



# **SÄHKÖURAKAN LASKENTA- DOKUMENTTIEN KEHITTÄMINEN**

Tommi Savolainen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2013  
Talotekniikka  
Sähköinen talotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikka  
Sähköinen talotekniikka

SAVOLAINEN, TOMMI  
Sähköurakan laskentadokumenttien kehittäminen

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Toukokuu 2013

---

Nykyiset rakentamisen aikataulut ovat erittäin tiukkoja. Varsinkin sähkösuunnittelulla on usein kiire, koska ennen kuin sähkösuunnittelua voidaan edes aloittaa, on mahdollisesti jo jokin muu rakentamisen osapuoli jäänyt aikataulusta. Liian kireät aikataulut pakottavat sähkösuunnittelijat tahtomattaan lähettämään jopa ala-arvoisia suunnitelmia laskentaan. Työn tarkoituksena oli selvittää sähköurakoitsijoiden laskijoiden ja laitetoimittajien mielipidettä olennaisista tarjouslaskennassa tarvittavista tiedoista. Tavoitteena oli saada selville, riittäisivätkö luettelomaisemmat tiedot laskentaan, jolloin sekä suunnittelijoilta että laskijoilta säästyy aikaa.

Haastatteluissa kävi ilmi, että urakan laskentavaiheessa luettelomaisemmat tiedot helpottavat ja nopeuttavat laskijan työtä. Urakointiliikkeiden laskijat kertoivat, että pistekuvat ja määräluettelo sisältävät laskennan kannalta riittävän tarkat tiedot, joten suunnitelmiin ei ole välttämätöntä tehdä kaapelointeja vielä laskentavaiheessa. Tämä helpottaa ja nopeuttaa sekä suunnittelijoiden että urakoitsijoiden laskijoiden työtä.

Kirjallisuuslähteiden ja haastattelujen perusteella sähkösuunnittelutoimistolle määriteltiin olennaisia asioita suunnitelmapaketeista ja haastattelujen perusteella voidaan tehdä tarvittavat muutokset yrityksen toimintajärjestelmään. Suunnitelmapakettien sisällön lopullinen määrittely tehdään opinnäytetyön jatkotoimenpiteenä. Suunnitelmapakettien on tarkoitus toimia suunnittelutoimiston ja tilaajan välisissä neuvotteluissa, joissa päätetään, millä laajuudella laskentakuvia ryhdytään tekemään kussakin projektissa.

Sähköurakoitsijoilta kysyttiin mielipiteitä yksikköhintojen käytöstä tarjouslaskennassa, mutta yksikköhinnat eivät saaneet kovin myönteistä vastaanottoa. Kuitenkin alan tulevaisuus lienee yksikköhinnoissa, jotka helpottaisivat kaikkia osapuolia ja vähentäisivät kustannuksia. Sähköalan järjestöjen tulisi kehittää menetelmiä, jotka miellyttäisivät kaikkia osapuolia, sillä yksittäisen yrityksen mahdollisuudet ovat rajalliset ja korkeamalta taholta tulevat päätökset tai suositukset saavat helpommin kannatusta tai ainakin ne innostavat ajattelemaan asioita.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Building Services Engineering  
Electrical Building Services

SAVOLAINEN, TOMMI

Development of Calculation Documentation in Electrical Contract

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 3 pages

May 2013

---

The current construction schedules are very tight. Especially electrical designers are always in a hurry because electrical designing is so dependent on other parties of construction. It happens frequently that the construction schedule is delayed before the electric designers can even begin designing. Too tight schedules may even force electrical designers send substandard plan drawings to electrical contractors in phase of offer calculation. The purpose of this thesis was to find out essential things, which have to be included in electrical plan drawings. Collecting information was carried out by interviewing electrical subcontractors and switchboard manufacturers. The target was to find out if it is possible to use more bills of quantities in the phase of offer calculation instead of complete drawings.

Interviews showed that bills of quantities facilitate and speed up work in offer calculation. According to subcontractors, bills of quantities and plan drawings without cabling are sufficient. Thus, electrical designer and subcontractors save time because of unnecessary work can be neglected to be done.

Electrical contractors were also asked comments about unit prices. Unit prices should help all parties in electric sector and reduce costs, but the unit prices did not get a very enthusiastic reception. In the future, electricity sector organizations should develop the way that would please all parties, because individual companies have limited possibilities and decisions or recommendations coming from higher authorities, would be more efficient.

---

Key words: electrical designing, electrical contract, offer calculation, bill of quantities

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tarkoitus ja tavoitteet .....	7
1.2	Aikatauluongelmat sähkösuunnittelussa.....	8
1.2.1	Nykyinen tilanne sähkösuunnittelussa .....	8
1.2.2	Tavoite sähkösuunnittelun aikataulutukseen.....	9
1.3	Toimeksiantaja Sähköinsinööri-toimisto Jussi Mäkelä Oy .....	9
2	URAKKAMUODOT MAKSUTAPOJEN MUKAAN.....	10
2.1	Kokonaishintaurakka .....	10
2.2	Yksikköhintaurakka .....	10
2.3	Laskutyöurakka.....	10
2.4	Tavoitehintaurakka .....	10
3	TARJOUSLASKENTA .....	11
3.1	Sähkourakan kustannusten määrittely.....	11
3.2	Tarjouslaskentaohjelmat .....	11
4	SÄHKÖSUUNNITELMIEN SISÄLTÖ .....	13
4.1	Sähkötöselitys + määräluettelo .....	13
4.2	Sähkötöselitys + määräluettelo + luonnokset .....	15
4.3	Sähkötöselitys + määräluettelo + pistekuvat .....	17
4.4	Sähkötöselitys + määräluettelo + ryhmitellyt tasopiirustukset.....	18
5	HAASTATTELUT.....	19
5.1	Tutkimusmenetelmä.....	19
5.2	Haastateltavien taustatiedot .....	19
5.3	Sähköpisteet ja kaapelointi .....	19
5.4	Johtotiet.....	20
5.5	Valaistus.....	20
5.6	Keskukset.....	21
5.7	Sähkötekniset tietojärjestelmät .....	23
5.7.1	Paloilmoitin ja -varoitinjärjestelmät.....	23
5.7.2	Turva- ja poistumisvalaistusjärjestelmät.....	23
5.7.3	Yleiskaapelointi.....	24
5.8	Sähkötöselitys .....	24
5.9	Määräluettelot ja yksikköhinta.....	24
6	YHTEENVETO .....	26
6.1	Sähköpisteet, kaapelointi ja johtotiet .....	26
6.2	Valaistus.....	26
6.3	Keskukset.....	26

6.4 Sähkötekniset tietojärjestelmät .....	27
6.5 Määräluettelo, yksikköhinta ja sähkötyöselitys .....	27
7 POHDINTA.....	28
LÄHTEET .....	30
LIITTEET .....	31
Liite 1. Mallipohja pistekuvat .....	31
Liite 2. Mallipohja ryhmitelty tasopiirustukset .....	32
Liite 3. Malli määräluettelo tasokuvasta .....	33

**ERITYISSANASTO**

IP luokka	Kosteus- ja pölysuojausluokitus
Määräluettelo	Luettelo kappalemäärineen suunnitelmissa esiintyvistä laitteista ja tarvikkeista.
NSS ry	Neuvottelevat sähkösuunnittelijat
Piste, Sähköpiste	1 kpl sähköpisteitä, esim. pistorasia, kytkin
Pistekuva	Sähkösuunnitelma, jossa sähköpisteet ilman kaapelointeja
RAKLI ry	Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto
ST-kortisto	Sähköinfo Oy:n ylläpitämä sähköisen talotekniikan sähköti- tokortisto
STUL ry	Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto
Symboli	suunnitteluohjelman kuva/merkki sähköpisteestä
Sähkönumero	Sähköisen talotekniikan alalla käytössä oleva kansallinen tuotekoodijärjestelmä
TATE	Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo
Tasokuva	Pohjakuvan päälle piirretty sähkösuunnitelma
Yksikköhinta	Tuotteen tai tuotteen ja työn hinta yksikkö kohden (€/yksikkö)

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Nykyiset rakentamisen aikataulut ovat erittäin tiukkoja. Varsinkin sähkösuunnittelulla on usein kiire, koska ennen kuin sähkösuunnittelua voidaan edes aloittaa, on mahdollisesti jo jokin muu rakentamisen osapuoli jäänyt aikataulusta. Usein myös vajavaiset tai kokonaan puuttuvat lähtötiedot aiheuttavat ongelmia sähkösuunnittelijan aikatauluihin. Liian kireät aikataulut pakottavat sähkösuunnittelijat tahtomattaan lähettämään jopa alarvoisia suunnitelmia laskentaan. Aikataulut aiheuttavat ongelmia työnlaadun seurauksena myös sähköurakoiden laskentaan.

Työn tarkoituksena on selvittää haastattelemalla sähköurakoitsijoiden laskijoiden ja laitetoimittajien mielipidettä olennaisista laskennassa tarvittavista tiedoista. Tavoitteena on saada selville riittäisivätkö luettelomaisemmat tiedot laskentaan, jolloin säästyisi aikaa sekä suunnittelijoilta että laskijoilta. Säästetty aika voitaisiin käyttää suunnitelmiensa jalostamiseen työkuviiksi. Myös mahdollisten muutoksien aiheuttamat korjaukset sähkösuunnitelmiin jäävät sitä pienemmiksi mitä myöhemmin lopullisia suunnitelmia tehdään.

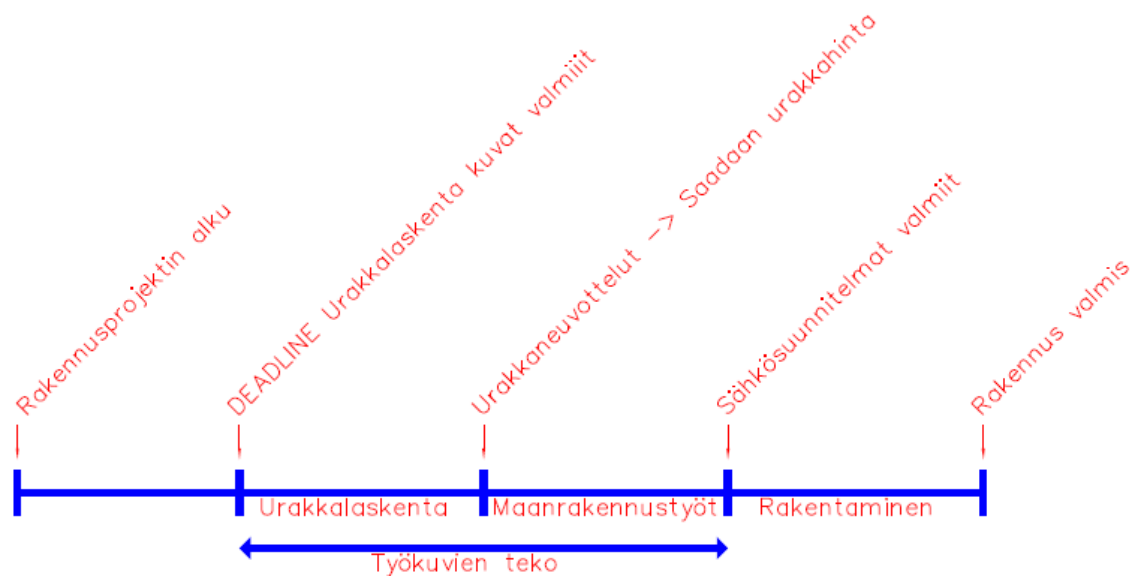
Kirjallisuuslähteiden ja haastattelujen perusteella sähkösuunnittelutoimistolle määritellään olennaisia asioita suunnitelmapakettien sisällöstä. Haastattelujen perusteella on myös mahdollista tehdä tarvittavat muutokset yrityksen toimintajärjestelmään. Suunnitelmapakettien lopullinen määrittely tehdään opinnäytetyön jatkotoimenpiteenä. Suunnitelmapakettien on tarkoitus toimia suunnittelutoimiston ja tilaajan välisissä neuvotte- luissa, joissa päätetään, millä laajuudella laskentakuvia ryhdytään tekemään kussakin projektissa.

## 1.2 Aikatauluongelmat sähkösuunnittelussa

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi sähkösuunnittelun aikatauluongelmia.

### 1.2.1 Nykyinen tilanne sähkösuunnittelussa

Alla olevassa kuvassa on esitetty nykyisen rakentamisen aikajana sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Rakentamisen aikataulut tiukkenevat jatkuvasti ja siitä syystä myös suunnittelijoiden aikataulu muodostuu kireäksi. Usein suunnittelijat joutuvat tekemään laskentavaiheen kuvat kiireessä valmiiksi määräaikaan mennessä. Kiire näkyy työn laadussa ja virheiden määrä lisääntyy.

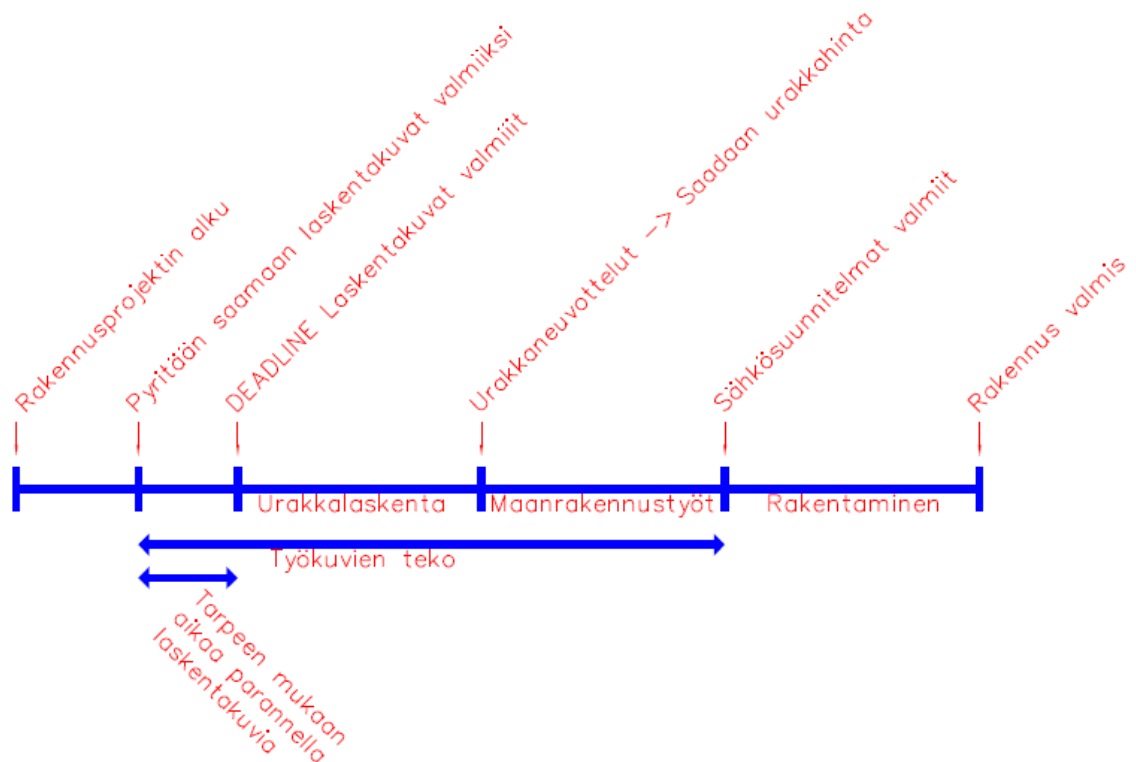


KUVIO 1. Nykyinen rakentamisen aikajana sähkösuunnittelijan näkökulmasta.



### 1.2.2 Tavoite sähkösuunnittelun aikataulutukseen

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on vähentää suunnittelijan työtaakkaa ennen urakka-laskentaa. Pienemmällä työmäärällä ennen laskentaa saadaan laskentakuvat kuntoon ennen määräaika. Laskentakuvien valmistuessa ennen määräaika voidaan tarpeen mukaan joko tarkentaa laskentakuvia tai siirtyä työkuviin suunnitteluun. Alla olevassa kuvassa selvennetään työn tavoitetta



KUVIO 2. Tavoitteena oleva rakentamisen aikajana sähkösuunnittelijan näkökulmasta.

### 1.3 Toimeksiantaja Sähköinsinööritoimisto Jussi Mäkelä Oy

Sähköinsinööritoimisto Jussi Mäkelä Oy on lahtelainen sähkösuunnitteluun keskittynyt yritys, jonka historia alkaa vuodesta 1969. Toimisto toimi nimellä Insinööritoimisto Juhani Mäkelä Oy aina vuoteen 2004 asti, jolloin nimi vaihtui nykyiseen. Yritys on suunnitellut historiansa aikana yli 6000 projektin sähkösuunnitelmat.

## **2 URAKKAMUODOT MAKSUTAPOJEN MUKAAN**

Seuraavissa luvuissa esitellään urakkamuodot erilaisten maksutapojen mukaan. Urakoiden maksutavat voidaan jaotella työn kokonaissuorituksen tai todellisen työ- ja hankintakustannuksien mukaan.

### **2.1 Kokonaishintaurakka**

Yleisin urakkamuoto sähköurakoinnissa on kokonaishintaurakka, jossa urakalle annetaan kiinteä hinta. Kokonaishintaurakassa sähköurakoitsija antaa tarjouksen, jolla lupaa tehdä tarjouspyyntöasiakirjojen mukaiset työt ja materiaalihankinnat. (Harsia 2004, 47)

### **2.2 Yksikköhintaurakka**

Yksikköhintaurakassa rakennuttaja jakaa työn mahdollisimman tarkasti määriteltyihin ja helposti mitattaviin osiin, joille urakoitsija antaa kiinteät hinnat. Lopullinen urakkahinta muodostuu kohteeseen menevien yksiköiden lukumäärän ja hinnan perusteella. Yksikköhintaurakassa lopullinen hinta selviää vasta kun työt on tehty. (Harsia 2004, 47)

### **2.3 Laskutyöurakka**

Laskutyöurakassa tilaaja maksaa urakoitsijalle aiheutuvat kulut työn edistymisen mukaan. Urakoitsija tekee sovitun työn ja laskuttaa tilaajaa. Laskuun sisällytetään työ, materiaalit, tarvikkeet, alihankinnat ja kate. (Harsia 2004, 47)

### **2.4 Tavoitehintaurakka**

Tavoitehintaurakassa tilaaja maksaa urakoitsijan kulut + palkkion. Hankkeelle on etukäteen määritelty tavoitehintaa ja kattohintaa. Tavoitehinnan alittuessa urakoitsijan palkkio lisääntyy ja ylityksessä pienentyy. Urakan kustannusten mennessä kattohinnan yli ylimenevät kustannukset jäävät urakoitsijan maksettavaksi. (Harsia 2004, 47)

### 3 TARJOUSLASKENTA

Tarjouslaskenta on sähköurakointiyrityksen tärkeimpiä tehtäviä. Laskennan tavoitteena on saada selville tarjottavan urakan kustannusarvio, jolla urakka pystytään toteuttamaan. Kustannusarvio sisältää työn ja hankintojen osuuden, jonka lisäksi lopulliseen tarjoukseen täytyy laskea kate. Katteen pitää olla niin suuri, että sillä saadaan korvattua yrityksen ylläpitokulut ja lisäksi jokaisen yrityksen on tarkoitus tuottaa myös voittoa. (Autio 2005, 51; Harsia 2011)

#### 3.1 Sähköurakan kustannusten määrittely

Suuritöisin osuus sähköurakan tarjouslaskennassa on tarvike ja työmäärien selvittäminen. Kustannukset määritellään massalaskennalla ja useasti laskennan virheet aiheuttavat kertautuvia vahinkoja, joiden paikkaaminen voi olla vaikeaa. Massalaskentaa voidaan tehdä kertolaskun avulla esimerkiksi vertailemalla toteutuneen kohteen euroa/m<sup>2</sup> tai euroa/asunto hintoja, mutta tällöin virheellisen laskun mahdollisuus on erittäin suuri. Toinen vaihtoehto on yhteenlasku järjestelmittain, jolloin tarkkuudessa voidaan helposti päästä parin prosentin tarkkuuteen. (Saastamoinen & Autio 2011, s.23)

#### 3.2 Tarjouslaskentaohjelmat

Piirustuksissa, kaavioissa ja luetteloissa esiintyvien nimikkeiden hinnoitteluun on olemassa monenlaisia tarjouslaskentaohjelmia, joiden avulla pystytään helpottamaan työtä ja vähentämään mahdollisten virheiden määriä.

Sähköinfo Oy ylläpitää sähköurakoinnin tarjouslaskenta- ja massoiteluohjelmissa käytettävää pakettirekisteriä, johon on koottu tarvikkeita ja sähköalantyyehtosopimuksen mukaista työtä. Pakettirekisteri ei kuitenkaan ole itsenäinen ohjelma vaan se tarvitsee aina tarjouslaskentaohjelman, joka käyttää pakettirekisteriä. Tällaisia ohjelmia tarjoavat esimerkiksi Ecom Oy, Pajadata Oy ja Visma Software Oy. Edellä mainitut ohjelmat voidaan asentaa siten, että ne automaattisesti päivittävät pakettirekisteritietokannat, jolloin tarjouslaskijalla on aina käytettävissä ajantasaiset tietokannat.

Tarjouslaskentaohjelmien hinnoittelutoiminnoissa tuotteille voidaan hakea hinnat suoraan tukkureiden internetsivuilta, mutta yleensä ohjelmat päivittävät tukkureilta saadut hinnat suoraan hinnastonpäivityspalvelusta. Tarjous on myös mahdollista hinnoitella koska tahansa uudelleen. Esimerkiksi rakennuttajan hankintapäätöksen syystä tai toisesta siirtyessä voidaan jo olemassa olevaan tarjoukseen päivittää ajankohtaiset hinnat jälkikäteen. (Saastamoinen & Autio 2011, s.23-24; Sähköinfo Oy 2013, Tarjouslaskennan pakettirekisteri)

## 4 SÄHKÖSUUNNITELMIEN SISÄLTÖ

Kaikkien sähkösuunnitelmien pitää sisältää sähköyöselitys. Sähkösuunnitelmiin voi sisältyä sähköyöselityksen lisäksi määräluetteloita, luonnoksia, pistekuvia, ryhmiteltyjä tasopiirustuksia ja järjestelmäkaavioita. Seuraavassa sähkösuunnitelmavaihtoehdot jaetaan neljään pakettiin, joiden sisältöä määritellään sekä kirjallisuuslähteiden että haastattelujen mukaan.

### 4.1 Sähköyöselitys + määräluettelo


#### **Sähköyöselitys:**

Sähköyöselitys on tekninen dokumentti, jossa kerrotaan kirjallisesti suunnitelmakohteesta ja kohteen eri sähköjärjestelmistä. Yleensä sähköyöselitys jaotellaan S2010-Sähkönimikkeistön mukaan, joka on Sähkötieto ry:n ylläpitämä nimikkeistö kiinteistöjen sähköjärjestelmien luokitteluun ja jaotteluun. (ST.70.12)

#### **Määräluettelo**

Määräluettelo on nimensä mukaisesti luettelo kappalemäärineen suunnitelmissa esiintyvistä laitteista ja tarvikkeista.

ST -kortti 13.80 (Tarjouslaskenta. Pisteiden määrät ja sähköiset tarjouspyyntöasiakirjat) antaa suosituksia määräluettelon sisällöstä. Kortti perustuu vuonna 2006 julkaistuun Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:n ja Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry:n suositukseen sähkötoiden pistelaskennasta ja asiakirjojen toimittamisesta sähköisessä muodossa. Kortin mukaan määräluettelo sähköpisteiden osalta sisältää piirrosmerkin, yksikön, kappalemäärän, IP -luokan, poikkeavat sähköiset arvot, nimityksen, asennustavan ja järjestelmätunnuksen. (ST.13.80)

Piirrosmerkki	Yksikkö	Määrä	IP luokka	Nimitys	Asennustapa	Järjestelmätunnus
	kpl	5	IP 44	2 osainen pistorasia	F	H 401
	kpl	10	IP 23	Vaihtokytkin	S	H 501

TAULUKKO 1. Esimerkki määräluettelosta

Määräluettelo itsessään on jo hyvin vanha keksintö. Määräluetteloita on monenlaisia ja suunnitelmiin on jo aikaisemmin sisältynyt valaisin-, moottori- ja lämmitin, ym. laiteluetteloita joissa on esitetty vähintään samat tiedot kuin pisteluettelossa. (ST.13.80)

### Haitat ja edut määräluetteloiden tekemisessä

Määräluetteloiden ongelmana on pidetty luetteloiden epätarkkuutta. Esimerkiksi määräluetteloiden ja kuvien välillä on saattanut olla eroavaisuuksia pisteiden lukumäärissä. Sähkösuunnitteluohjelmistoissa on kuitenkin nykyään ominaisuuksia, jotka parantavat määräluetteloiden tarkkuutta, kuten päällekkäisten symbolien näyttäminen. Voidaankin sanoa, että nykypäivän ohjelmistot antavat hyvän ja luotettavan luettelon suunnitelmissa esiintyvistä sähköpisteistä.

ST-kortti 13.80 suositukseen ei sisälly mitään kaapelointitietoja, mutta ne ovat silti saatavissa sähkösuunnitteluohjelmistoista. Kaapelointitietojen ongelmana on pidetty kaapelipituuksien tarkkuuden riittämättömyyttä, koska kaapeleiden pituudet ovat saattaneet heitellä suuriakin määriä. Nykyisillä suunnitteluohjelmistoilla kuitenkin päästään erittäin hyvään tarkkuuteen, jos suunnitelmat ovat huolellisesti tehty. Esimerkiksi jos sähköpisteen korkeus on unohdettu antaa tai annettu väärin niin korkeuserosta tuleva virhe voi muodostua hyvinkin suureksi. Itse sähkösuunnitelman tasokuvassa sähköpisteen korkeudella ei ole merkitystä, koska väärä korko ei siinä näy, mutta sähköisesti lasketuihin kaapelipituuksiin vaikutus on merkittävä. Liitteessä 3 on nähtävillä malli määräluettelosta, jollainen voidaan tuottaa CADS Planner -suunnitteluohjelmistolla.

Tapana on ollut, että laskija laskee paperisuunnitelmasta jokaisen pisteen kerrallaan ja määrittää laskelmiensa mukaan hinnan yksittäiselle pisteelle. Pisteiden laskeminen käsin on haastavaa ja tarkkuutta vaativaa ja lähes aina voi olla varma, että jotain on lasket-

tu liikaa tai liian vähän. Tämän vuoksi sähköisesti tuotettu määräluettelo antaa tarkemman lukumäärän sähköpisteistä ja samalla vähentää virheellisten laskujen määrää.

Ajan säästön ja virheellisesti laskettujen pisteiden lisäksi määräluettelon eduiksi voidaan todeta, että määräluettelon avulla kaikki urakkatarjousten laskijat laskevat varmasti samoilla tiedoilla. Näin on helpompi saada hinta-laatusuhteeltaan paras mahdollinen urakoitsija selville.

## **4.2 Sähkötyöselitys + määräluettelo + luonnokset**

Toinen paketti sisältää edellisessä paketissa esitettyjen sähkötyöselityksen ja määräluettelon lisäksi luonnokset.

Luonnossuunnittelun tavoitteena on esittää parhaat mahdolliset ratkaisuvaihtoehdot niin, että tilaaja saa riittävät tiedot, jotta osaa tehdä päätöksiä. Myös sähköurakoitsijoiden on mahdollista antaa tarjous luonnoksien pohjalta. Tosin jos laskentakuvat ovat pelkät luonnokset, niin urakan lisätyöt kasvavat merkittävästi ja lopulliset kustannukset ovat erittäin vaikea arvioida. (Harsia 2004, 62)

Luonnossuunnitelmia voidaan pitää hyvänä ratkaisuna tapauksissa, jossa tilaajan on tärkeää saada rakennus nopeasti alulle. Tällainen tapaus on esimerkiksi jos toimistotalon kaikki vuokralaiset eivät ole vielä selvillä, mutta rakentaminen pitäisi silti aloittaa. Luonnoksien avulla saadaan sähköurakoitsija valittua ja työt aloitettua. Lisäksi tulevista sähköistyksistä voidaan keskustella tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan kanssa yhdessä. (Harsia 2004, 65)

Luonnossuunnitteluvaiheen luonnetta on pyritty muuttamaan teknisestä suunnittelusta käyttäjälähtöisempään lähestymistapaan ja samalla mietitty termin muuttamisesta talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelon TATE 95 luonnossuunnittelusta yleissuunnitteluksi. TATE 09 tehtäväluetteloon termi onkin jo vaihdettu yleissuunnitteluksi. (Harsia 2004, 65)

Seuraavassa esitellään luonnoksien sisältöä TATE 09 ja Sähkösuunnittelijan käsikirjan mukaan: (TATE 09; Harsia 2004, 63)

#### TATE 09

- järjestelmäkuvaukset toimintaperiaatteineen
- asemapiirustus
- tasopiirustukset pääjohtoreitein ja tarvittavat leikkaukset
- jakelukaaviot
- järjestelmäkaaviot
- alustavat laiteluettelot

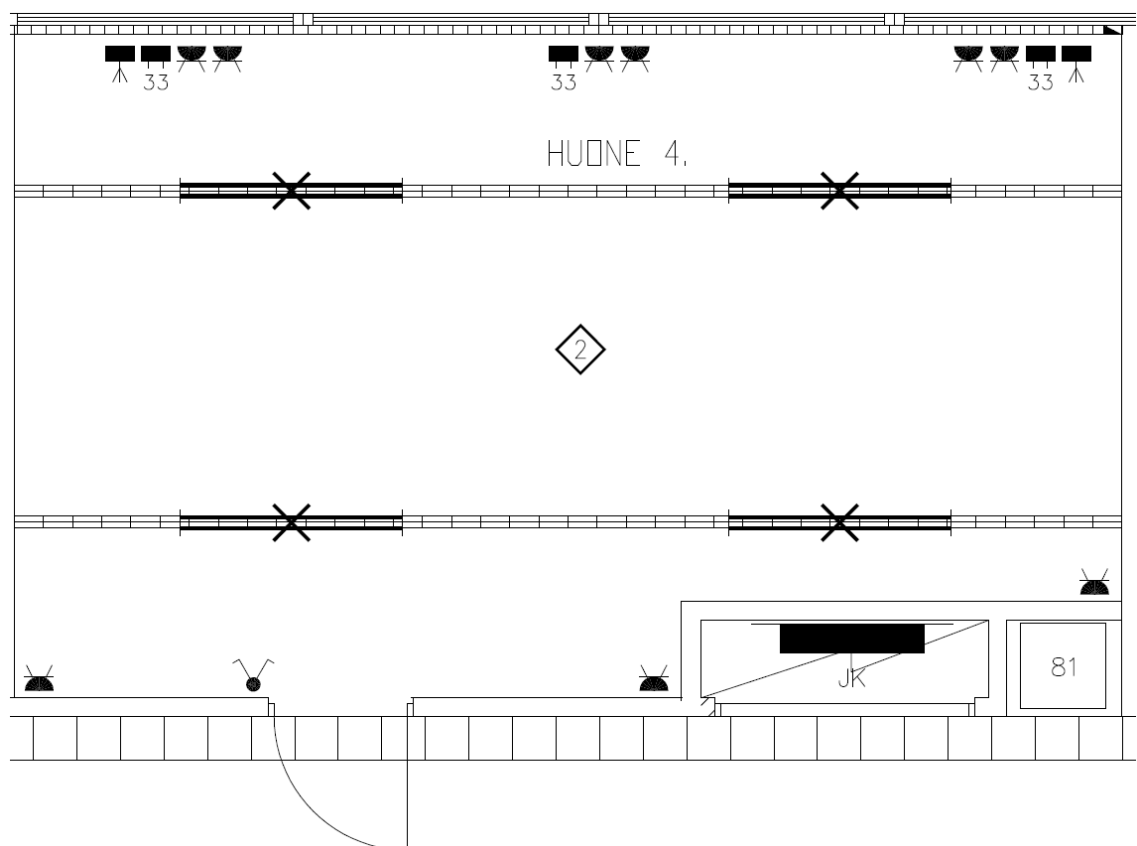
Sähkösuunnittelijan käsikirja käsittelee luonnossuunnitteluvaihetta hieman talotekniikan tehtäväluetteloa tarkemmin ja käsikirjan mukaan luonnossuunnitteluvaiheessa määritellään sähköjärjestelmien osalta seuraavat tiedot:

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



### 4.3 Sähköyöselitys + määräluettelo + pistekuvat

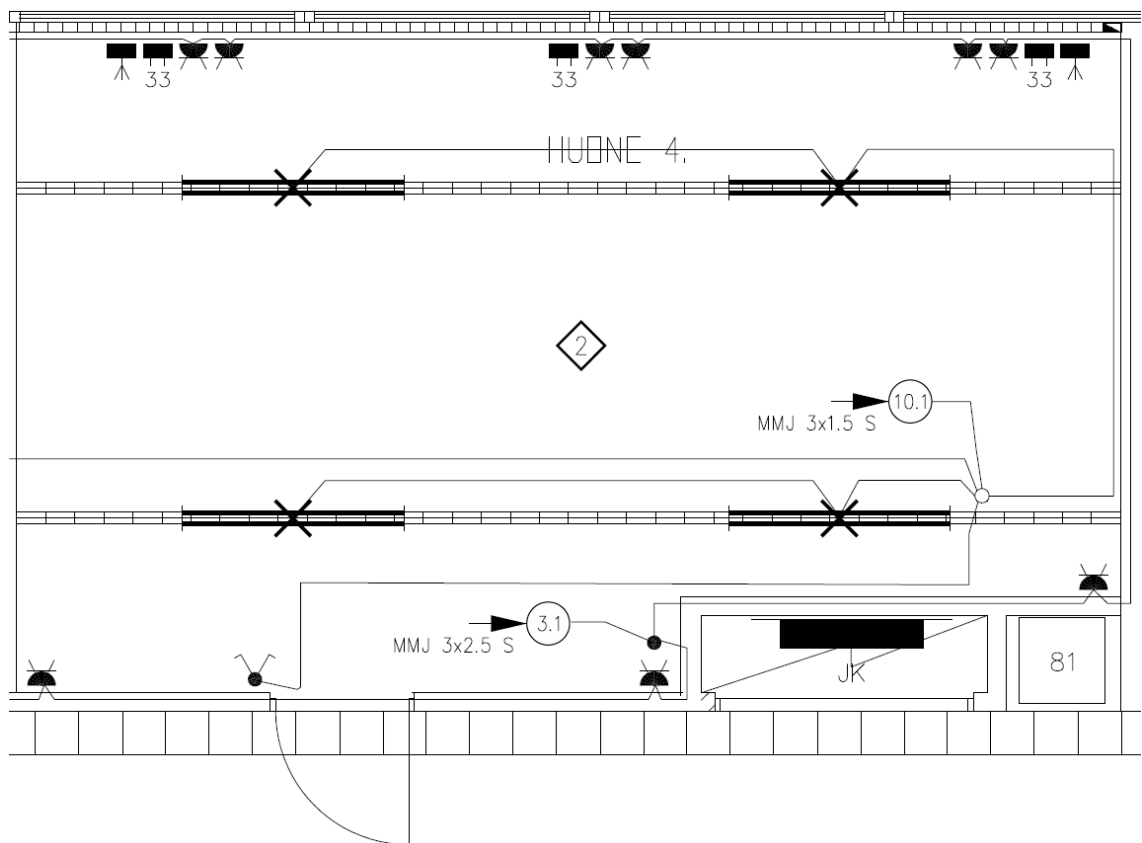
Kolmanteen pakettiin sisältyy aiemmin esitellyn määräluetteloiden lisäksi pistekuvat, mistä mallikuva alla. Pistekuvilla tarkoitetaan sähkösuunnitelmia, joissa näkyy kaikki sähköpisteet, mutta kaapelointeja ei lainkaan. Pistekuvista voidaan siis havaita eri sähkötuotteiden asennuspaikat, jolloin kuvista on mahdollista laskea tuotteiden lukumääriä ja keskimääräisiä kaapelointi pituuksia. Ajan säästö pistekuvissa tulee kaapeloinnin ja sähköistyksen ryhmittelyn piirtämättä jättämisestä. Pistekuvista on nähtävissä laajempi mallikuva liitteessä 1.



KUVIO 3. Malli pistekuvasta.

#### 4.4 Sähköyöselitys + määräluettelo + ryhmitellyt tasopiirustukset

Viimeisessä paketissa pistekuviin lisätään kaapeloinnit, jolloin syntyy ryhmitellyt tasopiirustukset. Myös eri järjestelmien järjestelmäkaaviot liitetään neljänteen pakettiin. Paketin suunnitelmat sisältävät jo aiemmin esiteltyjen määräluetteloiden lisäksi kaikki kohteen sähköistykseen tarvittavat laitteet ja tarvikkeet kuten kaapelihyllyt, johtokanavat, keskusket, sähköpisteet kaapelointineen jne. Suunnitelmissa esitetään kaikki kohteen sähköistykseen tarvittavat tiedot, joten suunnitelmien sisältö ja tarkkuus vastaa lopullisia suunnitelmia. Ryhmitellystä tasopiirustuksesta on nähtävissä laajempi mallikuva liitteessä 2.



KUVIO 4. Malli ryhmitellystä tasopiirustuksesta

## **5 HAASTATTELUT**

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää olennaisia asioita laskentakuvien sisällöstä haastatteleamalla sähköurakoitsijoiden ja keskusvalmistajien tarjouslaskennasta vastaavia edustajia. Tarkoituksena on kuulla alalla toimivien henkilöiden mielipiteitä sähköurakan laskentadokumenttien laajuudesta. Haastattelut tehtiin luottamuksella, joten haastateltujen yritysten edustajien nimiä ei julkaista.

### **5.1 Tutkimusmenetelmä**

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin avointa haastattelua. Tutkimusmenetelmän avulla selvitettiin haastateltavien ajatuksia ja mielipiteitä laskennassa tarvittavista olennaisista tiedoista. Haastatteluihin ei valmisteltu tarkkaa kysymyspohjaa, vaan enemmänkin tavoitteena oli saada aikaan keskustelua ja antaa haastateltavien kertoa mielipiteitään.

### **5.2 Haastateltavien taustatiedot**

Haastatteluihin osallistui tarjouslaskennasta vastaavia edustajia neljältä sähköurakoitsijalta ja kahdelta sähkökeskusvalmistajalta. Haastattelut tehtiin vieraillemalla haastateltavien edustamissa yrityksissä. Yritykset ovat Suomessa toimivia pieniä ja keskisuuria yrityksiä.

### **5.3 Sähköpisteet ja kaapelointi**

Haastatteluissa kävi ilmi, että urakan laskentavaiheessa enemmän luettelomaiset tiedot helpottavat ja nopeuttavat laskijan työtä. Suurin osa haastateltavien urakointiyritysten laskentaa suorittavista edustajista kertoi, että pistekuvat ja määräluettelo ovat riittävät urakkalaskentaan ja ettei kaapelointeja lasketa kuvista kovin tarkasti. Keskusten väliset nousukaapelit ja maakaapelit lasketaan tarkasti, mutta muut kaapeloinnit lasketaan hyvin yleisesti keskimitoilla.

Poikkeuksena kuitenkin erään sähköurakoitsijan edustaja kertoi, että yrityksessä laskenta suoritetaan erittäin tarkasti ja siksi myös laskentakuviin olisi sisällytettävä kaapeloin-

nit. Keskustelun edetessä edustajan kanta kuitenkin lieveni sen verran, että tarjoukset pystytään antamaan ilman kaapelointeja, mutta se lisää tarjouslaskijan työmäärää. Keskustelun lopputulokseksi voidaan todeta, että tarkasti laskiessa kaapeloinnit ovat tärkeitä, mutta kiireellisissä tapauksissa ensimmäisiä pois jätettäviä laskentavaiheen asioita.

Huomioitavana asiana nousivat esille paloalueet ja sen myötä kaapeleiden valinta. Esimerkiksi kaapelikustannusten vuoksi laskijan on oleellista saada tieto halogeenittomien kaapeleiden käyttöalueista.

Yhteenvedona haastatteluista voidaan kuitenkin sanoa, että varsinkin kiireellisten aikataulujen projekteissa kaapelointeja ei tarvita laskentavaiheessa, jonka seurauksena säästyy aikaa ja työtä sekä suunnittelijoilta että urakoitsijoiden laskijoilta. Kaapelointien pois jättäminen ei juuri urakoitsijoita auta, mutta urakoitsijoiden ajansäästö perustuu määräluetteloiden käytön lisäämiseen. Näin ollen sähkösuunnitelmiin ei ole välttämättä tehdä kaapelointeja laskentavaiheessa.

#### **5.4 Johtotiet**

Kaapelihyllyjen ja johtokanavien huolellinen piirto osoittautui tärkeäksi. Hyllyjen metrimäärät ja kulmien lukumäärät lasketaan tarkasti, koska niillä on merkittävä vaikutus kustannuksiin. Erityisen tärkeää johtoteiden näkyminen on suunnitelmissa, joissa kaapelointeja ei ole esitetty ollenkaan, sillä johtoteillä on suuri vaikutus kaapelointien laskeamiseen keskimittoin.

Lisähuomiona kerrottiin, että johtotiekuvat olisi hyvä olla jopa kokonaan omana kuvana, jolloin on helppoa laskea pituudet ja lukumäärät. Lisäksi erillinen kuva työmaalla on myös asennusvaiheessa hyödyllinen. Kommenttia annettiin myös johtoteiden nousukoh-tien merkintöjen vaikealukuisuudesta, koska usein merkintöjen huonon havaittavuuden vuoksi suunnitelmista on vaikeaa löytää nousuja.

#### **5.5 Valaistus**






Kuten jo aiemmin todettu, niin kaapeloinnit lasketaan hyvin yleisesti keskimittoin. Myös valaistuksen osalta lähes kaikki laskijat kertoivat laskevansa valaisimien asennustöiden ja tarvikkeiden lisäksi kaapelit keskimittoin.

Suunnittelijalta saamansa valaisinluettelon urakoitsija lähettää suoraan valaisinvalmistajalle tai tukkuliikkeelle. Valaisinluettelo sisältää perinteisesti valaisimien position, kappalemäärän, merkin, mallin valonlähteen, sijainnin ja valaisimen hankkijan. Haastattelussa toivottiin valaisinluetteloon lisättäväksi valaisimien asennustapaa ja sähkönumeroa. Myös valmistajan antamat tekniset tiedot olisi hyvä esittää, vaikkakin ne yleensä löytyvät helpohkosti sähkönumeron tai tuotenumeron avulla internetistä.

Haastatteluissa nousi esille, että jokaisessa suunnitelmassa olisi syytä olla samalle valaisinpositiolle vähintään kaksi nimettyä eri valaisinvalmistajan tuotetta. Kun rinnakkaisia valaisinvaihtoehtoja on enemmän, valaisinvalmistaja ei ole varma kaupan toteutumisesta ja joutuu miettimään tarjoustaan kilpailutilanteessa.

## 5.6 Keskukset

Keskusvalmistajien haastatteluja varten tehtiin perinteisestä keskuskaaviosta määräluettelomalli, josta kuvakaappaus alla. Excel -pohjaisessa mallissa on esitetty normaalissa keskuskaaviossa esiintyvät erilaiset komponentit kappalemäärineen. Määräluettelo sai keskusvalmistajien keskuudessa hyvin myönteisen vastaanoton, koska heidän laskentatapansa perustuu samankaltaiseen luetteloon.

Symboli	Nimike	A	KPL	Yksikköhinta € Alv 0%	Kokonaishinta € Alv 0%
	Pääkytkin	125	1	20	20
	Varoke 1v	B6...C32	55	5	275
	Varoke 3v	B6...C32	2	5	10
	Johdonsuojakatkaisija 1v	B6...C32	66	6	396
	Johdonsuojakatkaisija 3v	B6...C32	2	6	12

KUVIO 5. Kuvakaappaus haastatelluille esitellystä keskuskaavion määräluettelomallista.

Ajatuksena luettelomainen esitystapa on kuitenkin vielä niin uusi, että ongelmakohtia haastattelujen aikana löytyi. Hyvin nopeasti todettiin, että kaikkia keskuksia joko ei voida tai kannata tehdä määräluetteloksi. Mitä monimutkaisemmaksi keskus menee, sitä

vaikeammaksi määräluettelon tekeminen muodostuu ja ajansäästö verrattuna perinteiseen tapaan häviää. Monimutkaisissa keskuksissa erilaisten komponenttien lukumäärä on suuri ja samalla määräluettelo kasvaa erittäin suureksi. Myös suunnittelu saattaa olla hankalaa, koska samassa ryhmälähdössä voi olla monia erilaisia komponentteja ja ne kaikki pitäisi muistaa lisätä erikseen määräluetteloon. Lisäksi tarjouslaskijan voi olla vaikea ymmärtää keskuksen rakennetta luettelomaisella esitystavalla tehdystä monimutkaisesta keskuksista.

Myös hinnan muodostuminen osoittautui haasteelliseksi etenkin muutoksille annettavien yksikköhintojen osalta. Haastateltaville esitettiin, että keskuksen hinta muodostuisi pysyvästä yleiskustannuksesta ja komponenttien yksikköhinnoista. Lisäksi yksikköhintoja käytettäisiin myös muutostöihin. Haastateltavat eivät innostuneet ajatuksesta, että keskuksen hinta muodostuisi yksikköhintojen avulla. Muutoksille kerrottiin olevan mahdollista antaa yksikköhinnat, mutta ne pätevät vain siihen asti kun keskuksista tehdään sähköurakoitsijan kanssa sopimus. Sopimuksen synnyttyä keskusvalmistaja aloittaa keskuksen suunnittelun ja sen jälkeen valmistamisen, joten ennakkoon annettujen muutoshintojen päteminen loppuu. Mielipiteeksi lopullisen tarjouksen antamiseksi muodostui, että keskusvalmistaja antaa kokonaishinnan keskukselle ja yksikköhinnat muutoksille.

Sähköurakoitsijoiden tarjouslaskijoille tulee ongelmia tilanteissa, joissa ryhmyksiä ja kaapelointeja ei ole suunniteltu tasokuviin, sillä tarjouslaskija ei pysty mistään päättämään kaapeleiden kokoa. Esimerkiksi esitellyssä keskusluettelomallissa kaikille johdonsuojakatkaisijoille välillä B6...C32 lasketaan yhteinen lukumäärä, mutta kuitenkin kaapeleiden koko ja hintaerot muodostuu urakoitsijan kannalta merkittäviksi. Sähköurakoitsijat miettivät, että keskuksen kytkennät on mahdollista laskea keskusluettelosta ja kaapeleiden koon keskimääräinen määrittäminen voisi mahdollistaa tarjouksen antamisen keskuslähtöluettelon mukaan.

Ajatuksena nousi esille, voisiko esimerkiksi sähkösuunnittelija tai rakennuttaja kilpailuttaa keskusvalmistajat, jolloin keskusvalmistajan ei tarvitsisi vastaanottaa monelta eri sähköurakoitsijalta sisällöltään samanlaista tarjouspyyntöä. Idea vaikuttaisi kehityskelpoiselta, mutta tässä opinnäytetyössä ajatus rajataan työn ulkopuolelle aiheen laajuuden ja aikataulujen vuoksi. Lisäksi yleisesti toivottiin, että etulehden määritykset on tehty

tarkasti. Myös kohteissa, joissa on täysin samanlaisia keskuksia, niin lukumäärät toivottiin selkeästi näkyviin kuviin.

## **5.7 Sähkötekniset tietojärjestelmät**

Huomioitavana asiana toivottiin eri laitehankintoihin vapautta ja varsinkin sähkötekni-  
sissä tietojärjestelmissä selkeät tiedot asennettavasta laitteesta tai laitteistosta. Tiettyä  
laitetta ei kuitenkaan pitäisi määrittellä, ellei siihen ole syytä. Myös määräyksille olevaa  
perustetta toivottiin ilmoitettavaksi, jotta urakoitsijalle jäisi mahdollisuus miettiä vaih-  
toehtoista tapaa toteuttaa suunniteltu ratkaisu.

### **5.7.1 Paloilmoitin ja -varoitinjärjestelmät**

Koska eri paloilmoitin ja -varoitinjärjestelmien järjestelmät ovat erilaisia, niin usein  
suunnittelijan on helpointa määrittää tietyn valmistajan järjestelmä. Myös urakoitsijan  
on helppoa lähettää suunnitelmat eteenpäin järjestelmien toimittajille, mutta usein tällai-  
sessa tapauksessa toimittajien kilpailutus jää olemattomaksi. Siksi sähköurakoitsijat  
toivoivatkin kilpailutusta laskentavaiheeseen paloilmoitin ja -varoitinjärjestelmien osal-  
ta ja kuten edellä yleisesti mainittu, perustetta tietyn valmistajan ja laitetyyppin määri-  
tykselle.

Myös paloilmoitin ja -varoitinjärjestelmien osalta sähköurakoitsijoilta tuli tieto, että  
laskentavaiheeseen ei tarvita kaapelointikuvia vaan pelkät pistekuvat ovat riittävät.

### **5.7.2 Turva- ja poistumisvalaistusjärjestelmät**

Pistekuvien kerrottiin pääsääntöisesti riittävän myös turva- ja poistumisvalaistusjärjes-  
telmille, mutta huomioon otettavaksi asiaksi nousi mahdollinen palonkestoisten tuotteiden  
tarve. Oleellista on tietää kohteen kaapeloinnin, rasioiden ja tarvikkeiden palonkes-  
ton vaatimustaso ja lukumäärät, sillä palonkestävät tuotteet ovat selvästi normaaleja  
tuotteita kalliimpia ja näin ollen tarjouslaskennassakin merkittävästi vaikuttava tekijä.

### 5.7.3 Yleiskaapelointi

Yleiskaapeloinnin osalta ei yleensä esitetä kaapelointeja lainkaan, sillä kaapeloinnin periaate esitetään vain järjestelmäkaavioissa. Järjestelmäkaavio ja pohjakuvissa näkyvät pisteet riittävät tarjouksen antamiseen. Olennaisia tietoja ovat standardi jota noudatetaan, siirtotien tyyppi (suojattu/suojaamaton) ja ATK pisteiden lukumäärä. Valokuidussa kuitumallin lisäksi on tärkeää tietää päätetäänkö kuitu vai ei, kuitujen tyypit ja päätteen tyyppi.

### 5.8 Sähkötyöselitys

Sähkötyöselitykset eivät suurta keskustelua aiheuttaneet, mutta sähkötyöselityksien ja suunnitelmien päällekkäisyyksiä toivottiin vähennettäväksi. Lähes jokaisen haastateltavan kommentti sähkötyöselityksestä oli, että määrittelevät tiedot olisi syytä näkyä suoraan kuvissa eikä työselityksessä.

### 5.9 Määräluettelot ja yksikköhinta

Suurin osa urakoitsijoiden edustajista piti määräluetteloita hyvinä ja niiden kerrottiin helpottavan laskijoiden työtä. Varsinkin, jos määräluettelo on sitova, niin ajatusta pidettiin erittäin hyvänä. Nimen ja määrän lisäksi luetteloihin toivottiin symboli selkeyttämään asiaa.

Urakoitsijoilta kyseltiin mielipidettä yksikköhintojen antamisesta ja nopeasti selvisi, että he eivät olleet kovin innoissaan yksikköhintojen antamisesta. Muutamilla haastatelluilla oli huonoja kokemuksia yksikköhintaluetteloista, joiden kerrottiin olevan usein aivan liian pitkiä ja samalla urakoitsijoita kuormittavia.

Kuitenkin yksikköhintoja pidettiin pienille lisäyksille tai vähennyksille hyvänä toimintatapana, mutta suuremmissa muutoksissa ne eivät haastateltujen mielestä toimi sellaisenaan. Tämän työn toimeksiantajayrityksessä toivottiin mielipidettä ajatukseen, että tarjouksen antamiseen sisältyisi yleiskustannus, joka säilyisi muutoksista huolimatta. Yleiskustannusta suunniteltiin urakoitsijan hyväksi tilanteisiin, jossa syystä tai toisesta asennettavien tuotteiden määrä vähentyy merkittävästi. Yleiskustannuksen avulla urakoitsija saisi joka tapauksessa ennalta määritetyn korvauksen, vaikka tuotteita menisikin



selvästi vähemmän. Tuloksena voidaan sanoa, että yleisesti haastateltavien mielipide ei ollut kovin myönteinen tarjouksien antamisesta suurempiin kohteisiin yksikköhintojen avulla, mutta jos näin tehtäisiin, pysyvä yleiskustannus osoittautuisi tarpeelliseksi.

Yleiseksi mielipiteeksi voidaan sanoa että yksikköhintaluettelo voisi toimia pienien muutoksien kohteissa, joissa on paljon samankaltaisia tiloja, kuten asuntotuotannossa ja toimistotaloissa. Lisäksi toivomuksena oli, että mikäli luetteloita tehdään, kustannukset muodostuisivat sähköasentajien työehtosopimuksen mukaisista hinnoista ja materiaalit lisättäisiin tai vähennettäisiin muutosten mukaan.

## 6 YHTEENVETO

Seuraavissa luvuissa on yhteenvedot haastatteluissa ilmenneistä keskeisimmistä asioista.

### 6.1 Sähköpisteet, kaapelointi ja johtotiet

Haastattelun yhdeksi tärkeimmäksi tulokseksi muodostui eri järjestelmissä kaapeloinnin tarpeettomuus. Kaapeleita ei haastattelujen perusteella ole välttämätöntä esittää sähkö-, eikä sähkötekniistentietojärjestelmien laskentasarjojen suunnitelmissa. Tieto on juuri sellainen olennainen asia, mitä haastatteluilla lähdettiin hakemaan suunnittelijan työn pienentämiseksi laskentavaiheessa. Lisähuomiona kaapeleiden, tuotteiden ja tarvikkeiden palonkeston vaatimustaso ja lukumäärät ovat syytä ilmetä suunnitelmissa, sillä korkeasta palosuojaustasosta aiheutuvat lisäkustannukset ovat merkittäviä.

Kaapelihyllyjen ja johtoteiden suunnitteleminen laskentavaiheen suunnitelmiin osoittautui tärkeäksi. Johtoteiden metrimääristä, kulmien lukumääristä ja niiden asentamisesta muodostuu merkittävä osa kustannuksista. Lisäksi johtoteiden näkyminen suunnitelmissa on oleellista laskettaessa kaapelointeja keskitoin.

### 6.2 Valaistus

Valaisinmääriltään suurissa kohteissa on syytä siirtyä nimeämään vähintään kaksi eri valaisinvalmistajan valaisinta samalle valaisinpositiolla. Tällä tavalla saadaan valaisinvalmistajat kilpailemaan keskenään enemmän. Valaisimien hinta kokonaisbudjetista on erittäin suuri ja suurissa suunnittelukohteissa valaisinmäärätkin muodostuvat erittäin suuriksi. Pienelläkin kilpailutuksen kehittämällä voidaan saada tilaajalle merkittäviä säästöjä.

### 6.3 Keskukset

Keskusvalmistajien asenne keskuskaavion luettelomaiseen esitystapaan oli erittäin myönteinen. Haastatteluja varten Excel -ohjelmalla tehty määräluettelomalli sai kiitosta ja erittäin paljon hyviä ehdotuksia jatkotoimenpiteitä varten. Yhteenvetona keskuskaavion esittämisestä luettelona voidaan sanoa, että luettelo voisi olla hyvä yksinkertaisten

asunto- ja toimistotilojen suunnitteluun, mutta monimutkaisemmissa kohteissa sähkösuunnittelijan työhön ei todennäköisesti saada ajansäästöä. Myöskään luettelon toimintaa oikeassa projektissa ei ole vielä testattu, joten varmuudella ei voida sanoa luettelomaisen esitystavan toimivuutta.

Opinnäytetyöhön käytettävä aika on rajallinen ja määräluettelomalli on vielä uudehko ajatus, joten luetteloon jää paranneltavia asioita. Haastattelujen pohjalta mallia on kuitenkin kehitetty opinnäytetyön loppuun asti ja kehitystä jatketaan suunnittelutoimistossa jatkotoimenpiteenä.

#### **6.4 Sähkötekniset tietojärjestelmät**

Kaapeloinnin tarpeettomuus laskentavaiheessa tuli esille myös sähköteknisissä tietojärjestelmissä. Lisäksi yleisesti laitteiden ja laitteistojen hankintoihin toivottiin vapautta, jotta sähköurakoitsijalle jäisi mahdollisuus miettiä toteutusta eri valmistajien järjestelmillä. Myös määrittelyperusteita tietyn järjestelmän valintaan ja tarkkoja teknisiä tietoja määrittelystä järjestelmästä toivottiin.

#### **6.5 Määräluettelo, yksikköhinta ja sähkötyöselitys**

Hyvin yleisesti määräluetteloja pidettiin hyvänä asiana. Ainoa epäily oli, että luetteloiden hyöty vähentyy, jos luettelot eivät ole suunnittelijaa sitovia. Määräluetteloita pidettiin erittäin hyvinä niiden ollessa sitovia, jolloin tarjouslaskijan ei tarvitse miettiä ja tehdä tarkistuslaskelmia luettelon tietojen oikeellisuudesta.

Yksikköhintojen käyttäminen ei saanut suurta kannatusta, mutta pienien muutoksien kohteissa, kuten asunto- ja toimistorakentamisessa yksikköhintoja pidettiin toimivana ratkaisuna. Huomiota tulisi kiinnittää yksikköhintojen avulla tehtyjen määräluetteloiden pituuteen, jotta luettelossa esiintyvien tuotteiden määrä ei nousisi urakoitsijalle kohtuuttomasti kuormittavaksi.

Hyvin yleisesti toivottiin sähkötyöselityksien ja suunnitelmien päällekkäisyyksiä vähennettäväksi ja tarkkuutta työselityksien laatimiseen, jotta kuvissa ei esitetä eri asioita kuin työselityksessä. Lisäksi toivottiin määrittelevien tietojen näkymistä suoraan kuvissa eikä työselityksessä.

## 7 POHDINTA

Haastattelut olivat mielenkiintoisia ja opiskelijan/suunnittelijan näkökulmasta asiaa katsovalle erittäin tarpeellisia ja antoisia. Laskukäytäntöjen näkeminen ja kuulemien suoraan tarjouslaskijoilta auttaa ymmärtämään asioita paljon paremmin kuin pelkkä kirjallinen materiaali. Haastatteluissa tuli esille, että kuten kaikessa, niin myös tarjouslaskennassa on yhtä monta mielipidettä ja tapaa laskea kuin on laskijoitakin, eikä kaikkia miellyttävää toimintatapaa ole mahdollista löytää. Tähän työhön on yritetty löytää kultainen keskitie tarjouslaskijoiden toimintatavoista ja siinä suhteellisen hyvin onnistuen.

Työn tavoitteena oli saada selville olennaisia asioita laskennassa tarvittavista tiedoista ja myös ne myös ovat suhteellisen hyvin saavutettu. Kaapeloinnin tarpeettomuus nousee suurimmaksi aikaa säästäväksi asiaksi laskentavaiheen suunnitelmissa.

Työn ongelmaksi muodostui työn laajuus ja rajaus. Työn edetessä työ laajeni hieman suuremmaksi kuin oli ajateltu ja esimerkiksi keskuslähtöluettelomalli jäi hieman pinta-raapaisuksi. Malli sai kuitenkin erittäin hyvän vastaanoton keskusvalmistajilla, joten sen kehittämistä on tarkoitus jatkaa toimeksiantajan yrityksessä opinnäytetyön jatkotoimenpiteenä. Tarjouslaskennan kehittämisestä keskusten osalta saattaisi olla syytä tehdä jatkotutkimuksia. Opinnäytetyön aikana muutamasta eri lähteestä esille noussut ajatus sähkökeskusten kilpailuttamisen siirtämisestä urakoitsijalta sähkösuunnittelijalle tai rakennuttajalle vaikuttaisi ajatukselta, jota kannattaisi tutkia tarkemmin. Toimintatapana alan eri osapuolien haastatteleminen sai kiitosta, joten tutkimusta voitaisiin esimerkiksi tehdä samaan tapaan kuin tässäkin opinnäytetyössä.

Yksikköhinta ajattelutapana ei saanut urakoitsijoilta kovin myönteistä vastaanottoa. Sähköurakoinnista saatava kate riippuu laskennan onnistumisesta ja muutostöistä. Juuri muutostöistä urakoitsijat saavat helpommin katetta työlleen, joten mahdollisesti tästä syystä urakoitsijoiden innokkuus yksikköhintoihin ei juuri saa kannatusta. Kuitenkin yksikköhinnoissa lienee alan tulevaisuus, joka helpottaisi kaikkia osapuolia ja vähentäisi kustannuksia.

Sähköalan järjestöjen tulisi kehittää menetelmiä, jotka miellyttäisivät kaikkia osapuolia, sillä yksittäisellä yrityksellä mahdollisuudet ovat rajalliset ja korkeammalta tulevat pää-

tökset tai suositukset saavat helpommin kannatusta tai ainakin ajattelemaan asioita. Lie-  
nee kuitenkin selvä, että urakoitsijoilta kuluu erittäin paljon aikaa urakoiden laskemi-  
seen, joista suurin osa ei kuitenkaan jää itselle toteutettavaksi. Esimerkiksi yksikköhin-  
nat sisältävillä määräluetteloilla pystyttäisiin laskentaan käytettävää aikaa merkittävästi  
vähentämään ja muutoksille sovittua selkeät hinnat, jotta muutosten aiheuttamat kustan-  
nukset eivät nousisi kohtuuttomiksi. Samalla virheellisten tarjouslaskentojen osuus pie-  
nenisi ja urakoitsijoiden ei tarvitsisi pelätä virheellisen laskennan aiheuttamaa mahdol-  
lista tappiota. Näin urakoitsijat voivat myös antaa tiukempia hintoja, kun tarjouksiin ei  
tarvitse laskea ”riskivaraa”.

Haastateltavat kiittelivät tämän opinnäytetyön tiedonkeruun toimintatapaa ja kertoivat,  
että ainoa oikea tapa kehittää alaa on selvittää kaikkien eri osapuolien mielipiteitä asi-  
oista. Loppuyhteenvetona voidaankin sanoa, että kehittämistä tarvitaan jatkuvasti ja  
yhdessä keskustelemalla saadaan onnistuneimmat tulokset koko alan ja kaikkien osa-  
puolien kannalta.

## LÄHTEET

Harsia, P. 2004. Sähkösuunnittelijan käsikirja. Espoo. Sähköinfo Oy

Autio, I. 2005 Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Espoo. Sähköinfo Oy

Saastamoinen, A & Autio, I. 2011 Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Espoo. Sähköinfo Oy

Harsia, P. 2011 Tarjouslaskenta. Kurssimateriaali. Tampere. Tampereen ammattikorkeakoulu

Sähköinfo Oy. Ohjelmistotuotteet. Tarjouslaskennan pakettirekisteri  
<http://www.sahkoinfo.fi/ProductGroup.aspx?id=65> Luettu 26.4.2013

ST 70.12. 2012. S2010-Sähkönimikkeistö. Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo. Sähköinfo Oy

ST 13.80. 2007. Tarjouslaskenta. Pisteiden määrät ja sähköiset tarjouspyyntöasiakirjat. Espoo. Sähköinfo Oy

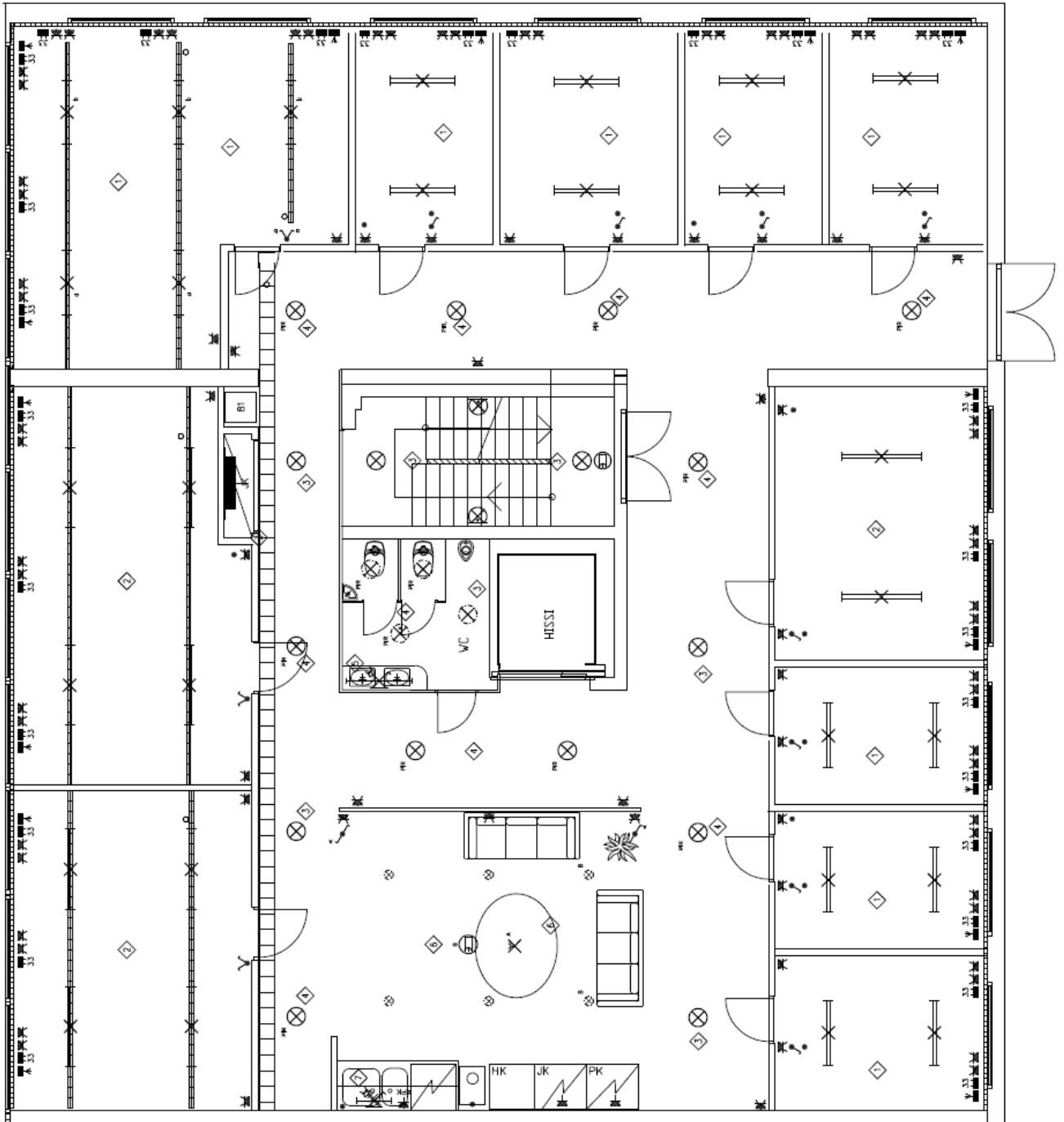
RT 10-10579. 1995. Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo TATE 95

RT 10-10973. 2009. Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo TATE 09

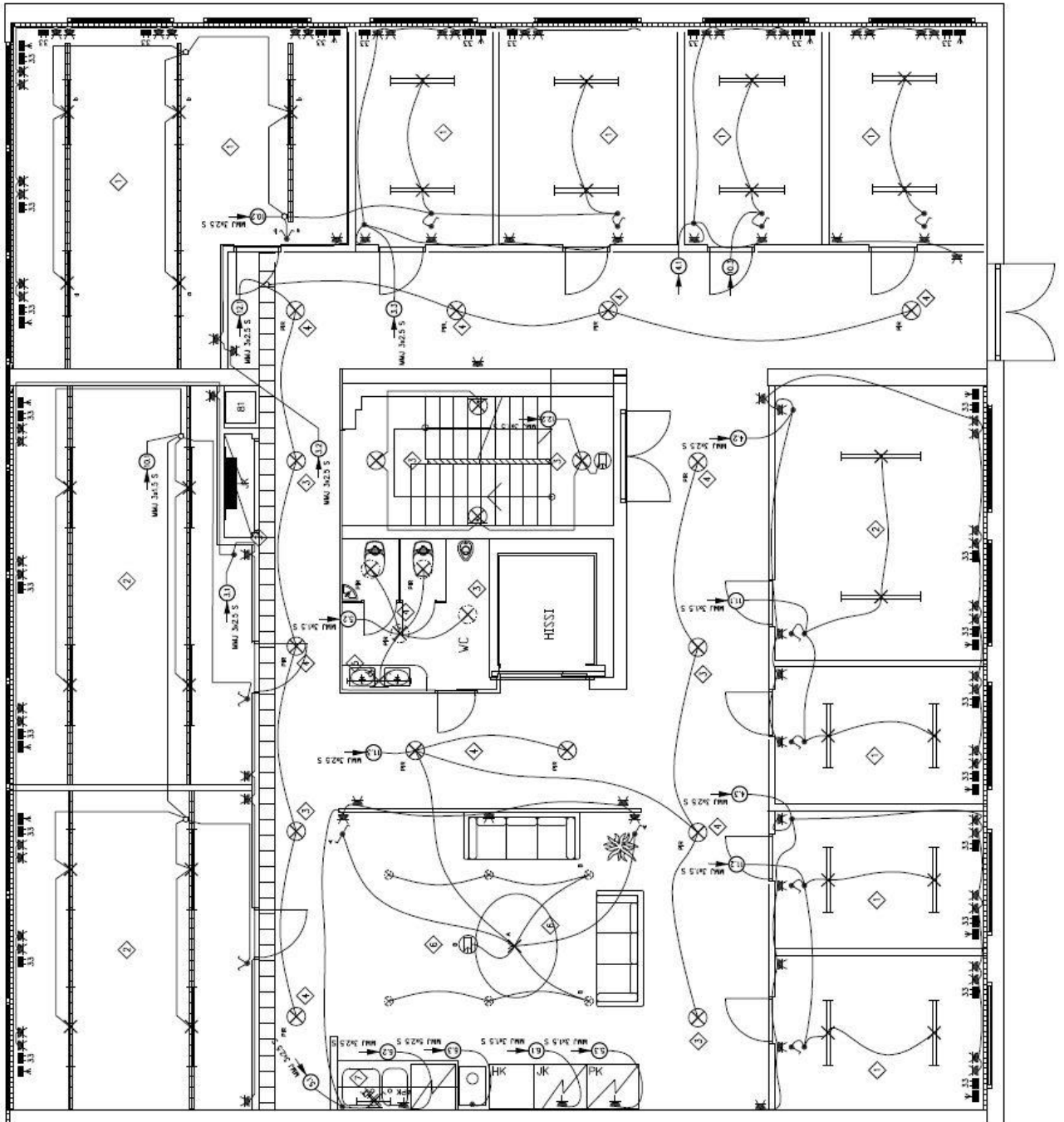
Haastattelut. 2013

## LIITTEET

## Liite 1. Mallipohja pistekuvat

































## Liite 2. Mallipohja ryhmitellyt tasopiirustukset





## Liite 3. Malli määräluettelo tasokuvasta (CADS Planner)

	Nimitys	IP-luokka	Aseennustapa	Määrä	Yks.
	Järjestelmä				
	Antenni järjestelmä			15	KPL
	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys			1	KPL
	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys			3	KPL
	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys			8	KPL
	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys			2	KPL
	Lähiverkko järjestelmä			27	KPL
	Pistorasiat			3	KPL
	Pistorasiat			89	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			6	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			1	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			19	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			10	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			1	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			2	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			16	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			3	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			1	KPL
	Sisävalaistusjärjestelmä			1	KPL
	Valaistusjärjestelmät			5	KPL
	Valaistusjärjestelmät			14	KPL
	Valaistusjärjestelmät, johdotukset			2	KPL
	Johdotukset			53.3	m
	Johdotukset			0	m
	Johdotukset			0	m
	Johdotukset			16.4	m
	Johdotukset			43.8	m
	Johdotukset			94.4	m
	Johdotukset			101.3	m
	Johdotukset			17.2	m