



Paulus Pekkala

LVI-yrityksen tarjouslaskennan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

29.1.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Paulus Pekkala
Otsikko: LVI-yrityksen tarjouslaskennan kehittäminen
Sivumäärä: 29 sivua
Aika: 29.1.2024

Tutkinto: rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma: rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine: LVI-tekniikka
Ohjaajat: Lehtori Timo Väriinen
Tuotantojohtaja Jussi Saari

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten kohdeyrityksen LVI-tarjouslaskentaa voisi kehittää eri ohjelmalla. Ohjelmaksi valikoitui JCAD LVI-määrät. Työ tehtiin LVI Tasaconille.

Työn alussa perehdyttiin rakennusurakan tarjouslaskennan eri vaiheisiin, jonka jälkeen käytiin läpi nykyistä tarjouslaskentaohjelmaa PDF-Xchange Editoria. Työssä käytiin läpi myös JCAD LVI-määrät -ohjelman perusteita sekä perehdyttiin hieman tietomallinnukseen.

Työ toteutettiin tutkimalla ja käyttämällä JCAD LVI-määrät -ohjelmaa ja laskemalla sillä ja nykyisellä ohjelmalla jo valmistuneesta kohteesta määrälaskentavertailu. Ohjelmien käytöstä tehtiin vertailu, jossa vertailtiin JCAD LVI-määrät -ohjelman ja PDF-Xchange Editorin eroja laskennassa.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi vertailu, jonka tulosten perusteella määrälaskentaa voidaan kehittää JCAD LVI-määrät -ohjelmalla.

Avainsanat: LVI, rakennusmestari, tarjouslaskenta, määrälaskenta, JCAD

Abstract

Author: Paulus Pekkala
Title: Development of Tender Calculation for HVAC Company
Number of Pages: 29 pages
Date: 29 January 2024

Degree: Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: HVAC Engineering
Supervisors: Timo Värinen, Senior lecturer
Jussi Saari, Production manager

The purpose of this thesis was to investigate how the HVAC tender calculation of the commissioning company could be improved using a different software. The program that was studied in the thesis was JCAD HVAC Quantities.

A deeper understanding of the various stages of construction tender calculation was gathered from various sources. Furthermore, a brief overview of the current tender calculation software, PDF-Xchange editor, was provided. The fundamentals of the program JCAD HVAC Quantities were also discussed, along with a brief introduction to information modelling.

The final year project performed a quantity calculation for a completed project with both the current and the new program. The calculation process and results were then compared to analyze the differences in calculation between JCAD HVAC Quantities and PDF Xchange editor.

The thesis resulted in a comparison that revealed that the tender calculation could be enhanced using the JCAD HVAC Quantities.

Keywords: HVAC, construction site management, JCAD, tender calculation, quantity surveying

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tarjouslaskenta	2
2.1	Tarjouspyyntö	3
2.2	Arviointi	5
2.3	Kustannusten määrittely	5
2.4	Urakkaneuvottelu	6
2.5	Urakkasopimus	6
3	Yrityksen nykyinen tarjouslaskentaohjelma	7
3.1	PDF-Xchange Editor	7
3.2	CSV-tiedosto	8
4	JCAD-LVI määrät laskentaohjelma	9
4.1	Projektin aloitus	10
4.2	Putkien ja kanavien mittaus	13
5	Tietomallinnus	17
5.1	Yleistä	17
5.2	Tietomalli määrälaskennassa	18
6	Tarjouslaskentaohjelmien vertailu	19
6.1	Materiaalin määrälaskennan erot	20
6.2	Pakettien luonnin hyödyt	23
6.3	Tietojen lataaminen ohjelmasta	23
6.4	Tietojen tuonti taloudenhallintaohjelmaan	25
7	Yhteenveto	27
	Lähteet	29

1 Johdanto

Tarjouslaskenta on yksi LVI-urakointiyrityksen tärkeimmistä työvaiheista, jossa arvioidaan ja hinnoitellaan muun muassa urakassa tarvittavat materiaalit, työt sekä resurssit. Tarkka tarjouslaskenta mahdollistaa myös tehokkaan budjetoinnin ja resurssien hallinnan, mikä auttaa välttämään ylimitoitettuja kustannuksia ja aikatauluongelmia. Lisäksi se luo luottamusta asiakkaiden keskuudessa ja auttaa yritystä erottumaan kilpailijoistaan tarjoamalla realistisen ja kilpailukykyisen tarjouksen. Tarjouslaskentaa tehdään yleensä muiden urakoiden työnjohtotehtävien ohessa. Tarjouslaskennan kulut yritys maksaa itse, eli jos urakkaa ei saada, yritys maksaa itse laskennan aiheuttamat kulut.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, miten kohdeyrityksen tarjouslaskentaa voisi kehittää JCAD LVI-määrät -ohjelmalla. Tarkoituksena on myös selvittää, voitaisiinko JCAD LVI-määrät ohjelmalla ehkäistä ylimääräisen työn syntymistä tarjouslaskenta vaiheessa.

Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi LVI-urakan tarjouslaskennan eri vaiheita aina urakkasopimuksen laatimiseen saakka, jonka jälkeen käydään läpi nykyinen tarjouslaskentaohjelma sekä JCAD LVI-määrät -ohjelma. Opinnäytetyössä sivutaan myös hieman tietomallin hyödyntämistä määrälaskennassa. Opinnäytetyön kehitysosiossa vertaillaan JCAD LVI-määrät ja PDF-Xchange Editor -ohjelmien eroja määrälaskennassa sekä arvioidaan sitä, voisiko JCAD LVI-määrät -ohjelmalla kehittää nykyistä tarjouslaskentaa.

Opinnäytetyö tehdään LVI Tasacon Oy:lle. LVI Tasacon on mikkeliäinen vuonna 2014 perustettu LVI-alan urakointiyritys, jonka pääpaino on toimitilarakentamisessa. Yrityksen toiminta-alue on pääkaupunkiseutu, Uusimaa, Häme ja Etelä-Savo. LVI Tasaconin henkilöstöön kuuluu yhdeksän omaa putkiasentajaa, viisi toimihenkilöä sekä monia alihankkijayrityksiä, joihin sisältyy muun muassa ilmastointiasentajia, verkoston säätäjiä sekä eristäjiä.

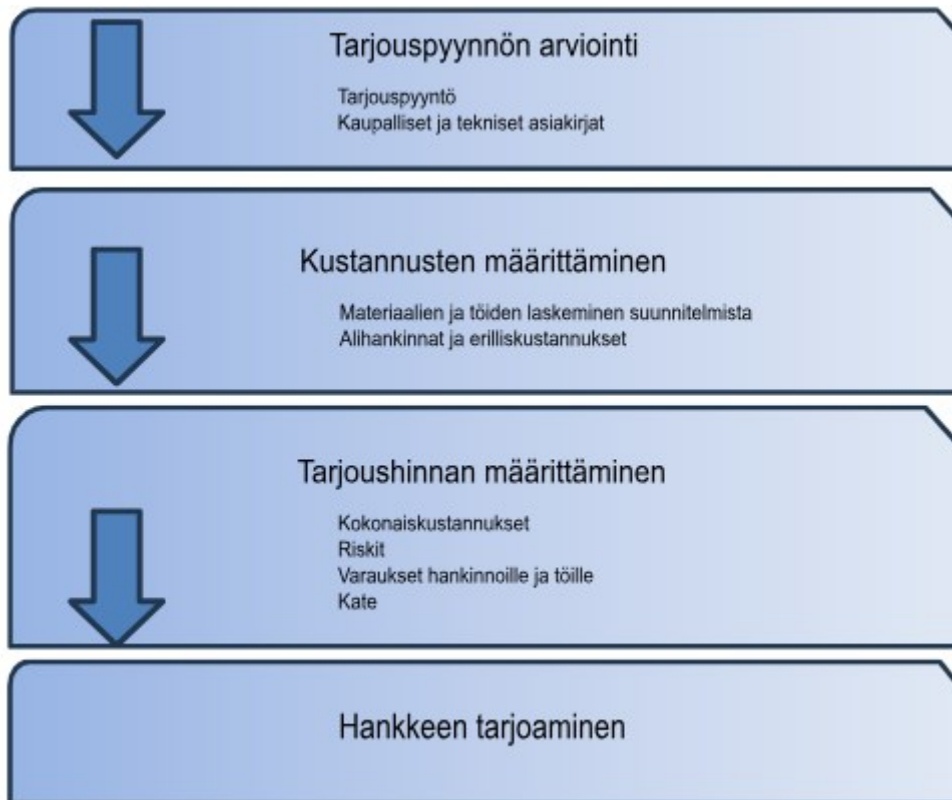
2 Tarjouslaskenta

Tarjouspyyntö yrityksessä voidaan ajatella ongelmana, johon on löydettävä ratkaisu. Hankkeesta on saatava hyvä kokonaiskuva laskenta-asiakirjoihin, joihin sisältyvät yksityiskohdat on selvitettävä tarkasti. Ratkaisu niin sanottuun ongelmaan on hankkeen yksityiskohdista muodostuvan kokonaisuuden kokonais-hinta. [1, s. 17.]

Tarjouksen laadinta sisältää usein samat toimenpiteet. Toimenpiteet alkavat tarjouspyynnön arvioinnilla eli sen selvittämisellä, mitä tarjouksen jättäminen urakoitsijalle merkitsee ja mitä toimia tarjouksen laatiminen vaatii. Arvioinnissa käydään läpi, onko yrityksellä taloudellisia mahdollisuuksia urakkaan ja onko resursseja tarpeeksi. [1, s. 17.]

Arvioimisen jälkeen määritellään kustannukset tarjouspyynnön mukana tulleista laskenta-asiakirjoista. Laskenta-asiakirjat sisältävät kohteen sen aikaiset suunnitelmat, joista lasketaan kustannukset. Tarjouspyynnön mukana tulevat suunnitelmat eivät ole lopulliset vaan voivat muuttua jo tarjousvaiheen aikana. Kustannusten laskennan jälkeen urakalle lasketaan tarjoushinta. [1, s.17.]

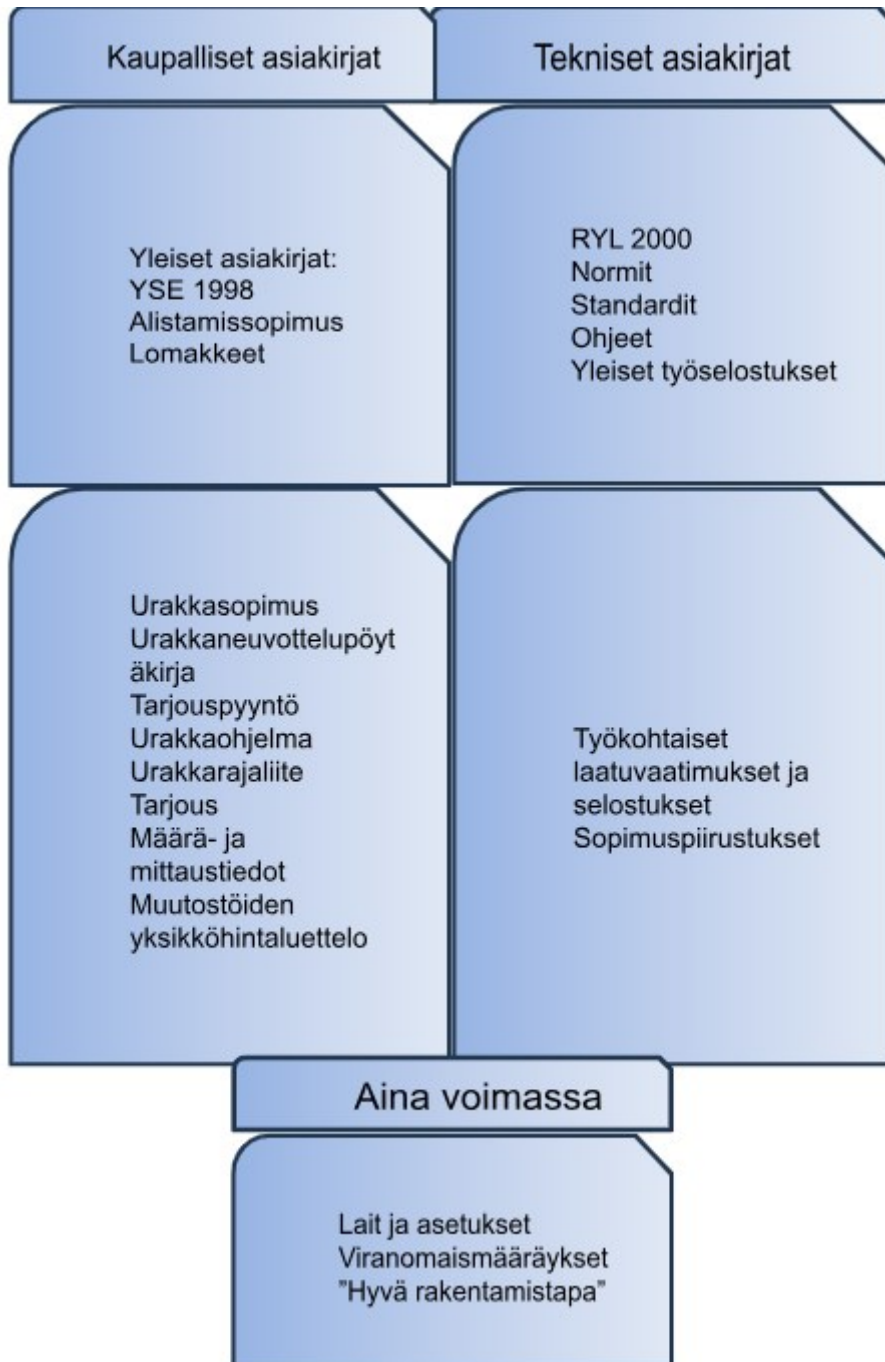
Tarjouslaskenta voidaan ajatella prosessina, jossa suoritetaan eri vaiheet määrättyssä järjestyksessä. Prosessin eri vaiheet on suoritettava erittäin huolellisesti tai, muuten onnistuminen kokonaisuutena vaarantuu. Jonkin tarjouslaskentavaiheen huolimattomasti tehty voi vaikuttaa jälkeensä, jopa merkillisesti. Virhe voi kostautua sillä, että urakan kilpailu hävitään tai saadaan työ, joka ei ole millään tavalla kannattava, mutta joka on silti pakko tehdä, koska urakka on jo saatu. [1, s. 17.] Kuvassa 1 on havainnollistettu tarjouslaskennan prosessi.



Kuva 1. Tarjouslaskentaprosessin vaiheet [1, s. 17.]

2.1 Tarjouspyyntö

Laskentavaihe alkaa, kun yritys vastaanottaa hankkeeseen liittyvän tarjouspyynnön. Tarjouspyynnön keskeinen tarkoitus on kuvata hanke syrjimättömällä tavalla ja pyytää urakoitsijoita esittämään tarjouksensa kohteesta määräaikaan mennessä. Tarjouspyyntö pitää sisällään hankkeen kuvauksen, urakkamuodon, tarjoajiin liittyvät vaatimukset, asiakirjaluettelon, tarjouksen valintaperusteen, määräajan, osoitteen ja tarjouksen voimassaoloajan. Tarjouspyyntö sisältää myös tarvittavat tekniset ja kaupalliset asiakirjat kuvan 2 esittämällä tavalla. [1, s. 18.]



Kuva 2. Rakennusurakan sopimusasiakirjat [2, s. 15].

2.2 Arviointi

Tarjouspyynnön arvioinnilla varmistetaan, onko yrityksellä perusedellytykset työn saantiin ja sen loppuunsaattamiseen. Arvioinnin perusteella määritellään tarjouksen muoto sekä suunnitellaan tulevat tarvittavat toimenpiteet. Tarjouspyyntöjä tulee hyvin erilaisia eri urakoitsijoilta. Mikäli tarjouksen kysyjä on sellainen, jonka kanssa ei ole aiemmin tehty yhteistyötä, on hyvä tarkistaa, onko tarjoaja oikeasti kilpailuun kykenevä vai yrittääkö kyseinen yritys vain tarkistaa vaikiourakoitsijoidensa hintoja. Mikäli tarjouspyyntö uudelta yritykseltä on saatu tutun suosituksesta, kyselyyn kannattaa suhtautua vakavasti. [1, s. 18.]

Arvioinnin yksi tärkeimmistä aiheista on, onko yrityksellä kyseisellä ajankohdalla resursseja käytettäväksi. Mikäli työvoimaa joudutaan vuokraamaan ulkopuolisilta, riskit kasvavat huomattavasti, eikä urakan toteuttamisessa ole välttämättä järkeä. Laskettavan hankkeen kohdeosaaminen vaikuttaa myös tarjouspyynnön arvioinnissa. Esimerkiksi jos hanke on asuntopuolella ja yrityksen päätoimiala on toimitilapuolella, voi urakan aikana joutua opettelemaan paljon uusia asioita, jotka eivät välttämättä liity yksinomaan tekniikkaan. Tämä taas vaikuttaa urakan kulkuun merkittävästi. Tarjouspyynnön arviointivaihe päätetään määrittelemällä isommat hankinnat, joista pyydetään tarjouksia eri yrityksiltä tai mahdollisesti myydään kokonaisuuksina alihankintana toteutettavaksi. [1, s. 18.]

2.3 Kustannusten määrittely

Kustannusten määrittely urakkatarjouksessa tarkoittaa kustannusten yksityiskohtaista erittelyä ja arviointia. Tämä sisältää urakkaan tarvittavat kuluerät kuten työvoiman, materiaalit, alihankinnat, kaluston, kuljetukset ja muut kustannukset. Tarjouspyynnössä voidaan pyytää myös erillishinnoittelua, joka tarkoittaa, että esimerkiksi ilmanvaihdosta annetaan erillinen tarjous. Kustannusten huolellinen määrittely tarjoukseen on tärkeää, jotta urakoitsija voi antaa realistisen ja kilpailukykyisen hinnan projektista. [1, s. 23.]

2.4 Urakkaneuvottelu

Urakkaneuvotteluun eli selonottoneuvotteluun valitaan yleensä 2–3 tarjouskriteerit parhaiten täyttäneistä ehdokasta. Mikäli ehdokkaiden valintaperusteena on ollut halvin hinta, neuvottelut käydään yksitellen halvimmassa lähtien. Jos neuvottelut ensimmäisen ehdokkaan kanssa eivät johda sopimukseen, valitaan vasta sitten toinen ehdokas neuvotteluun. [3, s. 32.]

Urakkaneuvottelussa käydään läpi muun muassa urakkaan sovellettavat asiakirjat, hinta, urakan sisältö täsmennyksineen, urakkarajat, suunnitelmien tilanne, mahdollinen vaihtoehtoinen tarjous, lisä- ja muutostyöt, aikataulu sekä käydään läpi sopimusehdot ja jatkotoimenpiteet. Neuvottelussa sovitut asiat kirjataan pöytäkirjaan, joka liitetään urakkasopimukseen, mikäli urakasta päästään sopimukseen. Edellä mainitut kohdat ovat vain esimerkkejä, millaisista asioista neuvottelu voi koostua. Neuvottelun asiat kirjataan pöytäkirjaan. [2, s. 7.]

Urakkaneuvottelu ei ole YSE 1998 63. §:n mukainen, vaan selonotto urakoitsijan tarjouksesta. Tämän neuvottelun perusteella ei vielä synny minkäänlaista sopimussuhdetta tilaajan ja urakoitsijan välille. YSE on lyhenne rakennusurakan yleisistä sopimusehdoista. [3, s. 9.]

2.5 Urakkasopimus

Urakkasopimus laaditaan noudattaen rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja eli YSE 1998 ehtoja. Urakkasopimukseen on saatavilla valmis sopimuslomake RT kortistossa (RT 80260). Ennen allekirjoittamista sopimuslomake on syytä tarkistaa huolellisesti ja katsoa, että sopimus vastaa urakkaneuvotteluissa sovittuja asioita.

Urakkasopimuksen ja sen liitteiden tarkoituksena on selkeyttää tilaajan ja urakoitsijan välisiä velvoitteita ja suojata niitä riitatilanteista. Urakkasopimus on oikeudellinen asiakirja ja on erittäin tärkeää, että se on laadittu huolellisesti ja että kaikki osapuolet ymmärtävät sen ehdot ennen allekirjoittamista. Tarvittaessa

urakkasopimuksen allekirjoitushetkellä voi ottaa avuksi lakimiehen tai muun asiantuntijan, jotta voidaan varmistaa sopimuksen oikeudellisen pätevyyden ja asianmukaisuuden. Allekirjoituksen urakkasopimuksesta yrityksen puolesta voi tehdä vain siihen oikeutettu henkilö. [3, s. 10.]

3 Yrityksen nykyinen tarjouslaskentaohjelma

3.1 PDF-Xchange Editor

Yrityksen nykyinen tarjouslaskentaohjelma on PDF-Xchange Editor. PDF Xchange Editor -ohjelma on tarkoitettu erityisesti pdf-tiedostojen käsittelyyn ja on siinä todella monipuolinen erilaisten muokkaus ja käsittely ominaisuuksiensa vuoksi. Ohjelmalla pystyy vain käsittelemään pdf-tiedostoja, joten sillä voi käsitellä vain 2D-kuvia. Sovellus ei siis tue pystyputkien laskentaa, koska se perustuu tasokuvamateriaaliin, joka ei sisällä syvyyttä. Laskettaessa pdf-tiedostoista joutuu itse arvioimaan pystyputkien metrimäärät.

Ohjelma on erittäin yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Ohjelmaan on sisällytetty valmiiksi määritetyt "kynät" yleisimmille putkimateriaaleille sekä ko'oilte. Ohjelmassa on myös mahdollista itse muokata nimeä kynälle, jos on materiaaleja, joita ei kynävalikosta löydy. Ohjelmassa on kynätyökalut vesi-, viemäri-, lämmitys- ja ilmanvaihtomateriaaleille. Jokainen materiaali kokoineen ja mittoineen tallentuu eri riville taulukkoon, mikä helpottaa tulosten tallentamista ja käsittelyä. Kuvassa 3 on esimerkki, jossa on piirrettynä kynä-työkalua käyttäen putket metreineen.

Label	Type	Value	Unit	Page	Subject	Author	Text	Alt. Value
	Perimeter	150,533	m	1	Fe 80		150,53 m	395,149
	Perimeter	147,197	m	1	Fe 100		147,2 m	1643,389
	Perimeter	126,621	m	1	Fe 125		126,62 m	705,056
	Perimeter	6,561	m	1	Fe 125		6,56 m	0
	Perimeter	7,273	m	1	Fe 40		7,27 m	0
	Perimeter	7,564	m	1	Fe 25		7,56 m	0
	Perimeter	28,879	m	1	Fe 25		28,88 m	0
	Perimeter	28,822	m	1	Fe 80		28,82 m	0
	Perimeter	29,299	m	1	Fe 65		29,3 m	0
	Perimeter	22,477	m	1	Fe 40		22,48 m	0
	Perimeter	22,213	m	1	Fe 80		22,21 m	0
	Perimeter	10,974	m	1	Fe 65		10,97 m	0
	Perimeter	84,678	m	1	Fe 20		84,68 m	715,442
	Perimeter	64,212	m	1	Fe 20		64,21 m	0
	Perimeter	1.853	m	1	Fe 20		1.85 m	0

Kuva 4. Kuvakaappaus CSV-tiedostosta Excelissä.

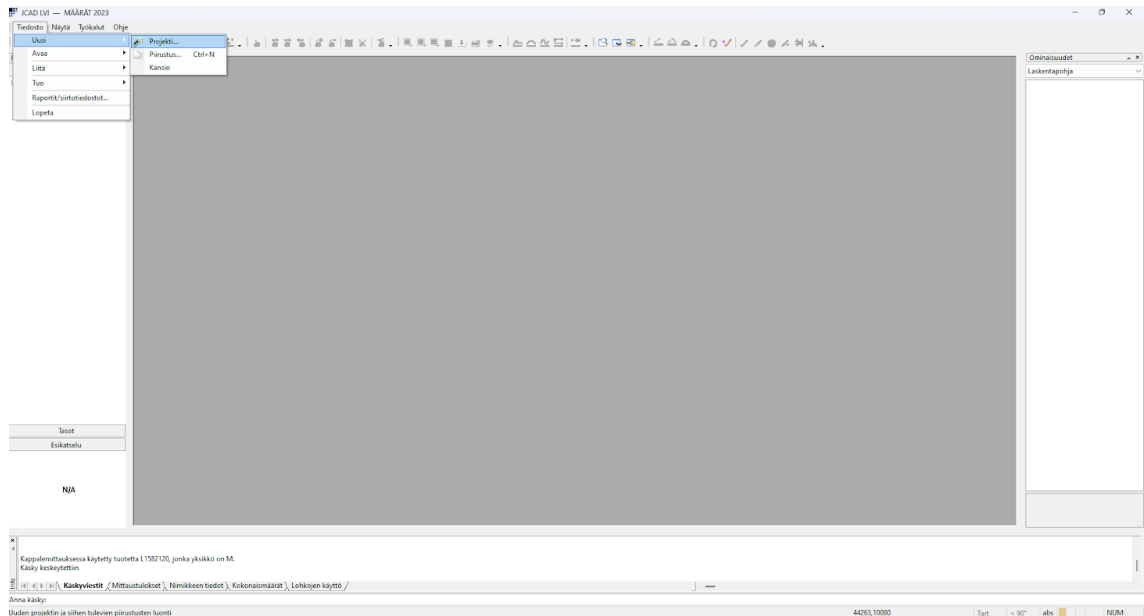
Kaikista CSV-tiedostoista lasketaan materiaalit yhteen eri kokoineen ja syötetään ne taloudenhallintaohjelmaan. Taloudenhallintaohjelmaan syötetään materiaalien määrät Excel-tiedostosta kyseisen kohteen tarjouslaskentakansioon. Ohjelma laskee täältä materiaalille ja työlle hinnan tukkureiden omista hinnoista.

4 JCAD-LVI määrät laskentaohjelma

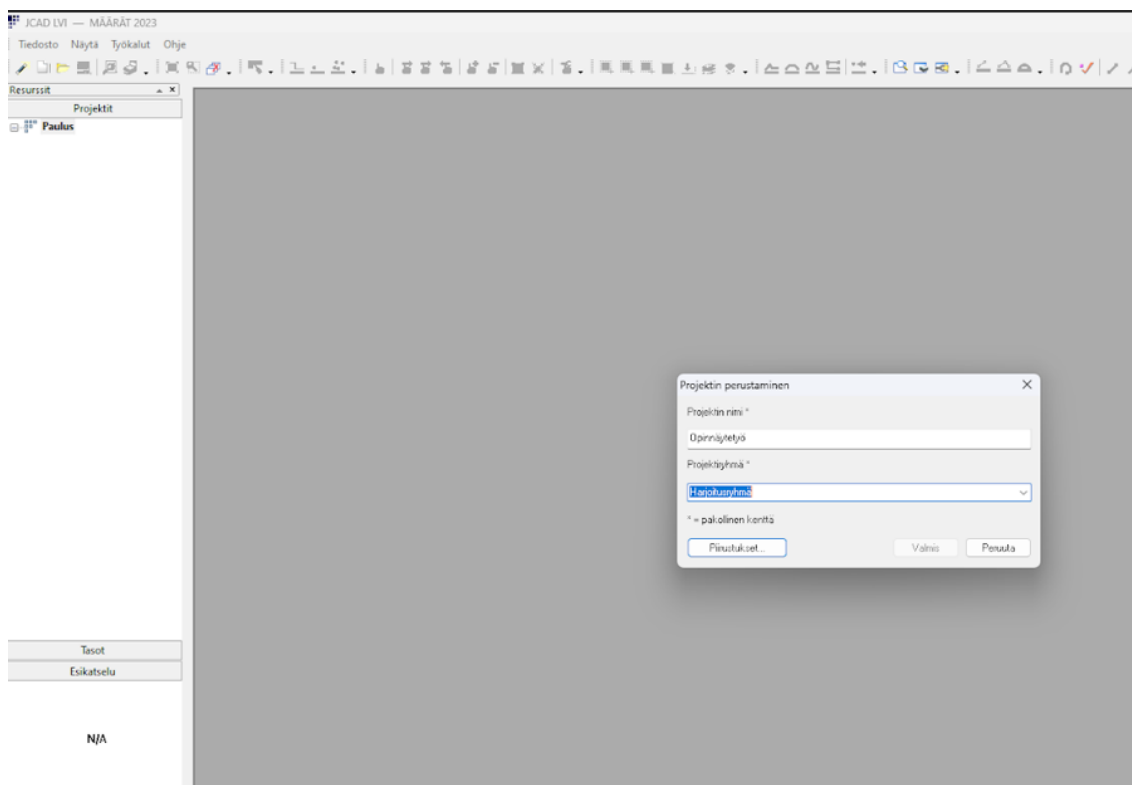
Opinnäytetyön tavoitteeksi tuli selvittää, voisiko laskentaohjelman vaihtamisella kehittää tarjouslaskentaa. Ohjelmaksi valikoitui JCAD LVI-määrät -laskentaohjelma. JCAD LVI-määrät on LVI urakoitsijalle suunniteltu työkalu, joka on tarkoitettu urakoiden määrälaskentaan sekä piirustusten hallintaan. Ohjelmalla voidaan laskea dwg-, rasteri- sekä pdf-tiedostoista. JCAD LVI-määrät on täysin suomenkielinen ohjelma, ja se on yhteensopiva kaikkien Suomen markkinoilla olevien merkittävien LVI-alan tarjouslaskentaohjelmistojen kanssa. JCAD LVI-määrät sivulta löytyy todella kattavat ohjeet kuva- ja video-ohjeet, miten ohjelman eri toimintoja käytetään. [4, s. 2.]

4.1 Projektin aloitus

Laskenta JCAD LVI-määrät -ohjelmalla aloitetaan luomalla laskettavalle kohteelle oma projektikansio kuvan 5 mukaisesti. Kansio kuvan luonnin jälkeen projektille annetaan oma nimi sekä luodaan projektiryhmä. Kuvassa 6 on esimerkki projektin nimen luomisesta.

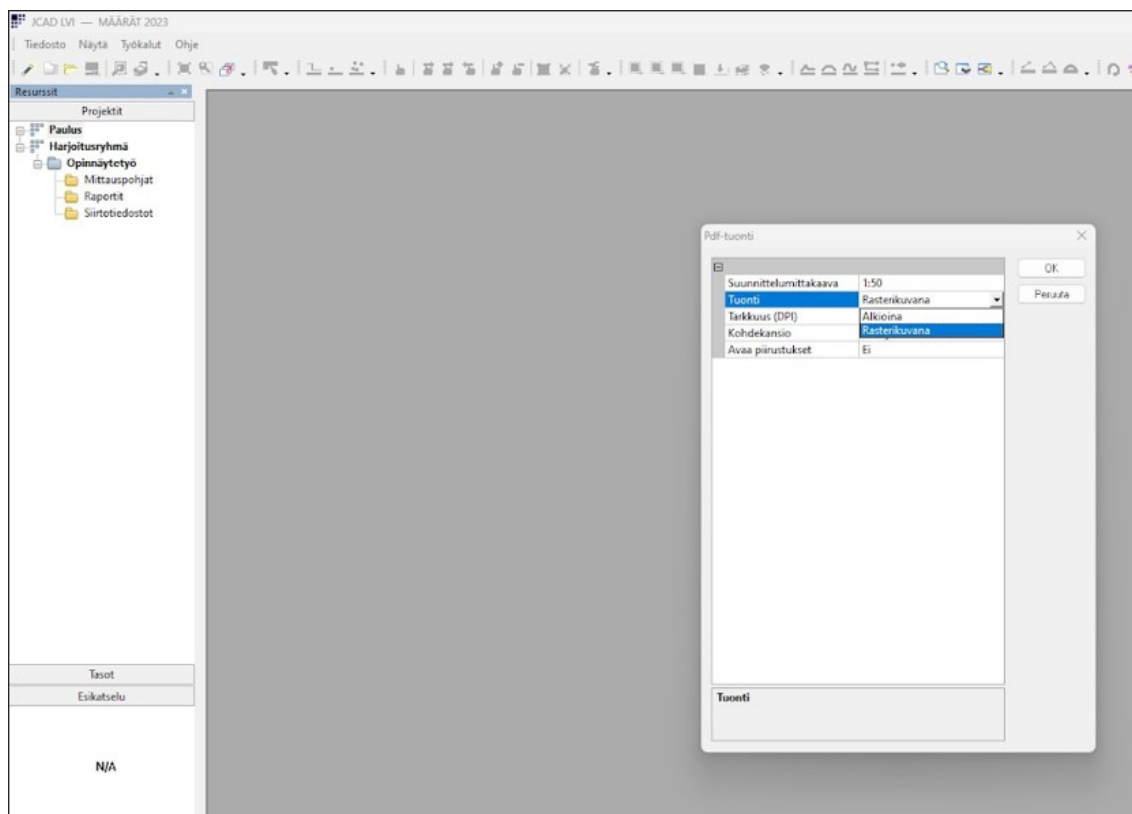


Kuva 5. JCAD LVI-määrät -ohjelman projektikansion luontivalikko.



Kuva 6. Projektille annetaan oma nimi ja projektiryhmä.

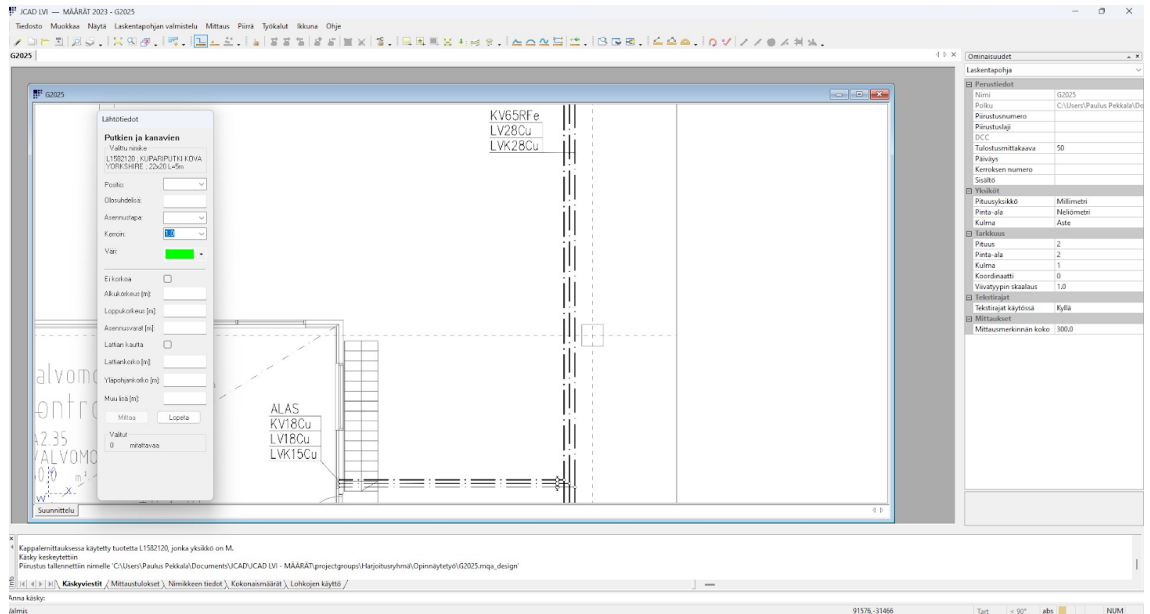
Kun kohteesta on luotu oma projekti, pystytään sovellukseen tuomaan pdf- tai dwg-tiedostoja kuvan 7 mukaisesti. Kun alasvetovalikosta valitaan “tuo pdf” aukeaa pdf-tuontivalikko. Pdf-tuontivalikossa pystytään muokkaamaan mittakaavat, kuvien tuonti sekä kansioiden asetuksia. Tuontivalikossa on suositeltavaa valita LVI kuville “tuo rasterikuvana” kohta, koska rasterikuvassa erottuu paremmin viivojen paksuudet, jolloin kuvista on helpompi laskea. Alkioina pdf tuonnissa kaikki viivat ovat saman paksuisia, joten tämä sopii hyvin esimerkiksi automaatio- tai ilmanvaihtosuunnitelmille.



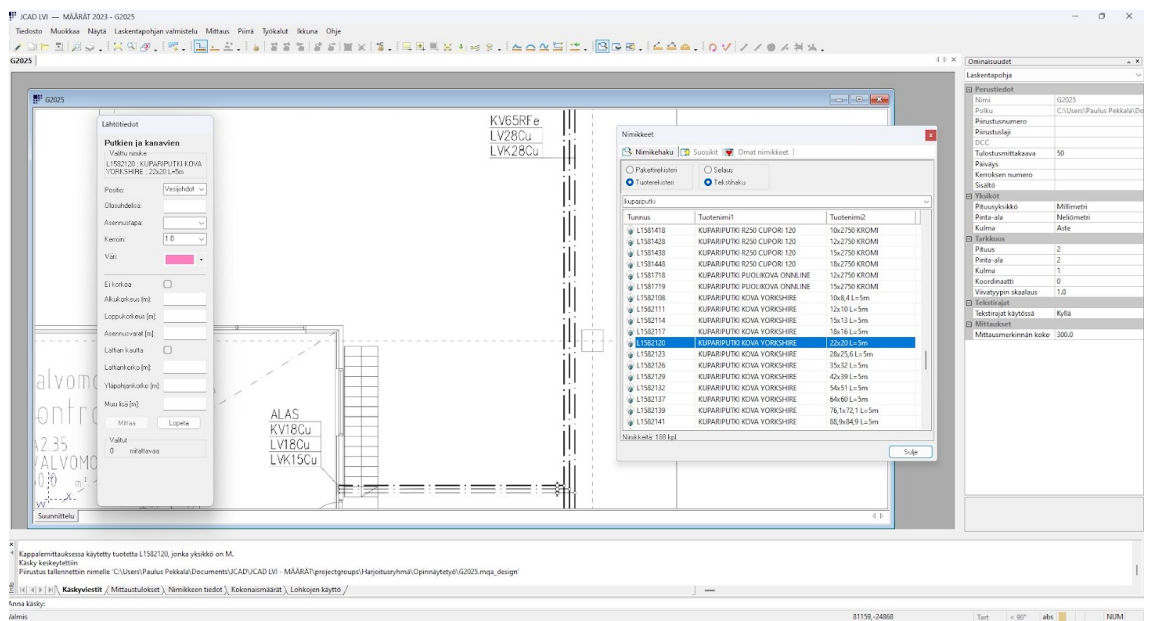
Kuva 7. Pdf-tuontivalikko. Tässä valikossa pdf-tiedostolle valitaan mittakaava, sekä tuodaanko kuva alkioina vai rasterina.

Kun tarvittavat pdf-tiedostot on lisätty projektiin, voidaan aloittaa mittaaminen painamalla komentoriviltä “putket ja kanavamittaus” painiketta. Painikkeesta aukeaa kuvan 8 mukainen näkymä. Lähtötiedot valikosta tärkeimmät valinnat ovat valittu nimike -valikko, positio- ja kerroinvalikot. Valittu nimike -kohdasta etsitään tukkureiden omista rekistereistä kerätyt materiaalitiedot. Kuvassa 9 on esimerkki valitusta materiaalista.

Positiovalikosta valitaan, onko mitattava kohta esimerkiksi lämpö- vai vesijohto. Kerroinvalikolla pystytään vaikuttamaan siihen, laskeeko ohjelma piirron yhden kerran vai esimerkiksi kaksi kertaa. Kerroinvalikolla voi nopeuttaa laskentaa, jos putket ovat samankokoisia: tällöin valitaan kertoimeksi 2, ja niin ohjelma laskee putket suoraan kaksinkertaisena.



Kuva 8. Laskennan aloitusvalikko.

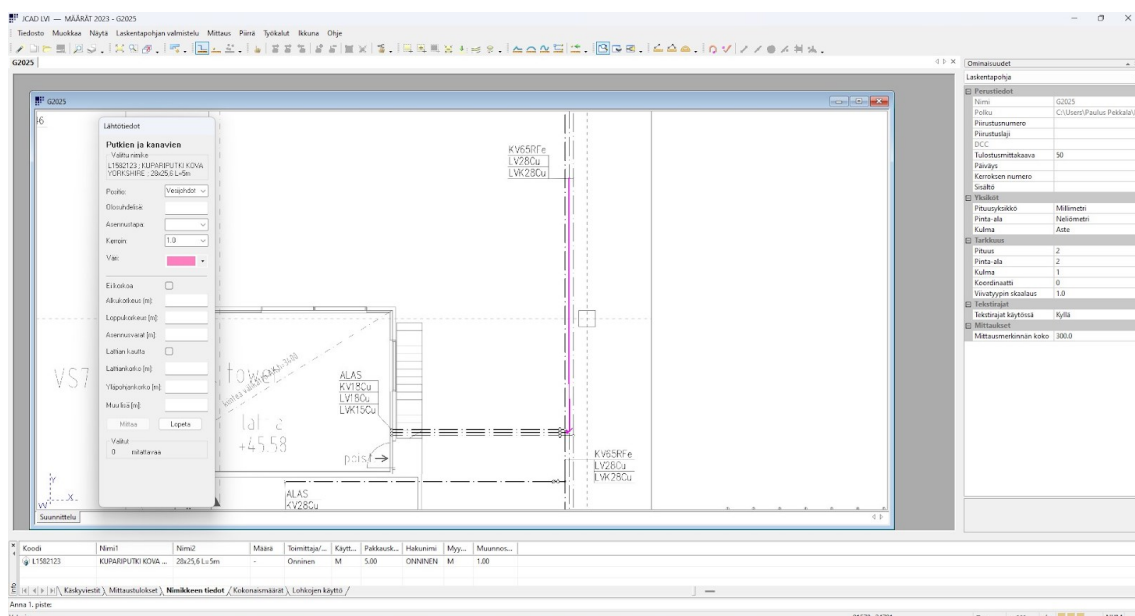


Kuva 9. Nimikevalikosta valitaan mitattava materiaali.

4.2 Putkien ja kanavien mittaus

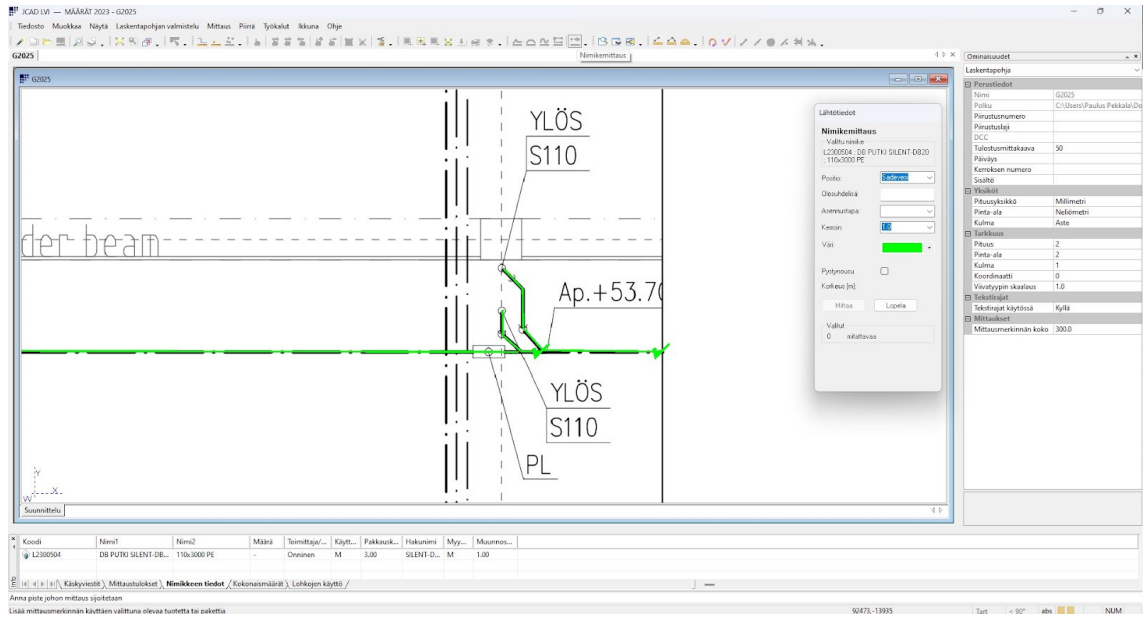
Putkien ja kanavien mittaus on hyvin yksinkertaista ja toimii JCAD LVI-määrät -ohjelmassa samalla periaatteella kuin muissakin laskentaohjelmissa. Kun

lähtötiedot valikosta on valittuna nimike, positio, kerroin ja väri, voidaan lähteä mittaamaan kuvasta materiaaleja. Työkaluriviltä valitaan painike "mittaus murtoviivalla". Mittaaminen tapahtuu hiiren ensisijaista painiketta painaen. Kun viiva on piirretty haluttuun pisteeseen, painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja ohjelma rekisteröi putken metreineen mittaustulokset-näkymään. Nimikeikkunaa ei tarvitse sulkea mittauksen aikana, koska siitä voidaan vaihtaa eri materiaalia nopeaa laskennan edetessä. Jos materiaalia vaihdetaan ja palataan takaisin samaan materiaaliin, ohjelma muistaa materiaalissa aikaisemmin käytetyn värin. Eri materiaaleilla on suositeltavaa käyttää eri värejä. Kuvassa 10 on piirrettynä kupariputkea.



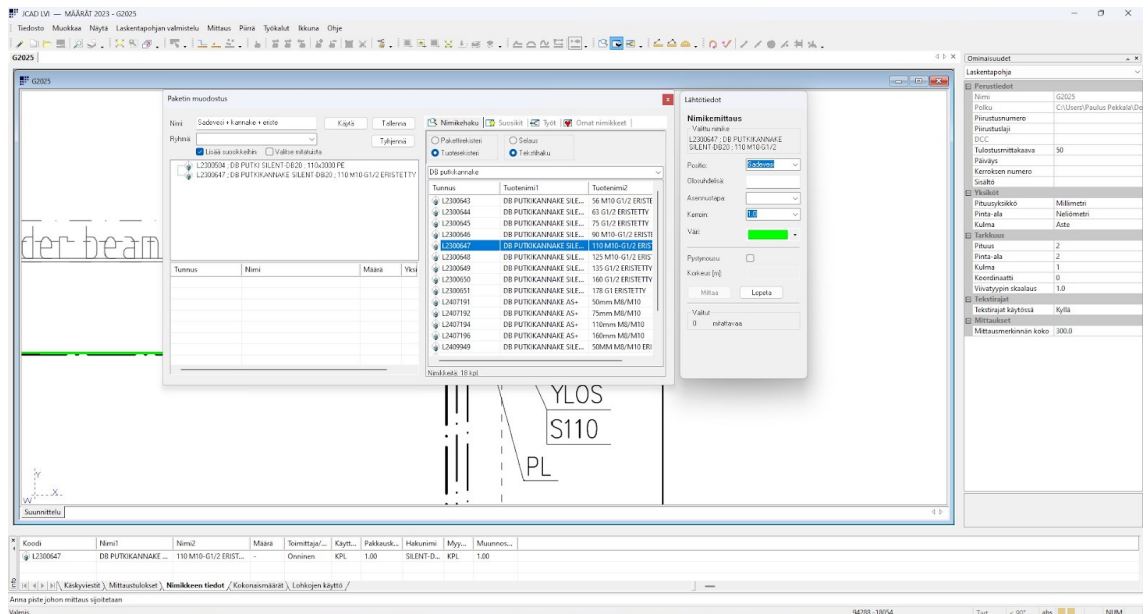
Kuva 10. Kupariputkea piirrettynä vaaleanpunaisella värillä.

Putkien ylösnousut ja osat voidaan mitata "nimikemittaus"-toiminnolla. Kun tiedetään putkien ylösnousukohta, valitaan valikosta kohta "pystynousu" ja määritetään metrimäärät, jonka jälkeen kuvan päällä painetaan hiiren oikealla näppäimellä ja ohjelma rekisteröi putkinousun mittaustulokset-kohtaan. Osien laskeminen toteutetaan samalla periaatteella eli valitsemalla materiaali ja napsauttamalla kuvaa hiirellä halutusta kohdasta. Kuvassa 11 on esimerkki nimikemittaus-toiminnolla mitatuista pystynousuista.

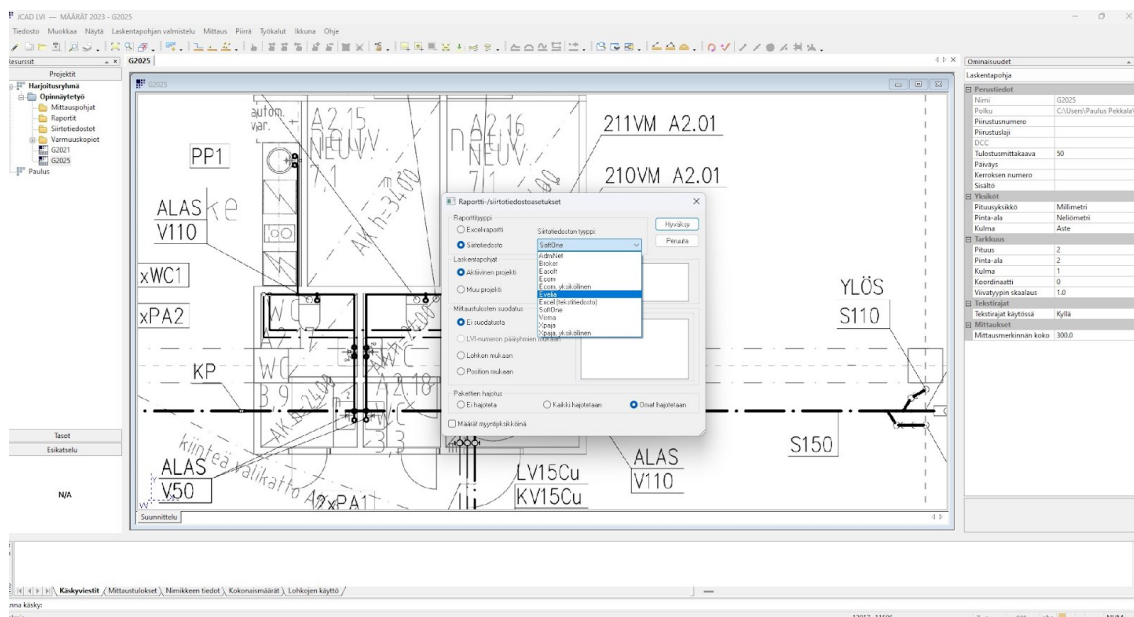


Kuva 11. Nimikemittaus, jolla on kuvassa mitattuna pystynousuja.

Ohjelmalla voidaan myös luoda paketteja kuvan 12 mukaisesti. Työkalurivistä valitsemalla “paketin muodostus” -kohdan pääset luomaan omia paketteja. Paketit voivat sisältää esimerkiksi putken, kannakkeet ja eristeet, jotta niitä ei tarvitse erikseen laskea myöhemmässä vaiheessa.



Kuva 12. Paketin luonti valikossa valitaan pakettiin kuuluvia materiaaleja ja tuotteita.



Kuva 14. Raportit ja siirtotiedostot valikko, josta voidaan valita, tuodaanko kuva Excel-tiedostona vai taloudenhallintaohjelmiin sopivana tiedostona.

5 Tietomallinnus

5.1 Yleistä

Opinnäytetyön edetessä esille nousi myös tietomallin käytön hyödyntäminen tarjouksen määrälaskennassa. Tietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevan rakennelman kolmiulotteista esittämistä ominaisuustietoineen. Ideaalitulanteessa yhden mallin avulla pyritään hallinnoimaan rakennelman elinkaarta aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpidon kautta purkamiseen. [5.]

Rakennuksen tietomalli (englanniksi Building Information Model eli BIM), muodostaa kokonaisuuden rakennuksen digitaalisista tiedoista. Nämä tiedostot kattavat rakennuksen ja siihen liittyvän rakennusprosessin koko elinkaaren. Tietomalliin sisältyy oleellisesti rakennuksen geometrian tarkka määrittely ja kolmiulotteinen esittäminen. Tietomallissa geometriseen kolmiulotteiseen malliin on annettu dataa massoista, mitoista, kappalemääristä ja muita tietoja materiaaleista, joita rakennettava rakennus sisältää. [5.]

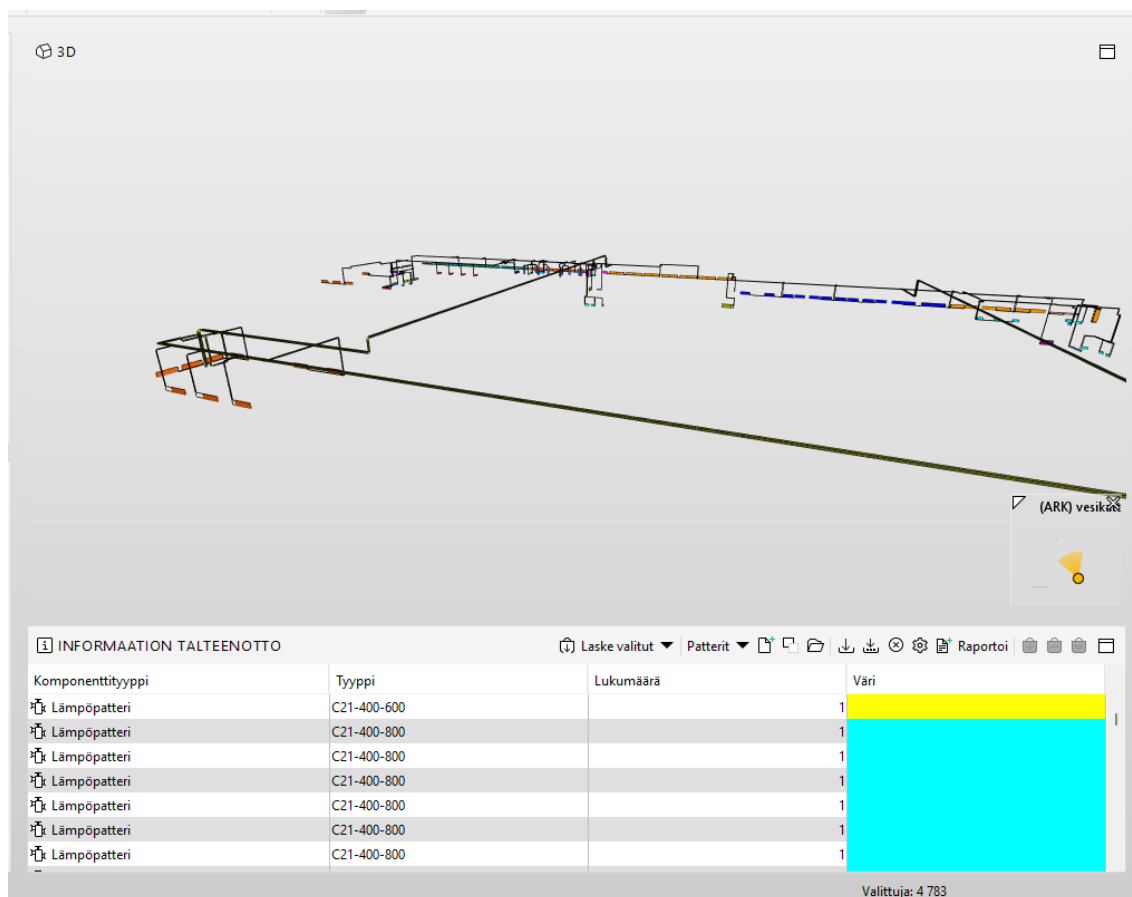
Tietomalli rakennettavasta kohteesta vähentää ongelmatilanteita rakennusvaiheen aikana, kun eri alojen suunnitelmat on valmiiksi yhteensovitettu tietomallissa. Tietomallin käytössä oleellisin asia on, että mallit on tehty teknisesti oikein ja että eri alat on sovitettu yhteen muiden suunnittelijoiden kanssa. Tietomallit eivät kuitenkaan korvaa perinteisiä piirustuksia tai muita suunnitelmia kohteesta. [6, s. 2.]

5.2 Tietomalli määrälaskennassa

Rakennuksen tietomallia voidaan hyödyntää myös määrälaskennassa. Kun tietomallilla lähdetään kohteen määrälaskentaan, on tärkeää, että kaikki rakennus- ja tekniikkaosat mallinnetaan projektikohtaisten vaatimusten mukaan. Tietomallin avulla tehtävä määrälaskenta mahdollistaa nopeutensa ansiosta laskennan tekemisen perinteisiä menetelmiä useammin ja antaa mahdollisuuden tutkia useampia vaihtoehtoja hankkeen tarpeiden mukaan. [6, s. 21.]

Tietomallista saatu laskentatieto on helpompi jakaa ja luokitella eri kokonaisuuksiin. Tämä korostuu etenkin, kun määriä otetaan tuotannon tarpeisiin aikataulutusta ja muuta tuotannon suunnittelua varten. Rakennusvaiheen määrämuutoksia voidaan myös helposti analysoida ja havainnollistaa mallia hyödyntäen myöhemmin. [6, s. 23.]

Määrälaskentaa aloittaessa tietomallista on tärkeää tarkistaa mallien laatu ja varmistua siitä, että tietosisällön johdonmukaisuus ja vastaavuus täyttävät projektin tietosisältövaatimukset. Eri alojen päällekkäisyydet on myös hyvä tarkistaa ennen laskentaa. [6, s. 23.]



Kuva 15. Solibri-ohjelmalla massoiteltuja pattereita.

Kuvassa 15 on esimerkki Solibrilla massoitelluista lämpöpattereista. Määrälaskentaan on tarjolla erilaisia maksullisia sovelluksia kuten Solibri Office, Tocoman BIM3 sekä Trimble Vico Office. Määrien eritasoinen laskeminen on myös mahdollista muilla ohjelmilla. [6, s. 23.]

6 Tarjouslaskentaohjelmien vertailu

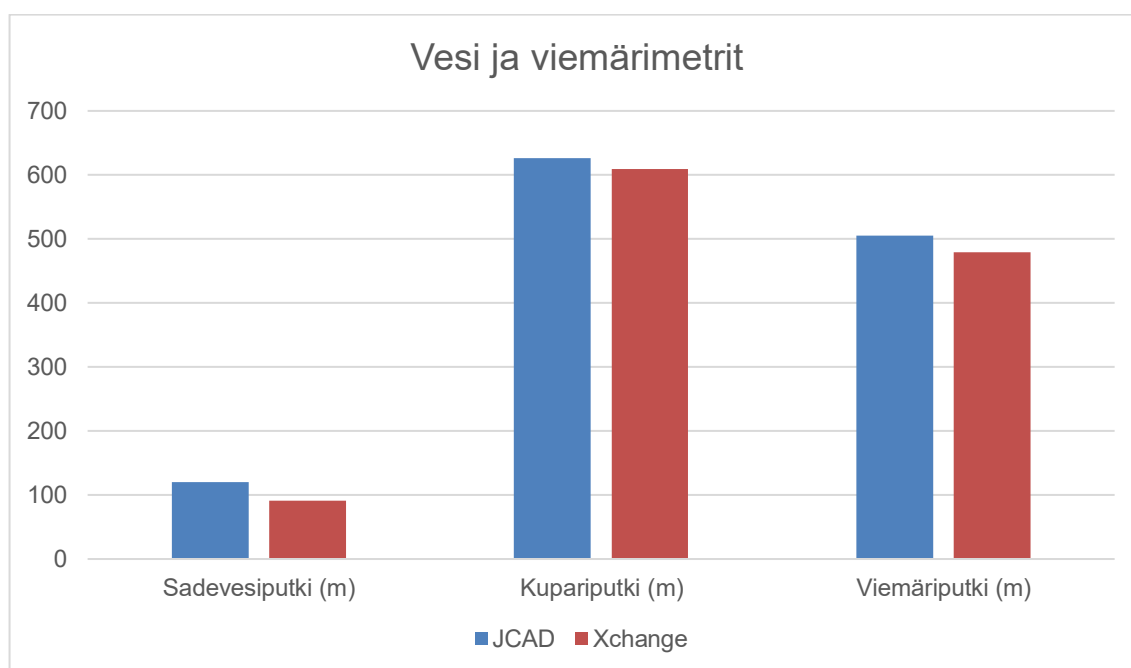
Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää yrityksen tarjouslaskentaa. Yrityksen sisäisessä palaverissa päätettiin, että tarjouslaskentaa lähdetäisiin kehittämään selvittämällä, voisiko JCAD LVI-määrät -ohjelmalla kehittää ja nopeuttaa määrälaskentaa.

Määrälaskennan vertailua lähdettiin suorittamalla jo valmistuneesta kohteesta uudelleen vesi- ja viemäri määrälaskentaa yhden kerroksen osalta. Ohjelmia

käyttäessä nousi esiin, että putkimetriä määrälaskennassa ei tule esiin merkittäviä eroja, koska molemmat ohjelmat perustuvat samaan perinteiseen laskentatapaan. Tämän havainnon vuoksi määrälaskentaa kohteesta supistettiin yhteen kerrokseen ja vain vesi- ja viemärisuunnitelmiin. Opinnäytetyössä toteutetussa vertailussa ei vertailla valmistuneen kohteen todellisia putkien metrimääriä tai silloisen laskennan metrimääriä, koska määrät ja laskentatavat eroavat laskijan mukaan eikä niistä saanut hyvää vertailukaaviota.

6.1 Materiaalin määrälaskennan erot

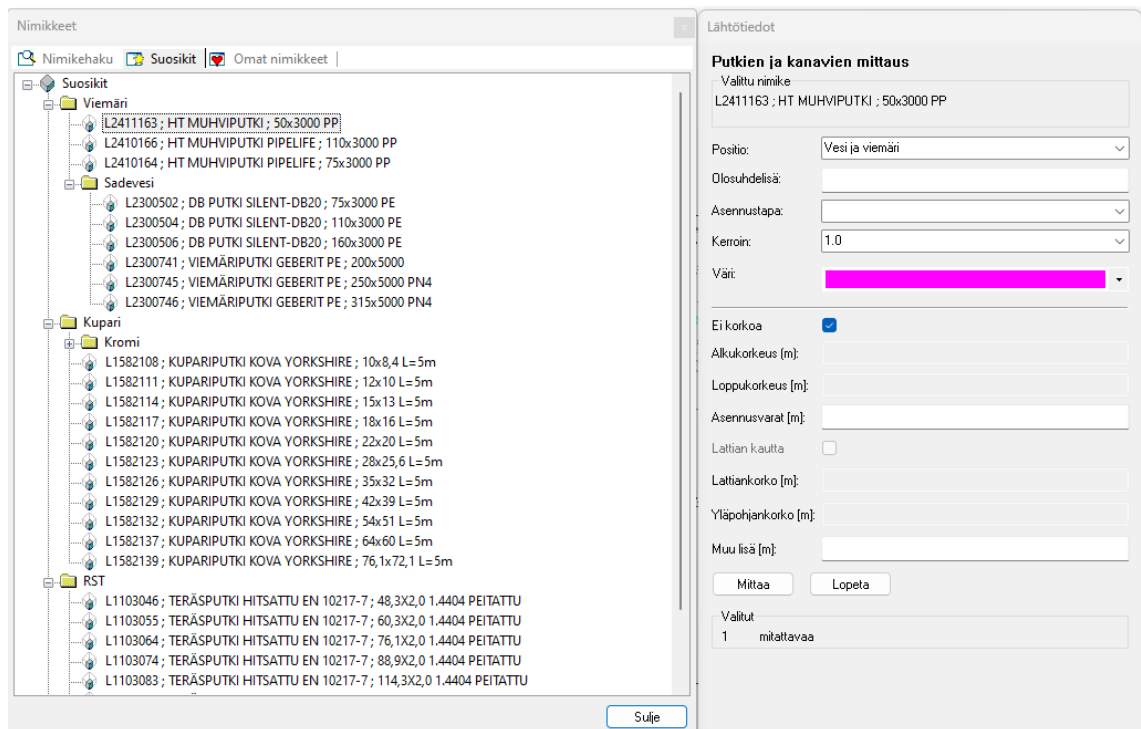
Määrälaskennassa ei tullut ilmi merkittäviä muutoksia putkien metrimäärien osalta. Pienet poikkeamat putkimateriaalien metrimäärissä voidaan selittää laskijan huolimattomuudella tai sillä, että putkien pystynousut on laskettu eri metrimäärillä. Alla olevasta kaaviosta nähdään, että putkien metreissä ei tullut ilmi merkittäviä eroja yhden kerroksen osalta.



Kuva 16. Kaavio vesi- ja viemäriputkien metrimääristä.

Määrälaskentavertailussa ei huomioitu osien laskemista, koska urakan tarjoukset lasketaan yleensä osa prosentilla. Venttiilien laskemisessa JCAD LVI-määrät -ohjelmalla etuna on, että oikea venttiili tyyppi saadaan jo laskentavaiheessa

valittua valikosta ja tuotua ulos oikeilla tiedoilla myöhemmässä vaiheessa. Ohjelma voisi olla myös hyödyllinen lisä- ja muutostöiden laskennassa, koska osat saadaan tuotua suoraan LVI-numeroillaan ohjelmasta. JCAD LVI-määrät -ohjelmalla määrälaskennan yksi etu on, että materiaalin valitseminen ja vaihto kesken laskennan on todella nopeaa ja haluttu materiaali saadaan oikealla lvi koodilla jo laskentavaiheessa. Alla olevassa kuvassa 17 on materiaalin vaihtoesi-merkki.

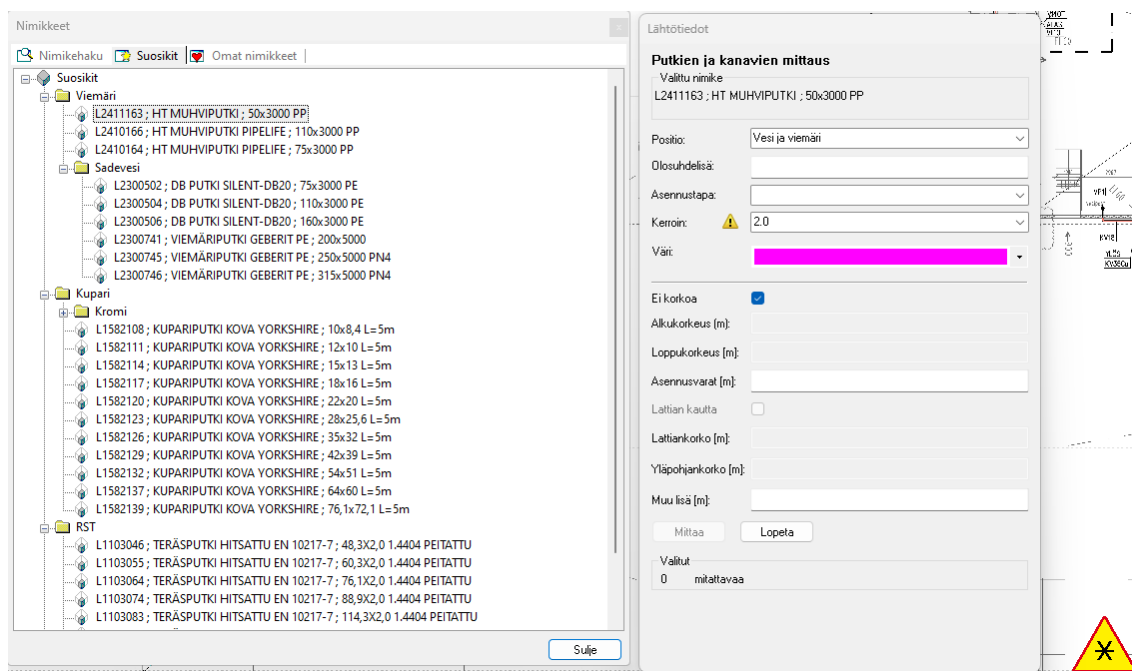


Kuva 17. Putkien ja kanavien mittausvalikko

Ennen määrälaskennan aloittamista on hyvä tehdä oma suosikit välilehti, johon kerätään yleisimmät putkimateriaalit ja osat. Tätä hyödyntäen laskenta on nopeaa ja materiaalin vaihto helppoa, kun ei aina tarvitse etsiä materiaalia uudelleen. Suosikeiksi valitut materiaalit tallentuvat ohjelmaan omine väreineen ja, niitä voidaan käyttää myöhemmin seuraavan laskennan aikana.

Opinnäytetyössä JCAD LVI-määrät -ohjelmalla toteutettua määrälaskentaa nopeutti myös kerroinvalikon käyttäminen, kun putket olivat samankokoisia. PDF-Xchange-ohjelmalla täytyy laskea samankokoiset putket uudelleen, eikä siinä

ole kerroinvalikko, ellei mittakaavan vaihdolla isommaksi lähdetä kaksinker-
taistamaan putkimääriä. JCAD LVI-määrät ilmoittaa selkeästi, kun kerroinva-
likko on aktiivisena, jotta se ei jää vahingossa päälle. Kuvassa 18 nähdään si-
vun alalaidassa keltainen kolmio, joka ilmoittaa, että kerroinvalikko on valittuna.



Kuva 18. Oikeassa laidassa oleva kolmio kertoo, että kerroinvalikko on valit-
tuna.

Opinnäytetyössä selvisi, että JCAD LVI-määrät oli ajallisesti nopeampi käyttää.
JCAD LVI-määrät -ohjelmalla laskennan jatkaminen oli keskeytyksien myötä
selkeämpää kuin PDF-Xchange -ohjelmalla. Näiden edellä kuvattujen toiminto-
jen perusteella voisi jo todeta, että JCAD LVI-määrät nopeuttaisi ja kehittäisi ny-
kyistä tarjouslaskentaa yrityksessä.

JCAD LVI-määrät -ohjelman ja PDF-Xchange Editorin erot ovat kuitenkin enem-
mänkin ominaisuuksissa sekä käytettävyydessä, eivätkä putkimetriä lasken-
nassa. Molemmat ohjelmat perustuvat samaan perinteiseen laskentatapaan
pdf-tiedostoista, tosin JCAD LVI-määrät enemmän lisätoiminnoilla avustettuna.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
JCAD LVI - MÄÄRÄT raportti									
Projekti:	Opinnäytetyö								
Sijaintipolku:	C:\Users\Paulus Pekkala\Documents\JCAD\JCAD LVI - MÄÄRÄT\projectgroups\K3\Opinnäytetyö\								
Tyyppi	Tunnus	Nimi	Maara	Yksikko	Lohko	Positio	Olosuhdelisa	Asennustapa	Laskentapohja
K	2410164	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 75x3000 PP	67,05	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	2410166	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 110x3000 PP	127,63	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	2411163	HT MUHVIPUTKI ; 50x3000 PP	95,13	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582126	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 35x32 L=5m	14,03	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582117	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 18x16 L=5m	99,68	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582123	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 28x25,6 L=5m	45,91	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	2300741	VIEMÄRIPUTKI GEBERIT PE ; 200x5000	10,00	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	2300504	DB PUTKI SILENT-DB20 ; 110x3000 PE	50,00	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582120	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 22x20 L=5m	11,85	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582114	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 15x13 L=5m	69,09	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582111	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 12x10 L=5m	1,79	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	2300745	VIEMÄRIPUTKI GEBERIT PE ; 250x5000 PN4	10,00	M		Vesi ja viemäri			G2011.mqa_design
K	1582123	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 28x25,6 L=5m	95,74	M		Vesi ja viemäri			G2012.mqa_design
K	2410166	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 110x3000 PP	107,22	M		Vesi ja viemäri			G2012.mqa_design
K	1582117	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 18x16 L=5m	20,29	M		Vesi ja viemäri			G2012.mqa_design
K	2410164	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 75x3000 PP	26,42	M		Vesi ja viemäri			G2012.mqa_design
K	1582114	KUPARIPUTKI KOVA YORKSHIRE ; 15x13 L=5m	21,84	M		Vesi ja viemäri			G2012.mqa_design
K	0250188	MUHVIPUTKI HST BLÜCHER ; 110x3000	11,50	M		Vesi ja viemäri			G2012.mqa_design
K	1582123	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 28x25,6 L=5m	17,30	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	1582117	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 18x16 L=5m	53,63	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	2300504	DB PUTKI SILENT-DB20 ; 110x3000 PE	20,00	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	2300745	VIEMÄRIPUTKI GEBERIT PE ; 250x5000 PN4	10,00	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	2410166	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 110x3000 PP	37,48	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	1582114	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 15x13 L=5m	5,59	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	2410164	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 75x3000 PP	35,28	M		Vesi ja viemäri			G2013.mqa_design
K	1582123	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 28x25,6 L=5m	83,61	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design
K	2300746	VIEMÄRIPUTKI GEBERIT PE ; 315x5000 PN4	10,00	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design
K	1582117	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 18x16 L=5m	10,71	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design
K	2410166	HT MUHVIPUTKI PIPELIFE ; 110x3000 PP	10,00	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design
K	1582120	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 22x20 L=5m	64,41	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design
K	1582114	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 15x13 L=5m	13,17	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design
K	1582111	KUPARIPUTKI KOVA ONNLINE ; 12x10 L=5m	5,42	M		Vesi ja viemäri			G2014.mqa_design

Kuva 20. JCAD LVI-määrät -ohjelmasta ladattu Excel-tiedosto.

Label	Type	Value	Unit	Page	Subject	Author	Text	Alt. Value	Color
	Perimeter	6,014	m	1	GR JV 100 SV	Paulus Pe	6,01 m	0,263	#00ff00
	Perimeter	6,093	m	1	GR JV 100 SV	Paulus Pe	6,09 m	1,363	#00ff00
	Perimeter	6,029	m	1	GR JV 100 SV	Paulus Pe	6,03 m	0	#00ff00
	Perimeter	5,901	m	1	GR JV 100 SV	Paulus Pe	5,9 m	0	#00ff00
	Perimeter	6,025	m	1	GR JV 100 SV	Paulus Pe	6,03 m	1,416	#00ff00
	Perimeter	6,014	m	1	GR JV 200SV	Paulus Pe	6,01 m	0	#ff0000
	Perimeter	2,987	m	1	V 110	Paulus Pe	2,99 m	0	#7a5a30
	Perimeter	11,402	m	1	V 110	Paulus Pe	11,4 m	7,621	#7a5a30
	Perimeter	1,885	m	1	V 110	Paulus Pe	1,88 m	0,269	#7a5a30
	Perimeter	1,933	m	1	V 110	Paulus Pe	1,93 m	0,341	#7a5a30
	Perimeter	0,683	m	1	V 110	Paulus Pe	0,68 m	0	#7a5a30
	Perimeter	5,565	m	1	V 110	Paulus Pe	5,57 m	1,211	#7a5a30
	Perimeter	10,014	m	1	V 110	Paulus Pe	10,01 m	0	#7a5a30
	Perimeter	3,018	m	1	V 110	Paulus Pe	3,02 m	0	#7a5a30
	Perimeter	3,034	m	1	V 110	Paulus Pe	3,03 m	0	#7a5a30
	Perimeter	11,198	m	1	V 110	Paulus Pe	11,2 m	15,419	#7a5a30
	Perimeter	0,686	m	1	V 110	Paulus Pe	0,69 m	0,038	#7a5a30
	Perimeter	3,211	m	1	V 110	Paulus Pe	3,21 m	0	#7a5a30
	Perimeter	4,04	m	1	V 110	Paulus Pe	4,04 m	0	#7a5a30
	Perimeter	2,819	m	1	V 110	Paulus Pe	2,82 m	0	#7a5a30
	Perimeter	0,36	m	1	V 110	Paulus Pe	0,36 m	0	#7a5a30
	Perimeter	4,079	m	1	V 110	Paulus Pe	4,08 m	0,217	#7a5a30
	Perimeter	6,038	m	1	V 110	Paulus Pe	6,04 m	0	#7a5a30
	Perimeter	6,241	m	1	V 110	Paulus Pe	6,24 m	4,115	#7a5a30
	Perimeter	0,918	m	1	V 110	Paulus Pe	0,92 m	0,088	#7a5a30
	Perimeter	4,041	m	1	V 110	Paulus Pe	4,04 m	0,242	#7a5a30
	Perimeter	5,993	m	1	V 110	Paulus Pe	5,99 m	1,372	#7a5a30
	Perimeter	9,989	m	1	V 110	Paulus Pe	9,99 m	1,563	#7a5a30
	Perimeter	9,976	m	1	V 110	Paulus Pe	9,98 m	0	#7a5a30
	Perimeter	10,055	m	1	V 110	Paulus Pe	10,06 m	0	#7a5a30

Kuva 21. PDF-Xchange -ohjelmasta ladattu Excel-tiedosto.

6.4 Tietojen tuonti taloudenhallintaohjelmaan

JCAD LVI-määrät ohjelmalla pystytään viemään Excel-tiedosto suoraan yleisimpiin taloudenhallintaohjelmiin. Raportti- ja siirtotiedostoasetuksista vaihdetaan siirtotiedoston tyyppiä esimerkiksi Evelia, kuvan 22 mukaisesti. JCAD LVI-määrät -ohjelma luo lasketuista määristä Eveliaan soveltuvan Excel-tiedoston, joka syötetään Eveliassa tuonnit-valikosta JCAD-kohdasta kuvan 23 mukaisesti.

Raportti-/siirtotiedostoasetukset

Raporttityyppi

Excel-raportti

Siirtotiedosto

Siirtotiedoston tyyppi: Evelia

Hyväksy

Peruuta

Laskentapohjat

Aktiivinen projekti

Muu projekti

Selaa...

G1011
G2011
G2012
G2013
G2014

Mittaustulosten suodatus

Ei suodatusta

LVI-numeron pääryhmien mukaan

Lohkon mukaan

Position mukaan

Suodatus

Pakettien hajotus

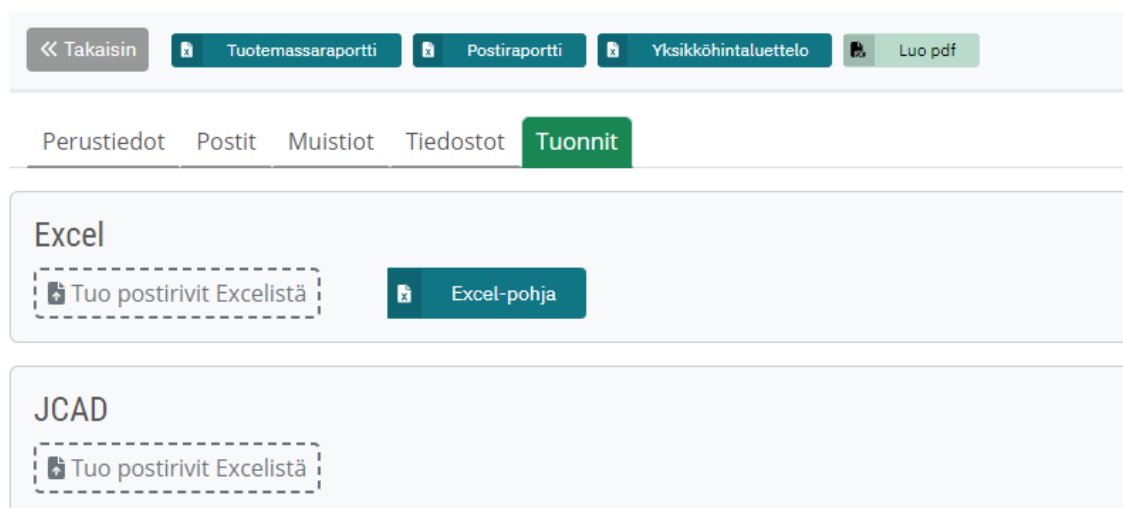
Ei hajoteta

Kaikki hajotetaan

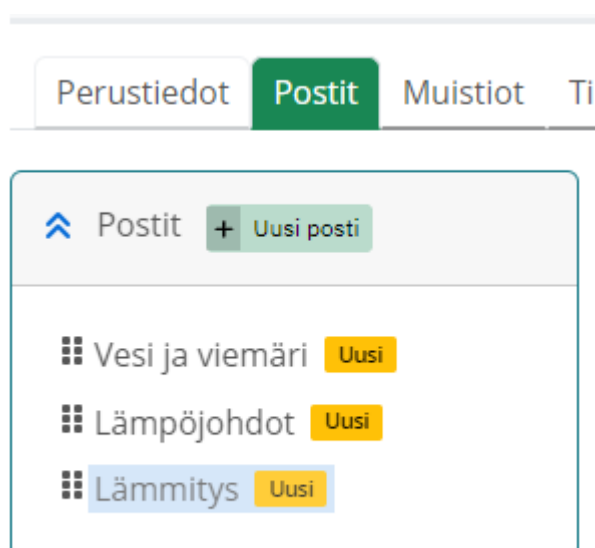
Omat hajotetaan

Määrät myyntiyksikköinä

Kuva 22. Raportti- ja siirtotiedostoasetukset.



Kuva 23. Evelia-taloudenhallintaohjelman näkymä mihin ladataan JCAD Excel-tiedosto.



Kuva 24. Evelia-taloudenhallintaohjelman näkymä, mihin on tuotu Excel-tiedostosta vesi-, viemäri, lämpö- ja lämmitysmateriaalit.

JCAD LVI-määrät ohjelma luo laskentavaiheessa asetettujen positioiden mukaan omat postit-rivit materiaaleille kuvan 24 mukaisesti. Postien materiaalihinnat tulevat Eveliaan sen mukaan, minkä toimittajan hinnoilla olet materiaalit JCAD-ohjelmalla laskenut. Tietojen siirto Eveliaan onnistuu todella helposti ja

nopeasti. Tämä toiminto voisi säästää paljon aikaa laskentavaiheessa, kun jokaista eri materiaalia määriin ei tarvitse yksitellen tuoda projektipohjaan.

7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää, miten yrityksen tarjouslaskentaa voisi kehittää eri ohjelmilla. Ohjelmaksi valikoitui JCAD LVI-määrät, josta lähdettiin selvittämään, mitä eroja siinä on nykyiseen PDF-Xchange Editor -ohjelmaan verrattuna. Työssä käytiin läpi myös tietomallilla massoittelu, koska tulevaisuudessa massoittelu tulee todennäköisesti tapahtumaan aiempaa enemmän tietomallilla laskemisena.

Työn edetessä opinnäytetyön tarkoituksiksi tuli etsiä ja selvittää kahden ohjelman välisiä eroja ja pohtia keinoja, joilla nykyistä tarjouslaskentatapaa kehittää ja vähentää niin sanottua turhan työn tekemistä. Erot olivat selkeitä JCAD LVI-määrät ohjelman eduksi. Tulos oli odotettavissa, koska ohjelma on kehitetty varta vasten tarjouslaskentaa silmällä pitäen. Ohjelman käyttäminen ja tuloksien vertailu osoittaa, että tarjouslaskentaa voisi nopeuttaa käyttämällä JCAD LVI-määrät -ohjelmaa.

JCAD LVI-määrät ja PDF-XChangen Editor -ohjelmien kaikkia eroja on vaikea listata, eikä kaikkia toimintoja käytetty ohjelmia testatessa. JCAD LVI-määrät -ohjelma eroaa paljon nykyisestä PDF-Xchange -ohjelmasta ja se on selitettävissä sillä, että JCAD LVI-määrät on yksinomaan tarkoitettu määrälaskentaan. PDF-Xchange Editor on enemmän kokonaisvaltainen pdf-tiedostojen käsittely-ohjelma, jonka sivuominaisuuksina on määrälaskentamahdollisuus. Molemmat ohjelmat perustuvat kuitenkin samaan toimintatapaan määrälaskennassa.

Huomattava ero käytettävyyden ja visuaalisuuden lisäksi ohjelmien välillä on hinta. JCAD LVI-määrät ohjelman aloitus maksaa 2490 euroa ja kuukaudessa 429 euroa [7.]. PDF-XChange Editorin vuoden lisenssi maksaa 326 dollaria viidelle eri käyttäjälle [8.]. Yllä olevat hinnat ovat arvonlisäverottomia ja voivat erota yrityksille tarjottavista hinnoista.

Opinnäytetyössä tehtyjen havaintojen perusteella JCAD LVI-määrät olisi hyvä ohjelma kehittämään ja nopeuttamaan tarjouslaskentaa, mutta yrityksen sisällä on hyvä miettiä tarkkaan, toisiko kyseinen ohjelma tarvittavat säästöt vuositasolla. Ohjelman ottaminen testattavaksi voisi olla myös toteutuksen arvoinen asia, jos yrityksessä halutaan perehtyä enemmän ohjelman käyttöön ja sen hyötyihin. Esimerkiksi jonkin urakan määrälaskennan voisi suorittaa pelkästään JCAD LVI-määrät -ohjelmaa hyödyntäen ja tämän jälkeen arvioida, onko ohjelmasta hyötyä. Yrityksessä on tosin huomioitava, että uuteen ohjelmaan perehtyminen vie laskentaa suorittavan työntekijän aikaa, mikä voi aiheuttaa ajankäytöllisiä haasteita.

JCAD LVI-määrät ja PDF-Xchange Editor -ohjelmien vertailun lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin urakkatarjouksen eri vaiheisiin ja hieman tietomallinnukseen. Työn aikana harjoiteltiin käyttämään myös tietomallia määrälaskennassa ja varsinkin tiedostojen ulostuontia ohjelmasta. Tietomallin hyödyntäminen määrälaskennassa ja sen käyttämisen opettelu olisi hyvä lisä tarjouslaskentaan. Tietomallilla massoittelun opettelu voisi tuoda etulyöntiaseman yritykselle tarjouslaskentaan, kun tämä toimintatapa yleistyy. Lisäksi tietomallilla voisi pdf-tiedostoja paremmin laskea esimerkiksi konehuoneiden putkimäärät kulmaosineen. Tietomallia hyödyntämällä voisi saada aikaan hieman säästöjä urakan toteutusvaiheessa ja vähentää yllätyksiä konehuoneiden putkimäärien ja varsinkin osien suhteen. Tietomallin hyödyntäminen määrälaskennassa vaatisi vain hyvin suunnitellun ja yhteensovitetun tietomallin kohteesta.

Tietomallin käytön hyödyntämisessä määrälaskennassa täytyy ottaa huomioon myös hinta. Ohjelmaversio, jolla määrälaskentaa voidaan suorittaa, maksaa kuukaudessa 280 euroa käyttäjää kohti tai vuodessa 1870 euroa käyttäjää kohti. Ohjelman verkkosivulla ilmoitettu hinta voi erota yrityksille tarjottavista hinnoista. [9.]

Lähteet

- 1 Saastamoinen, Arto & Autio, Isto. 2017. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Espoo. Sähköinfo Oy.
- 2 Kivioja, Karri. 9/2014. YSE 1998 käyttö ja tulkinta. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus. <https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2014-09-30_karri-kivioja-yse1998-kaytto-ja-tulkinta.pdf>. Luettu 17.10.2023.
- 3 Tarjouspyyntö. 2016 Verkkoaineisto. Julkisten hankintojen neuvontayksikkö. <<https://www.hankinnat.fi/kansallinen-hankinta/tarjouspyynto>>. 30.12.2016. Luettu 13.10.2023.
- 4 JCAD LVI-määrät käytön perusteet. Opas. Quanttos Oy. JCAD Extranet.
- 5 Mikä on tietomalli. 2020. Verkkoaineisto. Väylävirasto. <<https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli->>. Luettu 19.11.2023.
- 6 Tietomallinnuksen prosessit ja tietomallien hyödyntäminen. 2023. Verkkoaineisto. Gravicon Oy. <https://rakentaminen.karelia.fi/wp-content/uploads/2022/03/Tietomallinnuksen_prosessit_ja_tietomallien_hyo%CC%88dynta%CC%88minen.pdf>. Luettu 22.11.2023.
- 7 JCAD. 2023. Verkkoaineisto. Quanttos Oy. <<https://www.jcad.fi/fi/pricing>>. Luettu 30.11.2023.
- 8 PDF-Xchange. 2023. Verkkoaineisto. PDF-Xchange. <<https://pdf-xchange.eu/shopgt/pdf-xchange-editor-plus.htm>>. Luettu 30.11.2023.
- 9 Solibri. 2023. Verkkoaineisto. Solibri Inc. <<https://buy.solibri.com/>>. Luettu 30.11.2023.