



Joonatan Valkeapää

LVI-urakointiyrityksen tarjouslaskennan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

8.3.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Joonatan Valkeapää
Otsikko: LVI-urakointiyrityksen tarjouslaskennan kehittäminen
Sivumäärä: 28 sivua
Aika: 8.3.2022

Tutkinto: rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma: rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine: LVI-tekniikka
Ohjaajat: lehtori Jyrki Viranko
toimitusjohtaja Antti Nousiainen

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli LVI-nelosek Oy. Työn tarkoituksena oli kehittää yrityksen tarjouslaskentaa. Kehittämisessä keskityttiin määrälaskentaan, hyödyntämällä erilaista laskentatapaa. Perinteisen käsinlaskennan rinnalle otettiin käyttöön JCAD LVI-määrät-ohjelma. Määrälaskenta ohjelman kanssa työssä käytetään taloudenhallintaa ohjelmaa Ecomia, joka on LVI-nelosten käyttämä ohjelma tarjouslaskennassa.

Työssä käytiin läpi koko LVI-urakointiyrityksen tarjouslaskentaprosessi sekä JCAD- ja Ecom-ohjelmien käyttäminen. Tavoitteena oli luoda selkeä kuva tarjouslaskennasta yleisesti sekä selventää JCAD-ohjelman käyttöä, jotta sen käyttöön ottaminen olisi helpompaa.

Työssä toteutettiin käsinlaskennan ja JCAD:n vertailu, jotta voitaisiin selvittää, onko JCAD hyödyllinen työkalu määrälaskennassa ja kannattaisiko se ottaa käyttöön. Vertailu tehtiin laskemalla uudelleen vanha käsinlaskettu kohde.

Vertailun lopputuloksena selvisi JCAD:n laskentatarkkuus ja -nopeus. Työ osoitti JCAD:n olevan loistava työkalu laskennan hallintaan ja määrien arkistointiin. Vertailussa saatiin tietyissä laskentakohteissa 10% tarkempia laskentamääriä.

Työn pohjalta onnistuttiin saamaan yritykselle työkalu, joka helpottaa siirtymistä JCAD:n käyttöön tulevaisuudessa.

Avainsanat: tarjouslaskenta, määrälaskenta, LVI, JCAD, Ecom

Abstract

Author: Joonatan Valkeapää
Title: Developing of Tender Calculation in HVAC Contractor Company
Number of Pages: 29 pages
Date: 8 March 2022

Degree: Bachelor of Construction Management
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: HVAC Engineering
Supervisors: Jyrki Viranko, Senior Lecturer
Antti Nousiainen, Chief Executive Officer

The purpose of the thesis was to develop the tender calculation of an HVAC contractor company by merging new quantity surveying methods to the company's current process. The project aimed at making process more efficient and accurate by using a computer-based program called JCAD in quantity surveying rather than calculating quantities by hand.

The project firstly analyse field related literature and field related regulation sources. Furthermore, to find out how new methods would work old methods were compared to new ones. The comparison was done by recalculating a previous contract again with JCAD.

The comparison showed that the new computer-based program was superior compared to old method. The calculations were more accurate in JCAD, and the contract was calculated in a shorter time.

The thesis showed that using new methods in the calculations is useful and makes the process more efficient and accurate. The thesis can also be used as an instruction manual to using JCAD.

Keywords: tender calculation, quantity surveying, HVAC, JCAD

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely: LVI-nelaset Oy	3
3	Tarjouslaskenta	4
3.1	Tarjouspyyntö ja sen arviointi	4
3.2	Kustannuslaskenta	6
3.3	Tarjouksen laadinta	8
3.4	Urakkaneuvottelu ja urakkasopimus	8
4	Määrälaskenta käsin	10
5	Määrälaskenta JCAD LVI-määrät	12
5.1	JCAD LVI-määrät yleistä	12
5.2	Projektin luonti	12
5.3	Määrälaskenta	14
5.4	Omat paketit ja suosikit	17
5.5	Siirtotiedoston luonti	18
6	Ecom	19
6.1	Ecom, yleistä	19
6.2	Tarjouslaskenta	20
7	Määrälaskentatapojen vertailu	23
7.1	Taustaa	23
7.2	Ajallinen vertailu	23
7.3	Laskentamäärien vertailu	25
8	Yhteenveto	28
	Lähteet	29

Lyhenteet

LVI: Lämpö, vesi, ilma

NH: Normitunti

RAU: Rakennusautomaatio

RST: Ruostumaton teräs

TES: Työehtosopimus

YSE: Rakennusalan yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

Talotekniikka-alalla on erittäin suuri kilpailu urakoista, etenkin pääkaupunkiseudulla. Alan urakoitsijoita on paljon, ja kilpailu urakoista on tiukkaa. Urakoiden saaminen vaatii onnistunutta tarjouslaskentaprosessia.

Tarjouslaskenta on perustana menestyksekkäälle ja tuottoisalle liiketoiminnalle, joten yrityksen tarjouslaskenta on äärimmäisen tärkeä osa yrityksen toimintaa. Ilman toimivaa tarjouslaskentaa yrityksen kustannusarvio urakasta alittuu tai ylittyy. Urakasta tulee saada selville nettokustannus, minkä jälkeen voidaan miettiä sopivaa katetta urakasta. Jos yritys tarvitsee vaikeassa tilanteessa töitä, voi kate olla pienempi, kun taas parempina aikoina pystytään tekemään töitä korkeammalla katteella.

Tällöin urakoita ei voiteta tarjouskilpailussa tai katetta ei jää tarpeeksi. Pahimmassa skenaariossa urakat jäävät tappiollisiksi. Tarjouslaskennan tulee olla siis mahdollisimman tarkkaa, jotta urakasta saadaan todenmukainen kustannusarvio. Toimiva tarjouslaskentaprosessi on aikaa vievää ja vaatii jatkuvaa kehittämistä. Kaiken kuitenkin tulee tapahtua kustannustehokkaasti, jotta tarjousten tekoon ei kulu myöskään liikaa aikaa ja resursseja. Kaikkia urakoita on mahdoton voittaa, mutta prosessin tulee toimia niin, että tavoitteena on aina päästä urakaneuvotteluihin.

Määrälaskennassa mitatut määrät ovat myös hyvä pohja mahdolliselle voitettulle urakalle, ja niistä saa kattavan käsityksen urakan materiaaleista ja kustannuksista. Määrälaskenta on aikaa vievin osuus tarjouslaskennassa. Joskus kohteista saadaan urakkalaskenta-asiakirjojen ohessa tilaajan toimittamia massalistoja. Näitä voidaan pitää suuntaa antavina, ja ne toimivat hyvin tukena omassa määrälaskennassa. Määrälaskentaa voi suorittaa pelkästään tilaajan toimittamilla massalistoilla, jotka perustuvat tietomalleihin. Tämä toiminta ei kuitenkaan ole vielä yleistynyt rakennusosalalla, koska silloin tilaajalla olisi vastuu massalistojen paikkansa pitävyydestä.

Urakoitsijan on kuitenkin laskettava määrät tarkkaan, mutta samaan aikaan mahdollisimman tehokkaasti, jotta tarjoukset ehditään viedä eteenpäin. Määrälaskenta on juuri osa-alue, jota erilaiset palveluntarjoajat keskittyvät kehittämään. Käsinelaskenta on virhealtista, ja määrien jatkuva merkkäminen on työlästä. Laskentaohjelmistoilla laskiessa virheet vähenevät, ja määrien arkistointi helpottuu.

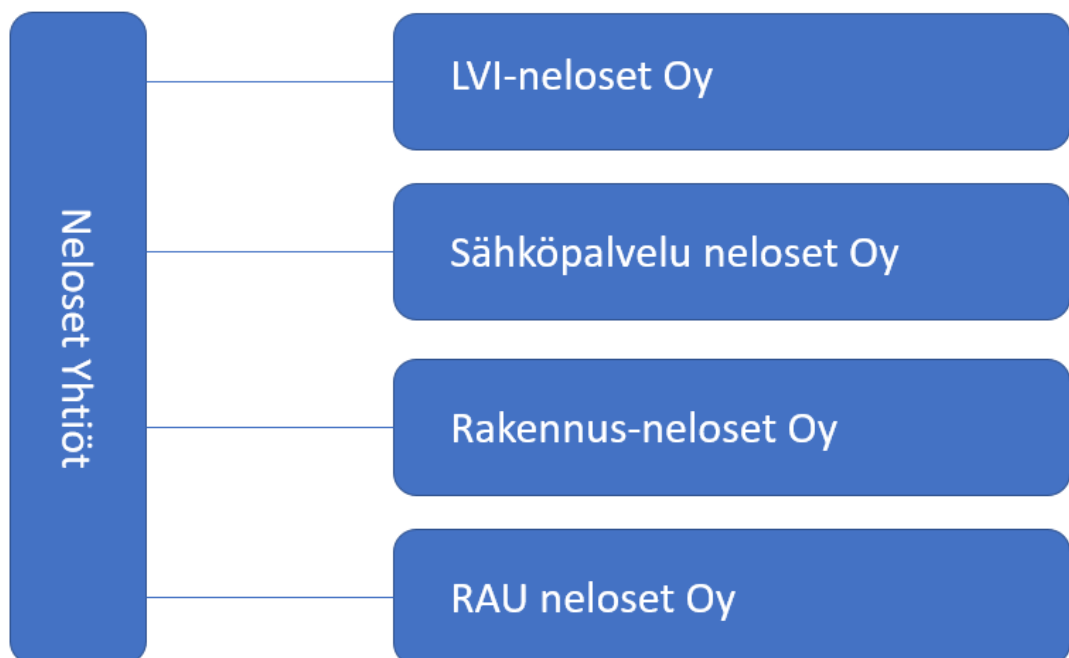
Määrälaskentasovelluksen tehokkuus selvitetään vanhan lasketun urakan määrien uudelleenlaskemisella JCAD-ohjelmalla. Tarkoituksena on verrata määriä sekä laskemiseen kulunutta aikaa. Uudelleen laskemisen tavoitteena on löytää eroavaisuuksia käsinelaskennan ja määrälaskenta ohjelman välillä.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää LVI-urakointiliikkeen tarjouslaskentaa. Työn tilaajana on LVI-nelaset oy. Kehitystyö keskittyy uusien laskentatapojen käyttämiseen. Perinteisen käsinelaskemisen sijaan käytettäisiin JCAD-laskentaohjelmaa, josta määrälaskennat voidaan viedä suoraan Ecom nimiseen taloudenhallinta ohjelmaan. Tarkoituksena on luoda tehokas ja tarkka määrälaskenta prosessi. Opinnäytetyö toimii samalla ohjekirjana JCAD:n käyttämiseen Ecomin kanssa mahdollisille tuleville tarjouslaskennan työntekijöille.

2 Yritysesittely: LVI-neloseet Oy

LVI-neloseet Oy on vuonna 2011 perustettu LVI-urakointi yritys. Sen päätoimialaa ovat linjasaneeraukset, toimitilamuutokset sekä huoltotyöt. Yritys aloitti putkiurakoitsijana, mutta vuosien varrella toimintaa on laajennettu. Vuonna 2013 toiminta laajennettiin myös ilmanvaihtopuolelle. Seuraavana vuonna konserniin ostettiin sähköliike, josta syntyi Sähköpalvelu neloseet Oy. Toimintaa laajennettiin edelleen vuosina 2016 ja 2017, jolloin konserniin perustettiin Rakennus-neloseet Oy sekä RAU-neloseet Oy. Vuonna 2017 perustettiin myös Neloseet Yhtiöt Oy, jotta konsernin rakenne selkeytyisi. Kuvio 1 esittää Neloseet Yhtiöt Oy konsernin rakenteen. (1.)

Yrityksessä on ollut JCAD-lisenssi käytössä jo aikaisemmin, mutta sen käyttö ei vakiintunut. Ohjelman käyttöönotto on nähty hankalana eikä siihen ole perehdytty kunnolla. Määrälaskenta on hoidettu perinteisin keinoin käsinlaskien paperisista suunnitelmista.



Kuvio 1. Neloseet Yhtiöt Oy:n konserni rakenne (1).

3 Tarjouslaskenta

3.1 Tarjouspyyntö ja sen arviointi

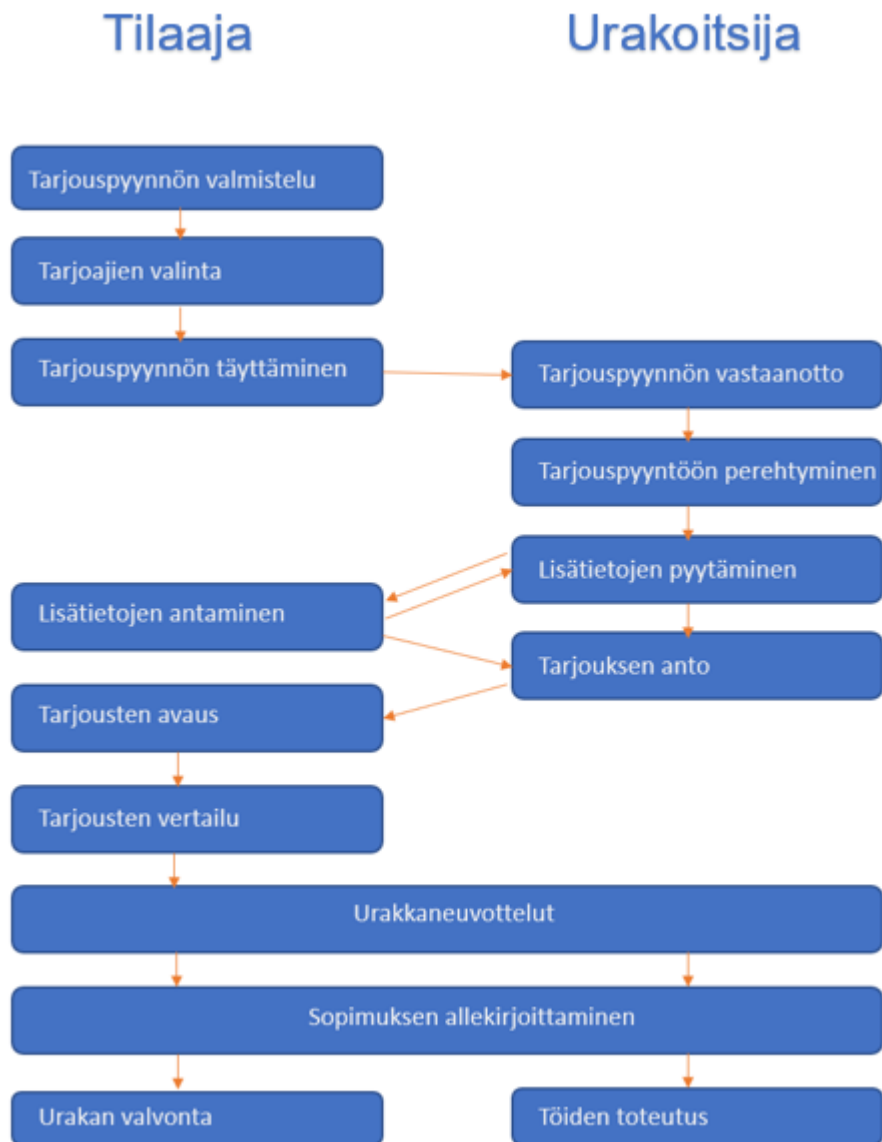
Tarjouslaskentaprosessi lähtee liikkeelle yrityksessä, siitä kun tarjouspyyntö saapuu yritykselle. Tarjouspyynnön yleensä lähettää hankkeen tilaaja tai tilaajan edustaja. Tarjouspyyntö on kehoitus tarjouksen tekemiseen, jossa tilaaja tiedustelee hankkeen kustannuksia urakoitsijalta. Tarjouspyyntö ei kuitenkaan sido urakoitsijaa tekemään tarjousta. Tarjouspyyntö ei myöskään sido tilaajaa hankkeen toteuttamiseen. Yleensä tilaaja lähettää tarjouspyynnön valitsemilleen 3–5 urakoitsijalle. (2.)

Tarjouspyynnön tulee sisältää kaikki tarvittavat asiakirjat tarjouksen laadintaa varten. Jos urakoitsija huomaa jotain puuttuvan, voi urakoitsija pyytää niitä tilaajalta. Tilaja on veloitettu antamaan kaikki tarvittava tieto tarjouksen laatimiseen. Tarjouspyynnöstä selviää myös ajankohta, mihin mennessä tarjous tulee lähettää ja miten se tulee toimittaa. Jotta tarjoukset ovat keskenään vertailukelpoisia, tulee tarjous aina antaa pyydettyssä muodossa eikä tarjoukseen saa sisältyä tarjouspyynnöstä poikkeavia ehtoja. Tarjouksen tulee olla voimassa määräjän loppuun asti. (2, s. 38; 3, s. 3.)

Tarjouspyynnön saavuttua yritykseen alkaa tarjouspyynnön arviointi. Tässä vaiheessa perehdytään tarjoukseen tarkemmin. Arvioinnin perustarkoituksena on selvittää, että yrityksellä on edellytykset työn saamiseen sekä sen suorittamiseen. Arviointi aloitetaan tarjouspyynnön lähettäjistä, joka on mahdollinen tuleva sopimuskumppani. Jos lähettäjän kanssa on tehty entuudestaan onnistuneesti yhteistyötä tai lähettäjä on potentiaalinen suurasiakas, kannattaa tarjouspyynnön asiakirjoja lähteä tutkimaan tarkemmin. Entuudestaan tuntemattoman tarjouspyynnön lähettäjän taustat kannattaa selvittää, jotta voidaan saada selville, onko tarjouskilpailussa realistista mahdollisuutta pärjätä. Tarjouspyyntöön kannattaa myös suhtautua vakavasti, mikäli se on tullut jonkun yrityksen tutun suosituksesta. (4, s. 18.)

Arvioinnissa on kriittistä selvittää yrityksen omien resurssien riittävyys. Tulee selvittää, onko yrityksellä työntekijöitä käytettävissä hankkeen ajankohtana vai onko tarpeellista käyttää vuokrattua työvoimaa. Mikäli hanke on epätavallinen verrattuna yrityksen muihin hankkeisiin, tulee pohtia, riittääkö yrityksessä osaaminen hankkeen toteuttamiseen. Voi olla, että hanketta varten otetaan osaaminen esimerkiksi aliurakoitsijan kautta tai koulutetaan yrityksen henkilökuntaa hanketta varten. (4, s. 18.)

Kun yrityksessä on päätetty lähteä tekemään hankkeesta tarjousta, alkaa perehtyminen asiakirjoihin. Ensimmäisenä tulee tarkistaa asiakirjaluettelosta, että kaikki asiakirjat ovat tulleet ja tarvittaessa pyytää tilaajalta puuttuvat asiakirjat. Seuraavaksi tulee varmistaa, milloin tarjous on jätettävä. Tämän jälkeen alkaa muihin asiakirjoihin perehtyminen. LVI-työselostuksesta selviävät yleensä käytettävät materiaalit sekä asennustavat. Kalusteluettelosta ja laiteluettelosta taas selvitetään hankkeeseen tulevat kalusteet sekä erilaiset LVI-laitteet. Tärkeää tässä vaiheessa on käydä suunnitelmat ja asiakirjat läpi tarkasti. Jos asiakirjoista puuttuu jotain tai on ristiriitoja, tulee tilaajaan olla yhteydessä ja pyytää lisätietoja. Tässä vaiheessa on hyvä tehdä muistiinpanoja asioista, joita tulee ottaa huomioon laskennassa. Tulee myös selvittää kaikki mahdolliset suuremmat hankinnat projektiin liittyen, jotta toimittajilta voidaan pyytää tarjouksia ajoissa hankinnoille. Kuviosta 2 näkee koko tarjouslaskennan prosessin vaiheittain tilaajan ja urakoitsijan näkökulmasta. (2, s. 41.)



Kuvio 2. Tarjouslaskennan prosessin vaiheet tilaajan ja urakoitsijan näkökulmasta (2).

3.2 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskenta pitää sisällään hankkeen määrä- ja työkustannus laskennan. Määrälaskennan voi suorittaa käsin suunnitelmista tai hyödyntämällä määrälaskenta ohjelmia. Määrälaskennassa lasketaan kohteen materiaalmäärät. Kun kohteeseen menevät materiaalit viedään tarjouslaskentaohjelmaan, asetetaan niille hinnat, jolloin saadaan hankkeen materiaalikustannukset selville. (2.)

Työkustannukset lasketaan LVI-alan TES:n mukaisten normituntien avulla. Normitunti on kerroin, joka kuvastaa asennukseen kuluvaan aikaan normaaliolosuhteissa. Esimerkiksi kuvasta 1 näkyvän taulukon mukaan kupariputken normitunti puristamalla on 0,30 NH/m alle 22:n mm kokoiselle putkelle. Kun kohteeseen menevät kupariputket on massoiteltu kokojen mukaisesti, kerrotaan kokonaismäärä normitunneilla. Kun normituntien summa kerrotaan normituntikerroin, saadaan materiaalin työkustannus. LVI-alan TES:n mukaan normituntikerroin on 17,22 €/NH. (5.)

Mom. 2. KUPARIPUTKET JA KOMPOSIITTIPUTKET

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki kupariputket lukuun ottamatta putkia, jotka on normiajoitettu muissa 2 §:n momenteissa.

Sarake	1	2	3
Ulkohalkaisija	Kupariputket	Kupariputket puristamalla	Komposiittiputket
Du	Sisälle	Sisälle	Sisälle
	NH/m	NH/m	NH/m
- 22	0,38	0,30	0,30
- 35	0,43	0,34	0,35
- 54	0,50	0,40	0,40
- 64	0,55	0,44	0,44
- 76,1	0,60	0,48	0,48
- 88,9	0,65	0,52	0,52
- 114,3	0,70	0,56	0,56
- 139,7	0,80	0,64	0,64
- 168,3	0,90	0,72	0,72

Kuva 1. Kupari- ja komposiittiputken normitunnit (t/metri). (5, s. 111.)

Normitunteihin voidaan myös lisätä erilaisia lisäprosentteja. LVI-alan TES:n mukaan mm. hitsattaville RST-putkille lisätään +10 % metrinormiaikoihin vaativuuslisää. Olosuhteellisää taas tulee esimerkiksi työskentelytilan korkeudesta riippuen. Rakennuskohteesta riippuen lisätään haitta- tai saneerauslisää. Esimerkiksi liikerakennuskohteeseen lisätään haittalisää 16 %, jos työalue on käytössä, lisätään vielä saneerauslisää 22 %. Haittalisät sekä saneerauslisät näkyvät kokonaisuudessaan rakennustyypeittäin kuvasta 2. (5.)

RAKENNUSTYYPPI	HAITTALISÄ	SANEERAUSLISÄ		
	Haittalisä %	Rakennus poistettu käytöstä %	Rakennus käytössä, työalue ei %	Työalue käytössä %
Asuinrakennukset (kerros, rivi- ja pientalot, vapaa-ajan asunnot, asuntolat ja vastaavat)	7	7	13	18
Palvelutalot, majoitusrakennukset, hotellit ja vastaavat	7	8	13	18
Varastorakennukset, parkkihallit, teollisuushallit, myymälä hallit, pysäköintitalot ja vastaavat	16	6	7	13
Sairaalat, hoitolaitokset ja vastaavat	16	13	20	23
Lasten päiväkodit, monitoimitalot, opetusrakennukset ja vastaavat	16	7	13	21
Liikerakennukset, myymälät, toimistorakennukset ja vastaavat	16	7	13	22
Muut rakennukset	16	7	13	22
Sellaisissa tapauksissa, joissa työ on verrattavissa uudistamiseen	Rak.tyypin mukaan	0	0	0
Suojelukohde	Rak.tyypin mukaan	Suojelukohteissa saneeraustalukkolisiin lisätään 5 %-yksikköä		

Kuva 2. Haittalisät rakennustyypeittäin. (5, s. 109)

3.3 Tarjouksen laadinta

Kun lopullista tarjousta ruvetaan laatimaan, lisätään vielä tarjoukseen esimerkiksi sosiaalikustannukset, kärkimieslisät ja matkakustannukset. Tässä vaiheessa otetaan huomioon kaikki muu, mitä kohteessa tarvitaan, kuten telineet, vuokratoneet, työmaatilat jne. Kun kaikki eri kustannukset on otettu huomioon tarjouksessa, lisätään tarjoukseen yrityksen haluama kate ja näin saadaan lopullinen urakkasumma. (4.)

Tarjouspyyntöön vastataan tilaajan haluamalla tavalla. Tarjousasiakirjat usein sisältävät tarjouslomakkeen, joka on pohja tarjouksen lähettämistä varten. Tarjouslomakkeessa voi olla erilaisia yksikköhintoja, tai se saattaa olla jaettu osahintoihin esimerkiksi palkkojen, työnjohdon ja asennusten mukaisesti. (4, s. 43.)

3.4 Urakkaneuvottelu ja urakkasopimus

Tilaaja vertailee saamia tarjouksia ja valitsee sopivimmat urakoitsijat urakkaneuvotteluihin. Urakkaneuvotteluihin pääseminen ei vielä varmista urakoitsijalle urakan saamista, mutta urakoitsijalla on loistava tilaisuus osoittaa tilaajalle oma

ammattitaito ja antaa hyvä ensivaikutelma yrityksestä. Urakkaneuvottelujen tarkoituksena on varmistaa se, että urakoitsijalla ja tilaajalla on sama käsitys tarjouspyyntöasiakirjoista. Urakoitsija voi myös mahdollisesti esittää urakan toteuttamiseen vaihtoehtoisia ratkaisuja, joilla voitaisiin säästää kustannuksia. Mutta asia tulisi esittää erillisenä vaihtoehtona tarjouksesta, jotta tarjoukset ovat keskenään vertailukelpoisia. Samalla neuvotteluissa selvitetään mahdolliset ristiriidat. Urakkaneuvotteluissa on urakoitsijan tuotava kaikki huomionsa esille urakasta ja varmistettava, että ne kirjataan urakkaneuvottelupöytäkirjaan. Pöytäkirja liitetään urakkasopimusasiakirjaksi ja on YSE:n mukaisessa pätevyysjärjestyksessä heti urakkasopimuksen jälkeen. (6.)

4 Määrälaskenta käsin

Määrälaskenta käsin tapahtuu laskemalla putket ja kanavat metreittäin paperisista suunnitelmista. Erilaiset osat ja laitteet taas lasketaan kappalemäärittäin. Samalla laskettaessa merkitään suunnitelmiin esimerkiksi korostususeilla lasketut kohdat, jotta samoja asioita ei lasketa usein. Määrätiedot kirjataan paperille tai suoraan Excel-taulukkoon. Käsinlaskennan yksi työläimpiä osia on juuri jatkuva määrien merkkäminen. Käsinlaskennassa työrauha on erittäin tärkeä, jos laskuissa menee sekaisin, joutuu aloittamaan alusta ja laskenta hidastuu huomattavasti.

Laskennan voi suorittaa myös suhdanneviivaimella. Viivaimella voi mitata metri määrät suoraan oikeassa mittakaavassa. Toinen vaihtoehto on käyttää digitaalista karttamittaria, johon voi asettaa oikean mittakaavan ja mittari laskee metrit, kun sitä vedetään suunnitelmissa putkien kohdalla. Digitaalinen karttamittari on huomattavasti nopeampi kuin suhdanneviivain ja tekee käsinlaskennasta paljon tehokkaampaa. Scale Master Pro XE-mittariin on myös saatavilla lisäosana USB-johdo, jonka avulla mittaustiedot voi viedä suoraan Excel-pohjaan. Näin vältetään työläältä metrien kirjaamiselta. Kuvassa 3 näkee digitaalisen karttamittarin käytössä.



Kuva 3. Scale Master Pro XE karttamittari (7).

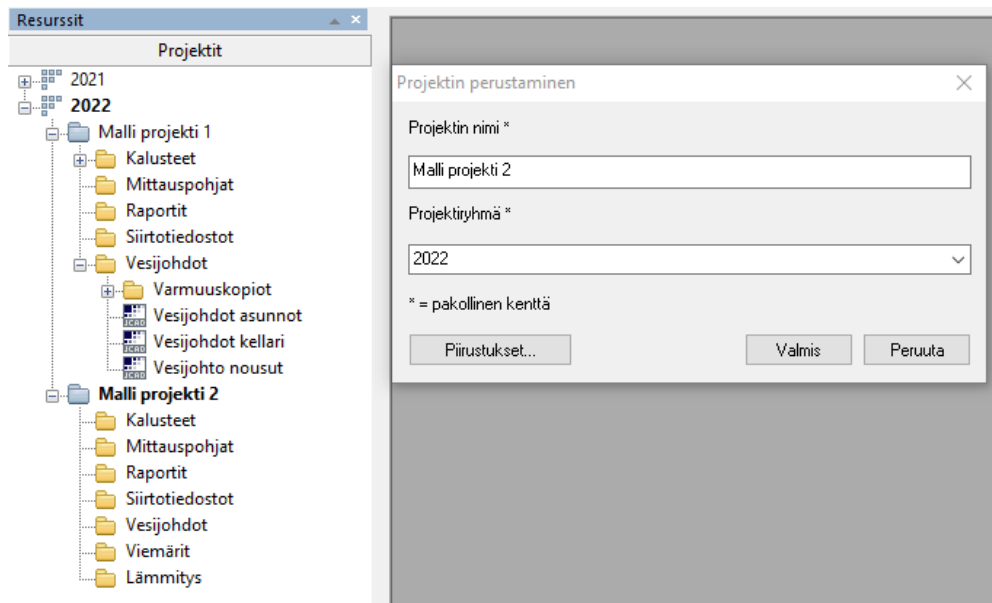
5 Määrälaskenta JCAD LVI-määrät

5.1 JCAD LVI-määrät yleistä

Määrälaskentaan on tuotu markkinoille erilaisia ohjelmistoja helpottamaan masoittelu. Yksi suosituimmista on Quanttos oy:n JCAD-ohjelma. JCAD on niin rakennus-, sähkö- kuin LVI-puolellekin. LVI-määrälaskentaan on käytössä JCAD LVI-määrät-ohjelma. Ohjelmalla suoritetaan laskenta vektorimuotoisista cad-kuvista, sekä myös rasteri- ja pdf-kuvista. Kun ohjelmaan tuodaan pdf-kuva alkionmuotoisena ohjelma tunnistaa eri viivatyypit ja näin ohjelma osaa etsiä samankaltaisia viivatyyppejä. Tämä mahdollistaa erittäin nopean osien ja laitteiden mittaamisen. Ohjelmasta saa määrät suoraan siirtotiedostona merkittävimpään LVI-alan tarjouslaskentaohjelmiin Suomen markkinoilla, esimerkkinä Ecom, Broker ja Admicom. Tarvittaessa määrät saa myös suoraan Excel-taulukkona. (8.)

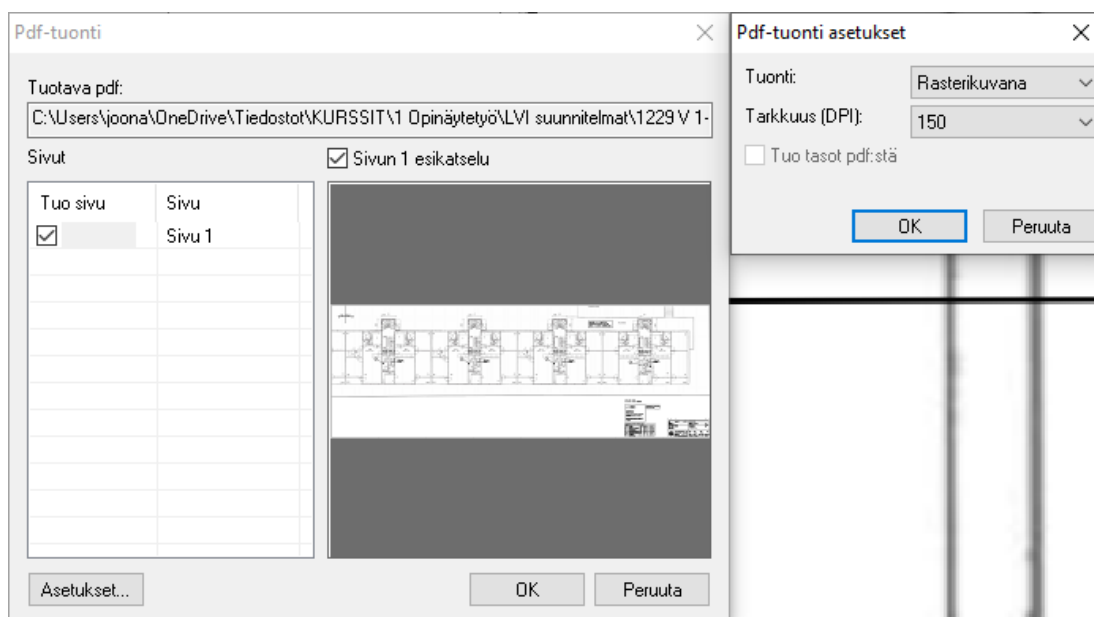
5.2 Projektin luonti

Kun projektin laskenta aloitetaan, luodaan projektille oma kansio ohjelmaan. Projektit jaetaan ohjelmassa projektiryhmiin esimerkiksi vuosien tai asiakkaiden mukaan. Kuvasta 4 näkee resurssit ikkunan JCAD:ssä. Projektille voi luoda omia kansioita, joihin luodaan piirustuksia. Piirustuksiin taas liitetään mittauskuvia. Mittauskuvia voi tuoda ohjelmaan sarjatuontina, jolloin voi tuoda monta suunnitelmaa kerrallaan erillisinä tiedostoina. Vaihtoehtoisesti voi tuoda yhden kerrallaan samaan piirustukseen, jolloin voi laskea samassa ikkunassa esimerkiksi monen kerroksen vesi- ja viemärisuunnitelmia. Laskennassa tulee kuitenkin huomioida, että ohjelma ei kuormitu liikaa, jotta ohjelma ei kaadu. (8.)



Kuva 4. Resurssit-ikkuna, jonka alla ovat projektiryhmät ja niiden projektit.

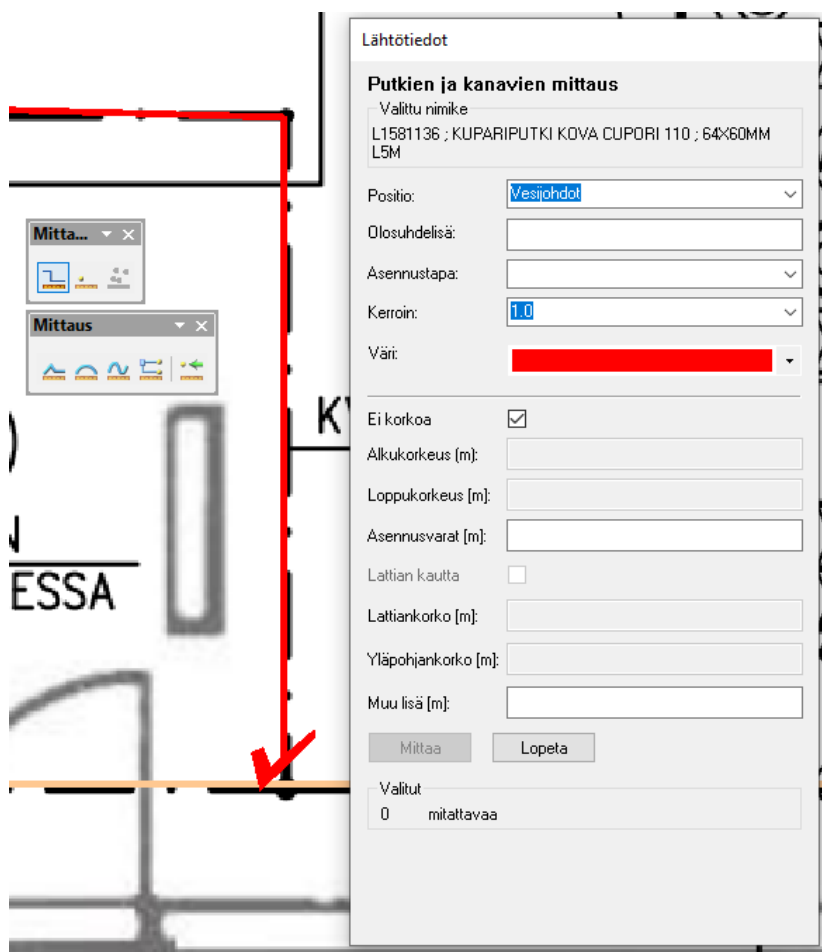
Kun suunnitelmat on tuotu ohjelmaan, voidaan aloittaa laskenta. Oli suunnitelmat tuotu alkiona tai rasterina, on tärkeää varmistaa oikea mittakaava. Suunnitelman voi skaalata suunnitelmasta löytyvien mittojen mukaan tai tietyn mittaisen piirrosmerkkien mukaan. Oikealla mittakaavalla varmistetaan, että mittauksissa ei synny virheitä väärän mittakaavan takia. (8.) Kuvassa 5 näkyy pdf-kuvan tuonti JCAD:iin.



Kuva 5. Pdf-kuvan tuonti rasterikuvana.

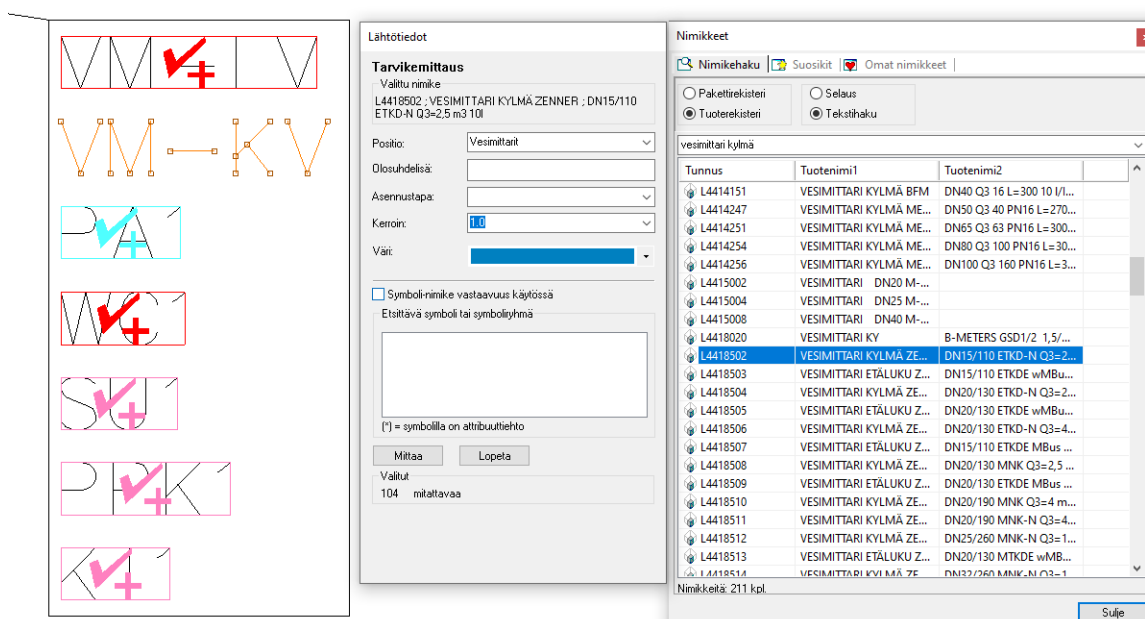
5.3 Määrälaskenta

Määrälaskenta JCAD LVI-määrät-ohjelmalla on yksinkertaista. Ennen kuin mitaus aloitetaan, valitaan haluttu mittaustapa. Vaihtoehtoina on putkien ja kanavien mittaus tai tarvikemittaus. Putkien ja kanavien mittauksessa lähtötietoihin valitaan mitattava nimike, jota halutaan mitata, sekä nimikkeelle oikea positio. Kuvassa 6 näkyy Lähtötiedot-ikkuna, jossa mitattavaksi on valittu kupariputkea. Kun mittaukseen on asetettu halutut lähtötiedot, voidaan aloittaa mittaaminen. Putkia on helpoin mitata murtoviivalla merkkamalla suunnitelmaan putkireiitit. Eri putkikoille voidaan käyttää erilaisia värejä, jotta laskennassa pysyy perillä siitä, mitä on laskettu ja millä koolla. Ohjelma muistaa nimikkeille käytetyt värit, mikä helpottaa mittaamista ja sen tarkistamista jälkikäteen. (8.)



Kuva 6. Putkien ja kanavien mittaus murtoviivalla.

Putkien ja kanavien mittauksen lisäksi on tarvikemittaus. Tarvikemittauksessa voidaan hyödyntää hyvin JCAD:n ominaisuuksia. Ohjelmalla on erittäin nopeaa mitata suunnitelmien mukaisten kalustetunnusten mukaan määriä. Tämä onnistuu, kun pdf-kuvat on tuotu alkiona ohjelmaan. Kuvassa 7 mitataan kylmän veden vesimittareita tunnuksen mukaan etsintätoiminnolla. Ensinnä valitaan tarvikemittaus ja oikea nimike. Tämän jälkeen valitaan etsintätoiminto, jolla valitaan, mitä suunnitelmista etsitään. JCAD etsii suunnitelmista kaikki valitulla tunnuksella olevat kohteet. Mitattavat kohteet voi myös käydä yksitellen läpi ja päättää, mitkä otetaan mittaukseen mukaan. (8.)

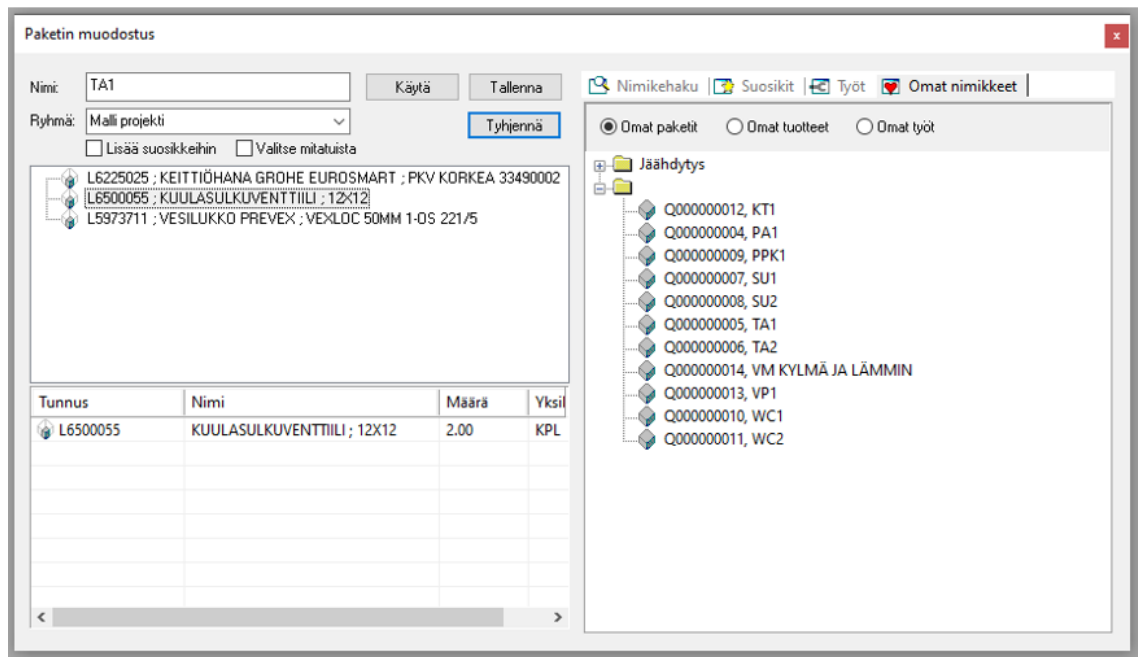


Kuva 7. Tarvikemittaus etsintätoiminnolla JCAD-ohjelmassa.

Tarvikemittauksista voidaan tehdä myös nimikemittauksena, jolloin suunnitelmasta voidaan yksitellen valita laskettavat nimikkeet hiirellä napsauttamalla. Nimikemittauksella pystyy myös merkata pystynousuja, jolloin yksitellen lasketaan pystynousut ja merkataan niille oikea metrimäärä. (8.)

5.4 Omat paketit ja suosikit

Määrälaskentaa voi nopeuttaa JCAD:ssä luomalla omia suosikkeja sekä paketteja. Esimerkiksi laskenta kohteen kalusteluettelon voi luoda JCAD:iin. Kuvassa 8 näkyy Paketin muodostus-ikkuna, jonne on luotu kohteen kalusteluettelo. Pakettiin voi lisätä kaiken tarvittavan esimerkiksi pesualtaalle sisältäen hanan, kannakkeen, altaan, vesilukon sekä kuulasulkuventtiilit. Näin suunnitelmasta on nopeaa laskea kalustetunnusten avulla kalusteita, eikä erikseen tarvitse lisätä jokaista tarvittavaa tarviketta yksittäin. Vastaavasti voi luoda paketin, joka sisältää kupariputken eristeineen ja kannakkeineen. Pakettiin voidaan myös lisätä asennukseen kuluvat työtunnit. Lisäämällä omia suosikkeja ohjelmaan nopeutuu usein käytettävien nimikkeiden löytyminen. (8.)



Kuva 8. Paketin muodostaminen.

5.5 Siirtotiedoston luonti

Laskennan tultua päätökseen voidaan määrät viedä siirtotiedostona eri laskentaohjelmiin. Asetuksista valitaan, missä muodossa tiedosto halutaan sekä mistä projektista tiedot otetaan. Määrälistoja voi suodattaa position, lohkon tai lvi-numeron mukaan. Siirtotiedostoa viedessä näyttää ohjelmat kokonaismäärät valitusta piirustuksesta. Viimeisenä siirtotiedosto tallennetaan valittuun paikkaan txt-muodossa, jolloin se on valmis siirrettäväksi valittuun tarjouslaskentaohjelmaan. Kuvassa 9 näkyy Raportti-/siirtotiedostoasetukset-ikkuna, josta määrät saa valittuun muotoon vientiä varten. (8.)

Raportti-/siirtotiedostoasetukset

Raporttityyppi: Excel-raportti Siirtotiedosto

Siirtotiedoston tyyppi: Ecom

Laskentapohjat: Aktiivinen projekti Muu projekti

Mittaustalosten suodatus: Ei suodatusta LVI-numeron pääryhmien mukaan Lohkon mukaan Position mukaan

Pakettien hajotus: Ei hajoteta Kaikki hajotetaan Omat hajotetaan

Määrät myyntiyksikköinä

Raportti-/siirtotiedostot

Tunnus	Nimike	Määrä	Yksikkö	Positio
L1581136	KUPARIPUTKI KOVA CUPORI 110 ; 64...	142.328	M	Vesijohdot
L1581132	KUPARIPUTKI KOVA CUPORI 110 ; 54...	99.743	M	Vesijohdot
L1581139	KUPARIPUTKI KOVA CUPORI 110 ; 76...	5.423	M	Vesijohdot
L2011143	MULTIPEX PUTKI ; ROTH 32X4,4 -5M	2.071	M	Vesijohdot
L1745137	ALU-LASERPLUS PUTKI ROTH ; 40X3...	102.324	M	Vesijohdot
L1745136	ALU-LASERPLUS PUTKI ROTH ; 32X3...	77.037	M	Vesijohdot
L1745138	ALU-LASERPLUS PUTKI ROTH ; 50X4...	85.009	M	Vesijohdot
L1745135	ALU-LASERPLUS PUTKI ROTH ; 26X3...	38.900	M	Vesijohdot
L1745133	ALU-LASERPLUS PUTKI ROTH ; 16X2...	44.172	M	Vesijohdot
L1745134	ALU-LASERPLUS PUTKI ROTH ; 20X2...	24.870	M	Vesijohdot
L1581111	KUPARIPUTKI KOVA CUPORI 110 ; 12...	86.428	M	Vesijohdot
L1581117	KUPARIPUTKI KOVA CUPORI 110 ; 18...	4.330	M	Vesijohdot
L1581428	KUPARIPUTKI PUOLIKOVA ; 12X2750 ...	98.997	M	Vesijohdot

Näytä vain kokonaismäärät

Asetukset... Tallenna... Sulje

Kuva 9. Määrien vienti JCAD:stä.

6 Ecom

6.1 Ecom, yleistä

Ecom Oy on perustettu vuonna 1995. Ecom on luonut talotekniikka-alalle suunnatun Ecom-taloudenhallinto-ohjelmiston. Ohjelmistossa voidaan hoitaa mm. projektien seurantaa, laskutusta sekä tarjouslaskentaa. Ecom tarjoaa monipuolisia palveluja yrityksille, ja yritys voi valita itselleen mieluisan kokonaisuuden. Erilaisia palveluja ovat Ecom Jet, Ecom Talous, Ecom Partner ja Ecom Plus. Tämän lisäksi voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi pilvipalvelu tiedostoille, arkistopalvelun sekä Ecom Webin. Kun yrityksellä on käytössä Ecom Plus, saa yritys käyttöönsä mm. laskutuksen, tarviketarjouksen, tarjouslaskennan, palkanlaskennan, projektiseurannan ja tuoterekisterit. (9.) Kuvassa 10 näkyy tarjouslaskentaikkuna Ecomissa.

The screenshot shows the Ecom software interface for bid calculation. At the top, there are navigation icons and a toolbar. Below that, the main window contains the following elements:

- Header:** Tarjousno: 16535, Kohde: [empty], Asiakas: [empty].
- Form Fields:** Projektinno: [empty], Tila: Avoin, Pvm: 8.1.2022, Alv%: 24, Verollinen yht.: 0,00.
- Summary Table:**

Työt:	Kustannus	0,00 e	Kate%	[empty]	Kate	0,00 e	Veroton yht.	0,00 e
Tuotteet:	Kustannus	0,00 e	Kate%	[empty]	Kate	0,00 e	Veroton yht.	0,00 e
Euro-määräiset:	Kustannus	0,00 e	Kate%	[empty]	Kate	0,00 e	Veroton yht.	0,00 e
Kilometrit ja päivät:	Kustannus	0,00 e	Kate%	[empty]	Kate	0,00 e	Veroton yht.	0,00 e
Tarjous:	Kustannus	0,00 e	Kate%	[empty]	Kate	0,00 e	Veroton yht.	0,00 e
- Tunnusluvut:** [empty] 0,0 h
- Käsitteltävä posti:** Ulkopuolen jätevesiviem.
- Ulkopuolen jäte:** Jätevesiviemär, Taip. vesijohdo, Vesijohdot pint, Kalustus, Lämpöpatt. ve, Laitahuone latt, Jätevesiviemär, Muut.
- Table:**

Ala	Numero	Nimi	Toim.	Määrä	Yks	A-hinta	Veroton	Nt	Työaika	Lisä%	Työ yht.	Osa
- Bottom Bar:** Postin massat, Postin muistio, Postin laskenta, Dokumentit, Muistio. Tuotteelle ei löydy hintaa tuoterekisteristä.

Kuva 10. Ecom, tarjouslaskentaikkuna.

6.2 Tarjouslaskenta

Ecom-tarjouslaskenta on hyödyllinen työkalu urakoiden laskennassa. JCAD:llä tuotetut määrällistat voi tuoda suoraan Ecom-tarjouslaskentaan, jolloin ei tarvitse yksitellen lisätä tuotteita palveluun. Ecomin tuoterekistereiden ansiosta palvelu tunnistaa JCAD:n määrällistat LVI-numeron mukaan. Näin Ecom hakee tuotteille suoraan hinnat tukkureilta sekä LVI-alan TES:n mukaiset normitunnit. Ecomin tarjouslaskennassa voidaan laskentakohteeseen lisätä kaikki lisäkulut, kuten matkakulut, olosuhdelisät jne. Kuvassa 11 näkyy Tarjouksen oletustiedot-ikkuna Ecomissa, jossa määritetään tarjouksen oletustiedot.

Valittu	Nimi	Kerros (%)
<input type="checkbox"/>	Urakkahinnoittelukerros	

Kuva 11. Tarjouksen oletustiedot.

Tarjouslaskenta aloitetaan luomalla uusi tarjous. Uutta tarjous luodessa asetetaan tarjoukselle oletustiedot. Oletustietoihin kuuluvat työt, tuotteet, kilometrikorvaukset, päiväkustannukset sekä katteet ja tunnusluvut. Työosioon kuuluvat sosiaali- ja työnjohtokustannukset sekä erilaiset lisät. Tuoteosiossa otetaan huomioon hävikki, kuljetus kustannukset sekä hintojen nousu. Kilometrikorvauksiin merkataan kohteen edestakaiset kilometrit ja näille annettava kilometrikorvaus. Päiväkustannuksissa on ateriakorvaukset, matkakorvaukset sekä päiväraha. Katteet ja tunnusluvut-osiossa merkataan erilaiset katteet sekä tunnusluvut kohteesta, kuten neliö- ja asuntomäärä. Kuvassa 12 näkyy, kuinka Ecom kysyy kupariputken asennuspaikkaa, jotta ohjelmaan tulevat oikeat normitunnit.

Asennuspaikka	Nt
▶ Sisälle yleensä	0,380
Elementin sisäputkeksi Ulos	0,080
Sisälle puristusliittimin	0,300
Elementin sisäputkeksi Sisälle	0,130
Pinta-asennus D<22	0,400

Tee valitusta asennuspaikasta postin oletusasennuspaikka

OK Peruuta

Kuva 12. Kupariputken tuonti tarjouslaskentaan.

Tarjouslaskenta Ecomin avulla sujuu vaivattomasti. JCAD:stä tuodut määrät tulevat positioiden mukaisesti suoraan omille posteille Ecomiin. Esimerkiksi vesijohtopystynousut tulevat halutessaan suoraan omalle postille. Luomalla pystynousuille ja kerrosvedoille omat postinsa tämä auttaa pitämään laskentaa hallinnassa, ja mahdollisten virheiden tarkastaminen on helpompaa, kun kaikki laskentatulokset eivät ole samassa postissa. Kuvassa 13 näkyy JCAD:stä tuotuja määriä Ecomissa.

Ulkopuolen jäte		Jätevesiviemär	Taip. vesijohdo	Vesijohdot pint	Kalustus	Lämpöpatt. ve	Laittehuone laitt	Jätevesiviemär	Muut			
Tuote Työ Paketti		Lajittelu		+		-		Lisätoiminnot		Lisä%	0.0	
Aja	Numero	Nimi	Toim.	Määrä	Yks	Ä-hinta	Veroton	Nt	Työaika	Lisä%	Työ yht.	Osa%
L	1581011	KUPARIPUTKI SALK. CUPORI 12X10 L-3.0	2	20	M			0,380	7,600		7,600	0,0
L	1581020	KUPARIPUTKI SALK. CUPORI 22X20 L-3.0	2	30	M			0,380	11,400		11,400	0,0
L	1540053	PURIST. KUPARIKULMA SS MAPRESS 28X90	2	10	KPL			0,430	4,300		4,300	0,0
L	1540053	PURIST. KUPARIKULMA SS MAPRESS 28X90	2	11	KPL				0,000		0,000	0,0
L	1540051	PURIST. KUPARIKULMA SS MAPRESS 22X90	2	12	KPL				0,000		0,000	0,0
L	1540044	PURIST. KUPARIKULMA SS MAPRESS 12X90	2	8	KPL				0,000		0,000	0,0
L	1581023	KUPARIPUTKI SALK. CUPORI 28X25.6 L-3.0	2	15	M			0,430	6,450		6,450	0,0

Kuva 13. JCAD:stä tuotuja määriä tarjouslaskennassa.

7 Määrälaskentatapojen vertailu

7.1 Taustaa

Vertailussa laskettiin aikaisemmin LVI-nelosilla laskettu kohde uudestaan, mutta tällä kertaa laskenta suoritettiin JCAD LVI-määrät-ohjelmalla käsinlaskennan sijaan. Käsinlaskennassa hyödynnettiin digitaalista karttamittaria. Vertailun tavoitteena oli löytää eroja käsinlaskennan ja laskentaohjelmalla laskennan välillä. Vertailua tehtiin laskenta-ajan ja määrien tarkkuuden välillä. Laskennassa käytettiin samoja tuotteita ja hintoja, jotta tulokset olisivat keskenään vertailukelpoiset.

Vertailun laskentakohde oli kerrostalo, jossa suoritettiin linjasaneeraus. Kohteessa uusittiin vesijohdot sekä vesikalusteet. Kohteen viemäreitä ei uusittu, vaan ne sukutettiin. Lämmitysjärjestelmään ei kohdistunut kohteessa toimenpiteitä.

Tuloksiin otettiin esille ne laskentakohdat, joista havaittiin eroavaisuuksia. Kohteen nousulinjat olivat täysin samanlaisia keskenään, joten nousulinjat pystyttiin helposti laskemaan asuinkerrosten välisistä korkeuseroista. Kerrosten välinen korkeusero kerrottiin kerrosmäärällä, josta saatiin pystylinjojen korkeudet. Näin nousulinjojen laskennassa ei ollut eroavaisuuksia JCAD:n ja käsinlaskennan kesken. Kaikki kalusteet sekä vesijohtojen varusteet myös laskettiin kappalemäärissä, joten niissäkään ei löytynyt eroavaisuuksia laskennassa.

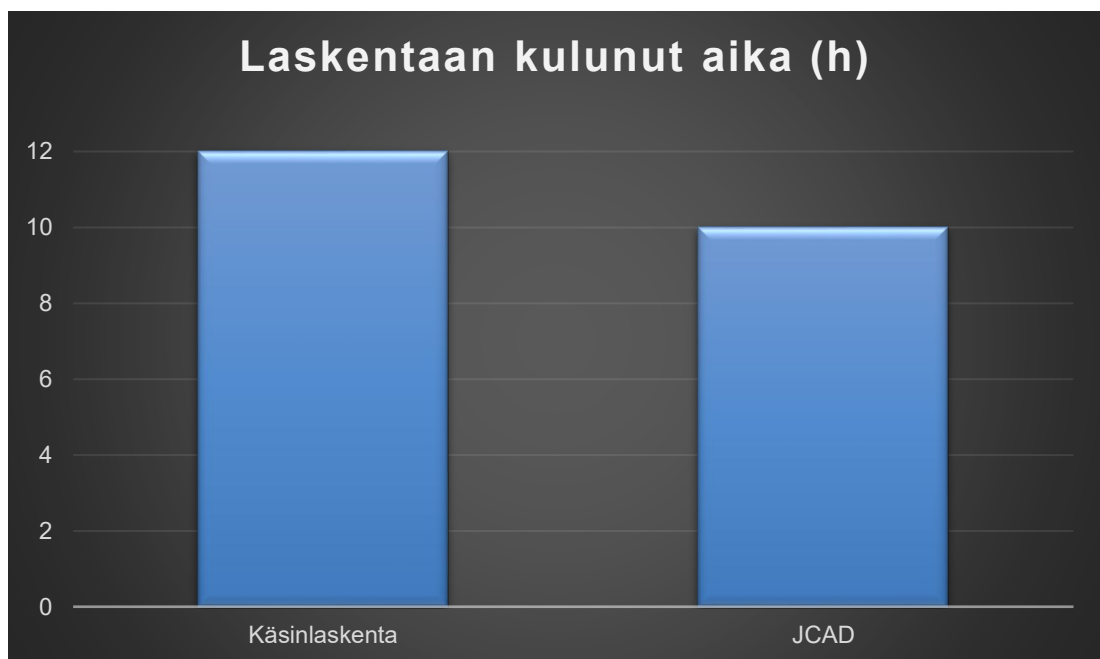
7.2 Ajallinen vertailu

Ajallisesti laskennassa löytyi eroavaisuuksia. Käsinlaskenta vei kohteen laskijan mukaan aikaa noin 12 tuntia. Uudelleenlaskenta JCAD:llä vei aikaa noin 10 tuntia. Laskenta-aika sisältää urakkalaskenta-asiakirjoihin tutustumisen.

Käsinlaskennassa aikaa vie myös paperisten suunnitelmien tilaaminen, mikäli laskentakohteen tilaaja ei ole niitä toimittanut. Paperisten suunnitelmien hankinta kestää 1–2 vuorokautta. JCAD:llä laskiessa ei tarvita paperisia suunnitelmia, joten laskemisen voi aloittaa välittömästi, kun tilaaja on toimittanut urakalaskenta asiakirjat sähköisesti. Paperisten suunnitelmien toimittamista ei otettu kuitenkaan laskentatunneissa huomioon.

Ajallista eroa selittää laskentatulosten kirjaaminen. JCAD:llä määrien vienti tarjouslaskentasovellukseen on paljon nopeampaa verrattuna käsinlaskentaan. Tämä tuottaa suurimmat erot laskenta-ajassa. Taulukossa 1 näkyy laskentaan kulunut aika käsinlaskennalla ja JCAD:llä.

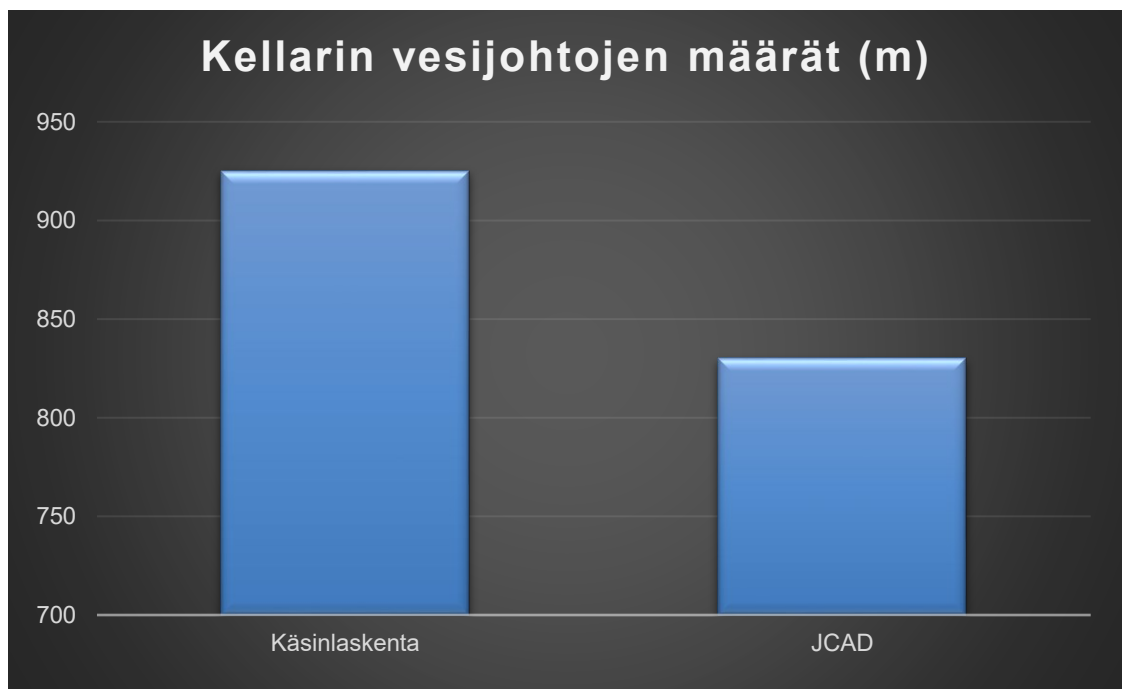
Taulukko 1. Laskentaan kuluneen kokonaisajan vertailu.



7.3 Laskentamäärien vertailu

Kohteen laskentamäärien vertailuun otettiin asuinkerrosten vaakavesijohdot sekä kellarin vaakavesijohdot. Vertailu rajattiin vaakavetoihin, koska pystynousujen laskeminen suunnitelmista on korkeuseroihin perustuvaa kertomista. Pystyosuuksissa ei havaittu laskentatapojen välillä eroavaisuuksia. Vaakavedoissa kuitenkin löytyi eroja. Tuloksista nähdään selkeästi, että JCAD:llä laskeminen on tarkempaa verrattuna käsinlaskentaan. Kellarin vesijohtojen määrälliset erot näkyvät taulukossa 2, ja asuinkerrosten vesijohtojen määrälliset erot näkyvät taulukossa 3. Tulosten vertailua selkeyttää taulukko 4, jossa näkyvät erot prosentteina.

Taulukko 2. Asuinkerrosten vesijohtojen laskentamäärien vertailu eri laskentatavoilla.

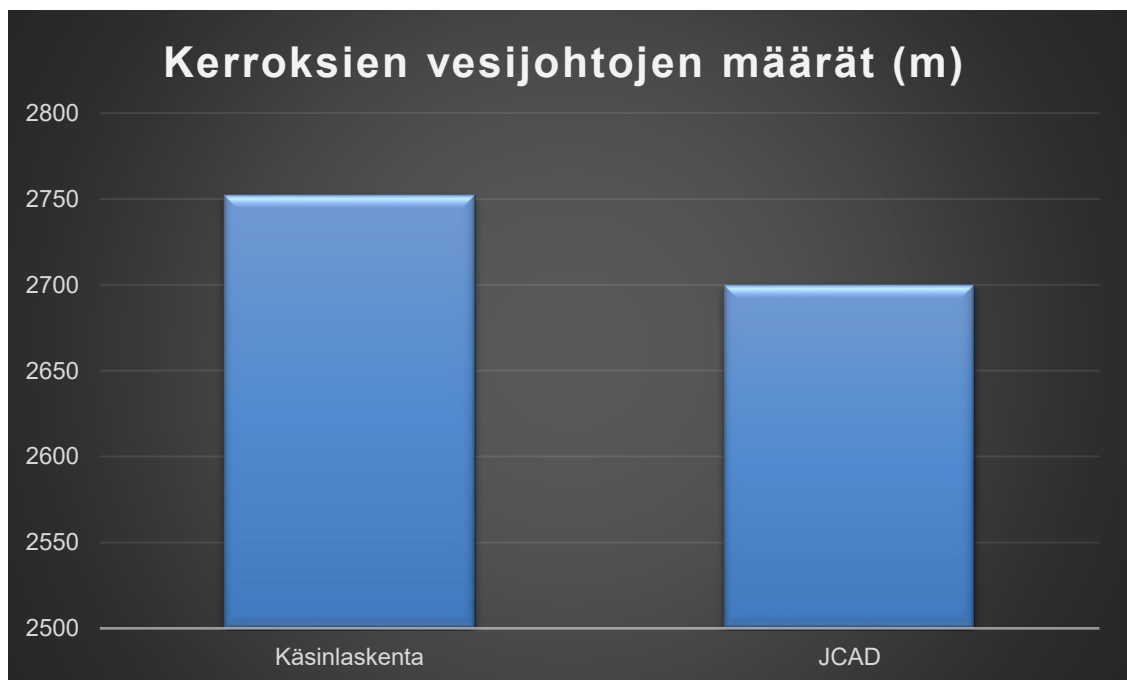


Laskentamäärien eroja selittää JCAD:n laskentatarkkuus verrattuna digitaalisen karttamittariin. Kellarin vesijohtojen laskennassa tuli hyvin esille laskentatapojen tarkkuusero. Laskentaa ei pystytä suorittamaan kertomalla samanlaisia pohjia, vaan putket tulee laskea kokonaisuudessaan. Tämän kaltaisessa laskennassa tulevat parhaiten esiin JCAD:n hyödyt, kun kohde on kokonaisuudeltaan hyvin

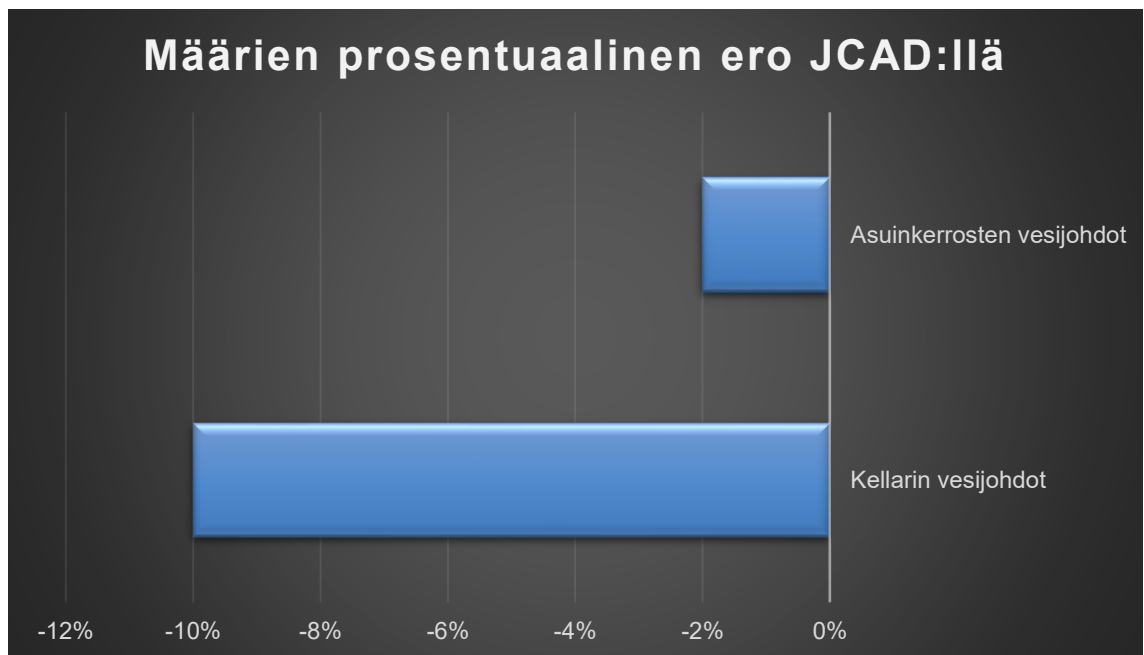
poikkeava eikä voida hyödyntää samojen pohjien kertomista. Pelkästään kellarien vesijohtojen uudelleen laskennalla pudotettiin kustannuksia noin 2 300 euroa.

Myös asuinkerrosten vesijohdoissa havaittiin eroavaisuuksia. Asuinkerrokset kohteessa olivat keskenään täysin samanlaisia. Laskennassa laskettiin yhden kerroksen yhden rapun vesijohdot ja tulos kerrottiin koko kohteen kerros- sekä rappumäärällä. Laskennassa tuli silti pieni eroavaisuus käsinlaskennan ja JCAD:n välillä, joka on selitettävissä juuri laskentatapojen tarkkuuserolla. Kustannusero kerrosten vesijohdoissa oli alle 100 euroa.

Taulukko 3. Asuinkerrosten vesijohtojen laskentamäärien vertailu eri laskentatavoilla.



Taulukko 4. Käsinelaskennan ja JCAD:llä laskennan prosentuaalinen ero.



Kellarin vesijohdoissa JCAD:llä laskiessa metrimäärät vähenivät 10 % verrattuna käsinelaskentaan, kun taas asuinkerrosten vesijohdoissa metrimäärät vähenivät 2 %. Mallikohdetta vielä suuremmassa kohteessa 10 %:n ero nousisi vielä suurempiin kustannuseroihin. Prosentuaaliset erot osoittavat hyvin, kuinka JCAD:llä voidaan tarkentaa määrälaskentaa.

8 Yhteenveto

Pelkästään määrälliset tulokset eivät kerro kaikkea käsinlaskennan ja JCAD:llä laskemisen välisistä eroista. JCAD:n suuria hyötyjä verrattuna käsinlaskentaan on laskemisen hallinnan helppous. Laskemisen pystyy keskeyttämään, minkä jälkeen on helppoa jatkaa samasta pisteestä, mihin on jäänyt. Käsinlaskenta vaatii paljon paperisia suunnitelmia sekä jatkuvaa kirjaamista, joten on äärimmäisen tärkeää pitää laskenta koko ajan hallinnassa, jotta laskuissa ei mene sekaisin. Suunnitelmat sekä määrälisat tulee koko ajan olla tallessa, ja niiden säilyttämisestä pitää huolehtia tarkkaan. JCAD:llä laskiessa kaikki tallentuu suoraan ohjelmaan, joten laskemisen organisointi sujuu vaivattomasti verrattuna käsinlaskentaan. Vanhojen laskentamäärien arkistointi on myös vaivatonta, kun valmiit projektit voi tallentaa omalle tietokoneelle projektikansioineen, jos tulee tarvetta tarkastaa määrälaskentaa jälkikäteen.

Opinäytetyön tavoitteena oli löytää eroja määrälaskennassa JCAD:n ja käsinlaskennan välillä. Erot olivat selkeitä ja osoittivat selkeästi JCAD:n tarkkuuden laskennassa. Laskentatuloksista saatiin luotettavia toistamalla laskenta täysin samaan tapaan kuin aiempi laskenta, mutta vain käyttämällä JCAD-ohjelmaa. Samalla kun laskenta on tarkempaa, se on myös hieman nopeampaa.

Tulokset osoittavat sen, että LVI-alalla tarjouslaskentaa voidaan kehittää juuri hyödyntämällä määrälaskentaohjelmia. Samalla kehittyy määrälaskennan arkistointi, kun määrät tallentuvat ohjelmaan eikä paperisia määrälistoja tai Excel- taulukoita tarvitse pitää tallessa.

Opinäytetyö toimii samalla kokonaisuudessaan hyvänä ohjekirjana JCAD:n ja Ecomin yhteiskäyttöön. Työtä pystyy käyttämään tukena JCAD:n sekä Ecomin käytössä sekä apuna koko tarjouslaskentaprosessin selkeyttämiseen. Opinäytetyön kohdeyritys LVI-nelaset on ottanut käyttöön JCAD:n laajemmin tarjouslaskennassaan, ja sen käyttäminen on osoittautunut nyt jo onnistuneeksi.

Lähteet

- 1 Neloset. Verkkoaineisto. Neloset. <<https://neloset.fi/>>. Luettu 17.1.2022.
- 2 Kankainen, Jouko & Junnonen, Juha-Matti. 2014. Urakoitsijan sopimusasiat. Helsinki: Rakennusmedia oy.
- 3 Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet. 1982. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.
- 4 Saastamoinen, Arto & Autio, Isto. 2017. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 5 LVI-tekniset urakoitsijat LVI-TU & Rakennusliitto ry. 2020. Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus työntekijöille 2020–2022.
- 6 YSE 1998 – Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, RT 16-10660, Rakennustieto Oy.
- 7 Scale Master Pro XE Karttamittari. Verkkoaineisto. Helsingin laatulaite oy. <<https://www.helsinginlaatulaite.fi/tuotteet/?product=Scale+Master+Pro+XE>>. Luettu 19.12.2021.
- 8 JCAD LVI-määrät käytön perusteet. Opas. Quanttos oy. JCAD Extranet. Luettu, 19.12.2021. Vaatii kirjautumisen JCAD Extranetiin.
- 9 Ecom. Verkkoaineisto. Ecom Oy <<https://www.ecom.fi>>. Luettu 2.1.2022.