisina (luovutuskiirustukset ja työselostukset, takuutodistusten kopiot, erityisjärjestelmien huoltosopimusten kopiot). [4]

6 Sähkösuunnittelu Cads Planner Prolla

6.1 Cads-projektin luominen

Projektille luodaan tiedostopolku. Sille luodaan oma kansio halutun aseman juureen, joka toimii projekti hakemistona, missä kaikki kuvan tiedot löytyy.

Avataan arkkitehtikuva, josta sammutetaan tasoilta ylimääräisiä, sähkökuvassa epäolennaisia asioita, mittaviivoja, huoneiden pinta-ala tietoja ja ovi- ja ikkunatunnuksia. Tallennetaan AutoCad 2007-kuva(*.dwg). (Kuva 1.)



Kuva 1. Electric-kuvan aloitus

Projektin asetuksissa määritellään kohdetiedot. Kun projektin kohdetiedot määriteltä, saadaan kohdetiedot suoraan erikuvien nimiöihin (Kuva 2.)

Projektin asetukset

Kohdetiedot

Työnumero: 1234

Kaupunginosa: 21 Tontti: 7

Kortteli / tila: 2150 Kohdetyyppi: UUDISRAKENNUS

Kohteen nimi: Metalli koneistamo

Kohdetieto 1: Kohdetieto 4:

Kohdetieto 2: Kohdetieto 5:

Kohdetieto 3: Kohdetieto 6:

Muut tiedot

Suunnittelija: JH Tilaajan numero:

Yhteyshenkilö: Viranomaismerkinnät:

Päiväys: 19.11.2015

OK Peruuta Ohje

Kuva 2. Projektin asetukset

Valitaan haluttu mittakaava (yleensä 1:50), symbolikertoimet mittakaavan mukaan. Täydennetään kerrostiedot. (Kuva 3.)

Uusi tasopiirustus

Mittakaava: 1:50 Asetustiedosto: S2010

Symbolikertoimet

Mittakaavan mukaan

Symbolikertoimet: 50,50

Arkin asetus...
Viitekuvat...
Luo tasot...

Kerrostiedot

Kerros: 1

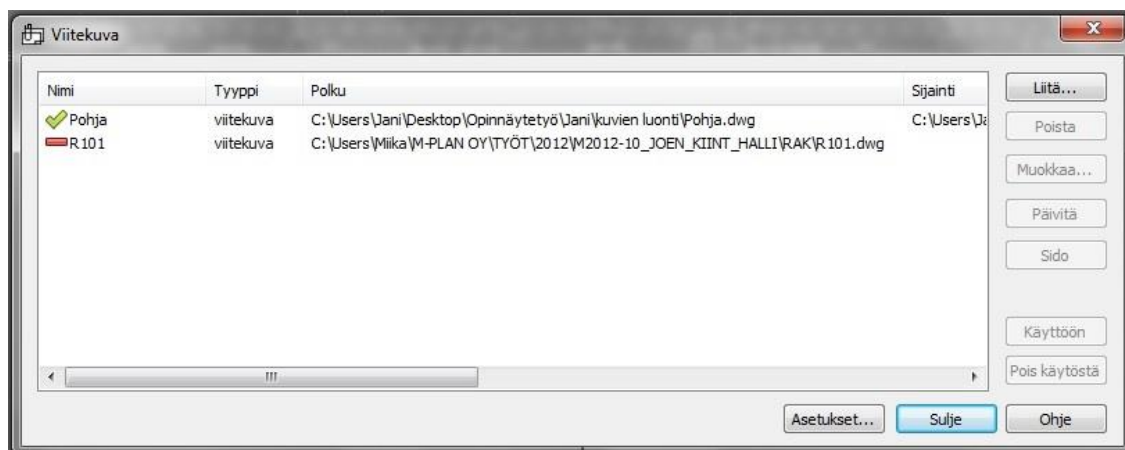
Kerroskorkeus: 6,48 m

Kuvaus: Halli

OK Ohita Ohje

Kuva 3. Uusi tasopiirustus

Seuraavaksi haetaan arkkitehtipohja viitekuvana sähkökuvaan. Viitekuvaa liitetäessä, muutetaan asetuskunan DWG-välilehdeltä ohuet9.cnv:ksi. Tämä muuttaa kuvan harmaaksi ja selkeän näköiseksi suunnittelua varten. Viitekuva on mahdollista muokata tai vaihtaa kuvien muuttuessa. (Kuva 4.)

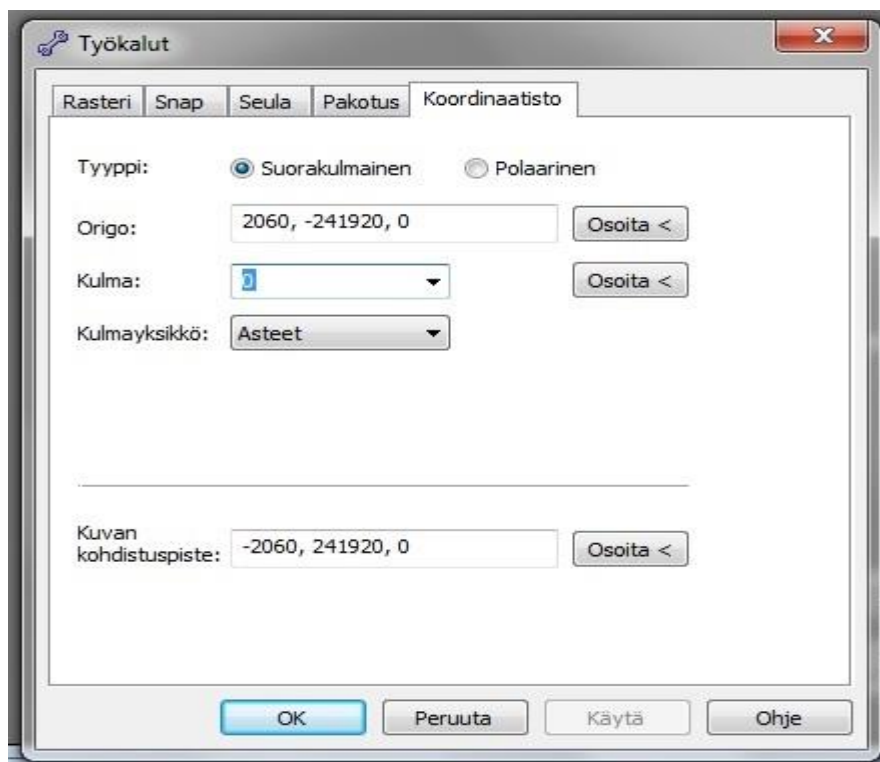


Kuva 4. Viitekuva

Ennen sähkösuunnittelun aloittamista on hyvä tarkastaa, että kuva on piirretty todellisilla mitoilla, jonka jälkeen lukitaan Arkviite taso.

6.2 Origon asetaminen

Origon asettaminen tapahtuu työkalut valikosta, ja sieltä valitaan koordinaatisto, jonka jälkeen osoitetaan kuvasta origon paikka. Rakennuksissa voi olla useampia kerroksia. Kerrokset tallennetaan omiksi tiedostoiksi. 3D- mallinnusta varten määritellään jokaiselle kerrokselle origo, eli Z-akselin nollataso. Nollataso asetetaan yleisimmän kerroksen lattian korkeudelle. Rakennuksen pohjakuvan tulee sijaita samassa koordinaatiston kohdassa. (Kuva 5.)



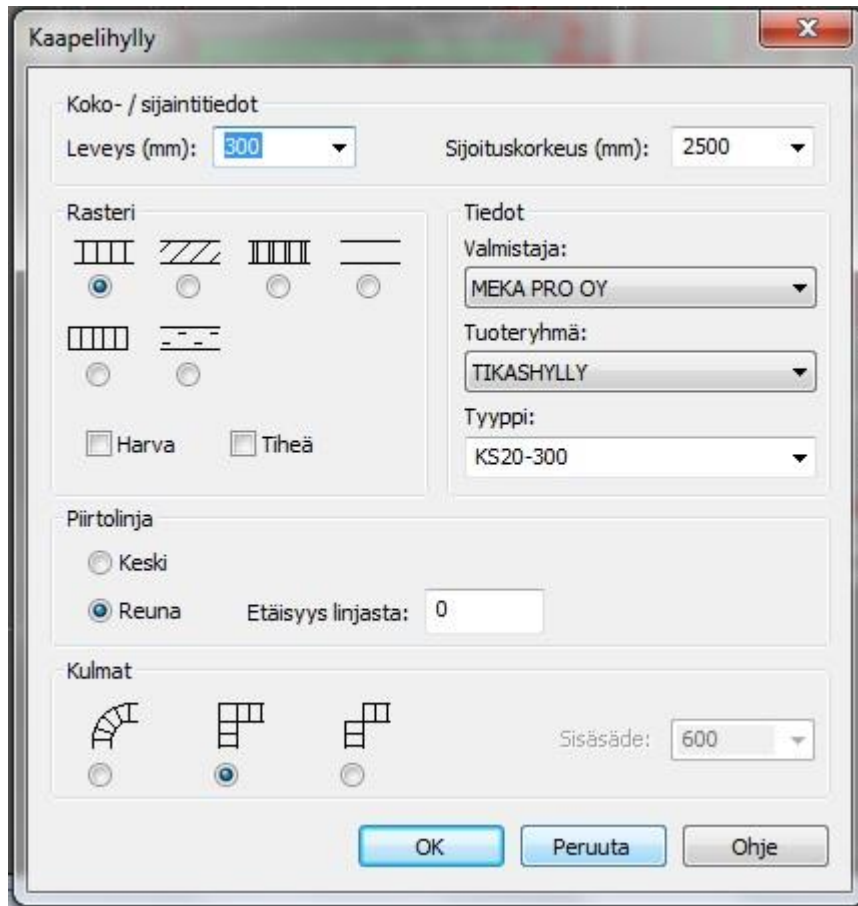
Kuva 5. Työkalut

6.3 3D-sähkösuunnittelu

3D- mallinnuksen tavoitteena on määrittää asennusten geometria ja sijoitus. Mallintamalla johtotiet, valaisimet ja keskukset voidaan suorittaa törmäystarkastelut rakenteiden ja LVI- asennusten kanssa. Mallintamalla rasiakalusteet, kojeet ja laitteet voidaan lisätä havainnollisuutta ja parantaa määrätietojen tuottamista. Mallintamalla kaapelit ja johtotiet saadaan tarkemmat tiedot sähkökaapeleiden mitoituslaskentaa varten.

6.3.1 Johtotiet

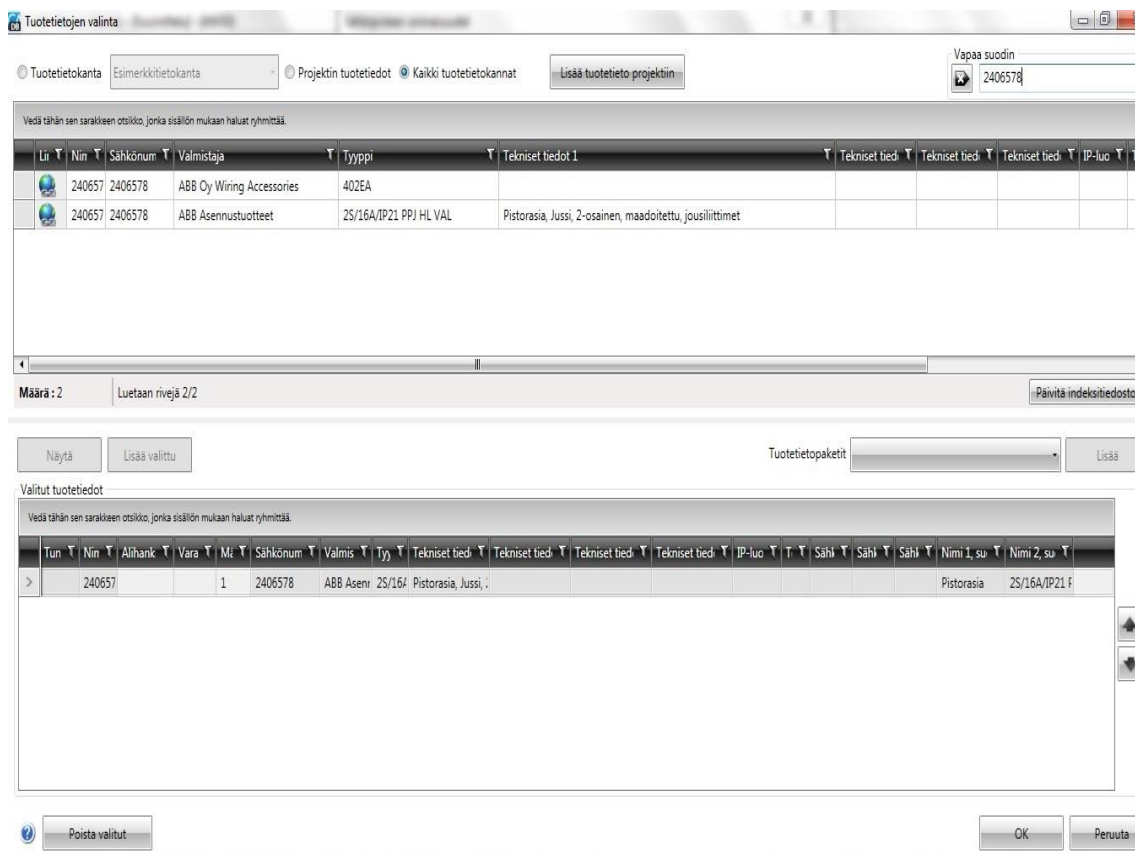
Aloitetaan suunnittelu suunnittelemalla johtotiet, kaapelihyllyt, kourut ja kosketinkiskot. Johtoteiden piirroksessa asetetaan hyllyn leveys, sijoituskorkeus ja tyyppi. (Kuva 6.)



kuva 6. Kaapelihylly

6.3.2 Sähköpisteet

Valitaan symboli valikosta objekti, asetetaan se haluttuun paikkaan. Symboli toimintoista avataan projektin sähköpisteet. Valitaan tuotetietokannasta haluttu tuote ja lisätään tuote kortille. (Kuva 7.)



Kuva 7. Tuotetietojen valinta

Projektin sähköpisteet-toiminnon avulla, on helppo luoda ja hallita projektissa käytettäviä sähköpisteitä. Sähköpisteisiin lisätään kaikki projektin pistorasiat, kytkimet, valaisimet ja muut sähköpisteet mitä projektissa tarvitaan. Projektin sähköpisteet ovat projekti kohtaisia. Aina niitä ei tarvitse luoda joka projektille erikseen, vaan niitä voidaan tuoda toisesta projektista toiseen.

Sähköpisteen ominaisuudet dialogissa voidaan tarkastella ja syöttää yksittäisen sähköpisteen tietoja. Sähköpisteellä tarkoitetaan projektille luotua laitetta joka voi sisältää tiedot esim. tasokuvassa käytettävästä 2D- ja 3D-symbolista ja tietoa laitetietokannan laitetiedoista. Muutetaan halutut symbolit sähköpisteeksi. (Kuva 8.)

Sähköpisteen ominaisuudet

Sähköpiste ID: 20151119110840

Positio:

Nimi: Pistorasia

Kuvaus: Pistorasia

Lisätieto 1:

Lisätieto 2:

Lisätieto 3:

Huomautus:

Tuotetiedot

Valitse tuotetiedot tietokannasta...

Valmistaja: ABB Asennustuotteet

Tuotenimi: Pistorasia

Tyyppi: 25/16A/IP21 PPJ HL VAL

Nimike: 2406578 Määrä: 1 kpl

Sähkönumero: 2406578 Hae... Lisätietoja internetissä

Liittyvät tuotetiedot... Tyhjennä tuotetiedot

Sähkötekniset tiedot

Oletusjärjestelmä: S241, Pistorasiat

Kysy järjestelmä sijoitettaessa Osoita kuvasta

Asennustapa: S, Pinta-asennus IP-luokka: IP21 Teho: W

Symbolin sijoitustiedot

Kokotiedot: 8x8x8 mm ...

Oletuskorko: 200 mm

Muuta symboli sähköpisteeksi

2D-symboli

STPP102 ...

Osoita kuvasta

Symbolityyppi...

3D-symboli

3D_SF_PINTA_PR2 ...

Osoita kuvasta

Valitse symbolihakemistosta...

OK Peruuta Ohje

Kuva 8. Sähköpisteen ominaisuudet

Symbolien sijoitus toisen viereen helpottaa sijoitusta vierekkäin/päällekkäin. 3D-piirrossa on tärkeää, että symbolit ovat oikean etäisyyden päässä toisistaan, jolloin ne näkyvät oikein kuvissa. Yksittäisten symbolien sijoitus onnistuu vaikka toiminto on päällä.

Paljon käytettyjä symboli paketteja voi myös luoda itse, esim. PR+PR+RJ45.

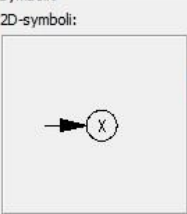
6.3.3 Johdotukset


Johdintiedoilla piirretty johdotus on älykkäämpää johdotusta. Johtimen piirtovaiheessa kerrotaan käytetyn johtimen/kaapelin tyyppi. Mikäli johdotustietoja ei ole tehty, sitä ei huomioida määrälaskennassa. Johdon piirroksessa näkyy johdotettava johdin/kaapeli sekä korkotiedot, sitä kannattaa seurata johdottaessa. Mikäli korkotiedot muuttuvat esim., hyllynkorkeus, katon korkeus voidaan se muuttaa johdottaessa.


Kaapelit projektiin valitaan kaapelitietokannasta.

Ryhmä merkintä tehdään johdotuksen yhteydessä. Valitaan johdotus työkalusta kohta ryhmämerkki, jolloin saa syötettyä ryhmän tiedot avautuvaan dialogiin. (Kuva 9.)

Ryhmä


Symbolit
2D-symboli:  STPRYH101V
Valitse...
Kuvasta...

Keskuskaaviosymboli:  SKKP065
Valitse...
Kuvasta...
Tyhjennä

Ryhmän tiedot
Keskustunnus: JK21
Ryhmänro: 1F1.1  Teksti 0°
Osoite: Valaistus taukotila+SOS&WC miehet
Tunnus:
Huomautus:

Ylivirtasuojat
Tyyppi: Johdonsuoja C
Nimellisvirta (A/A): 10 / 16
Poiskytkentäaika: 0.2 s

Sähkötekniset tiedot
Teho: Lue kuvasta: 0.432 kW
 Kiinteä arvo: kW

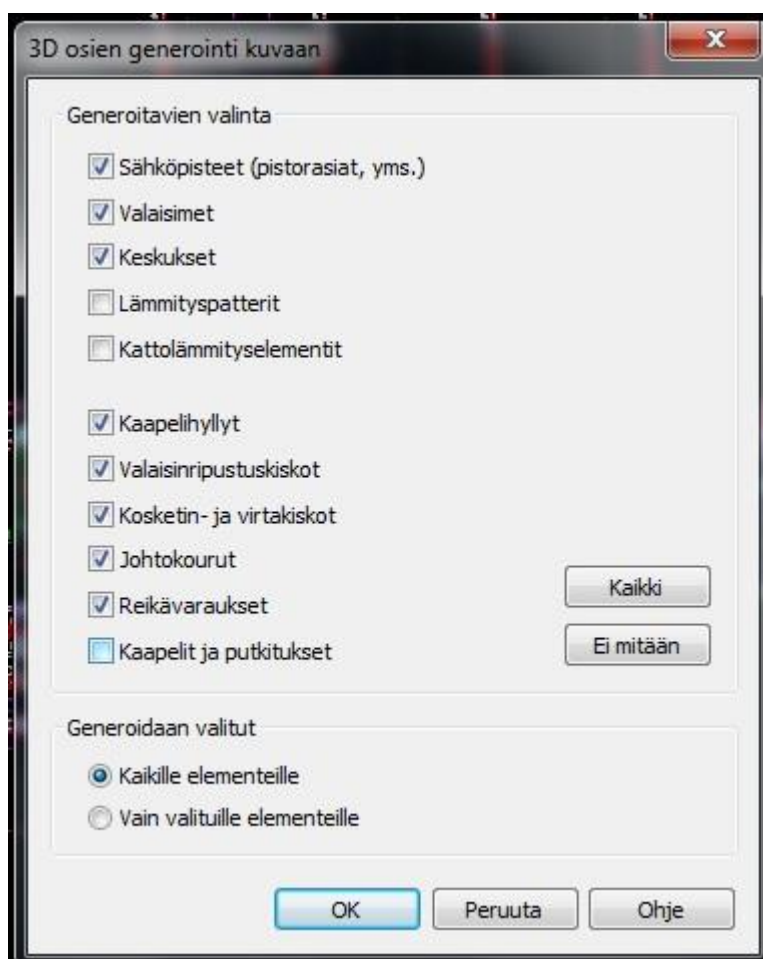
Johdotustiedot
Kaapeli: MMJ 3x1.5 S
Kaapelimäärä: 1
Nollajohdin: Kyllä
Suojajohdin: Kyllä
PEN-johdin: Ei
Tunnus:
Asennustapa:
Korko: 3000 mm
Järjestelmä: S24_C, Sähköliitäntäjärjestelmät, johdotukset
Osoita...
Syötön pituus
 Lue kuvasta: 6.8 m  Kiinteä arvo: m Määritä >
Asennusvara: 0.5 m

OK Peruuta Ohje

Kuva 9. Ryhmä

6.3.4 3D-osien generointi kuvaan

Toiminnolla voidaan generoida 2D- symbolia vastaava 3D-symboli kuvaan. Jolloin toiminto generoi 3D-symbolit vastaavan 2D-symbolin sijoituspisteeseen ja sijoituskorkoon. Kun 3D-symbolit on generoitu kuvaan, sitä voidaan tarkastella kokonaisvaltaisena 3D-mallina. (Kuva 10.)



Kuva 10. 3D-osien generointi kuvaan

6.4 Määrälaskenta

Määrälaskenta toiminnolla voidaan kuvasta laskea symbolien sekä metrimääräisten osien määriä. Otetaan määrälaskenta kokokuvasta ja luetteloidaan symbolit ja metrimääräiset osat, Jos kuviin tehdään päivityksiä, täytyy laskenta tiedot laskea uudelleen. (Kuva 11.)

Kuva 11. Määräluettelo

6.5 Valaistus suunnittelu

Kohteessa valaistus suunnittelun toteutti Proton Lighting Suomi Oy. Isoissa kohteissa valaisin valmistajat tekevät mielellään itse DIALux laskelmat, josta saavat valaisin luetteloineen ja DIALuxin isolux käyrineen.

Cadsissä on linkitys ohjelman ja DIALuxin välillä. Määritetään projektissa tilat, tilatyökälulla. Ja luodaan DIALux projekti stf. tiedostoon toiminnolla "luo tiloista

DIALux projekti”. Avataan stf. tiedosto DIALuxissa. Valitaan ja sijoitetaan valaisimet haluttuihin paikkoihin DIALuxin avulla. Cads projektista tuodaan DIALuxista valaisimet ”tuo tilat/valaisimet DIALuxista”. Valitaan tuotavat asiat, esimerkiksi valaisimet, Isolux-käyrät sekä neliöteho valaistusvoimakkuus.

6.6 Valaisinluettelo

Valaisinluettelon luominen on helppoa. Electric DB-tietokannasta otetaan DB-luettelot ja luodaan valaisinluettelo projektissa käytetyistä valaisimista.

Luodaan projektiin uusi kuva, valitaan tyyppi taulukko. Tarkistetaan että projektihakemisto on oikea, eli se on sama kuin tasokuvalla. Valitaan Electric Pro DB-tietokantatoiminnot, luettelot ja valaisinluettelot.

6.7 Tietokannat

Electric Pro DB – tietokantasovelluksella voidaan tuottaa kuvista tietoa projektin tietokantaan, jossa tietoja voidaan muokata ja päivittää tietoja takaisin kuviin. Tietokannasta saadaan luotua luettelot ja raportit projektista.

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa on erittäin tärkeää sähkölaitteiden 3D-mallien lisäksi myös tieto. Sen avulla pystytään vertailemaan ja analysoimaan eri vaihtoehtoja, saadaan automaattisesti laiteluettelot, tehostetaan suunnitteluprosesseja ja parannetaan suunnittelun laatua.

Cads Electric Pron tuotetietokannoissa on valmiina satojatuhansia tuotetietoja eri valmistajilta ja tarvittaessa käyttäjä voi lisätä tuotetietoja itse. Kaikkein laajin tuotetietokanta on sähkönumerot.fi, joka sisältää yli 220 000 tuotteen tuotetiedot noin 400 eri valmistajalta. Sähkönumerot.fi lisäksi Electricissä on paljon myös valmistaja kohtaisia tuotetietokantoja. Parhaat niistä, kuten esimerkiksi Esyluxin tuotetietokanta, sisältää tuotetietojen lisäksi myös 3D-mallit, 2D-symbolit, mittatiedot, tuotokuva (valokuva), tehotiedot ja paljon muita tietoja.

Monet laitevalmistajat ovat panostaneet tietomallipohjaisen suunnitteluun tekemällä myytävistä tuotteista 3D-tuotemallit ja hyvät tuotekirjastot. Paremman asiakaspalvelun kannalta on tärkeää helpottaa sähkösuunnittelijoiden ja – insinöörien työtä. Tietomallikohteissa on erittäin mukava työskennellä, jos kaikki tuotetiedot löytyvät suoraan tuotetietokannoista. Tämä vähentää mahdollisuutta virheisiin, koska tietoja ei tarvitse syöttää käsin.

6.8 IFC-tiedosto

IFC- mallin luonti on tietomallipohjaisen sähkösuunnittelun viimeinen vaihe. Valmis kolmiulotteinen malli tuotetietoineen pakataan yhteen standardoituun tietokantaan, jota muut suunnittelijat hyödyntää omissa suunnitelmissa. IFC- mallien päällekkäistarkastelua voidaan tuoda kaksi tai useampia eri suunnittelualojen tietomalleja.

Toiminnolla vie IFC-tiedostoon viedään tuotemallitiedot sähköpiirustuksesta IFC 2x3 määrittelyn mukaiseen tiedostoon. IFC-tiedostoon viedään kaikki sähköosat, joille on määritelty 3D- osat, jotka on luotu tasopiirustuksien 3D-generointitoiminnolla. (Kuva 12).

Eri alojen IFC-tiedostot voidaan yhdistää esim. Solibri Model Checker- tai Tekla BIMsight ohjelmilla, joilla tehdään visuaalisesti suunnitelmien törmäystarkastelu. Jos törmäystarkastelussa löytyy jotain törmäyksiä, niin pääsuunnittelija vetoisesti järjestetään yhteensovituspalaveri, jossa pyritään löytämään ratkaisu suunnitelmien ristiriitoihin.

IFC vienti (2x3)

Vie

Kaikki määritetyt kerrokset Tallennetaan kaikki kerrosmäärittelyissä määritetyt kerrokset samaan IFC-tiedostoon Kerrokset...

Avoinna oleva kuva:

Kerrosmäärittelyn mukaan

Muu määrittely: Kerros:

Kerroskorkeus: Lattiakorkeus:

Rakennuspaikka (IfcSite) Rakennus (IfcBuilding)

Nimi: Nimi:

X: X:

Y: Y:

Z: Z:

Vietävät osat

Sähköpisteet Lämmityspatterit Kaapelihyllyt

Valaisimet Kattolämmityselementit Johtokourut

Keskukset Reikävaraukset Valaisinripustuskipit

Tilat Kosketin- ja virtakiskot

Tilojen lattiakorot suhteellisia kerrokseen Kaikki

Alapohjan paksuus 3D-mallissa: Ei mitään

IFC-versio:

Suorita 3D-generointi ennen IFC-tiedoston luontia

Poista toiminnon generoimat 3D-elementit IFC-tiedoston kirjoituksen valmistuttua

Kuva 12. IFC vienti

7 Maadoitus

Maadoittamisen tarkoituksena on yhdistää sähköasennuksen osa sekä asennuskohteeseen liittyvät muut metallirakenteet ja johtavat osat samaan potentiaaliin maan kanssa. Maadoittamisella on merkitystä sekä sähköturvallisuuden että häiriösuojauksen kannalta.

Sähköturvallisuuden kannalta rakennusten maadoitusten ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä. Vika voi liittyä itse rakennuksen sähköasennuksiin tai sitä syöttävään järjestelmään, suurjänniteverkko mukaan lukien. Vikaan voidaan rinnastaa myös ukosen aiheuttamat ylijännitteet. (D1 2012 käsikirja rakennusten sähköasennuksista s, 275)

Maadoituksilla rajoitetaan sähköasennuksiin ja –laitteisiin vikatilanteessa kohdistuvat jänniterasitukset siedettävälle tasolle. Lisäksi maadoituksilla pyritään estämään haitallisten häiriöiden syntyminen normaali ja vikatilanteissa itse järjestelmässä sekä häiriöiden siirtyminen muihin järjestelmiin, kuten erilaisiin tele- ja viestinsiirtojärjestelmiin.

8 Konedirektiivit sähkösuunnittelussa

Konedirektiivi 2006/42/EY on kokonaisuus, joka käsittelee turvallisuus asioita niin sähköjärjestelmien, mekaanisten ominaisuuksien sekä muiden koneeseen liittyvien näkökulmien kannalta

EU:n konedirektiivillä on yhden mukaistettu koneiden turvallisuusvaatimukset. Direktiivin lähtökohtana on koneiden korkea turvallisuustaso. Konedirektiivissä asetetaan velvoitteet koneen valmistajalle huolehtia siitä, että koneet suunnitellaan ja rakennetaan konedirektiivin mukaisesti.

Standardi SFS-EN 60204-1 Koneturvallisuus, koneiden sähkölaitteisto osa1. Yleiset vaatimukset.

Rakennusten sähköasennuksia todettaessa tulee erityisesti huomata, että tämän standardin mukaisina koneina pidetään mm. seuraavia:

- jäähdytys- ja ilmastointikoneet
- nostokoneet
- henkilöiden siirtämiseen käytetyt koneet
- pumput
- kompressorit
- lämmitys- ja ilmanvaihtokoneet.

Jos tehdään edellä mainittuihin koneisiin muita sähköasennuksia kuin pelkän syöttöjohdon asentaminen kiinteistön keskuksesta laitteeseen, voi näitä muita asennuksia toteuttaessaan joutua toiminaan myös standardin SFS 60204-1 mukaisesti. Tällöin on asennuksille tehtävä tarkastukset ja testaukset kyseisen standardin mukaisesti. (ST 33 käsikirja, 6.1;6.2)

Rakennusten sähkösuunnittelua tekevien suunnittelijoiden tulee perehtyä tarkemmin myös koneiden sähköturvallisuutta koskevaan 60204 – standardiin ja muihin konedirektiivin vaatimuksiin. (plaani1 2011)

Järjestelmän on oltava soveltuvainen toiminta ympäristön haasteisiin. Lämpötilan vaihtelut, kosteus ja likaantuminen aiheuttavat vaatimuksia komponenteille. Valinnoissa on otettava huomioon ympäristön kuormitus, koska komponenttien ominaisuuksissa on eroja. (SFS-EN 60204-1)

Järjestelmän toiminta ei saisi aiheuttaa häiriötä muille lähellä oleville sähkölaitteille. Myös säteilyn merkitys on otettava huomioon toiminta ympäristössä. Järjestelmän on kestävä koneen käytöstä sekä ulkopuolisesta tekijästä muodostuvat värinät ja iskut vahingoittumatta. Suuremmat riskit vältetään komponenttien oikealla asennuksella. (SFS-EN 60204-1)

Standardi sisältää vaatimuksia jotka koskevat:

- syöttöjohtimien liitännät, erotus- ja katkaisulaitteita
- suojausta sähköiskulta
- laitteiston suojaamista
- potentiaalintasausta
- ohjauspiirejä ja toimintoja.

Standardin tarkoituksena on edistää:

- henkilöiden ja omaisuuden turvallisuutta
- ohjauksen ja sen aiheuttaman toiminnan yhden mukaisuutta
- huollon helppoutta.

9 Dokumentointi

Dokumentoinnin tarkoituksena on luoda viralliset asiakirjat, jotka vastaavat koh- teessa tehtyä sähkötyötä. Seuraavassa on käsitelty mitä eri dokumentit sisältää.

9.1 Asemapiirros

Asemapiirroksessa esitetään rakennuksen ulkopuoliset sähköjärjestelmän osat.

- keskijännitekojeiston ja pääkeskuksen sijainti
- maa- ja ilmakaapelireitit, kaapelisuoja-putkitukset ja – vetokaivot maasto- pisteisiin ja koordinaatistoon mitoitettuna
- maa- ja ilmakaapelien tyypit
- maa- ja ilmakaapeleilla syötettyjen sähkölaitteiden sijainti
- maadoituselektrodit ja -johtimet
- valaisin-, lämmitin- ja laitepositiot, joiden perusteella valaisimet, lämmitti- met ja laitteet määritellään tarkemmin esimerkiksi luetteloissa.

[3]

9.2 Tasopiirros

Rakennusten tasopiirustuksissa esitetään seuraavat asiat.

- kojeiden, -laitteiden ja -komponenttien sijoitus ja asennustapa (pinta/uppo)
- valaisin-, lämmitin- ja laitepositiot joiden perusteella valaisimet, lämmitti- met ja laitteet määritellään tarkemmin esimerkiksi luetteloissa
- Johdotusten tarvitsemat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit sekä niiden tyypit
- Johdotukset ja niiden asennustapa
- Maadoitusten ja potentiaalitasauksen sijoitusmerkinnät

- verkkojännitteisten ryhmien ryhmänumerot ja ryhmitysrajat (ryhmätunnus vastaten keskuksen pääkaaviosta ilmenevää merkintää) sekä johtimien poikkipinnat ja lukumäärät. [3]

9.3 Keskusdokumentit

9.3.1 Pääkaavio

Pääkaavio on keskusten pääpiirien kaavio, jossa esitetään seuraavat asiat:

- johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa
- keskuksessa olevat komponentit
- ryhmätunnus
- ryhmien nimet
- lämmitys ja laiteryhmiä tehotiedot
- suojalaitteiden laji, tyyppi, mitoitusvirta ja katkaisukyky
- aseteltavien suojalaitteiden asetteluarvot, katkaisukyky ja ominaisuudet
- prospektiiviset oikosulkuvirrat
- varokepesän ja varokealusta koko
- lähtöjen ohjaustapa sekä paikka periaatteellisella tasolla
- keskukseseen tulevat ja siitä lähtevät johdot/kaapelit ja niiden tyypit
- keskuksen tekniset tiedot etulehdellä.

[3]

9.3.2 Piirikaavio

Piirikaavio on keskusten sähköisten virtapiirien kaavio, jossa esitetään seuraavat asiat:

- ohjauskytkentöjen toteutus
- ohjauspiireissä käytetyt komponentit
- ohjauskomponenttien sijainti, mikäli ne eivät sijaitse itse keskuksessa
- koje- ja laitetunnukset
- rivi- ym. liitimien sijainti, merkintä ja kytkentä. [3]

9.3.3 Kokoonpanopiirustus

Kokoonpanopiirustus on keskuksen fyysistä rakennetta kuvaava piirustus, jossa esitetään seuraavat asiat:

- fyysiset mitat mittakaavassa
- komponenttien fyysinen sijoittelu kannet auki sekä kansien käyttökojeiden sijoittelu
- komponenttien tunnuksot
- keskuksen pääkiskotasoinen johdotus
- valmistajan esittämät tekniset tiedot, kuten oikosulkukestoisuus.

[3]

9.3.4 Keskuksen kojeluettelo

Keskuksen kojeluettelo on edellisiä täydentävä luettelo, jossa ilmoitetaan seuraavat asiat:

- kojeiden valmistajat
- kojeiden maahantuoja
- kojeiden tyyppi
- kojeiden ominaisuudet (vaadittava oikosulkukestoisuus ym.).

[3]

9.4 Järjestelmäkaaviot

Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmistä laaditaan vähintään seuraavat järjestelmäkaaviot:

- maadoitus- ja potentiaalitasausjärjestelmien kaaviossa esitetään järjestelmien toteutus johdin tyypeineen.
- pääjohtokaaviossa esitetään johtotyypit, mitoitus-tiedot erotus- ja mittauskohdat sekä oikosulkuvirrat keskuksilla ja mitoitettavissa lähdoissä.
- kaapelireittikaaviossa esitetään kaapelireitit sekä kaapeliteiden tyyppitiedot. [3]

9.5 Laiteluettelot

Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmistä laaditaan vähintään seuraavat laiteluettelot:

- valaisinluettelo, jossa luetellaan kohteessa käytettävät valaisimet lampputyypeineen ja tarvikkeineen
 - lämmittinluettelo, jossa luetellaan kohteessa käytettävät sähkötoimiset lämmittimet
 - koje- ja laiteluettelot, jossa luetellaan kohteeseen asennettavat kiinteät tai puolikiinteät kojeet ja laitteet
- [3]

9.6 3D- suunnitelmat ja tietomallit

3-D mallinnuksen tavoitteena on määrittää rakennusten ja asennusten geometria ja sijoitus rakennuksessa rakenteiden ja eri tekniikka-alojen asennusten yhteensovittamista varten, asentamisen tueksi ja havainnollisuuden lisäämiseksi. [4]

Tuotetietomallin käytön tarkoituksena on hallita rakennuksen suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito kokonaisuudessaan paremmin kuin perinteisillä menetelmillä. [4]

Mallintamalla esimerkiksi johtotiet, valaisimet ja keskuksset voidaan suorittaa törmäystarkastelut rakenteiden ja LVI-asennusten kanssa. Mallintamalla rasiakaluks- teet, -kojeet ja laitteet voidaan lisätä havainnollisuutta ja parantaa määrätietojen tuottamista. Mallintamalla myös kaapelireitit ja kaapeloinnit mahdollistetaan kattavampien määrätietojen sekä tarkempien lähtötietojen tuottaminen esimerkiksi sähkökaapeleiden mitoituslaskentaa varten. [4]

10 Käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia, että rakennetulle sähkölaitteistolle tehdään käyttöönottotarkastus ja lisäksi varmennustarkastus silloin, kun se määräysten mukaan on tehtävä. Ilmoituksen käyttöönottotarkastuksesta tekee sähkölaitteiston rakentaja ja varmennustarkastuksesta tarkastuksen tekijä. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksista ja ilmoituksen tekemisestä. (ST-käsikirja 33,s10)

Standardin SFS 6000-6-61 mukaan tehtävät käyttöönottotarkastukset:

- aistinvarainen tarkastus
- suojajohtimien jatkuvuusmittaus
- eristysresistanssin mittaus
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- napaisuus
- kiertosuunnan tarkistus

Koska sähkölaitteisto kuuluu kauppa- ja teollisuusministeriön mukaan laitteistoluokkaan 1b, laitteistolle oli tehtävä varmennustarkastus. Varmennustarkastuksen suoritti Tukesin valtuutettu tarkastaja Aimo Lyhykäinen. Tämän tarkastuksen tarkoituksena on tarkastaa rakennusten yhdenmukaisuus suunnitelmien kanssa. Tarkastuksessa varmistetaan pistokokein, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelta vaaditun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus. Muutamia pieniä puutteita Aimo Lyhykäinen havaitsi, mutta hyväksyi asennukset.

11 Tietomallipohjaisen suunnittelun tulevaisuus

BuildingSMART Finland järjesti talotekniikan kyselyn tietomallinnuksen tilasta vuonna 2015, johon vastasi 221 yritystä. Kyselyn perusteella tietomallinnukselle olisi luotava yhteisiä toimintamalleja, jotka parantaisivat kiinteistöjen taloteknisen suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon kokonaisuutta. Vastausten perusteella yli puolet tietomallinnuksesta tehdään pääkaupunkiseudulla. Suunnittelijoiden mukaan osaamista tietomallinnukseen riittää, mutta tilaajat ja urakoitsijat ovat huomattavasti skeptisempiä. Kyselyn perusteella prosessikuvausten jalkauttamiseen tulee erityisesti panostaa, koska kyselyn perusteella tilaajat eivät hyväksy ollenkaan tai hyväksyvät vain harvoin määräluetteloiden toimittamisen urakkalaskentaan. Määräluetteloiden käytöllä saadaan yhdenmukaiset tarjoukset ja alempi kustannustaso, sillä urakoitsijan työmäärä voi olla jopa 20 kertaa pienempi toimitaessa määräluetteloiden ja digitaalisen materiaalin avulla. Suurin ratkaistava ongelma on juridiikka, riskien hallinta sekä vastuu ja kysymykset, kuka vastaa virheistä. [11]

12 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli se tehdä tietomallipohjainen sähkösuunnitelma Cads planner prolla ja perehtyä sähkösuunnitelmien vaiheisiin ja dokumentointiin.

Kohteen olen suunnitellut aikaisemmin 2D- suunnitteluna. Halusin perehtyä tietomallintamiseen, joten tein saman suunnitelman tietomallipohjaisena sähkösuunnitteluna. Aikaisemmin en ollut Cadsia käyttänyt, joten se vaati jonkun verran opettelua. Cad-suunnittelua tehneenä, aika helposti pääsin ohjelmaan sisälle.

Työn tekeminen oli todella haastavaa, koska aihe oli laaja. Tietomallin käyttäminen vaatii aika paljon opettelua ja sitä saa tekemisen kautta. Koko rakennushankkeen näkeminen läheltä opetti minulle asioita, mitä täytyy ottaa huomioon isoissa kohteissa suunnittelussa ja käytännön tekemisessä.

Opinnäytetyön suurin vaihe oli itse suunnittelu. Tietomallipohjainen suunnittelu on aikaa vievää, koska suunnitteluvaiheeseen varattava aika kasvaa noin 20%.

Tällaiset isot kohteet pitäisi mielestäni kaikki suunnitella tietomallipohjaisena suunnitteluna, arkkitehtikuvista LVIS-kuviin. Tehtäisiin törmäystarkastelut hyvissä ajoin ennen kohteiden urakointia, jolloin välttyttäisiin niin sanotulta ”nopeat syö hitaat” ongelmilta asennusvaiheessa. Isoin ongelma näissä tapauksissa on kaapelihyllyjen, IV-putkien ja lämmitysputkien törmäyksillä.

Lähdeluettelo

1. ST 13.31 Rakennusten sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Sähkö-tieto, Sähköinfo Oy, Espoo, 2012
2. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, STUL ry, 2012
3. ST 13.30 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. Sähkö-tieto, Sähköinfo Oy, Espoo, 2009
4. ST 13.28 Yleisohjeita sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista. Sähkötieto, Sähköinfo Oy, Espoo, 2009
5. ST 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. Sähkötieto, Sähköinfo Oy, Espoo, 2012
6. Sähkösuunnittelun käsikirja. Harsia, Espoo, 2004
7. Virtuaaliamk, Sähkötekniikka, Ylivirtasuojaus, DIGMA Digitaalinen oppi-materiaali <https://moodle.amk.fi/course/view.php?id=46> Luettu 11.1.2016
8. SFS käsikirja 600, SFS ry, Helsinki, 2012
9. SFS- EN 60204-1 Koneturvallisuus, koneiden sähkölaitteistot, yleiset vaa-timukset, SFS ry, Helsinki, 2006
10. Konedirektiivi 2006/42/EY, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi, SFS ry, Helsinki, 2008,
11. BuildingSMART Talotekniikan kysely 2015 [https://asiakas.kotisivu-kone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/uutiset/bSF_TATE/Tie-dote_BuildingSMART_Finlandin_talotekniikkakysely_2015_v3.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/uutiset/bSF_TATE/Tiedote_BuildingSMART_Finlandin_talotekniikkakysely_2015_v3.pdf), Luettu 26.1.2016

