

Konsta Kiuru

MODUULIRAKENNUSTEN SÄHKÖSUUNNITTELUOHJE

MODUULIRAKENNUSTEN SÄHKÖSUUNNITTELUOHJE

Konsta Kiuru
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkövoimatekniikka

Tekijä: Konsta Kiuru
Opinnäytetyön nimi: Moduulirakennusten sähkösuunnitteluohje
Työn ohjaaja: Ensio Sieppi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018
Sivumäärä: 16 sivua + 182 sivua liitteitä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä sähkösuunnitteluohje moduuleista eli tilaelementistä rakennettaviin kohteisiin. Ohjeen avulla sähkösuunnittelija, joka ei ole aiemmin suunnitellut moduulikohteita, voi tutustua moduulikohteissa tarvittaviin erikoispiirustuksiin ja normaalista kohteesta poikkeaviin työvaiheisiin.

Työssä ei varsinaisesti perehdytä suunnittelua ohjaaviin standardeihin eikä määräyksiin. Oletuksena on, että ohjeen lukijalla on sähkösuunnitteluun tarvittavat perustiedot ja -taidot hallussa eli lukijalla olisi ainakin muutaman kohteen verran kokemusta sähkösuunnittelusta. Ohjetta lukevan sähkösuunnittelijan täytyy hallita Magicad- sekä Excel-ohjelmien peruskäyttö.

Sähkösuunnittelija suorittaa tämän ohjeen sekä tässä opinnäytetyössä laadittujen kvaalisten ohjeistuksien perusteella kahdesta moduulista koostuvan harjoittelukohteen suunnittelun kaikki työvaiheet. Näissä kuvallisissa ohjeissa käydään tarkasti läpi jokainen normaalin kohteen suunnittelusta poikkeava työvaihe.

Asiasanat: elementtirakentaminen, määrälaskenta, ohje, sähkösuunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering, Electrical Power Engineering

Author: Konsta Kiuru
Title of thesis: Electrical Planning Guide for Modular Buildings
Supervisor: Ensio Sieppi
Term and year when the thesis was submitted: Fall 2018
Pages: 16 + 182 pages in appendices

The objective of this thesis was to develop instructions for electrical planning of modular buildings. With these instructions electrical engineers who work at Elvak Oy can study all electrical engineering differences between modular buildings and normal buildings.

Engineer who reads these instructions must have at least some experience of electrical engineering and he/she must know the basic use of Magicad and Excel softwares.

With this thesis and instructions made for this thesis an engineer will complete a practice project which includes two modules. The training project includes all the same work steps as bigger projects but only in a smaller scale.

Keywords: modular building, quantity calculation, instruction, electrical engineering

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 MODUULIRAKENNUKSET	7
2.1 Moduuli eli tilaelementti	7
2.2 Moduulirakennuksen määritelmä	7
2.3 Moduulien väliset liitokset	7
2.4 Työmaavaiheen sähkötyöt	7
3 NORMAALIN KOHTEEN JA MODUULIKOHTEEN SUUNNITTELUN EROT	9
3.1 Paikallaan rakennettavasta kohteesta laadittavat sähkösuunnitelmat	9
3.2 Moduulikohteesta laadittavat sähkösuunnitelmat	11
3.2.1 Moduulikohteen sähkösuunnitelmat tehtaan tuotantolinjaa varten	11
3.2.2 Moduulikohteen sähkösuunnitelmat työmaan sähköurakoitsijalle	13
4 YHTEENVETO	14
LÄHTEET	15
LIITTEET	16

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä moduulirakennusten sähkösuunnitteluohje Elvak Oy:n sähkösuunnittelijoiden käyttöön. Tämä ohje käsittää kaikki moduulirakennusten sähkösuunnittelun työvaiheet. Työssä painotetaan moduulirakennusten sähkösuunnittelun eroavaisuuksia verrattuna normaaliin paikallaan perinteisellä rakennustyyllillä rakennettavien rakennusten sähkösuunnitteluun.

Ohje edellyttää sen lukijalta normaalia Magicadin ja Excelin käyttötaitoa.

Tämän ohjeen kirjoittamista edelsi uuden nimiketietokannan luominen Magicad-ohjelmaan, suunnittelua helpottavien työkalujen tekeminen Excel-ohjelmalla sekä ohjelmistojen ominaisuuksiin perehtyminen.

Opinnäytetyön tekemiseen on käytetty Microsoft Excel-, Microsoft Word- ja Magicad-ohjelmistoja. Varsinaiseen sähkösuunnitteluun käytetään Excel- ja Magicad-ohjelmia.

Suurin osa työn sisällöstä sekä liitteet tulevat vain yrityksen sisäiseen käyttöön. Tämän vuoksi työn julkinen versio on huomattavasti suppeampi kuin yrityksen sisäinen versio.

2 MODUULIRAKENNUKSET

2.1 Moduuli eli tilaelementti

Moduuli eli tilaelementti muodostuu tavallisesti kantavasta rungosta, valmiista seinistä, lattiasta ja katosta. Elementit valmistetaan kokonaan säältä suojassa tehdasolosuhteissa. Moduulit kasataan tehtaalla valmiiksi ja niihin asennetaan ikkunat, LVIS-varustus sekä kalusteet. (1.)

2.2 Moduulirakennuksen määritelmä

Moduulirakennus on tietyn kokoisista tilaelementeistä koostuva rakennus. Tehtaalta moduulit toimitetaan rakennuspaikalle mahdollisimman valmiina kokonaisuutena sovitussa järjestyksessä ja sovittuna aikana. Työmaalla moduulit asennetaan suunniteltuun järjestykseen. Tilaelementtitekniikkaa käytettäessä työmaavaihe on erittäin nopea (1).

Loppukäyttäjän näkökulmasta hyvin tehty ja suunniteltu moduulirakennus ei eroa ulkoisesti normaalista paikallaan rakennetusta rakennuksesta. Tämä tulisi pitää tavoitteena myös sähkösuunnittelussa.

2.3 Moduulien väliset liitokset

Hyvin suunnitellussa moduulirakennuksessa liitoksia ja työmaalla tehtävää työtä on mahdollisimman vähän, jolloin työmaavaihe jää mahdollisimman lyhyeksi. Työmaalla tehtävä työ on kalliimpaa ja hitaampaa kuin tehtaalla tehty työ ja työmaolosuhteissa sattuu helpommin virheitä. Kaikki tässä työssä esitetyt suunnitteluratkaisut on pyritty miettimään mahdollisimman tehokkaan tehdasvaiheen ja mahdollisimman lyhyen työmaavaiheen kannalta.

2.4 Työmaavaiheen sähkötyöt

Vaikka tehtaalla tehtäisiin lähes kaikki moduulin sisäiset sähköasennukset, on olemassa töitä ja työvaiheita, jotka on pakko tehdä työmaalla vasta sen jälkeen, kun kaikki moduulit on asennettu paikoilleen. Tällaisia töitä ja työvaiheita voivat olla esimerkiksi moduulien välisien sähkökaapeleiden kytkennät ja liitokset, yhteisantenniverkon runkokaapeloinnit,

yleiskaapelointijärjestelmän kaapeloinnit sekä lakisääteiset tarkistukset ja käyttöönotto-tarkastukset. Työmaavaiheeseen jäävää sähkötöiden määrää pyritään vähentämään eri-laisilla suunnitteluratkaisuilla. Työmaavaihetta ei voida kuitenkaan täysin poistaa sähkö-urakan näkökulmasta ainakaan nykyisillä määräyksillä. Esimerkiksi yleiskaapelointijärjes-telmän moduulien väliset kaapeloinnit täytyy asentaa vasta työmaalla, mikäli järjestelmä tehdään toimivaksi ja nykyisten viestintäviraston määräysten mukaiseksi (2).

3 NORMAALIN KOHTEEN JA MODUULIKOHTEEN SUUNNITTELUN EROT

Tässä luvussa esitellään paikallaan rakennettavan kohteen ja moduulikohteen eroavaisuuksia sähkösuunnittelijan näkökulmasta.

Liitteessä 1 on osa moduuleilla rakennettavan kohteen pohjakuvasta. Kuvaan on merkitty moduulien rajat. Tehtaan tuotantolinjalla tehdään jokainen moduuli mahdollisimman valmiiksi, jonka jälkeen ne toimitetaan työmaalle/asennuspaikalle. Moduulit asennetaan työmaalla kuvassa näkyvään järjestykseen. Jokaisella moduulilla on oma yksilöivä tunnus.

Moduulirakentaminen tuo kaikille suunnittelualoille omia lisähaasteita ja kokonaan uusia työvaiheita. Tässä työssä keskitytään näihin haasteisiin pelkästään sähkösuunnittelun näkökulmasta.

3.1 Paikallaan rakennettavasta kohteesta laadittavat sähkösuunnitelmat

Paikallaan rakennettavaan kohteeseen laadittavia sähkösuunnitelmia ovat esimerkiksi seuraavat:

- aluekaapelointikuva
- antennijärjestelmäkaavio
- atk-jakamoiden kokoonpanopiirustukset
- avunpyyntöjärjestelmän järjestelmäkaaviot
- Dali-järjestelmän kaaviot
- maadoituskaavio
- nousujohtokaavio
- piirustusluettelo
- rakennusautomaatiojärjestelmän kaapeliluettelo
- savunpoistojärjestelmän kaaviot
- sähkökeskusten piirikaaviot
- sähkökeskusten pääkaaviot
- tarvittavat detaljipiirustukset kohdekohtaisesti
- valaisinluettelo
- vesimittausjärjestelmän kaaviot

- yleiskaapelointijärjestelmän kaaviot.

Seuraavista järjestelmistä laaditaan tasokuvat kerroskohtaisesti kaikista rakennuksista:

- antennijärjestelmä
- Dali-järjestelmä
- johtotiet
- kameravalvontajärjestelmä
- keskuskellojärjestelmä
- kuulutusjärjestelmä
- paloilmoitinjärjestelmä
- rakennusautomaatiojärjestelmä
- rikosilmoitinjärjestelmä
- savunpoistojärjestelmä
- sähkölukitusjärjestelmä
- sähköpisteet
- turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmä
- yleiskaapelointijärjestelmä.

Kun tehdään sähkösuunnittelua paikallaan rakennettavaan kohteeseen eli ei-moduulikohteeseen, tehdään suunnitteluasiakirjat pelkästään työmaalla toimivaa sähköurakoitsijaa varten. Otetaan esimerkkitapaukseksi liitteen 1 moduuli M16.

Liitteessä 2 on esitetty moduulin M16 sähkötasopiirustus olettaen, että kokonaisuus rakennettaisiin työmaalla perinteisellä tyylillä ja sähköurakoitsija tekee kaikki asennukset työmaalla.

Kuten kuvasta käy ilmi, ei normaalin kohteen suunnitelmiin tarvitse tehdä kovin paljon tarkentavia tekstejä tai ylimääräisiä merkintöjä. Sähkötasopiirustukset ovat suurelta osin viitteellisiä, eli työmaalla toimiva sähköasentaja asentaa esimerkiksi pistorasiat seinärunkojen mukaan eikä mittaa välttämättä sähkötasopiirustuksesta tarkkaa paikkaa, mihin pistorasiat on piirretty. Lattialämmitykselle merkattu lisäteksi kertoo, millainen kaapeli wc-tilaan on suunniteltu (asennusväli, pituus, teho, teho kaapelimetriä kohden). Sähköurakoitsija voi omalla päätöksellään vaihtaa kaapelin erimerkkiseen tai -malliseen, kunhan vain kokonaisteho pysyy samana.

Käytännössä siis perinteisen kohteen sähkösuunnittelussa luotetaan siihen, että urakoitsija on ammattitaitoinen ja kykenevä tekemään pienet päätökset ilman tarkempia suunnitelmia. Näin yleensä onkin, eli työmaalta ei välttämättä tule yhtään kysymystä suunnittelijalle.

3.2 Moduulikohteesta laadittavat sähkösuunnitelmat

Kun verrataan moduulikohteen sähkösuunnittelua paikallaan rakennettavan kohteen sähkösuunnitteluun, huomataan, kuinka paljon enemmän suunnitteludokumentteja täytyy luoda, kuinka urakoitsijan ja suunnittelijan roolit sekoittuvat ja miten tehtaan ja työmaan urakkarajat tuovat omia haasteita ja lisätoita sähkösuunnittelijalle. Huomataan myös, että sähkösuunnittelijan päätäntävalta ja vastuu kasvavat huomattavasti.

Moduulikohteissa osa sähkötoista tehdään tehtaalla ja osa työmaalla. Tämä tarkoittaa, että ennen kuin työmaan sähköurakoitsija voidaan valita tai edes kilpailuttaa, tulee olla tarkasti tiedossa, mitä asennuksia työmaalle jää, jotta sähköurakoitsijat voivat laskea urakalle hinnan. Tämän vuoksi moduulikohteissa tulee tehdä normaalien sähkösuunnitteludokumenttien lisäksi dokumentit, joista käy erikseen ilmi tehtaalla tehdyt asennukset ja työmaalle jäävät sähköasennukset. Lisäksi täytyy määrittää tehtaan ja työmaan hankinta- ja asennusrajat tarkasti.

3.2.1 Moduulikohteen sähkösuunnitelmat tehtaan tuotantolinjaa varten

Tehtaan käyttöön täytyy tuottaa laadukkaat suunnitteludokumentit jokaisesta moduulista, jotta tehtaalla osataan tehdä moduulin sähköasennukset juuri siten kuin ne on suunniteltu. Myös tehtaalle tilattavien tavaroiden määrän tulee olla laskettu mahdollisimman tarkasti.

Moduuleilla rakennettavasta kohteesta tehdään kaikki samat suunnitelmat kuin paikallaan rakennettavasta kohteesta. Lisäksi tehdään tehdastuotannon käyttöön erilaisia suunnitelmia. Tehtaan tuotantolinjaa varten laadittavia sähkösuunnitteludokumentteja ja merkintöjä ovat

- detaljikuva lattialämmityskaapelin asennuksesta ja lattialämmitystermostaatin anturin asennuksesta
- jakorasioiden merkinnät

- jokaisen kaapelin poikki-pinta-alojen merkinnät
- jokaisen sähkötarvikkeen tyypittäminen
- kaapelireittien kannakkeiden, jatkojen sekä niitä kannattelevien kierretankojen tarkat paikat
- kaapelireittien tarkka asennuskorkeus, pituus ja asennuspaikka sivusuunnassa
- kalusteseinien seinäprojektio, joissa näkyy seinille asennettavien sähkökalusteiden ja johtoteiden korkeudet ja tarkat asennuspaikat
- kojerasioiden ja jakorasioiden tarkat paikat millimetrin tarkkuudella rakennesuunnittelijan seinäelementtikuvan runkojen mukaisesti
- moduulikohtainen sähkötasokuva tehtaaseen sähköasentajaa varten
- moduulikohtainen määrällistä jokaisesta sähkö- ja johtotietarvikkeesta
- ohjeet mm. paloilmalaitteen kannan ja lattialämmitystermostaatin kytkennästä
- sähköputkitusten detaljikuvat rakennesuunnittelijalle
- lista hankinta- ja urakkarajoista
- tehtaaseen hankintaan kuuluvien, mutta moduulin mukana työmaalle lähetettävien tavaroiden lista.

Kaikki edellä mainitut moduulikohteisiin suunniteltavat erikoisdokumentit ja niiden suunnitteluvaiheet käsitellään tässä työssä luvussa 5.

Yllä oleva lista koskee jokaista tuotettua moduulia. Osa listassa mainituista dokumenteista on yleispäteviä dokumentteja, joita voidaan käyttää useampaan eri moduuliin. Tällainen voi olla esimerkiksi paloilmalaitteen kannan asennusohje. Lisäksi jokaisessa kohteessa on omia erityispiirteitä ja detaljipiirustuksia tarvitaan mahdollisesti muistakin kuin listassa mainituista asioista.

Moduuleilla rakennettavassa kohteessa sähkösuunnittelijan vastuulla on mm. tehtaaseen hankittavien tavaroiden määräluettelon tekeminen ja työmaalle hankittavien tavaroiden määräluettelon tekeminen.

Liitteessä 3 on esitetty tehtaaseen tuotantolinjaa varten tehtävä sähkötasopiirustus. Muut lisätut asiat käsitellään myöhemmin tässä työssä kohta kohdalta.

Nähdään, että tehtaaseen tuotantolinjalle tehtävässä sähkökuvassa on paljon enemmän tekstejä ja tarkentavia merkintöjä. Kaikki merkinnät ovat tarpeellisia, koska tehtaalla pitää

pystyä rakentamaan jokainen moduuli itsenäisenä yksikkönä ilman, että on tarvetta miettiä moduulien välisiä riippuvuussuhteita. Tehtaan vaatimukset kerrotaan tarkemmin myöhemmässä vaiheessa.

3.2.2 Moduulikohteen sähkösuunnitelmat työmaan sähköurakoitsijalle

Osa töistä on helposti jaettavissa tehtaan ja työmaan sähköurakoitsijoiden välille. Työmaan sähköurakoitsijalle jäävät luonnollisesti ainakin seuraavat työt:

- aluekaapeloinnit ja kaikki rakennusten ulkopuoliset työt
- heikkovirtajärjestelmien runkokaapeloinnit moduulien välille
- järjestelmien käyttöönottotarkistukset ja lakien vaatimat mittaukset sekä tarkastuspöytäkirjojen tekeminen
- järjestelmien saattaminen täyteen valmiuteen
- kaikki moduulien väliset liitokset sähköistyksen osalta
- savunpoistojärjestelmän kaapeloinnit
- sähkökeskusten väliset nousukaapeloinnit.

Edellä mainituista töistä tulee tehdä suunnitelmat työmaan sähköurakoitsijalle. Suunnitelmissa tulee esittää työmaan ja tehtaan väliset asennus- ja hankintarajat mahdollisimman selkeästi. Pääsääntönä voidaan pitää, että työmaan sähköurakoitsija hankkii kaikki tarvikkeet, jotka asennetaan työmaalla. Tästäkin on kuitenkin poikkeuksia. Näistä poikkeuksista laaditaan sähkösuunnittelijan toimesta erillinen hankinta- ja urakkarajaselostus, jotta työmaan sähköurakoitsijalle ei tule yllätyksenä, mitä kaikkea työmaan tehtäväksi kuuluu tai ei kuulu.

Työmaan sähköurakoitsijan käyttöön tehdään myös tasopiirustukset, joista käy ilmi pelkästään työmaalla asennettavat sähkökalusteet ja -kaapelit. Tämä työmaan sähkötasopiirustus tehdään siten, että normaalista koko kohteen sähkötasopiirustuksesta poistetaan kaikki tehtaalla tehdyt asennukset.

4 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä moduulikohteiden sähkösuunnitteluohje sekä luoda moduulikohteiden sähkösuunnittelijalle uusia työkaluja, joita hyödyntämällä suunnittelu nopeutuu ja yksinkertaistuu.

Opinnäytetyössä luodut työkalut helpottavat moduulikohteiden suunnittelua ja määrälaskentaa. Kuvallisilla ohjeilla sekä työkaluja hyödyntämällä saadaan tuotettua selkeämpiä ja tarkempia dokumentteja niin moduulitehtaan kuin työmaan sähköurakoitsijankin käyttöön.

Opinnäytetyön pohjana käytettiin pientä malliprojektia, josta tehtiin samalla harjoitteluprojekti moduulikohteiden suunnittelijoille. Malliprojektissa suunnittelija voi harjoitella tässä työssä ohjeistettuja asioita ja käydä läpi kaikki moduulikohteiden erityispiirteet sähkösuunnittelun kannalta ennen varsinaisen kohteen aloittamista.

Opinnäytetyön pohjalle luodut suunnittelutyökalut sekä liitteinä olevat kuvalliset ohjeistukset toimivat jatkossa ohjeina kaikille Elvak Oy:n moduulikohteita suunnitteleville sähkösuunnittelijoille. Ohjetta ja luotuja työkaluja päivitetään jatkossa aina, kun se nähdään tarpeelliseksi.

LÄHTEET

1. Puuinfo 2018. Yleisimmät rakennusjärjestelmät. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimm%C3%A4t-rakennej%C3%A4rjestelm%C3%A4t>. Hakupäivä 6.10.2018
2. Viestintävirasto 2018. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Saatavissa: https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M_65_C_2018.pdf. Hakupäivä 6.10.2018.

LIITTEET

Liite 1 Moduulirakennuksen pohjapiirustus

Liite 2 Esimerkki paikallaan rakennettavasta kokonaisuudesta

Liite 3 Esimerkki moduulilla toteutetusta kokonaisuudesta

Liite 4 Esimerkkimoduuli 1

Liite 5 Esimerkkimoduuli 2

Liite 6 Esimerkkimoduuli 2 seinäprojektiio

Liite 7 PCU daliohjaimen kytkentäohje

Liite 8 Johtoreittien piirtäminen

Liite 9 Sähköpisteiden piirtäminen

Liite 10 Moduulikohtaisten määräluetteloiden tekeminen

Liite 11 Moduulikohtaisten tuotantokuvien tekeminen