

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT  
School of Energy Systems  
Degree Programme in Electrical Engineering

*Sebastian Hovi*

**LISÄ- JA MUUTOSTÖIDEN LASKENTAPROSESSIN KEHITTÄMINEN  
TALOTEKNISESSÄ URAKOINNISSA**

Tarkastajat:

Professori Jarmo Partanen  
Apulaisprofessori Jukka Lassila

# TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT  
School of Energy Systems  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sebastian Hovi

## **Lisä- ja muutostöiden laskentaprosessin kehittäminen taloteknisessä urakoinnissa**

Diplomityö 2020

65 sivua ja 38 kuvaa

Tarkastajat: Professori Jarmo Partanen ja apulaisprofessori Jukka Lassila

Hakusanat: rakennusala, talotekniikka, talotekniikkaurakointi, lisä- ja muutostyöt, YSE 1998, automatisointi

Diplomityön tavoitteena oli selvittää lisä- ja muutostyölaskentaa liittyviä ongelmia erilaisissa projekteissa sekä kehittää lisä- ja muutostyölaskentaa. Työ on tehty yhteistyössä Are Oy:n sekä PKS Talotekniikka Oy:n kanssa. Diplomityö on rajattu koskemaan talotekniikkaurakoinnin lisä- ja muutostöitä rakennushankkeissa, ja työn esimerkeissä on käytetty sähköasennusalan esimerkkejä.

Työn teoriaosuudessa on käsitelty rakennushankkeen etenemistä hankesuunnittelusta toteutukseen sekä koko prosessin vastuualueita. Lisäksi käsitellään urakkamuotojen vaikutusta vastuualueisiin. Työssä käsitellään myös tyypillisimpiä urakka-asiakirjoja ja niiden tarkoitusperiä.

Diplomityössä esitellään urakkamuotojen vaikutukset sopimussuhteisiin ja sopimussuhteiden vaikutukset lisä- ja muutostöihin. Sopimussuhteiden osalta työssä käytetään rakennusalan yleisiä sopimusehtoja ja niiden määrittelemää sisältöä. Lisäksi työssä on käsitelty urakka-asiakirjojen vaikutuksia lisä- ja muutostöiden laskentaa ja hinnoitteluun.

Laskentaprosessin kehittämistä varten työssä on tutkittu yleisesti käytössä olevia laskentatapoja sekä laskentatapaa, jossa hyödynnetään suurilta osin sähköisiä laskentatyökaluja. Työssä on myös esitelty sähköisessä laskennassa käytettäviä ohjelmistoja ja niiden toimintaperiaatteita.

Työn lopussa lisä- ja muutostyölaskennalle luodaan seurattava prosessi, jossa sähköisiä työkaluja hyödynnetään. Työssä kehitetty prosessi jää toimeksiantajien käyttöön ja jatkokehitykseen.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT  
School of Energy Systems  
Degree Programme in Electrical Engineering

Sebastian Hovi

### **Calculation process development for additional and modification works in building technology contracting**

Master's thesis 2020

65 pages and 38 figures

Examiners: Professor Jarmo Partanen and Associate professor Jukka Lassila

Keywords: Construction industry, building technology, additional and modification works, YSE 1998, automatization

This Master's thesis has been made in co-operation with Are Oy and PKS Talotekniikka Oy. The goal was to clarify the problems related to additional and modification works in construction industry and to develop the calculation process considering additional and modification works. The scope of view is limited to consist building technology contracting and the additional and modification works appearing in this field. The examples are viewed from the field of electrical engineering.

This Master's thesis theory section deals with construction projects from the project development phase to the implementation phase. Also, the range of responsibilities is considered. In addition, the thesis handles the styles of contracting and the effect it causes to the range of responsibilities. Contract documentation is also viewed and the reasons behind them.

The effect to additional and modification work, caused by contracting styles and the contractual relations, are viewed in this master's thesis. In the scope of contractual relations YSE 1998 is considered to be directive. Also, the effect to pricing and contents of additional and modification works through contractual relations is considered.

In developing the calculation process of additional and modification works the traditional calculation process is studied in comparison of electrically enhanced process. Software's usage is also studied.

In the end a process to calculate additional and modification works, using software's, is developed. The developed process is handed over to the companies for usage and further development.

## ALKUSANAT

Kirjoittajan opiskelu-ura on jälleen tulossa päätökseensä. Valmistuttuani AMK:sta vannoin, etten koulun penkille palaa, ja vuotta myöhemmin sain syödä sanani korkojen kera aloittaessani maisteriopinnot LUT-yliopistossa. Opiskelu on ollut jälleen kerran antoisaa, raskasta ja kuluttavaa, mutta ehdottomasti kaiken sen vaivan arvoista – suosittelen kaikille.

Opintojeni tukena on matkan varrella ollut useita tahoja perheestä työnantajiin. Alle on valikoitu joukko heistä tärkeimpiä:

Jemina, vaimoni, oikolukijani ja opintopiiskurini. Kiitos järkähtämättömästä tuesta ja ajan järjestämisestä opinnoilleni, remonteille ja yhteiselle ajallemme. Opintojen tekeminen ei olisi ollut mahdollista ilman sinua.

Aleksanteri ja Kyösti, kiitos että olette irrottaneet minut päivittäisestä puurtamisesta ja saattaneet niiden oikeasti tärkeiden asioiden äärelle. Olette avanneet maailmaani sanoinkuvailemattoman paljon.

Äiti ja isä, kiitos kannustamisesta ja mielenkiinnosta opintojani kohtaan sekä varauksettomasta avusta aivan kaikessa. Ilman Teitä en olisi ikinä astunut tälle polulle, saati vienyt sitä näin pitkälle.

Työnantajat, entiset ja nykyinen. Kiitos ajatuksista sekä tämän työn mahdollistamisesta. Ammattitaitoinen ympäristö, sen jakaminen ja kehittäminen on ollut suuri motivaattorini läpi opiskelujen.

Opinnot ovat opettaneet paljon ja enää en vanno, etten palaisi koulun penkille. Mutta jos nyt edes hetken pitäisi taukoa? Katsotaan...

9.11.2020

**Sebastian Hovi**

## SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	3
1.1	Tutkimuskysymykset ja hypoteesit.....	4
1.2	Työn erityisalueet.....	5
2	Talotekniikkaurakka osana rakennushanketta .....	6
2.1	Suunnittelu .....	7
2.2	Urakkamuodot.....	9
2.2.1	Kokonaisurakka.....	10
2.2.2	Jaettu urakka.....	12
2.2.3	Kokonaisvastuurakentaminen .....	13
2.2.4	Projektinjohtototeutukset .....	15
2.3	Urakka-asiakirjat.....	17
2.4	Laskenta .....	18
2.5	Hinnoittelu .....	19
2.6	Talotekniikkaurakan lisä- ja muutostyöt.....	22
2.7	Urakan päätös.....	25
3	Lisä- ja muutostöiden laskenta.....	26
3.1	Laskennan nykytila .....	26
3.2	Laskennan ongelmat .....	27
3.3	Urakkamuotojen vaikutus laskentaprosessiin .....	29
3.4	Laskennan kehityskohteet.....	31
3.5	Laskennan kehittäminen ohjelmistojen avulla.....	32
4	Sähköisten laskentatapojen säästöpotentiaali .....	40
4.1	Laskenta paperisista kuvista.....	40
4.2	Laskenta sähköisiä työkaluja hyödyntäen.....	41
5	Säästöpotentiaalin realisointi prosessin automatisoinilla.....	44

5.1	Revu .....	44
5.2	Aliohjelma.....	51
5.3	Broker Estimate .....	53
5.4	Laskennan viimeistely .....	57
6	Automatisaatioprosessin vieminen käytäntöön ja jatkokehitys .....	59
7	Yhteenveto .....	61
8	Lähteet.....	64

## Lyhenteet

TELU 12	Suunnittelun ja johtamisen tehtäväluettelo 2012
HJR 12	Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo 2012
PS 12	Pääsuunnittelun tehtäväluettelo 2012
ARK 12	Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo 2012
TATE 12	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 2012
RAK 12	Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo 2012
GEO 12	Geoteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 2012
SIS 12	Sisustussuunnittelun tehtäväluettelo 2012
AKU 12	Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo 2012
VAL 12	Valaistussuunnittelun tehtäväluettelo 2012
LS	Luonnossuunnittelu
TS	Toteutussuunnittelu
TJ	Hankintatoimi ja työmaan johtaminen
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen
ST	Suunnittele ja toteuta
PJ	Projektinjohto
OCR	Optical Character Reading

## **Selitesanat**

YSE 1998	Rakennusalan yleiset sopimusehdot. Vakiosopimusehdot ovat päivittyneet vuonna 1998, josta nimi YSE 1998.
STUL ry	Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto
Sähköinfo Oy	STUL ry:n omistama kustanne- ja koulutusosakeyhtiö
RT-kortisto	Suomalaisen Rakennustieto Oy:n julkaisema kortistomuotoinen tietokokoelma, joka sisältää tietoja ja ohjeita rakennusalan tarpeisiin.



## 1 JOHDANTO

Lisä- ja muutostöillä tarkoitetaan töitä, jotka eivät sisälly alkuperäiseen urakkaan. YSE 1998 -ehdoissa lisä- ja muutostyöt on eroteltu omiksi käsitteikseen siten, että sopimusehtojen määräysten soveltaminen riippuu siitä, kumman käsitteen piiriin urakkasopimukseen sisällymätön työ kuuluu. Rakentamisessa urakan sisällön sopiminen niin tarkasti, että siihen ei tulisi muutoksia työn edetessä, on erittäin hankalaa. Usein muutokset ovat välttämättömiä, jotta kohteen tarkoituksenmukainen käyttö olisi mahdollista. YSE 1998 -ehdoissa on otettu käyttöön määräykset urakoitsijan muutostyövelvollisuudesta ja siitä, kuinka muutostöistä sovitaan. Määräykset poikkeavat normaalista Suomen lainsäädännön mukaisesta sopimuksen syntytavasta ja niillä on pyritty nopeuttamaan käsittelyä ja selventämään tilaajan ja urakoitsijan velvollisuuksia.

Talotekniikkaurakoissa lisä- ja muutostyöt kuuluvat olennaisena osana urakoiden sisältöön, ja ne ovat vahvasti esillä myös rakennusalan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998). Lisä- ja muutostyöt ovat usein myös riidanaiheita urakoitsijoiden ja rakennuttajien väleillä; riidat johtuvat usein ylipitkistä käsittelyajoista ja epätarkasta laskennasta.

Tämä diplomityö on tehty yhteistyössä Are Oy:n ja PKS Talotekniikka Oy:n kanssa, joissa diplomityön tekijä on työskennellyt projektityöntekijänä. Lisä- ja muutostöissä esiintyvät ongelmat ovat tekijän havaintojen perusteella samanlaisia molemmissa, eikä urakoivan yrityksen taloudellisella tai henkilöstöllisellä koolla ole niihin merkittävää vaikutusta. Tämän diplomityön esimerkit perustuvat sähkösuunnitelmiin ja sähköiseen talotekniikkaan, mutta laskentatavat ja ohjelmistot ovat käytettävissä myös muille talotekniikan osa-alueille tietyin muutoksin.

## 1.1 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tämän diplomityön ensisijaisena tavoitteena on tarkastella lisä- ja muutostyölaskentaprosessin automatisointia laajalti käytössä olevien ohjelmien avulla. Työssä selvitetään, voidaanko ohjelmia käyttää yhdessä siten, että saadaan aikaan osittain automatisoitu laskentaprosessi. Toisekseen tutkimuksessa tarkastellaan sitä, miten laskentaprosessin automatisoituminen mahdollisesti vaikuttaa projektin kulkuun (esimerkiksi muutostöiden käsittelyaikoihin), yrityksen henkilöstöön ja lopulta koko yritykseen.

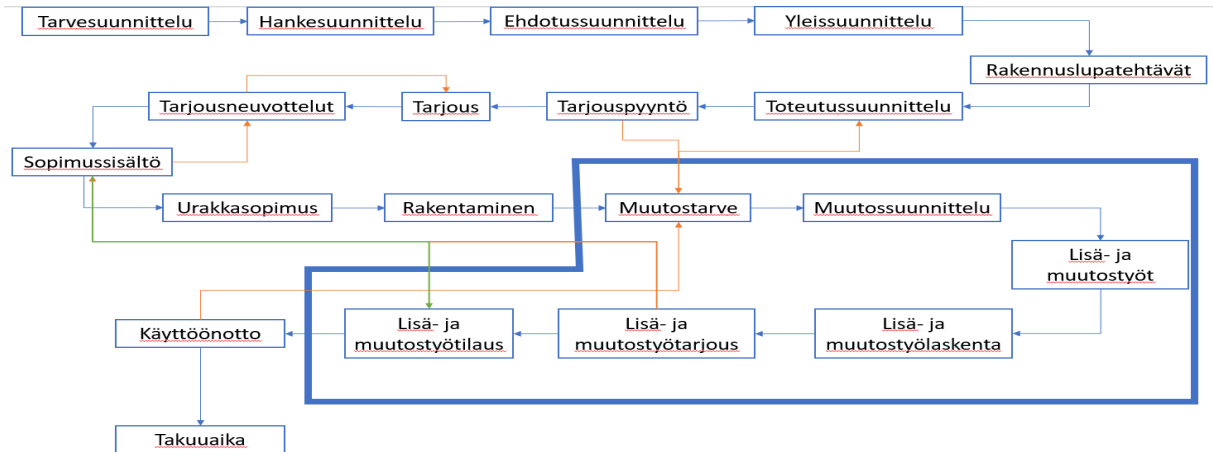
Tutkimuskysymykset:

1. Mikä aiheuttaa lisä- ja muutostöiden käsittelyyn hitautta?
2. Miten sähköinen laskenta vaikuttaa käsittelyajan pituuteen?
3. Mitä hyötyä automatisointiprosessista on yritykselle, projektihenkilöstölle ja yksittäiselle projektille?
4. Mitkä ohjelmistot palvelevat tarkasteltavien yritysten tarpeita parhaiten, ja miten yhteiskäyttö ohjelmistojen välille rakennetaan?

Päähypoteesi on, että ohjelmien välille pystytään rakentamaan osittain automatisoitu laskentaprosessi, joka toimiessaan lyhentää käsittelyaikoja, sujuvoittaa YSE 1998:n mukaista tarjousprosessia sekä tehostaa projektien laskentaprosessia siten, että siitä on lopulta hyötyä projektihenkilöstölle ja koko yritykselle.

## 1.2 Työn erityisalueet

Tässä työssä keskitytään erityisesti laskentaprosessiin ja sen erityispiirteisiin, tapoihin ja ongelmiin. Koko rakennushanke on pitkä prosessi, jossa useat eri hankkeen vaiheet vaikuttavat toisiinsa. Kuvassa 1 on kuvattu yksinkertaistettuna kaaviona rakennushankkeen etenemistä ja sen eri vaiheiden välistä vuorovaikutusta.

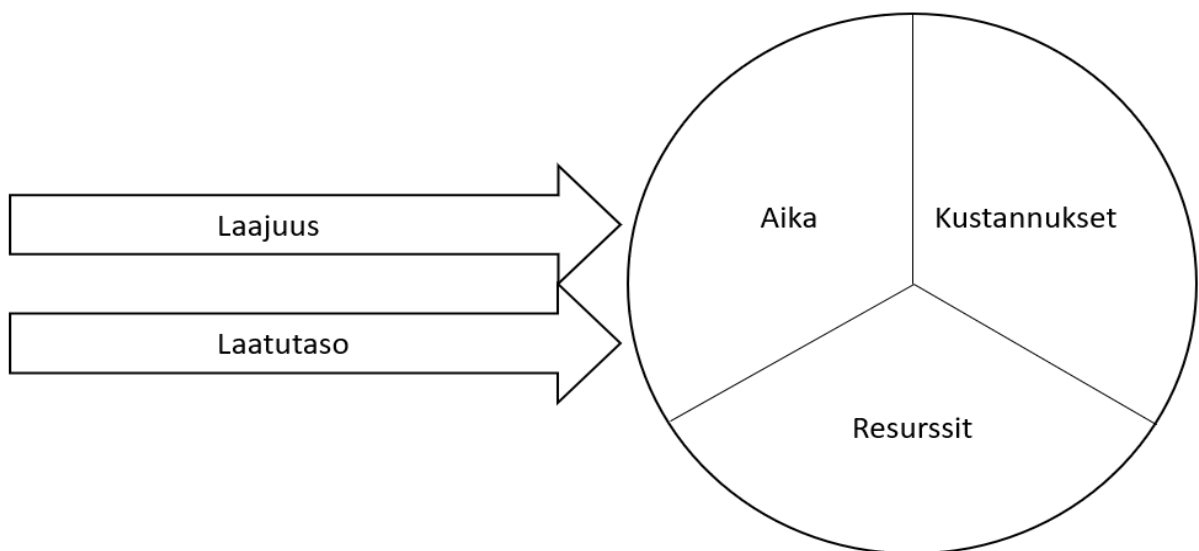


Kuva 1. Rakennusprojektin eteneminen periaatteellisella tasolla. Laatikoituna työn painopiste.

## 2 TALOTEKNIKKAKURAKKA OSANA RAKENNUSHANKETTA

*Talotekniikkaurakka* on osa rakennushanketta. Sen sisältö vaihtelee ja vaatimukset ovat erilaisia eri kohteissa. Tässä luvussa käsitelen rakennushankkeen keskeisiä sisältöjä, toteutusmuotoja, toteutusmuotojen sisältöä sekä avaan talotekniikkaurakan roolia eri toteutusmuodoissa.

*Rakennushankkeet* ovat luonteeltaan projekteja, joilla on selkeä alku ja loppu. Tämän aikaikkunan sisällä hankkeen tulee saavuttaa määritelty tavoite, jonka toteutumista valvotaan koko hankkeen ajan projektinjohtomenettelyä käyttäen. Projektin osatekijöitä ovat aika, resurssit ja kustannukset, joiden sisältö määräytyy hankkeen laajuuden ja halutun laatutason perusteella [1].



*Kuva 2. Tavoitteet määrittelevät osatekijöiden osuudet.*

Hankkeen sisältöä pystytään mallintamaan osittelemalla projekti pienempiin *osaprojekteihin*. Osittelulla pyritään jakamaan hanke selkeisiin vastuukokonaisuuksiin, joita pystytään valvomaan. Osaprojektien ajallista ohjausta varten hankkeelle laaditaan aikataulu, jossa eri osaprojektit on koottu yhteen ja limitetty niin, että töiden tehokas eteneminen on mahdollista. Selkeästi ositeltu ja aikataulutettu projekti luo myös puitteet osaprojektien kustannusten ja resurssien hallinnalle [1].

*Talotekniikkaurakalla* tarkoitetaan taloteknisen kokonaisuuden toteuttamista urakkatyönä. *Taloteknisiä kokonaisuuksia* ovat esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmä, erilaiset

sähköjärjestelmät tai näiden yhdistelmä esimerkiksi savunpoistojärjestelmä. *Urakatyöllä* tarkoitetaan sopimuksella tehtävää työtä, jonka työn ottaja eli *urakoitsija* toteuttaa sovittua korvausta vastaan. Jo pelkästään näillä määrityksillä erilaisia talotekniikkaurakoita on tuhansia ja yksinään erilaisia sähkötekniisiä talotekniikkaurakoita satoja.

Usein rakennushankkeissa talotekniikkaurakat on ositeltu omiksi *vastuukokonaisuuksikseen*, ja niille on nimetty omat valvovat henkilönsä. Täten myös talotekniikkaurakkaa sellaisenaan voidaan rakennushankkeen sisällä kuvata kuvan 2 mukaisella diagrammilla, jossa talotekniikkaurakan laajuus ja laatutaso määrittelevät kyseisen osaprojektin ajan, vaadittavat resurssit sekä kustannukset. Talotekniikkaurakoiden osalta usein ongelmaksi nousee keskeneräiset suunnitelmat, joiden kautta laajuus sekä kustannukset kasvavat, mutta aika ja resurssit pysyvät muuttumattomina.

## 2.1 Suunnittelu

Hanke lähtee liikkeelle *rakennussuunnittelusta*. Rakennussuunnittelussa tilaaja määrittelee kohteen arkkitehtonisen, toiminnallisen ja teknisen toteutuksen huomioimalla rakennuspaikan, ympäristön sekä paikallisen lainsäädännön asettamat reunaehdot. Rakennesuunnittelun aikana arkkitehtonisia, toiminnallisia ja teknisiä ratkaisuja kehitetään kohdetta parhaiten palveleviksi ottamalla huomioon kustannukset. Rakennussuunnitteluvaihe onkin yksi kohteen tärkeimmistä vaiheista, koska siellä kehitetyt suunnitteluratkaisut vaikuttavat suoraan hankkeen laajuuteen ja sitä kautta kustannuksiin, aikaan ja resursseihin [1].

Rakennussuunnittelu on monivaiheinen prosessi, jossa useat suunnittelualat tekevät tiivistä yhteistyötä. Yleensä rakennussuunnitteluun osallistuvat arkkitehti, rakenne- ja geosuunnittelijat, palokonsultti sekä talotekniset suunnittelijat. Useiden eri tekniikanalojen yhteensovittamisen sekä kohteen suunnittelun onnistumisen varmistamiseksi on kehitetty useita eri toimintamalleja, jotka määrittelevät prosessin etenemistä. Näitä ovat esimerkiksi rakennuttajavetoinen suunnittelu, yhteisvastuullinen suunnittelu, kokonaissuunnittelu ja pääsuunnittelijan koordinoima suunnittelu [1].

Kohteen hankemuoto määrittelee suunnittelun *toimeksiantajan*. Usein toimeksiantajana on rakennuttaja tai vaihtoehtoisesti kokonaisvastuurakentamisessa pääurakoitsija.

Toimeksiantajasta riippuen eri suunnittelualat toimivat suoraan toimeksiantajan ohjauksessa ja laativat omaa toimialaansa koskevat suunnitelmat. Toimeksiantajalla on vastuullaan selvittää suunnittelijoille sekä hankkeen että suunnittelun tavoitteet ja omalla ohjauksellaan varmistaa näiden saavuttaminen [2].

Rakennuttaja määrittelee suunnittelun vastuualueet tarjouspyyntövaiheessa. *Suunnittelusopimuksessa* määritellään hankkeeseen sopiva ja tilaajan haluama sisältö, jonka noudattamista tilaaja valvoo. Suunnittelutehtävien määrittely tarjouspyyntöasiakirjoissa on ensiarvoisen tärkeää hankkeen onnistumisen kannalta. Tehtävien määrittelyn helpottamista varten Rakennustietosäätiö on koonnut suunnittelun tehtäväluetteloita, jotka sisältävät tavanomaisen hankkeen suunnittelutehtävät ja niiden tulokset. Talotekniikkaa koskevia tehtäväluetteloita ovat TATE 95 (RT 10-10579) ja TATE 12 (RT 10-11129).

	JOHTAMINEN		RAKENUSSUUNNITTELU				MUUT SUUNNITTELU- JA ASiantuntijatehtävät					
	Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo	Pääsuunnittelun tehtäväluettelo	Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo	Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo	Geoteknisen suunnittelun tehtäväluettelo	Sisustus suunnittelun tehtäväluettelo	Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo	Valaistus suunnittelun tehtäväluettelo	Elinkaaritasiantuntija	Palotekninen asiantuntija	
	HJR12	PS12	ARK12	TATE12	RAK12	GEO12	SIS12	AKU12	VAL12			
TEHTÄVÄKOKONAISUUS	A	Tarveselvitys										
	B	Hankesuunnittelu										
	C	Suunnittelun valmistelu										
	D	Ehdotussuunnittelu										
	E	Yleissuunnittelu										
	F	Rakennuslupatehtävät										
	G	Toteutussuunnittelu										
	H	Rakentamisen valmistelu										
	I	Rakentaminen										
	J	Käyttöönotto										
	K	Takuuaika										

Kuva 3. Esimerkki suunnittelun ja johtamisen tehtäväluettelo TELU 12 [3]

*Suunnittelun ohjauksella* tarkoitetaan suunnittelijoiden aktiivista ohjaamista kohti tavoiteltua lopputulosta ja laajuutta. Suunnitteluprosessin eteneminen varmistetaan suunnittelun ohjauksella, jonka tavoitteena on varmistaa, että suunnitteluvaiheessa saavutetaan asetetut

toiminnalliset, tekniset, taloudelliset, esteettiset ja ympäristölliset vaatimukset suunnitelmien osalta [4].

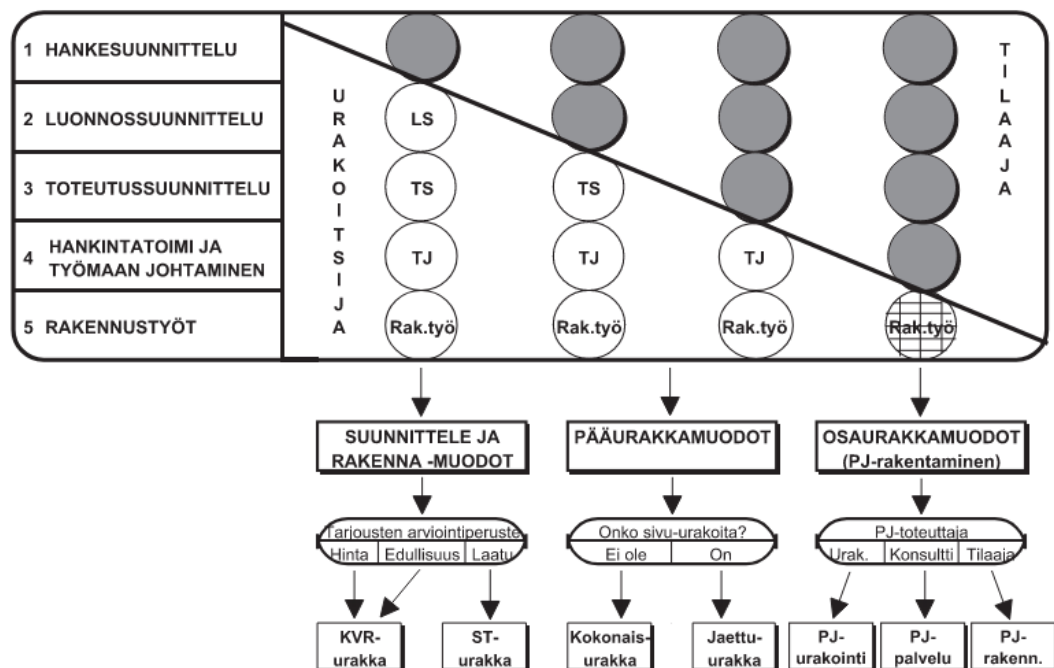
Suunnittelun ohjaus on taloteknisten järjestelmien kannalta kriittinen vaihe. Talotekniset ratkaisut määrittelevät hyvin pitkälle kohteen käyttötarkoituksen, energiatehokkuuden sekä käyttökustannukset, joten on erittäin tärkeää, että nämä ratkaisut ovat selviä ennen talotekniikkaurakoitsijoiden valintaa. Selvästi määritetyillä ratkaisuilla taataan tilaajan kannalta kustannustehokas ratkaisu, jota urakoitsijat pystyvät omalla osaamisellaan kehittämään. Suunnittelun ohjauksessa tulisi aina ottaa huomioon valitun talotekniikkaurakoitsijan osaaminen omasta tekniikanalastaan ja antaa mahdollisuuksia vaikuttaa suunnitteluratkaisuihin. Kehitettävät ratkaisut pitäisi tuoda rakennuttajalle tietoon jo ennen toteutusvaihetta, jolloin ne pystytään suunnittelemaan ajoissa ja tuomaan esille jo urakkalaskentamateriaalissa.

## 2.2 Urakkamuodot

Vaikka talotekniikkaurakka on vain osa suurempaa rakennushanketta, sillä voi olla suuria vaikutuksia koko hankkeeseen. Tämän takia koko hankkeeseen sopivan toteutusmuodon valinta on ensiarvoisen tärkeää. Toteutusmuodon valinnalla määritellään sopimusosapuolten väliset tehtävät, työnjaon, vastuut ja maksuperusteet. Tärkeätä on huomioida myös toteutusmuotojen erilaiset sopimussuhteet, jotka määrittelevät ketkä voivat sopimussuhteellisesti päättää hankkeen asioista ja keiden kanssa.

Urakkamuodot voidaan ryhmitellä kolmeen eri pääryhmään. Ryhmittelyn perustana toimii tilaajan ja urakoitsijan välinen vastuunjako suunnittelussa ja hankinnoissa. *Suunnittele ja rakenna -muodossa* (SR-muoto) koko hanke on urakoitsijan johdossa, ja urakoitsija kilpailuttaa suunnittelun ja hankinnat. *Osa-urakkamuodot* eli projektinjohtototeutukset pilkkovat hankinnat pieniin kokonaisuuksiin, sopimuksesta riippuen joko tilaajan tai urakoitsijan vastuulle. *Pääurakkamuodot* ovat perinteisimpiä urakkamuotoja, jotka ovat ikään kuin SR-muotojen ja osaurakkamuotojen välissä [5].

Valittu toteutusmuoto ohjaa hankkeen kaikkia urakoitsijoita ja määrittelee myös talotekniikkaurakoiden sisällön. Eri urakkamuodoissa aliurakoitsijan sopimussisältö saattaa poiketa merkittävästi, ja toisinaan vastuut tulevat yllätyksenä. Laskennan kannalta on tärkeää tuntea sopimuksen sisältö ja vastuunjaon on oltava selkeä, jotta turhalta työltä vältytään. Eri toteutusmuotojen välillä laskenta ja hinnoitteluperusteet voivat olla hyvin erilaisia, mikä tuo omat haasteensa lisä- ja muutostöihin. Tärkeätä on sopimusvaiheessa määritellä selkeät hinnoitteluperusteet lisä- ja muutostöille, jotta riitatilanteilta vältytään. Hinnoitteluperusteiden valinnassa tulee kiinnittää erityistä huomiota toteutusmuotoon ja mahdollisiin hintariskeihin etenkin aliurakoitsijan puolelta. Etenkin projektinjohtototeutuksissa, joissa suunnitelmat eivät ole selviä ja tarkentuvat vasta hankkeen edetessä, tulee aliurakoitsijan varautua suuriinkin lisä- ja muutostöihin hankkeen aikana. Sopimattomalla hinnoitteluperusteella aliurakoitsija saattaa joutua ongelmiin, kun resurssit kasvavat, mutta hinnoittelu pysyy arvioidun resurssin tasolla.



Kuva 4. Vastuunjako eri urakkamuotojen välillä [5]

### 2.2.1 Kokonaisurakka

*Kokonaisurakka* on yksi perinteisimmistä urakkamuodoista, ja sitä käytetään usein yksinkertaisissa hyvin suunnitelluissa hankkeissa. Kokonaisurakassa rakennuttaja tekee suunnitelmiansa perusteella sopimuksen yhden pääurakoitsijan kanssa. Valittu pääurakoitsija teettää tarvittavat erikoistyöt, kuten sähkö-, ilmastointi-, ja putkityöt, erillisillä



aliurakoitsijoilla. Sopimussuhteellisesti kokonaisurakka onkin erittäin selkeä, ja rajapintoja urakoitsijoiden väleillä on vähän. Teettämistään erikoistöistä pääurakoitsija vastaa kuten omistaan ja kantaa myös välillisesti riskin aliurakoitsijansa lisä- ja muutostöistä ja niiden aiheuttamista haitoista. Kokonaisurakkamallissa pääurakoitsija vastaa koko työmaan etenemisestä sekä tavoitellun laajuuden ja laatuksen saavuttamisesta. [6][7]

Kokonaisurakassa suunnitteluvastuu on rakennuttajalla, joka kantaa riskin suunnitelmien laadusta ja täten myös hintariskistä. Suunnitelmien vajavaisuus ja lähtötietojen puute aiheuttaakin usein ongelmia, jotka korostuvat etenkin taloteknisissä urakoissa. Järjestelmämuutokset, tilojen toimintatarkoituksen muuttaminen tai laajuuden muuttuminen voivat aiheuttaa suuriakin lisä- ja muutostöitä. Pääurakoitsijan ja rakennuttajan välillä on myös tyypillisesti melko vähän keskinäistä vuorovaikutusta, joten suunnitelmapuutteisiin puuttuminen ajoissa on usein hankalaa.



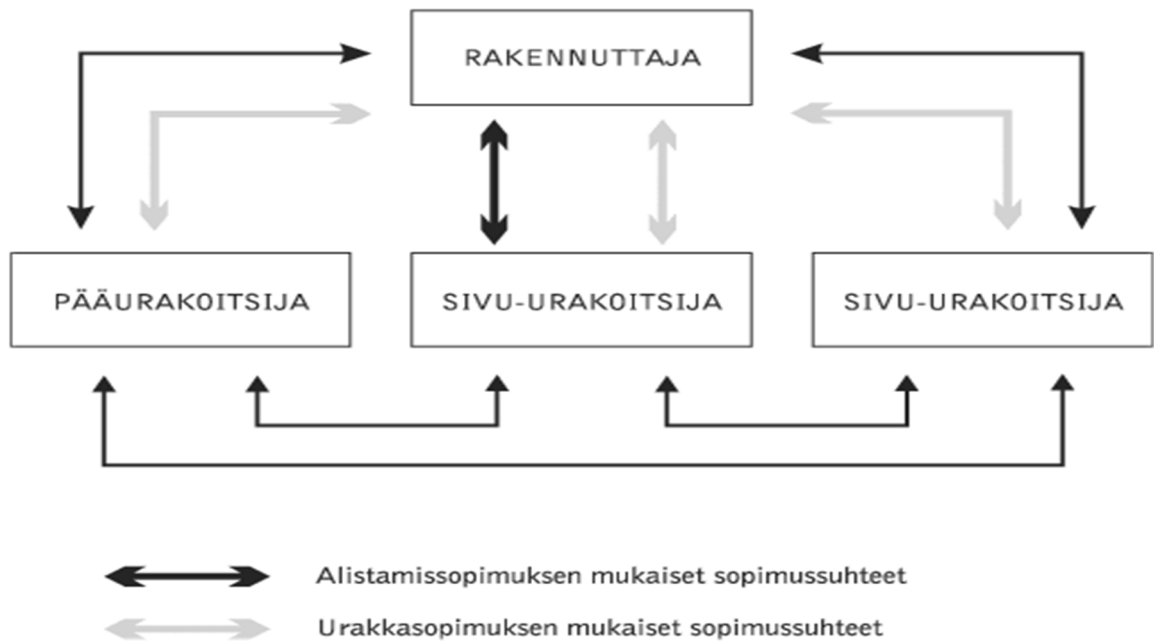
Kuva 5. Kokonaisurakan sopimussuhteet [8]

### 2.2.2 Jaettu urakka

*Jaetussa urakassa* rakennuttaja on suoraan sopimussuhteessa urakoitsijoiden kanssa, jolloin urakoitsijoiden välillä ei ole sopimussuhteita. Rakennuttaja vastaa yhteensovittamisesta, töiden edistämisestä sekä kantaa taloudellisen riskin. Jaetussa urakassa käytetään usein *alistamissopimusta*, jossa rakennuttajan tekemät sopimukset aliurakoitsijoiden kanssa alistetaan erillisellä sopimuksella pääurakoitsijalle. Sivu-urakan alistamismenettely perustuu vakiosopimukseen (RT 80271), ja tällöin puhutaan *alistetuista sivu-urakoista*. Alistamissopimuksella kaikki alistamissopimuksen alaiset urakat tulevat sopimussuhteeseen sekä rakennuttajan että pääurakoitsijan kanssa. Tämä aiheuttaa paljon rajapintoja, jolloin vastuulliset tahot saattavat olla epäselviä. Etenkin lisä- ja muutostöiden osalta useat rajapinnat aiheuttavat haasteita, ja niiden osoittaminen oikealle sopimuskumppanille voi olla raskasta. Pääsääntöisesti suunnitelmanmuutoksista aiheutuneet lisä- ja muutostyöt tulee osoittaa rakennuttajalle ja vahingoista ja haitoista aiheutuneet kustannukset pääurakoitsijalle [6].



Kuva 6. Jaetun urakan sopimussuhteet [8]



Kuva 7. Sivu-urakan alistamisesta aiheutuvat sopimussuhteet [8]

Jaetussa urakassa rakennuttajalle aiheutuu huomattavia velvollisuuksia työmaanjohton ja töiden yhteensovittamisen kannalta. Toisaalta rakennuttajalla on myös parempi mahdollisuus vaikuttaa käytettäviin suunnitelmaratkaisuihin kuin esimerkiksi kokonaisurakassa. Jaettu urakka onkin usein käytössä rakennuttajilla, joilla on vankka kokemus rakentamisesta ja tavoittelevat kustannussäästöjä pilkkomalla urakoita pienempiin osiin [6]. Pienillä urakkakokonaisuuksilla pystytään ottamaan kilpailutukseen myös pienempiä yrityksiä, joiden kulurakenne on huomattavasti kevyempi verrattuna isoihin yrityksiin. Kulurakenteen ollessa edullisempi pystyy urakoitsija laskemaan tarjoushintaansa ja silti tekemään riittävästi tulosta.

### 2.2.3 Kokonaisvastuurakentaminen

*Kokonaisvastuurakentaminen* (KVR) voidaan jakaa kahteen erilaiseen urakkamuotoon ja kolmeen erilaiseen kilpailumuotoon riippuen rakennuttajan tarjousten arviointiperusteista. Kun rakennuttaja painottaa laatua, puhutaan *suunnittele ja toteuta -urakasta* (ST-urakka). Perinteisissä KVR-urakoissa rakennuttaja painottaa joko edullisuutta, jolloin hintalaatusuhteeltaan paras tarjous voittaa, tai puhtaasti hintaa, jolloin halvin tarjoussuunnitelma voittaa. Käytännössä perinteinen KVR-menettely on aiheuttanut hinnan korostumisen laadun kustannuksella [7].

Kokonaisvastuurakentamisessa urakoitsija vastaa kokonaisuudessaan rakennuskohteiden toteuttamisesta aina suunnittelusta töiden yhteensovittamiseen sekä vastaa mahdollisista aliurakoitsijoiden töistään kuin omistaan. Urakoitsija toimittaa rakennuttajalle valmiin kohteen "avaimet käteen" -periaatteella. Rakennuttajan kannalta kokonaisvastuurakentaminen on projektinjohdollisesti kevyempi verrattuna perinteisiin pääurakkamuotoihin, mutta rajaa myös rakennuttajan mahdollisuuksia vaikuttaa lopputulokseen toteutusvaiheessa [6].

ST-urakassa rakennuttaja antaa kohteelle hinnan tarjouspyyntövaiheessa. Tarjouspyynnön pohjana toimii rakennuttajan laatima hankesuunnitelma, jonka perusteella urakoitsijat suunnittelevat kohteen, ja rakennuttajan arvion perusteella paras laatusuunnitelma voittaa. Suunnittelupaine kohdistuu laatuun annetun hinnan puitteissa. ST-urakka sopii parhaiten kohteisiin, joissa rakennuttajalla on selkeä kiinteä budjetti ja korkeat laatuvaatimukset [7].

Perinteisessä KVR-urakassa rakennuttaja toimittaa urakoitsijoille hankesuunnitelman, jonka perusteella urakoitsijat suunnittelevat ja tarjoavat kohdetta. Tavallisesti rakennuttaja ei määrittele hintaa tarjouspyyntövaiheessa, mutta nimeää painotusperusteensa tarkastellessaan urakoitsijoiden suunnitelmia. Rakennuttaja voi tarkastella tarjouksia edullisuuden perusteella, jolloin hinta-laatusuhteeltaan paras tarjous voittaa, tai puhtaasti hinnan perusteella, jolloin halvin kokonaisuus voittaa. Urakoitsijoiden suunnittelupaine kohdistuu niille itselleen edullisimpiin ratkaisuihin. Edullisuuskilpailtu KVR-urakka sopii kohteisiin, joissa rakennuttajalla ei ole selvää budjettia eivätkä vaatimukset ole selvillä. Urakoitsijalla on tällöin mahdollisuus etsiä itselleen sopivin suunnitteluratkaisu. Hintakilpailtu KVR-urakka sopii yksinkertaisiin kohteisiin, joissa vaatimukset on selkeästi esitetty jo hankesuunnitelmavaiheessa [7].

Kokonaisvastuurakentamisessa aliurakoitsijat käsittelevät omat mahdolliset lisä- ja muutostyönsä KVR-urakoitsijan kanssa. Sopimussuhteet ovat aliurakoitsijoiden näkökulmasta samanlaiset kuin kokonaisurakassa, ja rajapintoja on vähän. Kokonaisvastuurakentaminen mahdollistaa myös aliurakoitsijoilla lisä- ja muutostöiden osalta kevyempiä urakoita, koska KVR-urakoitsijat käyttävät usein todennettuja ja itselleen sopivia ratkaisuja, joiden suunnitelmavirheet ovat useisiin tulleet esille jo aikaisemmissa kohteissa. Suunnittelun taso onkin usein korkeampi jo aloitusvaiheessa.



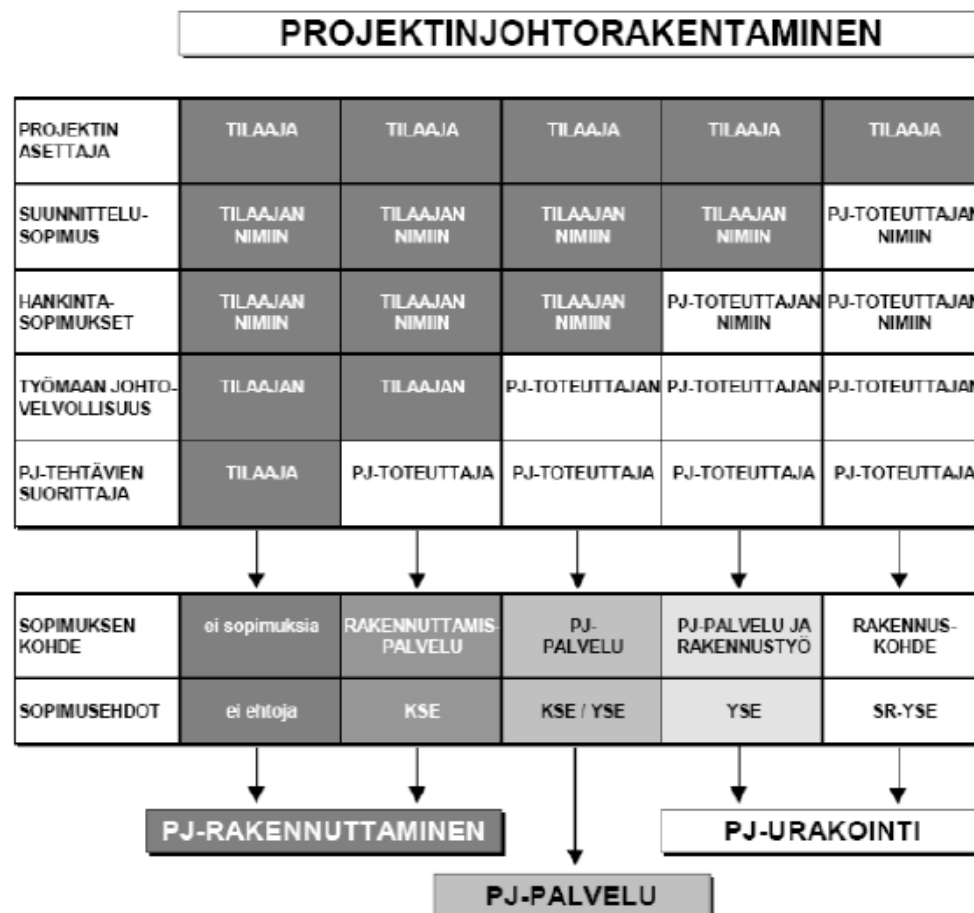
Kuva 8. Kokonaisvastuurakentamisen sopimussuhteet [8]

#### 2.2.4 Projektinjohtototeutukset

Organisoinnin perusteella *projektinjohtototeutukset* (PJ-toteutukset) voidaan jakaa kolmeen muotoon: *projektinjohtourakointiin*, *projektinjohtopalveluun* ja *projektinjohtorakennuttamiseen*. Kaikkia muotoja yhdistää ammattimainen projektinjohto ja suunnittelu, yhteistyö ja pilkotut hankinnat, joista rakennuttajalla on lopullinen päätäntävalta. PJ-toteutuksissa toteutussuunnittelua, hankintoja ja rakentamista limitetään, jolloin toteutusaikaa voidaan lyhentää, mutta suunnittelu-aikaa pidentää. Tämän takia PJ-toteutukset sopivatkin hankkeisiin, joissa aikataulu on kireä ja sopimuksen joustavuus on tärkeää. Projektinjohtototeutukset ovat etenkin isojen ja monimutkaisten hankkeiden urakkamuotoja. Ne ovat sopimuksiltaan ketteriä, ja urakoitsijat voidaan kiinnittää hankkeisiin kevyilläkin lähtötiedoilla. Haasteita tuo etenkin raskas raportointi PJ-toteuttajan ja rakennuttajan välillä, sekä suurten organisaatioiden toisinaan epäselvät vastuunjaot. PJ-toteutukset vaativat myös kohtalaista riskinkantokykyä PJ-toteuttajalta sekä rakennuttajalta, koska hinta ei ole vajavaisten lähtötietojen takia lukittu [7][9].

PJ-urakointi on muodoista laajin ja sisältää suurimmat vastuut. Tässä muodossa PJ-urakoitsija tekee rakennushankkeen kaikki hankinnat nimiinsä, jolloin sopimus on YSE 1998:n mukainen pääurakka. Urakkasumman muodostumiselle on erilaisia tapoja, mutta usein käytetään tavoitehintaa, jonka alittaminen johtaa bonukseen ja ylittäminen taas sanktioon. PJ-palvelumuodossa PJ-toteuttaja vastaa projektinjohtotehtävistä ja työmaanjohtotehtävistä. Muodossa hankinnat tehdään rakennuttajan nimiin ja sopimusmuoto on YSE 1998:n mukainen, mutta konsulttisopimuksen suuntaan muokattu. PJ-rakennuttamisessa on puhdas konsulttisopimus (KSE 95), jossa myös projektinjohto on hankittu tilaajan nimiin [7].

PJ-urakassa sopimussuhteiden perusteella lisä- ja muutostyöt käsitellään hankittujen aliurakoitsijoiden ja PJ-urakoitsijan välillä YSE 1998:n mukaisesti. Ongelmia syntyy, jos tilaajan ja PJ-urakoitsijan vastuut eivät ole selvät ja sopimussuhteet ovat aliurakoille ja PJ-toteuttajille epäselviä. Ongelmat johtuvat usein rakennuttajan puuttumisesta aliurakan ja PJ-urakoitsijan välisiin lisä- ja muutostyötarjouksiin. Tämä johtuu PJ-toteutuksien perusajatuksista, jossa rakennuttajalla on päätösvalta hankinnoista ja siten myös lisä- ja muutostöistä. PJ-toteutuksissa urakoitsijoiden tulee olla aktiivisia tarjousten käsittelyissä, koska käsittelyajat saattavat helposti venyä hyväksyntöjen mennessä useiden organisaatioiden läpi. Tämä saattaa aiheuttaa lisä- ja muutostöiden toteuttamisen venymistä ja täten koko hankkeen myöhästymisen.



Kuva 9. PJ-toteutuksien tehtäväjaot eri muodoissa [10]

## 2.3 Urakka-asiakirjat

Rakennusallalla on käytössä vakiintunut urakka-asiakirjajärjestelmä, jonka muodostavat vakiosopimukset kuten RT 16-10669 ”Urakkasopimuksen laatiminen”, sekä näissä vakiosopimuksissa olevat viittaukset YSE 1998:n mukaisiin vakiosopimusehtoihin. Oleellista on myös urakka-asiakirjojen pätevyysjärjestys, joka on määrätty urakkasopimuksessa. Jos urakkasopimuksessa ei pätevyysjärjestystä erikseen mainita, määräytyy asiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys YSE 1998:n 13 §:n mukaisesti. [11]

YSE 1998:n mukainen pätevyysjärjestys on seuraava:

### A. Kaupalliset asiakirjat

- a) Urakkasopimus
- b) Urakkaneuvottelupöytäkirja
- c) Nämä yleiset sopimusehdot
- d) Tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset
- e) Urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- f) Urakkarajaliite
- g) Tarjous
- h) Määrä- ja mittaluettelot
- i) Muutostöiden yksikköhintaluettelo

### B. Tekniset dokumentit

- j) Työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- k) Sopimuspiirustukset
- l) Yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset

Urakka-asiakirjojen sisältö määrittelee urakan sisällön. On ensisijaisen tärkeää ymmärtää asiakirjojen sisältö, niiden väliset viittaukset sekä mahdolliset ristiriitaisuudet aina urakkalaskentavaiheesta luovutukseen asti. Urakan kaikissa vaiheissa asiakirjojen tulisi muodostaa yhdessä vastausasiakirja, jossa eri dokumentit vastaavat eri kysymyksiin.



Kuva 10. Vastausasiakirjan muodostuminen. Muokattu lähteestä [13]

## 2.4 Laskenta

Urakkalaskentaprosessi alkaa yrityksen päätöksellä osallistua tarjouskilpailuun. Jos yritys päättää osallistua tarjouskilpailuun, tulee sen laskea kohteelle hinta, jolla yritys pystyy kohteen toteuttamaan siten että se on yritystoiminnalle kannattavaa. Urakkalaskennalla määritellään kohteelle yksilöllinen hinta, johon on huomioitu arvioidut aiheutuvat kustannukset sekä tavoiteltu kate.

Urakkalaskennassa pyritään huomioimaan kaikki hankkeeseen kohdistuvat kustannukset. Isoja kustannuseriä ovat tarvike- ja työkustannukset, logistiikkakustannukset, työnjohtokustannukset sekä yrityksen muun organisaation aiheuttamat kustannukset. Yksittäisen hankkeen kannalta tulee laskea hankkeeseen suoraan liittyvät kustannukset. Tämän jälkeen yritys määrittelee hankkeelle tavoitellun katetason, jolla yritystoiminnan muut kulut pystytään kattamaan ja mahdollisesti saada voittoa.

Urakkalaskentavaiheessa tulee laskijan perehtyä tarkasti hankkeen asiakirjoihin ja niiden pätevyysjärjestykseen. Urakkalaskentavaiheessa olisikin hyvä lähestyä hanketta riskianalyysin näkökulmasta, jolloin hankkeelle luodaan oma riskianalyysinsä, jossa on huomioitu asiakirjojen välisiä ristiriitaisuuksia, suunnitelmien ristiriitaisuuksia ja velvoitteita. Täten pystytään minimoimaan yllättävät kustannuserät jo laskentavaiheessa.



Lisäksi tulee kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin asioihin:

- Urakkamuoto, hinnoitteluperuste
- Käytettävät sopimusehdot
- Urakkasopimuksen syntyminen
- Urakoitsijan valintaperuste
- Urakka-aika ja sen realistisuus
- Suunnitteluvollisuudet ja niiden vastuut
- Urakkarajat
- Lisä- ja muutostyöt ja niiden hinnoittelu
- Työmaapalvelut
- Laatuvaatimukset
- Dokumentaatio

*Muokattu lähteestä [6].*

Urakkalaskenta on yritykselle lähtökohtaisesti elintärkeää ja sen tarkkuus määrittelee hyvin pitkälle hankkeen onnistumisen. Virheellinen laskenta voi aiheuttaa yritykselle suuriakin tappioita.

## 2.5 Hinnoittelu

Usein urakkalaskenta hinnoittelee laskettavan kohteen *yksikkö- ja pistehintamenetelmillä*. Muita mahdollisia hinnoittelukeinoja on *asuntotuotantomenetelmä*. Yksikköhintamenetelmällä kaikille tarvikkeille ja tuotteille muodostetaan omat yksikköhintansa, joiden perusteella voidaan muodostaa yksikkökohtainen työhinta. Pistehintamenetelmässä määritellään yhdelle pisteelle<sup>1</sup> kokonaishinta, joka sisältää kaiken kyseiseen pisteeseen menevän materiaalin ja työn. Asuntotuotantomenetelmässä yhden mallitilan perusteella lasketaan kohteen kaikki tilat. Riippuen tilan koosta käytetään korjauskertoimia. Asuntotuotantomenetelmä sopii, kuten nimestä voi jo päätellä, asuntotuotantoon, eikä se ole kovin tarkka laskentamenetelmä.

Yksikköhintamenetelmässä tarvikkeet hinnoitellaan käyttäen yrityskohtaisia tuotehintaluetteloita ja toimittajilta saatuja tarjouksia. Määritetyille tuotteille voidaan tämän

---

<sup>1</sup> Pisteellä tarkoitetaan pistehintamenetelmässä esimerkiksi pistorasiaa, jonka hinta muodostuu pistorasian oletettavasti kuluvaista työstä ja materiaalista. Pistehintamenetelmässä kaikki tuotteet ja työ on koottu yhdeksi pisteeksi.

jälkeen muodostaa työhinta työehtosopimuksen mukaisella urakkahinnoittelulla. Määriteltyjä yksikköhintoja voidaan tämän jälkeen yhdistellä, jolloin voidaan muodostaa pistehintoja erilaisille tuotteille. Yhdistetty pistehinta sisältää kaiken kyseiseen pisteeseen menevät kustannukset ja tarvittaessa sille voidaan määritellä pistekohtainen kate.

The screenshot displays a software window titled 'Tuoterakenteen tiedot' (Product Structure Information). It shows a hierarchical view of a product and its components, along with pricing and margin data.

Koodi	Nimi	Määrä	Yks.	Positionumero
SP14736560	TIKASHYLLY KS80-500 L=6000 HDG MEKA S<200	1.00		

Hinnasto	Hinta	%	Tulos	Currency	Lisätiedot
Myyntihinta muodostuu laskennasta					

	Netto	%	Tavoitehintaa	Kate-%	Kate	Brutto
	9.54	15.0	11.22	15.0	1.68	11.22
	6.09	15.0	7.16	15.0	1.07	7.16
		15.0				
		15.0				
Σ	15.63	15.0	18.39	15.0	2.76	18.39

Parametri	Arvo
Tuntien yksikkökesto	0.35
Oman työn yksikkökesto	0.35
Alihankinnan yksikkök	0.00
Työn keston kerroin	1.00
Oman työn lopullinen	0.35

Tuoterakenteen lisätiedot	Rivin lisätiedot

SP14736560 - TIKASHYLLY KS80-500 L=6000 HDG MEKA S<200 1

- SP8814610050 1xMEKA KS80 SEINÄ ( S ) MEKA 0.330
  - S1356622 Kiila-ankkuri S-KA 10/10x92 ssink SORMAT 1132 2.000
  - S1449594 Seinäkannatin, VK-500 2kN 1.000
  - S1449676 Kiinnitin, KK 2.000
- 3010111 Johtohyllyn asennus 1-200 m 1.000
- S1449525 Tikashylly, KS80-500 L=6m 1.000
- S1449669 Liitoskappale, SSR 0.330

Kuva 11. Esimerkki pistehinnoittelusta tuotteesta ja sen sisällöstä.

3010 JOHTOTEIDEN ASENNUS				
	€/m	1	2	3
		1–200 m	201–800 m	801–1500 m
11	Johtohyllyn asennus	6,09	4,77	4,23

Kuva 12. Asennushinnan muodostuminen

Lisä- ja muutostöiden hinnoittelusta on sovittava urakkasopimuksessa. Vakiintuneen käytännön mukaisesti urakoissa käytetään yksikköhintaluetteloa, jossa on määritelty hinnat työmaalla yleisesti käytettäville asennustarvikkeille ja niiden asennustavoille. Yksikköhintaluettelossa on usein määritelty myös tuntihinnat eri töille. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi työnjohtotunnit, suunnittelutunnit sekä asentajatunnit. Vähemmän käytettäville tarvikkeille ja asennustavoille käytetään urakkasopimuksessa määrittelyä täydennyshinnoittelua. Täydennyshinnoitteluna voidaan käyttää esimerkiksi erillistä, ulkopuolisen julkaisemaa yksikköhintakirjaa tai YSE 1998:n mukaista omakustannehintaa.

## Omakustannushinta

### Sisältyvät omakustannushintaan

- Työntekijöiden ja välittömän työnjohdon palkat
- Rakennustuotteet ja käyttötarvikkeet kuljetuksineen
- Aliurakoitsijat joiden sopimukset tilaaja on hyväksynyt
- Rakennusvälineet
- Muut välittömästi työhön kohdistuvat kustannukset
- Arvonlisävero
- Urakka-ajan pitenemisestä johtuvat käyttö- ja yhteiskustannukset

#### Yleiskustannuslisä 12%

##### Sisältää:

- Lisääntyneet vastuut ja riskit
- Kasvaneet takuukustannukset
- Keskuskonttorikulut
- Vastaavan työnjohtajan palkkaus
- Muun kuin välittömän työnjohdon kustannukset

Jäljelle jäävä osuus on urakoitsijan voitto-osuus

### Eivät sisälly omakustannushintaan

#### Välilliset kustannukset, kuten:

- Muille töille aiheutuneet keskeytykset
- Työtehon laskeminen työtehtävien tai tekijämäärän lisääntyessä.

Yleiskustannuslisän kustannukset, jotka ylittävät 12% kokonaishinnasta

Kuva 13. Omakustannehinnan muodostuminen YSE 1998 mukaisesti. Koottu lähteestä [6]

## 2.6 Talotekniikkaurakan lisä- ja muutostyöt

Kuten tämän työn johdannossa todetaan, taloteknisissä urakoissa esiintyy lähes poikkeuksetta urakan sisältöä muuttavia töitä. Urakan sisältöä muuttavia töitä kutsutaan lisä- ja muutostöiksi. YSE 1998:n mukaisesti lisä- ja muutostyöt ovat omia käsitteitään ja molemmille on määritelty omat vastuut ja oikeudet, jotka ohjaavat urakoitsijoiden ja tilaajan välistä toimintaa urakan aikana.

YSE 1998 -ehtojen käsitteistön mukaisesti lisätyö on urakoitsijan suoritus, joka ei ole urakkasopimuksen mukaisesti urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen kuulunut. Lisätyönä voidaan pitää työtä, joka täyttää kaikki seuraavat edellytykset:

- Työ ei sisälly alkuperäiseen urakkasopimukseen.
- Työ ei muuta urakkasopimuksessa sovitun suorituksen sisältöä, vaan se tehdään urakkasopimuksessa sovitun suorituksen lisänä.
- Työ ei kohdistu välittömästi urakkasopimuksessa sovittuun työhön.

Alla on lueteltu kaksi esimerkkiä, jotka täyttävät yllä olevat edellytykset ja ovat täten YSE 1998:n mukaisesti lisätöitä:

- Urakkasopimus on sisältänyt vain rakennuksen sisäpuolisia sähköasennuksia. Ulkovaraston sähköistys ja pihavalaistuksen asennus ovat lisätöitä
- Urakkaan on kuulunut yksinomaan vahvavirta-asennuksia. Antenniverkon asennustyö on lisätyö. [6]

Käsitteistön mukaisesti muutostyöstä on kyse, jos sopimuksen mukaisiin suunnitelmiin tulee muutos, joka aiheuttaa urakoitsijan suorituksen muutoksen. Muutostyönä voidaan pitää työtä, jossa seuraavat edellytykset täyttyvät:

- Työ ei sisälly alkuperäiseen urakkasopimukseen
- Työ muuttaa urakkasopimuksessa sovitun työn sisältöä tai se kohdistuu välittömästi urakkasopimuksen mukaiseen suoritukseen muuttamatta kuitenkaan sen sisältöä.

Alla on lueteltu kaksi esimerkkiä, jotka täyttävät yllä olevat edellytykset ja ovat täten YSE 1998 mukaisesti muutostöitä:

- Valaisimia ja pistorasioita lisätään järjestelmään, jonka asentaminen on kuulunut alkuperäiseen urakkaan
- Urakkasopimukseen sisältynyt pihavalaistus jätetään tilaajan osoituksesta toteuttamatta, tai valaisinten lukumäärää tai tyyppiä vaihdetaan toiseksi kuin mitä urakkasopimuksessa on määritelty. [6]

Lisä- ja muutostyökäsitteiden erottamisella on pyritty selvittämään urakoitsijan ja tilaajan välisiä vastuita ja oikeuksia urakan aikana. Urakoitsijalla on YSE 1998 43 §:n mukainen muutostyövelvollisuus, jonka mukaan urakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt, elleivät ne olennaisesti muuta urakoitsijan urakkasuoritusta toisenlaiseksi. Urakoitsijalla on oikeus kieltäytyä muutostyöstä, jos muutostyö asettaa urakoitsijan kohtuuttomaan asemaan. Kyseinen tilanne saattaa esiintyä esimerkiksi tilanteessa, jossa kohteen käyttötarkoitusta muutetaan kesken urakkasuorituksen. Lisätyössä vastaavaa velvollisuutta ei ole, ja sopimusvapauden periaatteen mukaan urakoitsijaa ei voida velvoittaa urakan ulkopuolisiin suorituksiin vaan lisätöistä on sovittava kuin uudesta työstä. [6]

Lisä- ja muutostöissä tilaajalla on velvollisuus osoittaa haluamansa muutostyö sekä sen sisältö. Osoittaminen on molempien osapuolten kannalta tärkeää myöhempien vastuiden selvityksen aikana. Etenkin tilanteissa, joissa tilaajan haluama muutos osoittautuu alkuperäistä suunnitelmaa huonommaksi urakoitsijalle, saattaa syntyä takuuajan jälkeenkin merkittäviä vastuita virheestä, jos tilaaja väittää urakkasopimukseen liitetyistä suunnitelmista poikkeavan urakkasuorituksen johtuvan urakoitsijan laiminlyönnistä tai täyttämättä jääneestä suorituksesta. [6]

YSE 1998:n 43 §:n 2. momentin mukaisesti lisä- ja muutostyöprosessit käynnistyvät tilaajan ilmoituksella. Usein tilaaja toimittaa urakoitsijalle muutostyölistan tai muutosluettelon, johon tilaaja on kirjannut muutokset kuvakohtaisesti.

PIIRUSTUKSEN TIEDOT					Muutos	MUUTOKSEN SISÄLTÖ
PIIRUSTUSNUMERO				PVM		
suun- nolla	tunnus	numero	lohko			
■	■	■	■	3.4.2020	D	Työpiirustustarkennus: 255TF1 ja 259TF1 teho muuttunut 4,0kW -> 9,2kW, sulakkeet 20A->50A, kaapelit 5x6->5x10
■	■	■	■	3.4.2020	A	Työpiirustustarkennus: 255TF1 ja 259TF1 teho muuttunut 4,0kW -> 9,2kW, sulakkeet 20A->50A, kaapelit 5x6->5x10
■	■	■	■	3.4.2020	C	Työpiirustustarkennus: 255TF1 ja 259TF1 teho muuttunut 4,0kW -> 9,2kW, sulakkeet 20A->50A, kaapelit 5x6->5x10
■	■	■	■	3.4.2020	D	Työpiirustus tarkennus: Muutettu lähdön 26 kaapelointi 3x2,5->5x2,5, 263PF1 teho muuttunut 18,5kW -> 11kW, sulake 100A->50A, kaapeli 5x35->5x16
■	■	■	■	3.4.2020		Uusi piirustus.
■	■	■	■	3.4.2020		Uusi piirustus.
■	■	■	■	3.4.2020	D	254TF1 teho muuttunut 4,0kW -> 9,2kW, sulakkeet 20A->50A, kaapeli 5x6->5x10, 262PF1 teho muuttunut 18,5kW -> 7,5kW, sulakkeet 100A->35A, kaapeli 5x16->5x10, 266PF3 teho muuttunut 0,25kW -> 0,55kW, sulakkeet 4A->6A, 258TF1 teho muuttunut 0,55kW -> 1,1kW, kaapeli 5x1,5 -> 5x2,5, 268PF2 kaapelointi 5x1,5 -> 5x2,5

Kuva 14. Erään uudiskohteen muutosluettelo.

Tilaaajan yksilöityä haluamansa muutoksen sisällön tulee urakoitsijan YSE 1998:n 43 §:n 2. momentin mukaisesti toimittaa tilaajalle viipymättä yksilöity tarjous. Tarjouksen saamisen jälkeen tulee tilaajan edellä mainitun YSE-määräyksen mukaan käsitellä tarjous viipymättä. [6] Usein urakkasopimuksessa on määritelty kohtuullinen käsittelyaika lisä- ja muutostöille. Käsittelyaika voidaan sopimusosapuolten välillä määritellä esimerkiksi viideksi työpäiväksi, jolloin urakoitsijalla on tilaajan toimittaman yksilöinnin jälkeen viisi työpäivää aikaa antaa tarjous. Tarjouksen toimittamisen jälkeen tilaajalla on viisi työpäivää aikaa käsitellä urakoitsijan tarjous, sekä ilmoittaa mahdollisesta hyväksynnästä tai hylkäyksestä.

Mahdollisessa hylkäystapauksessa muutostyö palautuu urakoitsijan vastuulle ja uudelle käsittelyajalle. Osapuolet voivat myös neuvotella muutostyön sisällöstä, jolloin mahdolliset erimielisyydet on mahdollista ratkoa. Jos tilaaja ja urakoitsija eivät saa erimielisyyttä ratkaistua, on tilaajalla YSE 1998:n 90 §:n mukaisesti oikeus velvoittaa urakoitsija toteuttamaan haluamansa muutos riidanalaisena. Tällöin urakoitsijan on toteutettava muutostyö, ja se on oikeutettu maksuun siitä muutostyön osuudesta, jota osapuolet pitävät riidattomana. Määräyksen tarkoituksena on turvata rakennushankkeen aikataulun mukainen eteneminen siten, ettei yksittäistä urakkasopimusta koskeva erimielisyys vaikuttaisi muihin urakkasopimuksiin aiheuttaen haittaa koko kohteelle. [6]

Lisä- ja muutostyön pidentäessä urakoitsijan suoritusaikaa on urakoitsijalla YSE 1998:n 44 §:n 3. momentin mukaisesti oikeus kohtuulliseen urakka-ajan pidennykseen. Urakka-ajan pidennys on esitettävä tilaajalle muutostyötarjouksen ohessa tai välittömästi toimituksen jälkeen kirjallisesti. Urakoitsijan tulee vaatimuksessaan huomioida muutoksen toteuttamiseen vaaditun ajan lisäksi materiaalien hankinnan, työturvallisuusjärjestelyjen sekä muiden työn käynnistämiseen vaadittujen seikkojen vaatima aika. [6]

## 2.7 Urakan päätös

Kohteen valmistuttua tilaaja ja urakoitsija käsittelevät sopimuksiensa sisällön, suoritusvelvoitteet ja niiden täyttämisen, lisä- ja muutostyöt sekä mahdolliset riidat. Urakan vastaanottomenettely sisältää useita vaiheita, joista itse vastaanottotarkastus ja taloudellinen loppuselvitys lopullisesti päättävät urakoitsijan ja tilaajan välisen, urakan aikaisen, sopimussuhteen.

Vastaanottotarkastuksessa osapuolet tarkastavat, että sopimussisältö on täytetty ja hyväksyttävästi tilaajan puolelta vastaanotettavissa. Tilaajalla on myös mahdollisuus vastaanottaa urakka puutteilla, jos ne ovat vähäisiä ja eivät vaikuta rakennuskohteen muuhun valmistumiseen. Tällöin vastaanottopöytäkirjaan kirjataan korjattavat puutteet ja mahdolliset vaaditut lisäsuoritukset. Urakkasopimuksessa määritelty takuu aika käynnistyy vastaanottopöytäkirjan allekirjoituspäivämääränä.

Taloudellisessa loppuselvityksessä osapuolet käyvät läpi toistensa väliset taloudelliset asiat, kuten urakkahinnan ja sen maksetut osuudet, mahdolliset lisä- ja muutostyöt sekä mahdolliset riidat ja niistä aiheutuneet taloudelliset vaateet. Urakoitsijan on käynnistettävä taloudellinen loppuselvitys tilaajan kanssa kahden viikon sisällä vastaanotosta YSE 1998:n 73 §:n 1. momentin mukaisesti. Osapuolilla on myös mahdollisuus kirjallisesti sopia erilaisesta määräajasta, jos kokevat sen tarpeelliseksi. [6]

### 3 LISÄ- JA MUUTOSTÖIDEN LASKENTA

Lisä- ja muutostöiden laskenta on iso osa projektitekemistä. Usein rakennusprojekteja suunnitellaan rakentamisen aikana, ja lähestulkoon aina esiintyy muutostarpeita, joita ei ole suunnittelussa huomioitu. Näiden muutosten laskenta on urakoitsijalle erittäin tärkeää, ja niiden sisältö saattaa vaikuttaa urakoitsijan työsuoritteeseen huomattavasti. Myös YSE 1998:n mukainen muutostyövelvollisuus sitoo urakoitsijaa laskemaan ja tarkastamaan tilaajan esittämät muutokset. Nykyisellään lisä- ja muutostyölaskenta on raskas ja aikaa vievä prosessi, mikä kuormittaa sekä urakoitsija- että tilaajaorganisaatiota. Markkinoilla on kuitenkin työkaluja, joilla laskenta- ja myös tarjousprosessiin kulutettuja resursseja voidaan pienentää huomattavasti.

Tässä luvussa käsitellään laskennan nykyisiä ongelmia ja syitä ongelmille. Lisäksi avataan urakkamuotojen vaikutusta laskennan sisältöön ja hinnoitteluperusteisiin. Lopuksi tarkastellaan sähköistä laskentaa ratkaisuna laskennan tämänhetkisille ongelmille.

#### 3.1 Laskennan nykytila

Kuten edellisessä luvussa jo sivutaan, lisä- ja muutostöitä lasketaan suurilta osin paperisista tulosteista. Kyseinen laskentatapa on ollut käytössä hyvin pitkään ja on ennen ollut ainoa tapa laskea uusien revisioiden sisältö tarjoukseksi. Nykypäivänä kyseinen laskentatapa on auttamatta vanhanaikainen eikä sillä pystytä vastaamaan nykypäivän vaatimuksia laskennan tarkkuudessa, nopeudessa tai tallennettavuudessa. Paperisten tulosteiden saaminen projektihenkilöstölle voi kestää viikkoja, jolloin kyseisten kuvien sisältö saattaa olla jo vanhentunutta. Lisäksi paperiset tulosteet vievät suuria määriä tilaa ja niiden eteenpäin jakaminen on haastavaa – voivathan itse paperit fyysisesti olla vain yhdessä paikassa kerrallaan.

Vertailun jälkeen projektihenkilöstö tekee tilaajalle virallisen tarjouksen, joka perustuu vertailussa saatuihin tuotteiden ja työn määrämuutoksiin. Tarjouksen jättäminen on erittäin tärkeä vaihe, koska siihen on pitänyt tuottaa sellaista tietoa, joka palvelee sekä urakoitsijaa että tilaajaa. Valitettavan usein projekteissa käytetään sekavia tarjouspohjia, jotka ovat vaikeaselkoisia ja joista saatava tieto vaikeasti tulkittavissa. Lisäksi projektihenkilöillä on useita erilaisia pohjia ja tapoja toimittaa tarjouksia. Ongelmia tästä aiheutuu etenkin tilanteissa,



joissa projektihenkilöstöä joudutaan vaihtamaan kesken projektin. Yhtenäisen mallin puuttuminen kuluttaa paljon aikaa, kun erilaisia tarjouspohjia ja niiden sisältöä aletaan selvittää sekä oman henkilöstön että tilaajan kanssa.

Erilaiset tarjouspohjat aiheuttavat ongelmia myös oman yrityksen sisällä urakan selvitysvaiheessa asentajaryhmän kanssa. Urakan selvityksessä projektihenkilöstön pitää pystyä osoittamaan, mitä se on laskenut ja mitä laskelma tarkalleen ottaen pitää sisällään. Tämä laskelma esitetään työn tehneelle urakkaryhmälle, joka vastaavasti esittää oman laskelmansa työn sisällöstä ja lopullisesta työhinnasta. Jos tarjouspohja on tehty epätarkasti ja siitä ei saada riittävästi tietoa, selvityksistä voi tulla erittäin raskaita ja kuormittavia kun laskelmia joudutaan uudestaan avaamaan ja pahimmassa tapauksessa laskemaan kokonaan uudelleen.

Laskenta on kuitenkin kehittymässä. Markkinoille on tullut uusia ohjelmistoja, joilla pystytään nopeuttamaan revisioiden vertaamista, tallentamaan ja jakamaan kuvia sähköisessä muodossa sekä luomaan tarjouksia selkeässä ja jaettavassa muodossa. Uusilla ohjelmilla pystytään myös laatimaan asentajaryhmälle muodostuva urakkahinta automaattisesti tarjousten tekemisen yhteydessä. Tällöin laskentamateriaalin sisältö ja siitä muodostuva työhinta on myös helposti esitettävissä urakkaryhmälle.

### **3.2 Laskennan ongelmat**

Lisä- ja muutostöiden laskenta on urakoitsijoille aina uhka vai mahdollisuus -tyyppinen prosessi. Parhaassa tapauksessa, tehokkaalla ja tarkalla laskennalla, urakoitsija pystyy täyttämään velvollisuutensa, takamaan oikeutensa sekä saamaan mahdollista taloudellista hyötyä uusien tai muuttuneiden työsuoritusten kautta. Lisäksi urakoitsijalla on mahdollisuus edistää asennuksia tuomalla muuttuneet työt nopeasti asennusryhmän tietoon. Valitettavan usein urakoitsijan laskenta on kuitenkin tehotonta, epätarkkaa ja aikaa vievää, mikä kuluttaa projektihenkilöstön, asentajien, tilaajan ja myös mahdollisesti rakennuttajan resursseja.

Laskennan isoin ongelma on aika. Nykyisillä työkaluilla projektihenkilöstön aikaa kuluu paljon paperisten kuvien saamiseen ja niiden läpikäyntiin, vaikka sähköisiä työkaluja olisi saatavilla. Paperisten kuvien kohdalla projektihenkilöstö käsittelee uutta ja vanhaa tulostettua revisiota vierekkäin ja yliviivaustussilla merkitsee havaitsemansa muutokset. Apuna käytetään usein

tilaajan toimittamaa muutosluetteloa, jolla tilaaja täyttää YSE 1998:n 43 §:n 2. momentin muutostyön osoitusvelvollisuuden. Valittavan usein lista on epätäydellinen tai sisältää virheitä, jolloin laskennassa on suuri vaara epäonnistua.

PIIRUSTUSNUMERO				PVM	Muutos	
Suunn. ala	Tunnus	numero	lohko			
				20.3.2020	AM	Päivitetty piirustusluettelo
				20.3.2020	G	Yhteiskäyttöhylyille n. 60m matkalle lisätty kannakointi 1,5m välein
				20.3.2020	L	Yhteiskäyttöhylyille n. 31m matkalle lisätty kannakointi 1,5m välein

Kuva 15. Muutosluettelossa kerrottu yhteishyllyn lisäkannakoinnista, mutta ei lisätyistä hyllyistä kuvan ylä- ja alareunoissa. Lisäykset näkyvät kuvassa vihreällä.

Käsittelytavan hitaus aiheuttaa koko projektille ylimääräistä kuormitusta. Suurimpia ongelmia ovat urakkasopimuksen tai YSE 1998:n mukaisen käsittelyajan ylittyminen, lisä- ja muutostöiden tekeminen ilman tarjousta tai tilausta, kasaantuneen laskentamäärän purkaminen lisäresursseilla sekä virheellisten työsuoritusten korjaus.

Käsittelyaikojen ylittyminen saattaa johtaa erilaisiin korvausvaatimuksiin aiheutuneista vahingoista YSE 1998:n 25 §:n 1. momentin mukaisesti. Urakoitsijan tarjouksen antamisen viivyttely voi esimerkiksi aiheuttaa toisen urakoitsijan töiden keskeytymisen, jolloin urakoitsijalla on velvollisuus korvata aiheuttamansa vahinko. Tilanteessa, jossa tilaaja viivyttelee urakoitsijan antaman tarjouksen käsittelyä, voi syntyä ristiriita muiden työvaiheiden etenemisen kanssa, jos muutostyö on näihin sidoksissa. Tällöin tilaajalla on velvollisuus korvata esimerkiksi mahdolliset purkutyöt urakoitsijalle. [6]

Käsittelyn hitauden ongelmat tulevat urakoitsijalle vastaan etenkin silloin, kun lisä- ja muutostöitä on työn edistämiseksi tehty ilman tarjousta tai tilausta. Tällaisessa tapauksessa

tilaajalla on mahdollisuus tulkita urakoitsijan tulkinneen lisä- tai muutostyön siten, ettei sillä ole ajallista tai taloudellista vaikutusta urakkasuoritukseen. Tällaisten suoritusten esittäminen jälkikäteen tilaajalle on erittäin ongelmallista, koska tarjottava työ on jo tehty. Tällöin tilaajalla ei ole ollut mahdollisuutta vaikuttaa mahdolliseen loppuratkaisuun ja sen kustannuksiin, vaikka ne teknisissä dokumenteissa olisikin esitetty. [6]

Kasaantuneiden muutostöiden laskentaa varten voidaan projektille nimetä erillinen resurssi, joka projektipäällikön ohjauksella voi käydä lisä- ja muutostöitä läpi ja tarjota niitä tilaajalle. Erillisen resurssin ongelmana on tietämättömyys työmaan käytänteistä, tuotteista, hinnoittelusta, asennustavoista tai ongelmista. Varsinkin pitkälle edenneiden projektien osalta uuden henkilöstön perehdyttäminen työmaahan ja sen käytänteisiin on hidas ja työläs prosessi. Lisätty resurssi myös nostaa projektille kohdistuvia kustannuksia, mikä ei ole tiukkaan kilpaillulla alalla toivottavaa.

Syynä vanhojen laskentatapojen käyttöön on todennäköisesti tapa sekä työmaiden kiireellinen arki, jolloin projektihenkilöstön voi olla vaikea osoittaa aikaa uusien laskentatapojen opiskelulle. Etenkin tietotekniikkaa huonosti tuntevalle henkilöstölle uusien ohjelmistojen opettelu voi olla erittäin haastavaa ja ohjelmistojen hyödyt jäävät helposti opetteluun vaikeuden varjoon.

### **3.3 Urakkamuotojen vaikutus laskentaprosessiin**

Vaikka talotekniikkaurakka olisikin suora aliurakka tilaajalle, on urakkamuodolla suuri vaikutus myös aliurakan lisä- ja muutostyölaskentaan. Perinteisissä pääurakkamuodoissa laskenta on pääsääntöisesti selvää selkeiden sopimussuhteiden ja sopimusosapuolten pienemmän määrän takia. Myös hinnoittelulle on yleensä jo sopimusvaiheessa annettu selkeät perusteet, ja niiden noudattaminen on osapuolille selvää. Projektinjohtototeutuksissa tilaajan ja rakennuttajan välinen sopimussuhde on huomattavasti monimutkaisempi johtuen rakennuttajan mahdollisuudesta vaikuttaa hankintoihin. Tämä koskee etenkin lisä- ja muutostöitä ja niiden sisältöä. Projektinjohtototeutuksissa hinnoittelu on usein avoin sopimuksen tekemisen jälkeen, ja hinnoitteluperusteista sovitaan tilaajan ja aliurakoitsijan välillä paikallisesti. Lisähaasteensa hinnoitteluun tuo tilaajan ja rakennuttajan välinen sopimus, joka usein perustuu tavoite- ja kattohankintoihin. Tilaajan tulee huomioida aliurakoitsijansa hinnoittelussa vaikutus myös itsensä

ja rakennuttajan väliseen sopimukseen ja mahdollisiin tavoite- ja kattohintojen korotuksiin tai alennuksiin.

Erilaisissa urakkamuodoissa on myös hyvin erilaisia sopimussisältöjä. Tässäkin tapauksessa perinteiset pääurakkamuodot ovat pääsääntöisesti talotekniikkaurakoitsijalle selkeämpiä etenkin suunnitteluvastuiden kuuluessa tilaajalle tai rakennuttajalle. Tällöin suunnitelmanmuutoksia käsitellään automaattisesti tilaajan ja aliurakoitsijan välillä lisä- tai muutostöinä. Projektinjohto- ja suunnittele ja rakenna -muodoissa talotekniikkaurakoitsijalle on voitu osoittaa suunnitteluvastuita, jolloin mahdolliset suunnitelmamuutokset ovat urakoitsijan vastuulla. Mahdolliset lisä- ja muutostyöt ovat urakoitsijan suunnitteluvastuun takia huomattavasti monimutkaisempia selvittää, jos urakoitsijan suunnittelussa on tehty kustannuksia muuttavia suunnitelmia. Tällöin urakoitsijan tulee ensin selvittää, miksi suunnitelmamuutos on tehty, minkä jälkeen osapuolet keskustelevat sen vaikutuksista urakkahintaan. Prosessiin tulee täten yksi porras lisää, mikä saattaa pidentää käsittelyaikoja, aiheuttaa riitatilanteita ja hankaloittaa töiden edistymistä kohteessa.

Hinnoittelu voi myös olla hyvin erilaista riippuen urakkamuodosta. Vaikka lisä- ja muutostöiden hinnoittelu yleensä sovitaan urakkasopimuksessa, eikä täten ole suoraan johtuva urakkamuodosta, on variaatiota usein enemmän PJ- ja SR-muodoissa kuin pääurakkamuodoissa. Usein käytettyjä hinnoitteluperusteita ovat yksikköhintaluettelo, Sähköinfon julkaisema sähköurakan yksikköhintakirja tai omakustannehinta. Harvinaisempia mutta yhtä kaikki käytössä olevia ovat laskuperusteinen omakustannehinta ja etenkin SR-muodoissa esiintyvä hankintaesitykseen perustuva omakustannehinta, jolla nostetaan tai lasketaan urakan tavoitehintaa. Suurimpia haasteita esiintyy PJ- ja SR- muodoissa, joissa vastuita on jaettu pääurakkamuotoja enemmän. Tällöin myös lisä- ja muutostöiden hinnoittelusta tulee haastavampaa, koska suunnitelmanmuutoksesta saattaa aiheutua kustannuksia molemmille osapuolille jo suunnitteluvaiheessa. Selkeiden rajojen vetäminen kustannusten väleille on hankalaa monimutkaisempien sopimusten takia.

### 3.4 Laskennan kehityskohteet

Jo pienillä muutoksilla laskentatapoihin voi olla suuri vaikutus laskennan sujuvuuteen, tarkkuuteen ja jaettavuuteen. Ensimmäinen selkeä kehityskohde on siirtyminen sähköiseen massoitteeluun, jossa revisoidut kuvat käsitellään sähköisesti eikä paperilla. Massoitteella tarkoitetaan muuttuneiden tarvike- ja työmäärien laskemista muutoksenalaisista dokumenteista, joiden perusteella urakoitsija muodostaa itsellensä aiheutuneen kustannusvaikutuksen sekä tilaajalle toimittamansa tarjouksen. Sähköisen massoitteelun etuna on etenkin revisioitujen kuvien tallennettavuus, joka mahdollistaa massoitteeluun palaamisen missä ja milloin tahansa. Lisäksi massoitteitujen kuvien sisältämää tietoa on huomattavan paljon helpompi jakaa erilaisissa pilvipalveluissa, mikä taas mahdollistaa saman tiedon jakamisen useammalle osapuolelle samanaikaisesti ja tarvittaessa reaaliajassa.

Tiedostomuodoista vain suunnittelutiedostoista tulostetut pdf-tiedostot ovat sopimussisällöllisesti päteviä toteutusasiakirjoja, joiden sisällön perusteella urakoitsija toimii kohteessa. Usein pdf ei kuitenkaan olisi välttämättä paras, nopein tai tehokkain tiedostomuoto sähköiseen laskentaan. Haasteita koituu etenkin massoitteeluun: pdf-tiedostoa käytettäessä laskenta suoritetaan visuaalisesti, ja laskijan tulisi olla kohteesta hyvin perillä, jotta kohteen erityispiirteet tulevat huomioitua laskentavaiheessa. Tällaisia erityispiirteitä ovat esimerkiksi kohteessa käytettävät asennustuotteet, asennustavat ja sopimuksessa erikseen määritellyt erityisehdot. Laskijan tulisi valmiiksi tuntea myös kohteen yksilölliset hinnoitteluperusteet hyvin, jotta tarjouksen tekeminen olisi mahdollisimman sujuvaa.

Rutiininomaisia ja laskennassa helposti automatisoitavia tehtäviä ovat etenkin pdf-kuvien vertaaminen toisiinsa, massoitteelun sisällön vieminen laskentaohjelmistoon, hinnoittelu sekä tarjouspohjan luominen. Myös läpikäytyjen kuvien ja tehtyjen tarjousten tallentaminen ja jatkokäsittely ovat helposti toteutettavia erilaisissa pilvipalveluissa. Tekemällä pieniä muutoksia toimintatapoihin voidaan vaikuttaa suuresti koko prosessin etenemiseen, yhdenmukaisuuteen ja luotettavuuteen.

### 3.5 Laskennan kehittäminen ohjelmistojen avulla

Kuten edellisessä kappaleessa todetaan, sähköisellä laskennalla pystytään vastaamaan huomattavasti paremmin nykypäivän laskentavaatimuksiin. Jo pelkästään siirtymällä sähköiseen revisioiden vertaamiseen voidaan ratkaista isoja ongelmia nopeuden, luotettavuuden ja jaettavuuden osalta. Suunnittelutiedostoista tulostettujen pdf-kuvien ollessa lähestulkoon aina sopimuksen mukaisia asiakirjoja, kuvien käsittelyyn tarvitaan riittävän yksinkertainen mutta tehokas luku- ja muokkausohjelmisto. Ohjelmiston tulisi pystyä käsittelemään sekä teknisiä että kaupallisia asiakirjoja. Tämä asettaa vaatimuksia ohjelmiston merkintä, haku- ja vertailutoiminnoille, ja etenkin tasokuvien vertailussa ohjelmiston tuottaman datan on oltava mahdollisimman luettavaa ja helposti ymmärrettävää.

Ohjelmistoja pdf-tiedostojen käsittelyyn on runsaasti saatavilla ja useat luku- ja hakutoiminnot toimivat myös ilmaisversioilla. Ilmaisversioiden rajat tulevat kuitenkin usein vastaan tasokuvien käsittelyssä puutteellisten tai rajattujen vertailu- ja merkintäominaisuuksien takia. Tässä työssä vertailuun valittiin kaksi maksullista pdf-ohjelmistoa, joiden ominaisuudet ovat huomattavasti laajemmat verrattuna ilmaisversioihin.

Ensimmäinen potentiaalinen pdf-ohjelmisto on yhdysvaltalaisen Adoben kehittämä ja ylläpitämä Adobe Acrobat Pro DC. Pro DC on laajennettu versio hyvin yleisestä Acrobat Readerista, ja sen ominaisuuksiin kuuluvat esimerkiksi pdf-kuvien merkintä, sähköinen allekirjoitus, pdf-kuvien vertailu sekä useat hyödylliset mittausominaisuudet. Pro DC vertaa kuvia käyttäen omaa OCR-teknologiaansa, joka pystyy tunnistamaan tekstin lisäksi myös kuvia. Tunnistusmotoriikka tekee automaattisesti vertailun kuvien välille, minkä jälkeen se tulostaa valmiin raportin käyttäjälle. Pro DC:n tunnistusmotoriikka on erittäin pätevä tunnistamaan tekstiä, mutta isompien kokonaisuuksien käsittely sekä spesifien piirrosmerkkien tunnistaminen on sillä haastavaa. Ongelmana ovat etenkin kuvien monipuolisuus ja tietosisältö.

29.7.2020 18:36:45

## Vertaa tuloksia

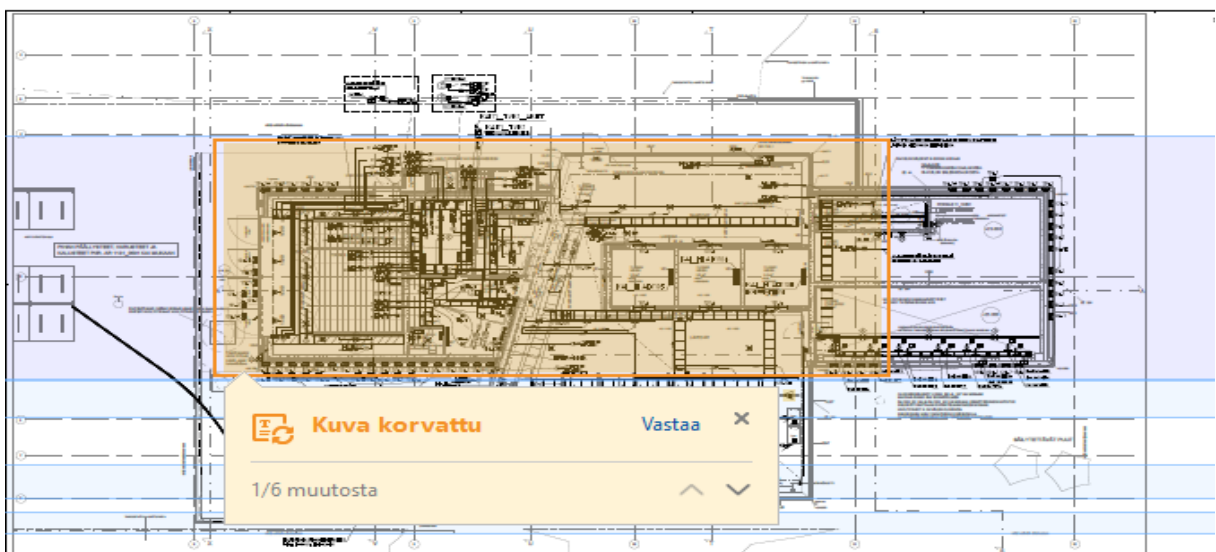
Vanha tiedosto:	vs.	Uusi tiedosto:
<b>REV_A.pdf</b> 1 sivu (729 KB) 28.4.2020 7:10:45		<b>REV_B.pdf</b> 1 sivu (708 KB) 30.3.2020 12:36:11

Muutoksia yhteensä	Sisältö	Tyyli ja huomautukset
<b>6</b>	6 Vaihdot 0 Lisäykset 0 Poistot	0 Tyyli 0 Huomautukset

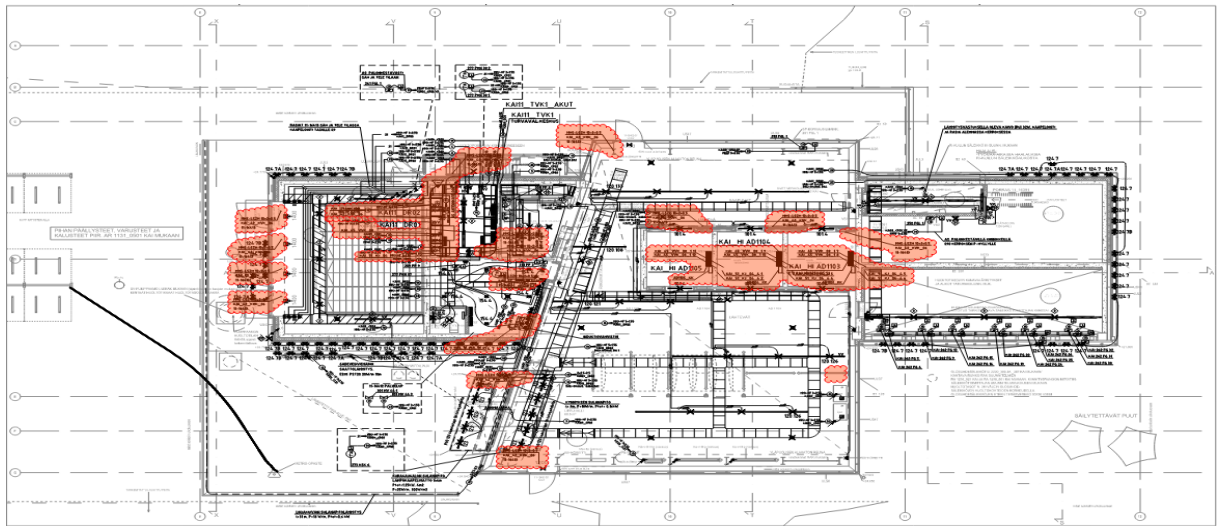
Kuva 16. Pro DC:n luoma raportti muutoksista

Kuvassa 16 eri värein korostetut alueet ovat tunnistusmotoriikan havaitsemia muutoksia. Kuvasta voidaan havaita, että tunnistetut muutokset ovat melko epämääräisiä ja kuvassa esiintyviä muutoksia on täten vaikea havaita. Pro DC:n ongelmana on myös tietojen tulostettavuus eli kuinka saada massoitellut tuotteet siirrettävässä muodossa laskentaohjelmistoon. Pro DC:n etuna on sen tunnettavuus ja selkeä käyttöliittymä. Etenkin tunnettavuuden kautta se on hyvin vakiintunut ohjelmisto pdf-kuvien käsittelyyn.

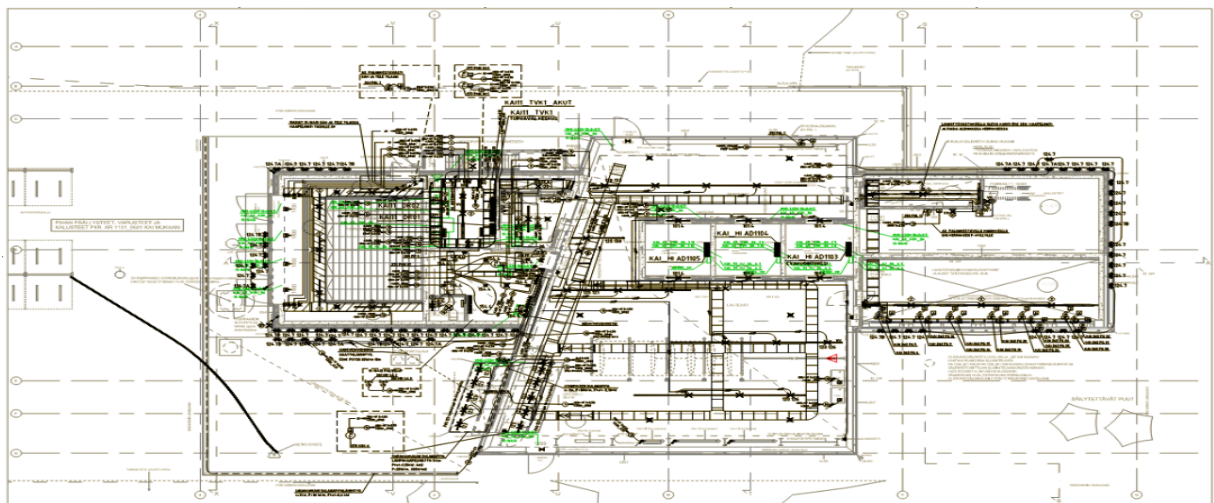


Kuva 17. Pro DC:n tunnistusmotoriikan tunnistamat muutokset

Bluebeam Revu on yhdysvaltalaisen Bluebeam Software Inc:n kehittämä pdf-työkalu erityisesti rakennusteollisuuden tarpeisiin. Revu sisältää useita hyödyllisiä työkaluja, jotka soveltuvat etenkin tasokuvien käsittelyyn, mittaamiseen ja merkitsemiseen. Revu tukee samantyyppistä OCR-teknologiaa kuin Adoben Pro DC, mutta sitä on jalostettu etenkin rakennusteknologian käyttöön. Verrattuna Pro DCn, sillä pystytään tekemään tarkkoja havaintoja tasokuvista ja etsimään jopa yksittäisiä piirrosmerkkejä. Revussa on myös erittäin hyödyllinen vesileimausominaisuus, jolla muutoksenalaiset kuvat on helppo ja nopea käydä läpi. Vesileimauksella tarkoitetaan käsittelytapaa, jossa eri revisioiden kuvat värjätään eri värein ja asetellaan päällekkäin, jolloin muutokset näkyvät eri väreillä käyttäjälle. Tällöin kuvista on helppo etsiä mahdolliset muutokset, merkitä ne ja tulostaa valmiiksi yhteensopivassa muodossa oleva lista laskentaohjelmistoon vietäväksi.



Kuva 18. Revun tunnistusmotoriikan havaitsemat muutokset



Kuva 19. Revun vesileimattu kuva. Lisäykset näkyvät vihreinä. Samana pysyneet mustina ja poistuneet punaisina.



Revun etuna on myös mahdollisuus tulostaa massoitellut tuotteet helppolukuiseen Excel-listaan, joka voidaan siirtää pienin muokkauksin laskentaohjelmistoon. Tämä vähentää käsin tehtävää työtä huomattavasti, kun jokaista tuotetta ei tarvitse erikseen käsitellä uudestaan laskennan jälkeen. Toisaalta Revun etu on myös sen ongelma: muokkaustyökaluja ja ominaisuuksia on todella paljon, joten niiden opettelu vie aikaa. Ohjelman suomenkielinen käännös kärsii myös joistain epäloogisuuksista ja huonoista suomennoksista, jotka jossain määrin vaikeuttavat ohjelman käyttöä.

Subject	Status	Author	Date	Colour	Comments	Measure...
MHS_10x2_OJ		hoviseb	06/08/2020 20:43:04	■	30.00 m	30.00 m
MHS_10x2_KJ		hoviseb	06/08/2020 20:41:01	■	10.00 m	10.00 m
Ovivalvonta (kpl)		hoviseb	06/08/2020 20:43:34	✓	14	14 Count

Subject	Measurement	Measurement Unit	Label	File Name
MHS_10x2_KJ	10	m		Overlay.pdf
MHS_10x2_OJ	30	m		Overlay.pdf
Ovivalvonta (kpl)	14	Count		Overlay.pdf

Kuva 20. Massoitellun siirtäminen Excel-listaan

### Bluebeam Revu 20 eXtreme

- + Monipuoliset työkalut
- + Vesileimaus
- + Tarkka tunnistusmotoriikka
- + Muokattavuus
  
- Todella paljon työkaluja
- Ei kovin tunnettu/käytetty
- Suomennoksen ongelmat varauksin

### Adobe Acrobat Pro DC

- + Monipuoliset merkintätyökalut
- + Tunnettu
- + Tarkka tunnistusmotoriikka tekstile
  
- Ei vesileimausominaisuutta
- Kuvien tunnistusmotoriikka
- Ei listojen tulostus -ominaisuutta
- Muokattavuus varauksin

Kuva 21. Adoben ja Revun vertailua

Massoittelun jälkeen lasketut tuotteet ja työt tulee saada siirrettyä viralliseen tarjoukseen, joka esitetään tilaajalle. Tarjouksen tekemiseen käytetään yleensä laskentaohjelmistoa tai Excel-pohjaa, jota käyttäjät voivat muokata. Tässä työssä vertailuun valittiin asiakasyrityksellä tarjouslaskennassa käytössä oleva Broker Estimate -laskentaohjelmisto ja muokattava Excel-pohja. Asiakasyrityksellä on käytössä useita erilaisia valmiita Excel-pohjia, joiden sisältö ja ulkomuoto vaihtelevat käyttäjän ja projektin tarpeiden mukaan. Tässä työssä vertailu tehdään laskentaohjelmiston ja puhtaan, muokkaamattoman Excel-pohjan välillä.

Asiakasyrityksellä on käytössä suomalaisen Mercus Software Oy:n kehittämä ja ylläpitämä Broker Estimate -laskentaohjelmisto, joka on kehitetty etenkin talotekniikkaurakoitsijoiden tarjouslaskentaa varten. Se soveltuu myös lisä- ja muutostöiden tarjoamiseen, ja ohjelmistosta saatavaa materiaalia voidaan käyttää useaan tarkoitukseen aina omakustannehinnan laatimisesta urakkaryhmän työhinnan laskemiseen. Brokeriin on myös mahdollista viedä massoiteltuja Excel-listoja, joiden perusteella Broker hakee tietokannastaan määritellyt tuotepaketit tarjoukselle. Brokerissa voidaan käyttää yrityskohtaisia tuotepaketteja tai järjestötasoisesti määriteltyjä tuotepaketteja, joiden sisällöstä vastaa STUL ry:n omistama Sähköinfo Oy. Pakettien päivitykset Brokeriin hoitaa keskitetysti Mercus Software Oy, jolloin käyttäjän ei tarvitse itse päivittää tuoterekistereitä. Brokerin etuina ovat etenkin keskitetty tuoterekisterien ylläpito ja päivitys sekä tuotetietokannan laajuus, joiden avulla käyttäjä pystyy määrittelemään tarjoukselleen tarkan sisällön ja hinnan. Lisäksi inhimillisten virheiden mahdollisuus pienenee hinnoitteluvaiheessa. Brokerin käyttö vaatii jonkin verran perehtyneisyyttä tarjouslaskentaan, ja hinnoitteluperusteesta riippuen käyttäjän tulee hallita Brokerin tyyli muodostaa tuotepakettien hinnat. Suurienkin hinnoitteluvirheiden muodostuminen on mahdollista perehtymättömälle käyttäjälle.

Excel-pohjaan tehtävät tarjoukset ovat lisä- ja muutostöiden käytössä erittäin yleisiä niiden nopeuden ja helppokäyttöisyyden takia. Niiden etuna on myös Excel-ohjelmiston yleisyys ja sitä kautta käytön helppous. Usein kerran laadittua Excel-pohjaa muokataan erilaiseksi riippuen projektin tarpeista, sisällöstä ja hinnoitteluperusteista. Pohjan sisältämät tuotteet ja niiden mahdollinen sisältö ovat täysin käyttäjän hallitsemat eikä ulkoisia tietokantahakuja tai ylläpitoja ole yhdistetty pohjaan. Kun käyttäjä hallitsee pakettien sisältöä ja laskentatapoja, variaatio erilaisten pohjien välillä on suurta, ja tämä onkin Excel-pohjan suurin ongelma. Pohjissa olevien tuotteiden sisältö ja hinnat saattavat olla väärin tai niissä ei ole huomioitu

kaikkea työhön liittyvää sisältöä. Keskitetyn tuotetietokannan puuttuessa myös mahdolliset virheet säilyvät listoissa ja voivat aiheuttaa suuriakin vääristymiä laskentaan ja hinnoitteluun.

### **Broker Estimate**

- + Ulkoinen tietokanta ja päivitykset
- + Laaja tuotetietokanta
- + Tuotepakettien oikea sisältö
- + Muokattavuus varauksin
- Lisensoitu ohjelmisto -> lisäkuluera
- Toiminnan loogisuus vaatii opettelua

### **Excel**

- + Helppo
- + Yleisesti käytössä ja saatavilla
- + Muokattavuus
- Ei tuotetietokantoja/päivityksiä
- Inhimillisten virheiden mahdollisuus
- Yhdenmukaisuus

*Kuva 22. Brokerin ja Excelin vertailu*

Laskennan vienti laskentaohjelmistoon on käsityötä, jossa käyttäjä hakee laskemansa listan perusteella laskentaohjelmiston tuotetietokannasta oikeat tuotteet tarjoukselleen. Pienissä muutoksissa, joissa ei käsitellä merkittävää määrää kuvia tai muutoksia, käsin haku on siirtovaiheessa nopea tapa luoda tarjouksia. Toisin on kuitenkin silloin, kun muutosluettelo sisältää kymmeniä kuvia ja useita muutoksia. Silloin käsin haku on hankalaa ja raskasta, ja virheiden mahdollisuus kasvaa. Tilannetta helpottaisi se, että lista koottaisiin loogisesti samaa tyyliä noudattavaa nimiöintiä käyttäen, ja että laskentaohjelmisto tukisi ulkoisten listojen tuomista (kuten Broker tekee). Tällöin usean kuvan laskentalistan tuominen suoraan laskentaohjelmiston käsiteltäväksi vähentäisi siirtovaiheessa tapahtuvia virheitä ja nopeuttaisi mahdollisesti koko prosessia.

Kuten edellä on todettu, laskentaohjelmiston hinnan määrittämistä varten tarvittavia tietoja on erittäin raskasta ja hidasta kirjata kokonaisuudessaan laskentalistaan laskentavaiheessa. Tuotteiden nimiöinti ja laskettujen tuotteiden määrät tulostuvat laskentaohjelmistosta riippuen vaivattomasti, mutta lopullista hinnanmuodostumista varten tarvitaan käyttäjän tai ohjelmiston määrittelemiä tuotepaketteja, jotka sisältävät kaiken kyseiseen pisteeseen tarvittavan materiaalin, työn sekä niiden hinnat. Lisähaasteen tähän tuo perusteet, joilla paketin hinta muodostuu. Näitä ovat esimerkiksi yrityksen saamat alennukset käytettävistä tuotteista ja työehtosopimuksien määräämät työhinnat erilaisille asennuksille.

Laskentaohjelmistoon tuontia varten pdf-ohjelmalla luotua laskentalistaa tarvitsee muokata sellaiseen muotoon, josta laskentaohjelmisto pystyy poimimaan tarvittavat tiedot tarjouksen muodostamista varten. Tällaisia tietoja ovat edellä mainitut määrät, nimiöinnit sekä tuotepaketit ja niiden mahdolliset pakettikoodit.

Laskennan automatisointia varten tässä työssä on kehitetty oma aliohjelmansa, joka muuntaa laskentalistassa lasketut tuotteet laskentaohjelmiston ymmärtämään muotoon. Aliohjelman tekeminen vaatii jonkin verran ohjelmointitaitoja, mutta sen avulla on mahdollista saavuttaa suuriakin hyötyjä etenkin virheiden välttämiseksi ja ajan säästössä. Tässä työssä vertailuun on valittu Python-ohjelmointikieli sekä suoraan Exceeliin tehtävä makro-ohjelma. Molempien avulla on mahdollista luoda nopea ja helppokäyttöinen aliohjelma, joiden sisältöön peruskäyttäjän ei tarvitse laskentavaiheessa puuttua.

Python on erittäin suosittu ohjelmointikieli sen yksinkertaisen rakenteen sekä joustavuuden takia. Sen etuja tämän työn osalta ovat etenkin jaettavuus, toiminta sekä helppo muokattavuus. Etuina ovat myös pieni tietokoneen laskentatehon tarve aliohjelmaa käytettäessä sekä mahdollisuus hakea tietoa ulkoisista tietokannoista tehokkaasti. Ulkoisen tietokannan avulla aliohjelman tuoterekisteriin voidaan tehdä muokkauksia ja lisäyksiä häiritsemättä itse aliohjelman toimintaa. Aliohjelman toimintoja ei tavallinen käyttäjä pysty muokkaamaan, joten haasteita saattaa syntyä tietokannan päivityksessä, jos ohjelmalle ei ole määrätty ylläpitävää henkilöä.

Excel-makrot ovat myös hyvin yleisiä ja toimivia toistuvien toimintojen automatisointiprosesseja. Niitä on helppo tehdä suoraan Excel-ohjelmistossa useilla eri tavoilla, kuten nauhoittamalla tai itse kirjoittamalla. Makrot kirjoitetaan Visual Basic for Applications -ohjelmointikielellä ja ne tehdään suoraan Exceeliin ilman erillistä ohjelmistoa tai koodieditoria. Ne ovat täten helposti saatavilla kenelle tahansa, jolla on Excel-ohjelmisto. Makrot ovat erittäin tehokkaita automatisointityökaluja, mutta niiden ongelmana ovat niiden jaettavuus sekä käyttäjien mahdollisuus muokata makron koodia. Tämä saattaa aiheuttaa koodivirheitä ja toimimattomia laskentalistan lukuja.

**Python**

- + Muokattavuus
- + Tehokkuus
- + Ulkoinen tietokantaluku
- + Valmiin ohjelman käytön helppous
- + Rajoitettu mahdollisuus muokata ohjelmaa
  
- Vaatii osaavan ohjelmoitsijan
- Ylläpito tai korjaus vain osaavan henkilöstön käsissä
- Valmiin ohjelman käytön opettaminen henkilöstölle

**Excel-makrot**

- + Tehokkuus
- + Rajoittamaton muokkausmahdollisuus
  
- Rajoittamaton muokkausmahdollisuus
- Muutosten teko ohjelmaan mahdollista kenen tahansa toimesta
- Paikallisuus
- Makrojen käytön opastus

*Kuva 23. Python ohjelmointikielen ja Excel-makrojen vertailua*

## 4 SÄHKÖISTEN LASKENTATAPOJEN SÄÄSTÖPOTENTIALI

Siirtymällä perinteisestä paperikuvien käsittelystä sähköiseen laskentaan yrityksellä on mahdollisuus säästää paljon aikaa ja sitä kautta kustannuksia. Sähköisellä laskennalla päästään myös huomattavasti parempaan tarkkuuteen kuin perinteisillä tavoilla, jolloin laskentavirheiden määrä laskee. Tämä taas avaa mahdollisuudet tarjouksen oikeanlaiselle sisällölle ja lisäkustannussäästöille. Myös projektihenkilöstön henkisten voimavarojen säästö on mahdollista, kun laskennan kuormittavuutta saadaan laskettua ja laskentaan käytetty aika vapautettua muuhun käyttöön. Tässä kappaleessa vertaillaan perinteisellä tavalla laskettua muutosluetteloja ja sähköisesti laskettua muutosluetteloja sekä laskennan eri vaiheita hyödyntäen tässä työssä esiteltyjä työkaluja. Lopuksi tarkastellaan, kuinka paljon aikaa pystyttiin säästämään käyttämällä sähköisiä laskentatyökaluja. Laskennan kohteena on erittäin tyypillinen 10 tasokuvan muodostama muutosluettelo, jonka euromääräinen muutosarvo laskentatavasta riippuen on 4000–5200 € (alv. 0 %).

### 4.1 Laskenta paperisista kuvista

Perinteisellä tavalla laskettuna laskentaprosessi käynnistyy tilaajan ilmoituksella muutostarpeesta. Tämä tavallisesti ilmaistaan muutosluettelolla, joka usein toimitetaan urakoitsijalle sähköisessä muodossa projektin projektipankkiin. Projektihenkilöstöllä on mahdollisuus luottaa muutosluetteloon ja merkitä vain muutosluettelossa esitetyt muutokset tarjoukseensa. Kuten luvussa 3.2 on kuitenkin todettu, on muutosluettelo usein vajavainen eikä välttämättä sisällä urakoitsijan laskennan kannalta kaikkea tarpeellista tietoa. Usein projektihenkilöstön on odotettava paperisten kuvien saapumista kopiointilaitokselta käyttöönsä, minkä jälkeen kuvien käsittely on vasta mahdollista. Toimitusajat ovat pääsääntöisesti 3–5 päivää, mutta voivat myös olla pidempiä.

Paperisten kuvien saavuttua projektihenkilöstön käyttöön tulee niille varata riittävästi fyysistä tilaa läpikäyntiä varten. Usein revisiot asetellaan vierekkäin ja muutoksia etsitään silmämääräisesti käymällä kuvia osa kerrallaan läpi. Useamman kuvan läpikäynti yhdellä kertaa on täten hankalaa ja vaatii kuvien siirtelyä paikasta toiseen. Se on myös fyysisesti kuormittavaa, koska työtä tulisi tehdä erittäin tarkasti. Työergonomiaongelmat työmaaolosuhteissa ovat yleisiä ja oikeanlaisen tilan löytäminen hankalaa.

Suurin ongelma on kuitenkin muutosten löytäminen paperisista kuvista. Usein muutokset on merkitty revisionuolilla, jotka osoittavat muutoksen kohteena olevan asennuksen. Revisionuolet ovat kohtalaisen helppoja havaita paperisesta tulosteesta, mutta isoissa muutoksissa siirtyminen kuvien välillä voi sekoittaa laskijan, jolloin laskentavirheiden määrä kasvaa. Ongelmia aiheutuu myös paperisten kuvien muutosten merkitsemisestä ja niiden mahdollisesta muokkaamisesta.

Kun laskijan käsittelee kuvia ja löytää muutoksia, tulee hänen samalla merkitä laskemansa muutokset, kuten määrät ja pituudet, ylös. Tämä voidaan tehdä joko erilliseen laskentalistaan käsin, josta määrät siirretään tarjoukseen, tai merkitsemällä muutokset suoraan tarjouspohjaan. Siirtovaiheet laskentalistasta viralliseen tarjoukseen ovat aina ongelmallisia sekä inhimillisten näppäilyvirheiden että lisääntyneen työmäärän vuoksi. Suoraan tarjoukseen siirtäminen taas on usein hidasta, koska laskijan pitäisi jatkuvasti siirtyä edestakaisin laskemansa kuvan ja tarjouksensa välillä.

Tarjouksen valmistuttua tulee lasketut kuvat arkistoida mahdollista jälkikäsitteilyä varten. Paperisten kuvien osalta kuvat arkistoidaan kansioihin tai laatikoihin, joista ne tarvittaessa otetaan esille esimerkiksi tilaajaa ja tarjouksen selvitystä varten. Laskentapaikasta riippuen kuvia pitää fyysisesti siirrellä, mikä taas vie projektihenkilöstön aikaa ja resursseja ja samalla aiheuttaa tarpeettomia kustannuksia yritykselle.

## **4.2 Laskenta sähköisiä työkaluja hyödyntäen**

Sähköisessä laskennassa ajallisesti suurin säästöpotentiaali on kuvien saatavuudessa. Nykyisissä suurissa tai keskisuurissa rakennushankkeissa projektipankit ovat jo hyvin usein käytössä ja kuvat sitä myöten sähköisesti saatavissa kaikkialla. Kuvien sähköinen tallentaminen mahdollistaa muutoskuvien läpikäynnin missä tahansa ja milloin tahansa, eikä projektihenkilöstön tarvitse odottaa kuvien saamista kopiointilaitokselta. Lisäetuja saavutetaan tilan säästössä, kun paperisten kuvien käsittelyn tarve häviää eikä paperisia kuvia tarvitse arkistoida. Yritysten tulisi myös huomioida paperisten kuvien toimitusketjun kustannukset ja ympäristövaikutukset laskeessaan paperisilla tulosteilla.

Kuten perinteisessäkin tavassa, laskentaprosessi käynnistyy tilaajan ilmoituksella muutostarpeesta. Kuten aiemminkin, tämä ilmaistaan toimittamalla urakoitsijalle muutosluettelo muutoksista, jonka perusteella urakoitsija lähtee laskemaan muutosten sisältöä ja kustannusvaikutusta. Toisin kuin perinteisessä laskennassa muutosluettelo tulee urakoitsijan käyttöön sähköisesti samaan aikaan kuin revisoidut kuvat julkaistaan latausportaaliin. Tämä mahdollistaa muutosluettelon käsittelyn aloittamisen heti, eikä urakoitsijan tarvitse odottaa paperisten kuvien toimitusta. Sähköisessä laskennassa projektihenkilöstön täytyy kuitenkin ladata kuvat sähköisessä muodossa käyttöönsä, joten internetyhteys on lähestulkoon aina oltava käytössä. Nykyisillä internetyhteyksillä ja käytössä olevilla projektipankeilla kuvien lataus kestää muutosluettelosta riippuen 10–20 minuuttia.

Laskennan seuraavat vaiheet ovat kuvien vertailu vanhojen ja uusien kuvien välillä sekä havaittujen muutoksien laskeminen, merkitseminen ja siirtäminen laskentaohjelmistoon. Sähköisessä laskennassa kuvien vertailu onnistuu vesileimaamalla kuvia kuten luvussa 3.5 on esitetty. Tämän tavan etuna on, että laskija näkee kaikki tapahtuneet muutokset suoraan vesileimatusta kuvasta. Tällöin muutoksia ei tarvitse etsiä, vaan ne esiintyvät selkeästi eri värein ja ovat täten helposti havaittavissa. Tämän jälkeen laskija voi erilaisia mittaustoimintoja hyödyntämällä määritellä muutoksille oikeat määrät samaan vesileimattuun kuvaan. Tämä vähentää tietojen siirtoa, ja täten virheen mahdollisuus siirtovaiheessa kuvasta laskentalistaan poistuu. Vesileimattu kuva on myös helppo arkistoida jatkotarkastelua varten, ja sen sisältö on helppo esittää ja jakaa tilaajalle sähköisessä muodossa.

Laskennan tekemisen jälkeen sähköiset laskentalistat voidaan siirtää laskentaohjelmistoon käsin tai automatisoimalla prosessia. Käsin siirrossa laskija poimii laskemansa tuotteet laskentaohjelmiston valmiista tuotepaketeista ja määrittelee niille laskemansa määrän ja sopimuksen mukaisen hinnoitteluperusteen. Laskentaohjelmiston suurimpana etuna on mahdollisuus kopiointiin sekä valittujen tuotepakettien informaatioisisällön käyttö projektin muissa vaiheissa, kuten asentajaryhmän lopullisen työhinnan määrittämisessä. Kopioinnilla voidaan nopeuttaa siirtovaihetta huomattavasti, koska samoille tuotteille ei tarvitse uudestaan määritellä esimerkiksi tuotepakettia ja hinnoitteluperustetta.

Sähköisen laskennan ongelmat sijaitsevat usein osaamattomuudessa sekä käytettävien laskentavälineiden rajoituksissa. Nykyiset yrityskäytössä olevat tietokoneet pääsääntöisesti



sisältävät tarpeeksi laskentatehoa nopean käsittelyn takaamiseksi, mutta vanhemmalla laitteistolla rajoituksia saattaa ilmetä. Lisäksi sujuvaa käsittelyä varten on varmistettava, että projektihenkilöstöllä on riittävästi tallennustilaa, johon arkistoida laskelmiaan.

Alla on esitetty case-tyyppinen vertailu perinteisen ja sähköisen laskennan välillä. Kohteena on 10 kuvan muutosluettelo, joka on ensin laskettu perinteisellä tavalla ja tämän jälkeen käyttäen sähköisiä työkaluja.

Perinteinen laskenta			Sähköinen laskenta		
<b>Kuvien toimitus työmaalle</b>	72	h	<b>Kuvien toimitus sähköiseen portaaliin</b>	0	h
- Kuriiripalveluna kopiointilaitokselta			- Tilaaja toimittaa kuvat muutosluettelon yhteydessä		
<b>Paperisten kuvien saattelu käsittely valmiiksi</b>	1	h	<b>Sähköisten kuvien saattelu käsittely valmiiksi</b>	1	h
- Toimitus laskentapaikalle			- Kuvien lataus portaalista		
- Uusien ja vanhojen revisioiden pinoaminen			- Vesileimaus (kaikki kuvat kerralla)		
<b>Kuvien käsittely</b>	6	h	- Mahdollisten vesileimausvirheiden korjaus		
- Paperisten kuvien avaus kuva kerrallaan			<b>Kuvien käsittely</b>	2	h
- Muutosten etsiminen			- Muutosten etsiminen		
- Muutosten merkkkaus			- Muutosten merkkkaus		
- Muutosten listaus			- Muutosten listaus (samalla merkkauksen kanssa)		
<b>Tarjouksen tekeminen</b>	2	h	<b>Tarjouksen tekeminen</b>	1	h
- Listojen läpikäynti ja poiminta			- Listojen läpikäynti		
- Siirto laskentapohjaan			- Siirto laskentaohjelmistoon		
- Tarjouksen viimeistely (etusivu, kokoaminen ym.)			- Tarjouksen viimeistely (etusivu, kokoaminen ym.)		
<b>Tarjouksen lähetys</b>	0,5	h	<b>Tarjouksen lähetys</b>	0,1	h
- Skannaus/kopiointi			- Kaikki sähköisessä muodossa valmiiksi		
<b>Kuvien arkistointi</b>	0,5	h	<b>Kuvien arkistointi</b>	0,1	h
- Toimitus arkistointipaikkaan			- Tallennus koneelle tai pilvipalveluun		
<b>Mahdollinen merkattujen kuvien tarkastus</b>	2	h	<b>Mahdollinen merkattujen kuvien tarkastus</b>	0,5	h
- Toimitus arkistoinnista tarkastus paikalle			- Saatavilla suoraan tietokoneelta tai pilvipalvelusta		
- Kuvien tarkastus			- Kuvien tarkastus		
<b>Yhteensä</b>	<b>84</b>	<b>h</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>4,7</b>	<b>h</b>

*Kuva 24. Case vertailutaulukko laskentatapojen välillä*

Kuten aiemmin todettu, ajallista säästöpotentiaalia on eniten tarjolla kuvien toimituksessa. Huomioitavaa on, että projektihenkilöstön aika on käytettävissä muuhun työhön, kun odotetaan paperisten kuvien saapumista. Muutosluettelon läpikäynti ei ole mahdollista ennen kuvien saapumista, eli työn eteneminen on riippuvainen kuvien toimituksesta. Jos kuvien toimitukseen menevää aikaa ei oteta huomioon, kokonaisaika laskennalle case-tarkastelussa oli perinteisellä tavalla 12 tuntia ja sähköisellä tavalla 4,7 tuntia. Tälläkin tarkastelulla sähköinen laskenta oli huomattavasti nopeampaa. Myös laskijan fyysinen kuormitus oli pienempää ergonomisemman työskentelyasennon ansiosta.

## 5 SÄÄSTÖPOTENTIAALIN REALISOINTI PROSESSIN AUTOMATISOINILLA

Lisä- ja muutostöiden laskentaprosessin automatisointia varten niin sanotuiksi valmiiksi ohjelmiksi valikoituivat Revu ja Broker. Nämä ohjelmat tukevat suurinta osaa niistä tarpeista, joita prosessin automatisointiin tarvitaan eikä niiden ohjelmointisisältöön puututa tässä työssä. Molempien ohjelmien osalta Javascript-koodin tekeminen ja sitä kautta prosessin automatisointi olisi mahdollista, mutta etenkin tuoterekisterin ylläpidon kannalta hankalaa. Tämän takia ohjelmia käytetään niin sanotussa valmiissa muodossa ja niistä saatavaa dataa muokataan omassa aliohjelmassaan. Revu ja Broker ovat molemmat asiakasyritykselle entuudestaan tuttuja ja ne ovat osalla projektihenkilöstöstä käytössä. Tämä helpottaa ohjelmien jatkojalostamista, koska henkilöstön ei tarvitse opiskella kokonaan uusien ohjelmistojen käyttöä, mikä veisi ylimääräistä aikaa. Aliohjelman osalta ohjelma tulee toteuttaa niin yksinkertaisena, että tavallisen käyttäjän ei tarvitse puuttua sen tekemisiin toimintoihin. Tämä on mahdollista tehdä lukitsemalla tuoterekisterit käyttäjätunnuksien taakse ja myöntää muokkausoikeuksia vain koulutetulle henkilöstölle.

### 5.1 Revu

Sopimuksen mukaisten teknisten asiakirjojen käsittely tehdään tässä työssä Revulla. Lisä- ja muutostöissä pääsääntöisesti käsitellään teknisiä asiakirjoja, kuten tasokuvia tai kaavioita, joissa muutokset on esitetty. Apuna käytetään tilaajan luomaa muutosluetteloa, joka usein toimii tilaajan tapana täyttää YSE 1998:n 43. §:n 2. momentin mukainen velvollisuutensa. Luettelon mukainen toiminta helpottaa molempien osapuolten toimintaa lisä- ja muutostöiden käsittelyssä sekä aina takuuvaiheen loppuun asti, kun halutut muutokset on hyvin dokumentoitu.

Lisä- ja muutostöiden osalta käsittely suoritetaan muutosluettelon mukaisessa kuvajärjestyksessä, ja tarvittaessa jokainen muutoksen alainen kuva käsitellään erikseen. Tällöin kaikki muutokset saadaan varmasti laskettua ja tuotettua sekä itselle että tilaajalle tarvittava dokumentaatio itse tarjouksen hyväksyttämisen prosessiin. Laskentavaiheessa pyritään myös välttämään turhaa työtä, kuten tarpeettomia tai kahteen kertaan esitettyjen muutosten laskentaa ja kuvien käsittelyä, jotta kokonaisprosessin tehokkuus säilyy. Tällaisia ovat esimerkiksi pistekuvien ja ryhmityskuvien käsittely, vaikka ne samassa muutosluettelossa mainittaisiinkin. Pistekuvien muutokset siirtyvät aina automaattisesti myös ryhmityskuviin,

jolloin erillisten pistekuvien käsittely on turhaa. Projektikohtainen kuvien tarkastaminen ennen muutostyölaskennan aloittamista on suositeltavaa, jotta virheiltä sekä turhalta työltä vältyttäisiin.

Projektin muutoskuvat ladataan tilaajan osoittamasta paikasta, johon urakoitsijalla on pääsy. Usein sähköiset tasokuvat ja kaaviot julkaistaan projektin projektipankissa, johon tilaaja ne toimittaa urakoitsijoidensa käyttöön. Tunnettuja ja laajasti käytössä olevia projektipankkeja ovat esimerkiksi Grano Oy:n kehittämä Sokopro sekä Buildercom Oy:n BEM-palvelukokonaisuus. Tässä työssä ei oteta kantaa projektipankkien toimivuuteen tai muutenkaan kuvien lataamisesta tilaajan osoittamasta paikasta. Suurin syy tähän on, että urakoitsijalla on hyvin harvoin mahdollisuus vaikuttaa tilaajan valitsemaan tapaan toimittaa sähköisiä muutoskuvia. Tämän lisäksi toimitustavat vaihtelevat suuresti projektien koon ja luonteen mukaisesti. Pääsääntöisesti kuvien saaminen etenkin projektipankeista on helppoa ja ne ovat nopeasti ladattavissa.

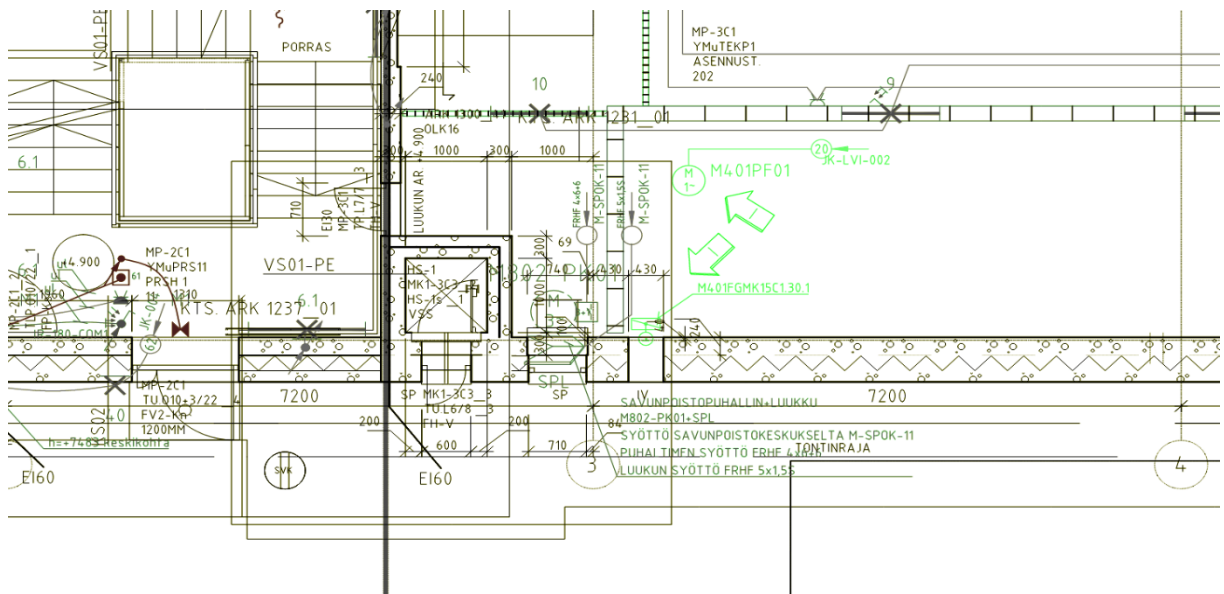
Revussa massoiteltaville tuotteille on luotava nimiöinti, jota käytetään säännönmukaisesti läpi lisä- ja muutostyölaskennan. Nimiöinnillä mahdollistetaan luvussa 5.2 esitetyn aliohjelman oikea toiminta ja täten koko prosessin nopeuttaminen. Säännönmukaisella nimiöinnillä voidaan aliohjelmassa osoittaa nimiöintiä vastaava tuotepaketti. Tuotepaketitieto tarvitaan Brokerlaskentaohjelmaa varten, jossa paketille pystytään määrittelemään oikea sisältö tarvike- ja työhintoineen.

Tätä työtä varten on luotu n. 300 erilaista nimiöintiä ja niille on osoitettu vastaava tuotepaketti. Nimiöinnissä on pyritty käyttämään yleisesti käytössä olevia lyhenteitä, sekä yleisiä tuotteita kattavan toiminnan takaamiseksi. Nimiöintiä ja tuotepakettien sisältöä on helppo muokata tarvittaessa eikä sen muokkaus vaikuta aliohjelman toimintaan. Brokerin osalta tärkeää on käyttää STUL-nimikkeistön mukaisia tuotepaketteja, jotta nimiöinnin yleistettävyyks säilyy kohtuullisella tasolla. Tämän tuotetietokannan toimintaa käsitellään paremmin luvussa 5.2.

Pisteet		Kaapelit		Johtotiet	
PR_1os_pinta_44	SP23745211	MMJ_3x1.5_OJ	SP041053010	KS80_500_palo	SP14740560
PR_1os_pinta_65	SP24151211	MMJ_3x1.5_KJ	SP041053011	KS80_500_norm	SP14736560
PR_2os_pinta_44	SP23778211	MMJ_3x1.5_kyt	SP041053027	KS80_300_palo	SP14740360
PR_2os_pinta_65	SP24152211	MMJ_3x2.5_OJ	SP041053110	KS80_300_norm	SP14736360
VoimaPR_16A	SP24610211	MMJ_3x2.5_KJ	SP041053111	KS90_500	SP14745590
VoimaPR_32A	SP24611211	MMJ_3x2.5_kyt	SP041053127	KS90_300	SP14745390
VoimaPR_64A	SP24612211	MMJ_3x6_OJ	SP041053210	KST_500	SP14750590
		MMJ_3x6_KJ	SP041053211	KST_300	SP14750390
		MMJ_3x6_kyt	SP041053227	NL	SP14731694
		MMJ_5x1.5_OJ	SP041053410		
		MMJ_5x1.5_KJ	SP041053411		
		MMJ_5x1.5_kyt	SP041053427		
		MMJ_5x2.5_OJ	SP041053510		
		MMJ_5x2.5_KJ	SP041053511		
		MMJ_5x2.5_kyt	SP041053527		
		MMJ_5x6_OJ	SP041053610		
		MMJ_5x6_KJ	SP041053611		
		MMJ_5x6_kyt	SP041053627		

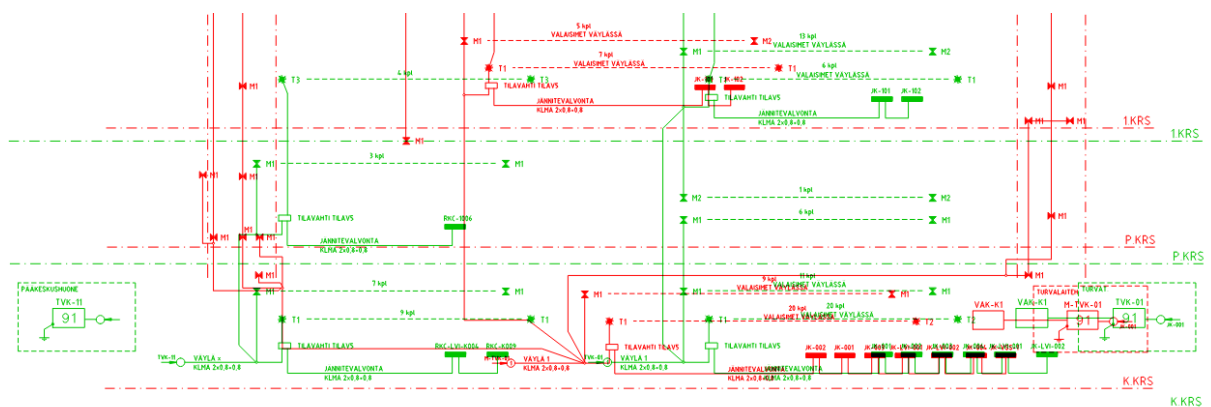
Kuva 25. Osa nimiöinnin tuotteista ja tuotepaketeista

Muutosten massoittelussa käytetään apuna Revun vesileimaustoimintoa, jossa revisioituista tasokuvista tai kaavioista muodostetaan yksi vesileimattu kuva. Tässä vesileimatussa kuvassa muutokset voidaan osoittaa eri värein, ja ne on helppo havaita laskennassa. Kuvien vesileimauksessa kuville määritellään väri, jonka mukaisesti Revu värjää kuvan. Käyttäjä pystyy itse määrittelemään, millä väreillä haluaa kuvan värjätä. Tärkeintä on, että vesileimatussa kuvassa muutokset ovat selkeästi näkyvissä, jolloin tuotteiden etsiminen on helppoa. Suositeltuja värejä ovat esimerkiksi vanhalle revisiolle punainen ja uudelle vihreä, jolloin vesileimatussa kuvassa poistuneet tuotteet näkyvät punaisina, samana pysyneet mustina ja lisääntyneet vihreinä. Kuvasta 21 voidaan huomata, että esimerkiksi arkkitehtipohja näkyy mustana, jolloin käyttäjän on helppo poimia muutokset tasokuvasta.



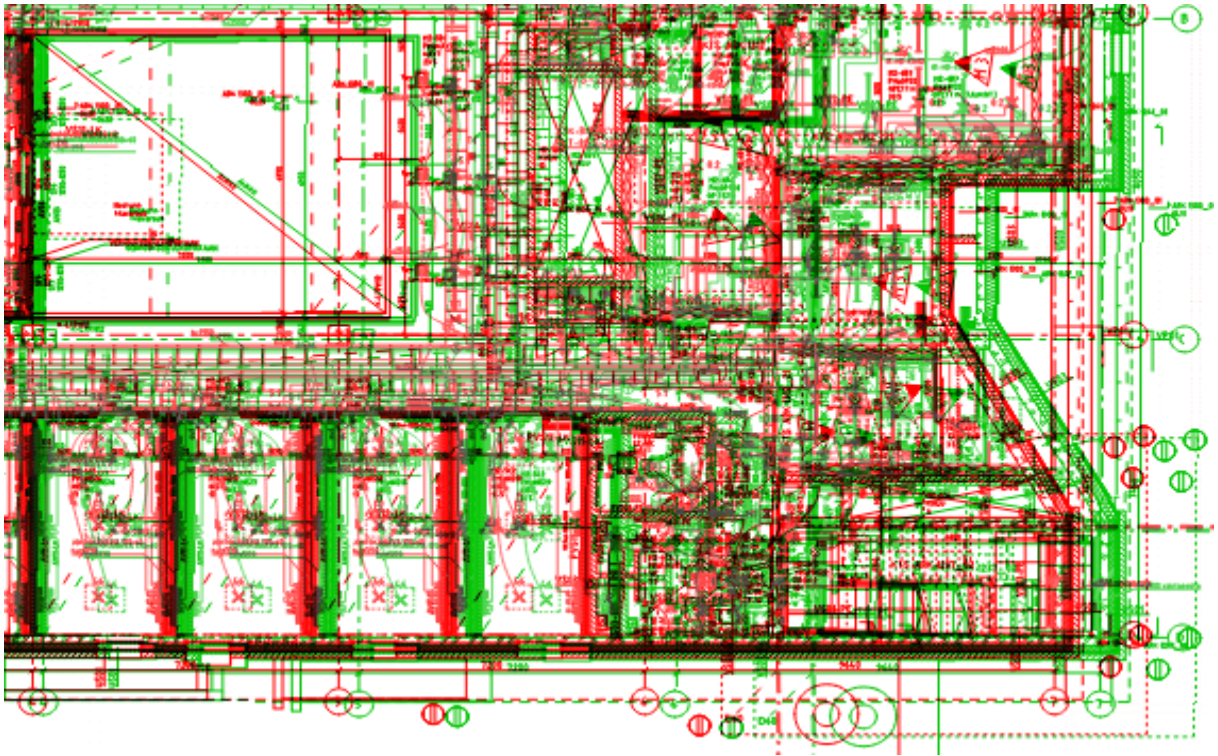
Kuva 26. Esimerkki vesileimatusta kuvasta. Lisätty puhallin, palopelti ja kaapeloinnit näkyvät vihreänä. Muuttumaton arkkitehtipohja näkyy mustana.

Vesileimaus on ongelmallista, jos revisoidut kuvat ovat muuttuneet todella paljon tai ne ovat syystä tai toisesta tulostuneet eri lähtöpisteestä. Suuresti muuttuneet kuvat ovat yleensä vesileimauksen jälkeen hyvin epäselviä, jos muutoksia on paljon. Tällöin vesileimatusta kuvasta voi olla vaikea erottaa, mitä tuotteita on lisääntynyt tai mitä poistunut. Esimerkkinä voidaan pitää kuvan 27 kaaviota, josta on samanaikaisesti sekä lisätty että poistettu sisältöä.



Kuva 27. Suuret muutokset vesileimauksessa aiheuttavat haasteita tuotteiden massoitteeluun

Samanlainen ongelma kuvan epäselvyyden kannalta syntyy, jos suunnittelutiedosto on tulostettu pdf-muotoon eri lähtöpisteestä kuin edeltävä revisio. Tällöin kuvat eivät asetu automaattisesti oikealle kohdalle ja lopputuloksena on erittäin epäselvä vesileimattu kuva.

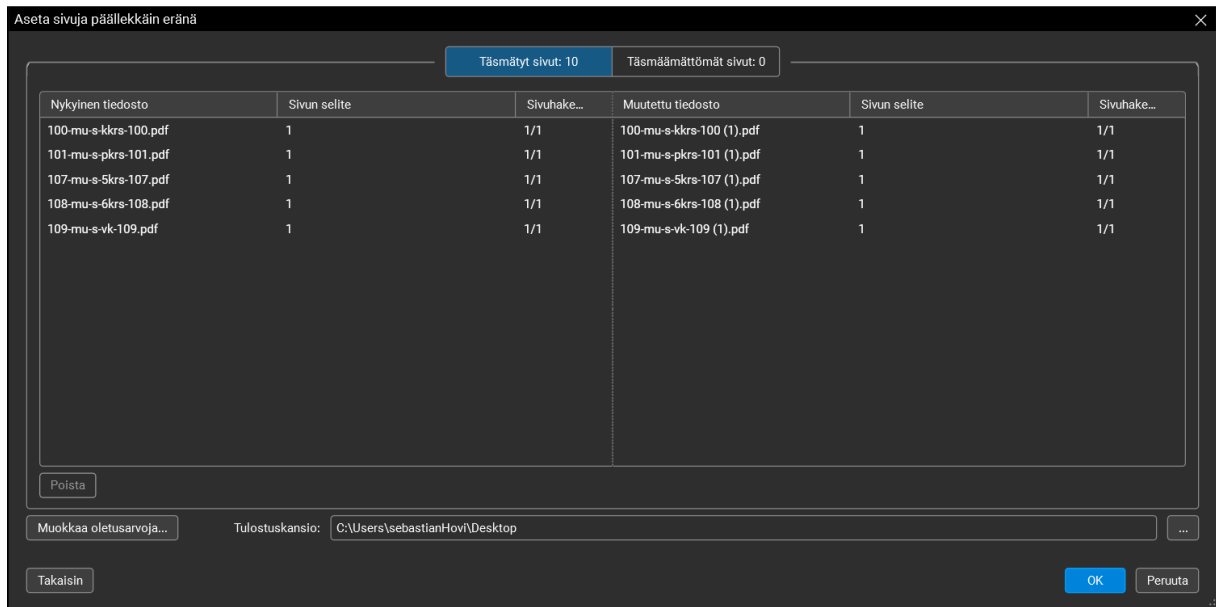


*Kuva 28. Eri lähtöpisteestä tulostetut pdf-kuvat eivät asetu vesileimauksessa oikein.*

Väärin tulostuneiden kuvien osalta lähtöpiste on mahdollista korjata Revussa. Vesileimauksessa kuville asetetaan kolme kohdistuspistettä molempiin revisioihin, joiden mukaan Revu kohdistaa kuvan oikealle paikalle. Kohdistaminen vie laskennassa aikaa ja saattaa olla vaivalloista riippuen tulostuksen virheistä.

Vesileimausta voidaan käyttää yksittäisten revisioiden vertailuun tai kokonaiseen muutosluetteloon yhdellä kertaa. Revussa vesileimaustoimintoja on kaksi: vesileimaus ja erien vesileimaus. Tässä tapauksessa erien vesileimauksella tarkoitetaan usean taso- tai kaaviokuvan vesileimausta yhdellä kertaa. Laskennan kannalta nopeinta on käyttää erien vesileimausta. Tällöin käyttäjä lataa muutosluettelon mukaiset päivittyneet kuvat sekä niiden vanhat revisiot käyttöönsä. Tämän jälkeen Revulle osoitetaan tiedostopolku, josta Revu hakee muutosluettelon mukaisen uusimman revision ja sitä edeltäneen revision. Erän vesileimauksessa Revulle pitää myös kertoa, mitkä kuvat ovat pareja keskenään. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi

tiedostonimen, kuvan otsikon, sivumäärän tai manuaalisen määrittelyn avulla. Kun käytössä on Windows-käyttöjärjestelmä, helpointa on ladata kuvat käyttäen samaa kansiota, jolloin Windows nimeää kuvat samalla tiedostonimellä mutta erottaa revisiot toisistaan käyttäen juoksevaa numerointia. Numeroinnin ansiosta käyttäjän on helppo määrittellä uusi ja vanha revisio toimimalla latausvaiheessa järjestelmällisesti.



Kuva 29. Tiedostojen täsmäytys Revussa tiedostonimen perusteella

Erien vesileimaaminen nopeuttaa laskentaprosessia huomattavasti. Isoimmat ajalliset säästöt saadaan käsittelemällä kaikki muutosluettelon mukaiset taso- ja kaaviokuvat kerralla, jolloin yhdellä työkierrolla saadaan vesileimatut kuvat kaikista halutuista kuvista eikä jokaista kuvaa tarvitse vesileimata erikseen. Samalla pystytään myös tallentamaan kaikki vesileimatut kuvat haluttuun tiedostosijaintiin, jossa niiden jälkikäsitteily on mahdollista.

Kuvien vesileimaamisen jälkeen niistä on helppo poimia muutokset. Projektihenkilöstö käy läpi kuvan kerrallaan ja poimii muutokset, ja samalla määrittellään muutoksien sisältö. Muutoksien poimiminen on prosessin hitain vaihe, mutta samalla tärkein. Tässä vaiheessa laskija määrittelee laskelmansa tuotteet, asennustavat ja määrät. Laskijan tulee olla hyvin perillä kohteen sisällöstä, jotta hän osaa käyttää oikeita tuotteita ja asennustapoja oikeissa paikoissa. Samalla voidaan tarkastella, onko työ ylipäättään tehtävissä vai onko sille esteitä, jotka aiheuttavat mahdollisia lisäkustannuksia.

Massoittelun jälkeen Revulle on määriteltävä oikea massojen tulostusasettelu tätä työtä varten rakennettua aliohjelmaa varten. Aliohjelma tunnistaa valmiista listasta määritellyn tiedostonimen, massoitellun tuotteen eli aiheen, mittausyksikön sekä massoitellun tuotteen määrän, joten kokonaisuuden toimimisen takaamiseksi näiden tietojen tulee löytyä tulostettavasta listasta. Revussa tulostusasettelun määriykset voidaan tallentaa erilliseen tiedostoon, jolloin kerran oikein tehty tulostusasettelu on helppo ladata käyttöön tarvittaessa. Tämä myös varmistaa, että erillisten laskentakertojen väliset listat ovat yhdenmukaisia ja täten myös jälkikäteen helposti luettavia.

Aihe	Mittaus	Mittaus Yksikkö	Tiedostonimi
MMJ_3x2.5_OJ	17,5	m	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf
MMJ_3x2.5_KHPY	8	m	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf
MMJ_3x2.5_kytk	2	Laske	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf
KS80_300_palo	23,56	m	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf
MMJ_3x2.5_OJ	21,57	m	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf
MMJ_3x2.5_kytk	2	Laske	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf
MMJ_3x2.5_KHPY	16	m	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf
MMJ_5x2.5_kytk	2	Laske	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf
MMJ_5x2.5_OJ	14,3	m	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf
PR_1os_pinta_44	3	Laske	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf
VoimaPR_16A	2	Laske	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf
KS80_500_norm	19,55	m	109-mu-s-vk-109_p1_Overlay Pages_109-mu-s-vk-109 (1)_p1.pdf

*Kuva 30. Esimerkki kokonaisen muutosluettelon massoittelusta*

Kokonaisuudessaan Revun toiminnoilla voidaan tuottaa riittävän helppolukuista sekä tarkkaa tietoa revisioiden välisistä muutoksista. Vesileimatut kuvat ovat pääsääntöisesti selkeitä ja niistä muutokset on helppo löytää. Ne ovat myös tallennettavissa jälkikäsitteilyä varten esimerkiksi pilvipalveluihin. Yhteensopivuuden näkökulmasta katsottuna Revun ongelmana on nimettyjen tuotteiden määrittely laskentaohjelman paketeiksi, jotka sisältäisivät kaikki tuotteen asennukseen tarvittavat työt ja pientarvikkeet. Tuotepakettien nimiöinti laskentavaiheessa olisi liian raskasta ja hidastaisi laskentaa huomattavasti. Tämän takia tulostettua listaa joudutaan käsittelemään erillisellä Python-aliohjelmalla, jossa nimiöintien perusteella tuotteille määritellään oikeat tuotepaketit.



## 5.2 Aliohjelma

Revussa tehtävä laskenta on pistelaskentaa. Pistelaskennassa laskija määrittelee asennustavat, määrät ja tuotteet, mutta ei ota kantaa esimerkiksi pientarvikkeiden, kuten ruuvien, menekkiin. Myös pisteiden sisältämän työhinnan määrittely ei kuulu Revussa tehtävään laskentaan. Revussa määriteltyjen pisteiden perusteella voidaan pisteille määrittellä oikeat tuotepaketit, jotka sisältävät kaiken pisteeseen kuuluvat työt ja pientarvikkeet. Tuotepakettien avulla pisteille saadaan laskettua oikeat materiaali ja työhinnat, joiden perusteella tilaajalle voidaan antaa tarjous lisä- tai muutostyöstä. Aliohjelman tarkoituksena on muokata Revusta tulostettua laskentalistaa sellaiseen muotoon, josta laskentaohjelmisto pystyy määrittelemään oikeat tuotepaketit tarjoukseen.

SP040105007	AFUX-HF C-PRo 3x1,5S Cca AFUMEX C-PRo O+JAPP	3,00	18,55	7,08	0,00	0,00	25,63	25,63						
SP8811124056	JAPP 16 PURSO	1,00	5,58	1,73	0,00	0,00	7,31	7,31						
2610113	Putken ulkohalkaisija max 21 mm Kivi tai metalli			1,00	0,00	1,73	0,00	0,00	1,73	1,73				
S1102516	AL-ASENNUSPUTKI JAPP 16/3M	1,00	M	0,74	0,00	0,00	0,00	0,74	0,74					
S1112516	AL-JATKOSMUHVI JAPH 16	0,20	KPL	0,11	0,00	0,00	0,00	0,55	0,11					
S1131013	PUTKENPÄÄTE JAPP 16JPP-16,M-12,6,(PKK=100KPL)	0,40	KPL	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02					
S1324211	Korokepidin KOPI Pk11 17-19mm ALUKOPI Pk11 17-19mm ALU	3,00	KPL	4,59	0,00	0,00	0,00	1,53	4,59					
S1347325	Yleisruuvi. kk 4x25 PZ2. 100KPL/PAK4x25 PZ2. 100KPL/PAK	3,00	KPL	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05					
S1350637	RUUVITULPPA TP2 6X30 POLYETBETONI,KIVI,KEVYTBETONI,TIILI,LEVY,	3,00	KPL	0,08	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08					
2710113	Johdinpoikkipinta max 2,5 mm2 Putkeen,putketon,ontelo,kanaali	1,00		0,00	0,63	0,00	0,00	0,63	0,63					
S0403369	Asennuska AFUX-HF C-PRo 3x1,5 S K6M AFUX-HF C-PRo 3x1,5 S K6M	1,00	M	0,61	0,00	0,00	0,00	0,61	0,61					

Kuva 31. Esimerkki tuotepaketin sisällöstä

Aliohjelma on tehty Python-ohjelmointikielellä ja on täten itsenäinen ohjelmansa. Pythonin etuna ovat etenkin helppo muokattavuus, laajennettavuus ja yhtenäinen tuotetietokanta. Lisäksi ohjelma toimii ns. drag & drop -periaatteella, mikä tukee ohjelmiston käytön yleistettävyyttä. Normaalin käyttäjän ei tarvitse asentaa tai avata aliohjelmaa erikseen, vaan pelkkä tulostetun listan vetäminen ja pudottaminen aliohjelman pikakuvakkeen päälle riittää aktivoimaan aliohjelman toiminnan. Tuotetietokannan muokkaus ja laajentaminen on myös yksinkertaista, koska tietokantapohjana toimii yksinkertainen Excel-lista. Lisäksi aliohjelma toimii missä tahansa, jos käyttäjällä on pääsy internetiin. Aliohjelman suurimpana ongelmana on tietokannan ylläpito tuotepakettien osalta. Tällä hetkellä tuotepakettimuutokset pitää tehdä käsin ja määrittellä projektikohtaisesti sopiviksi. Tämä aiheuttaa turhaa työtä, ja yleistettävyyys projektien läpi ei ole parhaalla mahdollisella tasolla. Tuotepaketteihin on tällä hetkellä valittuna tuotteita, joita asiakasyritys käyttää 75 %:ssa kohteistaan. Muissa projekteissa on kuitenkin laajennettava tai päivitettävä tietokantaa.

Aliohjelma tekee tuotepakettimäärittelyn Revussa tehdyn nimiöinnin perusteella. Revun laskentalista tulostetaan aliohjelmaa varten csv-muodossa, jolloin listan muokkaus on ohjelmallisesti yksinkertaista. Aliohjelma lukee laskentalistan nimiöinnin ja tämän perusteella hakee tuotetietokannasta listaan nimiöintiä vastaavan tuotepaketin viereiseen soluun. Toiminto tehdään kaikille listan tuotteille automaattisesti. Jos aliohjelma ei löydä nimiöintiä vastaavaa tuotepakettia tuotetietokannastaan, tulostaa se tuotteen nimiöinnin samaan sarakkeeseen tuotepakettien kanssa. Tämä mahdollistaa tuotteen muokkaamisen laskentaohjelmistossa oikeaksi tuotepaketiksi.

Aliohjelman toiminta on erittäin yksinkertaista eikä se lisää laskentaan käytettävää aikaa olennaisesti. Aliohjelma ei myöskään muokkaa listaa muilla tavoin kuin lisäämällä tuotepaketit, joten mahdollisten virheiden tarkastus ja korjaus on mahdollista ennen ja jälkeen ohjelman käytön. Yhdistettynä Revussa tehtävään nimiöintiin ja laskentaohjelmiston tuotepaketteihin aliohjelma nopeuttaa koko laskentaprosessia huomattavasti. Sen isoin etu on yksinkertainen käyttö, joka ei vaadi henkilöstöltä käytön opettelua. Jos apuohjelma toimii edes kolmessa neljäosassa tuotteista, saadaan laskentaohjelmistossa tehtävää tuotepakettien valintaa vähennettyä huomattavasti ja samalla pienennettyä inhimillisten virheiden mahdollisuutta. Tunnistamattomien nimiöintiä osalta käyttäjän on helppo havaita tuotteet laskentaohjelmiston luoman satunnaisnimikkeen avulla. Tämä myös edesauttaa virheiden vähentämistä ja koko prosessin nopeuttamista.

Aihe	Mittaus	Yksikkö	Tiedostonimi	
MMJ_3x2,5_OJ	3,37	m	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf	SP041053110
MMJ_3x2,5_KHPY	1,96	m	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf	SP041053111
MMJ_3x2,5_kyt	2	Laske	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf	SP041053127
MMJ_3x2,5_OJ	23,56	m	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053110
MMJ_5x10_OJ	21,57	m	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053710
MMJ_5x10_kyt	2	Laske	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053727
MMJ_3x2,5_kyt	2	Laske	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053127
MMJ_5x2,5_kyt	2	Laske	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf	SP041053527
MMJ_5x2,5_OJ	20,01	m	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf	SP041053510
MMJ_5x2,5_KHPY	9,61	m	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf	SP041053511

*Kuva 32. Aliohjelman käsittelemä laskentalista. Aliohjelma on tulostanut tiedostonimisarakkeen viereen nimiöintiä vastaavan tuotepaketin*

### 5.3 Broker Estimate

Broker Estimate valikoitui tämän työn laskentaohjelmistoksi sen monipuolisuuden, laajuuden ja yleisyyden takia. Broker on käytössä useilla suurilla rakennusalan toimijoilla aina taloteknisistä urakoitsijoista rakennuttajiin asti. Brokerilla voidaan suorittaa tarkkaa tarjous- sekä lisä- ja muutostyölaskentaa sekä rakennusteknisistä että taloteknisistä töistä. Tässä työssä Brokeria tarkastellaan sähköurakoinnin näkökulmasta sekä erityisesti lisä- ja muutostöiden laskennan ja hinnoittelun kannalta.

Brokerin etuina lisä- ja muutostyölaskennassa ovat etenkin selkeät tuotepaketit, joiden sisältöä ja hinnoittelua pidetään yllä usean tahon toimesta. Valittavana on yrityksen itse luomat tuotepaketit, joita käytetään usein tarjouslaskennan apuna niiden yrityskohtaisen tarkkuuden takia, tai Sähköinfo Oy:n luomat tuotepaketit, joita käytetään etenkin lisä- ja muutostyölaskennassa niiden järjestötason määrittelyn takia. Brokerin Sähköinfon tuotepaketit ovat rakennusosalalla yleisesti hyväksytyjä sisällöltään, ja ne sisältävät niin materiaalin kuin voimassa olevan sähköasennusalan työehtosopimuksen mukaisen työhinnan. Brokerissa esitettyjen tuotepakettien materiaalin hinta vaihtelee riippuen käyttäjäyrityksestä, sekä voimassa olevien hankintasopimusten mukaan. Brokerin tuotetietokannan ylläpito tapahtuu yhteistyössä Sähköinfo Oy:n, Oy Mercus Software Ltd:n sekä käyttäjäyrityksen kanssa. Tämän enempää ei siihen tässä työssä oteta kantaa.

Tämän työn osalta Broker toimii kaiken edeltävän työn kokoavana ohjelmistona. Revussa tehty pistelaskenta ja aliohjelmalla muokattu laskentalista syötetään Brokerin tuontityökaluun (eli niin sanottuun ”tuontivelhoon”) csv-muodossa, josta ohjelma luo käyttäjän määrityksillä hinta- ja pakettilaskennan tarjoukselle. Tuontivaiheessa Brokerissa täytyy laskentalistalle määrittellä, mitä saraketta käytetään mihinkin tarkoitukseen. Tarjouksen luettavuuden kannalta tärkeää on, että tarjous laaditaan siten että sitä voidaan verrata tilaajan tekemään muutosluetteloon. Revusta tulostetussa listassa tuotteet on kohdistettu muutosluetteloon kuvanumeroittain, ja tämä on tärkeää säilyttää myös tarjouksentekovaiheessa. Brokerin tuontivelhossa kuvanumero nimetään ryhmittelypositioksi, jolloin ohjelma luo aina ryhmittelyposition nimen mukaisen position, johon tuotteet tuodaan. Tällöin tilaajan on helpompi tarkastaa urakoitsijan laskemia muutoksia omassa tarkastuksessaan ja urakoitsijan helpompi perustella laskentaansa. Muita tärkeitä

tunnistepisteitä ovat massat eli käyttäjän laskemat määrät eri tuotteille sekä aliohjelman luoma tuotepaketti, jota käytetään tunnistuselementtinä pakettien haussa.

Välin	Määrä	Välin	Ryhmittelyposition nimi	Tunnistuselementti
i>Äihte	Mittaus	Yksikkö	Tiedostonimi	
MMJ_3x2,5_OJ	3,37	m	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf	SP041053110
MMJ_3x2,5_KHPY	1,96	m	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf	SP041053111
MMJ_3x2,5_kyt	2	Laske	100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf	SP041053127
MMJ_3x2,5_OJ	23,56	m	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053110
MMJ_5x10_OJ	21,57	m	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053710
MMJ_5x10_kyt	2	Laske	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053727
MMJ_3x2,5_kyt	2	Laske	101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf	SP041053127
MMJ_5x2,5_kyt	2	Laske	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf	SP041053527
MMJ_5x2,5_OJ	20,01	m	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf	SP041053510
MMJ_5x2,5_KHPY	9,61	m	107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf	SP041053511
MMJ_3x2,5_OJ	15,34	m	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP041053110
MMJ_5x2,5_OJ	11,02	m	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP041053510
MMJ_3x1,5_OJ	8,65	m	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP041053010
KEVI_16_OJ	29,82	m	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP040167610
MMJ_5x2,5_kyt	2	Laske	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP041053527
MMJ_3x2,5_kyt	2	Laske	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP041053127
MMJ_3x1,5_kyt	2	Laske	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP041053027
KEVI_16_kyt	2	Laske	108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf	SP040167627
VoimaPR_16A	1	Laske	109-mu-s-vk-109_p1_Overlay Pages_109-mu-s-vk-109 (1)_p1.pdf	SP24610211
PR_2os_pinta_44	2	Laske	109-mu-s-vk-109_p1_Overlay Pages_109-mu-s-vk-109 (1)_p1.pdf	SP23778211
TurvaK_16A	1	Laske	109-mu-s-vk-109_p1_Overlay Pages_109-mu-s-vk-109 (1)_p1.pdf	SP36014211

Kuva 33. Laskentalistan tuonti Brokeriin

Käyttäjän määriteltyä sarakkeiden sisältämän informaation Broker hakee riveille tietokannastaan tuotepaketit sekä niiden määrät. Käyttäjällä on tässä vaiheessa mahdollisuus tarkistaa laskennan tarjoukselle tulostuva sisältö sekä tuotepakettien sisältämät tuotteet. Mahdolliset puutteet tai väärät tuotteet on tässä vaiheessa helppo havaita ja korjata joko alkuperäiseen laskentaan tai suoraan Brokeriin tulostuvalle tarjoukselle.

Koodi	Nimi	Määrä	Koodi	Nimi
SP041053110		3.37	SP041053110	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN OJ
SP041053111		1.96	SP041053111	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KJ
SP041053127		2	SP041053127	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP041053110		23.56	SP041053110	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN OJ
SP041053710		21.57	SP041053710	MMJ-HF 5X10S Dca REKOCLEAN OJ
SP041053727		2	SP041053727	MMJ-HF 5X10S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP041053127		2	SP041053127	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP041053527		2	SP041053527	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP041053510		20.01	SP041053510	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN OJ
SP041053511		9.61	SP041053511	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN KJ
SP041053110		15.34	SP041053110	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN OJ
SP041053510		11.02	SP041053510	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN OJ
SP041053010		8.65	SP041053010	MMJ-HF 3X1,5S Dca REKOCLEAN OJ
SP040167610		29.82	SP040167610	MKEM-HF C-PRo 16 KEVI Cca AFUMEX C-PRo OJ
SP041053527		2	SP041053527	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP041053127		2	SP041053127	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP041053027		2	SP041053027	MMJ-HF 3X1,5S Dca REKOCLEAN KYT+M
SP040167627		2	SP040167627	MKEM-HF C-PRo 16 KEVI Cca AFUMEX C-PRo KY
SP24610211		1	SP24610211	16A VOIMAPR. 5-NAP. IP34 BALS KIV
SP23778211		2	SP23778211	2-OS. LK PR. IP44 PL EXXACT VAL KIV
SP36014211		1	SP36014211	3-NAP. KUM 316 U KATKO KIV

Kuva 34. Tulostuvat tuotepaketit sekä niiden määrät

Pakettien tuonnin jälkeen Broker hinnoittelee paketit yrityksen määrittelemillä hinnoitteluhinnoilla. Jos laskentaa tehdään kohteeseen, jossa hinnoitteluperusteena käytetään omakustannehinnoittelua, voidaan Brokerin luoma tarjous tulostaa suoraan omakustannehinnoittelun sisällön määrittelyä varten. Jos hinnoitteluperusteena käytetään yksikköhintaluetteloä tai Sähköinfo Oy:n luomaa yksikkökustannuskirjaa, tulee käyttäjän käydä tuotepakettiensa hinnoittelu läpi. Tuotepaketit voidaan käydä läpi yksitellen, mikä on hidasta, mutta mahdollistaa kunnollisen tarkastuksen pakettien sisällölle. Toinen vaihtoehto on ladata hinnoittelu erilliseltä hinnoitteluposiitiolta, jonne käyttäjä on etukäteen määritellyt sovitun hinnoittelun. Molemmissa tapauksissa on suositeltavaa suorittaa pistokoeluontoinen tarkastus tarjouksen riveille mahdollisten virheiden varalta.

Brokerin etuna on etenkin luotettavuus laskennassa käytettävistä hinnoista ja pakettien oikeasta sisällöstä. Tämä mahdollistaa luotettavan laskennan pakettien sisällön osalta, eikä käyttäjän tarvitse puuttua muuhun kuin hinnoitteluun ja tarkastamiseen. Lisäksi tuodun aineiston muokkaus on helppoa, ja tuotteita voi hinnoitella, muokata tai vaihtaa käyttäjän tarpeiden mukaan vielä Brokerissa. Brokerin tuotetietokanta on myös erittäin laaja, joten suurin osa

tarvittavista tuotteista löytyy suoraan Brokerista, eikä käyttäjän tarvitse itse määrittellä käytettäviä tuotteita tai niiden hintoja.

Tämän työn osalta suurimmat ongelmat keskittyvät Brokerin laskentalistan tuontivelhoon, johon ei ole mahdollista määrittellä valmiiksi, mitä informaatiota poimitaan mistäkin laskentalistan sarakkeesta. Myös oikeiden asetusten löytäminen tuontivelhoon vie aikansa, ja tätä työtä tehdessä keskitettyä hallintaa tuontivelhon muokkaukselle ei ollut kehittäjän puolesta luotu. Vaikka tuontivelhon ongelmat hidastavatkin laskentaa jossain määrin, on laskennan sisällön tuominen Brokeriin joissain tapauksissa nopeampaa tuontivelholla kuin yksitellen hakemalla. Kun käsitellään suuria muutosluetteloita, joissa tuotteita on paljon ja määrät isoja, on tuontivelhon käyttö nopeampaa. Pienissä muutoksissa tuotteiden hakeminen suoraan Brokerin tuotetietokannasta helpottaa käyttöä ja nopeuttaa koko laskentalistan läpikäyntiä.

000511	Laskennassa	8.9.2020	DI testi		434,33	194,68	0,00	0,00	629,01	629,01
100-mu-s-kkrs-100_p1_Overlay Pages_100-mu-s-kkrs-100 (1)_p1.pdf				1,00	8,21	10,94	0,00	0,00	19,15	19,15
SP041053110	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN OJ			3,37	4,35	1,72	0,00	0,00	6,07	6,07
SP041053111	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KJ			1,96	2,70	1,00	0,00	0,00	3,70	3,70
SP041053127	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M			2,00	1,16	8,22	0,00	0,00	9,38	9,38
101-mu-s-pkrs-101_p1_Overlay Pages_101-mu-s-pkrs-101 (1)_p1.pdf				1,00	203,69	56,11	0,00	0,00	259,80	259,80
SP041053110	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN OJ			23,56	30,42	12,02	0,00	0,00	42,44	42,44
SP041053710	MMJ-HF 5X10S Dca REKOCLEAN OJ			21,57	169,96	14,45	0,00	0,00	184,41	184,41
SP041053727	MMJ-HF 5X10S Dca REKOCLEAN KYT+M			2,00	2,14	21,42	0,00	0,00	23,56	23,56
SP041053127	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M			2,00	1,16	8,22	0,00	0,00	9,38	9,38
107-mu-s-5krs-107_p1_Overlay Pages_107-mu-s-5krs-107 (1)_p1.pdf				1,00	62,88	27,93	0,00	0,00	90,80	90,80
SP041053527	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M			2,00	1,16	12,82	0,00	0,00	13,98	13,98
SP041053510	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN OJ			20,01	41,13	10,21	0,00	0,00	51,34	51,34
SP041053511	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN KJ			9,61	20,58	4,90	0,00	0,00	25,48	25,48
108-mu-s-6krs-108_p1_Overlay Pages_108-mu-s-6krs-108 (1)_p1.pdf				1,00	127,04	71,15	0,00	0,00	198,20	198,20
SP041053110	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN OJ				15,34	19,81	7,82	0,00	0,00	27,63
SP041053510	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN OJ				11,02	22,65	5,62	0,00	0,00	28,27
SP041053010	MMJ-HF 3X1,5S Dca REKOCLEAN OJ				8,65	7,79	4,41	0,00	0,00	12,20
SP040167610	MKEM-HF C-PRo 16 KEVI Cca AFUMEX C-PRo OJ				29,82	72,15	19,98	0,00	0,00	92,13
SP041053527	MMJ-HF 5X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M				2,00	1,16	12,82	0,00	0,00	13,98
SP041053127	MMJ-HF 3X2,5S Dca REKOCLEAN KYT+M				2,00	1,16	8,22	0,00	0,00	9,38
SP041053027	MMJ-HF 3X1,5S Dca REKOCLEAN KYT+M				2,00	1,16	8,22	0,00	0,00	9,38
SP040167627	MKEM-HF C-PRo 16 KEVI Cca AFUMEX C-PRo KYT+M				2,00	1,16	4,06	0,00	0,00	5,22
109-mu-s-vk-109_p1_Overlay Pages_109-mu-s-vk-109 (1)_p1.pdf				1,00	32,52	28,55	0,00	0,00	61,07	61,07
SP24610211	16A VOIMAPR. 5-NAP. IP34 BALS KIV			1,00	3,85	6,56	0,00	0,00	10,41	10,41
SP23778211	2-OS. LK PR. IP44 PL EXXACT VAL KIV			2,00	12,82	13,12	0,00	0,00	25,94	25,94
SP36014211	3-NAP. KUM 316 U KATKO KIV			1,00	15,84	8,87	0,00	0,00	24,71	24,71

Kuva 35. Tuontivelholla tuotu tarjous Brokerissa

## 5.4 Laskennan viimeistely

Prosessin viimeinen vaihe on itse tarjouksen tekeminen. Tässä vaiheessa käyttäjä valitsee Brokerin valmiista tulostusasettelusta projektia parhaiten palvelevan asettelun. Tulostusasettelun valinnalla määritellään, mitä tietoja urakoitsija esittää laskelmastaan tilaajalle. Omakustannehintaissa tarjouksissa materiaali-, työ- ja alihankintahintojen tulee olla selvästi esillä tilaajan tarkastusta varten. Yksikköhintaissa tarjouksissa taas riittää tuotteen sopimuksen mukainen yksikköhinta.

TARJOUKSEN ERITTELY TARKKA

30.09.2020 13:24  
Sivu 1 (3)

Asiakas: Malliasiakas  
Henkilö:  
Kohde: 000481 - Muutosluettelo A11  
Laskija: Sebastian Hovi  
Perustettu: 18.8.2020

Nimitys	Määrä	Yks.	Mat á netto	Mat netto yht.	Työ á netto	Työ netto yht.	Alih á netto	Alih netto yht.	Muut netto yht.	Netto yht.	Aika
<b>1 E4877-104</b>	1,00		74,32	74,32	48,72	48,72	0	0	0,00	123,04	< 1
... SP14743260 TIKASPYSTY KS80-200 L=6000 HDG MEKA S<200	4,00		8,95	35,80	6,09	24,36	0	0	0,00	60,16	1
... SP14743460 TIKASPYSTY KS80-400 L=6000 HDG MEKA S<200	4,00		9,63	38,52	6,09	24,36	0	0	0,00	62,88	1
... SP14743560 TIKASPYSTY KS80-500 L=6000 HDG MEKA S<200	0,00		9,83	0,00	6,09	0,00	0	0	0,00	0,00	< 1
<b>2 E4877-105</b>	1,00		83,61	83,61	54,81	54,81	0	0	0,00	138,42	< 1
... SP14743260 TIKASPYSTY KS80-200 L=6000 HDG MEKA S<200	4,50		8,95	40,27	6,09	27,41	0	0	0,00	67,68	1
... SP14743460 TIKASPYSTY KS80-400 L=6000 HDG MEKA S<200	4,50		9,63	43,33	6,09	27,41	0	0	0,00	70,74	1
... SP14743560 TIKASPYSTY KS80-500 L=6000 HDG MEKA S<200	0,00		9,83	0,00	6,09	0,00	0	0	0,00	0,00	< 1

Kuva 36. Esimerkkiasettelu omakustannehintaiseen tarjoukseen.

TARJOUKSEN ERITTELY TARKKA

30.9.2020  
Sivu 1 (2)

Asiakas: Malliasiakas  
Henkilö:  
Kohde: 000481 - Muutosluettelo A11  
Laskija: Sebastian Hovi  
Perustettu: 18.8.2020  
Voimassa: 18.9.2020

Nimitys	Määrä	Yks.	Yksikköhinta	Hinta yht.
<b>1 E4877-104</b>	<b>1,00</b>		<b>123,04</b>	<b>123,04</b>
SP14743260 TIKASPYSTY KS80-200 L=6000 HDG MEKA S<200	4,00		15,04	60,16
SP14743460 TIKASPYSTY KS80-400 L=6000 HDG MEKA S<200	4,00		15,72	62,88
SP14743560 TIKASPYSTY KS80-500 L=6000 HDG MEKA S<200	0,00		15,92	0,00
<b>2 E4877-105</b>	<b>1,00</b>		<b>138,42</b>	<b>138,42</b>
SP14743260 TIKASPYSTY KS80-200 L=6000 HDG MEKA S<200	4,50		15,04	67,68
SP14743460 TIKASPYSTY KS80-400 L=6000 HDG MEKA S<200	4,50		15,72	70,74
SP14743560 TIKASPYSTY KS80-500 L=6000 HDG MEKA S<200	0,00		15,92	0,00

Kuva 37. Esimerkkiasettelu yksikköhintaiseen tarjoukseen.

Tarjouksen etusivulle lasketaan tarjouksen lopullinen hinta. Urakkamuodosta ja hinnoitteluperusteesta riippuen tulee etusivulla huomioida projektin erityispiirteet. Esimerkiksi omakustannehintaissä tarjouksissa tulee tarjoukseen lisätä yrityskohtaiset sosiaalikulut, mahdolliset matkakustannukset, mahdolliset ruokarahat sekä sopimuksen mukainen yleiskustannuslisä. Lopullisen hinnan muodostuminen on hyvä avata erillisellä laskelmalla tarkastettavuuden ja selkeyden vuoksi. Etusivulle voidaan myös lisätä tarjoukseen liittyviä ehtoja, kuten maksuehto ja voimassaoloaika.

Laskennan eri vaiheissa käsitellään useita eri tiedostomuotoja, listoja ja tarjouksia. Kokonaisuuden hallinnan osalta tärkeää on, että kaikki tarjoukseen liittyvä materiaali on laskijalla tallennettuna jatkokäsittelyä varten. Yhdenmukainen toiminta ja tallentaminen edesauttavat kokonaisuuden hallintaa, mahdollisten muutosten tekemistä ja tarkastettavuuden takaamista. Myös tallennustilan ja tallennetun tiedon saatavuutta tulee harkita laskennassa. Erilaiset pilvipalvelut ovat suureksi avuksi tiedon jaossa ja ajantasaisen informaation ylläpitämisessä. Niiden etuna on myös mahdollisuus jakaa laskettuja kuvia, tarjouksia ja muutoksia reaaliajassa tilaajan kanssa. Laskennan tehostamisen lisäksi tiedon jaon tehostaminen on tärkeässä roolissa, kun tarkastellaan lisä- ja muutostöiden vaikutusta koko projektiin ja sen kustannusmuutoksiin.



## 6 AUTOMATISAATIOPROSESSIN VIEMINEN KÄYTÄNTÖÖN JA JATKOKEHITYS

Valitettavan usein projektihenkilöstö turvautuu tuttuihin ja omasta mielestään turvallisiin laskentatapoihin. Tämä todennäköisesti johtuu perehtymättömyydestä uuteen tekniikkaan sekä (etenkin kokeneempien projektipäälliköiden osalta) rajallisesta tietoteknisestä osaamisesta. Vasta viimeisen viiden vuoden aikana talotekniikkaurakoitsijoille on tullut käyttöön erilaisia sähköisen laskennan toimintoja nuoremman projektihenkilöstön tuotua kehitysehdotuksia alalle. Yritysten suhtautuminen muutoksiin on pääsääntöisesti ollut myönteistä, ja sähköisen laskennan eri tapoja ja tyylejä on ilmaantunut työmaille tasaisella syklillä. Kokeneemman henkilöstön koulutus ja perehdytys sähköiseen laskentaan on kuitenkin varsin hidasta, ja perinteiset laskentametodit ovat käytössä vielä useilla työmailla. Kirjoittajan oman tarkastelun perusteella projekteissa, joissa on käytetty perinteisiä laskentametoodeja, on eniten haasteita tarjousten käsittelyssä. Tämä pääsääntöisesti johtuu laskennan läpikäynnin haasteista ja aiheuttavat usein erimielisyyksiä tilaajan ja urakoitsijan välillä.

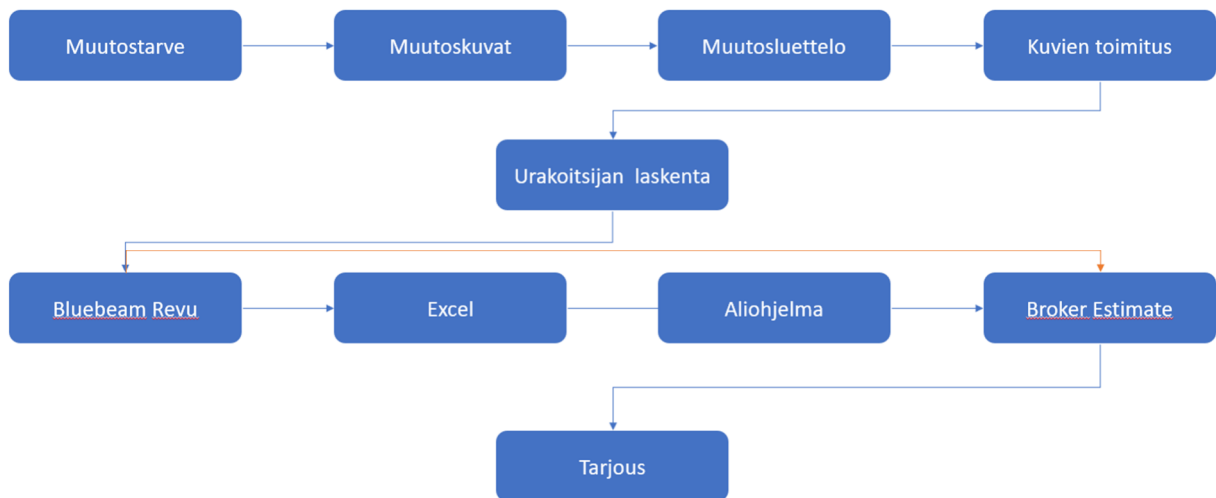
Lisä- ja muutostöiden laskentaa kehittämällä on mahdollista edesauttaa projektien sujuvaa läpivientä ja samalla varmistaa omien sopimus- ja YSE-velvollisuuksien täyttyminen. Lisä- ja muutostyöt ovat keskeisessä osassa nykypäivän rakentamista ja etenkin taloteknisiä järjestelmiä, joten urakoitsijoilla tulee olla riittävät työkalut niiden käsittelyyn. Sähköisillä laskentatyökaluilla edesautetaan myös urakoitsijan ja tilaajan välistä toimintaa ja mahdollistetaan nopea ja tarkka käsittely molemmille osapuolille. Prosessia automatisoimalla voidaan laskentaa suorittaa entistäkin tarkemmin poistamalla inhimillisiä virheitä ja vähentämällä turhia käsin tehtäviä välivaiheita. Tätä varten henkilöstöä tulee kuitenkin kouluttaa huomattavasti enemmän ja perehdyttää riittävän laaja-alaisesti käytettäviin ohjelmistoihin ja laskentatapoihin. Ohjelmistojen aiheuttamat kustannukset eivät kirjoittajan näkökulmasta tule olemaan ongelma, koska hankinta- ja ylläpitokustannukset ovat liiketoimintaan nähden matalia.

Tämän työn pohjalta jatkotutkimusta tulisi tehdä etenkin sähköisen laskennan tuottaman informaation hallinnasta. Tutkimusta voisi laajentaa myös koko projektin informaation hallintaan, koska tällä hetkellä keskitettyä informaation hallintaa, johon yrityksen eri osaluilla olisi pääsy, ei ole. Alustavia versioita yrityksen sisäisistä pilvipalveluista on käytössä,

mutta ne eivät tue organisaation ulkopuolista jakamista tietoturvasyistä. Projekteilla on mahdollisuus jakaa informaatiota tilaajalle käyttämällä erilaisia julkisia pilvipalveluita, mutta näiden ongelmana ovat myös tietoturva ja sen riittävyys erilaisissa projekteissa. Käytettäessä useita erilaisia julkisia pilvipalveluratkaisuja tulee myös huomioida tarpeeton kustannusten nousu verrattuna keskitetympään ratkaisuun. Ongelmia tuottavat myös keskitetyn tiedonhallinnan puute ja yhteensopivuusongelmat tilaajien järjestelmien kanssa. Yhteensopivuusongelmia ovat etenkin erilaiset rekisteröitymis- ja kirjautumistiedot ja niiden käytön tarve erilaisilla pilvipalveluilla.

## 7 YHTEENVETO

Tässä diplomityössä on selvitetty talotekniikkaurakoinnin lisä- ja muutostyölaskennan nykytilaa, sen ongelmia ja kehityskohteita. Lisäksi työssä on tarkasteltu sähköisen laskennan mahdollisuuksia ohjelmistotasolla sekä automatisaatioprosessin kannalta. Automatisaatioprosessia varten työhön on valittu ohjelmistoiksi Bluebeam Revu 20 eXtreme sekä Broker Estimate. Nämä ohjelmat tukevat tarvittavaa määrää erilaisia työkaluja, joiden avulla laskenta on mahdollisimman tehokasta ja helposti käytettävää. Valittujen ohjelmistojen ehdoilla on tässä työssä rakennettu oma Python-kielinen aliohjelmansa, jota hyödyntämällä voidaan nopeuttaa laskentaa entisestään ja vähentää virheiden mahdollisuuksia. Automatisaatioprosessin suurimmat edut saavutetaan etenkin paljon muutoksia sisältävissä muutosluetteloissa. Pienempien osalta käyttäjän on syytä harkita prosessin viimeisen vaiheen sivuuttamista.



Kuva 38. Laskennan eteneminen

Tämän työn tavoitteena oli etenkin tunnistaa lisä- ja muutostyölaskennan ongelmakohdat sekä löytää työkaluja näiden ongelmien ratkaisuksi. Koko prosessin sujuvuuden kannalta ensisijaisen tärkeiksi (ja eniten aikaa säästäviksi) vaiheiksi osoittautuivat kuvien sähköinen käsittely ja sähköisen laskentaohjelmiston käyttö. Sähköisellä käsittelyllä mahdollistetaan muutosluettelon läpikäynti missä ja milloin tahansa sekä avataan käyttäjälle kokonaan uusia mahdollisuuksia laskennan toteuttamiseen. Laskentaohjelmiston käyttö mahdollistaa tarkan, helposti luettavan ja muokattavan tarjouksen muodostamisen, jonka sisältöä tilaajan ja

urakoitsijan on helppo käsitellä. Sen tuottamalla informaatiolla voidaan myös helpottaa yrityksen sisäisiä prosesseja, kuten työryhmän urakkapalkan määrittystä, ja seurata lisä- ja muutostöiden vaikutusta projektin talouteen.

Suurten muutosluetteloiden, joiden muutoskuvien lukumäärä on yli kymmenen kuvaa, kohdalla tässä työssä esitetyn prosessin käyttö on todettu toimivaksi, ja automatisoimalla laskentalistan siirto laskentaohjelmistoon aliohjelman avulla on toiminut suunnitellulla tavalla. Ajallinen säästö prosessin loppupäässä ei kuitenkaan ole yhtä merkittävää kuin laskennan alkupäässä. Suurempana etuna tuleekin huomioida parantunut tarkkuus, kun esimerkiksi laskentalistan manuaalinen siirto laskentalistasta laskentaohjelmistoon hoidetaan automaattisesti. Pienempien muutosluetteloiden (kuvia vähemmän kuin kymmenen kuvaa) kohdalla prosessin viimeinen vaihe hieman hidastaa laskentaa. Etenkin silloin, kun muutoksia on vähän tai ne sisältävät vain tarkennuksia, on laskentalistan manuaalinen siirtäminen laskentaohjelmistoon perustellumpaa.

Tässä työssä luodun laskentaprosessin orjallinen noudattaminen ei palvele kaikkia urakkamuotoja, ja projektien erityispiirteet henkilöstössä ja tavoissa tulee myös ottaa huomioon uutta projektia aloitettaessa. Esitetty prosessi kuitenkin luo raamit ja esittää sisällön sille, mitä lisä- ja muutostöiden käsittelyssä tulee tehdä, jotta YSE 1998:n mukaiset velvollisuudet tulevat täytetyiksi. Se myös helpottaa urakoitsijan ja tilaajan välistä kanssakäymistä, kun urakoitsijalla on selkeä prosessi lisä- ja muutostöiden käsittelylle heti projektin alusta.

Luodun yhteiskäytön osalta työn tavoitteet saavutettiin kohtalaisen hyvin. Koko prosessille onnistuttiin luomaan toimiva yhteiskäyttö, joka palvelee prosessin läpivientiä hyvin. Yhteiskäytön osalta pieneksi haasteeksi muodostuu projektien erilaisuus ja etenkin aliohjelman sisältämien tuotepakettien sisällön ylläpito ja päivittäminen projekteille sopivaksi. Nimiöinnin laajuus ja oikean hinnan muodostumisessa projektien ja tuotteiden vaihtuessa tuovat myös omat rajoituksensa yhteiskäytölle. Yllä mainitut ongelmat voidaan kuitenkin suurilta osin ratkaista nimeämällä aliohjelman ylläpidolle vastuuhenkilö, joka tarvittaessa päivittää tietokantaa ja nimiöintiä projektien tarpeisiin.

Tästä työstä saatava tutkimustieto liittyen lisä- ja muutostöiden käsittelyongelmiin, erityispiirteisiin sekä niille tarjotut ratkaisumallit ovat tämän työn julkaisuhetkellä käyttöönottovaiheessa kahdessa suomalaisessa talotekniikka-alan yrityksessä. Alustavat

kommentit työkalujen käytettävyydestä ja toiminnasta erilaisissa ympäristössä ovat olleet rohkaisevia, ja laskentaprosessia on saatu nopeutettua, tarkennettua ja yksinkertaistettua huomattavasti. Koko laskentaprosessin automatisointi on ollut käytössä yhdessä projektissa, jossa havainnot ovat niin ikään olleet rohkaisevia.

## 8 LÄHTEET

- [1] Kankainen, J & Junnonen J.M. 2004 Rakennuttaminen 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [2] Sandberg, E 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka osa 2. Helsinki: Talotekniikka-julkaisut
- [3] RT 10-11105 2013. Tehtävuluettelot Käyttöohje KO12. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [4] RT 10-11284 2017. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtävuluettelo HJR18. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [5] Peltonen, T & Kiiras, J. 1998. Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [6] Ahokas, I-L., Klementjeff, P., Larsén, E ja Lehtonen, R. 2014. Urakoitsijan YSE-opas. 7.painos. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry
- [7] Kiiras, J. 2001. Toteutusmuodon valinta ”Tehtävätarjotin ja toteutusmuotokorit”. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [8] Sahkoala.fi. 2020. Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakkamuodot. [verkkojulkaisu] Saatavissa [https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi\\_FI/Sopimussuhteet%20/](https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/) [Vierailtu 6.4.2020]
- [9] Kiiras, J. et al. 2007. SUKE: malli talotekniikan suunnittelun ja hankintojen ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [10] Kruus, M., Kiiras, J. Raveala, J., Saari, A., Salmikivi T. 2006 SUKE Malli suunnittelun ohjaukseen. Helsinki: Rakennustieto Oy

- [11] Infra ry. 2013. 1. Urakka-asiakirjat ja sopimukset. [verkkajulkaisu] Saatavissa <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/jasenpalvelu/sahkoiset-julkaisut/tyomaakansio/tyomaakansio-1.pdf> [Vierailtu 04.05.2020]
- [12] Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE 1998. 2016. 2. painos. RT 16-10660. Helsinki: Rakennustieto Oy
- [13] Kivioja, H. 2014. YSE 1998 Käyttö ja tulkinta. Helsinki. Talonrakennusteollisuus ry.
- [14] Sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimus 1.2.2018-31.3.2020. Helsinki: Sähkötekniset työnantajat STTA ry, Palvelualojen työnantajat PALTA ry ja Sähköalojen ammattiliitto ry