

Johannes Kilpeläinen

Mallintamisen määrätiedoilla laskettava LVI-kustannusarvio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

8.5.2013

Tekijä Otsikko	Johannes Kilpeläinen Mallintamisen määrätiedoilla laskettava LVI-kustannusarvio
Sivumäärä Aika	43 sivua 8.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tuotantopainotteinen
Ohjaajat	talotekniikkapäällikkö Hannu Järvelä lehtori Hanna Sulamäki
<p>NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikössä on useita vuosia haettu tehokasta tapaa määrittää toteutettavan hankkeen LVI-kustannusarvio. Rakennusliikkeissä talotekniikan kustannusarviot määritetään tyypillisesti kokemusperäisillä tunnusluvuilla tai tarjouspyynnöillä, mikäli se on aikataulullisesti mahdollista.</p> <p>Kustannusarvion muodostamisen työläin osuus on määrätietojen kerääminen suunnitelmista. Nykypäivän LVI-suunnitelmien mallintamisen tarkkuus on avannut mahdollisuudet määräluetteloiden hyväksikäyttämiseen kustannusarvion laadinnassa. Valmiita määrätietoja hyödyntämällä voidaan hankkeen LVI-kustannusarvio laatia luotettavasti ja nopeasti. Kasvavalla kustannustietoisuudella voidaan rakennusliikkeessä saavuttaa huomattavasti etuja. Suurimpina etuina voidaan mainita: kustannusrakenteen pilkkominen kustannusten syntymistavan määrittämiseksi, suunnitelmien kustannustehokkuuden parantaminen eri toteutustapoja vertailemalla, määrätietojen luovuttaminen urakoitsijoiden tarjouslaskentaan, hintatason seuraaminen sekä mahdollisuus kumppanuusajattelulle määräluetteloiden avulla.</p> <p>Työn tavoitteena oli kehittää laskentamalli määräluettelopohjaiseen LVI-kustannuslaskentaan. Mallissa jaetaan tehtävät laskennan, hankinnan ja suunnittelun välillä. Laskentamalli on kehitetty laskemalla testikohte ja vertailemalla tuloksia toteutuneisiin kustannuksiin. Laskentamallin tueksi haastateltiin talotekniikan asiantuntijoita. Työn lopuksi on analysoitu omakustannusarvion kannattavuutta rakennusliikkeessä</p> <p>Laskentamallilla päästiin testikohteessa lähes todelliseen kustannustasoon. Testikohteena toimi asuntokohde Helsingissä. Vertailemalla prosessin kokonaiskustannuksia kustannustietoisuudesta saavutettaviin etuuksiin voidaan todeta laskentamallin hyödyntämisen olevan kannattavaa. Laskentamallin käyttöä hankkeen LVI-kustannusarvion laatimiseen tulee kuitenkin arvioida tapauskohtaisesti työssä mainittujen laskentaa puoltavien ja vastustavien seikkojen valossa. Laskentamalli on kehitetty asuntotuotantoon, ja soveltuvuutta muuntotyypisiin kohteisiin tulee mitata testilaskentojen avulla. Laskentamalli tulee kehittyessään helpottamaan LVI-kustannuslaskentaa huomattavasti, ja aukottomasti toimiessaan se tarjoaa urakoitsijoille mahdollisuuden osallista useampaan tarjouskilpailuun samanaikaisesti.</p>	
Avainsanat	määräluettelo, massalista, Ecom, LVI-kustannusarvio

Author Title	Johannes Kilpeläinen HVAC costs estimations calculated by using the bill of materials of modeling
Number of Pages Date	43 pages 8 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Oriented
Instructors	Hannu Järvelä, Technical installation manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The aim for this Bachelor's thesis was to develop a calculation model for costs estimations that is based on the bill of materials instead of the common experience-based estimations. The model was also to divide the tasks and functions between the accounting department, the purchasing department and the planning department. The final goal was to speed up the tender calculation process.</p> <p>The final year project consisted of a test project and interviews with experts. The costs of the test project were first calculated with the developed model, and the results were then compared to earlier, experience-based figures.</p> <p>When the calculation model was used at the test project, it yielded results very close to the real costs level. The profitability of the model was also evaluated during the test project. As a conclusion it was determined that the costs can be lowered with the calculation model. The calculation model was designed for residential production, and as it evolves it will ease the HVAC cost estimations.</p>	
Keywords	Bill of materials, Ecom- program, HVAC cost estimations

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Toimeksiantajan esittely	1
1.3	Työn tavoite ja toteutus	3
1.4	Tietomallintaminen	4
1.5	Suunnittelutapa	4
1.6	Määräluettelot	5
1.7	Ecom-laskentaohjelma	5
2	Kustannuslaskenta	6
2.1	Kustannuslaskenta rakennusliikkeissä	6
2.2	LVI-urakoitsijoiden tarjouslaskenta	6
3	Suunnittelutavan tarkastelu	8
3.1	Suunnittelijan haastattelu	8
3.2	Suunnittelun vaatimukset	8
4	Toimintamalli	10
4.1	Kustannuslaskenta	10
4.2	Hankinta	14
4.3	Suunnittelu	18
5	Kustannusarvion laatiminen	21
5.1	Mallitarjouspohja	21
5.2	Määräluetteloiden tulostus (Bill of Materials)	22
5.3	Laskettavan hankkeen perustaminen	23
5.4	Määräluetteloiden tuonti	24
5.5	Vastaavuustaulukko	25
5.6	Kustannusarvio	26
5.7	Tarjouksen tulostaminen	27
6	Määräluetteloiden hyödyntäminen	28

6.1	Hanke- ja toteutussuunnittelussa	28
6.2	Luovuttaminen aliurakoitsijoille	31
7	Kustannustietoisuudella saavutettavia etuja	32
8	Kustannusarviovertailut	34
8.1	Budjetoitujen ja toteutuneiden kustannuksien erotus	34
8.2	Testikohteen kustannuslaskenta	34
9	Laskentamallin soveltuvuus	36
10	Omakustannusarvion tuoma lisäarvo	38
11	Yhteenveto	40
12	Päätelmät	42
	Lähteet	43

Lyhenteet

Ecom	Ecom-ohjelma on erityisesti talotekniikka- alalle kehitetty nettipohjainen tarjouslaskentaohjelma.
EstiModel	EstiModel on NCC:n oma määräperusteinen kustannusarvio-ohjelma, jossa tilat mallintamiseen numeerisesti.
MagiCAD	MagiCAD on suomalainen CAD-suunnitteluohjelmisto talotekniseen LVI- ja sähkösuunnitteluun. MagiCAD:iä kehittää yritys nimeltä Program Oy.
määräluettelo	Määräluettelo on MagiCAD-suunnitteluohjelmasta saatava (Bill of Materials) osaluettelo mallinnetuista tuotteista. Määräluetteloista käytetään yleisesti myös nimitystä massalistat.
normitunti	Normitunnilla määritellään eri asennusten keskinäiset aikasuhteet, kun asennuksen suorittaa ammattitaitoinen henkilö keskimääräisellä työnopeudella.
panos	Panos on yhden materiaalin, tuotteen tai työyksikön kustannus.
Semmi	Semmi on NCC:n kerrostalokonsepti, johon voidaan hakea kustannustehokkaita sekä laadukkaita suunnitelmaratkaisuja yhteen kerrostaloon.
tunnusluku	Tunnusluku on järjestelmäkokonaisuudelle luotu hinta esim. asuntoneliölle (€/asm ²).
3D	3D:llä tarkoitetaan kolmiulotteisuutta. 3D:tä käytetään ilmaisemaan tietomallisuunnittelun ulotteisuutta tietomallipohjassa.

1 Johdanto

1.1 Taustaa

NCC Rakennus Oy:ssä on useita vuosia etsitty tehokasta ja tarkkaa tapaa määrittää toteutettavan hankkeen LVI-kustannusarvio. Ongelmana on ollut epätietoisuus, mistä hankkeiden LVI-tekniikan kustannukset muodostuvat.

Nykypäivän kolmiulotteinen suunnittelu on mahdollistanut suunnittelusta saatavien määrälueitteloiden hyödyntämisen LVI-kustannusarvoin laatimisessa. NCC Rakennus Oy:n tytäryhtiö Optiplan Oy on pitänyt kolmiulotteista LVI-suunnittelua standardinaan jo useita vuosia.

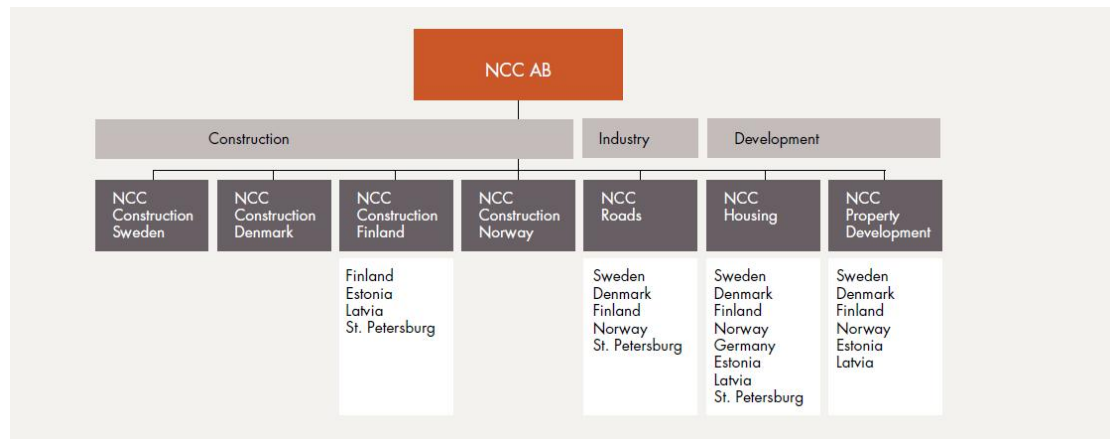
Vuonna 2008 Jyrki Marttilan insinööriyössä [3] aloitettu laskentamallin kehittäminen on viime vuosina ollut käyttämättömänä käytännön ongelmien ja vähäisten resurssien vuoksi. Jyrki Marttila on työssään luonut toimintamallin, johon hän on eritellyt yksityiskohtaisesti laskentatapaan tarvittavat parannukset. Toimintamalli painottuu suunnittelupuolelle.

1.2 Toimeksiantajan esittely

Insinööriyön toimeksiantajana toimii NCC Rakennus Oy, pääkaupunkiseudun asuntorakentamisen hankintaosasto. NCC Rakennus Oy rakentaa päätoimisesti asuin- ja liikekiinteistöjä. NCC Rakennus Oy kuuluu suureen pohjoismaiseen NCC Ab-konserniin.

NCC-konserniin kuuluvat Ruotsin ja Suomen lisäksi myös muissa maissa toimivat yksiköt, joissa jokaisessa NCC on jakautunut omiin liiketoiminta-alueisiinsa (kuva 1).

NCC on jakautunut Suomessa viiteen eri liiketoimintayksikköön. Yksiköt ovat NCC Rakennus Oy, NCC Asuminen, NCC Property Development Oy, NCC Roads Oy ja suunnittelutoimisto Optiplan Oy, joka on NCC Rakennus Oy:n tytäryhtiö.



Kuva 1. NCC AB -konsernin rakenne

NCC:n markkinaosuus Pohjoismaissa oli vuonna 2012 noin 6 %. NCC AB jakaa Skanska AB:n kanssa markkinaosuuksien ykköspaikan Pohjoismaissa.

NCC-konsernin rakentavien yksiköiden liikevaihdon jakaumasta Ruotsin yksiköllä on suurin liikevaihto 64 %, toisena on Tanska 8 %, kolmantena Norja 13 % ja neljäntenä Suomi sekä Baltian maat 17 %:n liikevaihto-osuudellaan koko konsernin liikevaihdosta.

Koko NCC-konsernin liikevaihto oli vuonna 2011 noin 6 miljardia euroa ja liiketulos 223 miljoona euroa. NCC Rakennus Oy:n liikevaihto käsittää koko konsernin liikevaihdosta kuudenneksen. Tulos vuonna 2011 oli 31 miljoona euroa. NCC työllistää yli 17 000 henkilöä (kuva 2). [1]

TULOSLUKUJA (MEUR)

	2011	2010
NCC-konserni		
Liikevaihto	5 817	5 175
Liiketulos	223	236
Henkilöstö	17 459	16 731
NCC Suomi		
Liikevaihto	905	805
Liiketulos	31	26
Henkilöstö	2 700	2 700
NCC Rakentaminen (sis. Suomen, Baltian ja Pietarin toiminnot *)		
Liikevaihto	701	606
Liiketulos	2	14
Tulouttamaton tilauskanta	672	515
Saadut tilaukset	860	682
Henkilöstö	2 200	2 100

*) NCC Property Development Oy:n, NCC Roads Oy:n ja NCC Asumisen luvut raportoidaan osana konsernin tuloslukuja.

Kuva 2. NCC:n tuloslukuja 2011

1.3 Työn tavoite ja toteutus

Marttilan aloittama laskentamallin käyttöönotto vaatii vielä käytännön ongelmien ratkaisua ja vastuiden jakamista laskentaprosessissa. Tämän insinööriyön painopisteenä on luoda tuotannolle toimiva laskentamalli. Työn lopuksi analysoidaan, saadaanko laskentamallista toivottua hyötyä prosessin kokonaiskustannuksiin nähden sekä, mitä hyötyä monivaiheisesta LVI-laskentaprosessista on rakennusliikkeelle.

Toimintamallin luomiseksi haastatellaan NCC:n työntekijöitä sekä yhteistyökumppaneita. Toimintamallin luomiseksi sekä toimintamallilla päästävään lopputuloksen arvioimiseksi suoritetaan yhdestä hankkeesta testilaskelmat. Toimintamalli on rajattu asunto-kohteisiin.

1.4 Tietomallintaminen

Tietomallinnus on tietokoneavusteista suunnittelua. Tietomallinnus on oliopohjainen ja standardisoitu suunnittelutapa. Se eroaa perinteisestä kaksiulotteisesta suunnittelusta siten, että suunnitellut objektit sisältävät digitaalista dataa tuotteen ominaisuuksista. Mallintamisessa suunniteltavat kokonaisuudet suunnitellaan kolmiulotteisiksi niiden oikeille paikoille ja oikeaan korkeusasemaan. Tietomallipohjaisella suunnittelulla pyritään hallitsemaan rakennuksen tekniset vaatimukset, suunnittelu, rakentaminen sekä käyttö ja ylläpito paremmin kuin perinteisillä menetelmillä.

Mallintamisen keskeisimpiä etuja on suunnitelmien havainnollisuus 3D-mallissa sekä suunnittelun eri osa-alueiden parempi yhteensovittaminen. Suunnitelmien laajempi tietosisältö mahdollistaa erilaisten simulaatioiden, olosuhdetarkasteluiden sekä virhetarkasteluiden tekemisen. Tietomallia voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan. [2]

Marttila painottaa insinööriyössään, että tietomalliin kytketty informaatio on täsmällisempää kuin perinteisten piirustusten avulla välitetty tieto. Tietomallintaminen tehostaa projektin osapuolten välistä tiedonkulkua sekä ratkaisujen analysointia. Työssä on annettu käytännölliset ohjeet ohjelmien käyttöön ja tiedon liikutteluun laskentaprosessissa. [3]

1.5 Suunnittelutapa

Optiplan Oy on kiinnittänyt huomiota LVI-suunnittelutapaan jo vuosia. Yrityksessä on siirrytty kaksiulotteisesta CAD-suunnittelusta kolmiulotteiseen tuotemallintamiseen jo viime vuosikymmenellä.

Tietomallipohjaisen suunnittelun yksi keskeisimmistä tavoitteista on havaita mahdolliset ongelmat jo suunnitteluvaiheessa. Tietomallintaminen on apuväline, joka mahdollistaa eri suunnitteluvaihtoehtojen tutkimisen hankeaiheessa. Tietojen tuottaminen tapahtuu yhdessä paikassa, mikä pienentää virhemahdollisuuksia oleellisesti. [4]

1.6 Määräluettelot

Nykyisin käytössä olevasta tietomallipohjaisesta suunnittelusta voidaan tuottaa suunnitelluista järjestelmistä määräluettelot. Määräluetteloihin kirjautuvat kaikki suunnitellut osat ja tuotteet. Määrätiedot siirretään MagiCADistä excel-taulukoihin luetteloiksi, joista Ecom-ohjelman vastaavuustaulukkoon määritellään suunnitellut tuotteet.

Määräluetteloiden riittävä tarkkuus on ehtona määräluetteloiden pohjalta laadittavalle kustannusarviolle. Jotta prosessin lopputuotteena saadaan luotettava kustannusarvio, tulee prosessin ensimmäiset vaiheet suorittaa erityisellä tarkkuudella. Määräluetteloiden tarkkuuteen voidaan vaikuttaa tiedottamalla suunnittelijaa hankkeista, joista tullaan luomaan kustannusarvio määräluetteloiden pohjalta.

1.7 Ecom-laskentaohjelma

Ecom-ohjelma on erityisesti talotekniikka-alalle kehitetty taloushallinnan ohjelmisto. Ohjelma on nettipohjainen ja tarjoaa laajaa palvelua aina laskennasta laskutukseen. Ecom-ohjelma soveltuu eritoten LVIS-alan tarjouslaskentaan. Ohjelmassa tarjous lasketaan reaaliajassa.

Ohjelman ylläpidosta vastaavat Ecom-konsernin kolme yritystä. Ecom Oy vastaa ohjelmiston ylläpidosta, EC-palvelut Oy tarjoaa ohjelmiston käyttäjille lisäpalveluita ja Ecom Tilit Oy on nimensä mukaisesti tilitoimisto.

Ecom Oy on vuonna 1995 perustettu yritys, joka kehittää Windows-ympäristössä toimivaa Ecom-tuotetta. Ohjelma pitää sisällään kaikkien suurimpien tukkureiden hinnastot. Laskenta tapahtuu yksinkertaisessa ohjelmapohjassa. [5]

2 Kustannuslaskenta

2.1 Kustannuslaskenta rakennusliikkeissä

Kustannuslaskenta rakennusliikkeissä on pääsääntöisesti suunnitelmista mitattaviin Talo 80 nimikkeistön mukaisesti laskettaviin määriin sekä niiden hinnoitteluun perustuva menetelmä hankkeen kustannusarvion määrittämiseksi. Kustannusarvioon määritellään työmaan käyttö- ja yleiskustannukset yleisaikataulun ja työmaasuunnitelmien pohjalta. Urakkatarjouskohteissa pyydetään ennakkotarjoukset aliurakoitsijoiden ja materiaalien hintatasojen varmistamiseksi. Kustannuslaskennan tuloksena on suoritepohjainen tai panoksittain hinnoiteltu noin 1000 riviä sisältävä kustannusarvio.

Kustannusarvio määrittelee luopuitteet hankinnalle ja työmaalle määrä- ja laatutietoina sekä taloudellisina tavoitteina.

Suoritepohjaisen kustannusarvion laadinta on työläs prosessi, joka vaatii yli kuukauden työpanoksen. Hyvästä suunnitelmista perusteellisesti laadittu kustannusarvio etenkin asuntokohteissa vastaa yleensä hyvin työmaan tuotantokustannuksia. Suurimmat poikkeamat ovat yleensä talotekniikkaurakoissa. [6; 7.]

Kustannusarviosta muodostetaan työmaan litterakohtainen tavoitearvio. Tavoitearviossa määritellään hankintojen kustannustavoitteet. Tavoitearvio on työkalu kustannusten seurantaan ja raportointiin hankkeessa. [8]

2.2 LVI-urakoitsijoiden tarjouslaskenta

LVI-urakoitsijoiden yleisin tarjouslaskentatapa on vielä nykypäivänäkin tarjouksen muodostaminen paperisista piirustuksista. Laskentaa helpottamaan useat laskentapalveluiden tarjoajat ovat kehittäneet laskentaohjelmistoja. Talotekniikkaurakoitsijat Suomessa käyttävät tyypillisesti Ecom- ja Broker-tarjouslaskentaohjelmia.

Laskentavaiheessa määrät lasketaan ja mitataan suunnitelmista käsin. Työsuorituksessa käytettäväksi edellytetyt tuotteiden laatutasot ja materiaalit määritellään sopimusasiakirjoissa. Lasketut määrät hinnoitellaan laskentaohjelmilla. Ohjelmista saadaan tarjottavan hankkeen tuotemäärille normitunnit, materiaalihävikit, sosiaalikulut, kustannukset,

kohdelisät sekä ruoka- ja kilometrikorvaukset. Tuotemäärien ja työn hintoihin lisätään mahdolliset riskivaraukset sekä kate. Laskentatapa on pysynyt muuttumattomana useita vuosikymmeniä. Panoksittain suunnitelmista laskettu kustannusarvio on varmin tapa muodostaa urakkatarjous. Tarkasti panosriveittäin lasketusta urakkatarjouksesta on helppo muodostaa hankintapaketteja hankkeen toteutusvaiheessa.

Suoritepohjaisen urakkatarjouksen laskeminen asuinrakennukseen vie laskijaltaan aikaa kohteen laajuudesta riippuen noin 2–5 päivää. Kokonaislaskenta-aika yhdelle hankkeelle on noin kaksi viikkoa, mikäli hankkeeseen suunnitelluista laitteista pyydetään tarjoukset. [9; 10.]

3 Suunnittelutavan tarkastelu

3.1 Suunnittelijan haastattelu

Haastattelussa LVI-suunnittelija Jyrki Marttila selvensi suunnittelun vaatimuksia, joissa pyritään lähes ”nolla virhettä” -tarkkuuteen. Jo tasovaiheen tarkka suunnittelu vähentää korjaamista mallinnuksien ristiinvertailussa. Oikein muodostettuna tietomallia voidaan käyttää päätöksenteon tukena. Lisäksi kustannustavoitteiden ylittyminen voidaan huomata jo aikaisessa vaiheessa sekä ylityksien syyt voidaan selkeämmin osoittaa.

Suunnittelutarkkuus on parantunut viime vuosina lähes 10–20 %, Marttila arvioi. Tämä on nostanut määräluetteloiden tarkkuuden toivotulle tasolle. Kustannusarvion laatiminen tältä pohjalta tarjoaa laajat mahdollisuudet kustannustietouteen. Suunnittelusta saatavien määräluetteloiden pohjalta tehty LVI-kustannusarvio tulee olemaan lähitulevaisuudessa suunnittelun seuraava askel. [4]

3.2 Suunnittelun vaatimukset

Mikäli suunnitelmista luodaan kustannusarvio määräluetteloiden avulla, täytyy tämä olla tiedossa jo ennen suunnittelun aloittamista. Tällöin suunnittelutapaan voidaan kiinnittää erityistä huomiota. Tarkalla mallinnuksella minimoidaan määräluetteloiden puutteet. Suunnittelutarkkuuteen tulee aina kiinnittää huomiota, mutta etenkin kolmiulotteisessa mallissa suunnitelmia ristiinvertailtaessa paljastuvat pienimmätkin yksittäiset ristiinmenot. Suunnittelun epätarkkuus näkyy suoraan lasketussa kustannusarviossa. Yhden prosentin suunnitelmaepätarkkuus vaikuttaa kustannusarvion loppuhintaan yhtä paljon.

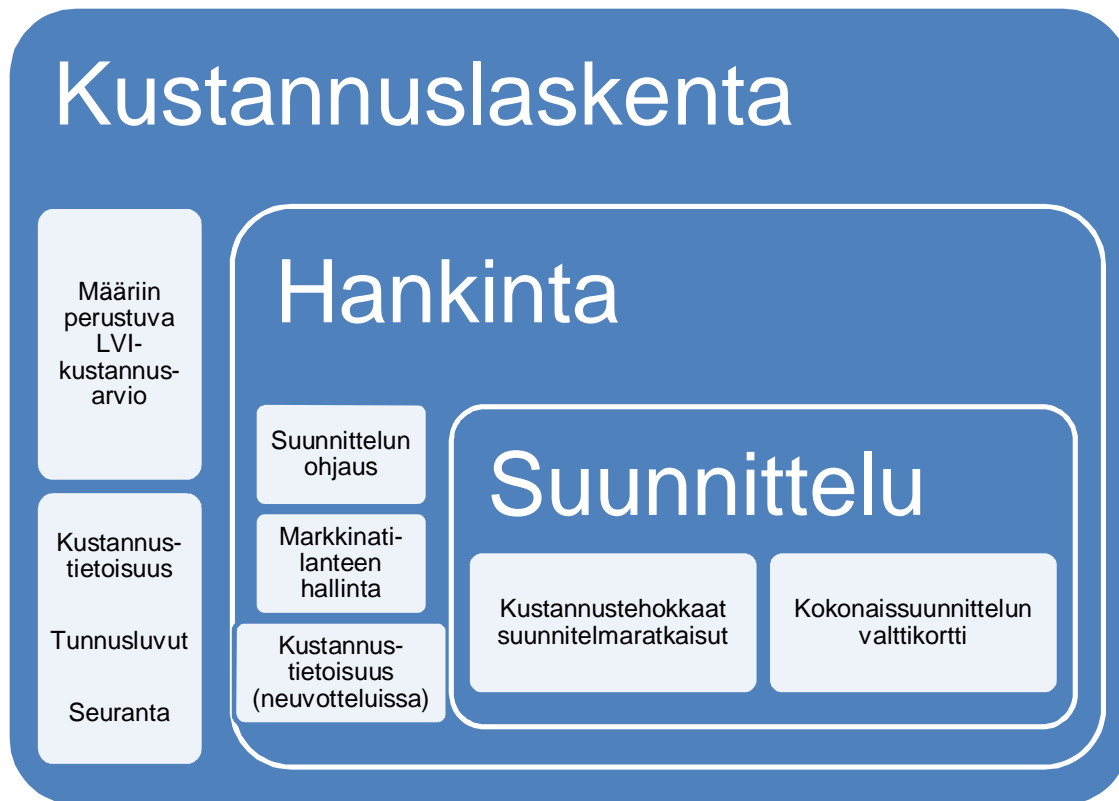
Kolmiulotteinen malli tuo kaksiulotteisiin suunnitelmiin verrattuna huomattavasti enemmän informaatiota suunnitelmien katselijalle. Kaksiulotteiset kuvat voivat parhaassa tapauksessa välittää lähes saman tiedot, mutta tämä vaatii suunnittelijalta suuren määrän koko- ja korkeusmerkintöjen merkitsemistä suunnitelmiin. Useat merkinnät haittaavat suunnitelmien havainnollisuutta. Kolmiulotteisessa mallissa komponentit itsessään välittävät tällaisen tiedon.

Tarkkaan määräluetteloon pyrittäessä tulee noudattaa kurinalaista suunnittelua. Tämä pitää sisällään standardeilla osilla suunnittelua, komponenttien tarkkaa määrittämistä sekä suunnitteluohjeiden noudattamista. LVI-suunnittelijoita sitovat yleisesti suunnittelusopimus ja suunnitteluohjeet, Suomen rakentamismääräyskokoelmat (RakMk) sekä yleiset sopimusehdot (YSE98). LVI-suunnittelijaa ohjaavat suunnittelussa rakentamisen yleiset laatuvaatimukset (RYL), rakennustietokortistot (RT-kortisto) sekä muut yleiset teknisen piirtämisen ohjeistukset, esimerkiksi Pentti Harjun kirja Teknisen piirtämisen perusteet.

Mallinnettaessa LVI-verkostot tulee suunnitella loogisesti oikeille paikoille ja oikeisiin korkeusasemiin. Määräluetteloihin kirjautuu vain mallinnetut metrimäärät ja tuotteet. Tyypillisimmät puutteet määräluetteloissa on yksittäiset ylitykset putki- ja kanavaristeilyissä. Suurimmat haasteet määräluetteloille aiheuttaa erikoisjärjestelmät kuten lattialämmitys, jäähdytys ja sprinklaus. Lattialämmityksestä, jäähdytyksestä ja sprinklausesta LVI-suunnittelija suunnittelee asuntokohteissa tyypillisesti vain luonnoskuvat, joissa osoitetaan putkistojen paikat sekä järjestelmien toimintaperiaatteet. Luonnoskuviissa suunnitelmien putkistoreiteistä sekä tuotemäärästä ei ole vielä lopullista varmuutta. Asuntoja suunnittelevien LVI-suunnittelutoimistojen ei ole kannattavaa tehdä kokonaisu suunnittelua erikoisjärjestelmien harvinaisuuden vuoksi asuntokohteissa. Erikoisuunnittelu ostetaan tavallisesti erikoisjärjestelmiä toteuttavilta urakoitsijoilta. Tämä aiheuttaa määräluetteloihin määräepävarmuutta, joka heijastuu kustannusarvioon kustannusepävarmuutena.

Tasokuvissa LVI-mallintamisen tarkkuuden ei tarvitse olla 100 %:a. Suunnitelmaepätarkkuus voidaan arvioida useita kohteita laskemalla ja lisäämällä epätarkkuus jatkossa prosentuaalisena lisänä kokonaisarvioon. Epätarkkuutta määräperusteiseen kustannusarvioon eivät aiheuta ainoastaan suunnitelmat, vaan myös laskijan kokemuseräinen laskentatapa. Kohteen kokonaiskustannusarvio muodostuu lisäämällä laskentaan määräluetteloista puuttuvat laitteet, kuten alajakokeskus, ilmanvaihtokoneet, huipputuuletin, kokoojalahatit, savunpoistolaitteet, vedenmittausjärjestelmä sekä muut koelueteloissa ilmaistavat laitteet. Tuotteiden budjettihinnat muodostetaan tyypillisesti tarjouspyyntömenettelyllä. Nämä laitteet esitetään omissa järjestelmäkaavioissa, detailjeissa ja koelueteloissa.

4 Toimintamalli

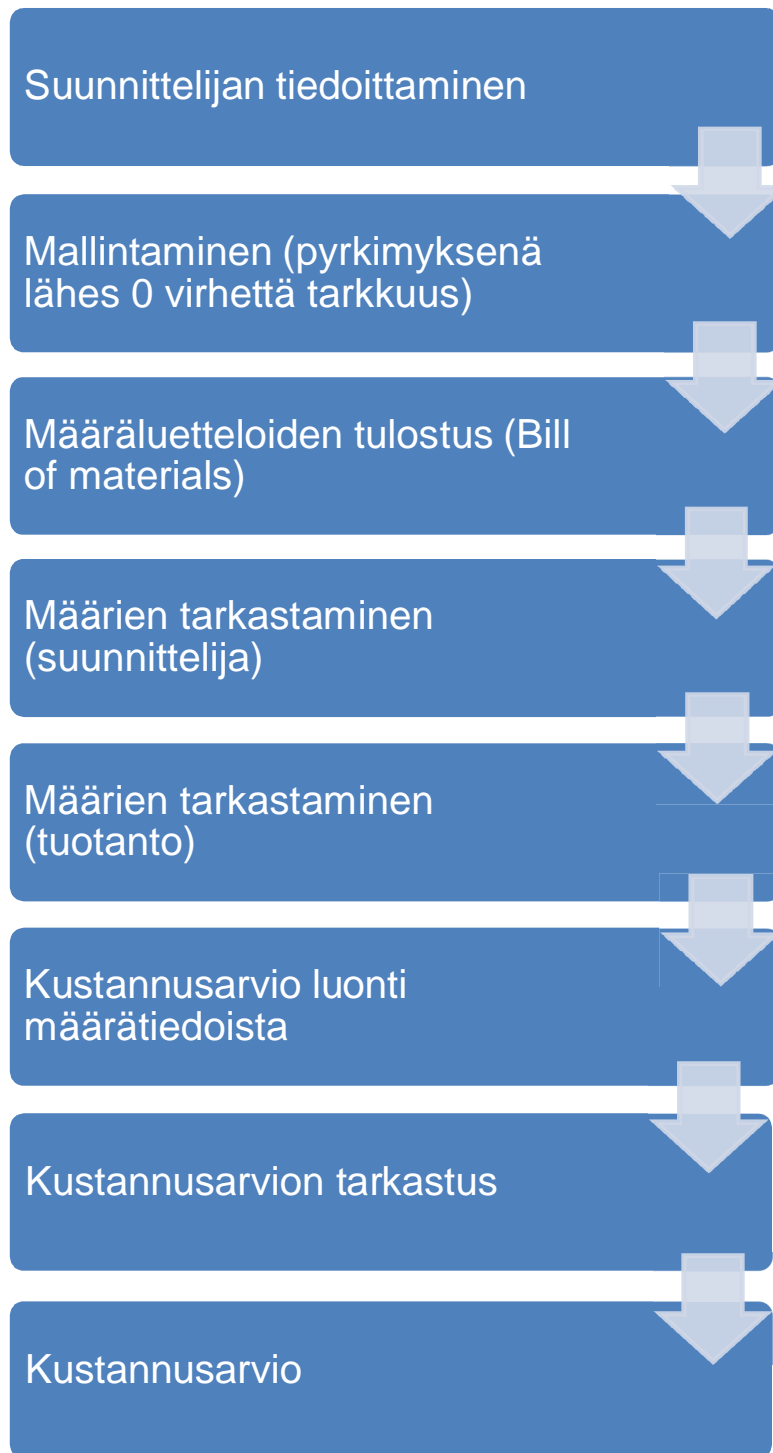


Kuva 3. Määriin perustuvan kustannusarvioprosessin hyötyjen jakautuminen

Todellisten määrien perusteella luotu LVI-kustannusarvio tuo kustannustietoutta suunnitteluun, laskentaan ja hankintaan. Laskentamalli etenee suunnittelusta laskennan kautta hankintaan. Kuvassa 3 laskentaprosessi on kuvattu hyötyperiaatteella.

4.1 Kustannuslaskenta

Määriin perustuva kustannusarvio tuo varmuutta hankkeen kustannuslaskijalle. Rakennusliikkeen näkökulmasta talotekniikkaa ajatellaan usein yhtenä kokonaisuutena.. Määrätietoihin perustuvalla kustannusarviolla saadaan liitettyä LVI-urakat suoritusosina kokonaislaskennan piiriin rakennusliikkeissä. LVIA-urakat muodostavat lähes 10 % hankkeiden kokonaiskustannuksista.



Kuva 4. Laskennan eri vaiheet laskentaprosessissa

Laskennan aloitus (kuva 4)

Hankkeen LVI-kustannusarvion laskenta alkaa mallinnuspohjaisesta laskentapäätöksestä. Laskentapäätöksestä ilmoitetaan suunnittelijalle ennen hankkeen suunnittelun aloittamista. Laskentapäätöksen perusteella hankkeen LVI-suunnittelijat kiinnittävät erityistä huomiota suunnitelmatarkkuuteen. Näin voidaan varmistua tulostettavien määräluetteloiden sisällön tarkkuudesta.

Mallintaminen

LVI-suunnitelmat mallinnetaan tällä hetkellä yli 90 %:n tarkkuudella. Tarkkuus on riittävä kustannusarvion laadintaan määräluetteloiden pohjalta. Laskettujen hankkeiden kustannusarvioita voidaan vertailla toteutuneisiin kustannuksiin suunnitelmaepätarkkuuden selvittämiseksi. Suunnittelun ei tarvitse tehdä 100 %:n tarkkuudella, mutta suunnittelun epätarkkuus tulee olla laskennan tiedossa.

Määrien tulostus

Suunnittelija tulostaa laskettavan hankkeen LVI-määräluettelot. Suunnittelija siirtää MagiCAD:stä (Bill of Materials) määrätiedot Excel-taulukkoon, josta Ecom-ohjelma tunnistaa määrät. Suunnittelijalla kuluu aikaa määrien tulostamiseen 2–4 tuntia kohteen laajuudesta riippuen.

Suunnittelijan määräluetteloiden tarkastus

Määräluetteloiden tarkastaminen vaatii tarkastajaltaan laajaa alan kokemusta ja kustannustuntemusta. Suunnittelija suorittaa määräluetteloiden ensimmäisen vaiheen tarkastuksen. Tällä tavoin tuotannossa voidaan varmistua, että määräluetteloissa ei ole suuria puutteita.

Tuotannon määräluetteloiden tarkastus

Kustannusarvio tarkastetaan pääpiirteittäin vielä tuotannon toimesta ennen laskennan aloittamista. Määräluetteloiden tarkastamiseen luodaan jatkossa kokemusperäinen tarkastuslista. Tarkistuslista tulee muodostumaan tilakohtaisista tunnusluvuista. Tunnusluvuilla voidaan tarkastaa materiaali- ja tuotemääriä kohteen laajuus- ja huoneisto-

tietoihin vertailemalla. Tällaista listaa voidaan sen kehittyessä käyttää myös kustannustehokkaampien suunnitelmaratkaisujen ohjaamiseen esimerkiksi pyrkiä minimoimaan venttiilimäärät.

Kustannusarvion luonti

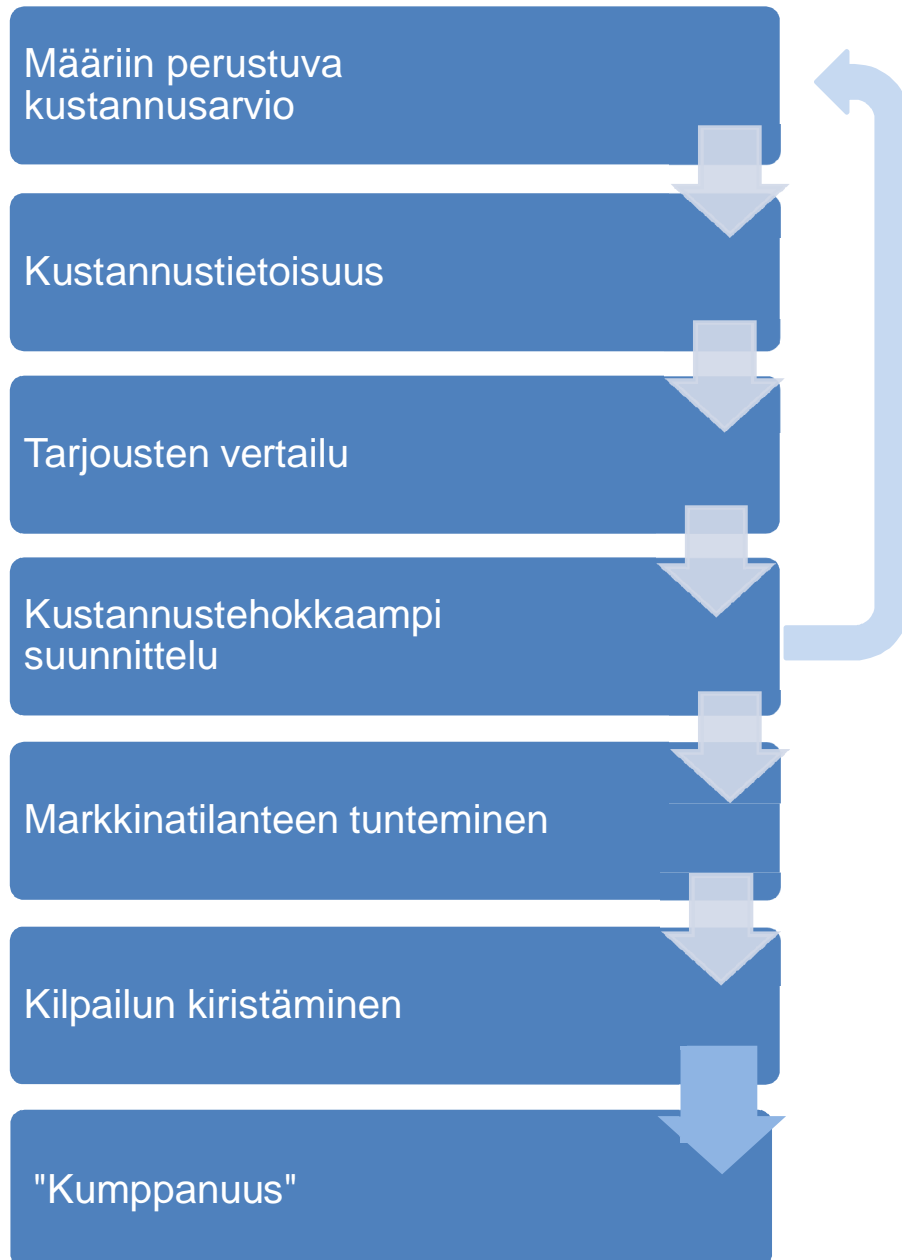
Kustannusarvio luodaan määräluetteloista Ecom-laskentaohjelmalla. Laskijan tulee olla talotekniikan ammattilainen. Laskijan tulee tuntea käytettävät materiaalit ja tuotteet sekä pystyä hahmottamaan laskettavan hankkeen laajuus.

Kustannusarvion tarkastus

Ecom-ohjelmasta saatava kustannusarvio tullaan tarkastamaan vielä jo olemassa olevilla tunnusluvuilla. Usealla tarkastusmenettelyllä voidaan varmistua lasketun kustannusarvion oikeellisuudesta.

4.2 Hankinta

Kustannustietoisuuden kartuttaminen tulee antamaan markkina- ja hintatietoutta hankintahenkilöstölle. Laskentamallilla hankkeen LVI-tekniikan hinta voidaan määrittää lähes 2 %:n tarkkuudella suhteellisen vaivattomasti.



Kuva 5. Hankinnan eri vaiheita laskentaprosessissa

Kustannusarvio (kuva 5)

Hankinta saa laskennalta käyttöönsä määrillä lasketun kustannusarvion. Määriin perustuva kustannusarvio parantaa LVI-urakoille budjetoitujen kustannusten tarkkuutta ja hajonta kohteiden välillä tulee tasaantumaan. NCC:llä ollaan tällä hetkellä kokonaisuudessaan hyvällä tasolla budjetoitujen ja toteutuneiden kustannusten välillä. Suurempia yksittäisiä tappioita LVI-urakoiden osalta aiheutuu muutamille työmaille vuosittain.

Kustannustietoisuus

Kustannustietoisuus on hankinnalle ja laskennalle elintärkeää tuloksellisen toiminnan varmistamiseksi. Määriin perustuva kustannusarvio purkaa kustannusrakenteen pienemmiksi käsiteltävimmiksi kustannuksiksi. Kustannusrakennetta pilkkomalla voidaan ymmärtää kustannusten syntymistapa. Kustannustietoisuuden kartuttaminen on loputon oppimisprojekti.

Tarjosten vertailu

Tulevaisuudessa määräluetteloita voidaan luovuttaa urakoitsijoiden tarjouslaskennan apuvälineeksi. Kun urakoitsijat laskevat tarjoukset samoilla määrätiedoilla, voidaan tarjouskilpailuun osallistuneiden tarjouksia vertailla tasavertaisina. Näin pystytään määrittämään tarjoajien yleiskustannukset ja kate. Tällä tavoin kilpailutilanteen seuraamisesta tulee helpompaa ja markkinatilanteen kehittymistä sekä alueellisia vaikutuksia tarjoushintojen muodostumiseen voidaan seurata. Kerättyä tilastotietoa budjetoitujen ja toteutuneiden kustannusten välillä voidaan käyttää ennustamisen työkaluna.

Kustannustehokkaampi suunnittelu

Kustannustietoisuudella voidaan parhaiten vaikuttaa kustannustehokkaaseen suunnitteluun. Aliurakoitsijoiden tarjoushinta muodostuu tarjottavan hankkeen sisällöstä, johon vaikuttaa oleellisesti, kuinka tarkasti suunnittelija ilmaisee järjestelmä- ja tuoteratkaisut suunnitelmissa. Urakoitsijat laskevat tarjoukseensa riskivarausta suunnitelmien valmiuden perusteella. Suunnitelmien tarkkuutta parantamalla voidaan minimoida urakoitsijoiden riskivaraukset.

Markkinatilanteen hallinta

Hintatason seuranta noususuhdanteessa helpottuu, kun tiedetään, mitä ollaan ostamassa. Tällä hetkellä jo toteutettujen hankkeiden kustannuksia on lähes mahdotonta vertailla keskenään. Urakoitsijoiden tarjoushintaan vaikuttaa hankkeen laajuus sekä sen hetkinen työllisyystilanne. Kun hintatietoisuutta kerätään hankkeiden sisältö ja markkinatilanne tuntien, LVI-urakoiden kokonaiskustannusten kehittyminen voidaan huomioida hankevaiheen kustannusarvioissa. Näin estetään noususuhdannetta syövästä suunniteltua katetta hankkeessa.

Kilpailun kiristäminen

Kustannusarvion hintatason ollessa tarkka voidaan hankinnassa pyrkiä tinkimään tarjoushinnoista ylimääräiset riskivaraukset ja katteet. Hintatason tuntemisella voidaan noususuhdanteessakin estää hintatasoa nousemasta liian nopeasti sekä estää liian halpojen urakoitsijoiden valinta hankkeen toteuttajaksi. Tarjoussisältöjen ollessa saman sisältöisiä voidaan hankinnassa kiinnittää huomiota tarjoajien lainalaisuuksien noudattamiseen sekä toimitusvarmuuteen.

Kumppanuus

Kumppanuus on molempia osapuolia hyödyttävä liikesuhde. Kumppanuuden keskeisiä tavoitteita on saumaton yhteistyö, jolla voidaan saavuttaa parempi aikatauluvarmuus, lopputuotteenlaatu sekä kustannustehokkuus.

Rakennusalalla kumppanuus ei ole yleistä, eikä sitä yleensä sisäistetä oikein. Rakennusyriyksissä projektiluonteisuus heijastuu yhteistyösuhteiden lyhytaikaisuuteen. Pääsääntöisesti yli 80 % hankkeiden kokonaiskustannuksista tulee hankinnoista, joten hankinnoilla on suuri vaikutus yrityksen kilpailukyvyn kannalta. Hankinnat kilpailutetaan projektikohtaisesti, ja usein hinta ratkaisee toimittajan. [10]

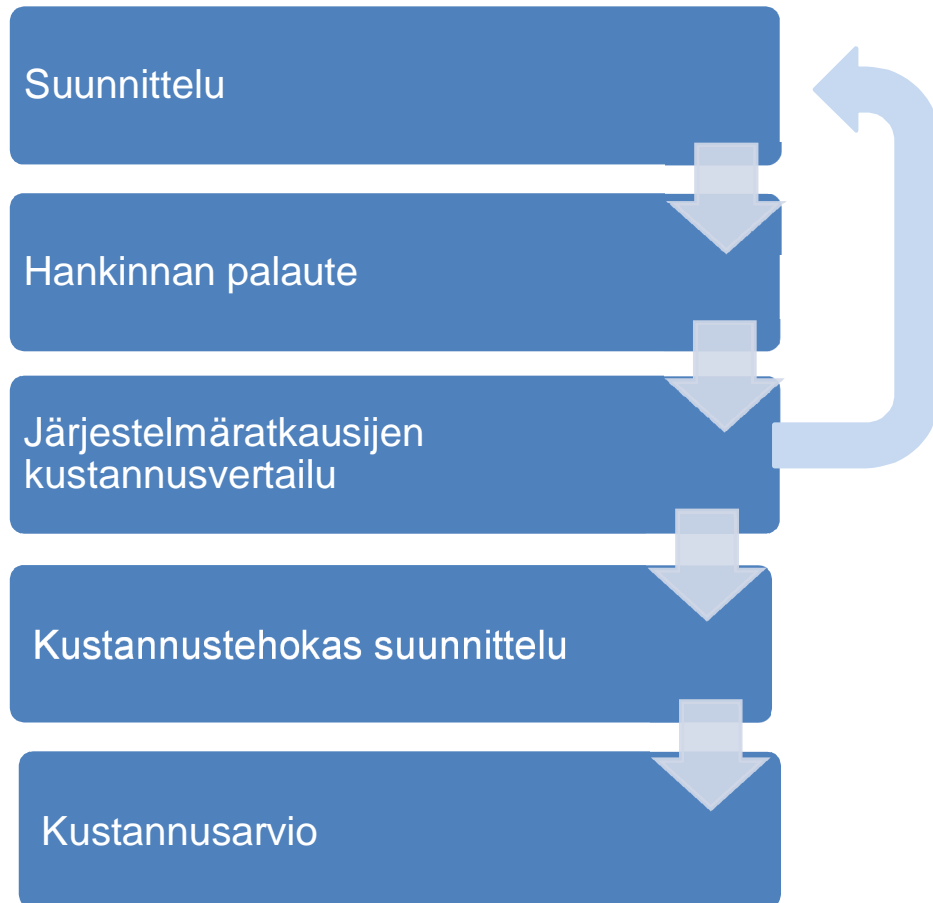
Kumppanuuden suurimmat haasteet ovat urakoiden hinnoittelussa. Usein koetaan, että pitkäaikaiset yhteistyökumppanit yhteistyön edetessä pyrkivät nostamaan hintatasoa sekä keskittämään resurssejaan uusiin hankkeisiin, jolloin aikatauluvarmuus, lopputuotteen laatu sekä kustannustehokkuus menetetään. Siksi kumppanuus tarjoaa aina

haasteita ja kumppanuussuhteita tulee huoltaa aika ajoin. Luottamus tilaajan ja urakoitsijan välillä tulee säilyttää.

Määräluettelot tarjoavat mahdollisuuden kumppanuusajattelulle, jossa urakan sisältö on määritelty määräluetteloihin. Tulevaisuudessa urakoitsijoilla olisi mahdollisuus antaa tarjous määräluetteloihin perustuen. Kun tarjouksen sisältöä kyetään käsittelemään yksittäisten tuotteiden tarkkuudella, jää sovittavaksi enää tuotteiden ja työn hinta. Tuotteille, joita ei ole määräluetteloissa, voitaisiin sopia yksikköhinnat.

4.3 Suunnittelu

Kustannustehokas määriin perustuva kustannusarvio tuo suunnittelijoille kilpailuedun. Jos mallinnetusta hankkeista voidaan luoda kustannusarvio määriin perustuen, voidaan todeta hankkeen suunnitelmatarkkuuden olevan hyvällä tasolla.



Kuva 6. Suunnittelun eri vaiheet laskentaprosessissa

Suunnittelu ja hankinnan palaute (kuva 6)

Edullisia ja toimivia suunnitelmaratkaisuja voidaan tehostaa hankinnan, laskennan ja suunnitteluohjauksen tiiviillä yhteistyöllä suunnittelijan kanssa. Kustannustehokkaampia ratkaisuja tulee hakea säännöllisin väliajoin ja uusia ideoita tulee tarkastella kriittisesti kokonaiskustannukset huomioiden.

Järjestelmä- ja toteutusratkaisujen kustannusvertailu

Kun tunnetaan suunnitellun hankkeen sisältö, voidaan määräluetteloiden tarkistuksella pyrkiä vähentämään kalliita suunnitelmaratkaisuja. Kalliiksi havaituille ratkaisuille voidaan hakea kokonaisedullisempi vaihtoehto. Edullisempaa ratkaisumallia voidaan hyödyntää myös jatkossa toteutettaviin hankkeisiin.

Määriin perustuvalla laskennalla voidaan edullisempia suunnitelmaratkaisuja hakea jo hankevaiheessa. Tämä vaatii eri järjestelmä- ja toteutusratkaisujen suunnittelua yhteen hankkeeseen. Määräluetteloiden avulla voidaan vaihtoehdoista suorittaa kustannusvertailua. Kustannustehokkuutta voidaan hakea myös jo toteutettujen hankkeiden kustannusrakenteita tutkimalla. Kustannustehokkaat ratkaisut voidaan valita yleiseen suunnitteluohjeeseen kustannustehokkuuden takaamiseksi myös tulevissa hankkeissa.

Kustannustehokkaampi suunnittelu

Jatkuvalla kehitystyöllä saavutetaan kustannustehokkaat ja toimivat LVI-suunnitelmat. Kustannustehokkaiden suunnitelmaratkaisujen lähtökohdaksi voidaan valita hankkeen investointikustannukset tai elinkaarikustannukset. Rakennuttajat ovat pääsääntöisesti kiinnostuneita rakennuksen edullisista elinkaarikustannuksista, kun rakentajia kiinnostavat edullisemmat investointikustannukset. Kustannustehokkuutta on järkevää tarkastella kummastakin näkökulmasta. Kustannustehokkuutta suunnitelmissa voi suunnittelutoimisto hyödyntää kilpailuetuna liiketoiminnassaan markkinoinnissa. Kustannustehokkaampien suunnitelmaratkaisujen hakeminen on jatkuvaa yhteistyötä laskentamallin osapuolten välillä.

Kustannusarvio

Tulevaisuudessa kustannustehokkaammat LVI-suunnitelmaratkaisut tulevat näkymään edullisempina kokonaiskustannuksina. Kustannustehokkaammat suunnitelmat tulevat kasvattamaan NCC:n kilpailukykyä kiristyvillä markkinoilla talotekniikan osalta.

5 Kustannusarvion laatiminen

Kustannusarvion laatiminen alkaa laskettavan hankkeen perustamisesta Ecom-ohjelmaan. Määräluettelot Ecom-ohjelma muuntaa vastaavuustaulukoksi, johon määrittään määräluetteloiden osat ja tuotteet. Ohjelma laskee tarjouksen reaaliajassa.

5.1 Mallitarjouspohja

Määriin perustuvan kustannusarvion laadinnassa suurimpana ongelmana on hankintahinnoiltaan kalliimpien tuotteiden hinnoittelu. Näiden tuotteiden (sekoittajat, wc-istuimet ja ilmanvaihtokoneet) hinnoitteluun voidaan Ecom-ohjelmaan luoda mallitarjous, joka sisältää yleisimmin NCC:llä käytetyimmät tuotteet pakettien muodossa. Kustannusarvion laadintaa aloitettaessa, voidaan tuoteriveiltä poistaa tuotteet, joita hankkeeseen ei ole valittu ja lisätä määrätiedot valituille tuoteriveille. Mallitarjouksen kopioiminen on yksinkertaista, ja muuttuvat tuotehinnat päivitetään yhteen mallipohjaan.

Lähes jokaiselle LVI-tuotteelle voidaan luoda paketti. Paketti sisältää tyypillisesti tietyn tuotteen hankintahinnan sekä työn hinnan. Usein kalusteille on järkevää luoda paketit, jotta useat pienemmät tuotteet ja työvaiheet voidaan sisällyttää yhteen laskentarviin. Tämä nopeuttaa laskemista huomattavasti ja estää laskijaansa unohtamasta pienempiäkään tuotteita ja työvaiheita. Esimerkiksi wc-istuimen pakettiin voi sisällyttää tuotteissa: wc-istuimen, kannen, mansetin, liiman ja tarvittavat kytkentäosat vesijohdon liittämiseksi istuimeen sekä paketin töihin voisi sisällyttää: wc-istuimen asennuksen paikoilleen, kannen asennuksen ja vesijohdon kytkemisen istuimen sulkuventtiiliin. Pakettia käyttämällä voidaan neljän tai viiden tuoterivin sisältö tuoda töineen tarjoukseen yhdellä rivillä.

5.2 Määräluetteloiden tulostus (Bill of Materials)

Suunnittelija tulostaa MagiCAD-suunnitteluohjelmasta määräluettelot (Bill of Materials). Määräluetteloihin listautuu kaikki mallinnetut materiaalit ja tuotteet tasokuvista. Määräluettelot siirretään MagiCAD-ohjelmasta excel-taulukkoon (kuva 7). Ecom-ohjelma tunnistaa määrätietoja neljästä erityyppisestä määräluettelosta: CAD-symboliluettelo, tuoteluettelo, pakettiluettelo sekä JCAD quantum -luettelo. Muut detaljeissa ja koelueteloiissa olevat tuotteet lisätään laskentaan erilliselle postille.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	MagiCAD HPV - Bill of materials							
2								
3	Project: XXXX							
4	Date: 26.02.2013							
5	Range:							
6								
7	Class	Size	Series	Product	N	L[m]	Insul.\A [m2]	s[mm]
8	Pipe	35	Cu_ELPO			32.4		
9	Pipe	42	Cu_ELPO			35.7		
10	Pipe	40	Ecof_LAM			13.0		
11	Pipe	50	Ecof_LAM			101.3		
12	Pipe	63	Ecof_LAM			55.3		
13	Pipe	10	Fe-3312			854.3		
14	Pipe	15	Fe-3312			1162.9		
15	Pipe	20	Fe-3312			136.8		
16	Pipe	25	Fe-3312			39.8		
17	Pipe	32	Fe-3312			183.5		
18	Pipe	40	Fe-3312			31.7		
19	Pipe	50	Fe-3312			31.2		
20	Pipe	65	Fe-3312			3.1		

Kuva 7. Määräluettelo excel-taulukkomuodossa

5.3 Laskettavan hankkeen perustaminen

Laskenta aloitetaan kohteen perustamisesta Ecom-ohjelmaan. Kohteen perustamisessa annetaan laskennalle lähtötiedot. Kohde voidaan perustaa myös mallitarjouspohjaan. Lähtötiedot koostuvat työn hinnoittelusta, tuotteiden hinnoittelusta, kilometri- ja päivärahakorvausten määrittämisestä sekä katteiden määrittämisestä (kuva 8). Ecom-ohjelma ehdottaa yleisesti käytettäviä prosenttilisiä.

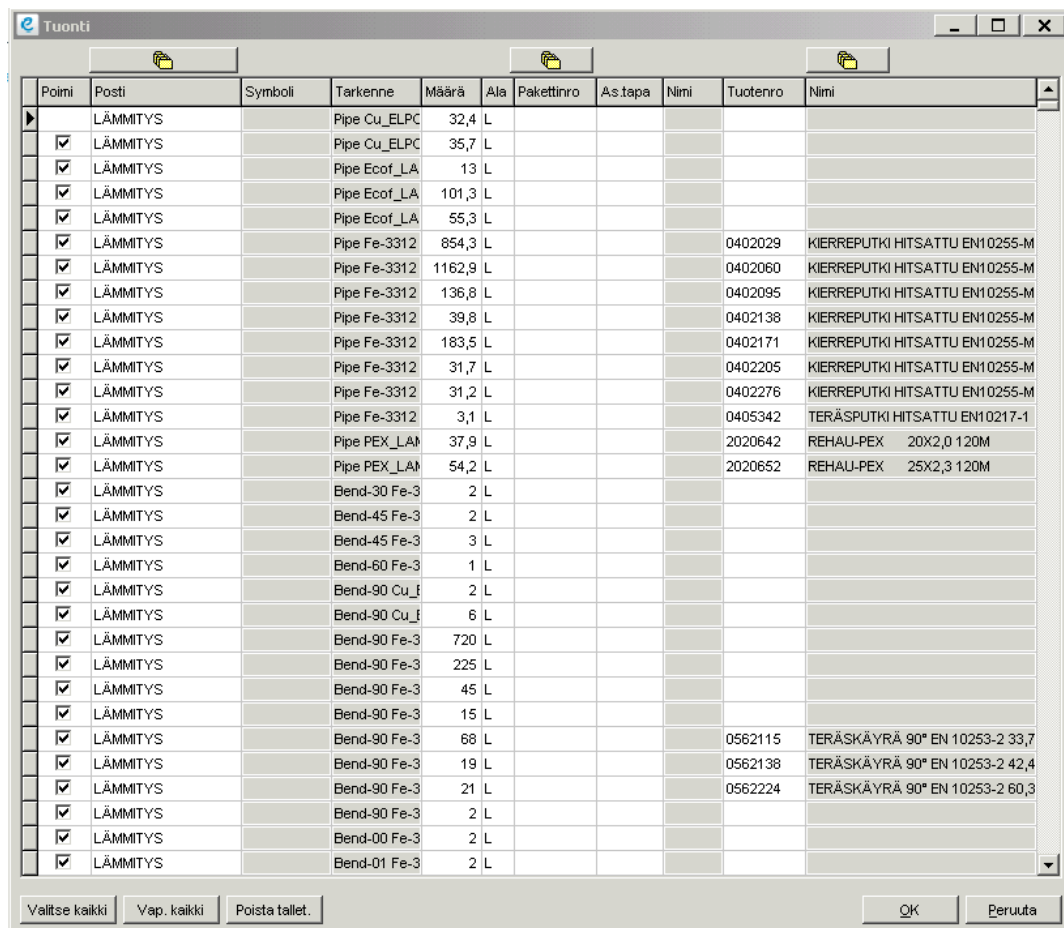
Työn hinnoittelu pitää sisällään sosiaalikulusten, projekti- ja työnjohtokustannusten, järjestelylisän määrittämisen sekä työnjohtokustannusten nousun määrittämisen. Tuotehinnoittelu pitää sisällään hävikki, projekti- ja työnjohtokustannusten, kuljetuskustannusten määrittämisen sekä hintojen nousun määrittämisen. Kilometrikorvauksiin määritellään työmaalle tulevat edestakaiset kilometrit. Päiväkustannuksiin määritellään ateria-, matka- ja päivärahakustannukset. Lisäksi laskentaan määritellään matkatunnit ja laskennallinen tuntihinta (normitunti). Katteisiin ja tunnuslukuihin määritellään työkatte, tuotekatte, euromääräinen kate, kilometrikatte sekä päiväkate. Laskettavalle kohteelle voidaan antaa laajuustiedot tunnuslukujen laskemista varten. Laajuustiedot näkyvät laskennan aikana etusivulla tarjoushinnan alapuolella (kuva 11).

Valittu	Nimi	Kerroin (%)
<input type="checkbox"/>	Urakkahinnoittelukerroin	31,4
<input type="checkbox"/>	Asennus korkeudelle 4..7 m	15
<input type="checkbox"/>	Asennus korkeudelle 7..9 m	25
<input type="checkbox"/>	ERIKOISTALOLISÄ	16
<input checked="" type="checkbox"/>	NORMAALITALOLISÄ	7
<input type="checkbox"/>	SANEERAUSLISÄ	32

Kuva 8. Ecom-ohjelmaan määritettävät tarjouksen oletustiedot

5.5 Vastaavuustaulukko

Vastaavuustaulukko kerää listaksi kaikki suunnitellut tuotteet määräluetteloista (kuva 10). Vastaavuustaulukkoon määritellään ensimmäisillä kerroilla, mitä tuotetta mikäkin merkintä vastaa. Ohjelma ei siis suoraan tunnista suunniteltuja tuotteita. Jo kertaalleen määritelty tuote säilyy Ecom-tietokannassa, ja seuraavilla kerroilla samoja merkintöjä ei tarvitse enää määritellä uudelleen. Ecom-ohjelma päivittää keväällä 2013 ohjelmaansa ominaisuuden, jossa muistio välilehdelle kirjautuu tuotteet, joita vastaavuustaulukossa ei ole määritelty. Näin voidaan välttyä suurimmilta laskentavirheiltä.



Poimi	Posti	Symboli	Tarkenne	Määrä	Ala	Pakettinro	As.tapa	Nimi	Tuotenro	Nimi
	LÄMMITYS		Pipe Cu_ELPC	32,4	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Cu_ELPC	35,7	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Ecof_LA	13	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Ecof_LA	101,3	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Ecof_LA	55,3	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	854,3	L				0402029	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	1162,9	L				0402060	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	136,8	L				0402095	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	39,8	L				0402138	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	183,5	L				0402171	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	31,7	L				0402205	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	31,2	L				0402276	KIERREPUTKI HITSATTU EN10255-M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe Fe-3312	3,1	L				0405342	TERÄSPUTKI HITSATTU EN10217-1
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe PEX_LAI	37,9	L				2020642	REHAU-PEX 20X2,0 120M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Pipe PEX_LAI	54,2	L				2020652	REHAU-PEX 25X2,3 120M
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-30 Fe-3	2	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-45 Fe-3	2	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-45 Fe-3	3	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-60 Fe-3	1	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Cu_f	2	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Cu_f	6	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	720	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	225	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	45	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	15	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	68	L				0562115	TERÄSKÄYRÄ 90° EN 10253-2 33,7
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	19	L				0562138	TERÄSKÄYRÄ 90° EN 10253-2 42,4
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	21	L				0562224	TERÄSKÄYRÄ 90° EN 10253-2 60,3
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-90 Fe-3	2	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-00 Fe-3	2	L					
<input checked="" type="checkbox"/>	LÄMMITYS		Bend-01 Fe-3	2	L					

Kuva 10. Ecom-ohjelman vastaavuustaulukko määräluetteloille

5.6 Kustannusarvio

Vastaavuustaulukon tuotteiden määrittelyn jälkeen siirrytään laskentapohjaan. Laskentapohjaan määritellään järjestelmäkokonaisuuksille omat *postit*. *Postit* voidaan eritellä esim. lämmitys, vesi ja viemäri, ilmanvaihto ja muut tuotteet. Mikäli suunnittelija on tuonut MagiCADistä järjestelmät määräluettelon excel-pohjaan erillisille välilehdille/taulukkoille, ei posteja tarvitse luoda. Tällöin Ecom-ohjelma luo itse postit laskennalle. Muut laitteet, joita määräluetteloissa ei ole, voidaan laskea esimerkiksi *tuotteet* postilla. Postille lisätään puuttuvat laitteet, kuten kaukolämmön alajakokeskus, ilmanvaihtokoneet, huippuimurit, kokoojalaatikat, savunpoistolaitteet, vedenmittausjärjestelmä sekä muut isoimmat laitteet. Posti luodaan *postit* painikkeen kautta. Määräluetteloista puuttuvat tuotteet voidaan tuoda laskentaan myös mallitarjouspohjan avulla, jonne laitteet on määritellä paketeiksi.

Tarjouspohjasta voidaan reaaliaikaisesti seurata tarjoushinnan kehittymistä laskennan aikana (kuva 11). Tarjoushinta näkyy laskentapohjassa tuotteiden yläpuolella. Postien *tuote*, *työ tai paketti* valintapainikkeiden kautta voidaan *postille* lisätä rivejä. Työtä ja tuotteita voidaan lisätä erillisinä tai paketteina.

Ala	Numero	Nimi	Toim.	Määrä	Yks	Ä-hinta	Veroton	Nt	Työaika	Lisä%	Työ yht.	Osa%
L	2020652	PEX-LATTIALÄMM.JOHTO REHAU 25x2.3 L-	5	54,2	M	4,71	255,28	5,000	271,000		271,000	0,0
L	0562115	TERÄSKÄYRÄ 90 R-2.5D ST 35.8 GR 33.7x2.6	4	68	KPL	1,63	111,02		0,000		0,000	0,0
L	0562138	TERÄSKÄYRÄ 90 R-2.5D ST 35.8 GR 42.4x2.6	4	19	KPL	1,89	35,93		0,000		0,000	0,0
L	0562224	TERÄSKÄYRÄ 90 R-2.5D ST 35.8 GR 60.3x2.6	4	21	KPL	3,22	67,66		0,000		0,000	0,0
L	5418208	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-300-1000	5	39	KPL	41,84	1631,72	0,900	35,100		35,100	0,0
L	5418210	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-300-1200	5	27	KPL	47,60	1295,23	0,900	24,300		24,300	0,0
L	5418212	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-300-1400	5	29	KPL	56,80	1647,29	0,900	26,100		26,100	0,0
L	5418213	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-300-1600	5	14	KPL	61,58	862,06	0,900	12,600		12,600	0,0
L	5418214	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-300-1800	5	7	KPL	68,28	477,99	1,000	7,000		7,000	0,0

Kuva 11. Laskentavaiheen näkymä Ecom-ohjelmassa

5.7 Tarjouksen tulostaminen

Ecom-ohjelmasta voidaan tulostaa laskettu tarjous eriteltynä usealla eri tavalla (kuva 12). Tarjous voidaan tulostaa katelaskelmana, eriteltynä tuotteet ja työt, tai viedä tarjous omaan tarjouspohjaan. Vaihtoehtoja on useita.

Kohde	TESTIKOHDE	Asiakas	Alv%
16168			24
Tila	Avoin	Pvm	1.3.2013
Verollinen yht.			851 304,41 €

Kohde	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-400-1000	Määrä	Yksikkö	Hinta	Alv	Netto	Alv	Netto
18228	PC-KONVEKTORI PURMO PC11-400-1000	5	1 KPL	46,87	0,900	46,87	0,900	0,900

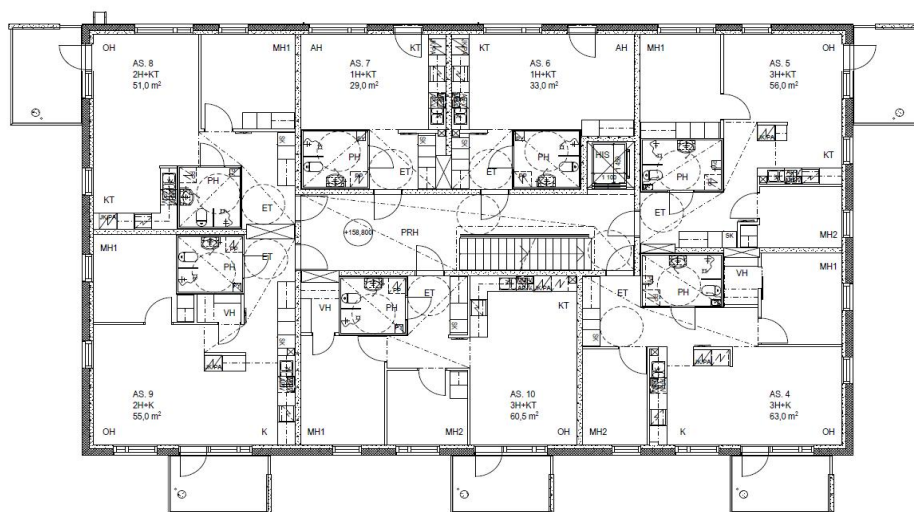
Kuva 14. Tarjouksen tulostusvaihtoehdot

6 Määräluetteloiden hyödyntäminen

6.1 Hanke- ja toteutussuunnittelussa

Järjestelmien kustannusvertailuja on järkevää tehdä etenkin konseptimallien pohjille edullisten tuote- ja järjestelmäratkaisujen selvittämiseksi. Kustannustehokkaalla konseptipohjalla saadaan toteutuskustannukset alhaisiksi ja suunniteltua konseptia on helppo hyödyntää tulevissakin hankkeissa. NCC:llä on tällä hetkellä kehitteillä kylpyhuoneille ja eri huoneistotyypeille konseptipohjat. Myös ilmanvaihtokonehuoneelle ollaan NCC:llä luomassa omaa konseptia.

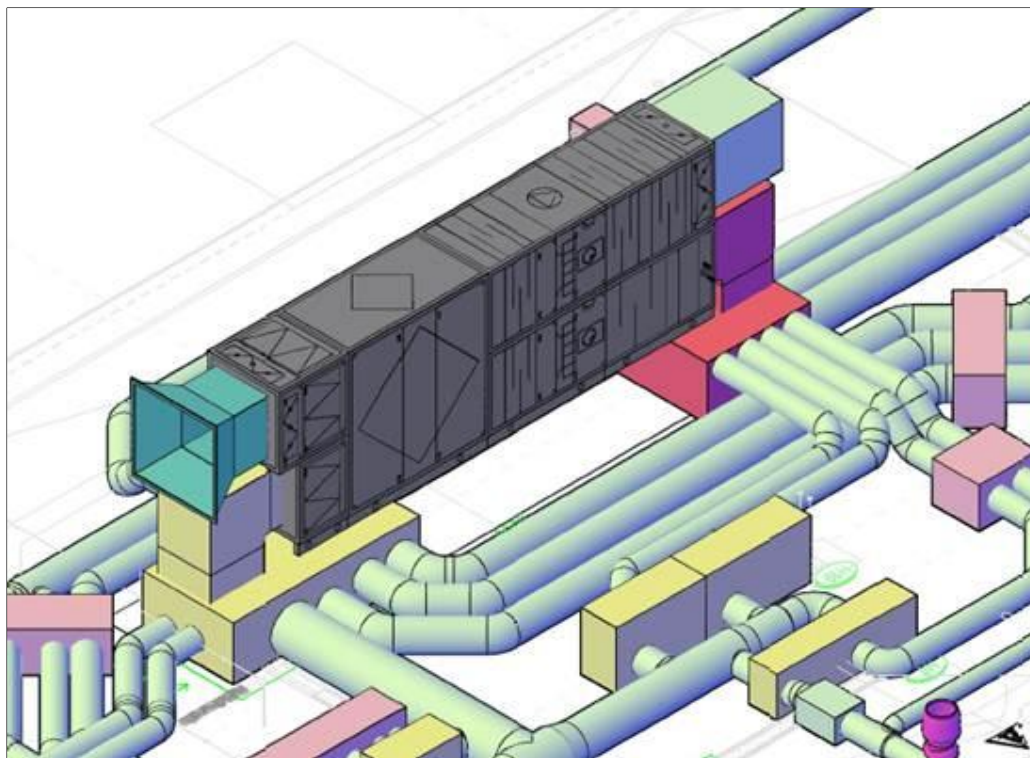
NCC:llä on kehitteillä Semmi-konsepti, joka mahdollistaa kustannustehokkaiden ratkaisujen hakemisen perinteiseen kerrostalopohjaan. Konseptissa on kylpyhuoneille ja huoneistoille valittavissa useita valmispohjia. Tällainen konseptirakenne mahdollistaa erilaisten huoneistotyyppien valitsemisen jopa samaan kohtaan rakennuksessa. Kun kylpyhuoneet, huoneistot sekä ilmanvaihtokonehuone on tuotteistettu (kuva 13), voidaan varmistua tuotannon lopputuotteen laadusta. Virheet voidaan korjata suoraan konseptipohjien suunnitelmiin ja tällä tavoin välttään tekemästä samoja virheitä toistamiseen. Vakioidulla laadulla ja tuotantonopeudella voidaan varmistaa kustannus- ja tuotantotehokas kerrostalo. Määräluettelot ovat oiva apuväline kustannustehokkaiden suunnitelmataratkaisujen hakemisessa LVI-konseptipohjiin. [11]



Kuva 13. Semmi-konseptikerrostalon pohjarakenne

Esimerkki kustannustehokkuudesta

Mikonsaari on NCC:lle tekeillään olevassa opinnäytetyössään luomassa ilmanvaihtokonehuoneelle konseptia (kuva 14), joka tulee käsittämään kolme valmiiksi suunniteltua konehuonetta. Konehuoneet suunnitellaan kolmelle erikokoiselle ilmanvaihtokoneelle. Konseptimallia luodaan yhteistyössä Fläkt Woods Oy:n kanssa.

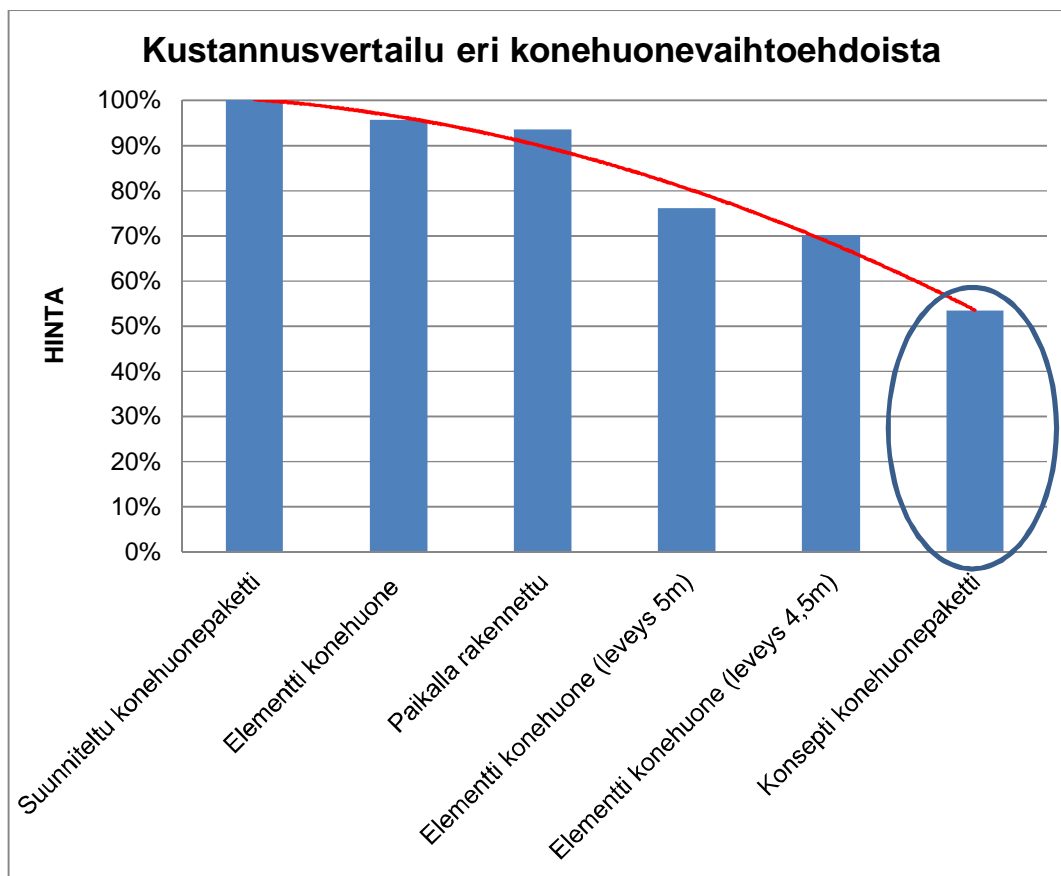


Kuva 14. Keskitetyn ilmanvaihtokonehuoneen konseptimalli MAgiCADissä

Järjestelmien kustannusvertailu vaatii toteutettavan järjestelmän suunnittelua useaan eri toteutusratkaisuun. Konseptipohjaa luodessa todettiin, että konehuone-elementin kustannukset syntyvät ilmanvaihtokoneen ympärille tehtävästä konehuoneesta. Siksi konseptipohjan luomiseksi vertailtiin useaa erilaista konehuonetyyppiä (kuva 15).

Konseptipohjaan todettiin kustannustehokkaimmaksi ratkaisuksi pienentää konehuoneen sisämittoja sekä sijoittaa kanavistolähdöt ilmanvaihtokonehuone-elementin alle siten, että kanavistot lähtevät keskitetysti kokoojalaatikoista (kuva 14).

Ilmanvaihtokonehuoneen suunnittelu konseptipohjaksi säästi Asunto Oy Vantaan Kau-niin Bertan ilmanvaihtokonehuone-elementin toteutuskustannuksissa lähes 50 % ver-rattuna alkuperäisiin suunnitelmiin. Kustannussäästöihin päästiin pienentämällä ilman-vaihtokonehuone-elementin tilavuutta 273 m³ -> 57 m³. Paikalla tehtävään ilmanvaihto-konehuoneeseen verrattuna konseptimallilla voidaan saavuttaa lähes 30 %:n kustan-nussäästöt. Kustannussäästö tulee kertaantumaan jokaisessa suunniteltavassa hank-keessa, johon konsepti valitaan. [12]



Kuva 15. Ilmanvaihtokonehuone-elementin toteutusratkaisujen kustannusvertailu

6.2 Luovuttaminen aliurakoitsijoille

Aliurakoitsijat suhtautuvat tällä hetkellä kriittisesti määräluetteloiden hyödyntämiseen tarjouslaskennassaan. LVI-Nelosek Oy:n toimitusjohtaja Antti Nousiainen toteaa, että ”tarjouksen laskeminen määräluetteloiden pohjalta voisi toimia silloin, jos vastuu määräluetteloiden tuotemääristä olisi tarjouspyynnön lähettäjällä” [13]. Tämä menettely voisi olla kuitenkin molemmille osapuolille työläs ja aiheuttaisi useiden lisätyölaskujen läpikäymistä. Lisätyölaskuilta voitaisiin välttyä sopimalla yksikköhinnat tuotteille, joita määräluetteloissa ei ole. Vaarana on kuitenkin, että urakoiden kokonaiskustannuksia on vaikeaa seurata ja ennustaa.

Urakoitsijat voivat hyödyntää määräluetteloita tarjouslaskennassaan tarkastustyökaluna tuomaan varmuutta urakkatarjoukseensa. Molemminpuolinen vuorovaikutus kasvattaa tilaajan ja urakoitsijan välistä luottamusta. Pyrkimyksenä olisi, että urakoitsijat valitsisivat ensisijaisesti NCC:n kohteita tarjouslaskentaansa.

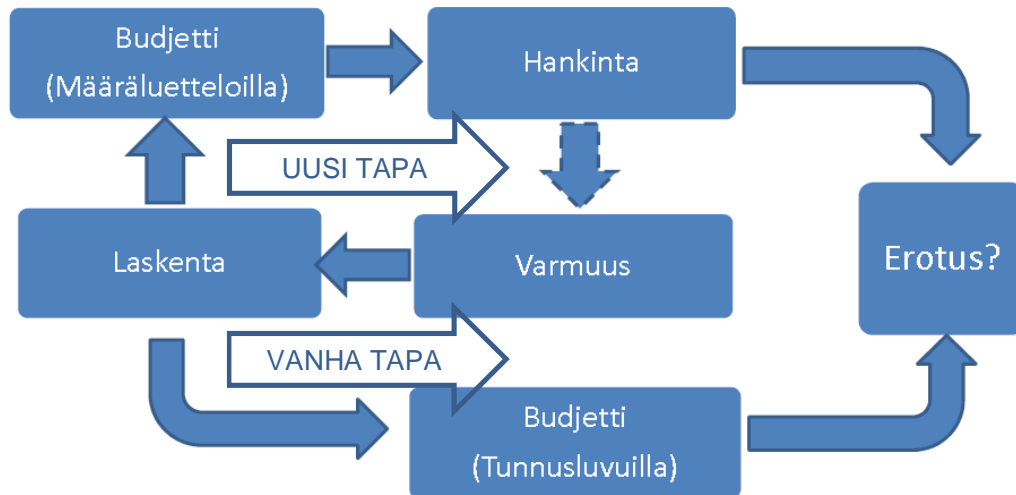
Esimerkki vastuiden jakautumisesta

Määräluetteloita voidaan käyttää urakan tarjoushinnan määrittämisen perusteena, kun toiminnalle luodaan yhteiset pelisäännöt. Toimintatavan luomiseksi tulee yhteistyötä kehittää valittujen urakoitsijoiden kanssa ja vastuiden jakautumisen tulee olla tasapuolista osapuolten välillä. Toimintatavan kehittämiseksi tulee valittujen toimijoiden kanssa viedä läpi vähintään kolme yhteistä hanketta.

Urakoitsijoiden laskentaa luovutetaan vain absoluuttiset määrätiedot (excel-tilaukset), joista urakoitsija/laskija voi valita, mitä määrätietoja käyttää tarjoushinnan muodostamisessa. Lisätöitä varten tulee luoda yhteisesti hyväksytty yksikköhintaluettelo lisätöille. Mikäli määrätietojen havaitaan olevan liian vähäisiä toteutusvaiheessa, on urakoitsija velvollinen osoittamaan, mihin määräluetteloista pois jääneet tuotteet on asennettu.

Tilaajan ja urakoitsijan välinen luottamus saavutetaan rehellisellä yhteistyöllä ja sovittujen pelisääntöjen noudattamisella. Pelisääntöjä on syytä päivittää yhteisen kokemuksen kertyessä vastaamaan toimivinta tapaa yhteistoiminnan tuottavuuden varmistamiseksi.

7 Kustannustietoisuudella saavutettavia etuja



Kuva 16. Mikä on perinteisen laskentatavan ja määräluetteloilla lasketun kustannusarvion erotuksen tuoma lisäarvo?

Kustannustietoisuudella saavutetaan laajasti etuja. Laskentamallilla luodaan hankkeelle luotettavampi kustannusarvio verrattuna tunnusluvuilla arvioituun kustannusarvioon (kuva 16). Laskentamallilla saavutetaan lisäksi useita muita etuja:

- Kustannustietoisuus mahdollistaa kustannustehokkaiden suunnitelmaratkaisujen vertailemisen hanke- ja laskentavaiheissa eri suunnitelmaratkaisuilla. Kustannustehokkuutta voidaan tarkastella elinkaari- tai investointinäkökulmasta. Kustannustehokkaiksi todetut ratkaisut voidaan siirtää yleiseen suunnitteluohjeeseen. Tällöin kustannusetu saavutetaan jatkossakin toteutettaviin hankkeisiin. Järjestelmien määräystenmukaisuutta tulee tarkastella aika ajoin yhdessä suunnitteluohjauksen ja hankinnan kanssa.
- Kustannusrakenne voidaan pilkkoa kustannusten syntymistavan määrittämiseksi. Tällöin materiaali- ja järjestelmävalintoja voidaan tarkastella panoskohtaisesti.
- Määräluetteloita voidaan hyödyntää lisä- ja muutostöiden laskennassa. Suunnitelmiin toteutusvaiheessa päivitetuille ratkaisuille voidaan määrittää kustannusarvio. Kustannussäästöjä voidaan hakea myös yksittäisille järjestelmille tai pienemmille kokonaisuuksille, vaikka hanketta ei olisikaan valittu laskentaan.

- Kustannustietoisuus tuo varmuutta laskentaan sekä parantaa selkeästi kustannusarvioiden tarkkuutta.
- Määriin perustuvalla kustannusarviolla voidaan määrittää urakoitsijoiden tarjousten sisältö ja urakoitsijoiden tarjouksiin arvioimat riskivaraukset voidaan pyrkiä minimoimaan tarkalla suunnittelulla. Kilpailutilannetta voidaan seurata vertailemalla tarjouksia määräluetteloiden pohjalta luotuun kustannusarvioon. Hintatason tuntemus toimii hankinnan neuvotteluvalttina, ja hankinta voi pyrkiä kustannustietoisuudella kiristämään alan kilpailua.
- Pidempiaikaisella seurannalla voidaan ennustaa markkinatilanteen kehittymistä sekä pyrkiä hyödyntämään kulloinkin niitä urakoitsijoita, joilla työn tarve on suurin.
- Määräluettelot voidaan luovuttaa aliurakoitsijoiden tarjouslaskennan apuvälineeksi, jolloin urakoitsijat voivat säästetyn ajan vuoksi omalla vastuullaan osallistua useampaan urakkakilpailuun samanaikaisesti. Lisäksi pyrkimyksenä olisi, että urakoitsijat valitsisivat ensisijaisesti NCC:n kohteita tarjouslaskentaansa.
- Urakoitsijat voivat tulevaisuudessa antaa tarjouksen määräluetteloiden pohjalta. Kun tarjouksia voidaan vertailla tasavertaisina keskenään, voidaan kiinnittää enemmän huomiota urakoitsijoiden lainalaisuuksien noudattamiseen sekä toimitusvarmuuteen.
- Kumppanuusajattelun vaikein osa-alue on sisällön perusteella muodostuvien kustannusten määrittäminen. Jos vastuista saadaan sovittua joustavasti, voidaan määräluetteloiden avulla sopia esimerkiksi yksikköhintaisia urakoita.
- Tarkempi määrien arviointi ja osaperusteisien kustannusarvioiden luominen mahdollistaa jatkossa kustannusrakenteen pilkkomisen useampaan pienempään kokonaisuuteen. Kustannusrakenteen tuntemuksella voidaan järjestelmäkohtaiset tunnusluvut luoda esimerkiksi seuraavasti: lämmitys, vesi, viemäri, ilmanvaihto, rakennusautomaatio. Viidellä tunnusluvulla on mahdollista tarkastella kohteen kustannusrakennetta tarkemmin. Tunnuslukuja voidaan käyttää kustannusarvion tarkastukseen.

8 Kustannusarviovertailut

8.1 Budjetoitujen ja toteutuneiden kustannuksien erotus

NCC:llä kohteiden LVIA-kustannusarvio luodaan tunnusluvuilla kokemuksen perusteella. Kustannusarvion luomiseen käytetään tunnuslukujen lisäksi EstiModel-laskentaohjelmaa. EstiModelissa rakennuksen kustannusarvio mallinnetaan numeerisesti ja valmiita järjestelmäkokonaisuuksia valitsemalla. Näiden kahden arvion perusteella arvioidaan hankkeen talotekniikan kustannusarvio.

Rakennusliikkeen näkökulmasta epävarmuutta aiheuttavat eniten ilmanvaihtourakoiden kustannusarvioiden muodostaminen. Ilmanvaihdossa yksittäisen kanavametrin hinta on keskimäärin huomattavasti suurempi kuin putkiurakassa yhden putkimetrin hinta. Ilmanvaihdossa ilmanvaihtojärjestelmien vaihtelu ja kohteiden erilaisuus aiheuttavat suurinta hajontaa. Hajontaa aiheuttaa pääsääntöisesti ilmanvaihtojärjestelmävalinta sekä autohallin lämmitystyyppi.

Ilmanvaihtojärjestelmäksi on valittavissa keskitetty tai hajautettu ilmanvaihto, joista keskitetty soveltuu paremmin korkeisiin pistetaloihin. Hajautettu soveltuu puolestaan paremmin lamellikerrostaloihin sekä rivitaloihin. Suurinta hajontaa LVI-kustannusarvioissa aiheuttavat tyypillisesti autohallit.

Budjetoitujen ja toteutuneiden kustannusten vertailua ei esitetä julkaistavassa versiossa.

8.2 Testikohteen kustannuslaskenta

Määriin perustuvan laskentatavan tarkkuuden selvittämiseksi, laskettiin testikohteen LVV ja IV-urakoiden kustannusarviot. Kohteeksi valittiin hanke, jonka LVI-urakoiden urakkatarjoukset olivat käytettävissä kustannusarviovertailun suorittamiseksi (taulukko 1). Testikohteessa on puolilämmin autohalli sekä keskitetty ilmanvaihto.

Määriin perustuvalla laskennalla saavutettiin lähes yhden prosentin tarkkuus testikohteessa verrattuna toteutuneisiin kustannuksiin. Tulos saavutettiin valitsemalla määräluetteloista laskentaan kaikki putki- ja kanavametrit. Osat arvioitiin lämmitys- ja vesijär-

jestelmissä osaprocenteilla. Lämmitysjärjestelmässä osaprocenttina käytettiin 35 %:a ja vesijärjestelmässä 25 %:a. Viemäreistä laskettiin kaikki putkimetrit ja osat. Kalusteet kuten wc-istuimet ja hanat hinnoiteltiin tukkureiden hinnoilla. Sosiaalikulunnuksina, projekti- ja työnjohtokustannuksina, järjestelyisinä, hävikkinä, kuljetuskustannuksina sekä hintojen nousun kustannuksina käytettiin Ecom-ohjelman yleisesti ehdottamia prosentteja. Tuote-, euromääräisenä, päivä- ja kilometrikatteena käytettiin 15 %:a. Kilometri- ja ruokarahakustannusten kattamiseksi käytettiin päivärahakustannusta.

Määriin perustuvassa kustannusarviossa käytettiin katteena 20 %:a. Talotekniikkaurakoitsijoiden tyyppinen kate pääkaupunkiseudulla on noin 10–20 %:a. Kustannuksia vertailemalla voidaan todeta suunnittelu- ja laskentaepätarkkuuden olevan arviolta noin 5 %.

Taulukon keskellä ovat testikohteen toteutuneet kustannukset (100 %). Vasemmanpuoleisessa sarakkeessa on erotus kustannusarvion ja toteutuneiden kustannusten välillä. Miinusmerkki tunnusluvuilla lasketussa kustannusarviossa tarkoittaa, että kustannukset ovat ylittyneet. Kustannusarvio tunnusluvuilla on laadittu hankevaiheessa. Vihreässä sarakkeessa on määräluetteloilla apuna käyttäen laskettu LVI-kustannusarvio hankkeen valmistumisen jälkeen. Toteutuneissa kustannuksissa ei ole huomioitu lisä- ja muutostöitä.

Taulukko 1. Tunnusluvuilla ja määräluetteloilla laskettujen kustannusarvioiden vertailu toteutuneisiin kustannuksiin

Kustannusarviovertailu testikohteessa			
	KUSTANNUSARVIO TUNNUS- LUVUILLA	TOTEUTUNEET KUSTANNUKSET	MÄÄRILLÄ LASKETTU KUSTANNUSARVIO
LV-urakka	-4 %	100 %	1 %
IV-urakka	-15 %	100 %	0 %

Tässä esimerkitapauksessa laskentatarkkuus voi olla osittain sattumaa. Laskentamallin tuloksia tulee jatkossa tarkastella kriittisesti. Todellisen laskentatarkkuuden määrittämiseksi tulee laskea useita erityyppisiä hankkeita. Tämän insinööriyön puitteissa laskentamallia on käytetty vain yhden asuntokohteen laskentaan.

9 Laskentamallin soveltuvuus

Laskentamallin soveltuvuutta hankkeeseen tulee arvioida ennen suunnittelun aloittamista. Laskentamalli kustannusarvion luomiseksi on kaksivaiheinen. Ensimmäinen vaihe on suunnitteluvaihe, jossa hankkeen LVI-järjestelmät on mallinnettu mahdollisimman tarkasti. Toinen vaihe on laskentavaihe, jossa talotekniikan asiantuntija laskee kustannusarvion määriin perustuen. Laskentaprosessin molempien vaiheiden läpiviemisen kannattavuus tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Suunnittelussa kannattaa aina luoda valmiudet määräpohjaisen kustannusarviolle. Näin voidaan varmistaa suunniteltujen mallien soveltuvuus hankkeeseen. Osa- ja tuoteperusteinen mallintaminen kasvattaa suunnitelmatarkkuutta huomattavasti ja helpottaa toteutusta työmaalla. Mallintamisella luodaan mahdollisuudet tarkemmalle ristiinvertailulle ja reikäkuvien tarkastukselle.

Mikäli hankkeen LVI-järjestelmät ovat jo mallinnettu, kannattaa LVI-kustannusarvion laatimista määräluetteloiden pohjalta harkita. Soveltuvuus taulukolla määrittellään laskentamallin kannattavuus kriteereillä, joita luotettavan kustannusarvion laatiminen määräluetteloiden pohjalta vaatii. Taulukkoon merkitään plussia ja miinussarakkeisiin hankkeen ominaisuudet. Mikäli taulukosta saadaan lopputuloksena enemmän miinuksia kuin plussia, ei LVI-kustannusarviota määrätietojen pohjalta kannata luoda. Jos lopputuloksena saadaan plussia yhtä paljon kuin miinuksia, kannattaa laskentamallin hyödyntämistä harkita resurssien puitteissa. Jos soveltuvuustaulukosta saadaan lopputulokseksi enemmän plussia kuin miinuksia, on laskentatavan hyödyntäminen kannattavaa.

Laskentamallia tullaan hyödyntämään NCC:n omaperusteisiin asuntohankkeisiin, joiden tekninen vaatimustaso on suhteellisen matala. Oma suunnittelutoimistoa ohjailemalla voidaan laskentamallin heikkoudet selvittää. Laskentamallia voidaan jatkossa hyödyntää myös muiden rakennuttajien hankkeisiin, joissa NCC toimii pääurakoitsijana. Urakkakohteissa tulee laskentamallia testata pidemmällä aikavälillä luotettavan kustannusarvion saavuttamiseksi. Epävarmuutta laskentamallin urakkakohteissa aiheuttavat muilta suunnittelutoimistoilta saatavat määräluettelot, joiden suunnitelmatarkkuudesta ei voida olla varmoja. Mikäli laskentamalli saadaan toimimaan myös urakkakohteisiin, voidaan urakkatarjouksessa käyttää itse laskettua LVI-kustannusarviota ennakkotarjouspyyntöjen tueksi.

Jokaisesta hankkeesta tulee tehdä jälkিতarkastelut vertailemalla laskettuja kustannusarviota hankkeen toteutuneisiin kokonaiskustannuksiin. Tällä tavoin voidaan laskentamallin laskentatarkkuutta ja soveltuvuustaulukkoa korjata vastaamaan sen hetkistä tilannetta.

Taulukko 2. Laskentamallin kannattavuuden määrittäminen

Milloin laskentatapaa kannattaa hyödyntää?			
Laskentaa puoltavat seikat:	+	Laskentaa vastustavat seikat	-
Hanke on asuntokohde		Hanke ei ole asuntokohde	
Hanke on kerrostalo		Hankkeen LVI-järjestelmiä ei ole mallinnettu	
Hankkeen LVI-järjestelmät on mallinnettu		Mallinnuksia ei saada tarkasteltavaksi	
Mallinnukset saadaan tarkasteltavaksi		Suunnitelmat ovat yli 3 vuotta vanhat	
Suunnitelmat eivät ole yli 3 vuotta vanhat		Hankkeen suunnitelmia ei ole yhteensovitettu	
Kun hankkeen suunnitelmat on yhteensovitettu		Suunnittelija ei ole tarkastanut määrälueteloita	
Suunnittelija on tarkastanut määräluettelot		Hankkeen LVI-tuotteet ja materiaalit eivät ole yleisesti käytettyjä	
Hankkeen LVI-tuotteet ja materiaalit ovat yleisesti käytettyjä		Suunnitelmatarckuus ei ole silmämääräisellä tarkastelulla riittävä	
Suunnitelmatarckuus on silmämääräisellä tarkastelulla riittävä		Hanke sisältää erikoisjärjestelmiä, kuten sprinklaus tai jäähdytys	
	Yhteensä		Yhteensä

Miinuksia enemmän kuin plussia	Miinuksia ja plussia yhtäpaljon	Plussia enemmän kuin miinuksia
EI KANNATA	KANNATTAA JOS RESURSSEJA	KANNATTAA

10 Omakustannusarvion tuoma lisäarvo

Prosessin kokonaiskustannukset

Prosessin kokonaiskustannukset muodostuvat kahdella portaalla. Suunnittelija suunnittelee valitun kohteen pyrkimyksenä lähes ”nolla virhettä” ja tulostaa määräluettelot tarkastuksen jälkeen laskennan käyttöön. Laskenta suorittaa kustannusarvion laskemisen Ecom-ohjelmalla. Hankinta hyödyntää saatua lopputulosta kilpailun ja kustannustason seurantaan.

Suunnittelijalla kuluu aikaa määräluetteloiden tulostamiseen noin 2-4 tuntia. Lisäksi mallintamisen tarkempi suunnittelu vaatii suunnittelijaltaan aikaa arviolta 10-20 % enemmän normaaliin tasosuunnitteluun verrattuna. Normaalilla tasosuunnittelulla tarkoitetaan, että kohteen LVI-suunnitelmia tarkastellaan vain paperisista tasokuvista. Tällainen toteutustapa suunnittelussa alkaa kuitenkin hiljalleen vanheta, ja nykyisin mallinnusta käytetään apuvälineenä yhä pienempiin hankkeisiin. Suunnittelijan kokonaisajankulutusta ei voi tarkasti arvioida, vaan se vaihtelee kohteen koosta, muodosta ja järjestelmien määrästä riippuen. Lähitulevaisuudessa hankkeiden keskimääräinen LVI-suunnittelu-aika tulee pitenemään mallintamisen vuoksi. Hyödyt tulevat näkymään vähenevien ongelmien vuoksi säästyvänä rakennusaikana toteutusvaiheessa. Kokonaaisuudessa voidaan arvioida LVI-suunnittelijoilla kuluvan aikaa laskentamallin läpiviemiseksi tarkasteluineen noin 10–15 tuntia.

Yhden hankkeen LVI-kustannusarvion laskenta vaatii laskijaltaan aikaa noin 4-8 tuntia. Aika muodostuu kohteen LVI-suunnitelmien tarkkuuden silmämääräisestä tarkastuksesta, määräluetteloiden tuotemäärien läpikäymisestä, laskennan suorittamisesta määrälueteloilla sekä määrälueteloista puuttuvien määrien lisäämisestä laskentaan.

Arvioidut ajat ovat viitteellisiä ja tulevat tarkentumaan laskentamallia käytettäessä. Verrattuna tämänhetkiseen laskentatapaan, jossa kustannusarvio luodaan kokemusperäisillä tunnusluvuilla, tulee laskenta-aika NCC:llä lähes kaksikymmenkertaistumaan. Urakoitsijoiden laskenta-ajan laskentamalli puolittaa. Kasvavalla kustannustietoisuudella voidaan aktiivisella kustannustehokkuuden parantamisella saavuttaa huomattavia säästöjä.

Laskentaprosessin kokonaiskustannuksiksi muodostuu kohteen koosta riippuen noin 1 000-1 600 euroa. Laskentamallin käyttämistä tulee arvioida hankekohtaisesti. Määräluetteloiden hyödyntäminen tarjouslaskennassa ei aiheuta urakoitsijoille kustannuksia.

Markkinahinnan ja kustannusarvion erotuksen tuoma hyöty

Markkinahinnan, jonka halvin urakkatarjous määrittää, sekä määräluetteloihin perustuvan LVI-kustannusarvioiden erotuksen tuomaa hyötyä ei voida arvioida tai mitata lyhyellä aikavälillä. Kustannussäästöjen kertyminen saavutetaan kokonais- ja kustannustehokkaammalla toiminnalla, johon laskentamalli tarjoaa mahdollisuuden.

11 Yhteenveto

Määräluetteloiden hyödyntäminen LVI-kustannusarvion laadinnassa sekä suunnittelun aikaisissa laitevalinnoissa tulee olemaan suunnittelun seuraava askel. Suunnittelijat ovat jo useita vuosi antaneet määräluettelot pyydettäessä laskennan käyttöön. Tällöin luetteloiden tarkkuus ei ole ollut riittävällä tasolla. Tästä johtuen suunnitteluohjelmista saatavia määräluetteloita ei ole voitu luotettavasti hyödyntää. Mallintamisen merkityksen kasvaminen on nostanut määräluetteloiden tarkkuuden tasolle, jossa LVI-kustannusarvion/LVI-urakkatarjouksen laskeminen määräluetteloiden pohjalta on mahdollista.

Määräluetteloiden tulostaminen suunnittelusta hankkeesta kasvattaa suunnittelijan työmäärää tällä hetkellä arviolta 10-20 %. Pelkästään määräluetteloiden tulostaminen ja tarkastaminen eivät kasvata LVI-suunnittelijan työmäärää merkittävästi, vaan suunnittelijoiden käyttämä aika laskentamallin läpiviemiseksi koostuu tarkemmasta ja aikaa vievämmästä suunnittelusta. Mallintamisen kehittyessä, lähes virheetön suunnittelu tulee olemaan normaalia suunnittelua. Tämäntyyppisissä hankkeissa omakustannusarvion muodostamisen kustannukset pysyvät suhteellisen alhaisina verrattuna laskentamallin tuomaan kustannustietoisuuden kautta saavutettaviin etuihin. Laskentamallin hyväksikäyttäminen hankkeen LVI-kustannusarvion määrittämiseksi tulee arvioida tapauskohtaisesti. Laskentamalli on kehitetty asuntotuotannon tarpeisiin ja soveltuvuutta haasteellisimpiin hankkeisiin tulee mitata testilaskennoilla. Lähivuosina määräluetteloita tullaan hyödyntämään yhä enemmän muillakin suunnittelualoilla.

Laskentamallin tehokas hyödyntäminen vaatii tiivistä yhteistyötä suunnitteluohjauksen, laskennan, suunnittelijan ja hankinnan välillä. Kustannustehokkaampia suunnitteluratkaisuja tulee kehittää säännöllisin väliajoin vastamaan senhetkistä vaatimus- ja kustannustasoa maksimaalisten kustannussäästöjen saavuttamiseksi. Kustannustarkastelun lähtökohdaksi voidaan valita investointi- tai elinkaarikustannukset.

Määriin perustuvan laskentamallin voidaan todeta parantavan laskennan tarkkuutta ja saavuttavan lähes todellisen kustannustason testilaskelman perusteella. Lisääntyvä kustannustietoisuus tulee olemaan kaikkien prosessin osapuolien hyödynnettävissä. Laskentamallista saatava lisäarvo ei ole suoranaista arvon lisäystä, vaan työkalu kustannustehokkaampaan suunnitteluun ja toteutukseen hankinnassa. Hankinnalle todelli-

nen kustannustietous on neuvotteluvaltti. Hintatasoa seuraamalla voidaan työllistää urakoitsijoita, joiden työn tarve on suurin.

Ennen määriin perustuvat laskentamallin käyttöönottamista, tulee laskentaa suorittaa useasta hankkeesta laskentamallin tarkkuuden ja kannattavuusarvion korjaamiseksi vastaamaan sen hetkistä kilpailutilannetta. Laskentamallista tulee kerätä kustannustietoa, jotta laskentamallin lopputuloksen tarkkuus erityyppisiin hankkeisiin ja alueellisiin eroihin voidaan tilastollisesti määrittää.

Laskentamalli on tehokas työkalu kustannusvarmuuden kasvattamiseksi. Laskentamallia tullaan pääsääntöisesti hyödyntämään NCC:n omaperusteisten hankkeiden LVI-kustannusarvioiden luomiseksi, mutta jatkossa laskentatapa laajennetaan myös urakaperusteisiin hankkeisiin. NCC:llä laskentamallia kehitetään yhdessä suunnittelutoimisto Optiplan Oy:n kanssa kustannustehokkaampien ratkaisujen hakemiseksi kustannusvertailuita suorittamalla. Kustannustehokkaammat ratkaisutavat päivitetään yleisiin suunnitteluohjeisiin.

12 Päätelmät

LVI-määräluetteloihin perustuva laskentamenetelmä tuo kustannustietoisuuden kautta laajasti etuja. Prosessin kokonaiskustannukset ovat suhteellisen alhaiset verrattuna tämän päivän tavallisiin laskentamenetelmiin urakoitsijoiden tarjouslaskennassa. NCC:llä laskentamalli tulee kasvattamaan kustannusarvioon vaadittavia kustannuksia huomattavasti. Määrin perustuva laskentamenetelmä mahdollistaa laajalti kustannussäästöjen hakeminen investointi- ja elinkaarinäkökulmista oman suunnittelutoimiston avulla.

Laskentamallin jatkokehittäminen on taloudellisesti kannattavaa. NCC on laskentamallin käyttöönotettuaan ensimmäisiä omaperusteisen LVI-kustannusarvion laskevia rakennusyhtiöitä uudistuotannon asuntorakentamisessa. Laskentamalli palvelee NCC:n yhteistyökumppaneita. NCC tulee olemaan houkuttelevampi vaihtoehto urakoitsijoiden tehdessä laskentapäätöksiä. Useampien tarjouksien saaminen hankkeisiin on NCC:n kilpailuetu.

Lähteet

- 1 NCC AB:n vuosikertomus. 2011. Verkkodokumentti. NCC. <http://www.ncc.fi/PageFiles/6642/NCC_2011_FI_net.pdf>. Luettu 20.3.2013.
- 2 Tietomallintaminen. 2012. Verkkodokumentti. Optiplan Oy. <http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/>. Luettu 20.3.2013.
- 3 Marttila, Jyrki. 2008. LVI-tietomallin hyödyntäminen kustannuslaskennassa. Insinööriyö. Evtek Ammattikorkeakoulu.
- 4 Marttila, Jyrki. 2013. LVI-suunnittelija. Optiplan Oy. Haastattelu 1.2.2013.
- 5 Ecom ohjelmistot. 2011. Verkkodokumentti. Ecom Oy. <<http://www.ecom.fi/>>. Luettu 19.1.2013.
- 6 Kilpeläinen, Tuomo. 2013. Laskentapäällikkö. NCC Rakennus Oy Asuntorakentaminen PKS. Haastattelu 13.3.2013.
- 7 Suoritepohjainen kustannusarvio. 2011. Verkkodokumentti. Prodeco Oy. <http://www.prodeco.fi/index.php?p=Kustannusarviot>. Luettu 20.3.2013.
- 8 Korhonen, Teijo. 2010. Kustannuslaskenta rakennushankkeessa. Insinööriyö. Kajaanin Ammattikorkeakoulu.
- 9 Guttorm, Aino. 2013. Talotekniikka-asiantuntija. NCC Rakennus Oy Korjausrakentaminen. Haastattelu 18.2.2013.
- 10 Korhonen, Arttu. 2012. Rakennusliikkeen ja alihankkijan välinen yhteistyö. Diplomityö. Aalto-yliopisto.
- 11 Suonio, Matti. 2013. Projektipäällikkö. NCC Asuminen Oy. Haastattelu 18.3.2013.
- 12 Mikonsaari, Jarmo.. Vesikatolle sijoitettavien ilmanvaihtokonehuoneiden toteutus omaperusteisessa rakentamisessa. julkaisematon opinnäytetyö 2013. Metropolia.
- 13 Nousiainen, Antti. 2013. Toimitusjohtaja. LVI-Neluset Oy. Haastattelu 19.3.2013.

