

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto

Matti Haikka

Massaluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmista

Sähkösuunnittelijan näkökulma

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 8.5.2006.

Työn valvoja

Professori Liisa Halonen

Työn ohjaaja

Insinööri Osmo Taulu

Tekijä:	Matti Haikka	
Työn nimi:	Massaluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmista	
Päivämäärä:	8.5.2006	Sivumäärä: 54
Osasto:	Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto	
Professori:	S-118 Valaistuslaboratorio	
Työn valvoja:	Professori Liisa Halonen	
Työn ohjaaja:	Insinööri Osmo Taulu	
<p>Työn tavoitteena oli selvittää sähkösuunnittelijan CAD-ohjelmalla tekemän massalaskennan vaikutuksia suunnittelutyöhön.</p> <p>Työssä tutkittiin sähköalan massalaskentaa talonrakennushankkeissa. Massalaskenta on nykyään urakoitsijoiden tehtävänä, ja tarjouslaskentavaiheessa tehdään suuri määrä tuottamatonta työtä, kun kaikki tarjoajat laskevat erikseen suunnitelman massat.</p> <p>Tarjouslaskentavaiheen hyödyn lisäksi massaluetteloiden tuottamiselle suunnitteluvaiheessa on muitakin perusteluita. Luetteloita voidaan esimerkiksi käyttää sopimusasiakirjoina ja niitä voidaan hyödyntää rakennuksen huoltokirjaa tehtäessä.</p> <p>Työssä esitetään kolmitasoinen malli massaluetteloille, lähtien yksinkertaisesta piste-luettelosta ja päättyen kattavaan tuote- ja tarvikeluetteloon. Eritasoisille luetteloille esitetään tarkoituksenmukaisia käyttökohteita ja tavoitteeksi asetetaan, että luettelot täydentyisivät hankkeen aikana, jolloin rakennuksen valmistuessa luovutusdokumentteihin voitaisiin sisällyttää täydellinen luettelo käytetyistä sähkötarvikkeista.</p> <p>Alalla on useita vuosia puhuttu laskennan siirtämisestä suunnittelijoille, mutta esteenä on ollut ohjeiden ja työkalujen puute. Ohjeita on nyt alettu luoda, ja tämä työ luo perustaa ohjeiden kehittämiseksi edelleen. Myös kehittyneimmät suunnitteluohjelmat ovat nyt sellaisia, että niillä voidaan tuottaa luotettavia ja käyttökelpoisia massaluetteloita. Alimman tason luettelon tuottaminen työskenneltäessä kehittyneimmillä työkaluilla lisää suunnittelijan työmäärää muutamalla prosentilla. Suunnittelijan on käytettävä suunnitteluohjelmaa oikein ja tiedettävä piirtäessään, mitä tietoja luetteloon halutaan.</p> <p>Työn tuloksena syntyi myös kehitysehdotuksia suunnittelun tehtäväluettelon ja suunnitteluohjelmistojen kehittämiseksi.</p> <p>Työn teettäjänä ja pääasiallisena rahoittajana toimi JP-Talotekniikka Oy.</p>		
Avainsanat:	CAD, massalaskenta, massaluettelo, määräluettelo, sähkösuunnittelu, sähköurakointi, tuotemalli	

Author:	Matti Haikka	
Name of Thesis:	Producing bills of quantities using CAD-programs	
Date:	8 th May 2006	Number of pages: 54
Department:	Department of Electrical and Communications Engineering	
Professorship:	S-118 Lighting Laboratory	
Supervisor:	Professor Liisa Halonen	
Instructor:	Osmo Taulu, B.Sc.(Tech.)	
<p>The aim of this thesis was to determine the impact to the electrical design work when quantity calculation is done by a designer using a CAD program.</p> <p>The thesis examines the quantity calculation in electrical field of the construction industry. Nowadays, electrical contractors complete quantity calculation before the construction tender is submitted. A considerable amount of non-profitable work is thus carried out in the bidding phase.</p> <p>There are also other arguments for the designer to complete quantity calculation besides just the advantages this offers in the bidding phase. For example, the bills of quantities can be used as parts of contracts and they can also be used in preparing a maintenance manual for the building.</p> <p>This thesis presents a three-level model for bills of quantities, beginning with a simple list of electrical points and ending with an all-inclusive list of electrical components and devices. Proper applications for these different lists are also outlined. Further information should progressively be added to the lists as the project progresses, thereby producing a complete list of all electrical components and devices by the time the construction is finished.</p> <p>It has often been proposed that designers should do the calculations, not the contractors, but one obstacle to this has been a lack of tools and guidelines. In past years new guidelines have been drafted, and this thesis provides a basis to continue improving them. Nowadays, the most sophisticated CAD programs are able to produce definitive and useful material lists. The production of the lowest-level list would increase the designer's workload by only few percent. Added to this, the benefit of the first-level bill of quantities calculated by a designer would save millions of euros per year in construction costs.</p> <p>The thesis also presents proposals for developing the planning worklist and CAD programs.</p> <p>The thesis was commissioned and partly financed by JP Building Engineering Ltd.</p>		
Keywords:	CAD, bill of quantities, computation of quantities, electrical contracting, electrical design, quantity calculation, product model	

ALKUSANAT

Jo pienestä pitäen monet sukulaiseni pitivät selvänä, että minusta tulee isona insinööri. Muitakin vaihtoehtoja oli, mutta tässä sitä nyt ollaan ja ihmetellään, että mitähän seuraavaksi. Viime vuosiin on mahtunut tunteita epätoivosta onnistumisen riemuun – aivan kuten tämän työn tekemiseenkin. Tämän työn aloittaminen oli hyppy lähes tuntemattomaan, mutta nyt voi sanoa, että kyllä se kannatti.

Kiitokset JP-Talotekniikalle, erityisesti osastonjohtaja Osmo Taululle, työn mahdollistamisesta ja kiitos myös kaikille työkavereille, jotka ovat apuaan antaneet. Pienistä puroista syntyy suuria virtoja.

Kiitos työn valvojalle professori Liisa Haloselle erittäin innostuneesta suhtautumisesta sekä hyödyllisistä neuvoista ja kommentteista.

Kiitos Neuvottelevat Sähkösuunnittelijat ry:lle sekä Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:lle avusta ja tuesta. Kiitokset myös niille kymmenille eri yritysten edustajille, jotka ovat työtäni tavalla tai toisella tukeneet.

Suurimmat kiitokset kuuluvat kuitenkin kotijoukoille, Eevalle, Maijalle ja Niilolle, jotka ovat jaksaneet tarpoa kanssani tämänkin urakan läpi.

Otaniemessä vapunpäivänä 2006

Matti Haikka

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

1 JOHDANTO	1
1.1 TAUSTAA	1
1.2 TYÖN TAVOITE JA SISÄLTÖ.....	2
1.3 JP-TALOTEKNIikka OY	3
2 SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSI	4
2.1 SUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELO	4
2.1.1 Tarveselvitys	5
2.1.2 Hankesuunnittelu	5
2.1.3 Luonnossuunnittelu	5
2.1.4 Toteutussuunnittelu	6
2.1.5 Johtopäätöksiä ja muita huomioita	7
2.2 SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITYSHANKKEET	9
2.2.1 SuPro	9
2.2.2 Rakentamisen suunnittelun tehtäväluetteloiden uusimisprojekti	9
2.2.3 IFC	10
3 SÄHKÖURAKAN KUSTANNUSLASKENTA	12
3.1 HISTORIAA	12
3.2 NYKYINEN KÄYTÄNTÖ	13
3.3 TULEVAISUUS	15
3.3.1 Miten muualla?	15
3.3.2 Eri urakkamuotojen vaikutukset	15
4 MASSALUETTELOT	17
4.1 MITÄ MASSALUETTELOT OVAT	17
4.2 MASSALUETTELOIDEN KÄYTTÖKOhteET	17
4.3 ERITASOiset LUETTELOT	18
4.3.1 I taso	18
4.3.2 II taso	19
4.3.3 III taso	20
4.4 MASSALUETTELOT CAD-OHJELMISTOISSA	21
4.4.1 MagiCAD.....	21
4.4.2 CADS	22
4.4.3 Point	22
4.4.4 SähköARK.....	22
4.4.5 Minacs	23

4.5 MASSALASKENTAAN LIITTYVÄ TUTKIMUS JA KEHITYS	23
4.5.1 Tuotemalli ja massaluettelot	25
4.6 YHTEENVETO	26
5 LUOTETTAVIEN JA KÄYTTÖKELPOISTEN MASSALUETTELOIDEN TUOTTAMISEN EDELLYTYKSET	28
5.1 VAATIMUKSET SUUNNITTELULLE.....	28
5.1.1 Nollavaihtoehto.....	28
5.1.2 I taso	29
5.1.3 II taso	30
5.1.4 III taso	32
5.2 ARVOIDUT VAIKUTUKSET TYÖMÄÄRIIN	32
5.2.1 Kysely suunnittelutoimistoille	33
5.2.2 Urakoitsijakysely	34
5.3 YHTEENVETO	36
6 MASSALUETTELOIDEN KUSTANNUKSET JA TALOUDELLISET HYÖDYT	37
6.1 I TASO	38
6.2 II TASO	39
6.3 III TASO.....	40
6.4 YHTEENVETO	40
7 RAJAPINNAT MUIDEN TOIMIJOIDEN KANSSA.....	42
7.1 VASTUUKYSYMYKSET.....	42
7.2 TIEDONKULKU	44
8 KEHITYSTARPEET OHJELMISTOILLE JA SUUNNITTELUN TEHTÄVÄSISÄLLÖLLE	45
8.1 SUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELOON KEHITTÄMINEN	45
8.2 OHJELMISTOJEN KEHITTÄMINEN	46
9 YHTEENVETO	48
9.1 TULOXSISTA.....	48
9.2 JATKOTUTKIMUS- JA KEHITYSTARPEITA.....	50
9.3 LOPPUSANAT.....	51

LÄHTEET

LIITTEET

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

2D	2-dimensional kaksiulotteinen
3D	3-dimensional kolmiulotteinen
CAD	Computer Aided Design tietokoneavusteinen suunnittelu
dwg	Autodesk Inc:n AutoCAD-ohjelmistojen tiedostojen tallennusmuoto
IFC	Industry Foundation Classes rakennusalan tiedonkuvauksen ja -siirron standardi
IP	Internal Protection sähkölaitteen kosteus- ja pölysuojausluokitus
massaluettelo	lista suunnitelman tarvike- ja materiaalmääristä
määräluettelo	ks. massaluettelo
NSS ry	Neuvottelevat sähkösuunnittelijat ry
RAKLI ry	Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry
SKOL ry	Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry
ST-kortisto	Sähköinfo Oy:n julkaisema sähkötietokortisto
STUL ry	Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry
SuPro	Rakentamishankkeiden suunnitteluprosessin kehittämishanke
sähkönumero	Suomen sähkötukkuliikkeiden liiton julkaiseman Musta kirja -sähkö- tarvikeluettelon mukainen tarvikenumero
tasopiirustus	rakennuksen pohjapiirustuksen päälle tehty sähkösuunnitelma
Tate 95	Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Uuden rakennuksen tai saneerauksen suunnittelu on monesti niin vaativaa ja suunnittelu-aikataulut niin kireitä, että suunnittelutyön tekijöitä on useita. Lisäksi suunnittelussa mukana on monia muita osapuolia, esimerkiksi työn tilaaja, rakennuksen tuleva käyttäjä ja hankkeen rahoittaja. Sujuvan yhteistyön takaamiseksi on sovittu yhteisistä toimintamalleista ja -säännöistä. Koko suunnitteluprosessi on jaettu eri vaiheisiin, joiden sisältö on edelleen tarkennettu hyvinkin yksityiskohtaiselle tasolle.

Suunnitteluprosessin vaiheet ovat tarveselvitysvaihe sekä hanke-, luonnos- ja toteutus-suunnitteluvaiheet [Rak95]. Tarveselvitys ja hankesuunnittelu sisältävät mm. perustelut hankkeelle ja rakennukselle asetettavien tavoitteiden määrittelyn. Luonnossuunnitteluvaiheen pääsisältö on käytettävien järjestelmien toiminnallisten tavoitteiden määrittely ja toteutustapojen vertailu. Sähkösuunnittelu aloitetaan useimmiten vasta luonnossuunnitteluvaiheessa. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään suunnitelmat, joiden perusteella asennustyö voidaan suunnitella ja suorittaa. [Har04]

Nykyään on tapana, että suunnittelija toimittaa paperitulosteet suunnitelmista urakoitsijalle ja tämä laskee niistä käsin vaadittavat tarvikkeet. Useita vuosia on aiottu siirtyä tietokoneella tapahtuvaan laskentaan, mutta muutos tuntuu olevan hyvin hidaskäyttöinen. Motiivina koneelliseen laskentaan siirtymisessä on pääasiassa kustannussäästö ja myös inhimillisten virheiden eliminointi. On esitetty, että kun yksi suunnittelija tuottaa tarvikeluettelot (massaluettelot, määräluettelot) kaikille tarjoustalouksille laskeville urakoitsijalle, päällekkäisyys tarjouslaskennan massoittelemisessa vähenee ja näin prosessi nopeutuu ja kokonaiskustannukset pienenevät. Päällekkäisestä laskennasta tarjouslaskentavaiheessa aiheutuviksi kustannuksiksi koko talotekniikka-alalla on esitetty jopa 140 miljoonaa euroa vuodessa [Uus05, Tii05].

Monessa muussa maassa (mm. Saksassa ja Britanniassa) sähkösuunnittelijat tuottavat yleisesti massaluettelot, ja tarjoukset pyydetään näiden luetteloiden perusteella [Ste05]. Muun muassa tästä syystä suomalaisetkin suunnittelijat ovat ulkomaanprojekteissa tuottaneet massaluetteloita, joten aivan uudesta asiasta ei käytännössä ole kyse. Asia koskettaa monta osapuolta, ja kaikille pitäisi pystyä perustelemaan, miksi nykykäytäntöä ollaan muuttamassa.

Suurimpina esteinä nykykäytännön muuttumiselle vaikuttaisivat olevan syvään juurtuneet vanhat toimintatavat ja asenteet. Myös suunnittelutyön tilaajan haluttomuus maksaa suunnittelijalle lisäkorvausta laskennasta saattaa vaikuttaa asiaan. Haluttomuus johtuu todennäköisesti suurimmalta osin tiedon puutteesta ja yhteisesti hyväksytyjen toimintamallien puuttumisesta [Aut05]. Toisaalta suunnittelijat pelkäävät, että heidän pitäisi tehdä työ ilman lisäkorvausta, eivätkä siten ole kovin halukkaita markkinoimaan asiaa. Ohjelmistovalmistajat ovat halukkaita kehittämään ohjelmiaan asiakkaiden tarpeiden perusteella [Pii05, Met05].

Sähkösuunnittelualalla on parhaillaan suuri murros käynnissä. On kuljettu pitkä tie käsinpiirtämisestä tietokoneavusteiseen suunnitteluun (Computer Aided Design, CAD) ja nyt puhutaan jo tuotemallipohjaisesta 3D-suunnittelusta [Gru05a]. Kolmiulotteinen suunnittelu tulee todennäköisesti lähivuosina sähkösuunnittelussakin jokapäiväiseksi, LVI-suunnittelussa se on ollut vallitsevana jo joitakin vuosia. Todennäköisesti massalaskentakin muuttuu yhä useammin tietokoneohjelmalla tehtäväksi, ja kun yhteiset pelisäännöt saadaan sovittua, niin laskennasta tulee osa suunnittelutoimintaa.

1.2 Työn tavoite ja sisältö

Tämän työn päätavoitteena on määritellä vaatimukset, joita massaluetteloiden tuottaminen CAD-suunnitelmista asettaa suunnittelutyölle. Lisäksi tavoitteena on selvittää suunnittelijan tuottamien luetteloiden tuoma lisäarvo rakennusprosessiin. Työssä keskitytään talonrakennusalan sähkösuunnitteluun.

Päätavoitteen saavuttamiseksi määritellään, mitä tietoja käyttökelpoisissa massaluetteloissa tarvitaan ja mitä suunnittelutyöhön liittyviä muutoksia tarvitaan, jotta massaluetteloita voitaisiin tuottaa suunnitteluohjelmistoista.

Sähköalalla on yleisesti tavoitteena saada massalaskentaa siirrettyä suunnittelijoiden tehtäväksi. Tämän työn tarkoitus on omalta osaltaan tukea tätä tavoitetta ja tuoda asiaan lisävalaistusta suunnittelun näkökulmasta.

Jotta massalaskentaa voitaisiin siirtää suunnittelijan tehtäväksi, asiasta pitää olla yksityiskohtaiset kaikkien osapuolten hyväksymät ohjeet ja toimintamallit. Tässä työssä luodaan perustaa käytännön ohjeille.

Tavoitteena on myös tuottaa kehitysehdotuksia ohjelmistovalmistajille ja muille suunnittelun sidosryhmille. Yritysten välisen kilpailun vaikutuksia esitettyihin asioihin ei oteta huomioon.

Pääasiallisena lähteenä tässä työssä ovat keskustelut sähkösuunnittelun ammattilaisten ja sidosryhmien (rakennuttajien, urakoitsijoiden ja ohjelmistotoimittajien) kanssa. Kirjallisena materiaalina ovat lähinnä sähköalan ammattilehdet ja tutkimusraportit.

Työssä esitellään aluksi taustatietona suunnittelun kulkua ja siihen liittyviä ohjeita sekä selvitetään sähköurakan kustannusten muodostumista. Neljännessä luvussa selvitetään massaluettelon käsite ja ohjelmistojen valmiudet luetteloiden tuottamiseen sekä esitellään muita aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Viides luku on työn ydin: siinä selvitetään mitä vaatimuksia massaluetteloiden tuottaminen asettaa suunnittelulle. Kuudennessa luvussa selvitetään aiheeseen liittyviä taloudellisia kysymyksiä. Lopuksi esitellään aiheeseen liittyviä ongelmakohtia ja kehitysehdotuksia sekä esitetään yhteenveto työn tärkeimmistä tuloksista.

1.3 JP-Talotekniikka Oy

JP-Talotekniikka Oy on yksi Suomen suurimmista talotekniikka-alan konsultti- ja suunnitteluyrityksistä ja sen palveluksessa on noin 200 alan asiantuntijaa. Yhtiön päätoimialat ovat LVI-, automaatio-, sähkö- ja telesuunnittelu, rakennesuunnittelu sekä kiinteistönhallinnan ja kiinteistöalan ympäristöasioiden konsultointi.

JP-Talotekniikka toimii kolmella pääalueella:

- suunnitteluvaiheessa oleellisena osana suunnittelevaa ryhmää
- valmiin kiinteistön käyttö- ja ylläpitoratkaisujen kehittäjänä
- kiinteistöalan asiantuntijakonsulttina

JP-Talotekniikka on osa Jaakko Pöyry Groupia, jossa se kuuluu Infrastrukturi ja ympäristö -ryhmään. [JP06]

Huhtikuusta 2006 alkaen yrityksen nimi on Pöyry Building Services Oy.

2 SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSI

Tässä luvussa esitellään rakennussuunnitteluprosessin kulkua sähkösuunnittelun näkökulmasta. Käsiteltävänä on sekä nykyinen toimintamalli että kehityshankkeita.

Sähkösuunnittelun eteneminen riippuu hankkeen muun suunnittelun etenemisestä. Sähkösuunnittelijalla on erilaisia tehtäviä suunnittelun eri vaiheissa. Alkuvaiheessa suunnittelija on lähinnä neuvonantaja, toteutussuunnitteluvaiheessa suunnittelija tekee hyvinkin yksityiskohtaisia suunnitelmia.

Suuri osa sähkösuunnittelutehtävistä on jossain määrin toistuvia, joten suunnittelun apuna voidaan käyttää tehtäväluetteloa, jossa on lueteltu kaikki mahdollisesti tarvittavat järjestelmät. Näin suunnittelussa voidaan aina edetä tietyn kaavan mukaan. Jäljempänä esitellään yleisesti Suomessa käytössä olevasta luettelosta lähinnä sähkösuunnittelua koskeva osa.

Suunnitteluun liittyy monia ohjeita ja säännöstöjä, joista osa on juridisia tai kaupallisiin asioihin liittyviä ja osa teknisiä. Juridisista säännöstöistä mainittakoon sopimuslainsäädännön lisäksi Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998) [Rak98] sekä Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot (KSE 1995) [Kon95]. Rakennushankkeeseen liittyvistä sopimuksista löytyy tietoa teoksesta Rakennussopimukset [Liu04]. Suunnittelussa on huomioitava myös Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset (TateRYL) [Tal02].

Sähköalaa koskevia ohjeita ja määräyksiä on koottu Sähköinfo Oy:n julkaisemaan Sähköpätevyyden ylläpitokansioon [Säh05a]. Samoin Sähköinfo Oy:n julkaisemassa ST-kortistossa [ST06] on lukuisia teknisiä ohjeita ja esimerkkejä, joista osa perustuu viranomaissäädöksiin ja osa sähköalan suosituksiin ja yleisiin käytäntöihin.

2.1 Suunnittelun tehtäväluettelo

Nykyään suunnittelun apuna käytetään Talotekniikan suunnittelun Tate 95 -tehtäväluetteloa lisälehtineen [Tal95, Tal99], joka sisältää tehtäväluettelot LVI-, sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnitteluun. Suunnitteluyritysten omat suunnitteluohjeet pohjautuvat usein Tate 95 -tehtäväluetteloon, koska sopimuksissa on helppo viitata yleisesti tunnettuun ohjeistoon. Tate 95 sisältää ohjeet hankkeen eri vaiheiden tehtävistä ja niistä saatavista tulosteista.

2.1.1 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään rakennuttajan tarpeet ja resurssit ja sitä kautta hankkeen rajat; tilat, rahoitus ja erilaiset toteutusvaihtoehdot. Tarveselvitys päättyy investointipäätökseen tai hankkeen hylkäämiseen. Sähkösuunnittelija on harvoin tässä vaiheessa mukana.

2.1.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa valitaan toteuttamiskelpoisten järjestelmien toiminnot ja ominaisuudet kohteelle asetettujen vaatimusten perusteella. Teknisiä määrittelyjä ei hankesuunnitteluvaiheessa tehdä. Hankesuunnitelmatietojen pohjalta on kuitenkin voitava tehdä kustannusarvio. Kustannusarvio voidaan tehdä esimerkiksi tilaluettelon perusteella.

2.1.3 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa tarkennetaan valittuja ratkaisuja ja tehdään teknisiä perusmäärittelyjä. Tate 95:n mukaan sähköjärjestelmien osalta määritellään

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

Luonnossuunnitteluvaiheessa tehdään yleensä L1- ja L2-piirustukset, joista L2 on tarkempi ja toteutussuunnittelun pohjana toimiva. Luonnossuunnittelun tuloksena syntyvien asiakirjojen tulisi olla laajuudeltaan sellaiset, että niitä voidaan käyttää rakennuslupahakemuksessa.

2.1.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitellaan järjestelmät ja laitteet yksityiskohtaisesti sekä määritellään niiden tekniset vaatimukset. Tate 95:n mukaan sähköjärjestelmien osalta

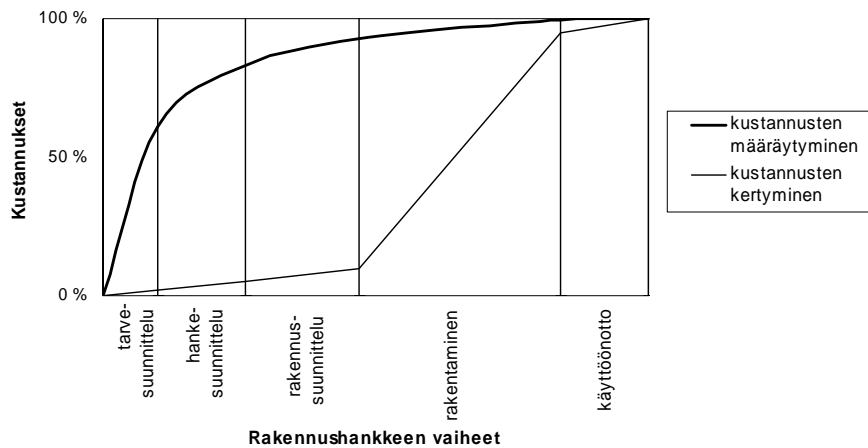
- mitoitetaan jakelureitit ja -järjestelmät
- määritellään ja sijoitetaan johtotiet ja -järjestelmät
- laaditaan keskusten pääkaaviot
- tarkennetaan jakelualueet
- tarkennetaan maadoitus- ja potentiaalintausjärjestelmät
- suoritetaan teho- ja mitoituslaskelmat
- määritellään ohjausratkaisut
- tarkennetaan valaistusratkaisut
- määritellään ja sijoitetaan valaisimet
- tarkennetaan tila- ja suojausluokitukset
- suoritetaan lopullinen pistesijoittelu
- suunnitellaan ryhmykset ja johdotukset
- laaditaan asennussuunnitelma

Toteutussuunnittelun tuloksena syntyneiden asiakirjojen perusteella voidaan suorittaa hankinnat ja aloittaa asennustyöt. Tate 95:n lisälehdessä on määritelty toteutussuunnittelulle kaksi eri laajuutta, joista laajempi on tarkoitettu käytettäväksi erityisesti vaativimmissa kohteissa [Tal99]. Suunnittelun sisältö molemmissa tapauksissa on esitetty liitteessä 1.

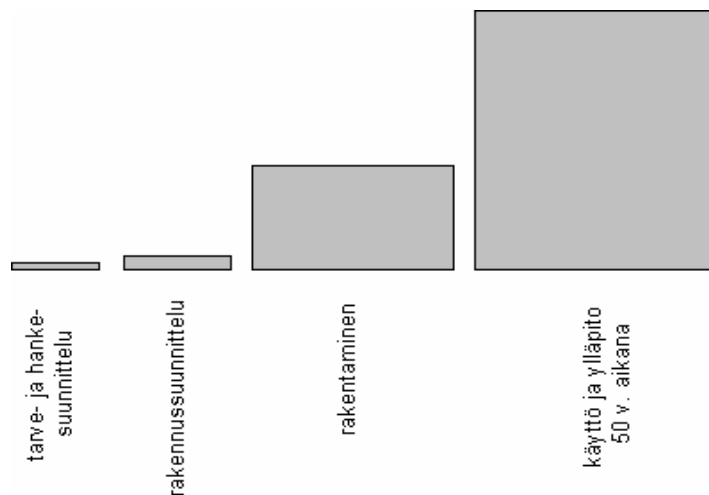
Toteutussuunnitelma ei ole kaikenkattava asennusohje, vaan usein joudutaan vielä tekemään asennussuunnitelmia. Asennussuunnitelmat, työkuvat sekä muutosten dokumentoinnin tekee usein urakoitsija, koska suunnittelija on hyvin harvoin työmaalla valvomassa ja päivittämässä suunnitelmia. Suunnitteluprosessi päättyy kohteen käyttööntoon siihen liittyvine tarkastus- ja valvontatehtävineen sekä loppudokumenttien laadintaan.

2.1.5 Johtopäätöksiä ja muita huomioita

Hankkeen kustannukset on suunnitteluvaiheessa suurimmaksi osaksi kiinnitetty, toisaalta suunnittelun osuus koko hankkeen kustannuksista on pieni osa. Kuva 1 esittää kustannusten määräytymisen ja kertymisen hankkeen eri vaiheissa ja kuva 2 koko rakennuksen elinkaaren aikaiset kustannukset suhteellisinä. Johtopäätöksenä on, että suunnitteluun alkuvaiheeseen kannattaa panostaa, sijoitus voi myöhemmässä vaiheessa hyödyttää paljonkin. Tehtäväluettelo ei tätä kuitenkaan mitenkään huomioi.



Kuva 1. Kustannusten määräytyminen rakennusprojektissa [Per92].



Kuva 2. Rakennuksen suhteelliset elinkaarikustannukset [Per92].

Tate 95 on järjestelmälähtöinen, ja sen vuoksi sitä on kritisoitu epäselväksi varsinkin niille rakennuttajille ja työn tilaajille, jotka eivät ole rakennusalan ammattilaisia. Nykyisen kaltaisista suunnitteluasiakirjoista, joissa on esitetty järjestelmän tekninen kuvaus, puuttuu tieto järjestelmän ominaisuuksista. Juuri ominaisuudet tilaajaa kuitenkin eniten kiinnostavat.

Tate 95 on myös laadittu paperidokumentteihin perustuvaa ja kokonaisurakkamuotoa palvelevaa suunnittelua varten, eikä se vastaa nykyajan tietoteknisten suunnittelu- menetelmien asettamia vaatimuksia [Nie00]. Tehtäväluettelosta puuttuu mm. sähköisten dokumenttien siirtoon, säilytykseen ja yhteiskäyttöisyyteen liittyviä asioita. Siitä puuttuvat myös suunnitelmien tarkkuuteen ja laadunvarmistukseen liittyvät asiat kokonaan. Tehtävä- luettelo ei siten tue laatuajattelua. Tate 95 ei myöskään huomioi millään tavalla kolmi- ulotteista suunnittelua eikä tuotemallisuunnittelua.

Urakoitsijan tekemästä suunnittelusta olisi hyvä pyrkiä eroon, koska se on taakka urakoitsijoille ja toisaalta tuttua työtä suunnittelijoille. Suunnittelijan pitäisi pystyä valvomaan projektia koko ajan, jotta voitaisiin varmistua suunnitelmien toteutumisesta ja muutosten asianmukaisesta dokumentoinnista [Gru05b].

Tehtäväluetteloa on yritetty uudistaa useampaan kertaan, joista yhden tuloksena syntyi Tate 95:n lisälehti. Muita käytännön työhön vaikuttavia tuloksia ei ole kehitysprojekteista saatu. [Tau06]

Tate 95 -luettelossa on myös joukko erillistehtäviä, joihin kuuluu mm. määrälaskenta ja siihen perustuva kustannuslaskelma. Koska määrälaskenta on erillistehtävänä, sitä ei useinkaan oteta mukaan suunnittelusopimuksiin. Jos määrälaskenta halutaan siirtää suunnittelijoiden tehtäväksi, se tulisi integroida kiinteästi tehtäväluetteloon ja suunnitteluohjeisiin sekä valmiisiin sopimus pohjiin, jolloin sen toteuttaminen kuuluisi luonnollisena osana suunnitteluun.

2.2 Suunnitteluprosessin kehityshankkeet

2.2.1 SuPro

Vuonna 2000 käynnistettiin suunnittelun kehittämishanke, joka liittyi Teknologian kehittämiskeskuksen TEKESin ProBuild-ohjelmaan. Rakentamishankkeiden suunnittelu-prosessin kehittämishanke SuPro -nimisen hankkeen alullepanijoina olivat Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry ja Arkkitehtitoimistojen Liitto ATL ry. Ideakilpailun ja kehitystyön tuloksena syntyi malli, jolla rakennushankkeen suunnittelua yritettiin saada systematisoitua ja kehitettyä. [Sup05]

Tate 95 -tehtäväluetteloon verrattuna muutos olisi ollut suuri: teknisestä ajattelusta olisi siirrytty prosessiajatteluun. Prosessit määriteltiin tilaajan tarpeiden selvittämiseksi sekä toimien ja resurssien järjestämiseksi, jotta nämä tarpeet täytettäisiin. Prosessit siis koostuivat tekemisestä, resursseista ja tuloksista. [Sup05]

Luotu malli koostui kolmesta ydinprosessista ja tukiprosesseista. Ydinprosesseja olisivat olleet Miksi-, Miten- ja Mitä-prosessit. Miksi-prosessin tarkoituksena oli tunnistaa käyttäjien tarpeet ja rakennuksen aiottu käyttötarkoitus. Näkökulmina olivat rakennuksen käyttökelpoisuus, kauneus ja kestävyys. Miten-prosessi olisi tuottanut kuvaukset rakennuksen toiminnallisista järjestelmistä, ja Mitä-prosessin tuloksena olisi ollut rakentamista, ylläpitoa ja purkua varten tarvittava informaatio. [Sup05]

Vaikka hankkeen yhtenä tavoitteena oli uuden Tate 2002 -tehtäväluettelon luominen [Neu00], sellaista ei saatu aikaiseksi. Hanke ei johtanut muutoksiin suunnittelutyössä, vaan edelleen tukeudutaan Tate 95:een.

2.2.2 Rakentamisen suunnittelun tehtäväluetteloiden uusimisprojekti

Vuoden 2005 lopulla Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry käynnisti hankkeen, jossa uudistettaisiin kaikki rakennusalan tehtäväluettelot. Hankkeessa on mukana seitsemän rakennusalan järjestöä, ja uusien tehtäväluetteloiden on tarkoitus valmistua vuoden 2006 aikana [Rak06].

Talotekniikan tehtäväluettelon sähkösuunnittelua koskeva osa laaditaan Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry:n johdolla. Yksinkertaistettuna tavoitteena on malli, jossa suunnittelija suunnittelee ja määrittää tuotteet, ja urakoitsija hankkii ja asentaa ne [Väl06].

2.2.3 IFC

Vuonna 1994 perustettiin maailmanlaajuinen organisaatio, International Alliance for Interoperability IAI¹, jonka tavoitteena on kehittää rakennusalan tiedonhallintaa. IAI on luonut Industry Foundation Classes (IFC) -olioluokkakirjaston², jonka tarkoituksena on toimia rakennusalan tiedon perusrakenteena. [Vuo00]

Suurin hyöty IFC:stä kuvitellaan saatavan tiedonsiirrossa. Koska IFC on avoin standardi, sen avulla voidaan luoda tiedosto, jossa oleva tieto on yksiselitteistä ja jonka käsittely on ohjelmistoriippumatonta.

Nykytilanne on kuitenkin sellainen, että IFC-tiedostoon ei saada kaikkea teknistä tietoa, joka suunnitelmassa on. IFC-tiedosto kuvaa lähinnä suunnitelman geometrian. Laitteiden ja tarvikkeiden tietoja siihen saadaan talletettua vain hyvin vähän. [Sus05]

Muilla rakennusalan sektoreilla IFC-määrittelyt ovat kohtalaisen kattavat, mutta sähköalan objektien teknisille tiedoille on määritelty vasta muutamia kenttiä uusimpaankin, helmikuussa 2006 julkaistuun 2x3-kirjastoon [IFC06]. 2x3-kirjaston mukaisilla määrittelyillä kaikista sähkölaitteista voidaan ilmoittaa

- käyttö- ja nimellisvirta
- nimellisjännite
- nimellisteho
- napalukumäärä
- suojamaa
- nimellistaajuusalue
- vaihekulma
- IP-luokka
- eristysluokka
- vaihetunniste

Joistakin objekteista voidaan lisäksi kertoa muitakin tietoja. Esimerkiksi valaisimista voidaan ilmoittaa lamppujen lukumäärä, kokonaisteho, asennustapa ja valmistajan antamaa muuta informaatiota. Nämä kentät sisällytettiin vuonna 2003 julkaistuun 2x2-kirjastoon.

¹ www.iai-international.org

² Olio on tässä suunnitteluohjelman suunnitteluobjekti, joka sisältää tietoa itsestään. Esim. ovi tietää olevansa ovi, jolla on tietyt mitat ja joka liittyy seinään. Luokka sisältää samantyyppisiä olioita, ja kirjasto on kokoelma näitä luokkia. IFC-olioissa on tarkkaan määritelty, mitä tietoa ne voivat sisältää.

Määrittelyjen puutteellisuuden vuoksi laitevalmistajat eivät ole voineet tuottaa IFC:n mukaisia tuotetietoja, ja tällöin sähkösuunnitelmaakin on ollut mahdotonta tehdä IFC-muotoon. Suurin este IFC:n yleistymiselle käytännössä on kuitenkin ollut se, että markkinoilla on tiettävästi vain kaksi IFC-yhteensopivaa sähkösuunnitteluohjelmaa: suomalainen MagiCAD Electrical ja norjalainen DDS Electrical Partner FP [Sus05]. DDS-ohjelmassa on sekä IFC-tiedoston tuonti- että vientimahdollisuus [Dat06], MagiCADissa vain vientimahdollisuus, joka sekin tuli vasta ohjelman 2005.9-versioon marraskuussa 2005.

Keskeneräisyys ja varsinkin sähköalalla työkalujen vähäisyys ovat IFC:n suurimmat ongelmat. Silti näyttää siltä, että ainakin jossain määrin IFC tulee käyttöön myös sähköalalla, ensi alkuun erityisesti sellaisissa tarkoituksissa, joissa ei tarvita täydellisiä teknisiä tietoja. Esimerkiksi törmäystarkastelut voidaan suorittaa pelkkien geometriatietojen perusteella. CAD-ohjelmien de facto -standardi¹, dwg-tiedostomuoto, tulee kuitenkin säilymään pitkään pääasiallisena tallennus- ja siirtomuotona. Tiettävästi yksi ensimmäisistä projekteista, joissa sähkösuunnitelmia siirretään osapuolelta toiselle IFC-muodossa, on tehty Senaatti-kiinteistöjen toimeksiannosta talvella 2005–2006. Sähkösuunnittelun tässä projektissa toteutti JP-Talotekniikka.

¹ De facto -standardi on käytännössä valta-aseman saavuttanut toimintatapa, jolla ei kuitenkaan ole virallista standardin asemaa.

3 SÄHKÖURAKAN KUSTANNUSLASKENTA

Tässä luvussa käsitellään sähköurakan kustannus- ja tarjouslaskentaa niiltä osin, joilta se liittyy massalaskentaan.

3.1 Historiaa

Suomessa sähköurakan hinnoittelu on perustunut ja perustuu edelleen pääasiassa yksikköhintoihin¹. Jo vuoden 1912 työehtosopimuksessa ("Työjärjestys monttööreille") [Työ12] on lueteltu kolmisenkymmentä hintaa eri asennuksille. On vaikea sanoa, miten yksikköhinnat on tuohon aikaan määritelty, mutta on selvää, että myös sata vuotta sitten todelliset yksikkökustannukset ovat vaihdelleet suuresti. Viisi metrin pätkää johtoa on varmasti ollut silloinkin hitaampaa ja kalliimpaa asentaa kuin yksi viiden metrin pätkä.

Tarkkaa tietoa siitä, milloin urakointi ja suunnittelu ovat eriytyneet omiksi toimialoikseen, ei ole, mutta tiedossa on, että suunnittelijat ovat vielä 1980-luvun alussa suorittaneet massalaskentaa [Mäe06]. Sähköalalla on ollut pelkästään määrälaskentaan erikoistunut yritysikin, Sähkölaskenta Oy, jonka toiminta hiipui tietokoneiden tulon myötä 1980-luvulla [Grö06]. Massalaskennan urakoitsijalle siirtymisen syiksi on arvailtu mm. suunnitelmien muutoksia rakennusaikana. Kun suunnittelijan laskemat massat eivät ole kuitenkaan pitäneet paikkaansa, suunnittelijat ovat ehkä lakanneet sisällyttämästä niitä suunnitelmiin ja hakeneet siten kilpailuetua. Syyllistä voi hakea niin suunnittelija- ja urakoitsijapuolelta kuin tilaajan taholta. Koko ajan kiristyneet aikatauluvaatimukset ovat aiheuttaneet sen, että muutoksia tehdään usein ehdottomasti liian myöhään.

¹ Yksikköhinta on tietyn tarkasti määritellyn työsuorituksen tai työsuorituksen ja tarvikkeen yhdistelmän hinta.

3.2 Nykyinen käytäntö

Sähköurakan hinta muodostuu työ- ja materiaalikustannuksista sekä lisäkustannuksista. Lisäkustannukset koostuvat yrityksen toiminnan aiheuttamista kuluista kuten vuokrista, vakuutuksista, poistoista ja tavoitellusta katteesta. Lisäkustannusten määrittely tehdään liiketaloudellisin periaattein, joten sitä ei tässä käsitellä enempää. Materiaalikustannukset ovat menoja ostetuista tarvikkeista. Työkustannukset muodostuvat kohteeseen kulutetun ajan työpalkoista lisätyn sosiaalikulun kanssa. Yrityksissä tehdään aina myös työtä, jota ei voida laskuttaa keneltäkään, vaan joka pitää sisällyttää lisäkustannuksiin. Tällaista työtä on muun muassa tarjouslaskenta.

Tarjouslaskennan tavoite on määrittellä hinta, jolla urakka voidaan suorittaa kannattavasti. Hinnan määrittämistä varten on selvítettävä tarvittavat materiaalmäärät. Sen jälkeen hinta voidaan määrittellä pakettihintojen avulla, jotka sisältävät työ- ja tarvikekustannukset. Myös omia tietoja vastaavista vanhoista urakoista voidaan tietysti käyttää hyväksi. Silloin tällöin ongelmia saattaa aiheuttaa se, että yleisesti käytetyn, Sähköinfo Oy:n ylläpitämän pakettitietokannan hinnoissa työn osuus ei perustu mihinkään tutkimukseen tai laskelmaan, vaan hinnat ovat kehittyneet pikkuhiljaa historian saatossa. Tarjouslaskijan tulee tietää tämä, koska pienissä urakoissa työkustannusten suhteellinen osuus nousee pakettihinnoissa käytettyä osuutta suuremmaksi. [Tar06]

Tyypillisessä sähköurakassa urakkakohtaiset kustannukset ovat noin kolme neljäsosaa ja lisäkustannukset yhden neljäsosan. Urakkakohtaisista kustannuksista noin kolmasosa on työkustannuksia ja kaksi kolmasosaa materiaalikustannuksia. Materiaalikustannuksista suurin osa syntyy usein keskuksista ja valaisimista, mutta toisaalta suurin työmäärä liittyy sähköpisteisiin. Muut materiaalikustannukset jakautuvat suurin piirtein puoliksi laskettavien (pisteet) ja mitattavien (kaapelit, johtotiet) tarvikkeiden kesken. [Tar06]

Materiaalmäärien selvittämisellä tarjousvaiheessa on siis huomattava merkitys urakan kannattavuudelle. Kappaleittain laskettavien tarvikkeiden kustannukset voidaan laskea lähes sadan prosentin tarkkuudella, ja mitattavistakin tarvikkeista on suurin merkitys juuri niillä, jotka ovat helposti laskettavissa. Epävarmuus tarvikekustannuksissa on siis merkityksettömän pieni. Laskentavirheillä voi olla kuitenkin merkittävä vaikutus kokonaiskustannuksiin ja sitä kautta urakan kannattavuuteen. [Tar06]

Kuten muillakin aloilla, sähköalalla on nykyään yrityksiä, jotka ilmoittavat yhdeksi toimialakseen määrälaskennan, mutta ainakaan sähköalalla termiä ei ole täsmällisesti määritelty. Määrälaskennan sisältö voi olla valaisinluettelo tai kattava luettelo rakennuksen sähkötarvikkeista tai mitä tahansa tältä väliltä.

Epäterve kilpailu aiheuttaa silloin tällöin ongelmia nykyisellä suunnittelijan ja urakoitsijan tehtävänjaolla. Jotkut tilaajat saattavat pyrkiä käyttämään hyväkseen urakoitsijan tekemiä laskentavirheitä, jolloin urakoitsija joutuu tinkimään työstä tai materiaaleista ja samalla laadusta. Toisaalta taas urakoitsija saattaa laskea tarjouksen halvemmilla tarvikkeilla, kuin suunnitelmissa on määritelty, olettaen pystyvänsä vaihtamaan ne myöhemmin. Urakoitsija pyrkii siis määrittämään ja hankkimaan tarvikkeet niin, että niistä saatava kate on mahdollisimman suuri. Tämä on hyvin harvoin tilaajan edun mukaista.

Usein on kuitenkin niin, että urakoitsijalla on paras ammattitaito ja kanavat hankintojen suorittamiseen, mutta urakoitsijan suorittama hankinta ei saisi silti olla ainoa vaihtoehto. Toisaalta mahdollisten takuukysymysten kannalta on kuitenkin selkeintä, jos urakoitsija vastaa omasta työstään ja hankkimistaan laitteista ja tarvikkeista. Tarvikkeiden määrittely olisi kuitenkin ainakin osittain syytä tehdä suunnittelijan ja tilaajan yhteistyönä – eikä urakoitsija saisi pyrkiä muuttamaan näitä määrittelyjä ilman painavia perusteita ja suunnittelijan hyväksyntää. Tällöin hankinnasta saataisiin läpinäkyvämpää ja lopputulos olisi todennäköisemmin suunnitellun mukainen.

3.3 Tulevaisuus

3.3.1 Miten muualla?

Rakennusala on melko konservatiivinen ja kansalliset tavat ovat hyvinkin erilaisia, joten ulkomaille lähdettäessä tulee tutustua tarkasti alan paikallisiin käytäntöihin. Toimintatavat vaihtelevat Suomessakin rakennusalan eri sektoreilla, joskin massalaskenta on silti pääpiirteittäin urakoitsijan vastuulla. Rakennusurakkatarjouspyynnöissä tosin usein on mainittu rakennusmassat jollain tarkkuudella. Syynä lienee tilaajan halu saada suurin piirtein samansisältöisiä tarjouksia. Vuonna 1993 tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että arkkitehdin tekemillä määräluetteloilla voidaan vähentää 50 % rakennusliikkeen tekemästä määrälaskentatyöstä [Hei93]. LVI-suunnitelmista tuotetaan usein laiteluettelot, mutta muu laskenta on urakoitsijan vastuulla. Kansainvälisesti rakennusurakoista sovitaan yleisesti Bill of Quantities -periaatteella eli määrien perusteella, eikä ole mitään syytä, miksi tähän ei Suomessakin voitaisi siirtyä [Kur06a].

Saksassa sähköurakan tarjoukset pyydetään paksun paperinipun perusteella, jossa on lueteltu kaikki asennukset. Tarjouksessa on ilmoitettava erikseen tarvikkeiden ja työn osuudet. Tarjouspyynnön oleellinen osa on siis eräänlainen määräluettelo. Nopeaa ja yksinkertaista ei tarjouksen tekeminen Saksassakaan ole, mutta tarjouspyynnön sisältö on huomattavan yksiselitteinen. [Auv06]

Sähköalan suunnitelmat ovat niin yksityiskohtaisia ja monimutkaisia ja etenkin niin monia eri komponentteja sisältäviä, että vertaaminen muihin aloihin ja tulevaisuuden ennustaminen muiden alojen kehityksen perusteella ei liene järkevää. Muiden alojen toimintatapoja kannattaisi kuitenkin tutkia ja etsiä sieltä onnistuneita ratkaisumalleja ongelmiin.

3.3.2 Eri urakkamuotojen vaikutukset

Nykyään on käytössä monia erilaisia urakkamuotoja ja valittu urakkamuotokin vaikuttaa hiukan massaluetteloiden hyödyllisiin käyttökohteisiin ja vaadittaviin sisältöihin. Suunnittelijan tuottamien luetteloiden hyödyt ovat samankaltaisia kaikissa tapauksissa, mutta niiden keskinäinen merkittävyys vaihtelee.

Urakkamuodoissa, joissa urakoitsijat kilpailutetaan toteutussuunnitelmien eli urakkalaskentapiirustusten perusteella, luetteloiden suurin hyöty saadaan tarjouslaskennan nopeutumisesta. Projektinjohtourakassa, jossa urakoitsija on valittu jo luonnosuunnitelmien perusteella, ei laskennasta ole urakoitsijan valinnassa suurtakaan hyötyä, koska luonnosvaiheen suunnitelmat ja siten myös massamäärät voivat muuttua huomattavastikin. Suurempi hyöty saadaan hankintavaiheessa, mikäli se on erotettu asennustyöstä, koska tällöin tilaaja voi kilpailuttaa hankinnat suunnittelijan valmiiksi laskemilla määrillä.

Mitä pienempiin osiin urakka on jaettu, sitä tärkeämpää sijainti- ja järjestelmätieto on luetteloissa, jotta eri urakoitsijoiden välinen jako voidaan tehdä. Sijaintitiedosta on myös tarvikkeiden toimitusvaiheessa hyötyä, mikäli hankinta ja asennus on eriytetty.

Tavoitehintaurakassa hyvityksiä määriteltäessä verrataan lähtötietoina annettuja luetteloita ja toteutuman mukaisia luetteloita. Ilman luetteloita suunniteltuja ja käytettyjä materiaalmääriä on hyvin vaikea verrata keskenään, jolloin tavoitehinnan ja toteutuneen hinnan eron syitä on melko vaikeaa selvittää.

4 MASSALUETTELOT

Tässä luvussa määritellään käsite massaluettelo, selvitetään sen mahdollisia ja tavoiteltavia käyttökohteita, esitellään luetteloiden jako kolmelle tasolle, sekä tutkitaan suomalaisten CAD-ohjelmien massaluettelo-ominaisuuksia.

4.1 Mitä massaluettelot ovat

Massaluetteloksi voidaan ymmärtää mikä tahansa lista, jossa on yksilöity tarvittavia materiaaleja sekä asennettavia laitteita ja tarvikkeita. Massaluettelo voi olla itsenäinen kokonaisuus, mutta nykyään se yleensä ymmärretään suunnitelmasta tuotetuksi ”ostolistaksi”.

Useimmiten käytettyjä luettelotyyppejä ovat valaisinluettelo, moottoriluettelo, lämmitinluettelo ja pisteluettelo, joka sisältää mm. pistorasiat, kytkimet, jakorasiat ja muut vastaavat asennustarvikkeet.

Vaikka nimitys massaluettelo on sähköalan lisäksi käytössä monella muulla alalla, tämä työ keskittyy kuitenkin sähköalan luetteloihin, joskin monia esitettyjä asioita voi yleistää muillekin aloille.

4.2 Massaluetteloiden käyttökohteet

Nykyään on vallitsevana käytäntönä, että suunnittelija toimittaa urakoitsijalle suunnitelmat erilaisina kaavioina, ja urakoitsija laskee niistä vaadittavat tarvikkeet. Poikkeuksena tähän on valaisinluettelo, joka on useimmiten suunnittelijan laatima. Kun jokaiselle tarvikkeelle on määritelty hinta, joka sisältää työ- ja materiaalikustannukset, voidaan urakalle laskea tarjoushinta. Näin massaluettelo palvelee kustannuslaskentaa. Urakoitsija voi myös tehdä tarjouksen tekemättä massaluetteloita, sillä usein kustannusarviossa päästään hyvään tarkkuuteen käyttämällä tietoja samankaltaisista vanhoista projekteista.

Urakoitsija käyttää tietenkin luetteloita myös tehdessään hankintoja. Edelleen sijaintimäärittelyyn sisältäviä luetteloita voidaan käyttää hyväksi työmaan logistiikassa, koska niiden avulla voidaan toimittaa oikea tavara oikeaan paikkaan.

Massaluetteloita voidaan käyttää myös sitovina sopimusasiakirjoina. Tällöin tilauksen sisältö on usein yksiselitteisempi ja hankalat riidat urakan sisällöstä vähenevät. [Kur06b]

Aiemmin tehtyjä massaluetteloita voidaan hyödyntää myös rakennuksen käytön aikana. Tarvittavat tiedot voidaan viedä rakennuksen huoltokirjaan ja näin helpottaa esimerkiksi valaisimien ja moottorien huoltoa, jos tiedot vaihdettavista osista ja huoltoväleistä ovat kootusti yhdessä paikassa helposti saatavilla.

Saneerauskohteissa uusitaan usein myös kaapeleita, ja vaihtotyötä helpottaisi suuresti, jos kaapelit olisi merkitty asianmukaisesti. Massaluettelo, joka sisältää tiedot kaapelista, sen tyypistä, pituudesta ja sijainnista, helpottaa osaltaan kaapelinvaihtotyötä.

Toisaalta usein varsinkin liiketilojen saneeraukset ovat niin perusteellisia, että kaikki vanhat järjestelmät puretaan pois. Tällöin vanhoista suunnitelmista ei ole hyötyä. [Hyy05]

4.3 Eritasoiset luettelot

Eri käyttötarkoituksiin tarvitaan erilaisia tietoja tarvikkeista. Tarjouspyynnöissä voidaan esittää vain tarvikkeen tai järjestelmän toiminnallinen kuvaus, kun taas huoltokirjaan vietävien tietojen tulee olla tarkasti tiettyjä laitteita koskevia. Massaluettelot kannattaakin siten jakaa muutamalle eri tasolle niiden sisältämien tietojen laajuuden perusteella. Eräs käyttökelpoinen ja looginen jako voisi olla esimerkiksi jako kolmelle tasolle [Pyn05]. Yhtenä tällaisen jaon perusteena on nykyisten työkalujen ja -tapojen asettamat rajat.

4.3.1 I taso

Ensimmäinen taso sisältää sähköpisteiden tekniset kuvaukset pistekohtaisesti sekä tiedot johtoteistä (hyllyt, tikkaat, kourut yms.). Luettelo sisältää tasopiirustuksessa olevat tiedot taulukkomuodossa. STUL:n tietotekniikkaryhmän ehdotus vaadittavista tiedoista on esitetty taulukossa 1. Luettelomalli kokonaisuudessaan on liitteenä 2. Taulukossa 2 on esimerkki I tason pisteluettelosta.

Taulukko 1. STUL:n tietotekniikkaryhmän massaluettelomallin sisältö.

Sarake	Selitys
Piirrosmerkki	Tasopiirustukseen merkitty symboli
Yksikkö	m, kpl
Määrä	
IP-luokka	Tunnus (vapaaehtoinen)
Sähköinen arvo	Merkitään poikkeukselliset arvot
Nimitys	Piirrosmerkin määrittelmä
Asennustapa	Pinta/uppo
Järjestelmätunnus	Sama kuin työselostuksessa/tarjouserittelyssä

Taulukko 2. Esimerkki pisteluettelosta.

Kohde:		Piirustus:		Revisio:	Pvm:
Määrä	IP-luokka	Selitys	Asennustapa	Järjestelmä	Järjestelmän kuvaus
40		Jakorasia	F	H2	Sähkön pääjakelujärjestelmät
4		Pistor. 1-os maad.	F	H401	Pistorasiat
51		Pistor. 2-os maad.	F	H401	Pistorasiat
5	IP44	Pistor. 2-os maad.	S	H401	Pistorasiat
2	IP44	Pistor. 1-os maad.	S	H401	Pistorasiat
4		Kytin 1-nap	F	H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
5		Jakorasia	F	H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
5		Kytin 1-nap	S	H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
15		Liiketunnistin 360		H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
31		Liiketunnistin 180		H501	Yleisvalaistusjärjestelmä

Tämän tasoinen luettelo voidaan tuottaa ennen tarjouspyyntöjä urakoitsijoilta ja näin vähentää tarjouslaskentavaiheen työmäärää. Projektin edetessä luetteloa tulisi päivittää seuraaville tasoille.

4.3.2 II taso

Toinen taso sisältää pistekohtaisten tietojen lisäksi tiedot kaapeleista. Kaapeleista on syytä esittää vähintään kokonaispituus ja yleisesti käytetty nimitys (kaapelityyppi) sekä tarvittavat muut mitat (halkaisija, paino) sekä myös kappalemäärä. Esimerkki kaapeliluettelosta on taulukossa 3.

Taulukko 3. Esimerkki kaapeliluettelosta.

Kohde:	Piirustus:		Revisio:	Pvm:	
Kaapeli	Yhteispituus (m)	Lukumäärä	Halkaisija (mm)	Paino (kg/km)	
MMJ 3x1,5S	16,6	9		9,5	120
MMJ 5x10S	30	6		21	840
MMJ 3x2,5S	237,4	99		11	170
MCMK 3x16/16	24,9	2		22	880
MCMK 3x35/16	7,6	1		23	1150
AMCMK 4x95/29	15	1		40	2200

Tämän tasoista luetteloa voidaan käyttää tarjouslaskennan lisäksi myös hankinnan ja logistiikan apuna. Myös asentajalle tällaisesta luettelosta on hyötyä.

4.3.3 III taso

Kolmas taso sisältää tarkat tiedot todellisista tuotteista. Sähkösuunnittelijan on mahdollista ja joissain tilanteissa järkeväkin yksilöidä tuotetasolla asennettavat tarvikkeet. Tällainen tilanne voi olla myös urakoitsijan itsensä tekemä suunnittelu tai sellainen hanke, joka asettaa tarvikkeille niin korkeat vaatimukset, ettei urakoitsijalla ei ole mahdollisuuksia niiden vertailuun. Joskus suunnittelijan tekemä määrittely on välttämätöntä tilaajan vaatimuksesta.

Tarkasti yksilöidystä tarvikkeesta voidaan ottaa luetteloon kaikki valmistajan antamat tiedot ja esittää niistä eri toimijoille erilaisia yhdistelmiä. Taulukossa 4 on esimerkki yksinkertaisesta III tason luettelosta.

Taulukko 4. Esimerkki III tason luettelosta.

Kohde:			Piirustus:		Revisio:	Pvm:	
Määrä	IP-luokka	Selitys	As.tapa	Järjestelmä	Valmistaja:	Malli:	Sähkönro
40		Jakorasia	S	H2	Ensto		16 125 09
4		Pistor. 1-os maad.	F	H401	Ensto	Jussi	25 061 31
51		Pistor. 2-os maad.	F	H401	Ensto	Jussi	25 061 22
5	IP44	Pistor. 2-os maad.	S	H401	Ensto	Kosti	24 065 21
2	IP44	Pistor. 1-os maad.	S	H401	Ensto	Kosti	24 06531
4		Kytkin 1-nap	F	H501	Ensto	Jussi	21 060 11
5		Jakorasia	F	H501	Ensto		11 521 08
5		Kytkin 1-nap	S	H501	Ensto	Pinta-Jussi	20 060 16
15		Liiketunnistin 360		H501	Ensto	Vahti-Jussi	35 150 24
31		Liiketunnistin 180		H501	Ensto	Vahti-Jussi	35 150 23

Tarkka luettelo voidaan tuottaa myös projektin myöhemmässä vaiheessa. Tuotteet yksilöivä luettelo voi olla hyödyksi hankintavaiheessa, mutta suuri hyöty siitä saadaan myös rakennuksen käytön aikana. Esimerkiksi valaisimien ja moottoreiden huolto voidaan suunnitella ja suorittaa joustavammin ja nopeammin, jos tarvittavat tiedot ovat yhdessä paikassa helposti saatavilla. Luettelon liitteenä olisikin hyvä olla tekniset tiedot (datasheet) kaikista komponenteista. Myös yllättävissä rikkoutumistilanteissa luettelosta on hyötyä, koska tarvikkeen tiedot saadaan helposti selville. Varsin tärkeää on myös mahdollisuus selvittää, missä ja kuinka paljon muita samanlaisia tarvikkeita on asennettuna.

4.4 Massaluettelot CAD-ohjelmistoissa

Suomessa on tällä hetkellä markkinoilla useita rakennussähkösuunnitteluun tarkoitettuja sähkösuunnitteluohjelmistoja. Seuraavassa esitellään lyhyesti joidenkin ohjelmistojen massaluettelo-ominaisuuksia. Liitteessä 3 on esimerkkejä CAD-ohjelmilla tuotetuista luetteloista.

Kun tuotetaan tasopiirustuksesta luettelo, tulee muistaa, että kaikki vaadittavat tarvikkeet eivät näy kuvassa. Suunnittelija ei nykyisen tavan mukaan piirrä näkyviin esimerkiksi kaikkia putkituksia, läpivientejä, erilaisia kiinnityksiä ja muita vastaavia yksityiskohtia. Tämän vuoksi täydellinen koneellinen massalaskenta ei tule koskaan onnistumaan nykyisillä suunnittelutavoilla ja -toimeksiannoilla. Suunnittelijan tuottama massaluettelo voi tuskin koskaan sisältää kaikkia asennustarvikkeita niin kattavasti, että urakoitsijan ei tarvitsisi tehdä siihen lisäyksiä.

Kaikki suunnitelmaan piirretyt symbolit on kuitenkin mahdollista laskea, ja jo nykyiset CAD-ohjelmat antavat siihen varsin käyttökelpoisia mahdollisuuksia. Kuitenkin ainoastaan CADSilla ja Minacs Quantumilla on mahdollista laskea symbolit kaikilla ohjelmilla tehdyistä kuvista, tosin nekin pitää opettaa tunnistamaan muilla ohjelmilla piirretyt symbolit. CADSista ja Minacs Quantumista on myös mahdollista siirtää massatiedot suoraan eräisiin tarjouslaskentaohjelmistoihin.

4.4.1 MagiCAD

Progman Oy:n MagiCAD Electrical -ohjelmiston (versio 2005.9) massalaskenta-ominaisuudet ovat melko monipuoliset ja joustavat. Käyttäjä voi itse määrittellä laskettavat järjestelmät ja esitettävät tiedot. Ohjelmasta saadaan I tason mukaisia luetteloita lukuun ottamatta piirrosmerkkiä, jonka lisäämiseen on tulossa mahdollisuus päivityksessä keväällä 2006 [Pii05].

Puutteena ohjelmassa on luettelon huono jälkikäsittelemahdollisuus. Luettelo ei saa tallennettua, eikä sen ulkoasua pysty luomisen jälkeen enää muokkaamaan. Kummatkin toimenpiteet onnistuvat kuitenkin ulkopuolisella ohjelmalla, johon luettelon saa vietyä leikepöydän kautta.

4.4.2 CADS

Kyndata Oy:n SähköCADS (versio 10) on luettelo-ominaisuuksiltaan hiukan MagiCADia monipuolisempi. Ohjelmiston Pro-version yhtenä osana on tietokantasovellus, joka toimii Microsoft Accessin päällä, ja jolla saa käsiteltäviä luetteloita hyvinkin joustavasti. Laskenta-ominaisuuksiltaan CADS on vastaava kuin MagiCAD, vaikkakaan ei niin paljon valinnan varaa antava. CADSilla voi tuottaa I tason mukaisia massaluetteloita. Tilat voidaan myös IP-luokitella ja siirtää luokitus sähköpisteelle.

CADSin Pro-versioon on myös mahdollisuus liittää Suomen sähkötukkuliikkeiden liitto SSTL:n sähkönumerotietokanta ja määrittellä tarvikkeet sähkönumeroilla tästä tietokannasta. Tietokannassa on tuotetietojen lisäksi linkkejä valmistajien tuotekohtaisille Internet-sivuille.

Keväästä 2006 alkaen ohjelma on nimeltään CADS Planner Electrical.

4.4.3 Point

AIO Group Oy:n Point-ohjelmiston (versio 5) Sähäkkä-tasopiirustusosasta saa myös luettelot kaikista piirretyistä symboleista.

Ohjelman luettelo-ominaisuudet ovat kuitenkin melko alkeelliset, joskin helppokäyttöiset ja moneen tarkoitukseen varsin riittävät. Johtotie-, valaisin-, moottori-, lämmitin- ja piste-luettelot saa tuotettua erikseen ja luetteloon tulevat tiedot saa valittua, mutta esimerkiksi järjestelmittään luetteloita ei saa tehtyä. Luetteloon tulostuvat aina kaikkien järjestelmien pisteet koko kuvasta. Alue-erittelyllä saa nimettyä alueita luetteloon, mutta silti koko kuvan pisteet tulostuvat siihen.

Sähäkällä saa tuotettua I tason mukaisia luetteloita lukuun ottamatta piirrosmerkkiä.

Nykyisin ohjelmisto on nimeltään CADiE ja sen omistaa CADi Oy.

4.4.4 SähköARK

ArkSystems Oy:n SähköARK (versio 5) on yksinkertainen ja selkeä piirto-ohjelma, joka on pitänyt pintansa monipuolisempien ohjelmien joukossa ehkä juuri helppokäyttöisyytensä ansiosta. Myös se osaa laskea symbolit tasopiirustuksesta, mutta luetteloit ainoastaan symbolin koodin, sijaintitiedon ja kappalemäärän. Luettelo tallentuu teksti-muotoisena, ja sen saa myös liitettyä tasopiirustukseen.

4.4.5 Minacs

Jidea Oy:n Minacs-ohjelmistoperhe sisältää Electrical-sähkösuunnitteluohjelman, josta voidaan tuottaa I tason mukaisia luetteloita, mutta laskentamäärittelyiden ja luettelon jälkikäsitteilyn mahdollisuudet ovat vaatimattomat. Minacs Quantum taas on lähinnä sähköurakoitsijoille tarkoitettu laskentaohjelmisto, jolla kaikki sinne piirretyt symbolit voidaan laskea CAD-kuvasta ja määrittellä ne tuotteiksi. Ohjelma on melko monipuolinen, ja sen vahvuutena on kyky lukea millä tahansa CAD-ohjelmalla tuotettua kuvaa. Mikäli urakoitsijat tekevät massalaskentaa tulevaisuudessakin, on tällaisella ohjelmalla mahdollisuuksia hyvään menestykseen. Koska Minacs Quantumilla ei voi muokata CAD-kuvaa, sitä ei oikeastaan voida kuitenkaan pitää CAD-suunnitteluohjelmana.

4.5 Massalaskentaan liittyvä tutkimus ja kehitys

Sähkösuunnittelun ja -suunnittelijan asema nykyisissä rakennushankkeissa ei aina ole kovinkaan kehuttava. Alan toimijat haluavat parempaa kohtelua rakennuttajilta ja pitävät sähkösuunnittelua myös yhteiskunnallisesti merkittävänä toimialana [Ran05]. On kuitenkin muistettava, että suunnittelun kehityksen on lähdettävä suunnittelijoista itsestään.

Tämä työ on pieni osa suurempaa kokonaisuutta, joka tähtää suunnittelun aseman parantamiseen rakennushankkeessa. Massalaskennan kehittäminen on yksi askel kohti parempaa suunnittelua. Massalaskentaan liittyviä tutkimuksia tai kehityshankkeita on tehty viime vuosina useita, seuraavassa esitellään joitakin tällaisia hankkeita.

Vuonna 1987 Jukka Auvinen teki Teknillisessä korkeakoulussa diplomityön [Auv87] otsikolla Sähköasennusten suunnittelun ja toteutuksen tietokoneavusteinen kehitys. Työssä hän esitti, että kehitettäisiin standardi, jonka mukaan sähköurakoitsijat saisivat tiedostomuodossa suunnittelijan CAD-piirustuksista massatiedot tarjouslaskentaan. Aika ei tuolloin vielä ollut kypsä ehdotusten toteutumiselle, mutta tietotekniikan kehityksen myötä kynnys käytäntöjen muuttumiselle on madaltunut. Sähköalan toimintatapa on myös muuttunut yhteishinnoitelluista ja sopimuksin jaetuista urakoista markkinaehtoiseksi ja hyvin kilpailluksi toiminnaksi, joka osaltaan kannustaa toiminnan tehostamiseen.

VTT:n vuosina 1997–2002 toteutettuun Tietoverkottunut rakennusprosessi Vera-teknologiaohjelmaan sisältyi Linkki-projekti, jossa yhtenä käsiteltävänä asiana oli yhtenäisten määräluetteloiden tuottaminen sähköurakoiden kilpailuttamista varten [Lin05]. Tämä projekti ei kuitenkaan johtanut massaluetteloiden kannalta mihinkään merkittäviin tuloksiin.

Vuonna 2002 Osmo Massinen teki Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa diplomityön [Mas02], jonka otsikkona on Sähkösuunnittelun ja rakentamisen logistiikan kehittäminen. Työssä todettiin, että urakkalaskennassa tehdään turhaa laskentatyötä, jonka vähentäminen on perusteltua. Työssä esitetään myös perusteita tietotekniikan käytön lisäämiselle.

Keväällä 2003 NSS ry ja Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry aloittivat keskustelun massalaskennan kehittämisestä [Väl06a]. Kymdata Oy ja Mercus Software Oy tekivät syksyllä 2004 aloitteen, että rakennettaisiin vastaavuustaulukko Sähköinfo Oy:n pakettirekisterin ja suunnitelmien tasopiirustussymbolien välille [Säh05b]. Asia siirtyi STUL:n tietotekniikkaryhmän käsiteltäväksi, ja vuonna 2005 ryhmä sai luotua tarkan mallin yksinkertaiselle pisteluettelolle. Luettelomalli on liitteenä 2. STUL aloitti syksyllä 2005 luettelomallin markkinoinnin eri osapuolille, jotta se otettaisiin käyttöön mahdollisimman laajasti.

Vuonna 2005 Mika Heikkinen teki EVTEK-ammattikorkeakoulussa insinööriyön [Hei05] otsikolla CAD-suunnitelmien hyödyntäminen sähköurakan toteutusvaiheen materiaalihallinnassa. Työn tuloksena syntyivät ohjeet massaluetteloiden tuottamiseksi kolmesta eri CAD-ohjelmasta.

Vuonna 2005 Pasi Lehtiniemi teki Satakunnan ammattikorkeakoulussa insinööriyön [Leh05] massaluetteloiden käytön nykytilanteesta otsikolla Määräluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmasta. Työssä tutkittiin myös muutaman CAD-ohjelman massaluettelo-ominaisuuksia.

Vuonna 2006 valmistui Tuomas Raejärven sähköurakan tarjouslaskentaa käsittelevä insinööriyö [Rae06a] Helsingin ammattikorkeakoulu Stadiassa. Työssä tarkasteltiin lähinnä urakoitsijan tekemän sähköisen massoittelun kannattavuutta. Urakoitsijan CAD-ohjelmalla tekemä massalaskenta todettiin työssä kannattavaksi.

Lisäksi useat alan yritykset ovat toteuttaneet omia projekteja kehittääkseen laskentaa helpottavia työtapoja ja työkaluja. Yritysten sisäisistä projekteista ei kuitenkaan ole moottoriksi koko alaa koskeville muutoksille. Avainasemassa ovatkin alan keskusjärjestöt RAKLI ry, SKOL ry, STUL ry ja NSS ry.

4.5.1 Tuotemalli ja massaluettelot

Tulevaisuudessa tuotteista muodostetaan tuotemalleja, jotka kuvaavat tuotteen rakenteen ja sisältävät sen tuottamiseen tarvittavan tiedon [Kiv06]. Kolmiulotteista tuotemallisuunnittelua tehdään jo joissakin pilottiprojekteissa. Koko tuotemalli-käsite on tosin vielä toistaiseksi sen verran epämääräinen, että menee todennäköisesti useampia vuosia, ennen kuin tuotemallisuunnittelu on arkipäivää sähkösuunnittelussa. Ei ole esimerkiksi ollenkaan selvää, milloin tuotemallilla tarkoitetaan rakennusosan mallia ja milloin koko rakennuksen mallia. Yksimielisiä ollaan kuitenkin siitä, että tuotemallin tulee sisältää sekä teknisiä että geometriatietoja.

Rakennusteollisuus RT ry:n ProIT-hankkeessa [Pro05] on tehty paljon työtä tuotemallien avulla tapahtuvan tiedonhallinnan kehittämiseksi. Tässä hankkeessa tuotemalli on määriteltä tietojen esittämismalliksi. Yksi vaihtoehto tuotemallitiedon esittämiseen ja siirtoon on luvussa 2.2.3 esitelty IFC, jonka käyttöä on kokeiltu monissa pilottiprojekteissa ja ainakin yhdessä projektissa myös sähkösuunnittelun osalta.

Tuotemallisuunnittelussa perinteiset suunnittelun vaiheet on nimetty uudestaan. Tuotemallisuunnittelu koostuu vaatimusmallista, tilamallista, alustavasta rakennusosamallista, rakennusosamallista ja tuoteosamallista. Rakennuksen tuotemallista voidaan tuottaa jo tilamallivaiheessa sellaista tietoa, joka perinteisessä suunnittelussa on saatu vasta valmiista suunnitelmista erillislaskennalla. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi energiankulutuslaskelma [Lai06].

Vaikka tuotemallisuunnittelussa täytyy luopua ajatuksesta, että tietokone on vain sähköinen piirustuslauta, niin myös tuotemallisuunnittelussa voidaan tuottaa samantyyppisiä massaluetteloita kuin perinteisessä suunnittelussa. Luettelot voidaan jakaa samaan tapaan tarkkuuden perusteella. Tuotemallisuunnittelua ja sen työkaluja kehitettäessä tulee kuitenkin koko ajan huomioida rakenteiden massalaskennan lisäksi myös talotekniikan massalaskennan näkökulma.

4.6 Yhteenveto

Tasopiirustuksesta voidaan tuottaa monenlaisia luetteloita, mm. valaisinluettelo, lämmitinluettelo ja pisteluettelo. Suunnittelija tuottaa nykyään lähes aina valaisinluettelon, usein myös muut laiteluettelot, mutta hyvin harvoin pisteluettelo. Nykyisillä suunnitteluohjelmistoilla pystyttäisiin kuitenkin tuottamaan myös niitä. Ongelmana on kuitenkin ohjelmien yhteensopimattomuus, laskenta on käytännössä tehtävä samalla ohjelmalla kuin millä kuva on piirretty. CADS on luettelo-ominaisuuksiltaan vahvin ohjelma ja sen vahvuutena on myös kyky laskea symbolit muilla ohjelmilla tehdyistä kuvista. Taulukossa 5 on esitetty eri ohjelmien soveltuvuus eritasoisten luetteloiden tuottamiseen.

Taulukko 5. CAD-ohjelmistojen soveltuvuus massaluetteloiden tuottamiseen.

	I taso (pisteluetelo)	II taso (kaapeliluetelo)	III taso (tuoteluetelo)
MagiCAD	**1/2	*1/2	**
CADS	***	*1/2	***
Sähköä	**1/2	*	1/2
SähköARK	*	*	-

*** hyvä
** kohtalainen
* heikko
- ei sovellu

Massaluetteloita voidaan käyttää urakkatarjouksen tekemisessä sekä rakennusvaiheen aikana hankinnan ja logistiikan apuna. Edelleen rakennuksen käytön aikana luetteloita voidaan käyttää huollon ja kunnossapidon tietolähteenä.

Luettelot voidaan jakaa tietosisällön kattavuuden mukaan kolmelle tasolle. Ensimmäisen tason luettelo sisältää laskettavissa olevat pisteet sekä johtotiet. Näistä esitetään tekninen kuvaus ja määrä. Toinen taso sisältää I tason luetteloiden lisäksi kaapeliluetelot. Kaapeleista esitetään tekniset tiedot ja pituudet. Kolmannen tason luettelo saadaan, kun yksilöidään I ja II tason luetteloiden tarvikkeet tuotteen tarkkuudella. Taulukossa 6 on yhteenveto eritasoisten luetteloiden sisältövaatimuksista ja tarkoituksenmukaisista käyttökohteista.

Taulukko 6. Massaluetteloiden sisältö ja käyttökohteet.

Sisältö	I taso	II taso	III taso
piirrosmerkki	x	(x)	(x)
määrä	x	x	x
nimitys	x	x	x
asennustapa	(x)	(x)	x
IP-luokka	(x)	(x)	x
sähköinen arvo	(x)	(x)	(x)
järjestelmä	x	x	x
valmistaja			x
malli tai tyyppi	(x)	(x)	x
tuotekoodi			x

Käyttökohteet			
urakkalaskenta	x	x	x
sopimusasiakirja	x	x	x
hankinta	(x)	x	x
logistiikka		x	x
asennus	(x)	x	x
ylläpito			x

5 LUOTETTAVIEN JA KÄYTTÖKELPOISTEN MASSALUETTELOIDEN TUOTTAMISEN EDELLYTYKSET

Tässä luvussa selvitetään, mitä vaatimuksia kolmen eritasoisen massaluettelon tuottaminen asettaa suunnittelutyölle.

STUL:n tietotekniikkaryhmän luettelomallia voidaan pitää minimivaatimuksena silloin, kun massaluetteloiden laatiminen on suunnittelijan tehtävänä. Mallissa on määritelty taso-
piirustusten minimisisältö, jolla saadaan tuotettua yksinkertainen massaluettelo. Ryhmän mukaan luettelon laadinnassa pääsääntö on, että luettelossa on sama tietosisältö kuin taso-
piirustuksessa [Säh05b].

Taloudellinen edellytys massaluetteloiden tekemiseksi suunnittelutyön yhteydessä on niiden sisällyttäminen tarjouspyyntöön. Tilaajille olisi tämänkin vuoksi hyödyllistä toimittaa ohjeita siitä, minkälaisella suunnittelutarjouspyynnöllä saa kunnollisia ja vertailukelpoisia tarjouksia.

5.1 Vaatimukset suunnittelulle

Kun massaluettelon pääasiallinen käyttötarkoitus on kustannuslaskenta, on luettelon luotettavuus hyvin tärkeää. Käyttökelpoisen massaluettelon tulee lisäksi olla sopivassa muodossa – sekä tiedostoformaatiltaan että ulkoasultaan – sekä sisältää kaikki oleelliset tiedot. Luettelon yhteydessä on myös selkeästi mainittava, mitä se sisältää ja mitä ei. Luettelossa on myös oltava viitetiedot projektiin ja piirustukseen tai kaavioon, johon luettelo liittyy. Lisäksi luettelo on päivitettävä aina tehtäessä muutoksia suunnitelmiin.

5.1.1 Nollavaihtoehto

Massaluetteloiden käytön kehittämisessä nollavaihtoehtona on vallitsevan käytännön jatkuminen. Tässä tapauksessa suunnittelijat valitsisivat edelleen valaisimet ja tekisivät niistä sekä muista laitteista (moottorit, lämmittimet yms.) luettelot. Muiden tarvikkeiden määrittäminen ja laskenta olisi edelleen urakoitsijan tehtävänä.

On selvää, että nykyisen tavan mukaan toimitaan vielä pitkään, ja on todennäköistä, että joissakin tilanteissa suunnittelijan ei kannata tehdä laskentaa ollenkaan. Joka tapauksessa urakoitsijan on tutustuttava kohteeseen tehdessään tarjousta, ja mikäli kohde on pieni (kuten perusvarusteltu omakotitalo tai vapaa-ajan asunto), urakoitsijan tarjouslaskentaan käyttämä aika on niin pieni, että sen vähentäminen tuskin tuo merkittävää hyötyä.

5.1.2 I taso

Ensimmäisenä kehitysaskeleena massalaskennassa on ottaa käyttöön pistekohtainen luettelo. Se sisältää tasopiirustuksessa olevat tiedot sähköpisteistä (kytkimet, pistorasiat, jakorasiat yms.) taulukkomuodossa ja sitä voidaan käyttää kustannuslaskennan tukena. Kaapeloinnista ei esitetä mitään tietoja.

Pisteluetellon lisäksi suunnittelija tuottaa erilliset valaisin-, lämmitin- ja muut kojeluettelot sekä luettelot johtoteistä. STUL:n malliluettelossa annetaan vaihtoehtoiksi laskea johtoteiden vaaka- ja pystyosuudet, laskea vain vaakaosuudet tai jättää johtotiet kokonaan laskematta. Johtotieluettelosta tuleekin käydä ilmi, minkä vaihtoehdon mukaan johtotiet on laskettu.

Tällaiset luettelot voidaan tehdä ennen urakoitsijan valintaa ja suurin hyöty niistä saadaan tarjouslaskentavaiheessa. Jo luonnosvaiheessa voidaan tehdä karkea luettelo, jossa lasketaan mallitilojen pisteet ja kerrotaan tilojen suunnitellulla lukumäärällä. Nykyistä arviointimenettelyä suurempaan tarkkuuteen tuskin kuitenkaan päästään, eikä automaattinen laskenta onnistu nykyisillä ohjelmistoilla mallitilojen perusteella.

Yksinkertaisenkin massaluettelon tuottaminen vaatii, että suunnittelija tekee suunnitelmat huolellisesti noudattaen ohjelman edellyttämiä merkintätapoja ja järjestelmämäärittelyjä. Omatekoisia symboleita käytettäessä on varmistuttava, että ne lasketaan ja luetteloidaan oikein. Esimerkiksi rasiayhdistelmämerkintöjä ei voi piirtää tavallisena viivoista koottuna suorakaiteena, vaan käyttäjän on tehtävä ohjelmaan uusi symboli.

IP-luokan määrittely voi käytännössä aiheuttaa ongelmia, koska IP-luokka ei käy ilmi piirustussymbolista. Suunnittelijan tuleekin olla erittäin huolellinen suunnitellessaan tiloja, joissa sähköpisteiden IP-luokka poikkeaa oletusarvosta. Ratkaisu voisi olla IP-arvon tuonti pisteelle tilan luokituksesta. Tämä edellyttää oletusarvosta poikkeavien tilojen IP-luokan merkitsemistä tasopiirustukseen.

Mikäli suunnitelma on tehty ohjelmiston edellyttämällä tavalla, ohjelmista saadaan luotettava massaluettelo helposti. Sen sijaan paljon enemmän aikaa menee luettelon jälkikäsitteilyyn, mm. ulkoasun muokkaamiseen julkaisukelpoiseen kuntoon. Sisältömäärittelyiden lisäksi myös luetteloiden ulkoasulle ja tietojen esitysjärjestykselle on käytettävä yhteisesti sovittua mallia, joksi STUL:n malliluettelo sopisi hyvin. Malliluettelossa on määritelty sarakejärjestys, mutta ei rivijärjestystä. Rivijärjestykselle looginen peruste voisi olla järjestelmätunnus.

Suurimmat esteet tämäntasoisten luetteloiden tuottamiselle ovat sopimuskäytännöissä ja vanhoissa työskentelytavoissa. Ensimmäinen edellytys luetteloiden käyttöönotolle on siis niiden sisällyttäminen optioina suunnittelutarjouksiin. Tilaajille tulee tietysti samalla perustella, mitä hyötyä suunnittelijan tuottamista luetteloista on.

Sähköurakoitsijan hinnoittelu perustuu nykyään pakettihinnoitteluun, jossa tietyn tarvikkeen ja asennustyön kustannukset on paketoitu yhteen. Jos suunnitelmista saisi tuotettua luettelot näistä paketeista, urakkatarjousten tekeminen helpottuisi huomattavasti. Tätä on jo ainakin yhden ohjelmistovalmistajan toimesta yritetty, mutta ongelmaksi on muodostunut suunnitelman symbolien ja hinnoittelupakettien vastaavuuden määrittely. Suunnittelijoiden tulisi kuitenkin tutustua näihin paketteihin, jotta he ymmärtäisivät urakoitsijan tekemän tarjouslaskennan perusteet.

5.1.3 II taso

Kun I tason luetteloon otetaan mukaan kaapelit, saadaan luettelosta huomattavasti kattavampi. Suunnittelijan tulee esittää kaapeleille reitit, jotta pituudet voitaisiin laskea. Runkokaapelien kohdalla tämä onnistunee siten, että toteutuma on suunnitelman mukainen, mutta ryhmäjohtojen sijaintia ei liene järkevää suunnittelijan pyrkiäkään päättämään. Ryhmäjohtojen pituudet saadaan riittävän tarkasti selville arvioimalla [Aut05].

Kaapeleita suunniteltaessa voidaan käyttää tapaa, jossa ryhmäjohtojen haarojen pituudet arvioidaan (esim. 4 m pistettä kohti) ja ryhmäjohtojen syötöt arvioidaan keskimääräisen ryhmäkeskuksesta mitatun etäisyyden mukaan. Muut kaapelit piirretään riittävällä tarkkuudella näkyviin. Tällöin ohjelmat osaavat laskea näkyviin piirretyt kaapelit ja piste-luettelon perusteella voidaan arvioida ryhmäjohtojen haaroihin tarvittava määrä. Ryhmä-johtojen syöttökaapelien arviointia ei mikään ohjelma osaa tehdä, ja ilman tietokonetta se vie huomattavasti aikaa. Ratkaisu voisi olla suunnitelmaan määriteltävä kaapelireitti, johon ryhmytysymbolit voisi yhdistää, ja tämän jälkeen ohjelma osaisi laskea matkan keskukseen. Tämäkin malli voisi tosin toimia vain rakennuksissa, joissa on selkeät kaapelireitit, esimerkiksi kaapelihyllyt käytävän katossa.

Johdotuksen suunnittelu suomalaisella tavalla on poikkeuksellinen, mm. uppojohtojen esittäminen kaarevilla viivoilla on vahvasti kansallinen tapa [Sus05]. NSS ry:n dokumentointiprojektin raportti [Dok05] tosin suosittelee käytettäväksi kansainvälisen IEC-standardin [IEC05] mukaista viitetunnusjärjestelmää, mutta toistaiseksi muutosta ei ole näköpiirissä. Ohjelmistovalmistajat eivät ymmärrettävästi ole kovinkaan innostuneita toteuttamaan ohjelmiin toimintoja, joille on käyttöä vain yhdellä pienellä markkina-alueella. On hyvinkin mahdollista, että niin kauan kuin johdotukset suunnitellaan nykyisellä tavalla, kaapeleiden ohjelmallinen määrälaskenta ei tule onnistumaan.

Kattavan II tason luettelon tuottaminen vaatii kolmiulotteista suunnittelua sen verran, että myös johtojen pystyosuudet suunnitellaan ja lasketaan. 3D-mallinnusta ei välttämättä tarvitse tehdä, joskin se helpottaa suunnitelman hahmottamista.

Teollisuudessa käytetään mallia, jossa jokainen kaapeli numeroidaan molemmista päistä ja luetteloidaan. Luettelo sisältää ainakin kaapelinumeron, -tyypin, sijainnin ja käyttö-tarkoituksen. Yhtä perusteelliseen tarkkuuteen ei rakennusalalla ole perusteltua mennä, koska sähköisille järjestelmille asetetut vaatimukset ovat hyvin erilaiset. Teollisuudessa toimintavarmuus on hyvin tärkeää, rakentamisessa taas hankintahinnalla on suurempi merkitys. Silti rakennusalallakin olisi hyödyllistä laatia kaapeliluettelo, jossa olisi mainittuna ainakin kaapelityyppi ja sijainti edes keskuksen tarkkuudella. Tällaisen luettelon avulla urakoitsija voi tarkastaa, että kaikki kaapelityypit ovat mukana tarjouksessa ja tilauksessa tukkurille.

5.1.4 III taso

III tason luetteloissa on esitettävä kaikista tarvikkeista vähintään alempien tasojen luetteloihin vaaditut tiedot sekä valmistaja ja tuotteen yksilöivä tunnus. Tunnus voi olla valmistajakohtainen tai voidaan käyttää esimerkiksi Suomen sähkötukkuliikkeiden liitto SSSL:n sähkönumeroa. Pelkällä sähkönumerolla määriteltäessä voi myöhemmin seurata ongelmia siitä, että samaa tuotetta ei enää myydä, jolloin numerolla ei löydy ainakaan kyseistä tuotetta. Määrittely on siis syytä tehdä myös sanallisesti. Tuote voidaan yksilöidä sähkönumeron lisäksi tai sijasta esimerkiksi toiminnallisen kuvauksen ja mallisarjan nimen perusteella.

Yksityiskohtaisen luettelon tuottaminen edellyttää asennussuunnitelmatasoista suunnittelua. Kolmiulotteisuutta ei tarvita II tasoa enempää. Jos rakennuksesta on tehty 3D-malli, on kuitenkin perusteltua sijoittaa myös sähkökalusteet tähän malliin, koska siitä voidaan tuottaa tarvittaessa sekä visualisointeja asiakkaalle että layout-kuvia urakoitsijalle. Ongelmana on kuitenkin toistaiseksi sähköalan 3D-mallien puute. Tavallisia 2D-piirustus-symbolejakin voi tuki sijoittaa tilamalliin, mutta layout-suunnittelua niillä ei voi tehdä.

Tiedot tämän tasoisiin luetteloihin voitaisiin suhteellisen helposti saada viimeistään urakoitsijan hankinta-asiakirjoista. Niissä tuotteet on yksilöity riittävän tarkasti. Tietojen syöttö esimerkiksi huoltokirjaan vaatii kuitenkin sen verran aikaa, että kysymykseksi nousee, kuka sen tekee ja maksaa. Tämäkin asia on mahdollista sopia urakkasopimuksessa etukäteen ja siten varmistaa sen toteutuminen.

Mitä tarkempi tieto rakennuksen ylläpitäjällä on asennetuista tarvikkeista, sitä helpompi on tarvittaessa hankkia uusia vastaavia tuotteita. Huoltokirjaan tarvitaan tuki paljon muitakin tietoja kuin hankintatiedot, mutta niiden saaminen olisi huomattavasti yksinkertaisempaa, kun tuote olisi tarkasti tiedossa.

5.2 Arvioidut vaikutukset työmääriin

Suuri ongelma nykykäytännön muuttamisessa on muutoksen aiheuttamat kustannukset. Suunnittelijan pitäisi pystyä hinnoittelemaan tuottamansa massaluettelot ja tilaajan pitäisi saada luettelon hintaa suurempi hyöty, jotta luettelon tekeminen suunnittelijavoimin olisi perusteltua.

Luetteloiden tuottamiskustannuksia on hyvin vaikea arvioida, luotettavia tietoja saadaan vain useamman projektin jälkilaskennoissa. Myös tilaajien pitäisi pystyä arvioimaan saamansa hyöty. Hyöty ei ole pelkkää kustannussäästöä, sillä massaluetteloiden avulla on mahdollisuus suorittaa laadunvalvontaa, muutostöiden määrien valvontaa ja varustelutason määrittelyä huomattavasti helpommin kuin tasopiirustusten avulla.

Luettelon tuottamisen vaatima lisätyö riippuu myös suuresti käytetystä suunnitteluohjelmistosta. Kehittyneistä ohjelmistoista saa oikeansisältöiset luettelot hyvin pienellä vaivalla, suurempi vaiva on luettelon muokkaamisessa haluttuun muotoon.

Joissakin projekteissa, joissa suunnittelijat ovat tehneet massalaskennan, on havaittu, että siitä aiheutuva lisätyö on niin pieni lisäkustannus, että tilaaja on halukas sen maksamaan, kun sille on ensin perusteltu saavutettavat hyödyt [Kal06].

5.2.1 Kysely suunnittelutoimistoille

Arviota luetteloiden tuottamisen työmäärästä kysyttiin 14 kiinnostuneelta NSS:n jäseneltä. Kysely on liitteenä 4. Kyselyyn vastasi kahdeksan henkilöä yhtä monesta suunnittelu-toimistosta. Yhteenvedo kyselyn vastauksista on taulukoissa 7–11. Vastausten hajonta on erittäin suurta, josta voidaan päätellä, että mitään selkeää toimintatapaa ei nykyään ole olemassa. Eri yrityksillä on hyvin erilaisia tarpeita ja toimintamalleja. Toisaalta yhteisten mallien puuttuessa tilaaja joutuu massaluettelon tilatessaan määrittelemään luettelon sisällön joka kerralla erikseen. STUL:n malliluettelo toisi tähän apua, jos se otettaisiin yleisesti käyttöön.

Työmäärän arvioinnissa täytyy myös pitää erillään massalaskennan vaatimukset ja 3D-suunnittelun vaatimukset. Työmäärän arvioidun kasvun suuri hajonta johtuneekin osittain siitä, että jotkut ovat todennäköisesti sisällyttäneet luetteloiden tuottamisen lisätyövaatimuksiin myös siirtymisen 2D-piirtämisestä 3D-suunnitteluun.

Taulukko 7. Määrälaskennan ja massaluetteloiden tuottamisen nykytilanne.

	vastaajien lukumäärä
määrälaskentaa ei käytetä	2
luetteloita tuotetaan omaan käyttöön kustannusarvioinnin tueksi	3
luetteloita tuotetaan tilaajalle kustannusarvion tueksi	0
luetteloita tuotetaan urakkalaskennan tueksi	1
luetteloita tuotetaan erikseen sovittaessa	2

Taulukko 8. I tason luettelon tuottamisen vaatima työmäärän kasvu.

	vastaaja								
	ka	1	2	3	4	5	6	7	8
Verrattuna Tate 95 laajuusasteeseen 1 (%)	20	10	30	25	2,5	75	2	15	1,5
Verrattuna Tate 95 laajuusasteeseen 2 (%)	18	9	20	15	2,5	75	2	15	1,5

Taulukko 9. II tason luettelon tuottamisen vaatima työmäärän kasvu.

	vastaaja								
	ka	1	2	3	4	5	6	7	8
Johtoteiden osalta (%)	9	-	13	20	0	-	2	-	1,5
Pää- ja runkojohtojen osalta (%)	15	-	0	30	-	-	-	-	1,5
Ryhmäjohtojen osalta (%)	20	-	5	40	15	-	-	-	-

Taulukko 10. III tason luettelon arvioitu käyttöontulo ja työmäärän kasvu.

	vastaaja								
	ka	1	2	3	4	5	6	7	8
Kuinka pian tehdään yleisesti? (vuosi)	2007	-	-	2007	-	-	-	-	-
Työmäärän kasvu verrattuna Tate 95 laajuusasteeseen 2? (%)	100	50	100	50	100	200	100	-	40

Taulukko 11. Massaluetteloiden haluttu sitovuus.

	vastaajien lukumäärä
Massaluettelo on sitoumuksetonta tietoa	0
Massaluettelo on urakkalaskentavaiheessa sitova	0
Massaluettelo on sitova sopimusasiakirja läpi projektin	8

Kysely lähetettiin toimistoille, jotka olivat ilmoittaneet kiinnostuksensa, kun kaikille NSS:n jäsenille oli lähetetty alustava kysely vastaamishalukkuudesta. Otos ei siten ole satunnainen, eikä välttämättä edusta suunnittelijoiden keskimääräistä käsitystä ja mieltäpidettä. On hyvin todennäköistä, että vastaajat olivat niitä, joilla on asiaan jyrkimmät mielipiteet. Selkeästi luetteloiden tuottamista suunnittelun yhteydessä vastusti kuitenkin vain kaksi vastaajaa. Muut olivat pääpiirteittäin sitä mieltä, että asiassa on järkeä ja sitä on syytä ajaa eteenpäin.

5.2.2 Urakoitsijakysely

STUL ry:n mukaan urakoitsijat ovat valmiita muutokseen [Aut05]. On esitetty jopa sellaista, että urakoitsijat eivät haluaisi tehdä mitään suunnitelmia vaan haluaisivat hoitaa ainoastaan hankinnan ja asennuksen [Mäe06, Rae06b]. Tällainen tapa selkeyttäisi huomattavasti osapuolten välisiä vastuita ja tuntuisi luonnolliselta käyttää suunnittelijan ammattitaitoa suunnitteluun ja urakoitsijan ammattitaitoa asennuksiin.

Yhteistyössä STUL:n kanssa 27 urakoitsijalle lähetettiin kysely, jossa kysyttiin mm. yleistä suhtautumista suunnittelijan tuottamiin luetteloihin sekä selviteltiin nykyisen laskenta-käytännön työmääriä. Vastaukset saatiin 19 urakoitsijalta. Kysely vastauksineen on kokonaisuudessaan liitteenä 5. Taulukossa 12 on esitetty yhteenveto urakoitsijakyselyn vastauksista, joiden perusteella voidaan arvioida luetteloiden vaikutusta urakoitsijan työ-määrään.

Taulukko 12. Yhteenveto urakoitsijakyselyn kysymyksistä 2 ja 3 sekä laskettu urakan pieneneminen.

	keskiarvo	mediaani	suurin	pienin
Tarjouslaskennan osuus urakasta (%)	3,4	3,5	5	1,25
Tarjouslaskennan nopeutuminen I tason luetteloiden avulla (%)	49,1	50	90	10
Urakan pieneneminen I tason luetteloiden avulla (%)	1,8	1,5	3,5	0,5

Kyselyn perusteella urakoitsijat arvioivat siis valmiiden I tason luetteloiden pienentävän koko urakkasummaa vajaalla kahdella prosentilla. Hajonta oli myös urakoitsijakyselyn vastauksissa melko suurta, mutta vastaukset eivät kuitenkaan ole ristiriitaisia keskenään.

Massoitte-lun osuudeksi tarjouslaskennasta arvioitiin keskimäärin 76 %; pienin arvio oli 50 % ja suurin 90 %. Näiden vastausten ja arvioidun tarjouslaskennan nopeutumisen perusteella massoitte-luaika pienentyisi I tason luetteloiden avulla noin yhteen kolmasosaan nykyisestä.

15 urakoitsijaa vastasi haluavansa valmiit pisteluettelot suunnittelijalta, ja 12 vastaajaa olisi myös valmis ottamaan luettelot huomioon tarjoushinnassa.

5.3 Yhteenveto

Luotettavien luetteloiden tuottaminen vaatii huolellista suunnittelua ja ohjelmien edellyttämien merkintätapojen käyttämistä. Etenkin normaalista poikkeavien tilojen (esimerkiksi märät tilat) suunnittelussa on oltava erityisen huolellinen, jotta mm. pisteiden IP-luokitus merkitään oikein. Omatekoisia symboleita käytettäessä on huolehdittava, että ne on tehty ohjelman vaatimalla tavalla. Luetteloissa on myös oltava maininta siitä, mitä ne sisältävät, ja varsinkin siitä, mitä ne eivät sisällä. Täydellisten II tason luetteloiden tuottaminen vaatisi jokaiselle kaapelille reitin määrittelyn. Kaikkien kaapelien piirtäminen näkyviin ei ole järkevää, joten pituustiedon sisältävien luetteloiden tuottaminen vaatii ohjelmistokehitystä. Kaapelityypiluellon tuottaminen onnistuu nykyisillä työkaluilla, eikä se vaadi muuta kuin kaikkien kaapeleiden tyyppimäärittelyn. III tason luetteloiden tuottaminen vaatii ohjelman, jolla voi tehdä tuotemäärittelyjä. Suunnittelijan tulee myös tuntea hyvin markkinoilla olevat tuotteet pystyäkseen vertailemaan niitä.

Suunnittelijoille suunnatun kyselyn perusteella asia on useimmille melko vieras, mutta joillakin toimistoilla on erittäin hyvä valmius massaluetteloiden tuottamiseen suunnittelun yhteydessä. Kyselyn ja muiden lähteiden perusteella I tason luettelon tuottaminen lisää suunnittelun työmäärää muutamia prosentteja, II tason luettelon tuottaminen noin 20 prosenttia ja III tason luettelot kaksinkertaistaisivat työmäärän.

Urakoitsijat ovat sekä urakoitsijakyselyn että STUL:n mukaan halukkaita muutokseen, ja he näkevät valmiiden luetteloiden tehostavan omaa työtään huomattavasti. Urakoitsijat arvioivat valmiiden luetteloiden tuovan keskimäärin hiukan vajaan kahden prosentin säästön urakkakustannuksissa.

Ratkaiseva edellytys luetteloiden tuottamiselle suunnittelun yhteydessä on tilaajan halukkuus siihen. Suunnittelijoiden onkin pystyttävä perustelemaan muutoksen hyödyllisyys ja myymään oma osaamisensa tilaajille.

6 MASSALUETTELOIDEN KUSTANNUKSET JA TALOUDELLISET HYÖDYT

Tässä luvussa selvitetään, onko massaluetteloiden laadinta suunnittelutyön yhteydessä taloudellisesti järkevää.

Sähkösuunnittelualalla on yleisesti käsitys, että suunnittelijan tuottaessa massaluettelot kaikki osapuolet hyötyvät. Osmo Massinen osoitti diplomityössään [Mas02], että olisi kokonaistaloudellisesti edullista, kun urakkalaskenta tehtäisiin suunnittelijan tuottamien massaluetteloiden avulla. Samansuuntainen tutkimustulos rakennesuunnittelun alueelta saatiin Arkkitehdin CAD-suunnittelu ja työmaa -tutkimuksessa [Hei93], jossa osoitettiin, että vaikka arkkitehdin työmäärä kasvaisi määräluetteloita tuottaessa 10–20 %, niin nämä kustannukset saadaan takaisin pelkästään urakoitsijoiden laskentatyön vähenemisen kautta.

Vuonna 2003 RAKLI, STUL ja NSS solmivat sopimuksen, joka suosittelee sisällyttämään tarjouspyyntöasiakirjoihin määräluettelot laskettavissa olevista tarvikkeista. Tämä sopimus ei ole johtanut käytäntöjen muuttumiseen, vaikka etenkin urakoitsijat odottavat saavansa massaluetteloita suunnittelijoilta [Aut05].

Urakoitsijan tekemistä tarjouksista noin joka kymmenennen on sanottu johtavan tilaukseen [Aut05, Tii05], joten yhden tilauksen tulee kattaa urakatyön lisäksi kymmenen tarjouksen tekemisen kustannukset. Urakoitsijakyselyn perusteella ”hit-rate” on noin 20 %, mutta on kuitenkin selvää, että mitä pienemmäksi tarjouksien tekemisen kustannukset saadaan, sitä kannattavampaa toiminta on.

Massalaskennan osuus tarjouksen tekemiseen kuluvasta ajasta on nykykäytännöllä urakoitsijakyselyn perusteella noin 75 %, ja vaihteluväli oli 50–90 %. Valmiit luettelot sähköpisteistä ja johtoteistä lyhentävät urakoitsijoiden tarjouslaskenta-aikoja huomattavasti, koska suurin osa tarjouksen tekemisen ajasta kuluu nimenomaan pisteiden laskemiseen ja johtoteiden mittaamiseen. Vaikka tällä ei olisikaan välitöntä kustannusvaikutusta tilaajalle, se tuo kuitenkin urakoitsijalle mahdollisuuden vastata useampiin tarjouspyyntöihin.

Senaatti-kiinteistöjen asiantuntijan Antti Kurosen mukaan luetteloiden sisällyttäminen sopimuksiin sitovina asiakirjoina toisi niin paljon lisätarkkuutta kaupan sisältöön, että riitely sopimuksen sisällöstä vähenisi, jolloin suunnittelijalle maksettu lisäpalkkio säästettäisiin helposti takaisin vähentyneinä työvoimakuluina [Kur06b]. Tätä on kuitenkin mahdoton laskennallisesti etukäteen osoittaa.

6.1 I taso

Urakkakilpailun perusteella suoritettavan sähköurakoinnin arvioitu liikevaihto on jonkin verran alle 1 miljardia euroa, ja jos edellä esitetyn perusteella tästä voidaan säästää 1,8 prosenttia, on säästetty summa noin 18 miljoonaa euroa [Väl06b]. Toisaalta on esitetty, että sähköalan tarjouslaskennan kustannukset olisivat 70 miljoonaa euroa [Tii05] ja jos tarjouslaskenta nopeutuisi 50 %, kuten urakoitsijakyselyn vastauksista voidaan arvioida, säästöpotentiaali olisi jopa 35 miljoonaa euroa. Urakoitsijakyselyn perusteella tarjouslaskennan osuus urakasta on noin kolme prosenttia, ja jos tarjouslaskenta nopeutuisi mainitun 50 %, säästöpotentiaali olisi noin 15 miljoonaa euroa.

Vaikka suunnittelun työmäärä kasvaisi kymmenenkin prosenttia, se olisi SKOL:n tilaston [Las04] mukaisen talonrakennusalan sähkösuunnittelun 30 miljoonan euron liikevaihdosta vain 3 miljoonaa euroa. Huolimatta siitä, että SKOL:n tilasto ei kata kaikkia sähkösuunnittelutoimistoja, on talonrakennusalan sähkösuunnittelun liikevaihto kuitenkin huomattavasti pienempi kuin koko sähköteknisen suunnittelun 150 miljoonan euron liikevaihto [Väl06]. Näyttäisikin siis todennäköiseltä, että kokonaishyöty suunnittelijan tuottamista luetteloista olisi yhteensä useita miljoonia euroja, ehkä jopa 10–20 miljoonaa euroa.

Eräästä suuresta suunnittelutoimistosta saatiin toteutetun projektin pohjalta arvio I tason massaluetteloiden tuottamiseen vaaditusta lisäajasta. Toteutunut kustannusvaikutus on ollut reilusti alle 10 % suunnittelukustannuksista [Kal06].

Taulukossa 13 on esitetty suunnittelun ja urakoinnin työmäärien muutoksien välinen yhteys sillä tavalla, että koko urakan työmäärä pysyy samana. Urakoitsijakyselyn tulosten perusteella urakoitsijat arvioivat koko urakan työmäärän vähenevän keskimäärin 1,8 %, jos he saisivat I tason mukaiset massaluettelot suunnittelijalta. Tällä perusteella näyttäisi siis siltä, että urakan kokonaistyömäärä vähentyisi hiukan. Esimerkiksi jos suunnittelun 8 prosentin osuus kasvaisi 5 prosenttia ja urakoitsijan osuus vähenisi vain yhdenkin prosentin, laskisi koko urakan hinta 0,5 prosenttia. Urakoitsijan työmäärän väheneminen kahdella prosentilla pienentäisi koko urakkaa 1,4 %. On tietenkin muistettava näiden lukujen suuret epävarmuustekijät, mutta silti vaikuttaisi selkeästi siltä, että urakan kokonaishinta laskee, mikäli suunnittelija tuottaisi I tason massaluettelot tarjouslaskentaa varten.

Taulukko 13. Suunnittelun ja urakoitsijan työmäärien muutosten välinen riippuvuus kokonaiskustannusten pysyessä samoina.

Suunnittelun osuus (%)	Suunnittelutyön kasvu (%)	Urakoitsijan työn väheneminen (%)
6	5	0,3
6	10	0,6
6	15	1,0
6	20	1,3
8	5	0,4
8	10	0,9
8	15	1,3
8	20	1,7
10	5	0,6
10	10	1,1
10	15	1,7
10	20	2,2

Kustannuksia voidaan käsitellä myös toisella tavalla. Yhden I tason luettelon tuottamiseen kuluva keskimääräinen aika on todennäköisesti 10–30 minuuttia ja työkustannusten ollessa noin euron minuutti, on luettelon hinta helppo laskea. Kun huomioidaan myös luetteloiden tuottamisen vaatimat lisätyöt, asettunee yhden luettelon hinta ehkä 50–100 euron tietämille, riippuen kuitenkin huomattavasti projektista ja yrityksestä sekä käytetystä ohjelmistosta. Kokonaiskustannukset riippuvat siten pelkästään luetteloiden määrästä.

Jokaisesta piirustuksesta voidaan tulostaa luettelot järjestelmittäin tai toisena ääripäänä projektin kaikista piirustuksista voidaan tulostaa yksi yhteinen luettelo. Paras toimintatapa löytynee jostain tältä väliltä. Tällä tavalla kustannuksia laskettaessa on aina huomioitava myös luettelon tarkistamiseen kuluva aika. Oli luetteloiden hinnoitteluperuste mikä tahansa, on kuitenkin selvää, että todelliset kustannukset saadaan selville ainoastaan jälkilaskennalla.

6.2 II taso

Erään näkemyksen mukaan urakkakustannukset laskevat jopa 8 %, kun suunnittelija tuottaa kattavat II tason mukaiset massaluettelot, joita voidaan käyttää tarjouslaskennan lisäksi sopimusasiakirjoina ja tilaajan suorittaman hankinnan perustana [Mäk06]. Tällöin suunnittelukustannukset voisivat nousta lähes kaksinkertaisiksi, ja kokonaiskustannukset pysyisivät silti samoina, mikäli suunnittelun osuus urakasta on tavanomainen 6–10 %.

Kaapelien osalta suurimmat kustannukset tulevat paksuista kaapeleista, jotka lähes aina piirretään kokonaan. Tällaisten kaapelien laskenta ohjelmallisesti ei ole sen hitaampaa kuin pisteidenkään laskenta. Suunnittelijan tuskin kannattaakaan ryhtyä laskemaan ryhmäjohtojen pituuksia, vaan ainoastaan luetteloida kaapelityypit. Nousukaapelien mittaamiseen kuluva aika riippuu huomattavasti suunnittelutavasta. Perinteisestä aksonometrisestä kuvasta ohjelmat eivät osaa pituuksia mitata, mutta mikäli suunnitelma tehdään kolmiulotteisena, on myös nousujohtojen laskenta nopeaa.

6.3 III taso

Tuotemäärittelyt sisältävä luettelo lyhentää urakoitsijan laskenta-aikaa entisestään, mutta vaikutus tuskin on yhtä merkittävä. Suunnittelijan tekemällä tuoteluettelolla ei varmastikaan kannata ensisijaisesti pyrkiä kustannussäästöihin tarjouslaskennassa. Hyöty tulee todennäköisemmin parantuneesta laadusta ja muutosten vähenemisestä. Suunnittelijan intresseissä ei ole mahdollisimman halvan tuotteen löytäminen, kuten urakoitsija valitettavan usein yrittää tehdä, vaan tilaajan kannalta parhaan mahdollisen ratkaisun löytäminen.

III tason luetteloiden tuottaminen suunnittelun yhteydessä kasvattaa suunnittelijan työmäärää tuntuvasti: suunnittelijakyselyn arvioiden perusteella keskimäärin 100 %. Urakoitsijan työmäärän tulisi tällöin vähentyä 6–10 %, jotta urakan hinta ei nousisi. Tämä vaatisi tarjouslaskennan nopeutumisen lisäksi kustannussäästöjä myös muualla urakassa, mutta mikäli jo II tason luetteloilla saataisiin esitetty 8 prosentin säästö, voisi III tason luetteloiden tuottaminenkin olla taloudellisesti kannattavaa.

6.4 Yhteenveto

Sähkösuunnittelun ja -urakoinnin liikevaihdosta on vaikeaa saada tarkkoja tietoja, mutta NSS:n ja STUL:n antamien tietojen perusteella talonrakennusalan sähkösuunnittelun liikevaihto on 50–150 miljoonaa euroa vuodessa ja urakkahinnoitellun sähköurakoinnin liikevaihto alle 1 miljardia euroa. Tämä on sopusoinnussa myös sen kanssa, että tyypillinen suunnittelun osuus sähköurakasta on noin 6–8 %. Mikäli urakkakustannukset laskisivat suunnittelijan tuottamien I tason luetteloiden avulla hiukan vajaa kaksi prosenttia, kokonaissäästö urakointikustannuksissa olisi noin 15–20 miljoonaa euroa vuodessa.

Suunnittelun työmäärän kasvuksi arvioitiin I tason luetteloita tuotettaessa alle 10 %. Suunnittelun liikevaihdon lisäys olisi siis korkeintaan 15 miljoonaa euroa vuodessa, todennäköisemmin noin viisi miljoonaa euroa. Tilaajien sama kokonaishyöty olisi siis useita miljoonia euroja vuodessa.

II ja III tason luetteloiden tuottaminen vaatii suunnittelun työmäärän lisäämistä kymmeniä prosentteja, mutta koska urakointikustannukset vähenisivät 6–10 %, se kattaisi suunnittelukustannusten kaksinkertaistumisenkin. Luvut ovat varsin realistisia, ja kuten jo 2. luvussa todettiin, suunnitteluun panostaminen kannattaa, mikäli sillä saadaan rakennus- ja elinkaarikustannuksissa pientäkin säästöä.

7 RAJAPINNAT MUIDEN TOIMIJOIDEN KANSSA

Tässä luvussa selvitetään lyhyesti tahot, joiden kanssa suunnittelija toimii, ja pohditaan ongelmia, joita eri toimijoiden erilaiset intressit voivat aiheuttaa.

Suurin osa rakennushankkeen rakentamisvaiheen kustannuksista on urakoitsijoiden kustannuksia, joten sieltä on todennäköisesti saatavissa myös suurimmat säästöt. Näin ollen massalaskennan kehittämisessäkin tulee huomioida urakoitsijanäkökulma. Kannattavinta on helpottaa urakoitsijoiden työtä ja vähentää tuottamatonta työtä.

Aikaisemmin urakoitsijat ovat vastustaneet massalaskennan siirtämistä suunnittelijoille, koska he ovat pelänneet oman katteensa pientymistä [Mäk05]. Urakoitsijat ovat rakennusalalla tähän asti asennustyön lisäksi myös hankkineet tarvikkeet. Urakoitsijan suorittama hankinta ei aina ole tilaajalle edullisin vaihtoehto, mutta se antaa enemmän joustovaraa urakan hinnoittelulle kuin pelkän työn hinnoittelu. Materiaalicate on varma kate, mutta jos työcate olisi urakoitsijan ainoa kate, ei tarjousvaiheessa ole varaa arvioida työhön vaadittua aikaa liian lyhyeksi.

Monien keskusteluiden perusteella näyttää kuitenkin siltä, että sekä rakennuttajat että urakoitsijat ymmärtävät perustelut laskennan siirtämiseksi suunnittelijalle ja olisivat jopa halukkaita muutokseen. Joitakin pilottiprojekteja on jo tehtykin. On kuitenkin selvää, että käytännön yleistyminen vaatii jokaisen osapuolen aktiivisuutta. Suurin vastuu on suunnittelutoimistoilla, joiden tulee aktiivisesti markkinoida osaamistaan ja pystyä perustelemaan tilaajille tuottamiensa luetteloiden hyödyt. Suunnittelutarjouksiin tuleekin sisällyttää optioksi massaluettelot, vaikka tilaaja ei niitä olisi pyytänytäkään. Tilaa- jien puolestaan tulee ymmärtää, että suunnittelijan tuottamilla luetteloilla voidaan saavuttaa muutakin kuin halvempia urakoita. Asia ei ole pelkästään rahasta kiinni, vaikka se usein ensimmäisenä nostetaan esiin, vaan vaaditaan myös tahtoa ja positiivista asennetta muutokseen. Toisaalta täytyy pitää mielessä, että minkään ei ole pakko muuttua. Uusi toimintamalli ei sulje mitenkään pois sitä, että edelleen joissain projekteissa toimitaan kuten ennenkin.

7.1 Vastuukysymykset

Mikäli massaluetteloista tulee osapuolilta toisille liikkuvia asiakirjoja, on niiden asema määriteltävä muiden sopimusasiakirjojen tapaan. Vaihtoehtoina voisivat olla esimerkiksi:

- Luettelo on sitoumukseton tiedonanto, jonka oikeellisuutta ei sen antaja millään tavalla takaa.
- Luettelo on urakkalaskentavaiheen laskenta-asiakirja, jonka perusteella hinnoitellaan. Valittu urakoitsija tekee tarkistuslaskennan, eikä suunnittelijan laatima luettelo ole tämän jälkeen enää sitova.
- Luettelo on sitova asiakirja koko projektin ajan. Poikkeukset hinnoitellaan erikseen sopimuksessa.

Lisäksi luetteloiden ja tasopiirustusten keskinäinen määräävyys on sovittava. Samoin luettelon yhteydessä on selvästi ilmoitettava, mitä se sisältää ja mitä se ei sisällä.

Jälkimmäisen sitovuusvaihtoehdon poikkeusten hinnoittelu voidaan hoitaa monella tavalla. Yksinkertaisin lienee tapa, jossa urakoitsija hyvittää tai laskuttaa tilaajaa sovitulla yksikköhinnalla riippuen muutoksen suunnasta. Muutoksille kannattaa myös asettaa raja, jonka ylittäviä töitä ei enää tehdä samalla yksikköhinnalla. Tämä on perusteltua, jotta urakan koko pysyy lähellä sovittua.

Myös näistä asioista kysyttiin suunnittelijoilta, ja vastaajat olivat yksimielisesti sillä kannalla, että luetteloiden tulisi olla sitovia asiakirjoja. Vastuunkantajaa ei tässä kysyty, mutta ainoa vaihtoehto käytännössä on se, että suunnittelija vastaa tilaajalle ja tilaaja urakoitsijoille, aivan samoin kuin muidenkin suunnitelma-asiakirjojen kohdalla.

Aluksi järkevin vaihtoehto lienee tarjousten pyytäminen luetteloiden perusteella ja sen jälkeen suoritettava tarkistuslaskenta. HKR-Rakennuttaja on ottanut käyttöön mallin, jossa kaksi tai kolme halvimman tarjouksen tehnyttä suorittavat oman laskennan ja ilmoittavat, pitääkö tarjoushinta edelleen paikkansa [Mäk05]. Turhaa laskentatyötä saadaan näinkin vähennettyä, eivätkä vastuukysymykset muodostu kovin hankaliksi.

Täysin päinvastainen lähestymistapakin on mahdollista. Eräs suuri rakennusliike on kieltänyt ainakin yhdessä projektissa erikseen suunnittelijoita ilmoittamasta massoja urakkalaskenta-asiakirjoissa [Mar05]. Syy tähän saattaa olla esimerkiksi se, että suunnittelijan laskemien massojen voisi ajatella olevan lähempänä totuutta, kun taas usein joku urakkatarjouksen tekijöistä laskee virheellisesti alakanttiin. Tällöin rakennuttajalla on tilaisuus jyrkästi ilmaistuna kiristää urakoitsijaa tekemään urakka hinnalla, joka ei kuitenkaan vastaa todellisuutta. Pelkkä vastuukysymysnäkökulma ei voi olla syynä laskentakieltoon.

7.2 Tiedonkulku

Optimaalinen tilanne olisi, jos massaluettelo kehittyisi projektin edetessä niin, että siitä olisi hyötyä kaikissa rakennusvaiheissa ja loppudokumentteihin voitaisiin liittää täydellinen luettelo rakennuksessa käytössä olevista kiinteistä sähkökalusteista ja -tarvikkeista.

Tällaisen vision toteutuminen vaatii muutoksia nykyiseen paperidokumentteihin perustuvaan tiedonhallintaan. Suunnitelmat on saatava tietokantaan, jotta niitä voidaan käyttää ja päivittää hallitusti. Massaluettelo ei voi olla muista suunnitelmista irrallinen dokumentti, vaan se liittyy aina kiinteästi johonkin piirustukseen. Ideaalitalanne olisikin, että koko suunnitelma olisi tietokantamuodossa, jolloin tasopiirustus ja massaluettelo olisivat vain erimuotoisia näkymiä tähän tietokantaan.

Mikäli suunnittelija tuottaa luettelot urakoitsijalle, tiedonkulku heidän välillään tuskin on ongelma, mutta urakoitsijalla olevan tiedon tallentaminen myöhempää käyttöä varten voi olla vaikeampi toteuttaa käytännössä. Tallentaminen kuuluisi luonnollisena osana loppukuvien piirtoon, mutta piirtäjällä tulisi tällöin olla käytössään tiedot asennetuista tarvikkeista. Tallennus tulisi myös budjetoida ja sisällyttää omana kohtanaan sopimuksiin.

Nykyisten suunnitteluohjelmistojen yhteensopimattomuus aiheuttaa ongelmia, jos eri osapuolet käsittelevät samaa kuvaa eri ohjelmilla. Kun CAD-kuva avataan eri ohjelmalla kuin millä se on tehty, ei ohjelma osaa tulkita sitä mitenkään. Ohjelmistotoimittajien vakuutteluista huolimatta onkin perusteltua käyttää samaa ohjelmaa läpi koko projektin. Mikäli tiedonsiirto voidaan tehdä IFC-formaatissa ja ohjelmissa on toimiva mahdollisuus IFC-tuontiin ja -vientiin, yhteensopivuusongelmia voidaan ainakin vähentää huomattavasti, ehkä jopa poistaa kokonaan.

8 KEHITYSTARPEET OHJELMISTOILLE JA SUUNNITTELUN TEHTÄVÄSISÄLLÖLLE

Tässä luvussa kootaan yhteen edellä kuvatun massaluettelomallin käyttöönottoa jarruttavat seikat ja esitetään niille mahdollisia ratkaisuehdotuksia sekä esitetään muita parannusehdotuksia sekä suunnittelun tehtäväluetteloon että suunnitteluohjelmistoihin.

8.1 Suunnittelun tehtäväluettelon kehittäminen

Nykyisiä tehtäväluetteloita on jo pitkään pidetty puutteellisina ja niitä on useamman kerran yritetty uudistaa. Aikaisemmista projekteista on ilmeisesti otettu opiksi, ja nyt käynnissä olevan hankkeen tavoitteet vaikuttavat siltä, että projektista saatetaan saada jotain käyttökelpoistakin aikaiseksi. Projektin tiedotteen mukaan suunnittelutehtävät on kohdistettava nykyisestä poikkeaviin palvelupaketteihin sekä huolehdittava suunnittelun laadusta. Uusissa tehtäväluetteloissa on tarkoitus esittää tulosteiden lisäksi lähtötietotarpeet ja yhteistyötarpeet muiden osapuolien kanssa. [Rak06]

Tehtäväluetteloiden kehitystyössä on mietittävä, vastaako järjestelmälähtöinen suunnittelu nykypäivän ja tulevaisuuden tarpeisiin vai tulisiko suunnittelua tehdä tilatarpeiden tai ominaisuustarpeiden perusteella [Har04].

Talotekniikan tehtäväluettelon on tarkoitus ohjata siihen suuntaan, että kaikki suunnittelu olisi suunnittelijan vastuulla [Väl06]. Tämä on myös urakoitsijakyselyn vastausten perusteella kannatettava ajatus.

CAD-ohjelmien erilaiset ominaisuudet aiheuttavat tiedonsiirrossa ongelmia. NSS ry:n Dokumentoinnista tiedonhallintaan -projektin tuloksena syntyi suositus piirustusten viivanleveyksille ja tasojen nimeämiselle ja käsittelylle [Dok05]. Uuden tehtäväluettelon tulisi edellyttää suunnitelmilta yhtenäistä muotoa ainakin näissä asioissa.

Massalaskennan näkökulmasta ohjelmien suurin ongelma on se, että kaikki yleisimmät ohjelmat eivät pysty laskemaan symboleita toisella ohjelmalla tehdyistä kuvista. Siksi pelkkä vaatimus piirustusten sähköisestä siirtokelpoisuudesta ei riitä, vaan lähtökohtana pitäisi olla massaluettelon toimittaminen aina piirustuksen mukana. Massaluettelon laadinta tulisi integroida kiinteästi uuteen tehtäväluetteloon siten, että esimerkiksi pistesijoittelun yhteydessä tulosteena olisi tasopiirustuksen lisäksi määräluettelo pisteistä. Luettelon sisällön määrittelylle paras paikka on ST-kortisto.

8.2 Ohjelmistojen kehittäminen

Suunnitteluohjelmistoista tuotettujen massaluetteloiden tulisi olla yhteneviä sekä ulkoasultaan että tiedostomuodoltaan, jotta niitä voitaisiin käyttää joustavasti ja tehokkaasti.

Selkein vaihtoehto lienee tässäkin työssä esitetty tyyli, jossa jokaiselle erilaiselle komponentille on oma rivi ja sarakkeissa sen ominaisuuksien kuvaukset. Sarakejaon yhteneväisyys helpottaa luettelon lukemista suuresti, joten siihen tulisi sopia yhteiset säännöt ja suunnittelijan tulisi noudattaa niitä. I tason luetteloita tuotettaessa voidaan käyttää STUL:n malliluettelon mukaista jakoa. Ohjelmissa tulisikin olla mallin mukainen luettelopohja käyttövalmiina. Ohjelmiston täytyy silti kyetä myös sarakejaon muutoksiin. Käyttäjän tulee pystyä myös lisäämään ja nimeämään uusia sarakkeita. Rivien oletusjärjestykseksi sopivin olisi järjestelmätunnuksen mukainen järjestys. Ohjelmien tasomitysten olisi siis oltava esimerkiksi S2000-järjestelmän mukaiset ja järjestelmätunnus tulisi saada mukaan luetteloon. Käyttäjän pitäisi myös pystyä lisäämään ja muokkaamaan tasojärjestelmiä.

Nykyisellään kaikki ohjelmat tuottavat luettelon eri tiedostomuodossa. Yhteiskäytön kannalta olisi järkevää, että käyttäjä saisi valita, mihin muotoon luettelo ohjelmasta tuotetaan. Monikäyttöisin formaatti lienee tavallinen tekstitiedosto. Myös MS Excel-, pdf- ja csv-tiedostojen luomiseen olisi oltava mahdollisuus.

Ohjelmien tulisi kyetä tuottamaan IFC-standardin mukaisia tiedostoja, jolloin yhteensopivuusongelmat vähenisivät huomattavasti. Myös IFC-tiedostojen tuontiin tulisi olla mahdollisuus, koska muuten eri osapuolten suunnitelmien yhteinen tarkastelu ei onnistu.

Massaluettelo voisi olla myös älykäs tiedosto, joka linkittyisi tasopiirustukseen kiinteästi. Käyttökelpoinen ominaisuus saattaisi olla esimerkiksi massaluettelon muutosten päivitysmahdollisuus tasopiirustukseen. Tätäkin tarpeellisempi olisi toiminto, jolla saisi korostettua tai piilotettua tasopiirustuksesta kaikki luettelosta valitut komponentit.

Mikäli sähkösuunnitelman pohjana olevassa arkkitehtimallisissa on tietoa esimerkiksi seinämateriaalista, tämä tieto pitäisi saada vietyä myös massaluetteloon.

Monissa piirustuksissa käytetään tilanpuutteen vuoksi yhdistelmämerkkejä, joissa yksi piirrosmerkki tarkoittaa usean erilaisen rasian yhdistelmää. Ohjelmissa tulisi olla mahdollisuus tehdä omia yhdistelmämerkkejä ja ottaa ne mukaan laskentaan omina pisteinään, joiden sisältö olisi luettelossa eritelty.

9 YHTEENVETO

Tässä luvussa kootaan yhteen työn tärkeimmät tulokset ja esitetään, mitä tulevaisuudessa tulisi tehdä, jotta muutoksia oikeaan suuntaan voisi tapahtua.

Sähköalallakin massalaskennan siirtäminen suunnittelun yhteyteen on ollut ajatuksena vuosikausia, mutta merkittävää muutosta ei ole vielä tapahtunut. Nyt ilmapiiri ja työkalut ovat kuitenkin sellaiset, että toivoa muutoksesta on olemassa. Yritysten, jotka haluavat kulkea kehityksen kärjessä, tulisi ottaa tämä huomioon ja olla valmiita muuttamaan työskentelytapojaan.

Työn kuluessa vahvistui käsitys arvattavissakin olevasta muutosvastarinnasta. Osa suunnittelijoista pelkää, että työmäärä lisääntyy mutta ylimääräisestä työstä ei pystyisi laskuttamaan. Osa urakoitsijoista pelkää taas marginaaliensa pienentyvän, jos tarjoukset annetaan massaluetteloiden perusteella. Jopa sellaista tuli esille, että tilaaja kieltää suunnittelijaa laskemasta massoja. Näitä pelkoja voidaan vähentää ainakin luomalla yhteisiä menettelytapaohteja.

Suomalainen tapa hoitaa sähköurakan massalaskenta on hieman poikkeuksellinen, sillä muun muassa Saksassa ja Britanniassa myös sähköurakan massalaskenta kuuluu suunnittelutehtävään, ja Suomessakin rakennesuunnittelussa massalaskenta on osittain suunnitteluun kuuluvaa. 1980-luvulle asti sähkösuunnittelijat ovat myös Suomessa tuottaneet myös pisteluettelot, joten vanhimmat suunnittelijat ovat siihen tottuneet. Jostain syystä laskenta kuitenkin siirtyi urakoitsijoille. Nyt siis yritetään ikään kuin vain palata vanhaan käytäntöön. Koko rakennusalan siirtyessä pikkuhiljaa tuotemallipohjaiseen suunnitteluun, muuttuvat myös laskennan mahdollisuudet. Kehittyneimmistä suunnitteluohjelmistoista saa jo nyt käyttökelpoisia luetteloita.

9.1 Tuloksista

Työssä tutkittiin kolmea eritasoista talonrakennushankkeiden sähköurakkaan soveltuvaa massaluetteloja ja selvitettiin, minkälaiset edellytykset niiden tuottamiseksi on olemassa ja minkälaisia vaatimuksia niiden tuottaminen asettaa.

Yksinkertaisimman tason massaluetteloiden tuottamiseen on olemassa hyvä valmius, suurin este on sopimuskäytännöissä ja vastuukysymysten selvittämisessä. Yksinkertaisten luetteloiden tuottamiseen suunnittelutyön yhteydessä on hyvät perusteet. Suurimman hyödyn saisivat kustannussäästöjen muodossa suuret rakennuttajat, joten niiden kannattaisi olla aloitteellisia ja vaatia luetteloita sisällytettäviksi suunnitelmiin. Näin todennäköisesti tapahtuukin, ja tietyt rakennuttajat ovat jo ottaneet tavaksi vaatia suunnittelijalta massaluetteloita.

Urakoitsijoille tarjouslaskennan massoittelemuajan lyheneminen toisi mahdollisuuden vastata useampiin tarjouksiin. Tarjoukset olisivat myös vertailukelpoisempia, kun kaikilla tarjoajilla olisi sama massaluettelo tarjouksen perusteena. Massaluettelot toisivat myös varmuutta sopimuksen sisältöön, ja säästöjä syntyisi vähentyneistä neuvottelutarpeista urakan aikana. Säästöjä syntyisi todennäköisesti myös työmaan ja hankintojen logistiikassa, jos käytössä olisi riittävän yksityiskohtainen tarvikeluettelo. Kustannusvaikutukset pystytään tosin selvittämään vasta useampien urakoiden jälkilaskennalla.

Oleelliset vaatimukset ja edellytykset yksinkertaisten luetteloiden tuottamiselle suunnittelun yhteydessä ovat seuraavat:

- Ohjelmistojen laskenta- ja luettelo-ominaisuuksia osataan käyttää.
- Suunnittelijalla on käytössään ohjeet luettelon sisältö- ja ulkoasumäärittelylle.

Luetteloiden sitovuus ja muutosten käsittely tulee sopia erikseen, koska mikään yleinen ohje ei näihin ota kantaa.

II ja III tason luetteloiden tuottaminen vaatii suunnittelun työmäärän lisäämistä ja ohjelmistokehitystä. Suunnitelmaan tulisi saada enemmän ja tarkempia tietoja kuin nykyään, mutta nykyiset ohjelmat eivät anna riittävästi mahdollisuuksia tietojen syöttämiseen. Kattavia luetteloita on kuitenkin perusteltua laatia, koska niistä saadaan etenkin rakennuksen käyttövaiheeseen liittyvää käyttökelpoista ja arvokasta tietoa.

Tarjouslaskennan työmäärää vähentävästä massalaskennasta on selkeää taloudellista etua, mutta rakennuksen käyttövaiheessa luetteloista saatavaa taloudellista hyötyä on erittäin vaikea arvioida. Näin ollen mitä enemmän laskenta vaatii suunnittelun työmäärän lisäämistä, sitä epävarmempaa sen kannattavuus on. Suunnittelijoiden tuottamien I tason luetteloiden tuomaksi kokonaisyödyksi laskettiin osittain arvioiden ja osittain tilastotietojen perusteella muutamia miljoonia euroja, mahdollisesti jopa 10–20 miljoonaa euroa.

Tuotemallipohjaisten massaluetteloiden tuottamisen ensimmäinen este on valmistajien puutteelliset tuotemallimäärittelyt. Tuotemallien avulla tapahtuva suunnittelu on kuitenkin lisääntymässä, ja se lienee varsin tavallista muutamien vuosien kuluttua. Jos tuotemallisuunnittelua tehdään nykyisen kaltaisilla työkaluilla, eivät massalaskennan perusteet ja vaatimukset juurikaan muutu, mutta suunnitelman tietomäärän kasvaessa voi olla mahdollista liittää luetteloihin tietoa, jota niihin ei nykyään järkevällä työmäärällä saada.

Luetteloiden käyttöä sopimusasiakirjoina pidettiin tavoiteltavana. Tällöin sopimuksen sisältö olisi nykyistä käytäntöä tarkemmin määritelty ja rakennusaikaisiin riitoihin kuluisi vähemmän aikaa ja rahaa.

9.2 Jatkotutkimus- ja kehitystarpeita

Massaluetteloiden vaatiminen sähkösuunnittelijoilta on jo alkanut, mutta on vaikea sanoa, tuleeko siitä yleinen tapa vai marginaali-ilmiö. Jotta luetteloiden tuottaminen suunnittelu- vaiheessa yleistyisi, täytyy

- perustella tilaajille saatavilla oleva hyöty
- sisällyttää luettelot optioina suunnittelutarjouksiin
- integroida määrälaskenta suunnittelun tehtäväluetteloon
- määrittellä luetteloiden sisältövaatimukset suunnittelun tehtäväluettelossa
- käyttää luetteloissa yhtenäisiä sisältö- ja ulkoasumäärittelyitä
- kehittää ohjelmistojen luettelo-ominaisuuksia.

Näistä selvästi tärkein on luetteloiden sisällyttäminen suunnittelutarjouksiin. Suunnittelijoiden pitää muutenkin myydä omaa osaamistaan ja ammattitaitoaan aktiivisesti, eikä tyytyä siihen, mitä tilaajat osaavat pyytää.

STUL:n luoma massaluettelon sisältö- ja ulkoasumäärittely on hyvä alku, mutta koska se on laadittu mahdollisimman yksinkertaiseksi ja helposti käyttöönotettavaksi, se ei sisällä määrittelyjä mahdollisesti tulevaisuudessa tarvittavista tiedoista. Siksi tulisikin luoda malliluettelo, joka soveltuu käytettäväksi I tasolta III tasolle. Tämä malli tulisi sisällyttää ST-kortistoon.

Luettelokorttiin tulisi viitata uudessa talotekniikan tehtäväluettelossa, samoin valmiisiin sopimuspohjiin tulisi lisätä massaluettelot omaksi kohdakseen.

Kun massaluetteloiden tuottamisesta suunnittelun yhteydessä alkaa olla kokemusta, tulisi alan keskusjärjestöjen tutkia kustannusvaikutukset sekä suunnittelussa että urakoinnissa. Tämä lienee ajankohtaista muutaman vuoden kuluttua.

Urakoitsijoiden vastustuksesta huolimatta hankinnan ja työn erottamisen vaikutuksia olisi hyvä tutkia. Ei voi mitenkään olla itsestään selvää, että urakoitsijan suorittama hankinta on aina tilaajalle edullisin vaihtoehto. Aktiivisesti tulisi myös pyrkiä eroon siitä, että urakoitsija määrittelee tuotteet uudelleen, vaikka suunnittelija on sen kerran jo tehnyt.

Tulevaisuudessa voisi olla mahdollista, että massaluettelo on älykäs, muihin suunnitelmiin liittyvä tietokanta, johon tehdyt muutokset päivittyisivät muihin suunnitelmiin. Tavoiteltava tilanne olisi, että rakennushankkeen aikana syntyntä tietoa ei hävitettäisi, vaan hankkeen valmistuttua käytössä olisi luettelo kaikista rakennuksessa olevista kiinteistä sähkölaitteista.

9.3 Loppusanat

Tätä työtä tehdessäni keskustelin useiden sähköalan ammattilaisten kanssa, jotka edustivat lähinnä rakennuttajia, suunnittelijoita ja urakoitsijoita. Esittämäni asiat saivat pääasiassa positiivisen vastaanoton, vastustavat mielipiteet olivat harvinaisia ja liittyivät lähinnä kokonaisuuden kannalta merkityksettömiin pikkuseikkoihin.

Suurin peikko lähes jokaiselle oli raha. Usein ensimmäinen kysymys oli: ”Kuka maksaa?” Kysymys voidaan tulkita mielipiteeksi: ”En minä ainakaan”. Tällaisessa tilanteessa tulisi kuitenkin miettiä, mitä sijoitettavalla rahalla voisi saada. Hyöty ei aina ole välitön, sillä se voi näkyä hitaasti esimerkiksi parantuneena kilpailukyynä tai tehostuneena toimintana. Pientenkin yritysten tulisi pystyä katsomaan huomispäivän lisäksi pidemmälle tulevaisuuteen.

On hyvin todennäköistä, että tulevaisuus on erilainen kuin tässä työssä esitetään, muutoksia voi tapahtua eri suuntaan tai sitten niitä ei tapahdu juuri ollenkaan. En tosin tavannut ketään, joka olisi väittänyt nykykäytäntöä parhaaksi vaihtoehdoksi. Toisaalta muutokset herättävät aina epäluuloja ja pelkoja, joiden vähentämiseksi on tehtävä työtä.

Tärkein asia kaikille osapuolille onkin hyväksyä, että ilman muutosta ei koskaan tapahdu positiivistakaan kehitystä.

LÄHTEET

Julkiset lähteet

- [Auv87] Auvinen, J. Sähköasennusten suunnittelun ja toteutuksen tietokoneavusteinen kehitys. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, sähköteknillinen osasto. Espoo. 1987.
- [Dat06] Data Design System UK. Electrical Partner FP - Specification. WWW-dokumentti: <http://www.dds-bsp.co.uk> -> Products -> Electrical Partner FP -> Specification. Luettu 22.3.2006.
- [Dok05] NSS ry:n dokumentointiryhmän suositukset sähkösuunnitteluun. WWW-dokumentti: <http://www.nsoy.fi/> -> Projektit -> Dokumentointiprojektin loppuraportin päivitys 1/2005. 8.3.2005. Luettu 1.3.2006.
- [Gru05a] Gruber, A-M. Tuotemallinnus tulossa suunnitteluun. Plaani 1 2005. ISSN 1457-0246. 2005.
- [Gru05b] Gruber, A-M. Haasteena paikkansapitävät loppupiirustukset. Plaani 1 2005. ISSN 1457-0246. 2005.
- [Har04] Harsia, P. Sähkösuunnittelun käsikirja. Sähköinfo Oy. ISBN 952-5382-62-1. Espoo. 2004.
- [Hei05] Heikkinen, M. CAD-suunnitelmien hyödyntäminen sähköurakan toteutusvaiheen materiaalihallinnassa. Insinöörityö. Espoon-Vantaan teknillinen ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutusohjelma. Espoo. 2005.
- [Hei93] Heikkonen, A. et al. Arkkitehdin CAD-suunnittelu ja työmaa. Rakennusteollisuuden keskusliitto. Helsinki. 1993.
- [IEC05] IEC 60617. Graphical symbols for diagrams. International Electrotechnical Commission IEC. Geneve, Sveitsi. 2005.
- [IFC06] IFC2x Edition 3. WWW-dokumentti: <http://www.iai-international.org/> -> Model -> IFC/ifcXML Specifications -> IFC2x3 (Online documentation). Luettu 22.2.2006.
- [JP06] JP-Talotekniikka Oy. WWW-sivut: <http://www.jp-talotekniikka.fi/>. Luettu 24.2.2006.
- [Kon95] Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot, KSE 1995. RT 13-10574. Rakennustieto Oy. 1995.
- [Las04] Laskutustilasto 2004. Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry. Espoo. 2005.

- [Leh05] Lehtiniemi, P. Määräluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmasta. Insinööriyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu, sähkötekniikan koulutusohjelma. Pori. 2005.
- [Lin05] Linkki - sähköalan suunnittelusovellusten integrointityökalun ja suunnittelu-metodiikan kehittäminen -hankkeen Internetsivut. <http://cic.vtt.fi/> -> Vera -> Suomeksi -> Projektit -> Linkki. Luettu 6.10.2005.
- [Liu04] Liuksiala, A. Rakennussopimukset: käytännön käsikirja. Rakennustieto Oy. ISBN: 951-682-741-1. Helsinki. 2004.
- [Mas02] Massinen, O. Sähkösuunnittelun ja rakentamisen logistiikan kehittäminen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, sähkötekniikan osasto. Lappeenranta. 2002.
- [Nie00] Niemioja, S. Suunnittelun kehäprojekti ja kehittämistarpeiden kartoitus. Terve Talo -teknologiaohjelman raportti. SKOL ry, ATL ry, SAFA ry. Espoo. 2000.
- [Neu00] Neuvonen, P. Aikataulut suunnittelussa ja rakentamisessa. Foorumimuistio, Rakennusfoorumi 16, 7.11.2000. WWW-dokumentti: <http://www.rts.fi/> -> Rakennusfoorumit -> 38. Aikataulut suunnittelussa ja rakentamisessa 7.11.2000. Luettu 31.10.2005.
- [Per92] Perttilä, H., Sätälä, H. Rakennuttaminen. Rakentajain kustannus. ISBN 951-682-244-4. Helsinki. 1992
- [Pro05] Pro IT – Tuotemallitieto rakennusprosessissa -projektin Internetsivut. <http://virtual.vtt.fi/proit/>. Luettu 1.3.2006.
- [Pyn05] Pynnönen, J. Sähköistä määrälaskentaa. CADS-uutiset Sähköextra 2005. ISSN 1235-6379. 2005.
- [ST06] ST-kortisto. Sähkötieto Oy. Päivitetään useita kertoja vuodessa, viimeisin päivitys 6.3.2006.
- [Sup05] SuPro – kehittyvä suunnitteluprosessi -hankkeen Internetsivut. <http://www.supro.info>, sivut poistettu näkyvistä lokakuussa 2005. Saatavilla Internet Archive -arkistosta (<http://www.archive.org/>). Luettu 6.10.2005.
- [Säh05a] Sähköpätevyyden ylläpitokansio. Sähköinfo Oy, Henkilö- ja Yritysarviointi Seti Oy. Päivitetään kolme kertaa vuodessa, viimeisin päivitys joulukuussa 2005.
- [Säh05b] CAD-seminaari käsitteli sähköurakan massoittelumallia. Sähkömaailma, toukokuu 2005. ISSN 0781-8556. 2005.
- [Rae06a] Raejärvi, T. Nykyaikainen tarjouslaskenta sähköurakointiliikkeessä. Insinööriyö. Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia, tekniikan ja liikenteen toimiala. Helsinki. 2006.

- [Rak95] Rakennuttamisen tehtäväluettelo RAP 95, RT 10-10575. Rakennustieto Oy. 1995.
- [Rak98] Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, RT 16-10660. Rakennustieto Oy. 1998.
- [Rak06] Rakentamisen suunnittelun tehtäväluetteloiden uusimisprojekti. WWW-dokumentti: <http://www.nssoy.fi/> -> Projektit -> Talotekniikan tehtäväluetteloiden uusiminen. Luettu 16.2.2006.
- [Ran05] Rantala, E. Sähkösuunnittelua nyt ja tulevaisuudessa. Plaani 1 2005. ISSN 1457-0246. 2005.
- [Tal95] Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo TATE 95, RT 10-10579. Rakennustieto Oy. 1995.
- [Tal99] Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo TATE 95 lisälehti, RT 10-10701. Rakennustieto Oy. 1999.
- [Tal02] Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. Rakennustieto Oy. ISBN 951-682-707-1. 2002.
- [Tar06] Tarjouslaskenta. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta -kurssin luentomateriaali ja muistiinpanot. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo. 19.1.2006.
- [Tii05] Tiik. V. Massoittelu ja tarjouslaskenta. CADS-utiset Sähköextra 2005. ISSN 1235-6379. 2005.
- [Työ12] Työjärjestys monttööreille, K. F. Puromiehen kirjapaino Oy. Helsinki. 1912. (Kopio saatavilla tekijältä tai Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:stä)
- [Uus05] Uusitalo, A. Sähköurakan massoittelumallin koevaihe alkanee syksyllä. Sähkömaailma, kesä-heinäkuu 2005. ISSN 0781-8556. 2005.
- [Vuo00] Vuolteenaho, J. Nykyaikainen rakennushanke. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu, arkkitehtuurin osasto. ISBN 952-15-0370-X. Tampere. 2000.

Muut lähteet

- [Aut05] Palaveri Isto Aution ja Juha Grönlundin (STUL ry) kanssa 24.10.2005.
- [Auv06] Palaveri Jukka Auvisen ja Antti Danskan (Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy) kanssa 17.1.2006.
- [Grö06] Sähköposti Juha Grönlundilta 31.1.2006.
- [Hyy05] Palaveri Pasi Hyypän, Aimo Timosen ja Antti Kurosen (Senaatti-kiinteistöt) kanssa 20.12.2005.
- [Kal06] Palaveri Kari Kalevan (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy) ja Juhani Mäenpään (Tekmanni Oy) kanssa 12.1.2006.
- [Kiv06] Kiviniemi, A. Kansainvälinen tuotemallistandardointi - Suomi maailmalla. Tuotemallit suunnittelussa -seminaarin luentomateriaali. Rakennustieto Oy. 10.3.2006.
- [Kur06a] Sähköposti Antti Kuroselta 22.2.2006.
- [Kur06b] Sähköposti Antti Kuroselta 30.1.2006.
- [Lai06] Laine, T. Tuotemalli-infotilaisuus Olof Granlund Oy:ssä. Muistiinpanot. 12.1.2006.
- [Mar05] Sähköposti Heikki Marttilalta (T:mi He-Mar) 15.12.2005.
- [Met05] Keskustelu Valo 05, Sähkö 05 & Tele 05 -messuilla Jyrki Metsolan (Kymdata Oy) kanssa 21.10.2005.
- [Mäe06] Palaveri Juhani Mäenpään ja Kari Kalevan kanssa 12.1.2006.
- [Mäk05] Palaveri Jouni Mäkisen (HKR-Rakennuttaja) kanssa 19.12.2005.
- [Mäk06] Palaveri Alpo Mäkisen (SRV-Yhtiöt Oyj) kanssa 15.2.2006.
- [Pii05] Keskustelu Valo 05, Sähkö 05 & Tele 05 -messuilla Petri Piittalan (Progman Oy) kanssa 20.10.2005.
- [Rae06b] Keskustelu Jorma Raejärven (Sähkötalo-Asennus Oy) kanssa 6.3.2006.
- [Ste05] Palaveri Harri Stenmanin, Esa Kopran, Juha Kopran, Ari Piiraisen ja Jukka Särkisen (JP-Talotekniikka Oy) kanssa 16.12.2005.
- [Sus05] Palaveri Mauri Susilahden (Progman Oy) kanssa 14.12.2005.
- [Tau06] Keskustelu Osmo Taulun (JP-Talotekniikka Oy) kanssa 7.2.2006.
- [Väl05] Palaveri Esko Välimäen (NSS ry) kanssa 22.11.2005.
- [Väl06a] Sähköposti Esko Välimäeltä 12.1.2006.
- [Väl06b] Sähköposti Esko Välimäeltä 24.3.2006.

Laadittavat dokumentit ja niihin liittyvät tehtävät

TATE 95 kohta 4

Toteutussuunnittelu

Laajuus 1 Laajuus 2

Asema- ja tasopiirustukset**asemapiirustus**

· pisteet ja kaapelointitiedot	x	x
· sijaintimitoitus (kaapelikartta)		x
· ryhmänumerointi		

sähkö- ja teletilojen sijoituspiirustukset

· laitteiden sijaintimitoitus	x	x
· leikkaukset ja projektiot mitoitettuna		

taso- ja leikkauspiirustukset

· pisteet, valaisimet, keskusyksiköt, johtotiet, jakelualueet ja tilaluokitus	x	x
· ryhmitykset keskusalueittain ilman ryhmänumerointia	x	x
· asennustapamerkinnot	x	x
· johtoteiden asennustapa ja korkotiedot		x
· johtotyypit, johdinmerkinnät ja putkitustiedot		x
· ryhmänumerointi		
· telejärjestelmien kaapelointi		x
· asennustilapiirustukset (esim. leikkaukset kriittisistä paikoista)	x	x
· mitoitettut leikkaukset kattavasti		
· asennusdetaljit (kalustopiirustukset, erikoisasennukset jne.)		
· asennusdetaljit merkittävistä tai toistuvista asennuksista		x

Energianjakelukaaviot

· muuntamon ja pääkeskusten pääkaaviot (sähkötekniisesti mitoitettuna)	x	x
· muuntamon ja pääkeskusten ryhmä- ja kojenumerointi		
· muuntamon ja pääkeskusten piirikaaviot ohjattavista lähdöistä		x
· muuntamon ja pääkeskusten kokoonpanopiirustukset		
· pääjohtokaaviot kaapelityyppien, jännitehäviö- ja oikosulkulaskelmat	x	x
· pääjohtojen kaapelivetoluettelot kaapelinumeroin		
· jakokeskusten pääkaaviot (sähkötekniisesti mitoitettuna)	x	x
· pääkaavioiden ryhmä- ja lähtötunnusnumerointi (keskusvalmistajan tietojen perusteella)		
· jakokeskusten piiri- ja johdotuskaaviot eri tyyppisistä lähdöistä	x	x
· jakokeskusten piiri- ja johdotuskaaviot kaikista lähdöistä		x
· väyläohjauksien kaapelointi- ja johdotuskaaviot (vaihtoehtoinen tavanomaisille ohjauksille)	x	x
· piirikaavioiden ryhmä- ja liitinnumerointi (keskusvalmistajan tietojen perusteella)		
· ryhmäkeskusten ja ohjaustaulujen lay-out –piirustukset tiloiltaan kriittisissä paikoissa		x

Selostukset, luettelot ja täydentävät piirustukset

· sähköselostus	x	x
· asennus- ja merkintäohjeet		x
· valaisinluettelo	x	x
· erikoisvalaisinten piirustukset		x
· valaisinluettelo lopullisin tyypein		
· kojeluettelo	x	x
· kojeluettelo lopullisin tyypein		
· LVI-kojeluettelo lähtö- ja kaapelitiedoilla täydennettynä	x	x
· ohjauskaapelikaaviot tai -luettelo	x	x
· ohjausjohtojen kaapelivetoluettelot kaapelinumeroin		
· ohjausjohtojen kytkentätaulukot		
· säätökaaviot kaapelointitiedoilla täydennettynä	x	x
· kenttäkaapeloinnin kaapelivetoluettelot kaapelinumeroin		

Tele- ja turvajärjestelmä

· kaaviot mallityypein ja esimerkiksi kaapeloinnin (aksonometriset)	x	x
· telelaiteluettelot teknisin tiedoin		x
· kaaviot valittujen järjestelmien mukaisesti		
· telekaapelointimääritykset valittujen järjestelmien mukaisesti		
· verkostojen kytkentätaulukot		
· keskusyksiköiden kytkentätaulukot		
· kaapelivetoluettelot		

MÄÄRÄLUETTELON TARKENNUKSET

1. Yleistä

Tasopiirustusten perusteella laaditut/tulostetut määräluettelot on tarkoitettu helpottamaan urakka- ja/tai muutostyölaskentaa, tuottamalla laadituista tasopiirustusdokumenteista niiden sisältöä kuvaavat määrätiedot. Määrätiedot on tuotettu suunnitteluohjelmien laskemina jäljempänä esitetyin tarkennuksin.

Määräluettelo liittyy mukana toimitettuihin tasopiirustuksiin, joten niitä on käsiteltävä yhdessä ko piirustusten kanssa.

Mahdollisten tyyppitilamuotoisten esitystapojen ja tekstimuotoisten määrittelyjen osalta on määräluettelossa ja näissä tarkennuksissa täsmennettävä, mitkä massat on esitetty määräluettelossa. Suosituksesna voidaan todeta, että erityisesti urakkalaskentaa varten laadittavat määräluettelot sisältävät kohteen kokonaismäärät.

Määräluettelossa ei oteta kantaa hankintarajoihin, vaan ne määritellään muissa asiakirjoissa.

2. Määräluetteloiden sisältö

Pisteet

Määräluettelo sisältää tasopiirustuksissa esitettyjen piirrosmerkkien (symbolien) 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 joku 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 ja laitteet

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

Keskukset

Keskusten määriä ei sisällytetä määräluetteloon.

3. Määräluetteloiden sarakkeiden selvennykset**Piirrosmerkki**

Tasopiirustuksiin merkitty 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 voimapistorasioiden virta-arvo.

Nimitys/selitys

Tasopiirustuksiin merkityn piirrosmerkin, symbolin, sisällön määrittäminen.

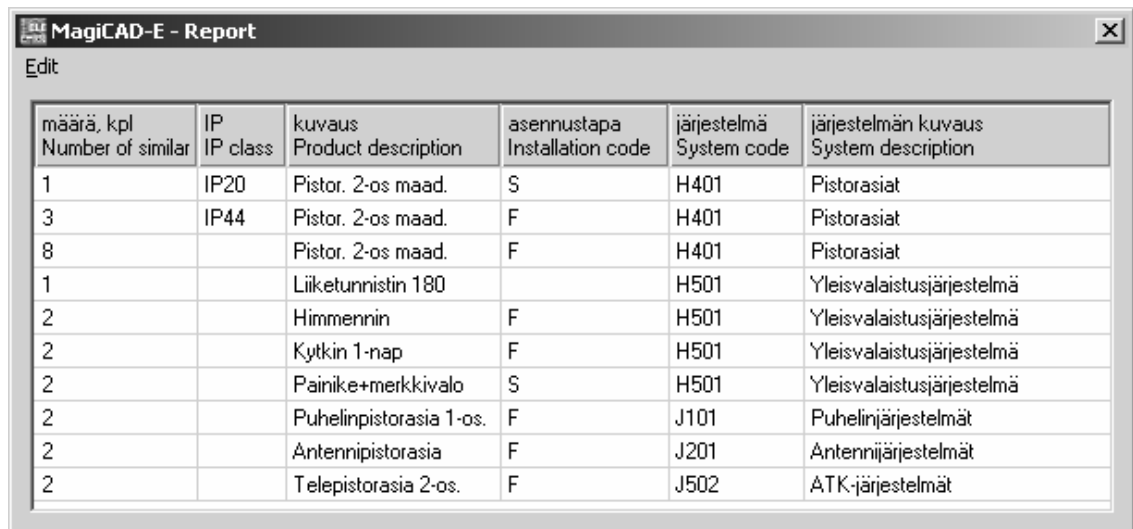
Asennustapa

Määritellään pinta- tai uppoasennus, muut tiedot laskija määrittää tasopiirustuksista. Tieto voidaan saada jo piirrosmerkistä ja/tai nimitys/selitys-sarakkeesta, 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.

MAGICAD



määrä, kpl Number of similar	IP IP class	kuvaus Product description	asennustapa Installation code	järjestelmä System code	järjestelmän kuvaus System description
1	IP20	Pistor. 2-os maad.	S	H401	Pistorasiat
3	IP44	Pistor. 2-os maad.	F	H401	Pistorasiat
8		Pistor. 2-os maad.	F	H401	Pistorasiat
1		Liiketunnistin 180		H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
2		Himmennin	F	H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
2		Kytkin 1-nap	F	H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
2		Painike+merkkivalo	S	H501	Yleisvalaistusjärjestelmä
2		Puhelinpistorasia 1-os.	F	J101	Puhelinjärjestelmät
2		Antennipistorasia	F	J201	Antennijärjestelmät
2		Telepistorasia 2-os.	F	J502	ATK-järjestelmät

Kuva 1. MagiCADilla tuotettu STUL:n mallin mukainen pisteluettelo

Sarakkeet saa järjestettyä vapaasti ja otsikot voi nimetä vapaasti. Myös laskettavat järjestelmät saa valittua. Taulukossa 1 on sarakkeiden otsikoissa käytetty ohjelman omia nimityksiä ja niiden suomenkielisiä vastineita. Sarakkeiden vaihtoehtoiset kentät ovat:

- | | | |
|-----------------------|----------------|---------------------------|
| - User code | - O2 | - Room name |
| - Cable code | - P1 | - Number of similar |
| - Cable description | - P2 | - Total length of similar |
| - Product group | - P3 | - Drawing name |
| - Product code | - P4 | - AutoCAD handle |
| - Product description | - P5 | - X (wcs) |
| - Manufacturer | - S1 | - Y (wcs) |
| - Light source | - S2 | - Z (wcs) |
| - Product note | - S3 | - Layer variable |
| - National code | - S4 | - Empty column |
| - Active power | - Length | - Switchboard code |
| - Installation code | - Width | - System code |
| - IP class | - Height | - System description |
| - EXE class | - Diameter | - Room code |
| - O1 | - Group number | |

POINT 5, SÄHÄKKÄ

Luku...	IP-luokka	Nimitys	Asennustapa	Järjestelmä
2		ATK-pistorasia	S	80
2		Antennipistorasia	F	71
2		Kytkin (1)	F	02
1		Liiketutka	S	02
2		Painike.merkkivalo	S	02
8		Pistorasia 2-os. maad.	F	00
2		Puhelinpistor.	F	31
2		Säädin + kytkin	F	02
2	20	Pistorasia 2-os. maad.	S	00
2	44	Pistorasia 2-os. maad.	F	00
= 25.00				

Kuva 2. Point 5:n Sähköllä tuotettu STUL:n mallin mukainen pisteluettelo

Sarakejärjestyksen voi valita vapaasti, mutta otsikoiden nimeäminen uudelleen ei onnistu. Luettelon sarakkeiksi saa haluamansa seuraavista:

- X-koordinaatti
- Y-koordinaatti
- Z-koordinaatti
- Tiedostonimi
- Tiedostopolku
- AREA
- ID-tunnus
- Valmistaja
- Nimitys
- Tyyppi
- Symbolilaji
- Järjestelmä
- Asennustapa
- Exe-luokka
- IP-luokka
- Nim. virta
- Nim. teho
- Käyttäjä 1
- Käyttäjä 2
- Käyttäjä 3
- Käyttäjä 4
- Käyttäjä 5
- Käyttäjä 6

SUUNNITTELIJAKYSELYN KYSYMYKSET JA VASTAUKSET

Tämä kysely toteutettiin marraskuussa 2005. Kysymykset laati Osmo Taulu. Kyselyä varten tiedusteltiin kiinnostusta asiaan kaikilta NSS ry:n jäseniltä ja kysely lähetettiin kaikille tiedusteluun vastanneelle 14 yritykselle.

Kyselyyn vastanneet yritykset aakkosjärjestyksessä:

Air-Ix Suunnittelu/Kaarkon Oy

Tmi He-Mar

Insinööritoimisto Etelä-Savon Sähköpalvelu

Insinööritoimisto Olof Granlund Oy

Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy

Kallio & Stammeier Consulting Oy

Karawatski Oy

Rajaplan Oy

Suunnittelutoimisto Hakala Oy

Sähköinsinööritoimisto Leinonen & Mantsinen Oy

Näistä yksi vastasi puhelimitse ja yksi vapaamuotoisella sähköpostilla.

Puhelimitse vastanneen pääasiallinen viesti oli, että asiaa tarkastellaan vääristä lähtökohdista. Vastaajan mukaansa määrälaskentaa ei voi erottaa kustannuslaskennasta.

Sähköpostivastauksen viesti oli seuraava:

”Kun olette markkinoineet näitä massaluetteloiden tekemisiä ja vieläpä "suurena uutena keksintönä", onko kukaan miettinyt kuka niiden tekemisen maksaa suunnittelijalle, kuka vastaa niiden oikeellisuudesta jne.?”

No toisaalta se tiedetään, SUUNNITTELIJA! Mutta eikö olisi jo aika herätä miettimään asioita suunnittelijankin näkökulmasta eikä vain urakoitsijan ja sitä mitä kaikkea siihen loppuun asti kilpailtuun kiinteään suunnittelupalkkioon voi sisältää.

OHJELMAT EIVÄT OLE SE ONGELMA, NE ON JO OLEMASSA!

Olen jutellut aiheesta monen sähkösuunnittelutoimiston omistajan/suunnittelijan kanssa ja em. asiat askarruttavat monia muita kuin minua. Ei nämä massaluettelot meille lisää voluumia anna, ilmaista työtä kylläkin.”

NYKYKÄYTÄNTÖ

CAD-suunnitteluohjelmista saatavien määrälaskentaominaisuuksien käyttö normaaleissa suunnittelutoimeksiannoissa. Mikä seuraavista vaihtoehtoista kuvaa parhaiten nykyistä käytäntöä toimistossasi?

- Määrälaskentatoimintoja ei käytetä.
- Luetteloita tuotetaan omaan käyttöön kustannusarvioinnin tueksi.
- Luetteloita tuotetaan tilaajalle kustannusarvioinnin tai tilakustannusten jyvityksen tarpeisiin.
- Luetteloita tuotetaan urakkalaskentaan tukemaan urakkahinnan määrittelyä (sitoumuksetta).
 1. Määrälaskentaa suoritetaan ulkomaan projekteissa tai kun siitä erikseen on sovittu.
 2. Emme käytä määrälaskentaa. Satunnaisesti olemme tehneet vientiprojekteihin materiaaliluetteloita käsityönä suunnitelmista.
 3. Luetteloita tuotetaan omaan käyttöön kustannusarvioinnin tueksi pienessä mittakaavassa.
 4. Luetteloita tuotetaan urakkalaskentaan tukemaan urakkahinnan määrittelyä (sitoumuksetta), käytetään maininnalla ”vain laskennan tueksi”.
 5. – Vain valaisinluettelo tehdään, Cads tekee sen varsin helposti, jos paljon sähkölämmittimiä myös se tehdään.
 - Laskemme Cadsin laskurilla, mutta emme juuri talleta tuloksia, mutta ovat hyviä hinnan arvioinnissa.
 - Harvoin tilaajat pyytävät.
 - Vain valaisinluettelo.
 6. Käytetään vain valaisin- ja lämmitintaulukoissa sekä osassa telekaavioita.
 7. Niissä toimistoissa, joille teen töitä, massalaskentaa ei yleensä käytetä. Omissa projekteissa (telejärjestelmiä) lasken yleensä määrät.
 8. – Luetteloita tuotetaan omaan käyttöön kustannusarvioinnin tueksi
 - Luetteloita tuotetaan tilaajalle kustannusarvioinnin tai tilakustannusten jyvityksen tarpeisiin.
 - Luetteloita tuotetaan urakkalaskentaan tukemaan urakkahinnan määrittelyä (sitoumuksetta). Yksittäisissä projekteissa viimeaikana.

1 TASON 1 MASSALUETTELOIDEN TUOTTAMINEN

Tason 1 massaluettelon sisältö on kuvattu edellisellä sivulla. Sen tarkoituksena on antaa urakkalaskentaa varten tiedot suunnitelman sisältämistä pistemääristä (normaaleiden valaisin-, koje-, yms. luetteloiden lisäksi). Kuinka paljon arvioit suunnittelun työmäärän kasvavan, jotta suunnitelmista tuotettu luettelo sisältäisi vaaditut ominaisuudet (IP-luokka ym.)

– verrattuna TATE 95 lisälehdessä taulukon 1 laajuuteen 1?

1. Vaatii kokonaistuntimäärästä noin 10 %.
2. 30 %.
3. 1,25-kertaiseksi.
4. Mielestäni laajuusasteella onko se 1 tai 2 luokka ei ole massoittelemalla kannalta suurta merkitystä, ellei oteta keskuksiin liittyviä asioita mukaan. Kysymys työmäärän kasvusta on siinä mielessä erittäin hankala, koska työmäärän kasvuun vaikuttaa huomattavasti toimiston tämän hetkiset käytännöt sekä käytössä olevat ohjelmistot. Elikkä mihin verrataan, tällöin haarukka on 2–50 %. Meillä on ollut vuosia tavoitteena ollut sisällyttää massoittelemalla vaatima työskentelymallit normaaleihin suunnittelu rutiineihin. Tämän ansiosta meillä ei luetteloiden tuottaminen aiheuta merkittävää työmäärän kasvua. Arvioisin noin 2–3 %.
5. 1,5–2 kertaa.
6. 1–3 %.
7. Tietyt telejärjestelmät (esim. paloilmoinjärjestelmä) edellyttää yleensä jollakin tasolla määrälaskentaa. Keskuksen kokoa ei pysty määrittelemään, jos ei tiedä ilmaisimäärää. Tarkempi määrälaskenta lisää työtä hiukan (10–20 %).
8. 1–2 %

– verrattuna TATE 95 lisälehdessä taulukon 1 laajuuteen 2?

1. Vaatii kokonaistuntimäärästä noin 9 % kun kokonaistuntimäärä sisältää TATE 2, 3, 4, sekä 5 ja 7 tarvittavin osin eli työmaakokoukset ja luovutuspiirustukset.
2. Lisää 20 %, yhteensä 50 %. Ilman järjestelmistä saatavaa tietoa.
3. 1,15-kertaiseksi.
4. ks. ed. vastaus
5. 1,5–2 kertaa. Molemmissa tapauksissa mielestäni pitää tyypittää sähkönumeroilla tai jollakin muulla tarkalla systeemillä, varsinkin isot urakoitsijat ja tukkurit kun naputtelevat sähkönumeron omaan järjestelmään, he saavat kaikki vastaavat tuotteet vertailtua esim. hinnan perusteella. Sähkönumeroita voit joutua laittamaan enempikin sillä uppokytin sisältää kojerasian, kojerasian tuet, nysiä, kytkinkalusteen, peitelevyn ja pari ruuvia. Jakorasia saattaa sisältää jakorasian, asennuslevy esim. kaapelihyllyyn, merkintäliuskan, huppuliittimiä ja taas pari ruuvia.
6. 1–3 %.
7. ks. ed.
8. 1–2 %. Laajuus 2 ei käytännössä lisää määräluetteloihin tuotettavia tietoja.

2 TASON 2 MASSALUETTELOIDEN TUOTTAMINEN

Tason 2 massaluettelon sisältö on kuvattu edellisellä sivulla. Sen tarkoituksena on antaa urakkalaskentaa varten tiedot pisteiden lisäksi myös ”metritavarasta” määrättyyn rajaan saakka. Kuinka paljon arvioit suunnittelun työmäärän kasvavan, jotta suunnitelmasta tuotettu luettelo olisi luotettava?

- johtoteiden tarkan sijainnin, mutkien, tasonvaihtojen ja pystyosuuksien esittäminen suunnitelmissa ohjelman ”ymmärtämällä” tavalla?
- pää- ja runkojohtojen tarkkojen asennusreittien esittäminen kaavioiden lisäksi rakennussuunnitelmassa?
- keskuksista lähtevien ryhmäjohtojen reitinmäärittely keskuksen ja ensimmäisen kytkentäpisteen välillä?

1. Vaikea arvioida, riippuu siitä mitä CAD-sovellusta käyttää ja tehdäänkö 2D- vai 3D-suunnitteluna.
2. – 10–15%.
 - Normaalityötä luonnollisesti.
 - 5 %.
3. – 20 %.
 - 30 %.
 - 40 %.
4. Johtoteiden kuten kaapelihyllyjen, asennuskourujen, ripustuskiskojen yms. massat tuotamme kuten 1-tason luettelot. Johdotustietojen määrittäminen kaapelityyppien ja pituuden osalta onkin hyvin pitkälle määrittelyä ja kun määrittelyn suorittaa suunnittelija niin virhemahdollisuus on suuri. Yleisesti ottaen määrittely esim. kaapelityypin osalta on kohtuullisen tarkkaa, jos ko. tietoa käytetään muussakin hyväksi, kuten kaavioiden teossa. En ole kovin innokas tuottamaan esim. kaapeliluetteloja metrimäärillä, koska virheet tulevat liian suuriksi järkevään käyttöä ajatellen. Näissä asioissa kannattaa myös huomioida nykyinen rakentamiskulttuuri laskentoiheen. Mutta kysymykseen. Tällä hetkellä määritämme ryhmäjohtojen kaapelityypin ensimmäiseen kytkentäpisteeseen, joten lisäksi tulisi pituuden määrittely, jonka työarvio 10–20 % johdotustyöstä. Nousujohtot esitämme aksonometrisessä kaaviopiirustuksissa kulkureitteineen, ainoastaan korkeusaseman määrittely on pulmallinen. Valitettavasti ei löydy työkalua, jolla korkeusaseman määrittely onnistuisi kohtuullisesti. Ei lisää työmäärää, on käytäntö.
5. Mielestäni kaapeleista ei edes kannata yrittää tehdä tarkkoja massalistoja. Tarkat metrilukemat vain nousujohtoista ja tietyistä erikoiskaapeleista. Muista kaapeleista joka arvataan tai sovitaan systeemi millä arvataan (esim. 5 metriä MMJ 5X2.5S/valaisin tai koje) ja sitten erikseen sovitaan veloitus/hyvitys, kun verrataan suunnittelijan massalistaa toteutuneeseen, kuten teollisuudessa tehdään.
6. – Me teemme jo nyt näin, 1–3 %.
 - Tämä ei ole tässä vaiheessa edes mahdollista. Tarvittavia lähtötietoja ei urakkalaskentavaiheessa ole saatavissa. Asennusreitit ovat oletuksia, jotka saattavat paljonkin muuttua. Tässä pitää myöntää +20 % epätarkkuus.
 - Tämä ei ole tässä vaiheessa edes mahdollista. Tarvittavia lähtötietoja ei urakkalaskentavaiheessa ole saatavissa. Asennusreitit ovat oletuksia, jotka saattavat paljonkin muuttua. Tässä pitää myöntää +20 % epätarkkuus.
7. -
8. – Jos suunnittelu tehty 3D:llä tai riittää pelkät vaakaosuudet (1...2%).
 - (1...2%) tason 2 määrittelyssä edellä kylläkään ei puhuta tästä.
 - En osaa sanoa enkä ymmärrä mitä hyötyä tästä olisi.

3 TASON 3 MASSALUETTELOIDEN TUOTTAMINEN

Tason 3 massaluettelon sisältö on kuvattu edellisellä sivulla. Sen tuottaminen edellyttää asennussuunnitelmatasoista 3 D-suunnittelua. Kaikki pisteet ja kaapelit sijoitetaan 3 D-malliin.

6. Olen tässä eri mieltä. Tarkkuus ei vaadi 3D-suunnittelua, mutta vaatii sellaisia lähtötietoja, joita ei urakalaskentavaiheessa ole mistään saatavilla. Asennussuunnittelua voidaan tehdä vasta laitevalinnan ollessa lopullinen. Vasta todellisilla laitteilla tehtynä tästä tarkkuudesta on jotain hyötyä.
 8. Teemme nykyisin n. 50 % suunnittelusta 3D-tasoisena, jotka sitten täydennetään työkuviiksi osittain meidän, osittain urakoitsijoiden toimesta. Kuitenkin siten, että ryhmät päätetään suomalaisen käytännön mukaisesti ryhäsymboleihin.
- Kuinka pian arvioit suunnittelua yleisesti toteutettavan kuvatulla tavalla?
3. Vuonna 2007.
 6. Tämä tapa ei ollenkaan sovellu suunnittele ja rakenna tai muihin joustaviin projekteihin. Se edellyttää kaiken lyömistä etukäteen lukkoon. Tällä tavoin voitaisiin heti todeta aikataulu- yms. haitat niin suuriksi, ettei tapaa kokeilun jälkeen oteta ollenkaan käyttöön.
- Kuinka paljon arvioit työmäärän kasvavan verrattuna nykyiseen laajuuteen 2,
- 1,5 kertaa suurempi?
 - 2 kertaa suurempi?
 - 3 kertaa suurempi?
1. Ei voida tarkasti arvioida, vaatii koeprojektin jossa työmäärä mitataan. 1,5 kertaa suurempi.
 2. Riippuu ohjelmistosta, sellaisella mikä on kiiltana silmissä, ei lisätyötä ole, muuten kaksinkertainen työmäärä.
 3. 1,5 kertaa suurempi.
 4. No mitä tähän sanoisin. Tämä kyllä onnistuu, mutta löytyykö suunnittelijoita jotka ”viitsivät” määritellä korkeusasemia. Tämä on hyvin pitkälle sovelluksesta kiinni, eli pitää pystyä suunnittelemaan kahdella näytöllä joko 2D- tai 3D-näkymässä lennosta vaihtaen. Mutta se kysymys: 2 kertaa suurempi työ, jos yleensäkin onnistuu.
 5. 3 kertaa suurempi ja väitän, että virhemarginaali on edelleen niin suuri, että miksi nähdä moinen vaiva, asentajat eivät noudata kuvia kuitenkaan niin tarkkaan, eivätkä he edes näe 3D-kuvia.
 6. 2 kertaa suurempi. Tämä ehkä on suuruusluokka, mutta kysymys on vallan muusta kuin massoitellun tarpeista.
 7. -
 8. Jos perustyö on tehty 3D:llä niin reilusti alle 1,5 kertaa suurempi (siis laskettuna koko suunnittelumäärästä).

4 VASTUUKYSYMYKSET

Suunnittelijan tuottamien massaluetteloiden sitovuutta urakkasopimusasiakirjana ei ole määritetty. Massaluetteloiden luotettavuus edellyttää, että niiden laajuuteen sisältyvät asiat on esitetty suunnitelmissa ja tarvittavat määrittelyt tehty. Urakoitsijalle on myös pystyttävä selvästi ilmoittamaan, mitä ko. massaluettelo sisältää ja mitä ei. Mikä seuraavista malleista mielestäsi olisi paras massaluetteloiden sitovuuden vaihtoehdoksi:

- Massaluettelo on urakoitsijalle annettavaa sitoumuksetonta tietoa, jota hän voi käyttää, mutta urakkasopimus sidotaan vain suunnitelmiin.
- Massaluettelo on urakkalaskentavaiheessa laskenta-asiakirja, jonka perusteella hinnoitellaan. Valitulle urakoitsijalle annetaan mahdollisuus tarkistaa massat ja urakkasopimus sidotaan vain suunnitelmiin.
- Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin.
 1. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin. TÄMÄ sekä muuta: Urakoitsija tai muutama parhaan tarjouksen antanut urakoitsija tarkistaa massaluettelot tarjouskilpailun 2. vaiheessa ja sitoutuu toteuttamaan korjaamansa massaluetteloiden mukaisesti kohteen. Poikkeamat ovat lisä- ja muutostöistä aiheutuvia massamuutoksia, jotka hinnoitellaan vastaavasti yksikköhinnoilla. Eli lisä- ja muutostöiden käsittely on sisällytettävä järjestelmään. Kohta 3 vastaa Saksassa käytettyä menettelyä, joista meillä on kokemuksia. Se vaatii tarkistusmittaukset urakan valmistuttua ja siten lisää valvontatarvetta verrattuna nykyiseen.
 2. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin.
 3. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin. Vastuukysymystä ratkottaessa on ymmärrettävä se, että aina jotain massoista voi jäädä pois eli kaikki ei siinä ole mukana. Tilaaja on saatava ymmärtämään, että jotain puutteita sen perusteella on urakoitsijan tarjouksessa, mutta kaikki tarjoukset ovat sen pohjalta samalla lähtöviivalla eli voivat osoittaa paremmuutensa tarvikkeiden hankinnassa, työssään ja omassa kustannusrakenteessa.
 4. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin.
 5. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin. Tämä ehdottomasti, sillä tällä systeemillä myös yksikköhinnasta tulee myyntivaltti.
 6. Ei YSE ota kantaa siihen kuka luettelot tuottaa, vaan missä ne esitetään. Jos luettelo annetaan kaupallisissa asiakirjoissa se on aina ennen teknisiä asiakirjoja. Teknisissäkin asiakirjoissa määrälasketut luettelot on jo kauan olleet sopimuksessa sitovia tasopiirustuksiin tai yleisiin lausahduksiin verrattuna. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määrästä käsitellään sopimuksessa määritellyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin. Tämä on käytännössä ainoa vaihtoehto. Hinnoittelun ei tarvitse olla ns. yksikköhinta, vaan sähköalallakin voidaan siirtyä käyttämään tavoitekatetta ostohinnan päälle.

7. Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määristä käsitellään sopimuksessa määrittelyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin.
8. Massaluettelo on urakoitsijalle annettavaa sitoumuksetonta tietoa, jota hän voi käyttää, mutta urakkasopimus sidotaan vain suunnitelmiin. Miksi näin, jos kerran toimitetaan, niin myös vastataan sisällöstä, kuten nykyisin esim. valaisinluettelossa?
Massaluettelo on urakkaskentävaiheessa laskenta-asiakirja, jonka perusteella hinnoitellaan. Valitulle urakoitsijalle annetaan mahdollisuus tarkistaa massat ja urakkasopimus sidotaan vain suunnitelmiin. Tämä vaihtoehto on aluksi paras koska rakennuttajan ennakkoluulot asiasta voidaan tällä poistaa.
Massaluettelo on sitova urakkalaskenta- ja sopimusasiakirja. Mahdolliset poikkeamat massaluettelon määristä käsitellään sopimuksessa määrittelyillä yksikköhinnoilla molempiin suuntiin. Tähän vaihtoehtoon voidaan mielestäni mennä, kunhan on saatu massaluettelon laadinta käytännön tavaksi toimia

Muita kommentteja:

1. Määräluettelot on laadittava siten, että niitä voidaan helposti käyttää sähköurakoitsijoiden tarjouslaskentaohjelmistoissa, siksi on tutustuttava urakkalaskentaohjelmistoihin ja niissä käytettyihin tietokantoihin.

Määrälaskentadokumentti/-tiedosto on laadittava määrämuotoiseksi, jota eri tarjouslaskentaohjelmistot pystyvät (ohjelmistoon tehtävän lisäyksen jälkeen) hyödyntämään.

Määrälaskentadokumentin/tiedoston on oltava niin laadittu, että kukin tarjouslaskentaohjelmisto pystyy niitä hyödyntämään (tehtävä de facto- standardi!) sisältäen ainakin seuraavat:

- valmistajan numeron
- SSTL-koodin
- asennustapa(koodin) sähköasennusalan urakkahinnoittelu-kirjan mukaisesti

Urakoitsijat on saatava mukaan kehitystyöhön.

4. Vielä tarkentaisin. Tämä se hyöty on, jota tavoitellaan. Tämän päivän sovelluksen mahdollistavat I tason luetteloiden sekä kulkureittien metrimääräluetteloiden tuottamisen riittävällä tarkkuudella. Tämä tietenkin edellyttää suunnittelua niiden mukaisesti.

URAKOITSIJAKYSELYN KYSYMYKSET JA VASTAUKSET

Tämä kysely toteutettiin yhteistyössä Sähkö- ja teleurakoitsijaliiton kanssa helmikuussa 2006.

Kyselyyn vastanneet yritykset aakkosjärjestyksessä:

Ansioniemen Sähkö Oy

Are Oy, Oulu

Insinööritoimisto E. Tammela

ITP-Sähkö Oy

Mikkelin Sähköasennus Oy

Kiites Oy

Laihon Sähkö Oy

Mesiel Oy

Novasähkö Oy

Paikallis-Sähkö Oy

Pohjois-Suomen Sähkö Oy

Saimaan Sähkötyö Oy

Sähkö-Aro Oy

Sähkömatti Oy

Sähköpalvelu Juha Hänninen Tmi

Sähkö-Sinssi Oy

Turun Sähköpalvelu Oy

VVS-Sähkö Oy

Paljonko arvioitte massoitteeluun kuluvan ajan osuudeksi tarjouksen tekemiseen kuluva-
ajasta?

1. 85–90 %
2. 50 %
3. 80 %
4. 65 %
5. 60 %
6. 90 %
7. 60 %
8. 80 %
9. 70 %
10. 80 %
11. 75 %
12. 85–90 %
13. 85 %, loppu 15 % on tarjouskyselyjä, massojen syöttäminen ATK:lle, lopullisen tarjoushinnan tekeminen.
14. Jos massoitteeluun käytettyyn aikaan otetaan mukaan tietojen syöttö tarjouslaskenta-ohjelmaan, menee kokonaisajasta massoitteeluun >90 %.
15. 70–80 %
16. 85 %
17. n. 60–70 %
18. Arviolta 80 %

Paljonko arvioitte tarjouslaskentaan kuluvan ajan osuudeksi varsinaiseen urakkaan kuluva-
ajasta?

1. 2–5 %
2. 0,5–2 %
3. 4 %
4. 2–4 %
5. 5 %
6. 2–5 %
7. 2 %
8. 2 %
9. 5 %
10. 2 %
11. 5 %
12. 2–5 %
13. 2–3 % työn toteuttamiseen menevästä ajasta
14. Tämä vaihtelee niin paljon projektikohtaisesti, että en näe pystyväni tätä määrittelemään.
15. 2–5 %
16. 5 %
17. n. 3–5 %
18. En ymmärrä kysymyksen merkitystä. Työn pituus on riippuvainen rakennus-
aikataulusta ja sillä ei käsittäakseni ole mitään tekemistä massoitteeluun kuluva-
ajan kanssa.

Kuinka paljon (%) arvioitte tarjouslaskennan nopeutuvan, jos saisitte suunnittelijalta piste- ja johtotieluettelot, joihin voisi tarjousta tehdessä luottaa?

1. 60 %
2. 40 %
3. 70 %
4. 50 %
5. 20 %
6. 90 %
7. 50 %
8. 40 %
9. 60 %
10. 40 %
11. 50 %
12. 30–50 %
13. 30 % massoiteluajasta
14. Tarjouksen laadintaan käytettävä aika kutistuisi n. 1/3-osaan.
15. 70 %
16. 70 %
17. n. 30 %
18. Aika lyhenee 50 %.

Kuinka moni tarjous keskimäärin johtaa sopimukseen?

1. 20 %
2. Kolmasosa
3. 30 %
4. Joka kymmenes
5. 15–20 %
6. Joka kymmenes
7. Noin joka kolmas
8. Joka viides
9. 75 %
10. 1/10
11. Joka viides
12. 7–10 %
13. Saatujen tarjoussummista (€) 30 %
14. Keskimäärin 15–20 %
15. <10 %
16. Joka viides
17. Yksi viidestä, kun valikoidaan mitä tarjotaan
18. Joka kymmenes

Oletteko valmiit ottamaan luetteloiden tuoman hyödyn huomioon tarjoushinnassa?

1. Olemme.
2. Kyllä.
3. Kyllä.
4. Ehkä.
5. Ei.
6. Kyllä.
7. Ei se paljon vaikuta hintaan mutta suurin hyöty on että turhan työn teko vähenee.
8. Kyllä.
9. Mahdollisesti, jos luettelot todella toimivat.
10. Kyllä.
11. Kyllä.
12. Kyllä.
13. Kyllä, kulurakenne kevenee ja kate tarve laskee.
14. Kuinka moni ylipäättään huomioi tarjoustu laatiessaan tarjouskustannukset mukaan tarjoushintaan? Meillä nämä kustannukset kirjataan yleiskuluihin ja sitä kautta budjetissa niille tehdään kuluvaraus. Kaikkien kohteiden laskennasta aiheutuneet kulut katetaan sitten niistä tuotoista, joita kertyy saaduista urakoista. En siis näe mitään tarvetta lähteä tarjoushinnassa huomioimaan tästä syntyynyttä säästöä.
15. Jossakin määrin.
16. Eikö asia ole itsestään selvä! Totta kai.
17. Kyllä se näkyy yleiskustannusten kautta, sekä hinnassa että tuloksessa.
18. Kyllä, vaikutus tulisi olemaan 2 – 3 % tarjoushinnasta pitkällä tähtäimellä.

Haluaisitteko ylipäänsä suunnittelijalta tasokuvien yhteydessä valmiiksi lasketut luettelot? Miksi?

Jos vastasit edelliseen kyllä, niin millaisia luetteloiden tulisi olla sisällöltään ja muodoltaan?

1. Kyllä ja ei. Luettelot tuovat tarjoajiksi heikkoresurssisia urakoitsijoita, mikä heikentää alan imagoa. Soveltuvia tarjouslaskentaohjelmistoilla tapahtuvaan hinnoitteluun.
2. Suunnittelija saa laskennasta aina korvauksen, urakoitsija vain voittamistaan kohteista. Määräluettelo.
3. Kyllä. Edelliset vastaukset kertoo syyn.
4. Mikäli massamäärät ovat tilaajaa sitovia niin kyllä. Ajan säästö. Metrit ja kappaleet. Määrät eriteltyinä asennustavoittain.
5. Ei.
6. Kyllä. Säästää aikaa ja koska myös tarjouksen virhemahdollisuus poistuu, niin myös tarjous voi olla tarkempi. Massamittaus mahdollistaa tarjouslaskentaohjelmien käytön.
7. Kyllä. Riittäisi ihan paperi jossa on kytkimet pistorasiat jne.
8. Kyllä. Suunnittelija on paras asiantuntija laskentavaiheessa, koska on suunnitellut kohteen. Luettelot ovat kaikille samat ja myös luotettavia. Esim. Excel-pohjaisia, jotta niitä voisi suoraan hyödyntää pikalaskennassa. Pisteet ja kaapelit asennustavoittain, joko määrällisesti tai %-pohjaisesti.
9. Turhauttavan työn poistamiseksi. Kiireessä tehtyjen virheiden eliminoimiseksi. Laskenta- tai suunnitteluohjelmistoihin sopivia.
10. Helpottaa laskentaa. Niin, että ne vastaisivat urakkaan kuuluvia tarvikkeita.
11. Kyllä. Mahdollisimman tarkka erittely johtoteiden tyyppit, pinta-/uppoasennuskojeet eritelty.
12. Kyllä, helpottaa laskentaa ja vähentää työmäärää eli ns. turhaa työtä jää pois, jonka jokainen laskija muuten joutuu tekemään. Todellisia ja sitovia, täydellisesti tyypitettyjä.
13. Kyllä. Tarjouslaskenta-ajat ovat lyhentyneet niin kerkiää paremmin ja laadukkaammin laskea tarjoukset, kun selvään massoitteeluun kuluu vähemmän aikaa STUL:n pakettinumeroilla varustetut taulukot, lisäksi tuotetieto (esim. pistorasia maadoitettu 2-osainen asennettu. johtokouruun)
14. En heidän tekemää luetteloa, vaan siten laaditun suunnitelman, että pystymme itse keräämään laskentaohjelmalla tarvittavat tiedot.
15. Kyllä – ehdottomasti. Helpottaa laskentaa. Säästää aikaa. Virheiden osuus pienenee. Työselityksen position mukaisessa jaotuksessa. Sähköisessä muodossa.
16. Tilanne on nyt aivan typerä. Tilaajat maksavat nyt aivan turhaan moninkertaiset kulut urakkalaskennasta. Jos me saataisiin valmiit luettelot, niin meidän vähäiset resurssit olisivat asiakkaiden töiden toteutuksessa eli ylipäättään tuottavassa työssä. Kilpailukykyimme parantuisi. Valmiit luettelot, jotka olisivat osa urakkalaskennan sitovia asiapapereita. Luettelot pitää tietenkin saada paperilla, jotta ne voidaan liittää sopimuksiin. Luettelot pitää saada kiinteäksi osaksi suunnitelmaa, olivat ne missä muodossa tahansa, paperilla tai sähköisessä muodossa.

17. Miksi moni tekee samaa ja yksi saa työn ja muille tarjoajille massoittelemalla on vaan kuluera, näin rakennuttajan kokonaiskustannukset pienenee. Esim. Excel-tiedosto, jossa on tarvikkeet ja työt eritelty järjestelmittain. Luettelot tulee myös olla sellaisia, että niihin voi luottaa, ja että urakoitsijan ja tilaajan tulee toteutuma verrata +/- listalla projektin aikana.
18. Ajan ja vaivan säästö. Toimintatapa tulisi suunnata siten, että kyseisillä massoilla ja urakoitsijan osaamisella tehdään ja sovitaan kauppa. Työn valmistuttua verrattaisiin laskennassa olleita massoja toteutuneisiin massoihin ja erotuksesta laskutettaisiin ja hyvitetäisiin yksikköhintojen mukaan. Näin tilaaja maksaisi siitä, mitä hän todellisuudessa saa kohteeseensa. Nykyinen tilannehan on se, että kaupan saa edullisin tarjoaja. Hintaan liittyy mahdollinen massavirhe urakoitsijan osalta ja se johtaa kaikkeen mahdolliseen säästöpyrkimykseen työn aikana. Tilaaja ei saa silloin sitä mitä on tarkoitus. Massojen oikeellisuutta ei saa myöskään sitoa suunnittelijan vastuulle. Mikäli suunnittelija on vastuussa oikeista määristä laskentavaiheessa, tämä järjestelmä ei koskaan mene eteenpäin. Ilmeisesti Excel-taulukko olisi paras? Tuotteet riittävästi yksilöitynä.

Miten suhtaudutte suunnittelijan tekemään nykyistä tarkempaan tuotemäärittelyyn, jos mahdollisuutta vaihtoon kiristetään nykyisestä käytännöstä?

1. Kielteisesti. a) suunnittelijat eivät ole ajan tasalla, b) rajoitetaan kilpailua ja kehitystä alalla
2. Suunnittelijalle vastuu laskennan oikeellisuudesta
3. Kaikki tarjouksen jättäjähän ovat samassa asemassa.
4. Ei saa kiristää. Vastaava tuote tulisi aina hyväksyä.
5. Erittäin kielteisesti.
6. Miksi? Jokaisella urakoitsijalla on joku ostokanava edullisempi kuin toinen. Kaikki myyjät eivät myy kaikkien tavaraita. Esim. valaisimet ovat sellaisia. Urakoitsijoilla pitää olla muukin kilpailuetu kuin kateprosentti. Myöskin urakkahinta voi kasvaa, jos suunnittelija määrää tuotteen, jolla ei ole kilpailua.
7. Sopii minulle ja myös tilaaja on tyytyväisempi koska muutos halvempaan on aina myös huonompaan.
8. Kaksitahoinen asia, mutta lähtökohtaisesti myönteisesti, koska työmaalla kiistely jäisi vähemmäksi. Toisaalta urakoitsijalla voi olla edullisempia vaihtoehtoja.
9. Jos suunnittelijalla on myös asennuskokemusta tai asennettavuustietoa suunnittelemistaan laitteista, ei vaihtoon ole mitään syytä pelkästään hieman edullisemman hinnat takia, jos työssä ja toimivuudessa hävitään.
10. Kielteisesti.
11. En kannata.
12. Ei suurta vaikutusta.
13. Se ei ole hyvä asia, koska pyrimme käyttämään yleensä saman valmistajan tuotteita eri työmailla. Työmaapalautuksien hyödyntäminen seuraavilla työmailla huononee, varastoarvot kasvavat, rinnakkaistuotteita, teknistä osaamista lisättävä (tuote-osaaminen) eri valmistajan tuotteista. Tuotteiden hinnat nousevat, jos valmistajat tietävät, että vaihto ei ole mahdollinen
14. Kielteisesti.
15. Suunnittelija ei aina tiedä tai välitä määrittellä hinta/laatusuhteeltaan parasta tuotetta.
16. Asiakas määrää. Suunnittelijan pitää edelleenkin selvittää asiakkaan tarpeet ja tahto ja välittää tieto selvästi urakkalaskenta-asiakirjoihin. On selvää, että joskus on järkevää rajoittaa luovuutta, vapaata kilpailua, mutta tarpeetonta kiristämistä ei varmaan kukaan halua maksaa.
17. Ei ole merkitystä, jos ja kun vaatimus on sama kaikille urakoitsijoille, kun on tilaajalla perusteet tiettyihin tuotteisiin, niin miksi tilaaja ei niitä saisi?
18. Asia OK, asiakas saa silloin sitä mitä haluaa ja se voi olla jatkuvan rakennuttajan kannalta huoltotoimintaan liittyvä kysymys. Toisaalta ei pitäisi jarruttaa mahdollista tekniikan kehittymistä ja tuotekehitystä ja sen kautta kilpailua eri toimittajien välillä.

Miten suhtaudutte ajatukseen suunnitelmien jäädyttämisestä nykyistä tiukemmin ennen urakan aloittamista?

1. Lienee toivomus, elävä kehittyvä toiminta vaatii muuntautumista työn aikana, sinällään olisi työn kannalta ihannetila.
2. -
3. Vaatii suunnittelijalta enemmän. Haittaa eniten tilaajaa.
4. Kielteisesti.
5. Erittäin kielteisesti.
6. Liian myöhään tulleet muutokset aiheuttavat aina ongelmia.
7. Ei vaikuta mihinkään.
8. Ks. kohta 7
9. Jos suunnitelmat saataisiinkin valmiiksi ennen työn aloittamista, säästyttäisiin monilta ongelmilta.
10. En ymmärrä kysymystä.
11. -
12. Ei liene järkevää kummankaan osapuolen näkökulmasta katsottuna.
13. Ei liian tiukasti saisi jäädyttää. Urakoitsijoilla on toteutusratkaisusta joskus parempaa tietoa kuin suunnittelijoilla.
14. Ei palvele ainakaan rakennuttajaa, etenkin nykyisellä kehnolla suunnittelun tasolla.
15. Suunnitelmien valmiusaste tulisi olla parempi. Nyt monesti keskeneräisillä suunnitelmilla ei kannatettavaa.
16. Tilanteen mukaan asiakkaan tahdon mukaan.
17. Ajatus on hyvä, mutta tarpeet muuttuu rakentamisen aikana ja miksi tehdä periaatteen vuoksi vastoin muuttuneita tarpeita. Samoin jos kuvia viilataan loppuun saakka, laskenta- ja toteutuskuvat tulee kohteen etenemiseen nähden liian myöhään.
18. Mitä kysymys tarkoittaa????

Miten suhtaudutte ajatukseen suunnittelun ja piirtämisen siirtämisestä kokonaan suunnittelijalle, sisältäen myös työ- ja loppukuvat?

1. Hyvä. Kun kustannusjako on etukäteen selvitetty.
2. Työtähän sekin on. Kumpiko siitä sitten rahaa haluaa?
3. Olisi ok. Suunnittelijathan ovat alan ammattilaisia.
4. Myönteisesti. Asian nimenomaan pitäisi toimiakin niin.
5. Mikäpä siinä.
6. Kuuluisivat ehdottomasti suunnittelijalle kaikki kuvat.
7. Tuntuu järkevältä koska näinhän on LVI-puolella ollut jo kauan, tosin sähkö on paljon erilaisempi juttu.
8. Hyvä ajatus lukuun ottamatta työkuvia, joissa käytännön urakoitsijalla on monesti hyviä toteutusratkaisuja. Suunnittelija tekisi työkuvat urakoitsijan ”punakynä-versiosta”.
9. On kokeiltu jonkin verran. Suunnittelijoilta puuttuu usein asennuskokemus työmaalla ja asentajalta suunnittelukokemus, joten piirtäminen ei ole helppoa ”punakynä-versioista”. Suositeltavaa kuitenkin. Olisivatpahan loppudokumentit ehkä nopeammin saatavissa.
10. Myönteisesti.
11. Sopii meille.
12. Erittäin suotavaa, loppukuvat urakoitsijan tekemillä tarkekuvilla.
13. Loppukuvat, piirikaaviot kyllä. Tasokuvien työkuvilla voi vaikuttaa toteutuksessa taloudelliseen onnistumiseen.
14. Kaikki suunnitteluun liittyvä dokumentointi tulisi siirtää suunnittelijalle.
15. Kannatettava ajatus.
16. Ehdottoman myönteisesti. Kuten jo aiemmin mainitsin, nykyinen tilanne on aivan typerä, tehdään turhaa työtä, jonka asiakas maksaa ja lopputulos on surkea.
17. Monissa kohteissa järkevää, kunhan vain suunnittelijoiden osaamistaso riittää työn suunnitteluun. Nytkin monesti suunnitelmien taso on sellainen, ettei niillä voi kohdetta toteuttaa (valitettavasti). Suunnittelijan piirtäessä loppukuvat tulee hänelle palautetta kohteista, miten ne on käytännössä jouduttu toteuttamaan. Toisi varmasti hyvää palautetta ja silloin suunnitelmat kehittyvät. Monesti suunnittelussa osaamistason ongelma on isoissa suunnittelutoimistoissa, joissa nuoret suunnittelijat, joilla ei ole käytännön tuntemusta rakentamisesta ja työmaista joutuvat/saavat tehtäväkseen liian vaativien kohteiden asennukset.
18. Kaikki muut alat toimivat tällä tavalla. Asia edellyttää kylläkin sitä, että suunnittelijalla on riittävä tuntemus rakennustekniikasta ja toteutuksen mahdollisuuksista. Ilman kokemusta työpiirustuksista ei välttämättä tule kovinkaan toteutuskelpoisia.