



Anssi Härkönen

# LVV-urakan mittaus suorituspalkkauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

8.2.2022

## Tiivistelmä

Tekijä: Anssi Härkönen  
Otsikko: LVV-urakan mittaus suorituspalkkauksessa  
Sivumäärä: 31 sivua  
Aika: 8.2.2022

Tutkinto: insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: talotekniikka  
Ammatillinen pääaine: LVI-urakointi  
Ohjaajat: lehtori Markku Leino

---

Insinöörityön tarkoituksena on selventää, kuinka putkiasentajien urakka muodostuu, sekä käsitellä talotekniikka-alan työehtosopimukseen sisällytetty putkialan suorituspalkkaustyömääräyksiä. Insinöörityön tavoitteena on luoda käytännön esimerkki LVV-urakoinnissa työskentelevälle henkilölle.

Talotekniikka-alan työehtosopimus on tärkeä työkalu LVI-työnjohdossa, koska siitä löytyy tarvittavat tiedot suorituspalkkauksen sisältöön ja sen mittaamiseen. Lisäksi talotekniikka-alan työehtosopimus sisältää asentajien yleiset työehdot, palkkojen maksun perusteet korvauksineen sekä yleiset määräykset talotekniikan alalla työskentelevälle asentajalle ja hänen oikeuksille työntekijänä.

Tutkimuksen lopputuloksena tavoitteena on mitata insinöörityössä käsitellyn kohteen lämpö-, vesi-, jäähdytys ja viemäriputkien asennusurakka, joka on tehty suorituspalkkausmenetelmällä. Kohteen urakan mittaaminen on toteutettu suorituspalkkauksen menetelmien mukaisesti ja samalla sitä verrattiin kahdella eri sovelluksella saatuihin putkimassoihin, jotka muutettiin euroiksi havainnollistamisen vuoksi.

Avainsanat: LVI-urakointi, työnjohto, talotekniikka-alan työehtosopimus

## Abstract

Author: Anssi Härkönen  
Title: Performance-based Pay in Heating, Water and Sewerage System Contracting  
Number of Pages: 31 pages  
Date: 8 January 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: HVAC Contracting  
Supervisors: Markku Leino Senior Lecturer

---

The purpose of this final year project was to study the calculation of jobs within the plumbing sector. By using the collective labour agreement as a guide, the project studied how the employees should be rewarded for their work.

The collective agreement was studied due to it being an important tool within the building services sector ; the managers and employees relying on it in topics such as general terms of employment, pay scales, holiday allowance and sick day entitlement.

By using a real life example, the ultimate aim of the thesis was to form a contract that would include appropriate costing for plumbing, heating, sewerage, domestic water and cooling system. Because the collective labour agreement was used as a guide, the thesis can provide useful guidance to a manager who wants to cost a contract and make sure that the employee remuneration is appropriately included to the costing.

Keywords: HVAC contracting, HVAC foreman, collective bargain of building services

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Aro Systems Oy	1
3	Hankkeen tiedot	2
3.1	Hanke yleisesti	2
3.2	Hankkeen toteutusmuoto	3
4	Talotekniikka-alan työehtosopimus	3
4.1	Etumies	7
4.2	Urakkavoittojen jako	8
5	Urakan mittaus	8
5.1	Toimenpiteet ennen mittauksen suorittamista	8
5.2	Kohteen järjestelmät	9
5.2.1	Lämmitys	9
5.2.2	Jäähdytys	10
5.2.3	Vesi	11
5.2.4	Viemäri	11
6	Eri mittaustavat	12
6.1	Mittaus työmaalla	12
6.2	Solibri Site	15
6.3	Pdf Xchange editor	16
6.4	Asentajien tuntien koonti	18
7	Tulokset ja vertailu	19
8	Yhteenveto	27
	Lähteet	30

## **Lyhenteet**

LVISA      lämpö, vesi, ilmastointi, sähkö sekä automaatio.

LVV        lämpö, vesi ja viemäri. Lyhennettä käytetään urakoinnissa.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä asentajien suorituspalkkauksen nettelyihin ja suorittaa urakan mittaus talotekniikka-alan työehtosopimuksen mukaisesti jo valmistuneesta kohteesta. Talotekniikka-alan työehtosopimus ja siihen liitetty putkiasennusalan urakkahinnoittelu ovat käytössä talotekniikkaurakoitsijoilla tehtäessä urakoiden tarjouksia.

Suoritettu asennusurakka ja niistä muodostuva hinta perustuvat normiajoitettuihin tunteihin, jotka on laskettu talotekniikka-alan suorituspalkkauksen ohjeiden mukaisesti. Asennus on tehty suoralla urakalla, jolloin urakan hinta saadaan laskettua asennetuista töistä. Jotta voidaan määrittää laskennan tarkkuutta, tehdään normiajoitettujen töiden laskeminen kahdella eri sovelluksella vertailuna fyysisen mittauksen lisäksi. Saadut laskelmat muutetaan euromääräiseen muotoon putkiasennuksien urakkahinnoittelussa annettujen ohjeiden mukaisesti, jotta niiden vertailu on helposti luettavissa. Sovelluksilla suoritettiin suunnitelmista putkimetrien laskenta ja ne muutettiin normiajoitetuksi töiksi. Vertailun tarkoituksena on tarkastella mahdollisia eroja laskentojen välillä sekä laskea mahdolliset urakasta jääneet välipohjat.

Opinnäytetyön aihe saatiin tilaajayritykseltä, koska urakka oli valmistumassa ja siitä tuli tehdä tarvittavat laskennat asentajien urakkaan liittyen. Urakalla tehdessä tulee laskea mahdolliset urakkapohjien saamiset, jotka on myös tehty mittauksien päätteeksi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toimia esimerkkinä sekä apuna LVV-urakoissa työskenteleville toimihenkilöille, joiden työntekijät suorittavat asennuksia suoritusperusteisesti, ja antaa osviittaa siitä, miten asentajien urakan hinta muodostuu.

## 2 Aro Systems Oy

Aro Systems Oy on yli 60 vuotta vanha ja suomalainen perheyritys, joka toimii kokonaisvaltaisesti talotekniikan alalla. Alun perin yritys on perustettu

sähkötöiden tekemiseen, mutta ajan saatossa Aro Systems on kasvattanut liiketoimintamallin kokonaisvaltaiseksi LVISA-urakoiden toteuttajaksi. Nykyisin yritys tarjoaa LVISA-urakoinnin ratkaisuja vaativiinkin kohteisiin. Aro Systemsillä on myös talotekniikan huolto ja ylläpito. Yritys toteuttaa joustavasti eri urakkamuodoilla olevia hankkeita sekä tarjoaa kestäväää palvelua koko kiinteistön elinkaaren ajaksi. Arolla työskentelee tällä hetkellä noin 400 työntekijää kolmessa toimipisteessä, jotka sijaitsevat Helsingissä, Oulussa ja Tampereella. Yrityksen liikevaihto vuonna 2020 oli noin 75 miljoonaa euroa. [1.]

### **3 Hankkeen tiedot**

#### **3.1 Hanke yleisesti**

Insinööriyön kohteena urakan mittauksen tekemisessä toimii merimieseläkekassan tilaama kiinteistösaakeyhtiö Raitinkartano, joka valmistui Espoon Tapiolaan. Raitinkartano on kaksiosainen hanke, joka koostuu noin 5 700 m<sup>2</sup>:n liiketilatista sekä asuntopuolesta, jossa on 93 asuntoa. Hanke on käynnistynyt 2018 ja kokonaisuudessaan työmaan suunniteltu valmistuminen oli elokuussa 2021. [2.]

Kohteen pääurakoitsijana toimi Fira Oy. Aro Systems oli talotekniikan kokonaisvaltainen urakoitsija tässä hankkeessa. Hankkeeseen kuului Aro Systemsille LVISA. Kohde toteutetaan allianssimallilla Merimieseläkekassan pyynnöstä. Allianssi Suomessa on vielä verrattain uusi toteutustapa rakentamisessa, mutta sen positiiviset kokemukset ovat olleet hyviä. Allianssin periaatteena on toteuttaa hanke tiiviimmällä yhteistyöllä sekä avoimemmalla kanssakäymisellä. Tällä tavoitellaan avoimempaa sekä selkeämpää toimintaa koko rakennushankkeen ajan, jotta mahdolliset epäkohdat ja toteutustavat saataisiin helpommin käsiteltyksi yhteisessä organisaatiossa. Allianssiin kuuluu tilaaja, suunnittelijat sekä pääurakoitsija. Kohteessa Aro Systems on allianssisuhteessa pääurakoitsijan kanssa. Luvussa 3.2 on hieman avattu kyseisen toteutusmuodon sisältöä. Kohteelle tavoitellaan kansainvälistä LEED-ympäristösertifikaattia. [2.]

### 3.2 Hankkeen toteutusmuoto

Allianssisopimuksessa organisaatio vastaa hankkeen suunnittelusta, toteutuksesta, kehittämisestä sekä jälkivastuusta yhdessä. Allianssi jakaa hankkeen riskit sekä hyödyt kaupallisten ehtojen mukaisesti. Allianssin periaatteena on olla avoin ja yhteistoiminnallinen hankkeen muoto. Sopimusosapuolet noudattavat kaupallisten ehtojen mukaisesti avoimien kirjojen periaatetta hankkeessa. Avoimien kirjojen jakoon kuuluu maksuliikenteen seuranta sekä sellaiset asiat, jotka oleellisesti liittyvät hankkeeseen. [3.]

Allianssiin ryhdyttäessä tärkeimpänä tehtävä onkin ajatella hanke edellä, koska kaikilla on sama taloudellinen päämäärä. Mahdollisiin ongelmakohtiin puututaan ajoissa ja ne pyritään ratkaisemaan yhdessä tukemalla toinen toistaan. Allianssimalli tarjoaa riskittömämmän hankemuodon, jos kyseessä on esimerkiksi haastavampi tai taloudellisesti hankala kohde. [4.]

Pääsääntöisesti allianssia käytetään haastavissa sekä isoissa kohteissa, joihin liittyy paljon sidosryhmiä. Jos mallia käytetään pienemmissä kohteissa, ei se lopulta tule olemaan kovin järkevää. Kehitysvaiheessa sekä valmistelussa tarvitaan paljon resursseja, jotka syövät suoraan jo kustannuksia.

## 4 Talotekniikka-alan työehtosopimus

Tämän hetkinen sopimusversio on voimassa 1.5.2020 alkaen ja päättyy 28.2.2022. Viralliselta nimeltään työehtosopimus on Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus työntekijöille. [5.]

Talotekniikka-alan työehtosopimus on tehty määrittämään alakohtaiset työehdot. Tähän työehtosopimukseen kuuluvat ilmastointi-, putki-, sprinkleri- sekä eristysala. Tässä työssä on huomioitu ainoastaan putkialaan liittyvää sisältöä.



Työehtojen sisältö talotekniikan alalla määrittää mm. sairauspoissaolot, palkat, työajat, korvaukset, lomat, normituntimääritelmät sekä asentajien suorituspalkkauksen menetelmät. Työehtosopimuksessa putkialan urakkahinnoittelu määrittää asennettavien materiaalien ja laitteiden asennusajat, lisät eri töille/työmaille sekä tarkemmat määräykset suorituspalkkauksella työskentelyyn. Työehtosopimuksessa määritettyjä asennusaikoja sekä lisiä käytetään tarjouslaskennassa, mikä kertoo sen merkityksen LVI-alalla. Talotekniikan alalla urakkamuotoisena toteutuksena töitä tehdään koko Suomen mittakaavassa noin puolet putkialan töistä. [5.]

Suorituspalkkausta koskevissa määräyksissä on myös määritetty yleiset rajat, jotka eivät sisälly normiaikoihin. Urakkaan eivät täten kuulu seuraavat asiat:

- Tavaroiden, työkalujen ja veden noutaminen yli 30 metrin päästä, siitä pisteestä, josta tarvikkeet tuodaan.
- Menetetyn työajan korvaaminen odotusajan palkan mukaan, mikäli työntekijä joutuu odottamaan tarvikkeita, joita ei ole voitu etukäteen työmaalle hankkia tai ilmenee muutoin esteitä urakkatyön etenemiselle.
- Rakennustelineiden kasaaminen ja purkaminen.
- Putkien läpimenoja vaativien reikien poraaminen tai niiden paikkaaminen.
- Eristykset, pois lukien läpivienteihin tehtävät eristepätkät.
- Kaivantojen teko sekä niiden täyttäminen.
- Merkintöjen teko, kun viranomaisten vaatimat reikäkuvat ovat puutteelliset tai ne puuttuvat.
- Maalaus, paitsi paikkamaalaus pohjamaalilla kertaalleen.
- Varsinaiset rakennustyöt, viemäreiden kannakointiin liittyvät lankutukset ja siihen sisältyvät työt
- Palautettavien materiaalien palautuslistan laadinta
- Mikäli työselityksessä on vaadittu putkiosien tai laitteiden pesu puhdistusnesteellä ennen asentamista
- Säättöpöytäkirjan ja -mittauksien teko.
- Lisätilauksien teko, mikäli tarvikeluettelo puuttuu tai on puutteellinen.
- Sykehuuhtelun tekeminen

- Kulkeminen taukoihiin, jonka sijainti on yli 100 metriä työmaan sisäänkäynnistä. Viranomaisten määräyksen mukaan taukoihiissa on oltava minimissään yksi neliometri työmaan työntekijää kohden. Taukoihiat tulee varustaa asianmukaisesti, jotta ruokailu on esteetön. Jos ruokailutilassa ei ole mahdollisuutta saada lämmintä ateriaa, on tiloissa oltava laitteet ruoan lämmitykseen ja säilytykseen. [5.]

Asentajille tehtävässä urakkasopimuksessa noudatetaan työehtosopimuksen mukaisia määräyksiä. Urakkasopimuksen tarkoituksena on olla kirjallinen sopimus asentajille kuuluvista tehtävistä, palkkiosta sekä urakan valmistumisen ajankohdasta. Sopimus luodaan rajaamaan urakka ja sen sisältö kirjallisesti. Urakkasopimuksen ulkopuolelle jäävät asiat ovat asentajille aikapalkalla tehtäviä töitä, joista täytyy saada erillinen korvaus. Normaalisti työmaalla tulee lisätöitä, joista tulee tehdä kirjaus ja antaa ne esimerkiksi työnjohtajalle. Lisätöitä tulee myös aina hyväksyä ennen niiden tekoa esimerkiksi työnjohtajalla, jolloin tarvittavat kustannukset sekä mahdolliset suunnitelmamuutokset saataisiin päivitettyä. Asentajien urakkasopimukseen sisältävät kohdat ovat suorituspalkkauksen tyyppi, kohteen tiedot, etumies, suoritus aika, urakkavoiton jakamisen perusteet, muut urakkaan kuuluvat asiat sekä asiakirjaluettelon päivämäärä. Asentajien urakkaan kuuluu vain sopimuksessa määritetyt asiat. Yllä mainitussa on myös listaus tehtävistä, jotka eivät kuulu normiajoitettuihin töihin. Asennuksia tehdessä tulee noudattaa talotekniikka RYLin mukaisia laatuvaatimuksia. Kuvassa 1 on esitetty LVI-Tekniset Urakoitsijat ry:n tekemä suorituspalkkaussopimus, joka tulee laatia ennen urakan aloittamista. [5.]

### LVI-asennuksen suorituspalkkaussopimus

 LV

 IV

1. Yritys: \_\_\_\_\_  
 Kohde: \_\_\_\_\_  
 Työnumero: \_\_\_\_\_  
 Etumies/etumiehet: \_\_\_\_\_

2. **Yllä mainitun työmaan työt suoritetaan LVI-TES:ssä määritellyllä suorituspalkkauksella:**

- Suora urakka (mitataan työmaalla toteutuneista asennuksista)  
 Suora palkkio, palkkiosumma on:  
 Muu palkkio, erillinen liite

3. **Työmääräyksen laajuus on määritelty käytettävissä olleiden piirustusten ja työselvitysten perusteella:**

Piirustusluettelo pvm:

4. **Suoritus aika:**  
 Työn arvioitu suoritus aika:

5. **Urakkavoiton jakaminen:**

- TES:n mukaan  
 Seuraavasti:

6. **Muut sovitut asiat:**

7. **Suorituspalkkatyön etumies ilmoittaa tutustuneensa yllä mainittua työtä varten laadittuihin piirustuksiin ja työselityksiin.**

Paikka: \_\_\_\_\_ Aika: \_\_\_\_\_

Työnantaja:  
 Nimen selvennys :

Etumies:  
 Nimen selvennys :

Kuva 1. Suorituspalkkauksen sopimus pohja [6].

## 4.1 Etumies

Jos asennustöihin sisältyy ennakkolaskennan mukaan yli 100 normituntia, täytyy työryhmälle määrittää etumies. Etumiehelle on työehtosopimuksessa määritetty erikseen tehtävät, joita hän tekee muun työn ohessa. Alla olevassa listauksessa on esitetty Talotekniikka-alan työehtosopimuksessa laaditut tehtävät etumiehelle. [5.]

1. Välittää vastaavalta rakennusmestarilta saamansa tiedot työnjohdolle
2. Asennustöiden alkuvaiheessa työnjohtaja, etumies sekä työmaan vastaava johto sopivat hygienia-tiloista, taukotiloista, työalueista sekä työmaan logistiikan käytännöistä.
3. Etumiehen täytyy seurata ja valvoa saapuvia tavarantoimituksia, jotta ne toimitetaan työskentelyalueiden läheisyyteen. Etumiehen tulee myös valvoa, että tarvikkeet varastoidaan oikeisiin paikkoihin ja niitä käsitellään varoen.
4. Tarkastaa saapuvat tavarat ja ilmoittaa epäselvyyksistä asennusliikkeelle tai tavarantoimittajalle
5. Tarpeellisten työkalujen tai osien tilaaminen työmaalle, jos niitä ei ole pystytty ennakkotietojen perusteella työmaalle hankkimaan. Tilaus tulee tehdä riittävän ajoissa. Jos työ suoritetaan liikkeen sijaintipaikkakunnalla, tulee tilaus tehdä 8 työtuntia ennen. Jos työ suoritetaan sijaintipaikkakunnan ulkopuolella, on tilaus tehtävä vähintään 16 työtuntia ennen.
6. Huolehtia ylimääräisten tarvikkeiden toimitus yrityksen varastolle ja tehdä ilmoitus kuljetusta varten. Huolehtia siitä, että rikkinäiset tai vialliset tarvikkeet viedään pois työmaalta.
7. Tarkistaa työryhmän tuntikirjaukset
8. Huolehtia reikien sekä kannakkeiden merkitseminen oikein.
9. Huolehtia asennustöiden tekemistä, jotta ne asennetaan suunnitelmien mukaisesti. Toimittaa lomakkeet kustannuksista tilaajan hyväksymänä, jotka ovat kohdistuneet työnantajan määräämiin ylimääräisiin töihin. [5.]

## 4.2 Urakkavoittojen jako

Urakkavoitot toimivat osana suorituspalkkausjärjestelmää. Suorituspalkkauksella tehtäessä töitä työntekijälle maksetaan kuukausittain palkkaa, joka on ennakkoa urakasta. Alan termien mukaisesti urakkaa ”syödään”. Tätä palkkaa kutsutaan nimellä urakan ulosmaksu. Suorituspalkkauksella tehtäessä hyvin hoidusta urakasta maksetaan urakkapohjia. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tehokkaammalla työtahdilla työhön tarkoitettua aikaa säästetään, jolloin laskettu asennusaika pienenee. Jos urakasta suoriudutaan hyvin sekä alle lasketun urakkahinnan, tämä tarkoittaa urakkavoittojen jakamista työryhmälle.

## 5 Urakan mittaus

### 5.1 Toimenpiteet ennen mittauksen suorittamista

Jokaiseen urakkaan ryhtyessä on tärkeää laskea aika tarvittavan työn suorittamiseen. Urakan valmiiksi saattamiseen täytyy tietää aikataulu, jotta pystytään laskemaan tarvittava määrä asentajia suorittamaan työ valmiiksi aikataulujen puitteissa. Samalla tavalla normitunteja laskemalla pystytään arvioimaan mahdollinen työaika. Kuitenkin täytyy muistaa, että työnteko ei ole aina niin mustavalkoista, jolloin työn suorittamiseen voi mennä laskettua enemmän aikaa. Mahdollisia vaikuttajia töiden estymiselle tai hidastumisille ovat mm. aikataululliset päällekkäisyydet, keskeneräiset tilat sekä työjärjestys.

Urakan valmistuminen todetaan valmiiksi siinä kohtaa, kun esimerkiksi projekti-insinööri sekä etumies suorittavat itselleluovutuksen. Työn jälki on tehty asianmukaisesti sekä vastaa suunnitelmia. Jos tarkastuksissa havaitaan virheitä tai puutteita, ne täytyy korjata välittömästi. Tässä laskennassa on huomioitu vain lämpö-, vesi-, viemäri- ja jäähdytysputkien ja niihin liittyvien kojeiden ja putkistojen asennukset. Muut työt eivät kuulu tähän urakkaan. Urakka toteutetaan suorana urakkana, jolloin suoritettu työ mitataan ja muutetaan normiajoiksi. Urakka-summa lasketaan kertomalla työehtosopimuksen mukaisella normituntikertomella normiaikojen summa. Siten esimerkiksi normiaikojen summa on 500 NH

ja se kerrotaan normituntikertoimella 17,00 €. Täten urakkasummaksi ilman muita lisäkertoimia saadaan 8 500 € (euroa). [5.]

## 5.2 Kohteen järjestelmät

Tämän alaluvun alle on selitetty järjestelmät kohteesta, jotka ovat sisältyneet asennustöihin sekä suorituspalkkaukseen. Sisältyviä järjestelmiä on neljä, ja niiden asennustyöt sisältyvät suorituspalkkaussopimukseen.

### 5.2.1 Lämmitys

Kohteen lämmitysmuotona toimii kaukolämmitys ja lämmityksen jako tiloihin toteutetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä. Huomioitavat asennukset rajautuvat lattialämmityksen jakotukeille asti. Lämmitysverkoston putket tehdään mustalla teräsputkella. Osat kiinnitetään putkistoihin hitsaamalla.

Lattialämmitysverkoston ja sen tuomat edut ovat laajoja verrattuna perinteiseen patterilämmitykseen. Lattialämmityksen valittaessa sen etuina ovat mm. soveltuvuus kaikenlaisiin rakennuksiin, arkkitehtuurinen näkökulma, miellyttävämpi lämpö ympäri asuntoa sekä käyttökustannusten laskeminen. Lämmönjakopaketti sijaitsee kiinteistön alimmassa kerroksessa. Kuvassa 2 on kohteen kaukolämmön lämmönjakopaketti lämmönjakuhuoneessa. [7.]



Kuva 2. Kaukolämmön alajakokeskus kohteen lämmönjakohuoneessa.

### 5.2.2 Jäähdytys

Tässä kohteessa jäähdytyspuoli palvelee erillisiä jäähdytyskonvektoreita sekä ilmanvaihdon jäähdytyspattereita, jotka asennetaan huoneistokohtaisen ilmanvaihdon tuloilmakanavistoon. Kuvassa 3 on malli jäähdytyspatterista ilmanvaihtokanavan välissä. Jäähdytyspatteri viilentää virtaavaa ilmaa ja näin ollen lisää mukavuuden tunnetta asunnossa. Jäähdytysverkoston kytkennät sekä putki-asennukset kuuluvat urakkaan kokonaisuudessaan. Putkimateriaalina käytetään kuparia ja osat kiinnitetään putkiin juottamalla. [7.]



Kuva 3. Esimerkkikuva kohteeseen asennetusta jäähdytyspatterista tuloilmakanaviston väliin.

### 5.2.3 Vesi

Kohteessa käyttövesiverkostosta johdetaan vettä vesipisteille, pesulaan, sekä vesiposteille. Käyttövesiverkosto tehdään kupariputkilla asuntoihin, josta vesi johdetaan jakotukkien avulla laitteistoihin muoviputkella. Muoviputken materiaali on pex. Kupariputket ja osat liitetään toisiinsa juottamalla. [7.]

### 5.2.4 Viemäri

Suurin osa asuntojen viemäriputkista on asennettu valun sisään runkovaiheessa. Runkovaiheen jälkeen tarvittavia viemäriasennuksia on täytynyt tehdä ilmanvaihtokoneiden kondenssiveden poistoon sekä pyykinpesukoneille



tarvittavat poistoputket. Materiaalina valtuun asennettavissa putkissa on käytetty muoviviemäriä. Sadevesiviemärit tehdään muovihitsattavalla viemäriputkella. [7.]

## 6 Eri mittaustavat

Tässä luvussa käsitellään urakan mittauksen tekemistä sekä sovelluksia, joista putkimassat hankitaan vertailuun. Sovelluksella hankitut massat toimivat työssä vertailuna fyysisen mittauksen ohella, jotta mahdolliset eroavaisuudet laskentojen välillä voidaan havainnollistaa. Mittaus voidaan sovittaessa myös suorittaa piirustusten perusteella. [5.]

### 6.1 Mittaus työmaalla

Laskenta suoritettiin mittaamalla putkimetrit sekä laitteet työmaalla fyysisesti. Mittaus tulee suorittaa työehtosopimuksen mukaisesti, koska se toimii perusteena urakkahinnan laskemisessa. Fyysinen mittaus on hidas ja aikaa vievä prosessi. Mittauksen suorittaa yleensä työryhmä. Mittaus tehtiin tässä tapauksessa projekti-insinöörin toimesta, jotta saatiin mahdollisimman selkeä tulos, jota pystyi työstämään tässä opinnäytetyössä.

Tulokset kerättiin ruutuvihkoon, johon oli eriteltynä putkikoot sekä materiaalit. Fyysistä mittausta tulisi tehdä riittävän usein, koska esimerkiksi suurin osa putkistoista jää piiloon. Jälkikäteen niiden laskeminen olisi hankalaa. Kuvassa 4 näkyvät putket ennen eristystöitä sekä katon ummistamista.



Kuva 4. Kuva asunnosta olevista putkista

Ensimmäinen laskenta suoritettiin kuiluista putkirungoista, koska se oli helpoin ja nopein laskettava. Kuva 5 on yhdestä kuilusta, josta ilmenee putkien määrä. Laskenta tehtiin mittaamalla eri putkimateriaalit sekä erottelemalla ne putkikokojen perusteella. Toisessa vaiheessa laskettiin materiaalit asuntojen rappukäytävistä, jossa putkistot jakautuvat asuntoihin. Viimeisessä vaiheessa putkien mitaus suoritettiin asuntojen materiaaleista. Kalusteet ja muut laitteet pystyisi laskemaan kuvistakin, koska niiden määrä tuskin muuttuu. Koska muu mitaus suoritettiin fyysisenä mittauksena, laskettiin myös kalusteet ja laitteet työmaalta.



Kuva 5. Esimerkkikuva kohteen kuilusta, josta mitattiin pystyputkistot

Materiaalien määrän keräämisen jälkeen alkoi tuloksien kokoaminen. Saadut putkimetrit ja kalusteiden lukumäärät siirrettiin vihkosta excel-taulukoon. Jotta tuloksien lukeminen olisi selkeä, koottiin kaikki tarvittavat tulokset yhdelle väli-  
lehdelle kuvan 6 mukaisesti. Putkimateriaalit ovat muodossa metriä, kun taas  
laitteet ja komponentit ovat kappalemäärittäin. Kuvaan 6 on kerätty työmaalta  
saadun mittauksen putkimetrit kerroksittain.

Massat koonti käyttövesi ja jäähdytys								
materiaali	4krs	5krs	6krs	7krs	8krs	9krs	10krs	Yhteensä
Pex	685	680,586	690	692	682	675	679	4783,586
Cu12	66,6	181,696	187	189,02	175	186	78	1063,316
Cu15	84,03	17,662	18	21	34	25,2	80,4	280,292
Cu18	221,53	663,398	660,2	667,6	651	690	240,22	3793,948
Cu22	274,8	67,198	65,2	67,3	69,2	75	285,2	903,898
Cu28	43,37	53,434	54,5	57,2	59,1	53	48,4	369,004

Kuva 6. Koottu käyttövesi sekä jäähdytysputkien massat

## 6.2 Solibri Site

Solibri Site -ohjelmistoa käytetään työmailla 3D-mallintamisen työkaluna rakennustyömailla. Solibri 3D -ohjelmiston monipuoliset työkalut tarjoavat rakennus- alalle kattavan kokonaisuuden laadunvarmistuksen parantamiseksi. Tämän työn yksi vertailutyyleistä on Solibri Site -ohjelmistossa oleva määrälaskennan työkalu. Kuvassa 7 on esimerkki hankkeen mallista. [8.]



Kuva 7. Malliesimerkki hankkeen 3D-mallista

Hyvin tehdyllä mallilla pystytään tarkasti tarkastelemaan esimerkiksi risteävyyksiä eri asennuslajien kesken. Putkiliikkeen näkökulmasta tämä työkalu on erittäin hyvä lisä, kun tarkastellaan putkireittejä, asennuskorkoja sekä mahdollisia esteitä asennettavissa paikoissa. Tarkalla mallilla pystytään ennakoimaan mahdolliset yhteentörmäykset muiden asennuslajien kanssa. Tämä tarkoittaa suoraan ajan ja vaivan säästämistä koko hankkeen mittakaavassa. Tarkasteltaessa mallin sisältöä se näyttää kuvan 7 mukaiselta. Kuitenkin syvemmin tarkastelussa mallista pystytään piilottamaan esimerkiksi seiniä, lattiaita tai muita vastaavia materiaaleja, jotta tarkastelu olisi helpompaa.

Määrälaskenta-työkalulla pystyy keräämään mallista suunniteltujen LVV-putkien koot ja määrät tarkasti. Kuvassa 8 on esitetty putkien koontilista, joka on tulostettu määrälaskenta-työkalun avulla. Putkien pituudet tulevat samankokoisten ja samojen materiaalien putkien yhteenlasketusta summasta. Materiaalit pystytään ottamaan halutessa järjestelmä kerrallaan, kuten kuvassa 8 on esitetty esimerkiksi jäähdytys- ja lämpöputkien määrät.

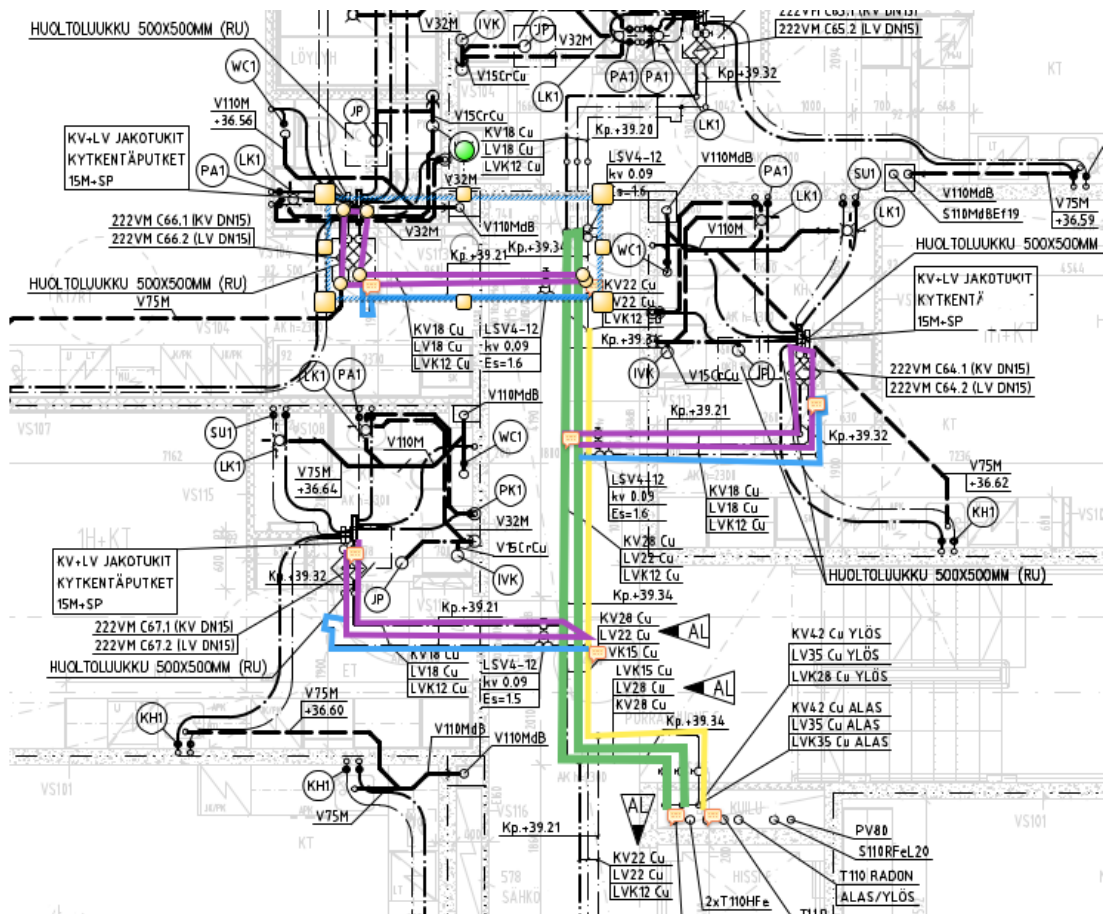
MagiCAD P:	MagiCAD P:	Suurin pitu
		591,95
Kupariputk	0,018	2057,07
Kupariputk	0,022	265,68
Kupariputk	0,028	356,71
Kupariputk	0,035	141,44
Kupariputk	0,042	2
Kupariputk	0,054	6,09
Kupariputk	0,064	4,82
Teräsputki	0,01	27,34
Teräsputki	0,015	734,47
Teräsputki	0,02	1206,19
Teräsputki	0,025	283,73
Teräsputki	0,032	293,74
Teräsputki	0,04	0,612
Teräsputki	0,05	3,92
Teräsputki	0,065	10,92
Uponor Wi	0,017	35,19
Uponor Wi	0,02	64,84
Uponor Wi	0,025	43,4

Kuva 8. Jäähdytys- ja lämpöputkien koontilista

### 6.3 Pdf Xchange editor

Kolmas vertailu suoritettiin PDF Xchange editorilla. Ohjelmisto on monipuolinen pdf-tiedostojen muokkaukseen ja käsittelyyn suunnattu työkalu. Tätä sovellusta käytetään joissain yrityksissä laskentatyökaluna, mutta sillä pystytään tekemään paljon muutakin. Sovellus pystyy käsittelemään vain PDF-kuvia, joten tällä

sovelluksella pystytään laskemaan vain 2D-kuvia, mikä lisää hajontaa laskettaessa. 2D-kuvista ei pystytä laskemaan pystyputkistoja, koska piirustus on vain tasokuva, joten pystyputkien metrimäärät pitää vain arvioida. Sovellus itsessään on hyvin yksinkertainen ja laskenta on helppo tehdä, koska sovellukseen pystyttiin tekemään valmiiksi omat ”kynät” jokaista putkimateriaalia ja kokoa varten, jolloin tuloksien kokoamisessa taulukkoon tulevat kaikki materiaalit eri riveille. Sovellusta käytettäessä on tärkeä huomioida mittasuhteen eli skaalan asettaminen pohjapiirustuksen mukaan, jotta metrimääräiset tulokset tulevat oikein. Esimerkkinä alla oleva pohjakuva on mittasuhteessa 1:50, mikä tarkoittaa sitä, että mittaustyökalu täytyy asettaa suhteeseen 1 senttimetri vastaa luonnossa 50 senttimetriä. [9.] Kuvassa 9 on havainnollistettu, miten työkalulla pystytään ottamaan mittoja putkista.



Kuva 9. Esimerkki ”kynätyökalusta”

## 6.4 Asentajien tuntien koonti

Asentajien tunnit on kerätty tuntikirjausjärjestelmästä. Tuntien keräys tapahtuu tilaaajayrityksen käyttämästä ohjelmistosta. Ohjelmisto, jota yritys käyttää on Visma LTR. Visma LTR on taloushallinto-ohjelmisto, jota käytetään mm. ostolaskujen hyväksyntään, tuntien syöttämiseen sekä tuntien hyväksyntään. Ohjelmiston sisältöä ja laajuutta voidaan räätälöidä yrityksen tarpeenmukaiseksi. Ohjelmiston hyvänä puolena on se, että sitä ei erikseen tarvitse ladata vaan se on verkkoselainpohjainen. Tuntien syöttö tapahtuu kirjautumalla sivustolle ja valitsemalla työtapahtumat. Sivustolle aukeaa kalenteri, jonne tehdyt tunnit voidaan syöttää. (Kuva 10.) [10.]

Kaleenteri							Lista						
Työntekijä Härkönen Anssi <input type="checkbox"/> Vain omat alaiset <input type="button" value="Kopioi..."/>													
<input type="checkbox"/> Näytä myös arkistoidut													
<< heinäkuu 2021 >> M T K T P L S 26 28 29 30 1 2 3 4 27 5 6 7 8 9 10 11 28 12 13 14 15 16 17 18 29 19 20 21 22 23 24 25 30 26 27 28 29 30 31 1 31 2 3 4 5 6 7 8							Viikko 29 ma 12.7.2021 ti 13.7.2021 ke 14.7.2021 to 15.7.2021 pe 16.7.2021 la 17.7.2021 su 18.7.2021 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 Viikko 29 ma 19.7.2021 ti 20.7.2021 ke 21.7.2021 to 22.7.2021 pe 23.7.2021 la 24.7.2021 su 25.7.2021						

Kuva 10. Visma LTR:n työtapahtumien syöttöön tarkoitettu kalenteri.

Asentajat kirjaavat päivittäin henkilökohtaisilla tunnuksilla omat työtuntinsa järjestelmään. Työnjohtaja hyväksyy tunnit joka viikko. Tuntien keräys tapahtuu erillisellä haulla Lista-osiossa, jossa syötetään kohteen työnnumero ja ohjelmisto hakee kaikki tunnit. Tuntien lisäksi ohjelmistosta pystytään hakemaan muitakin palkkojen maksuun sisältyviä listoja. (Kuva 11.)

Asentaja	tunnit h
1	497
2	1973
3	1832
4	1590
5	1518
<b>Yhteensä h</b>	<b>7410</b>

Kuva 11. Asentajien tunnit koottuna excel-tauluktoon

## 7 Tulokset ja vertailu

Ennen asentajille tehtävää urakkasopimusta yritys on laskenut työmäärän kohteelle, jolla urakka pitäisi saada valmiiksi. Yritys laskee ensin työlle arvion, jotta sen pohjalta voidaan työryhmän kanssa sopia urakka. Normiajoitettujen tuntien pohjalta tehdään oikea laskenta mahdollisista urakkapohjista. Sovelluksista saatavat normiajoitettujen summat toimivat vain vertailuna, jotta voidaan mahdollisesti jatkossa vertailla eri urakkatyömuotojen kannattavuutta sekä tyyliä, jolla voitaisiin laskelmat saada mahdollisimman lähelle oikeaa hintaa.

Eri laskentatyyleistä saadut tulokset koottiin massoittelun jälkeen helposti luettaviin muotoihin excel-tauluktoon. Tämän jälkeen määrät syötetään normaalitalolaskuriin. Normaalitalolaskuri on excel-tiedosto, joka on luotu helpottamaan normituntien summaamista. Tiedostoon on määritetty kaikki työehtosopimuksesta tarvittavat normiajat sekä lisäkertoimet eri kohteille. Tämä helpottaa huomattavasti työtä, koska laskurissa on kaikki suorituspalkkaukseen määritetyt normiajat sekä haittalisät. Ilman normaalitalolaskuria normiaikojen laskenta täytyisi tehdä itse, joten laskurin hyödyntäminen säästää aikaa huomattavan paljon. Kuvasessa 12 on normaalitalolaskurin vesikalusteiden määrien syöttötaulukko.



Mom. 9. KAATOALTAAT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Kaatoaltaat		1,00	0,00
Tasapohja-altaat		1,00	0,00
pöytään upotettavat laboratorialtaat		0,60	0,00
Mom. 10. ASTIANPESUPÖYDÄT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Vesilukon asennus ja kytkentä	226	0,60	135,60
Astianpesukoneen täyttö- ja poistoleikun asennus ja kytkentä	93	0,60	55,80
Mom. 11. PESUALTAAT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Pesuallas		1,00	0,00
Pöytään upotettava pesuallas		0,60	0,00
*Sarjapesuallas 4:llä altaalla		1,50	0,00
*Sarjapesuallas 6:llä altaalla		2,00	0,00
*Ryhmäpesuallas 8:lla sekoittajalla		1,70	0,00
Invapesuallas laatikolla		1,50	0,00
Piilopesuallan seinäasennusteline		2,00	0,00
<b>NORMIAKASUMMA</b>			<b>191,40</b>

Mom. 12. WC LAITTEET JA KAATOKULHOT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
WC	127	1,00	127,00
Kaatokulhot		1,10	0,00
Inva WC-käsituin varustettu		1,50	0,00
Piilo WC:n seinäasennusteline	45	2,50	112,50
Mom. 13. KYLPYAMMEET JA SUIHKUALTAAT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Kylpyamme		1,10	0,00
suihkuallas		0,70	0,00
Suihkukaappi		1,30	0,00
Mom. 14. PESUISTUIMET			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Pesuistuin		0,7	0,00
Mom. 15. VIRTSALOT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Selänvirtsalot		0,70	0,00
Pylväsvirtsalot		1,00	0,00
Virtsalokourut		1,10	0,00
Mom. 16 JUOMA-ALTAAT			
Nimike	Määrä kpl	Normiaika NH/kpl	Yhteensä NH
Juoma-allas		0,60	0,00
<b>NORMIAIKASUMMA</b>			<b>239,50</b>

Kuva 12. Normaalitalolaskurin ensimmäinen välilehti ja siinä oleva vesikalusteiden määrien syöttöön oleva taulukko. Syötettävät määrät laitetaan vihreäpohjaisiin soluihin.

Laskuri on hyvin yksinkertainen käyttää ja määrien syöttäminen on helppoa, koska jokainen normiajoitettu työ on tässä omana solunaan. Tätä ohjelmaa käyttämällä ei tarvitse itse laskea, kunhan vain tietää oikeat kertoimet ja määrät laskennan sisällön materiaaleille.

Työehtosopimuksessa erilaisille kohteille on määritetty omat haittakertoimet kuten saneerauslisät, erikoiskohteet sekä työalueen käyttäminen töiden aikana. Tämä kohde kuuluu asuinrakennuksiin. Kohteen haittalisä on tässä tapauksessa 7 %. [5.]

Putkien mittauksessa putkijohdot mitataan keskiviivan pituutena, ja tähän sisältyvät putkistovarusteet kuten esimerkiksi venttiilit, käyrät ja muhvit. Esimerkiksi ilmanvaihtourakan mittauksessa jokaiselle kanavaan liitettävällä osalla on määrätty oma asennusaika. Tämä sujuvoittaa laskentaa hieman, koska putkiin liitetyjä osia on paljon. Putket mitataan sen ulkohalkaisijan mukaan. Putkiasennusta

koskevat normiajat tarkoittavat asennettua metriä kohti kuluva normiaikaa. Kojeiden normiaikoihin sisältyy putkikytkennät, hanat, venttiilit sekä muut varusteet riippumatta siitä, asennetaanko niitä vai ei. Joidenkin kojeiden normiaika määritetään sen painon mukaan. Näissä tapauksissa painoon sisältyy varusteet sekä kojeen yhteispaino. [5.]

Massoittelun sekä mittauksien jälkeen tarkastetaan normiajat kertoimineen jokaiselle asennetulle tavaralle, jotta mahdolliset lisäkertoimet saadaan mukaan laskentaan.

Käyttövesi- sekä jäähdytysputkistot tehdään kuparista, minkä vuoksi niissä käytetään samoja kertoimia. Putket tehdään juottamalla, jolloin normiaikakertoimet määräytyvät sarakkeen 1 mukaisesti. Käyttövesiputket taipuisalla putkella eli PEX-putkilla tehdyt asennukset wc-tilojen alakaton yläpuolella ovat 0,18 NH/m, koska putket kannakoidaan alakaton yläpuolella ja ne johdetaan ACO-seinään. [5.]

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

Sarake	1 Kupariputket	2 Kupariputket puristamalla	3 Komposiittiputket
Ulkohalkaisija	Sisälle	Sisälle	Sisälle
Du	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 13. Kupariputkien normiajat kokojen mukaan [5, s. 111].

Lämmitysputkistot tehdään niin sanotulla mustalla putkella eli teräsputkella. Putket ja osat asennetaan pääsääntöisesti hitsaamalla, jolloin normiaikakertoimet määräytyvät kuvassa 14 esitetyn sarakkeen 1 mukaisesti.

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki metalliputket ja hitsattavat teräsputket lukuun ottamatta putkia, jotka on normiajoitettu muissa 2 §:n momenteissa.

Sarake	1	2	3
Ulkohalkaisija Du	Hitsattavat NH/m	Kierrelitoksien NH/m	Puristamalla NH/m
- 22	0,40	0,40	0,30
- 35	0,50	0,45	0,34
- 54	0,55	0,50	0,38
- 63	0,60	0,55	0,41
- 76,1	0,65	0,60	0,45
- 88,9	0,70	0,65	0,49
- 114,3	0,80	0,70	0,53
- 139,7	0,90	0,80	
- 168,3	1,10	0,90	
- 219,1	1,30	1,10	
- 273,0	2,00	1,80	
- 323,9	2,10	2,00	

Kuva 14. Teräsputkien normiajat kokojen mukaan sekä eri liittostyylein [s. 115].

Viemäriputkistojen normiaikakertoimet määräytyvät hieman eri tavalla, koska asennuksia suoritetaan useammalla tavalla. Suurin osa viemäreistä on asennettu perustusvaiheessa, jolloin viemäriputket sekä kaivot ovat asennettu ja kiinnitetty betonivaluun. Tässä tilanteessa viemäriputkien laskentaan käytetään saraketta 1 sekä lisäksi lisäprosenttia 25 %. Kaivon asennus on 0,25 NH, johon lisätään myös 25 % betonivaluun asennettaessa. Kuiluihin asennettavat viemäriputket ovat materiaalia HST, jolloin sarakkeen 1 lisäksi normiaikoihin lisätään HST-viemärien asennus muhviliitoksien 10 %. Sadevesiviemärit on asennettu hitsattavalla muoviviemärillä, jolloin sarakkeen 1 normiaikoihin lisätään 30 %. (Kuva 15.) [5.]

Sarake	1	2
Ulkohalkaisija Du	Sisälle NH/m	Ulos NH/m
- 75	0,25	0,15
- 110	0,28	0,17
- 160	0,30	0,19
- 200	0,33	0,21
- 250	0,39	0,23
- 315	0,44	0,25
- 400	0,50	0,30
- 500	0,61	0,36
- 630	0,72	0,39

Kuva 15. Viemäriputkien normiajat kokojen mukaan [s.115].

Kalusteet ja niiden normiaikakertoimet ovat yksilöity työsopimuksessa tarkemmin. Tarvittavat normiajat asennetuille kalusteille ovat listattuna alla. Muut kalusteet kuten vesikiertoiset patterit sekä jäähdytyspatterit on määritelty erikseen. Lämmityspatterien 36-61 kg normiaika 1,5 NH/kpl. [5.]

- Vesilukon asennus ja kytkentä 0,60NH/kpl
- Wc 1 NH/kpl
- Piilo WC:n seinäasennusteline 2,5 NH/kpl
- Pesukonehana 0,2 NH/kpl
- Pesukoneen poistokulma 0,1 NH/kpl
- Sekoittaja (allas) 0,6 NH/kpl
- Sekoittaja (seinä) 0,7 NH/kpl
- Sekoittaja suihkuineen (allas tai seinä) 0,9 NH/kpl
- Sekoittaja suihkuineen ja suihkutankoineen 1,3 NH/kpl
- Elektronisen sekoittajien ohjausyksikkö pinta-asennusmalli 0,5 NH/kpl
- Huoneistokohtainen vesimittari 0,5 NH/kpl
- Vuodonilmaisimen asennus (muut muoviset) 0,2 NH/kpl. [5.]

Normiaikojen selvityksen jälkeen määrät syötetään normaalitalolaskurissa oikeisiin paikkoihin edellä mainittujen kertoimien kohdalle. Kun kaikki määrät on syötetty laskuriin, taulukon ensimmäisen sivun alareunaan syntyy kaikkien normituntien summa, josta on esitetty malli kuvassa 16.

		NH	NH
SANEERAUSLISÄ 5-30%			
SISÄPUOLISTEN ASENNUS	1,07		
YHT	1,07	5776,92	6181,30
ULKOPUOLISTEN ASENNUS	1,07	0,00	0,00
<b>NORMIAIKOJEN SUMMA</b>			<b>6181,30</b>

Kuva 16. Normaalitalolaskurin summalaskuri, joka sijaitsee tiedoston ensimmäisen välilehden alareunassa. Mallina on Solibrin määräluettelon normiaikojen summa.

Normiaikojen summa kerrotaan 17,00 eurolla, mikä on työehtosopimuksen mukainen normituntikerroin. Euromääräisenä tuloksena saadaan urakkasumma.. Asentajille maksetaan takuupalkkana kuvassa 17 esitetty ryhmän 3 palkka sekä palkassa takuupalkan lisäksi urakan ulosmaksua 1,7 €/h. Tämä tarkoittaa sitä, että asentajille maksettava palkka on 18,55 €/h. Yksi asentaja siis syö urakasta 18,55 € tunnissa. Etumieslisä on sovittu erikseen maksettavaksi. Minimissään etu on 0,38 senttiä tunnille. Etumiehen korvausta ei määritellä tässä työssä tarkemmin. Takuupalkkojen määriä pystytään myös sopimaan erikseen, jos niin halutaan. [5.]

Pr	€/h
S	11,24
1	13,55
2	16,03
3	16,85
4	17,78

Kuva 17. Taatut perustuntipalkat [5. s. 96].

Aiemmin luvussa 6.4 kuvan 11 esitettyjen työtuntimäärien mukaan on laskettu maksettujen työpalkkojen summa.

Maksetut työpalkat  $18,55 \text{ €} * 7\,410 \text{ h} = 137\,460 \text{ €}$

Kun maksettuihin työpalkkoihin käytetty summa on selvillä, sitä verrataan urakan mittauksella saatuun normiaikojen summaan. Alla esitetty kaava kertoo normiaikojen summan mittaamalla. Urakkasumma saadaan kertomalla normiaikojen yhteenlaskettu summa sekä normituntikerroin, joka on 17 €.

Urakkasumma  $6912 \text{ NH} * 17 \text{ €} = 117\,504 \text{ €}$

Laskelmien perusteella voidaan todeta, että laskettu urakka on mennyt yli tavoitteestaan. Tämä tarkoittaa sitä, että urakan osuudesta ei jää asentajille maksettavaa. Kuitenkin on sovittu, että urakkasopimuksen ulkopuoliset työt ovat lisätöitä, joista maksetaan 25 € tunnille. Hyväksytyjen tuntien määrä on 414 tuntia. Alla olevassa kaavassa on esitetty maksettava lisätöiden osuus ”pohjina”. Lisätyöt ovat perusteltuja urakan ulkopuolisia töitä, joihin kuuluu mm. tavaroiden

nouto yli 30m:n päästä kulkuaukosta, reikien teko ja poraus sekä suunnitelma-  
muutoksista johtuvat putkityöt.

Maksettavat lisätyöt  $414 \text{ €} * 25 \text{ € /h} = 10\,350 \text{ €}$

Koska urakka meni pitkäksi, maksetaan asentajille vain lisätöistä kertyvä  
määrä. Kuvassa 18 on laskettu ylitöiden ulosmaksut asentajille.

<b>lisätöiden ulosmaksu €</b>	
694	
2756	
2559	
2221	
2120	
10350	<b>Yhteensä</b>

Kuva 18. Asentajien tuntien mukaan maksettavat pohjat

Kuvassa 19 on laskettu erot mittauksen sekä kahdella sovelluksella saatuihin  
urakkahintoihin. Sekä laskettu keskituntiansio kohteeseen käytettyjen tuntien  
mukaan, mukaan lukien lisätöiden kustannus lisättynä syödyn urakan päälle.  
Erot laskentojen välillä on ilmoitettu prosentteina sekä euroina, jotta erot lasken-  
tojen välisissä tuloksissa olisivat mahdollisimman selkeitä.

Normiaikojen summat eri laskentatyyleistä					
Solibri	X-change	Fyysinen mittaus	Syöty urakka	Urakka+lisätyöt	
6181	6725	6912	7410	7824	NH
105 077,00 €	114 325,00 €	117 504,00 €	137 455,50 €	147805,5	
131 %	120 %	117 %			ero %
32 378,50 €	23 130,50 €	19 951,50 €			ero €
				18,89129601	KTA, €

Kuva 19. Laskennat eriteltynä ja havainnollistetut erot niiden välillä

Kuten kuvasta 19 selviää, on urakka ylittynyt mitatusta urakasta ilman lisätöitä 19 952 eurolla. Tämä tarkoittaa silloin sitä, että asentajat eivät ole tehneet töitä ”tehokkaammin”. Kuitenkin lisätöiden osalta saatavat maksut antavat hieman hyvitetä ja kompensoivat epäonnistunutta urakkaa.

Sovelluksilla saadut normiaikojen summat poikkeavat mittauksen tuloksesta selvästi. Xchange editorilla saatu tulos on melko lähellä mittausta. Pdf-kuvista hankittu tulos kertoo taas sen, että kuvat ovat melko tarkat, mutta niistä ei pystytty laskemaan pystyputkia ollenkaan, minkä takia niiden pituudet piti vain arvioida. Solibri-ohjelmistosta saatu tulos eroaa aikaisemmista huomattavan paljon. Saatu tulos kertoo sen, että mahdolliset vaikuttajat voivat olla 3D-mallissa tai määrälaskenta ei ole huomionnut kaikkia laskettavia putkia. Tämä kertoo sen, että sovelluksilla laskettaessa eroja syntyy. Olisi siis hyvä hankkeen alkuvaiheessa pystyä tekemään laskelma useammalla tyylillä. Silti on myös selvää, että asennetuista materiaaleista saatu normiaikojen summa menee lähimmäksi, koska silloin mittaus tapahtui fyysisesti. Urakan päättämiseen vaadittava mittaus asennetuista putkista on tarkin ja luotettavin.

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada suoritettua laskenta asentajien ulosmaksusta ja samalla laskea kohteen massat ja verrata niitä eri sovelluksilla saatuihin massoihin. Yleisesti mittauksen suorittaa työryhmä ja urakkaan liittyvät asiat hoidetaan projektipäällikön tai työnjohdon kanssa. Laskennan aloittaminen oli kuitenkin hankalin vaihe saada käyntiin, koska aiempaa kokemusta tämän tyyppisestä laskennasta ei ollut. Perehtyminen suorituspalkkauksen määrittämiseen ja itse putkimetrioiden kerääminen veivät aikaa.

Mittauksia suorittaessa työmaalta havaittiin toinenkin etu. Mahdolliset suunnitelmapoikkeamat sekä reittimuutokset pystyttiin kirjaamaan talteen ja niiltä osin ne saatiin päivitettyä suunnitelmiin. Suunnitelmapoikkeamia sekä reittimuutoksia kutsutaan alan termien mukaisesti ”punakyniksi”. Punakynien toimittaminen suunnittelijoille on tärkeä osa hankkeen luovutusvaihetta. Tulevaisuuden



kannalta punakynillä halutaan päivittää suunnitelmat ajantasaiseksi loppukäyttäjää varten.

Urakkaa sopiessa asentajien kannalta on tärkeää sopia mahdollisimman hyvä urakka, jotta mahdollisuus parempaan ansiotasoon on todennäköisempää. Mitä isommaksi asentajat saavat urakkansa neuvoteltua, sitä paremmat todennäköisyydet heillä on ansaita enemmän.

Kohteen kokonaistoteutustapa on mielestäni hidastanut urakkavauhdin ylläpitämisestä, ja näin ollen se on myös osittain hidastanut työn tekemistä. Siten yksinkertaisesti kyseinen kohde urakkamuotoisena asentajan näkökulmasta ei ollut parhain mahdollinen. Toki muitakin vaikuttajia työtahdin hidastumiseen on varmasti. Kohteeseen on tullut myös paljon muutoksia ja suunnitelmien päivitystä, jotka ovat vaikuttaneet omalta osalta töiden suorittamiseen. Muutokset ja päivitykset ovat sisältäneet mm. putkireittien muutosta, vesikalusteiden lisäämistä.

On siis selvää tässä kohdin, että töiden etenemistä sekä välitarkastuksia on tehtävä tämän kokoisessa kohteessa, jotta lopputulokseen pääseminen on helpompaa. Omasta mielestäni jatkoa ajatellen paras tapa toteuttaa mittaus on tehdä se pienissä paloissa työmaan edetessä. Näin työmaan eteneminen sekä tilanne pysyy paremmin ajan tasalla.

Laskentoja tehdessä tulee pohjakuvien lisäksi tarkastella työselosteita sekä laiteluetteloita, koska niissä on tarkemmin määritetty hyväksyttävät asennustavat sekä kalustekytkenät. Tässä kohteessa pesualtaat kuuluvat rakennusurakoitsijan asennuksiin, mutta putkiurakoitsijalle kuuluu vesilukkojen kytkenät. On siis oltava tarkka laskettaessa normiaikojen määrää.

Mittaus itse on LVV-urakoinnissa työskentelevälle hyvä tapa ymmärtää, miten urakan hinta muodostuu asentajien näkökulmasta. Samalla hän saa käsitystä siitä, miten asentajien työnkuva määräytyy.

Seuraamalla putkitöiden etenemistä pystyttiin myös huomaamaan, että normiaikakertoimet eivät aina pidä täysin paikkaansa. Haluttuun ns. urakkavauhtiin ei

päästä, koska työ vaatii enemmän aikaa. Joissain tapauksissa kuitenkin normiajat ovat hieman yläkanttiin, jolloin urakassa pysyminen on mahdollista. Asennusajat on laskettu siten, että asennukset tekee ammattitaitoinen ja pätevä henkilö.

Jotta kyseisiä urakoita ja niiden onnistumista voidaan parantaa, on kohteeseen ja siihen liittyviin töihin paneuduttava tarkasti ennen sopimusten tekoa. Urakan ulkopuoliset työt tulee aina hyväksyä niiden tekoa, jotta kaikki mahdolliset saatavat eivät jäisi puuttumaan. Asentajien työryhmän ilmapiirillä ja henkilöiden ammattiosaamisen tasolla on merkitystä ajatellen kokonaiskuvaa. Aina kaikkea ei kuitenkaan voi ennustaa, jolloin yllätyksiin ja muutoksiin tulisi varautua jo alusta alkaen.

## Lähteet

- 1 Tilaajayrityksen kotisivut. Verkkoaineisto. Aro Systems Oy. <https://www.arosystems.fi>. Luettu 30.3.2021.
- 2 Kohteen tiedot. Verkkoaineisto. Fira Oy <<https://www.fira.fi/referenssit/raitinkartano/>>. Luettu 12.4.2021
- 3 Allianssin yleiset sopimusehdot. 2020. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy < <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103199>>. Luettu 6.12.2021
- 4 Lahdenperä, Pertti. 2009. Allianssiurakka. Kilpailullinen yhden tavoite kustannuksen menettely. Verkkoaineisto. VTT. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2471.pdf>>. Luettu 6.12.2021
- 5 Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus työntekijöille. 2020. Verkkoaineisto. LVI-TU ry & Rakennusliitto ry. <<https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2020/11/Talotekniikka-alan-LVI-toimialan-tyoehtosopimus-1.5.2020-28.2.2022.pdf>>. Luettu 13.2.2021.
- 6 Suorituspalkkauksen sopimus. 2020. Verkkoaineisto. Rakennusliitto Ry. <<https://rakennusliitto.fi/palkat-ja-tyoehdot/sopimusalat/talotekniikka-ala/>>
- 7 Laskennassa käytetyn kohteen suunnitelmat
- 8 Solibri Site. 2021. Verkkoaineisto. Solibri Oy. <<https://www.solibri.com/fi/solibri-site>>. Luettu 15.12.2021
- 9 Pdf Xchange editor ohjelmiston kotisivut. Verkkoaineisto. PDF Xchange Co Ltd. <<https://www.tracker-software.com/product/pdf-xchange-editor>>. Luettu 10.11.2021
- 10 Ratkaisuja varaston ja työnohjaukseen. Visma LTR. 2021. Blogikirjoitus. Visma Software Oy. <<https://www.visma.fi/blog/ratkaisuja-varaston-ja-tyonohjaukseen/>>. Luettu 14.12.2021

