

Arttu Widell

Massaluettelon hyödyntäminen sähkösuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

8.10.2013

Tekijä Otsikko	Arttu Widell Massaluettelon hyödyntäminen sähkösuunnittelussa
Sivumäärä Aika	25 sivua + 5 liitettä 8.10.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Osmo Massinen suunnittelupäällikkö Kari Kavonius
<p>Insinööriyössä on selvitetty sähkösuunnitelmista saatavien massaluetteloiden hyödynnettävyyttä urakkalaskentavaiheessa.</p> <p>Massaluettelo- ja tietomallipohjainen suunnittelu on tulevaisuuden suunnittelumuoto, jolla tehdään mahdollisimman tarkkoja suunnitelmia. Näin vähennetään urakoitsijoiden laskentaan käyttämää työpanostusta sekä havainnollistetaan mahdollista lopputulosta tilaajalle.</p> <p>Kun suunnittelutietomallia ja massaluetteloita halutaan hyödynnettävän, on vielä yhteisissä ohjeissa, standardeissa ja sopimuksissa puutteellisuksia. Jotta yhteiset pelisäännöt saadaan sovittua on sopimusehdot päivitettävä. Tietomallipohjaisen suunnittelun myötä, on suunnitteluohjelmistojen kehityksen pystyttävä vastaamaan vaadittua suunnittelutasoa.</p> <p>Työssä on tarkasteltu sähkösuunnittelun nykytilannetta massaluetteloiden hyödynnettävyyden kannalta sekä esitetty suunnittelutoimisto Optiplan Oy:lle parannusehdotuksia suunnitteluohjelmistoihin ja suunnittelumenetelmiin.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kehitettyä Optiplan Oy:n tietomallikirjastopohjaa, jota päivittämällä rakennustyökohteen mukaan saadaan toteutettua tarkempia ja hyödynnettäviä massaluetteloita sähkösuunnittelussa.</p>	
Avainsanat	massaluettelo, tietomalli, sähkösuunnittelu

Author Title	Arttu Widell Bill of Quantities Utilization in Electrical Design
Number of Pages Date	25 pages + 5 appendices 8 October 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Osmo Massinen, Senior Lecturer Kari Kavonius, Electrical Design Manager
<p>This thesis clarifies the utilization of electrical design bill of quantities in the contract bid.</p> <p>In future, electrical planning will use BIM based designing which gives accurate plans and visualization of the design to the client. It also reduces the contractors' high costs of computing.</p> <p>BIM based planning still lacks common specifications, standards and contracts. To advance BIM based designing, these common ground rules require updating and the electrical designing software must meet the demands.</p> <p>This thesis reviews the current state of electrical designing and gives proposals for improving the use of bill of quantities in the design company Optiplan Oy.</p> <p>Improvements were achieved in updating the BIM library with an electrical design software MagiCAD. As a result, more accurate electrical plans can be made and bill of quantities can be used more efficiently.</p>	
Keywords	bill of quantities, BIM, electrical design

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Rakennushankkeet ja suunnittelutyön hankinta	2
2.1	Julkinen hanke	2
2.2	Grynderihanke	2
2.3	Suunnittelutyön hankinta	3
3	Urakkamuoto ja urakkalaskenta	3
4	Massaluettelot	5
4.1	Yleistä massaluetteloista	5
4.2	Massaluetteloiden historia ja kehitys	6
5	Massaluetteloihin liittyvät sopimukset	7
6	Tietomallit-ohjeistus	8
7	Massaluetteloiden tarviketietojen oikeellisuus ja vastuut	10
8	Suunnitteluasiakirjat (urakkalaskenta-, työ- ja loppukuvat)	11
9	Suunnitteluvaiheen muutokset	13
10	Tietomallinnus eri hankkeissa	13
11	Tietomallinnuksen vaikutukset urakkalaskentaan	14
12	Massaluetteloiden tuottaminen Optiplanilla	15
12.1	Massaluetteloiden vaatimukset	15
12.2	Massaluetteloiden puutteet	16
13	Korjausehdotukset massaluetteloiden teettämiseen	17
13.1	Massaluetteloiden vaikutus sopimukseen	17
13.2	Muutokset MagiCAD-projektitiedostoon	17

13.3 Tulevaisuuden muutokset massaluetteloihin	22
14 Yhteenveto	24
Lähteet	25

Liitteet

Liite 1. TATE95-tehtäväluettelo

Liite 2. ST-kortti 13.80

Liite 3. Valaisinluettelo

Liite 4. Tarvikeluettelo

Liite 5. Hyllyluettelo

Lyhenteet ja käsitteet

AutoCAD	yleiskäyttöinen tietokoneavusteisen suunnittelun ohjelmisto
BIM	rakennuksen tuotemalli (Building Information Model); rakennuksen elinkaaren aikaisten tuotetietojen kokonaisuus; kuvaa rakennuksen tuotetiedot tietomallissa
CAD	Computer Aided Design; tietokoneavusteinen suunnittelu
IFC	Industry Foundation Classes; kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön; IFC määrittää rakentamisen tietokonesovellusten tiedonsiirron yhteensopivuuden
KSE 1995	konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot
L70	valovirran aleneminen 70 %:iin tietyn ajan kuluttua
MagiCAD	yleisin ja tunnetuin suunnitteluohjelmisto; toimii Autodesk-ohjelmiston pohjalta
MEP	MagiCAD-ohjelmiston käyttämä projektitiedosto ja kirjastopohja
S2010	talotekniikassa käytettävä sähkönimikkeistö
SKOL ry	Suunnittelu- ja konsulttitoimistojenliitto
STUL ry	Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto
YSE 1998	rakennusurakan yhteiset sopimusehdot
YTV 2012	yleiset tietomallivaatimukset 2012 kehittämishanke tietomallien käytöstä

1 Johdanto

Insinööri työ on tehty rakennussuunnittelu kokonaissuunnittelutoimisto Optiplan Oy:n toimeksiantona. Työssä on tarkoituksena toimeksiantajan ohjeistuksen mukaisesti kehittää massaluettelon hyödynnettävyyttä virallisena asiakirjana. Saatujen tietojen perusteella osoitetaan mahdolliset puutteet ja niiden korjausehdotukset sekä massaluettelon toteutus nykyisellä suunnitteluohjelmistolla.

Työssä käsitellään massaluettelon tuottamista nykyisellä AutoCADin MagiCAD-sähkösuunnitteluohjelmistolla siten, että urakkalaskennassa massaluetteloista on hyötyä. Pääasiallinen työkalu luetteloiden tuottamiseksi on MagiCAD.2012 suunnitteluohjelmisto, mutta myös muut yleiset projektinhallintaan liittyvät ohjelmistot.

Työssä huomioidaan toimeksiantajan haluamat ehdot ja kriteerit sekä samalla soveltamalla urakoitsijan ehdotuksia massaluettelon hyödyntämiseen. Työssä tarkastellaan myös massaluetteloon liittyvää sopimusaineistoa ja massaluettelon oikeellisuutta suunnittelun aikaisessa laskennassa.

Optiplan Oy on alun perin toiminut rakennustoimisto A. Puolimatka-nimellä vuodesta 1964. Nykyään Optiplan Oy:n omistaa kokonaisuudessaan NCC Rakennus Oy. NCC on ainoa rakennusliike, jolla on omistuksessaan kaikki rakentamisen palvelut tuottava suunnittelutoimisto. Optiplan Oy on suunnittelutoimisto, jonka toimialoihin kuuluu asuminen, toimitilat ja korjausrakentamispalvelut. Palveluihin kuuluu myös kokonaissuunnittelua ja energiatehokkaiden ratkaisujen hyödyntämistä. Toimistoja on nykyään Helsingissä, Tampereella ja Turussa. Pääkonttorina toimii Helsinki. Henkilöstöä on yhteensä noin 170 henkilöä.

2 Rakennushankkeet ja suunnittelutyön hankinta

2.1 Julkinen hanke

Julkisissa hankkeissa tarkoitetaan sellaisia rakennusurakka-, tavara- ja palveluhankintoja, joita valtio, kunnat ja kuntayhtymät, valtion liikelaitokset sekä muut lainsäädännössä määritellyt yksiköt. Hankinnat pitää tehdä työ- ja elinkeinoministeriön hankintalainsäädännön sekä Euroopan Unionin hankintadirektiivien mukaan. Lisäksi suomalaisten hankintayksiköiden on noudatettava hankinnoissa kansallisen lainsäädännön ja EU:n direktiivien lisäksi Maailman kauppajärjestön julkisia hankintoja koskevaa GPA-sopimusta.

Hankinnoiden pääasiallisena tavoitteena on tehostaa julkisten varojen käyttöä, parantaa yritysten kilpailukykyä. Tällä tavalla pyritään turvaamaan tavaroiden, palveluiden, pääomien sekä työntekijöiden vapaa liikkuvuus. Säännösten pääpiirteitä on hankintojen avoin ja tehokas kilpailutus sekä tarjoajien tasapuolinen kohtelu.

Jotta yritykset saavat hankinnoista riittävästi ja tasapuolisesti tietoja käynnissä olevasta tarjouskilpailusta, se on elintärkeää kilpailun toteutumiseksi julkisissa hankinnoissa. Tämän takia hankinnasta ilmoitetaan riittävän laajasti, että hankinta on mahdollisimman avoin kaikille.

Tarjouksista valitaan kokonaistaloudellisesti edullisin tai hinnaltaan halvin. Jos valintaperusteena käytetään kokonaistaloudellista edullisuutta, otetaan tarjouksien vertailussa huomioon ennalta ilmoitetut vertailuperusteet. [1.]

2.2 Grynderihanke

Grynderihankkeissa perustajaurakoitsijana toimii rakennuttaja eli yleensä pääurakoitsija, joka perustaa asunto-osakeyhtiön tai kiinteistöosakeyhtiön ja rakentaa tai rakennuttaa kyseisen yhtiön rakennukset. Grynderi eli rakennusliike voi myös rakennuttaa itselleen toimitilaa. [2.]

2.3 Suunnittelutyön hankinta

Suunnittelutyön hankintaan on erilaisia menettelyjä, joiden perusteella erilaiset hankkeet toteutetaan ja näitä hankintatapoja ovat

- *avoin menettely*, jossa hankinta ilmoitetaan julkisesti, ja kaikki palveluita tarjoavat voivat osallistua tarjouksen tekoon sekä tarjouksen valinta hinta- ja/tai laatuksiteereitä käyttäen
- *rajoitettu menettely*, jossa tilaaja valitsee tarjoajaehdokkaat tai tekee julkisen ilmoituksen suunnittelupalvelun hankkimisesta; tilaaja myös karsii ehdokkaista parhaimmat ja/tai sopivimmat sekä tarjouksen valinta perustuu hinta- ja/tai laatuksiteereihin
- *neuvottelumenettely*, jossa tilaaja valitsee tarjoajaehdokkaat tai tekee julkisen ilmoituksen suunnittelupalvelun hankkimisesta; tilaaja myös karsii ehdokkaista parhaimmat ja/tai sopivimmat, minkä jälkeen parhaan tarjouksen antajan kanssa neuvotellaan, mikäli sopimusta ei synny, siirrytään seuraavaksi parhaimpaan
- *suora neuvottelumenettely*, jossa tilaaja tilaa suoraan suunnittelupalvelun yhdeltä toimittajalta.

Yleensä suunnittelutyön hankinnassa käytetään avointa tai rajoitettua menetelmää ja tarjouspyyntöjä lähetetään vähintään viisi. [2.]

3 Urakkamuoto ja urakkalaskenta

Urakkamuoto vaikuttaa suunnitteluun ja ennen suunnittelutyön aloittamista on oltava selvillä urakkajaoista. Mahdollisia urakkamuotoja on pää-, osa- ja SR (suunnittelu ja rakentamis) -urakka, joista pääurakkamuoto on yleisimmin käytettävä urakkamuoto.

Pääurakkamuodossa suunnitelmat tehdään tilaajan toiveiden ja tarpeen mukaan ennen varsinaisen rakennushankkeen aloittamista. Suunnitelmat tehdään tällöin suurilta osin

ennen rakentamisvaihetta, mikä helpottaa suunnitteluresurssien varaamista ja aikatauluttamista.

Osaurakkamuodossa suunnittelu ja rakentaminen voivat edetä rinnakkain. Tällöin korostuu henkilöressurssien riittävyys ja suunnitteluajataulun pitävyys. Suunnittelutyö jakaantuu pienempiin osiin, jotka ajoittuvat rakennushankkeen etenemisen ja muun suunnittelun tarkentumisen myötä. Erilaisten kokousten ja suunnittelutyön määrä kasvaa, jolloin suunnittelutyön kustannukset ovat suuremmat. Tämä edellyttää hyvää johtamista ja organisointia suunnittelussa.

SR-urakkamuodossa suunnittelun ajoittamisen määrittää urakoitsija. Suunnittelu voidaan toteuttaa kuten pääurakkamuodossa tai osaurakkamuodossa, jossa suunnittelu ja toteutus etenevät rinnakkain. Tällöin edellytyksenä on hyvä organisointi ja aikataulutus.

Riippuen urakkamuodosta voivat käytettävät suunnitelmat olla eri valmiusasteella tarjousvaiheessa. Näitä vaihtoehtoja ovat

- hankesuunnitelma
- ehdotussuunnitelma
- luonnossuunnitelma
- pääpiirustukset
- toteutussuunnitelmat.

Hanke- ja ehdotussuunnitelma eivät välttämättä sisällä varsinaisia suunnitelmia, vaan ne sisältävät selvitykset mahdollisista taloteknisistä ratkaisuvaihtoehdoista, tilatarpeista, laatutavoitteista, investointi- ja ylläpitokustannuksista sekä muiden suunnittelualojen yhteensovittamisesta.

Mikäli hanke-ehdotuksesta päästään hankepäätökseen, jolloin rakennuskohteesta tehdään luonnossuunnitelmat, josta käytetään myös nimitystä yleissuunnittelu. Yleissuunnittelussa luovutetaan kriteerit täyttävät ratkaisuvaihtoehdot tilaajalle ja mahdollisesti

suunnittelijan tuomat suositukset käytettäväksi ratkaisuksi. Tavoitteena on siis antaa käyttäjälle ja tilaajalle käsitys, mitä suunnitelmat sisältävät.

Urakkalaskentaan käytettävät suunnitelmat ovat vähintään luonnossuunnitelmia, koska investointipäätöstä ei ole vielä tehty. Laskentakuviin sisällytetään myös työselostus, johon kuvataan kirjallisesti kohteeseen tehtävien töiden ja tarvikkeiden asennukseen sekä asennustapoihin liittyvää ohjeistusta. Tiedot pohjautuvat yleisiin normeihin ja standardeihin. Selostuksessa voidaan kuvata asioita, joita piirustuksissa ja kaavioissa ei ole esitetty, jolloin laskentaa tekevältä vaaditaan kokemusta ymmärtämään rivien välistä asennuksiin ja asennustapoihin liittyvät huomiot tai puutteet.

Tietomallimaisella suunnittelulla piirustukset ovat mahdollisimman toteutuksen mukaiset, jolloin mallista saadaan tuotettua massaluetteloita. Näin ollen tietomallinnuksen ja massaluetteloiden käytettävyys edellyttää nykyisten sopimusten muokkaamista siihen, että sopimusmalleissa on huomioitu suunnitelmien tietomallinnus, kun rakennuskohteesta saadaan tarkkoja urakan hinnan määrittäviä luetteloita.

Massaluetteloiden ja tietomallinnuksen haasteena on myös kohteen lisä- ja muutostöiden vaikutus kustannuksiin, mikäli tietomallinnuksen pohjalta on tehty tarjouspyyntö ja näin ollen ollaan toteutussuunnitteluvaiheessa. Tällöin sopimusmalleihin täytyy huomioida muutokset kustannusten, hinnoittelun, oikeellisuuden ja vastuiden määrittelyssä. [2; 3, s.48–49; 4, s.18.]

4 Massaluettelot

4.1 Yleistä massaluetteloista

Ennen varsinaista luetteloiden määrittämistä tutustutaan rakennuskohteen laajuuteen ja suunnitteluvaatimukseen. Tällöin ominaispiirteet ja vaatimukset on helpompi sisäistää suunnitelmia tehtäessä.

Tehtäväluettelo on laadittu talonrakennusta koskevien suunnittelutehtävien sisällön ja laajuuden määrittelyyn. TATE 95-tehtäväluettelossa (liite 1) määritellään suunnittelu-kohteeseen tehtävistä luetteloista, joita ovat vähintään koje- ja valaisinluettelo. Massaluetteloita voidaan määritellä eri järjestelmille esimerkiksi tele-, vahvavirta-, audiovideo-

ja turvajärjestelmille riippuen kohteen suunnittelulaajuudesta, mikä taas helpottaa kustannusten arviota.

Yleisesti massaluettelo on mikä tahansa lista, jossa on yksilöity tarvittavia materiaaleja, asennettavia laitteita ja tarvikkeita. Usein käytettyjä luetteloita ovat valaisin-, piste- ja kojeluettelot.

Tasopiirustusten avulla laadituista määräluetteloista saadaan urakka- ja/tai muutostyölaskentaa helpottavaa tietoa. Piirustusdokumenteista saadut määrätiedot tuotetaan halutuilla tiedoilla. Aine- ja tarvikekustannukset arvioidaan yleensä määrälaskennan avulla. Sähköisen määräluettelon teettämisellä päästään todella tarkkoihin tietoihin tarvittavista määristä.

Nykyään suunnitteluohjelmistojen sähköisesti laskettavien nimikkeiden osalta päästään hyvinkin luotettavaan ja suureen tarkkuuteen, mutta se vaatii tarkkaa ja huolellista suunnittelua sekä ohjelmiston ominaisuuksien tietämistä ja niiden hyväksi käyttämistä suunnitelmia tehtäessä. Nykyään urakoitsijan teettämän laskelman rakennuksen sähköurakasta määritetään tarkasti johtotiet ja pääjohdot. Valaistuksen- ja LVI-ryhmitykset lasketaan alueittain mitattujen keskipituuksien mukaan ja ryhmien johtohaarat kytkimien, pistorasioiden, valaisinpisteiden jne. lukumäärien perusteella, että johtojen mitta riittää varmasti.

Tietomallintamisessa aineiston on oltava kokonaisuudessaan kirjasto-osuuksineen ja ulkoisten viitteiden lisäksi, jotta luettelon teettäminen on mahdollisimman luotettavaa ja todenmukaista. Myös käytettävissä olevan ohjelmiston on kyettävä luotettavasti antamaan halutut tiedot sellaisina, niin kuin niitä vaaditaan.

[5, s. 20; 6: liite 2; 7, s. 11; 8, s. 23–24; 9, s. 14–15.]

4.2 Massaluetteloiden historia ja kehitys

Ennen CAD-avusteista suunnittelua on määrälaskennan perinteiseen materiaali- ja tarvikekustannusten arvioimiseen käytetty kynää, muistiota ja laskinta, joita käytetään vieläkin. Puhutaan, että sähkösuunnittelu on muutoksen edessä, kuten se oli aikanaan, kun siirryttiin käsin piirretyistä piirustuksista CAD-pohjaiseen piirtämiseen.

Massaluettelon teettäminen on ollut pitkään siirtymässä vaivalloisesta ja aikaa vievästä käsin laskennasta urakoitsijalla, suunnittelijoille ja sähköisesti toteutettavaan laskentaan. Prosessi on edennyt hitaasti ohjelmistojen puutteellisuuksien takia, suunnittelijoiden ja urakoitsijien vanhojen toimintatapojen ja käytäntöjen takia sekä myös suunnittelutyön tilaajan haluttomuus maksaa lisäkorvausta suunnittelijalle. Haluttomuus johtuu todennäköisimmin osin tiedon puutteesta ja yhteisesti hyväksytyjen toimintamallien puuttumisesta.

Nykyisin ollaan siirtymävaiheessa, jossa kustannuslaskenta tehdään sähköisten dokumenttien pohjalta, mikä vähentää huomattavasti virheellisyyttä laskentavaiheessa. Tällaisia dokumentteja on esimerkiksi tasokuvista tehtävät massaluettelot, joista löytyvät symbolit sellaisina, kuin ne on tasokuvissa esitetty sekä mahdollisesti johtotiet. Tämä myös vähentäisi urakoitsijoiden laskentaan käytettyä aikaa, mikä mahdollistaa useamman tarjouksen laskennan. Tietomallintamisen takia tällöin kaikkien osapuolien osalta saataisiin rakennushankkeiden prosessia tehokkaammaksi ja virheettömämmäksi, jolloin saadaan rahallista säästöä. [4, s. 9–10; 6, s. 1–2; 10, s. 2.]

5 Massaluetteloihin liittyvät sopimukset

Tarjoukseen sisältyvien dokumenttien perusteella tehty sopimus sitoo sopijaosapuolen oikeellisuuden ja vastuiden osalta sopimusehdoissa määritettyihin pykäliin. Yleisimmät ehdot ovat mainittu YSE 1998- ja KSE 1995-sopimusehdoissa. Näihin sopimusehtoihin on kirjattu mahdollisten puutteellisuuksien ja virheiden vastuu sekä korvausvelvollisuudet. Sopimuskäytäntö nykyään on, että urakoitsija saa suunnitteluvaiheessa vain taso-
piirustukset ja niiden liitteinä valaisinluettelon ja työselostuksen.

Tietomallipohjaisesta suunnittelusta ei ole vielä määritelty yhteisiä sopimusehtoja talotekniikan osalta. Sopimusehtojen puuttuessa tietomallisuunnittelun käynnistämiseksi on vaikea kuvata tarjouspyynnön prosessia: mitä tarjouksen tulisi kattaa ja mitkä ovat suunnittelijan vastuu ja vastuurajat. Ohjeen teettäminen on työläs ja aikaa vievä prosessi, mutta yhteisten pelisääntöjen sopiminen toisi uudenlaisen perspektiivin suunnitteluun ja urakointiin.

SKOL ry on tehnyt aloitteen tietomallipohjaisen suunnittelun laatusuosituksen laatimiseksi. Laatusuosituksessa kuvattaisiin malliprosessi ja annettaisiin yksityiskohtaisia

ohjeita mallintamisen hyödyntämiseen niin suunnittelijoiden yhteistyössä kuin urakkalaskennassa ja työmaalla.

Muita ohjeita ja määräyksiä on koottu Sähköinfo Oy:n julkaisemassa ST-kortistossa, missä on lukuisia ohjeita ja esimerkkejä. Osa perustuu lainsäädäntöihin ja osa sähköalalla vallitseviin suosituksiin ja yleisiin käytäntöihin.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun käytettäviin sopimuksiin täytyy huomioida suunnittelijan tekijänoikeudet ja ehdot, kuka tai ketkä saavat tietomallia hyödyntää ja käyttää. Urakkasopimuksia täytyy tarkastella suunnittelusopimusten lisäksi, joissa pitää ottaa huomioon tietomallintamisesta saadun tiedon ja määrän hyötyä urakoitsijalle.

Samalla täytyy saada tietomallimainen käyttö näkymään koko suunnitteluelinkaassa, urakkalaskennan, tarvikkeiden hankkimisen, toteutuksen, käytön sekä huollon määrittämisessä. [4; s. 8, s. 41–42; 11.]

6 Tietomallit-ohjeistus

Tietomallilla tarkoitetaan jonkin olemassa olevan tuotteen mallinnusta tietokoneella vastaamaan täysin tiettyä tuotetta. Toisin sanoen tuotteesta on oltava sähköisesti kaikki mahdolliset tai halutut tiedot saatavilla, kuten 3d-malli, rakenne, materiaalit ja tuotteen sähköiset ominaisuudet. Malli vastaa dimensioiltaan ja visuaalisesti tuotetta.

Tietomalli sisältää tietoa, jota voidaan tarkastella ja käyttää tietokoneohjelmistoissa sekä hyödyntää laskennoissa ja analyyseissä. Siirtyminen tietomallimaiseen suunnitteluun vaatii sopimusten ja mahdollisesti sähköisen tiedonsiirron suunnittelu- ja laskentaohjelmistojen välillä, jolloin säästetään huomattavasti resursseja ja vältetään ylimääräisiltä kustannuksilta.

Tietomallipohjaisen suunnittelun perustaksi on julkaistu sarja ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012”, joka on laajapohjaisen kehittämishankkeen COBIMin tulos. Tarve tällaisille vaatimuksille juontaa nopeasti kasvavasta tietomallien hyödyntämisestä.

YTV 2012-julkaisun ohjeistuksen avulla määräluetteloiden teettäminen vaatii suunnitteluohjelmistolta vähintään perusominaisuuksien hyödyntämistä tai esimerkiksi IFC-

tiedostoissa olevan tiedon poimimisen. Luetteloiden tuottaminen sähkösuunnittelussa edellyttää käytettäväksi S2010-nimikkeistöä, mikäli se on mahdollista.

Nykyisen tietomallinnuksen sähkösuunnittelun osalta on vielä hyvin alkutekijöissä. Nykyään ohjeistuksena on keskusten, johtoteiden ja valaisimien mallintaminen. Nämä ovat hyvin oleellisia rakennuskohteessa, koska käytännössä ne tuovat parhaimman tiedon etenkin asentajalle valaisimen tai hyllyreitityksen sijoituksessa sekä käsityksen visuaalisesti urakoitsijalle ja tilaajalle.

Muiden tuotteiden ja tarvikkeiden, kuten esimerkiksi pistorasioiden, kytkimien ja rasioiden mallintaminen on tilaajalle erittäin hyödyllinen, josta saadaan havainnollistettua, miltä tuotos lopulta näyttäisi. Pääasiassa tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen pääkriteeri on rahallinen eli kustannusten pienentyminen.

Tietomallimainen suunnittelu, tarvikkeiden mallintaminen ja luetteloiminen tarkoittaa suunnittelijalle lisätyötä. Toisaalta tällöin suunnitelmat ovat, kuten ne on piirretty lähtötietojen perusteella suunnitelmiin (ts. toteutus suunnitelmat) ja mahdollisesti, miten todellisuudessa asennetut laitteet ja tarvikkeet lopulta olisivat.

Esimerkiksi teknologian kehityksen myötä atk-pisteet ovat yleistyneet ja niitä tarvitaan, jopa vaaditaan, miltei jokaiseen tilaan oli tilan merkitys mikä tahansa. Näin kaapelimäärät kasvavat, ja se pitää ottaa huomioon suunniteltaessa kaapelihyllyjä sekä atk-pistekaaviossa, joka havainnollistaa kaapelien määrän ja sen, mihin pisteeseen kaapeli on kytketty. Näin tietomallimaisella suunnittelulla saadaan tasokuvan ja kaavion avulla saadaan selville kaapelien pituudet, kaapelien määrä hyllyllä, hyllyjen määrä, atk-pisteiden määrät ja sijainnit.

Tähän tietomallinnuksen osalta pyritään, jotta kaikki rakennukseen tulevat talotekniset tarvikkeet olisi helposti luetteloitavissa sekä laskentaa urakoitsijalle ei tulisi, muuten kuin tarkistusmielessä, jos ollenkaan. Lisäarvona mallintamisesta saadaan havainnollistettua tilaajalle kohde visuaalisesti. [9, s. 1; 12, s. 8.]

7 Massaluetteloiden tarviketietojen oikeellisuus ja vastuut

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa on mainittu tarviketietojen oikeellisuudesta ja niihin liittyvistä vastuista sekä vakuuksista. Luotettavien luetteloiden tuottaminen vaatii huolellista suunnittelua ja ohjelmistojen merkintätapojen käyttämistä, jotta tarviketiedot ovat mahdollisimman tarkasti määritetty. Tällöin massaluetteloiden todellinen hyöty ja niihin käytetty aika kompensoivat toisiaan. Näin saadaan mahdollisimman toteutuksen mukaiset tarvikemäärät.

Luettelot voidaan jaotella erilaisille tarkkuustasoille [4]. Tasoja on kolme, joista ensimmäinen on hyvin yksinkertainen, ja se onnistuu nykyisillä suunnitteluohjelmistoilla. Toisen tason luetteloihin otetaan huomioon kaapelit. Suunnitelmissa on esitettävä johtorei-
tit, jotta kaapelipituudet voidaan laskea. Nousujohtojen kohdalla toteuma on yleensä suunnitelmien mukaiset ja lähellä todellisuutta pienellä korjauskertoimella. Virheitä voi syntyä rakenteellisten muutosten takia. Suunnittelijan ei ole vielä järkevää tehdä ryhmäjohtojen tarkkaa sijoitusta ja pituuksia, koska mahdollisista muutoksista rakennusvaiheessa voivat vaikuttaa kaapelipituuksiin sekä lähtötietojen perusteella ei voida tarkasti tietää asennettavan laitteen asennuskorkoa (esim. konehuoneet, tekniset tilat, ym.). Kolmannen tason luetteloissa on vähintään edellä mainittujen tasojen vaaditut tiedot sekä valmistaja ja tuotteen yksilöivä tunnus. Tässä työssä otetaan huomioon vain urakoitsijan mielestä tärkeimmät asiat ja mahdolliset tiedot pyritään saamaan määräluetteloihin.

Luetteloissa olevien tarvikkeiden oikeellisuudesta ja paikkaansa pitävyydestä päästään vastuu kysymykseen, kenen vastuulla on luettelot ja niiden sisältö. Nykyään suunnitelmien toteutuksen vastuu on urakoitsijalla, koska urakoitsija laskee suunnitelmista määrät ja joiden pohjalta tehdään tarjous. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa vastuu tulisi suunnittelijalle, mutta se, missä määrin vastuu sitoo suunnittelijan suunnitelmiin ja luetteloihin on yhteisiin ohjeisiin sekä sopimukseen kirjattava. Tämä vastuukysymys tulisi ottaa huomioon yhteisissä sopimusehdoissa ja sen sitomiin kriteereihin jo urakkalaskentaan tehtyihin suunnitelmiin.

STUL ry julkaiseman tiedotteen mukaan vastuukysymyksissä voitaisiin hyödyntää erilaisia vaihtoehtoisia malleja. Määrälaskentaluettelo olisi urakkalaskentavaiheessa laskenta-asiakirja, jonka perusteella urakka hinnoiteltaisiin. Valittu urakoitsija tarkistaisi massat ja sopimus sidotaan vain suunnitelmiin. Määrälaskentaluettelo voisi olla sitova

urakka-laskenta- ja sopimusasiakirja. Vaihtoehtoisesti mahdolliset poikkeamat luettelon määrästä käsiteltäisiin sopimuksessa määritetyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin. Määräluettelo olisi sidottu taso- ja muihin piirustuksiin, eikä sillä otettaisi kantaa hankintarajoihin.

Vastuu luetteloiden paikkansa pitävyydestä koskee myös tarvikkeiden hinnoitteluperiaatteita, jos suunnitelmilla urakoitsija saa määrät tietoonsa tarvittavista tuotteista. Tällöin urakoitsija saa tavarantoimittajalta todennäköisesti tukkualennuksen, mutta jos suunnitelmat ovatkin puutteellisia syystä tai toisesta, miten määritetään uusien tarvikkeiden hinnoittelu. Toteutetaanko puutteet tukkuhinnasta laskettavalla yksikköhinnalla, yleisen yksikköhinnan vai urakoitsijan saaman tukkualennuksen mukaan, johon vaikuttaa myös suunnitelmien puutteellisuuden laajuus.

Toteutuksen vastuu on siis nykyään urakoitsijalla, joka ottaa vastuun toteutuksesta ja tällöin vastaa myös laitevalinnoista, kun suunnitelmia esitetään pitkälti periaatekaavioina, jotka kuvaavat periaatteellista tapaa toteuttaa suunnitelmat. Näin ollen suunnitelmista on mahdotonta määrittää tarvittavia tarvikkeita ja niiden määriä. Tietomallimaisessa suunnittelussa piirustusten tuottaminen vaatii, että laskenta tapahtuu mallin mukaan, jolloin laskennassa on otettu huomioon tarvikkeet ja niiden asennuskorkeudet sekä muut rakenteelliset vaikutukset suunnitelmiin. [4, s. 6; 5; 6, s. 20.]

8 Suunnitteluasiakirjat (urakkalaskenta-, työ- ja loppukuvat)

Urakkalaskentapiirustukset ovat yleensä hyvin suurpiirteisiä siksi, että tilaaja ei yleensä tiedä, mitä sähkösuunnitelmassa tulisi olla. Näin ollen tarjoukset tehdään puutteellisin ja mahdollisesti epätarkoin tiedoin, minkä takia urakoitsijalle saattaa tarjoutua kokemuksen perusteella mahdollisten lisätöiden laskuttaminen varsinaisen urakkasopimuksen synnyttyä. Tietyssä mielessä tilaaja säästää tällä tavalla, mutta puutteellisilla suunnitelmilla ja valinnoilla voidaan aiheuttaa suuria lisäkustannuksia työn aikana.

Jos taso- ja telekuvat olisivat linkitetty tuottamaan tasokuvaan piirrettyjen eri järjestelmien kaavioita, tällöin ei tarvitsisi erikseen tuottaa periaatekaavioita, kuten nykyään menetellään. Tällä tavoin saataisiin samalla työllä enemmän dokumentteja työstettyä ja tarkemmat suunnitelmat ja massaluettelot. Ohjelmistojen kehitys voisi tuoda mahdollisuuden tasokuvia tehtäessä, että samalla ohjelma tuotettaisiin massaluettelo ja

järjestelmäkaaviot tasokuvaan piirretyistä järjestelmistä. Tällöin massaluettelot ja järjestelmäkaaviot olisivat yhteydessä tasopiirustukseen tehtyihin suunnitelmiin.

Työkuvat pohjautuvat laskentapiirustuksiin. Työkuviin merkitään kohteen tuotannon aikana toteutetut korjaukset, ja miten ne käytännössä asentaja on toteuttanut. Urakka-laskenta kuvat ovat siis suunnittelijan vastuulla, mutta lopputilanteessa suunnittelijasta riippumattomista syistä piirustuksissa poiketaan asentajan/urakoitsijan harkinnan perusteella. Tällaiset muutokset voidaan hyväksyttää kirjallisena, tai mikäli työn takia muutosta ei voida ajoissa kirjata, se voidaan hyväksyttää suullisesti ja työmaapöytäkirjaan kirjattava muutos.

Tasopiirustuksista saadaan jo nykyisillä suunnitteluohjelmistoilla tuotettua keskuskaaviot. Piirikaavioiden tuottaminen suoraan keskuskaaviopohjasta ei ole vielä MagiCADillä mahdollista, mikä olisi myös hyödyllistä loppudokumentoinnissa. Piirikaavioiden tuottaminen on erikseen sovittava, mikäli se halutaan suunnittelijan toteuttamana, muussa tapauksessa piirikaaviot tehdään alihankintana.

Urakoitsijan vastuulla on työkuvien teettäminen ja kohteen valmistuttua myös loppupiirustusten tuottaminen käyttäjälle. Loppukuviin kuuluu käyttöpiirustukset ja piirustusasiakirjat sekä huoltokirjan tai käyttö- ja huoltosuunnitelma sähköteknisiltä osiltaan. Suunnittelijan tehtäväksi työ- ja loppupiirustukset on sovittava erikseen, muussa tapauksessa vastuu näiden osalta on urakoitsijalla. Urakoitsijan tuottamien piirustuksien osuudeksi jää 1,5 %–2,0 % kokonaiskustannuksista, joka on häviävän pieni verrattuna siihen, mitä vaadittavien suunnitteluohjelmistojen lisenssit kustantavat urakoitsijalle. Tällöin tietomallimaisessa suunnittelussa piirustukset toteuttaisi suunnittelija, jolloin urakoitsijan ei tarvitse hankkia kaikkia mahdollisia ohjelmistoja tuottaakseen työ- ja loppupiirustukset.

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa nykyiset urakalaskentakuvat ovat oletettavasti toteutus suunnitelmat, jolloin kohteen suunnitteluun on käytetty aikaa ennen varsinaista hankkeen rakentamista. Tämän perusteella työkuvien teettäminen nykyisestä menetelmästä jäisi pois ja loppukuvien teettäminen ei ole mahdollista teettää ilman, että on vastaavat ohjelmat, mitä suunnittelijalla on käytössä. Näin ollen ei voida myöskään olettaa, että urakoitsijalla on kaikki mahdolliset suunnitteluohjelmistot käytettävissään, koska ohjelmien lisenssit ovat kalliita investointeja. [4; 5, s. 10; 13: ST-kortti.]

9 Suunnitteluvaiheen muutokset

Riippuen suunnittelukohteen laajuudesta ja sille määritetyistä suunnitteluvaatimuksista voivat muutokset olla työläitä. Ennalta tehtyihin massaluetteloihin on oletettavasti helppo perustaa ja korjata muutoksista aiheutuvat aine- ja tarvikemäärät sekä lisäkustannukset.

Suunnitteluvaiheen muutokset teetetään lisä- tai muutostyönä taso- ja muihin piirustuksiin. Tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa tuleekin tarkastella ja perehtyä, miten nämä työt olisi syytä kustannuksiltaan määrittää.

Muutostöiden nykyiset veloituserusteet on määritelty YSE 1998 mukaan, ja ne on myös pakko suorittaa, mutta muutostöiden tekemisestä kannattaa aina erikseen sopia. Paras tapa on vähääkään laajemmasta työstä tehdä kohdekohtainen ja kirjallinen tarjous.

Lisätyöt poikkeavat muutostöistä siten, että lisätyö on erikseen määritetty työ. Töistä tulisi olla valmiit suunnitelmat, joiden perusteella tarjous tehdään. Näin vältetään ristiriidoilta ja yksiselitteisesti perusteltu, mitä tarjoukseen kuuluu.

Tietomalli ja massaluettelomalleihin perustuva suunnittelu olisi oletetusti mahdollisimman lähtötietoja vastaava, jolloin perinteisesti laadittuihin urakkalaskenta kuviin urakoitsijan silmään osuvat ja kokemuksen tuoma näkemys mahdollisista lisä- ja muutostöistä aiheutuvat lisälaskutukset jäisivät pienemmiksi. [4, s. 29; 8, s. 48.]

10 Tietomallinnus eri hankkeissa

Tietomallien toimiva ja hyvä käyttö yksityisessä rakennuskohteessa tai julkisessa kohteessa riippuu suuresti kohteen sisällöstä ja rakennuttajasta sekä siitä, että onko kohde saneeraus- vai uudisrakennus. Yksityisessä hankkeessa rakennuttaja voi tuoda hankkeeseen jo aikaisemmista projekteista luotettavan ja toimivan suunnitteluyhteisön. Kun taas julkisessa hankkeessa tällaista ei voida toteuttaa, koska yleensä julkisissa hankkeissa toimijaksi valitaan hinnan perusteella, eikä yhteistyön ja vaivattomuuden perusteella. [4, s. 5]

11 Tietomallinnuksen vaikutukset urakkalaskentaan

Suunnittelu tietomallimaisesti aiheuttaa suunnitteluun varatun ajankäytön lisääntymisen alkuvaiheessa hanketta, minkä takia laskentavaihe nopeutuu tuotetun tietomallin myötä. Toteutusvaiheen suunnittelutyön jälkeen saadaan hankkeen toteuttamista varten suunnitteluohjelmistojen avulla massaluettelot tuotettua tietomallista. Tällöin tietomallin avulla voidaan mahdollistaa hankkeen todellisten kustannusten laskemisen urakkalaskennassa massaluetteloiden ja mallin mukaan.

Massaluetteloiden teettäminen suunnittelijalla tuottaa lisätyötä suunnittelijalle, mutta silloin se myös vähentää urakoitsijoiden tekemää laskentaa. Tällöin urakoitsija säästyy ylimääräiseltä työltä ja kustannuksilta.

Nykyään julkisissa hankkeissa laskentaan osallistuu 5–8 urakoitsijaa, ja vain yksi tarjoksista toteutetaan. Tämä tarkoittaa siis laskennallisesti myös sitä, että urakoitsija teettää 6–7 laskentaa ja yhden kahdeksasta täytyy kattaa nämä laskennat ajankäytön kustannuksilta.

Grynderihankkeissa rakennuttajalla on yleensä muutama urakoitsijavaihtoehto, joilta pyydetään tarjousta. Tällöin rakennuttaja mahdollisesti tietää urakoitsijan pystyvän vastaamaan rakennuksen vaatimiin työmääriin ja tekemään edullisen tarjouksen.

Keni Peltosen insinööriyössä [12] on verrattu perinteisen suunnittelun ja tuotemallisuunnitelman kustannuksia, missä kohteena on ollut fiktiivinen 134,9 m²:n kaksikerroksinen pientalo. Työssä merkittävintä aikaa vievä työ oli tietomallisuunnittelun pistesijoittelu ja kaapeleiden mitoittaminen sekä mallintaminen siten, miten ne tulisi asentaa. Erotuksena kustannuksia tuli 900 € lisää tuotemallisuunnitelman teettämisellä. Työn perusteella voidaan olettaa, että suurikin urakka saataisiin tehtyä tietomallinnuksena. Kustannus olisi vain murto-osa kokonaisuudesta, jolloin saadaan erittäin tarkat, luotettavat ja hyödylliset massaluettelot.

Osmo Massisen tutkimuksessa [4] on tarkasteltu urakoitsijan projektiin käyttämä työpanostus ja osuudeksi saatiin 1,84 % urakkasummien kokonaisarvosta. Merkitys korostuu, kun kaikkien suunnitelmien osuus kokonaisurakkahinnasta on n. 3 %.

Tietomallimaisesta suunnittelusta tuotetuilla tarvikeluetteloita voidaan käyttää kohteen urakan laskentaan ja hinnan määrittämiseen. Massaluetteloiden vaikutukset urakkalaskentaan riippuvat siitä, mitä suunnitelmien sisällöstä on sovittu. Mitään ennalta määrättyä ohjeistusta ei ole, jolloin määräluetteloiden suhteen on päätettävä, missä määrin luettelo otetaan laskennassa huomioon. [4, s.6, 17, 22; 10, s. 10, 22–23.]

12 Massaluetteloiden tuottaminen Optiplanilla

Työssä tarkastellaan vain grynderihanketta, missä rakennuttajalta saadaan tarjouspyyntö sähkösuunnitelmista rakennuskohteeseen, koska tämäntyyppiset hankkeet ovat pääasiallisesti työllistävimpiä Optiplanilla.

Urakkamuotona yleensä on pääurakkamuoto, jolloin on mahdollista käyttää urakkalaskenta kuviin enemmän työaikaa ennen rakentamisvaihetta ja tuottaa mahdollisimman tarkkoja suunnitelmia ja näin ollen urakkalaskennassa hyödynnettäviä massaluetteloita. Tällöin tarvitaan sopimukseen tilaajan ja pääurakoitsijan suostumus massaluetteloiden teettämiseen.

12.1 Massaluetteloiden vaatimukset

Optiplanin suunnitteluohjelmistona on MagiCAD, missä vanhojen projektien tietomallikirjastoja on käytetty pääasiassa hyväksi ja mahdollisten massaluetteloiden teettäminen on ollut puutteellista ja osapuolia hyödyttömässä tilanteessa. Lukuun ottamatta huomioon valaisinluettelo ja kojeluettelo, jotka teetetään tehtäväluettelon mukaisesti. Suunnittelu on siis toiminut kuten perinteisillä suunnittelu-asiakirjoilla ja sopimuksilla on tähänkin mennessä menetelty, mutta tietomallinnuksen ja määräluetteloiden käyttöä halutaan kehittää.

MagiCADissa rakennuskohteen suunnitelmien perustaksi määritetään MEP-projektitiedosto, joka sisältää kohteesta yleis-, aine-, tarvike-, valaisin-, johtoteiden-, piirustustasotietoja ja muita suunnitelmia tehtäessä vaadittavia tietoja. Tiedosto sisältää siis kaiken mahdollisen rakennuskohteeseen liittyvän aineiston ja erinäisten tarvikkeiden spesifikaatiot.

Käyttökelpoisen luettelon tulee olla luotettava ja perustua tasokuvaan sekä tietenkin sisältää kaikki oleelliset tiedot. Luetteloiden hyödyntämisen takia haastateltiin urakoitsija yrityksessä toimivaa erittäin kokenutta ja ammattitaitoista laskentapäällikköä, mitkä tiedot ovat oleellisia laskennassa, ja mitä määräluettelot tulisi sisältää. Keskustelussa esiin tulleita ja mahdollisesti toteutettavia asioita ovat

- johtoteiden leveydet, hyllymateriaali, pysty/vaaka osuudet
- eri järjestelmien tarvikkeiden asennustapa, kotelointiluokka
- LVI-kojeiden kaapelit ja niiden lukumäärät
- nousujohtojen pituudet pysty/vaakaosuuksineen
- lämmittimien kaapelit ja niiden lukumäärät.

Luettelossa on myös oltava rakennuskohteeseen ja piirustukseen tai kaavioon liittyvät viitetiedot sekä selkeästi mainittava, mitä luettelo sisältää. Mikäli luettelo saadaan tuotettua luotettavasti, pitää luettelon ulkoasuun ja tietojen esitysjärjestykseen käytettävä aikaa, jotta luettelo on asiakirjana selkeä sekä Optiplanin normien mukainen. Sarakejärjestystä tietojen esittämiseen voidaan käyttää esimerkiksi [14: ST-kortti] malliluetteloa, (liite 2).

12.2 Massaluetteloiden puutteet

Pääosin olemassa olevien tietomallikirjastopohjat ovat hyvät, mutta tarkkojen ja massaluetteloiden hyödyntämisessä olevia tietojen puutteita on. Saatujen tietojen ja ohjeiden perusteella huomioitavat asiat ovat

- MagiCADin projektitiedoston muokkaaminen
- oikeiden tarvikkeiden ja nimikkeiden järjestelemisen
- luetteloiden kriteerit (kuten IP-luokitus, asennustapa, yms.)
- taulukoiden esteettinen ulkonäkö (Optiplanin ohjeistus).

MagiCADistä saatava tarviketaulukko muokataan siten, että se on helposti kopioitavissa leikepöydän kautta taulukkolaskenta-ohjelmistoon. Myös luettelon ulkoasua ja saraketietojärjestystä on muokattava taulukkolaskenta-ohjelmistossa.

Täysimittaiseen tietomallisuunnitteluun ja määräluetteloiden teettämiseen ei vielä voida ajatellakaan yhteisten sopimusmallien ja ehtojen puuttumisen myötä. Tämän takia pyritään kehittämään saatavilla olevia ohjelmistotyökaluja ja niiden soveltamisella on tarkoituksena saada aikaan kustannuksia säästäviä luetteloita urakoitsijoille sekä suunnittelijoilta tarkempia suunnitelmia.

13 Korjausehdotukset massaluetteloiden teettämiseen

13.1 Massaluetteloiden vaikutus sopimukseen

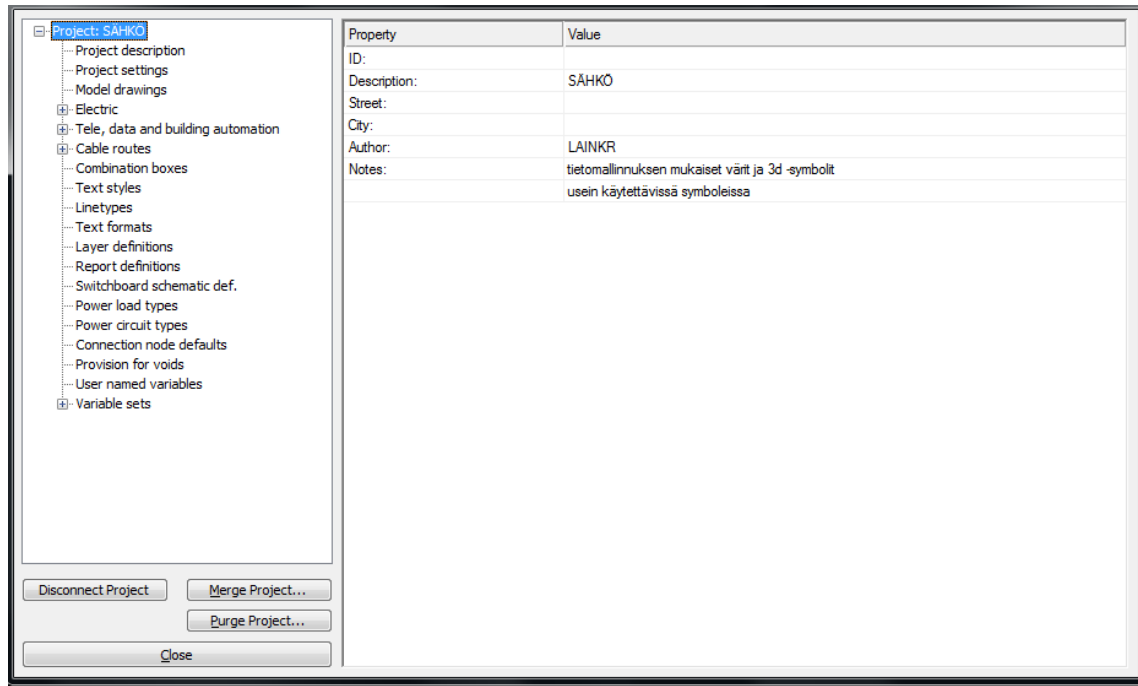
Yhteisten sopimusehtojen ja käytäntöjen puuttumisen takia muutoksia ei tehdä olemassa oleviin sopimukseen. Toteutettavien massaluetteloiden avulla voidaan niitä soveltaa tuleviin projekteihin, mikäli tilaaja ja urakoitsija sitä haluavat hyödyntää.

Optiplanin tuleviin projekteihin käytetään mahdollisesti dokumentti-pohjaista massaluetteloa, josta on hyötyä urakoitsijalle. Tällöin urakoitsijan ei tarvitse tehdä laskentaa ja lisätä omiin laskelmiin mahdollista epävarmuuslisää. Tarkoitus on siis tuoda mahdollisuus massaluetteloiden hyödynnettävyyteen suunnittelijan sähköisesti toteuttamien piirustusten avulla.

13.2 Muutokset MagiCAD-projektitiedostoon

MEP- eli projektitiedosto (kuva 1, ks. seur.s.) sisältää projektiin ja piirustuksiin liittyviä tietoja. Projektinhallinnan kautta voidaan MEP-tiedostoon lisätä, muuttaa, editoida rakennuskohteessa tarvittavien symbolien ja tarvikkeiden teknisiä, fyysisiä sekä visuaalisia tietoja. Tiedostoon voidaan myös määrittää symbolien tasot, jolloin luetteloita laatiessa voidaan tarvikkeet järjestellä esimerkiksi S2010-sähkönimikkeistön kirjainnumeryhdistelmän mukaan. Projektiin saadaan myös tallennettua kaikki kohteeseen liittyvät

piirustukset, jolloin kaikissa kuvissa kirjastopohjana toimii projektitiedosto, jossa on kaikki hankkeeseen tarvittavien symbolien tiedot. Projektitiedostoon on myös sidottu raporttiluettelon määrittäminen ja siihen tulevien tietosarakkeiden muokkaaminen voidaan tehdä projektinhallinnan kautta.

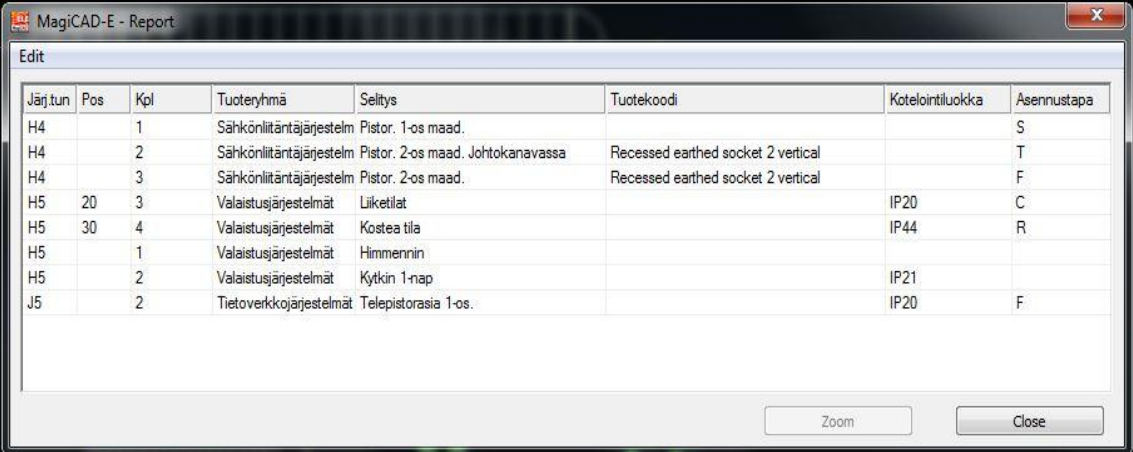


Kuva 1. MEP-tiedoston sisältö.

Projektitiedostoa työstetään jo aiemmin luotuun projektitiedostoon, josta saadaan hyvä pohja ja voidaan aloittaa tietojen muokkaaminen vaadittuihin ohjeisiin ja kriteereihin perustuen. Kirjastopohjana on hyvät perustarvikkeet ja niiden erinäisiä tietoja, jotta saadaan laadittua tarkkoja ja luotettavia luetteloita. Perustarvikkeita ovat esimerkiksi erilaiset kytkimet, rasiat, kaapelihyllyt ja valaisinsymbolit. Siispä kirjastopohjaa on päivitettävä rakennuskohteen suunnitteluvaatimuksien mukaan, jotta luetteloon saadaan eri tarvikkeiden tarkat tekniset ominaisuudet ja vaatimukset.

Tiettyyn perustasaan on projektitiedoston päivittäminen mahdollista, mutta hyödynnettäväksi eri projekteihin ja kohteisiin tulee sitä rakennuskohteen vaatimalla tavalla päivittää. Projektitiedoston työstäminen edellyttää hieman enemmän perehtymistä kohteeseen ja sen tiloihin, mutta hyöty massaluetteloiden teettäminen mahdollisimman tarkaksi on etu urakoitsijalle, rakennuttajalle kuin myös suunnittelijalle. Kirjaston päivittäminen vaatii siis eri kohteissa työtä suunnittelun lisäksi perehtymiseen erinäisten kojeiden ja tarvikkeiden tietojen täyttämässä.

MagiCADin oman leikepöydän kautta liitettävä taulukko on hyvin yksinkertainen. Tämän takia jälkikäsitellyä vaatii työstämistä taulukkolaskenta-ohjelmistossa, jotta lopullisen taulukon ulkoasu on esteettisesti toimeksiantajan ohjeiden mukainen, selkeä ja helposti luettava.



Järj.tun	Pos	Kpl	Tuoteryhmä	Selitys	Tuotekoodi	Kotelointiluokka	Asennustapa
H4		1	Sähköliitäntäjärjestelm	Pistor. 1-os maad.			S
H4		2	Sähköliitäntäjärjestelm	Pistor. 2-os maad. Johtokanavassa	Recessed earthed socket 2 vertical		T
H4		3	Sähköliitäntäjärjestelm	Pistor. 2-os maad.	Recessed earthed socket 2 vertical		F
H5	20	3	Valaistusjärjestelmät	Liiketilat		IP20	C
H5	30	4	Valaistusjärjestelmät	Kosteaa tila		IP44	R
H5		1	Valaistusjärjestelmät	Himmennin			
H5		2	Valaistusjärjestelmät	Kytin 1-nap		IP21	
J5		2	Tietoverkkojärjestelmät	Telepistorasia 1-os.		IP20	F

Kuva 2. MagiCADin raportti esimerkki.

Kuvassa 2 on MagiCADilla luotu raporttiluettelo tasopiirustuksesta. Sarakkeisiin saadaan järjestettyä halutut tiedot ja haluttuun järjestykseen. Taulukon sarakkeiden nimikkeet voidaan nimetä selkeyttämään tietojen sisältöä. Sarakkeisiin saatavia kenttätietoja ovat

- Active power
- Cable description
- Diameter [mm]
- EXE class
- Hyperlink
- P1–P15
- Storey name
- Product description
- IP Class
- Total length of similar [m].
- AutoCAD handle
- Cable number
- Drawing name
- Height [mm]
- O1-O4
- Product group
- System code
- Product code
- Number of similar
- Cable code
- Circuit number
- Empty column
- Host device
- Object ID
- Product note
- User code
- Installation code
- System description

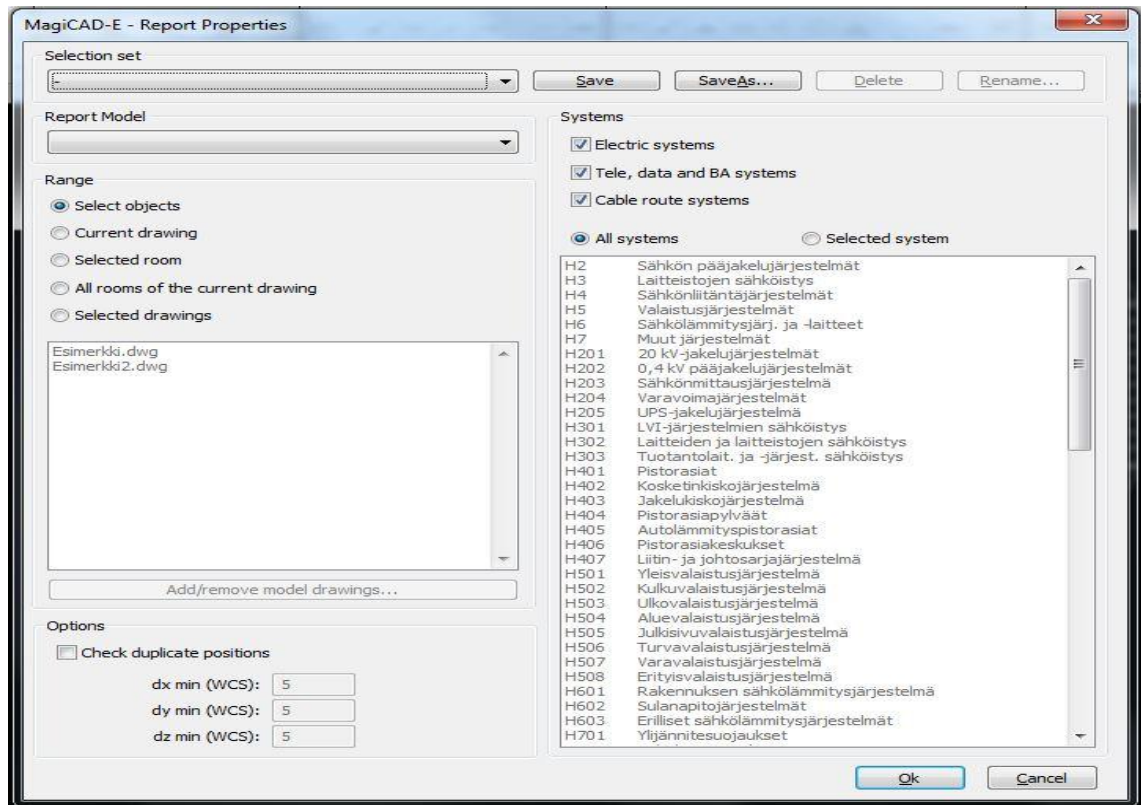
Kenttätietoihin voidaan siis määrittää paljon erilaista tietoa, mutta tämä vaatii tarkkaa suunnittelua sekä kirjastopohjan päivittämistä rakennuskohteen mukaan. Luettelosta saadaan tuotettua [14] olevan malliluettelon mukainen massaluettelo.

Suunnitteluohjelmisto MagiCADissä on hyvin monipuoliset ominaisuudet massaluetteloiden teettämiseen. Voidaan itse määrittää, mitä järjestelmiä halutaan laskettavaksi ja mitä esitettäviä tietoja halutaan luetteloon.

Ohjelman heikkoutena on luettelon jälkikäsitteily. Luettelo saadaan vain leikepöydän kautta liitettyä esimerkiksi taulukkolaskenta-ohjelmistoon. Taulukkojen työstäminen esteettiseksi ja selkeäksi ulkonäöllisesti tehdään valmiiseen pohjaan, mutta voidaan hioa paremmaksi ajan myötä.

Valaisinluettelo (liite 3) on jo ennalta tehty ja tämän rakenteen sekä ulkonäön pohjalta toteutetaan muut luettelot. Valaisinluettelon oleellimmat tiedot on valaisimen valmistaja, valaisintyyppi, lampputyyppi, teho, kanta, asennustapa, valaisimen väriämpötila ja tietysti kappalemäärä. Tarvike- ja hyllyluettelossa (liitteet 4 ja 5) on otettu huomioon urakoitsijan mielipiteet, mitä tietoja luettelo sisältäisi (esim. tuotekuvaus, tuotteen nimi, asennustapa, kotelointiluokka, kappalemäärä ja metrimäärä).

MagiCADistä saadaan tuotettua haluttu raportti tarvikkeista ja tuotteista yhden kerroksen osalta, mutta mahdollista on projektitiedoston takia tuottaa raportti kaikkien kerrosten tarvike määristä yhdellä kertaa, yhteen taulukkoon. Vaihtoehtoisesti mahdollisuus määräluettelon tuottaminen voidaan tehdä niin sanottujen huoneiden perusteella, jotka pitää erikseen määrittää tai vain tiettyjen kerroksien osalta. Raportin määrittelyssä voidaan myös määrittää, minkä järjestelmien tarvikkeet otetaan huomioon (kuva 3, ks. seur.s.).



Kuva 3. MagiCADin raportin määrittäminen.

Haluttujen kerrosten taulukkoon tarviketietojen on muokkaus mahdollisuus. Saraketietoihin voidaan määrittää kerroksessa olevan tarvikkeen kerros nimen, jolloin raportista nähdään kaikkien kerrosten tarvikkeet eriteltyinä kerrosnimiin (kuva 4).

Tunn	Järj.kuvaus	Selitys	Tuotekoodi	Asennustap	Kotelo/ntilu	Kerros	Kpl
H4	Sähkönliitäntäjärjestelmät	Pistor. 2-os.maad.	Recessed earthed soc	F		Kerros 1	3
H4	Sähkönliitäntäjärjestelmät	Europistor.				Kerros 2	1
H4	Sähkönliitäntäjärjestelmät	Pistor. 2-os.maad. Johtokanavassa	Recessed earthed soc	T		Kerros 1	1
H4	Sähkönliitäntäjärjestelmät	Pistor. 2-os.maad. Johtokanavassa	Recessed earthed soc	D		Kerros 1	1
H4	Sähkönliitäntäjärjestelmät	Pistor. 1-os.maad.		S		Kerros 1	1
H5	Valaistusjärjestelmät	Kytkin 1-nap			IP21	Kerros 1	2
H5	Valaistusjärjestelmät	Himmennin				Kerros 1	1
H3	Laitteistojen sähköistys	Moottori 1~				Kerros 1	1
H3	Laitteistojen sähköistys	Moottori 3~ 1-nop				Kerros 1	1
H3	Laitteistojen sähköistys	Moottori 3~ 2-nop				Kerros 1	1
H3	Laitteistojen sähköistys	Turvakytkin 3-nap.				Kerros 1	1
H3	Laitteistojen sähköistys	Taajuusmuuttaja				Kerros 1	1
J5	Tietoverkkojärjestelmät	Telepistorasia 1-os.		F	IP20	Kerros 1	2

Kuva 4. MagiCADin raportti esimerkki kerroksittain.

Tasokuviiin lisättävistä erikoissymboleista, esimerkkinä led-valaisimien merkintätapa, kyseiselle valonlähteelle ei ole virallista symbolia tai merkintätyyppiä, koska valaisin voi

olla fyysisesti suuren monimetallivalaisimen kokoinen tai yksittäisiä pieniä ledi-pisteitä kalusteessa. Käytettäessä led-valaisimia on suunnittelijan improvisoitava tasokuvaan liitettävän symbolin näkymisessä tai erikseen lisättävä viiteteksti symboliin, jotta tiedetään, milloin kyseessä on loisteputkivalaisin tai led-lista. Tosin luettelosta selviää valaisinpositio, jonka avulla saadaan selvillä kunkin valaisimen tyypit. Tällä tavalla tasokuvan ja massaluettelon yhteiskäytöllä saadaan tasokuvan merkinnöistä parempi käsitys.

Urakoitsijat sekä mahdollisesti tilaaja haluaisivat tasokuvissa esitettyjen symbolien näkyvän massaluettelossa, jotta välttyään väärin ymmärryksiltä sekä harvemmin käytettävät erikoismerkit selviävät tasokuvan ja massaluettelon yhteiskäytöllä. Symbolien lisääminen taulukkolaskenta-ohjelmistoon täytyy tehdä käsin, koska MagiCADissa ei ole mahdollisuutta saada piirrossymbolia leikepöytään ja siten liitettyä luetteloon.

Lisäksi taulukkolaskenta-ohjelmistoon liitetyn raportin ja näin ollen luetteloiden yleisilmettä ja selkeyttä on otettu huomioon Optiplanin kannalta. Massaluettelot toteutetaan mahdollisimman selkeäksi luettavaksi ja yleisilmeiltään yhteneväksi.

13.3 Tulevaisuuden muutokset massaluetteloihin

Kehityksen myötä massaluettelot tuovat rakennuskohteelle kustannus säästöjä ja mahdollisesti myös loppukäyttäjälle visuaalisesti hyödyllisiä tietoja. Luetteloissa mahdollisesti tulevaisuudessa voisi olla myös lueteltuna seuraavia asioita:

- *Huolto* (valvonta), huollon ja valvonnan tarkoituksena on esimerkiksi valaisimien polttoikä tai valaisimen puhdistus aikataulu, mikä olisi käyttäjälle hyödyllistä valonlähteiden vaihtamisen ja huoltovälien kartoittamiseksi.
- *Lisälaitteet* (liitännälaitteet, ym.), esimerkiksi valaisimien liitännälaitteen ja käyttöiän merkitsemisellä voitaisiin kartoittaa laitteen huoltoaika.

- *Erikoisominaisuutena* (taajuusmuuttaja käyttö, kompensointi, ym.) on se, että luetteloihin laitetaan merkinnät mahdollisista taajuusmuuttaja käytöistä tai loistehon kompensoinnista voitaisiin erikseen hinnoitella tai muuten huomioida suunnitelmissa.
- *KytKentöjen määrät*, joista saadaan urakoitsijalle rahallista hyötyä, ja selviää keskuksissa tehtävien kytkentöjen määrä ja näin ollen saadaan vielä tarkempi kustannusarvio rakennuskohteesta.

Huollon merkitys urakoitsijalle toisi lisäetua esimerkiksi liitäntälaitteiden mallien ja tyyppien merkitsemisellä valaisinluetteloon, jolloin tiedettäisiin laitteen todennäköinen elinikä ja näin ollen huoltoaika kun hankkeen valmistuttua käyttäjällä on kahden vuoden takuu urakoitsijalta. Etenkin, kun led valonlähteenä on yleistymässä energiatehokkuutensa ja pitkän elinikänsä takia (usein vähintään L70/50.000h), jolloin valaisimen vioittuttua valonlähde saattaa olla ehjä, mutta valaisimen liitäntälaitte on tullut tiensä päähän. Nykyisten toimintatapojen mukaan urakoitsija tilaa valaisimet ja liitäntälaitteet, mikäli ne eivät kuulu valaisimeen. Tällöin valaisimien ja liitäntälaitteiden valinta siirtyy suunnittelijalle selvitettäväksi. Luettelon lisäksi olisi hyödyllistä olla liitäntälaitteen sähköiset ja tekniset ominaisuudet, jotta valolähteelle löytyy vastaava liitäntälaitte, mikäli alkuperäisen tuotteen valmistus on loppunut tai kehitetty parempi ja energiatehokkaampi tuote.

Urakoitsijan kanssa käydyn keskustelun perusteella siirtymistä suunnittelijoiden tuottamiin massaluetteloihin halutaan, jotta suurien hankkeiden laskentaan käytettävän työajankäyttö saataisiin pois urakoitsijalta, ja virheiden määrä pienenee. Toisaalta kuten jo alussa on mainittu, että kokenut laskija voi suunnitelmista huomata, mitä asioita piirustuksista puuttuu, jolloin lisätyön laskuttamiseen avautuu mahdollisuus.

Keskustelun päätteeksi otettiin huomioon urakoitsijoiden käyttämät laskentaohjelmistot, joissa käytetään pakettihinnoittelua. Pakettihinnoittelu tarkoittaa tietyn tarvikkeiden vaatimaa työtä ja muita asennuksen vaatimia erillistarvikkeita, jotka on nidottu paketeiksi ja näin ollen saadaan pakettihinta tarvikkeille ja työlle. Suunnitteluohjelmistojen kehityksen myötä voisi olla mahdollista tuottaa määräluettelo, jota urakoitsijan laskentaohjelmisto ymmärtäisi suoraan ja pakettihinnoittelun avulla saataisiin jo suunnitelmista urakanhinta-arvio.

14 Yhteenveto

Työssä havaittujen puutteiden perusteella ja käytyjen keskustelujen sekä muun materiaalin osalta laskentatyö toteutetaan vieläkin urakoitsijoilla, mutta tietomallipohjaiseen ja massaluettelomaiseen suunnitteluun ollaan siirtymässä. Jotta voitaisiin vähentää rakennusprojekteissa tulevia tilaajan ja urakoitsijan kustannuksia, on tällöin suunnittelijoilla oltava laskennan osuudesta tietynlainen vastuu, joka on vielä yhteisten ohjeiden ja sopimusten osalta puutteellinen. Niiden ohjeiden ja sopimusehtojen avulla päästään siihen, että niin tilaaja kuin rakennuttaja näkevät, mitkä ovat massaluetteloiden hyödynnettävyys jo urakkalaskentavaiheessa sekä urakanhinnoittelussa.

Työn tavoitteet saavutettiin kehittämällä toimeksiantajan valmiuksia toteuttaa massaluetteloita. Ongelmakohtina ovat tilaaja–suunnittelija–urakoitsija välisten yhteisten ehtojen puuttuminen ja niiden toteuttaminen rakennuskohteen suunnittelussa. Pureutuminen näihin ehtoihin vaatii vielä aikaa, jotta päästään haluttuun tilanteeseen, kaikkien kannalta tarkempiin suunnitelmiin, välttymistä turhilta lisäkustannuksilta sekä tietenkin tehokkaaseen työpanostukseen sähkösuunnittelussa.

Tulevaisuutta ajatellen ollaan etenemässä tietomallisuunnittelun ja määräluetteloiden maailmaan suunnittelijan työnä, mutta vanhasta ajattelumallista ja työskentelytavoista on pyrittävä eroon ja siirryttävä edulliseen ja jokaista osapuolta hyödyttäviin toimintatapoihin, jolloin asiakirjat, sopimukset, vastuut ja kustannukset ovat yhteisesti sovittuja. Tähän siirtyminen edellyttää yhteistä pohdintaa ja keskustelua niin rakennuttajan, suunnittelijoiden kuin urakoitsijoiden kanssa yhteisten pelisääntöjen löytämiseksi.

Tietomallimaisen suunnittelun edut on valtavat verrattuna nykyiseen suunnittelutapaan, missä urakoitsijan teettämään laskentatyöhön vaadittava työpanostus on merkittävä. Siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun vaatii myös ohjelmistojen kehittymistä, jotta massaluetteloista saadaan entistä luotettavampia ja tarkempia. Ohjelmistojen kehittyttyä kasvaa tarve osaaviin ammattilaisiin, jotka osaavat käyttää tulevia laskentaohjelmistoja ja määrittää luotettavia tietomalleja sekä määräluetteloita.

Lähteet

- 1 Työ- ja elinkeinoministeriö – Julkiset hankinnat. Verkkodokumentti.
<http://www.tem.fi/kuluttajat_ja_markkinat/julkiset_hankinnat>. Luettu 31.7.2013.
- 2 Nurmio, Jarno. Lehtori. Metropolia. Helsinki. Sähkösuunnittelukurssi. 2011.
- 3 Harsia, Pirkko. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Espoo. Sähköinfo.
- 4 Massinen, Osmo. 2010. Tietomallipohjaisen suunnittelun johtaminen. Tutkimus. Aalto-yliopisto.
- 5 Kuitunen, Jarno. 2007. 3D Sähkösuunnittelu ja tietomallit. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- 6 Haikka, Matti. 2006. Massaluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmista. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu.
- 7 Mäkeläinen, Keijo. 2007. Selvitys sähköisen määrälaskennan nykytilasta ja käyttömahdollisuuksista tarjouslaskennan apuna. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- 8 Saastamoinen, Arto. 2011. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Tampere. Tammerprint.
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7 määrälaskenta. 2012. Verkkodokumentti.
<http://www.buildingsmart.fi/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_7_maalaskenta.pdf> Luettu 1.4.2013.
- 10 Sähkö & Rakentaminen 2/2006. 2006. Verkkodokumentti.
<http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/sahkojarakentaminen/sjar2006/fi_FI/sjar2006/_files/79065189624644227/default/SR_2-06.pdf>. Luettu 8.4.2013.
- 11 Rakennustaito 10/2010. 2010. Verkkodokumentti.
<<http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/6Cr4MtGvT.html>> Luettu 29.4.2013.
- 12 Peltonen, Keni. 2009. Tietomallien käyttö sähkösuunnittelussa. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu.
- 13 ST 41.30 Sähkösuunnittelun tarjouspyyntö ja tilaussopimus. Sähkötieto ry. 2007.
- 14 ST 13.80 Tarjouslaskenta. Pisteiden määrät ja sähköiset tarjouspyyntöasiakirjat. Sähkötieto ry. 2007.

TATE95-tehtäväluettelo

Taulukko 1.

Jos sähkö-, tele- tai turvasuunnitteluun liittyvä suunnittelusopimus tehdään ilman asennussuunnitelmaa, voidaan urakalaskenta-aineiston laajuus valita tästä taulukosta.

Laadittavat dokumentit ja niihin liittyvät tehtävät	TATE 95 kohta 4 Toteutussuunnittelu		TATE kohta 7.10 ja 7.15 Asennusaikainen suunnittelu
	Laajuus 1	Laajuus 2	
Asema- ja tasopiirustukset			
asemapiirustus			
• pisteet ja kaapelointitiedot	X	X	X
• sijaintimitoitus (kaapelikartta)		X	X
• ryhmänumerointi			X
sähkö- ja teletilojen sijoituspiirustukset			
• laitteiden sijaintimitoitus	X	X	X
• leikkaukset ja projektiot mitoitettuna			X
taso- ja leikkauspiirustukset			
• pisteet, valaisimet, keskusyksiköt, johtotiet, jakelualueet ja tilaluokitus	X	X	X
• ryhmitykset keskusalueittain ilman ryhmänumerointia	X	X	
• asennustapamerkinnot	X	X	X
• johtoteiden asennustapa ja korkotiedot		X	X
• johtotyypit, johdinmerkinnät ja putkitustiedot		X	X
• ryhmänumerointi			X
• telejärjestelmien kaapelointi		X	X
• asennustilapiirustukset (esim. leikkaukset kriittisistä paikoista)	X	X	X
• mitoitettut leikkaukset kattavasti			X
• asennusdetaljit (kalustopiirustukset, erikoisasennukset jne.)			X
• asennusdetaljit merkittävistä tai toistuvista asennuksista		X	
Energianjakelukaaviot			
• muuntamon ja pääkeskusten pääkaaviot (sähkötekniisesti mitoitettuna)	X	X	X
• muuntamon ja pääkeskusten ryhmä- ja kojenumerointi			X
• muuntamon ja pääkeskusten piirikaaviot ohjattavista lähdoista		X	X
• muuntamon ja pääkeskusten kokoonpanopiirustukset			X
• pääjohtokaaviot kaapelityyppien jännitehäviö- ja oikosulkulaskelmat	X	X	
• pääjohtojen kaapelivetoluettelot kaapelinumeroin			X
• jakokeskusten pääkaaviot (sähkötekniisesti mitoitettuna)	X	X	X
• pääkaavioiden ryhmä ja lähtötunnusnumerointi (keskusvalmistajan tietojen perusteella)			X
• jakokeskusten piiri- ja johdotuskaaviot eri tyyppisistä lähdoista	X	X	
• jakokeskusten piiri- ja johdotuskaaviot kaikista lähdoista		X	X
• väyläohjauksien kaapelointi- ja johdotuskaaviot (vaihtoehtoinen tavanomaisille ohjauksille)	X	X	X
• piiri- ja johdotuskaavioiden ryhmä- ja liittinumerointi (keskusvalmistajan tietojen perusteella)			X
• ryhmäkeskusten ja ohjaustaulujen lay-out – piirustukset tiloiltaan kriittisissä paikoissa		X	X
Selostukset, luettelot ja täydentävät piirustukset			
• sähköselostus	X	X	
• asennus- ja merkintäohjeet		X	X
• valaisinluettelo	X	X	
• erikoisvalaisinten piirustukset		X	X
• valaisinluettelo lopullisin tyypein			X
• kojeluettelo	X	X	
• kojeluettelo lopullisin tyypein			X
• LVI-kojeluettelo lähtö- ja kaapellitiedoilla täydennettynä	X	X	X
• ohjauskaapelikaaviot tai -luettelot	X	X	X
• ohjausjohtojen kaapelivetoluettelot kaapelinumeroin			X
• ohjausjohtojen kytkentätaulukot			X
• säätökaaviot kaapelointitiedoilla täydennettynä	X	X	X
• kenttäkaapeloinnin kaapelivetoluettelot kaapelinumeroin			X
Tele- ja turvajärjestelmä			
• kaaviot mallityyppien ja esimerkiksi kaapeloinnin (aksonometriset)	X	X	
• telelaiteluettelot teknisin tiedoin		X	X
• kaaviot valittujen järjestelmien mukaisesti			X
• telekaapelointimääritykset valittujen järjestelmien mukaisesti			X
• verkostojen kytkentätaulukot			X
• keskusyksiköiden kytkentätaulukot			X
• kaapelivetoluettelot			X
Loppudokumentointi			
• loppupiirustukset urakoitsijan asennusmerkintöjen pohjalta (kohta 7.15)			X
• rakennuttajan ylläpitojärjestelmän tietokantojen täydennys laitetiedoilla			X
• huoltokirja sähköasennusten osalta (kohta 7.26)			X

ST-kortti 13.80 Määräluettelon tarkennukset

1. Pisteiden laskenta

Pistemäärät ilmoitetaan määräluettelona, joka on mahdollista tuottaa yleisimmillä suunnitteluohjelmistoilla. Luettelo sisältää sähköpisteistä ne tiedot, jotka voidaan lukea nykyisen suunnittelukäytännön mukaisista tasopiirustuksista. Suunnitteluohjelman avulla tuotettu määräluettelo liittyy mukana toimitettuihin tasopiirustuksiin, joten niitä on käsiteltävä yhdessä ko. piirustusten kanssa. Mahdollisten tyyppilamuotoisen esitystapojen ja tekstimuotoisen määrittelyjen osalta on oltava määräluettelossa ja näissä tarkennuksissa täsmennettävä, mitkä massat on esitetty määräluettelossa.

2. Määräluettelon sisältö

Pisteet (symbolit); määräluettelo sisältää tasopiirustuksissa esitettyjen piirrosmerkkien lukumäärän siinä laajuudessa, kuin se on esitetty mukana olevissa piirustuksissa.

Kaapelointi; määräluettelo ei sisällä mitään kaapelointitietoja.

Johtotiet; määräluetteloihin sisältyvät johtoteiden määrätiedot voidaan esittää eri tavoin (laajuus riippuu sovellusohjelman mahdollisuuksista). Kohdekohtaisessa tarkennustekstissä esitetään jokin seuraavista vaihtoehdoista:

Vaihtoehto 1 (3D-pohjainen suunnitelma); määrätiedot sisältävät piirustuksiin merkityt johtoteiden vaaka- ja pystyosuudet. Määrät ilmoitetaan piirustuksiin merkittyinä pituuksina. Tarvittavat asennusvarat, kulmat, kaaret, kannet, kannakkeet ja muut asennustarvikkeet on laskennassa huomioitava normaalin laskentamenettelyn mukaisesti.

Vaihtoehto 2 (2D-pohjainen suunnitelma); määrätiedot sisältävät piirustuksiin merkityt johtoteiden vaakaosuudet. Määrät ilmoitetaan piirustuksiin merkittyinä pituuksina. Tarvittavat asennusvarat, kulmat, kaaret, kannet, kannakkeet ja muut asennustarvikkeet on laskennassa huomioitava normaalin laskentamenettelyn mukaisesti.

Vaihtoehto 3 (suunnitteluohjelma ei pysty tuottamaan johtoteiden määriä)

Johtoteiden määrätiedot määrittää laskija tasopiirustuksista normaalin laskentamenettelyn mukaisesti.

Valaisimet, kojeet, laitteet; valaisimet, lämmittimet, kojeet ja laitteet eivät sisälly tähän määräluetteloon, vaan ne on esitetty erillisissä määrälasketuissa taulukoissa.

Keskukset; keskuksien määriä ei sisällytetä määräluetteloon.

1. Määräluetteloiden sarakkeiden selvennykset

Piirrosmerkki; tasopiirustuksissa käytetty symboli.

Yksikkö; kpl, m.

Määrä; määrät esitetään piirrosmerkkien osalta kappaleina ja johtoteiden osalta metreinä.

IP-luokka; IP-luokka määritetään seuraavien vaihtoehtojen mukaan:

Vaihtoehto 1; IP-luokka on määritelty piirrosmerkkikohtaisesti, jolloin eri IP-luokkien kalusteet erotellaan määräluettelossa.

Vaihtoehto 2; IP-luokkaa ei ole määritelty piirrosmerkkikohtaisesti, jolloin laskija määrittää IP-luokkavaatimukset tasopiirustusten merkintöjen perusteella.

Sähköinen arvo; piirrosmerkin sähköinen arvo merkitään vain siinä tapauksessa, että se poikkeaa normaalista, esim. yli 16 A voimapistorasioden virta-arvo.

Nimitys/selitys; tasopiirustuksiin merkityn piirrosmerkin, symbolin, sisällön määrittäminen.

Asennustapa; määritellään pinta- tai uppoasennus, muut tiedot laskija määrittää tasopiirustuksista. Tieto voidaan saada jo piirrosmerkistä ja/tai nimitys-/selityssarakkeesta, jolloin tätä saraketta ei tarvitse täyttää.

Järjestelmä; järjestelmätunnus määräytyy CAD-piirto-ohjelman tai muiden vaatimusten mukaisesti. Suosituksena todetaan, että tässä sarakkeessa esitetään sama järjestelmätunnus, kuin työselostuksessa/tarjouserittelyssä on käytetty.

Valaisinluettelo

optiplanMANNERHEIMINTIE 105E, PL 44, 00585 HELSI
puh 010 507 6100, faks 010 507 6108**[Kohteen nimi]**

SÄH Valaisinluettelo																							
Osoite	Esimerkkitietä						Kortteli						Pirustus nro						Päivämäärä		HUOM		
Postinumero	12345 Helsinki						Tonnti						H5100						XX.XX.XXXX		XX.XX.XXXX		
Postitoimipaikka							Työ nro						1234						Muutos pvm				
No	Valaisinvalmistaja	Valaisintyyppi	Lamppu	P/W	Tyyppi	Kanta	Tv/K	Kerrosmäärät										YHT	Muutos				
								K	1	2	3	4	5	6	7	8	Piha	KPL					

Lampputyypinmerkinimet (ILCOS)I Heikku
H HalogeeniFD Loiste
FDH TS-loisteFS Pienloiste
L PienpainenatriumLED Ledli
S SuurpainenatriumQ Elohopea
M MonimetalliQ Elohopea
M Monimetalli

Sivu 1/1

Hyllyluettelo

[Kohteen nimi]

SAH Hyllyluettelo								
No	Osoite Postinumero Postitoimipaikka	Esimerkkitietu 23345 Helsinki	Kortteli Tontti Työ nro	XXX XXX XXXX	Plintus nro Tiedosto Revisio	Plintus nro HXXXX XXXX+XXXX_Hyllyluettelo.xls	Päivämäärä Muutos pvm	HUOM (esim. sähkötunnus)
		Tuoteseloste	Tiedot		Mittimäärä	As.korko	Muutos	