



LVI-työselostuksen laatimis- sovelluksen kehitystyö

Alexi Salminen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

SALMINEN, ALEKSI
LVI-työselostuksen laatimissovelluksen kehitystyö

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2024

Opinnäytetyön aiheena oli prosessikeskeisen suunnittelun kehittäminen toimeksiantajayritys Matti Hallasaari Oy:ssä. Opinnäytetyölle asetettiin kolme tavoitetta: kehityskohteen tunnistaminen yrityksen prosessissa, valmiiden ratkaisujen tutkiminen ja kehityskohteen ratkaiseminen joko valmiilla ratkaisulla tai kokonaan uudella menetelmällä. Opinnäytetyö toteutettiin käyttäen pääasiassa kolmea menetelmää: haastatteluja, kirjallisiin lähteisiin tutustumista sekä käytännön kehitystyötä.

Opinnäytetyön aikana pystyttiin tunnistamaan yrityksen prosessista selkeä ja rajattu kehityskohta. Tarkoituksenmukaiseksi kehityskohdaksi osoittautui työmääritys. Kehityskohta tunnistettiin opinnäytetyön tekijän omien, työntekijänä saatujen kokemusten sekä toimeksiantajayrityksen edustajien toteutettujen haastattelujen perusteella. Samalla tunnistettiin kehityskohteen merkitys rakennushankkeessa, niin aikataulullisesti kuin kustannuksellisesti.

Kehityskohteen valikoitumisen jälkeen tutkittiin olemassa olevia ratkaisuja eri lähteistä. Lähteiden tutkimisen avulla pyrittiin löytämään valmis ratkaisu, sillä kehityskohteen todettiin olevan yleinen aihe rakennusalalla. Lähteiden tarjoamia ratkaisuja ei koettu soveltuviksi toimeksiantajayrityksen käyttöön, joten lähdettiin kehittämään omaa ratkaisua kehityskohteen ratkaisemiseksi.

Kehitystyön tuloksena syntyi ohjelmistopohjainen menetelmä, joka tukee toimeksiantajayrityksen prosessikeskeisyyttä. Samalla työvaihe kehittyi kohti yrityksen laadunhallintakäsikirjan asettamia vaatimuksia. Kehitystyön tuloksena syntyneen menetelmän tulisi yhtenäistää yrityksen eri työntekijöiden tuotoksia, sekä vapauttaa yrityksellä käytössä olevia resursseja muuhun.

Resurssien ollessa rajallisia, ja työmäärityksen sisällön ollessa erittäin laaja kokonaisuus, keskittyi työ alkuperäisiin tavoitteisiin. Työmäärityksen sisällön tuottaminen rajattiin kehitystyön ulkopuolelle.

Asiasanat: prosessinomainen, kehitystyö, työmääritys, ohjelmistopohjainen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Systems

SALMINEN, ALEKSI

Development of Application for Drafting HVAC Work Specification

Bachelor's thesis 30 pages, appendices 0 pages

April 2024

This thesis aimed to improve one certain aspect of the design process in an engineering company. Report consists of three steps and three different ways of doing research. The first step was finding one certain aspect to refine. For this, interviews with the company representatives were used. The second step was literary research for existing solutions and to integrate it into the company's process. This used publicly available databases to find a solution that met the expectations of the company. The third step was to develop a method to streamline the process if no ready solution was found.

As a result, work specification was determined to be the target for development. It was recognized to be a wide talking point in the field and thus, an important target for development. After large-scale literature research, it was also determined that there is no existing solution that fits the company's needs. In the end, a possible solution was developed for the company to integrate into the process using Microsoft Excel and Word.

Key words: process based, work specification, application

SISÄLLYS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | KEHITYSKOHTTEEN TUNNISTAMINEN | 7 |
| | 2.1 Suunnitteluprosessi ja aikataulutus | 8 |
| | 2.2 Suunnittelu- ja hankintaorganisaatio | 9 |
| | 2.3 Yrityksen nykyinen tapa laatia työmäärittelyjä ja sen kehityskohdat | 11 |
| 3 | URAKKASOPIMISEHDOT JA TYÖMÄÄRITTELY | 13 |
| | 3.1 YSE 1998 sisältö | 13 |
| | 3.2 Työmääritys ja sen merkitys suunnitelma-asiakirjana | 13 |
| 4 | TUTKIELMA OLEMASSA OLEVISTA RATKAISUISTA | 15 |
| | 4.1 Referenssityön rakenne ja kehitystyön alkutilanne | 15 |
| | 4.2 Referenssityön esittämät menetelmät | 16 |
| 5 | KEHITYSTYÖ | 18 |
| | 5.1 Ensimmäinen menetelmä | 19 |
| | 5.2 Toinen menetelmä | 21 |
| 6 | TYÖKALUN LOPULLINEN MUOTO JA OMINAISUUDET | 23 |
| | 6.1 Työmäärityksen rakenne | 23 |
| | 6.2 Työmäärityksen muotoilu | 24 |
| | 6.3 Työkalun lopulliset toiminnot | 25 |
| 7 | POHDINTA | 27 |
| | LÄHTEET | 30 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-----------|--|
| MHAL | Insinööritoimisto Matti Hallasaari Oy |
| RT | Rakennustieto |
| YSE1998 | Vuonna 1998 solmitut rakennusalan yleiset sopimusehdot |
| VBA | Visual Basic for Applications |
| MS-office | Microsoft Office |
| ChatGPT | Chat with Generative Pre-trained Transformer |
| RYL | Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset |

1 JOHDANTO

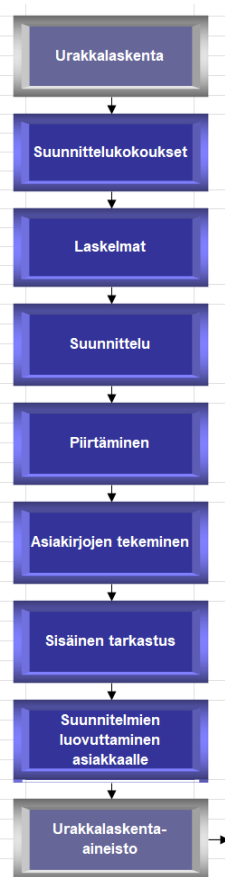
Tämän opinnäytetyön aihe tuli toimeksiantajayritykseltä Insinööritoimisto Matti Hallasaari Oy:ltä. Insinööritoimisto Matti Hallasaari Oy on vuodesta 1983 toiminut LVI-alan suunnittelutoimisto, jonka osaaminen kattaa sekä uudisrakentamisen että korjausrakentamisen suunnittelun ja projektinohjauksen (Hallasaari.com). Referensseinä yritys listaa verkkosivuillaan esimerkiksi laboratoriotiloja, metrovarikoita ja -asemia, muuntamo- ja sähkötiloja, liike- ja toimistorakennuksia, terveysasemia sekä historiallisia rakennuksia. Kohteiden skaala ja tarpeet ovat siis hyvin laajoja, joten yrityksen laatimat suunnitelma-asiakirjat eroavat toisistaan paljon.

Yrityksellä on ollut halu jalostaa omia toimintatapojaan prosessinomaiseen suunnitteluun. Tämä tarkoittaa suunnittelun vaiheiden vakiinnuttamista ja prosessinomaisen suunnittelun laajentamista suunnittelun eri vaiheisiin. Yritys on teettänyt opinnäytetöitä tämän aiheen ympärillä jo aikaisemmin. Yrityksen yhtenä isona arvona on prosessikeskeisyys. Rusjanin ja Kiautan mukaan prosessinomaisen toiminnan hyödyt tulevat yhtenäisistä toimintatavoista, vähentyneestä vaihtelevuudesta työtuloksessa ja siitä, että yksilöt ymmärtävät oman roolinsa prosessissa. (Rusjan, B. & Kiauta, M.) Koska toimeksiantajayrityksellä on tarve ja halu jatkaa prosessinomaisen suunnittelun kehittämistä, ensimmäisenä tavoitteena tässä opinnäytetyössä on tutkia yrityksen prosessia ja tunnistaa siitä kehityskohde. Yritysjohdon haastatteluja, sekä omia kokemuksia yrityksen toimintatavoista käytetään tämän tavoitteen saavuttamiseksi.

Työn toisena tavoitteena on tutkia, onko tunnistettuun kehityskohteeseen olemassa valmista ratkaisua. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi tehdään lähdetutkimus. Kolmantena tavoitteena on joko implementoida valmis ratkaisu yrityksen suunnitteluprosessiin, tai vaihtoehtoisesti kehittää uusi toimintamalli tunnistettuun kehityskohteeseen liittyen. Jos valmista ratkaisua ei löydy, niin suoritetaan kehitystyö sopivan ratkaisun löytämiseksi.

2 KEHITYSKOHTTEEN TUNNISTAMINEN

Rusjanin ja Kiautan mukaan prosessinomaisen toiminnalla tarkoitetaan työntekotavan standardisointia, siten että kokonaisprosessin aikana toistuu samat toiminnot. Toistuvat toiminnot tehdään samalla tavalla riippumatta siitä, kuka toimintoa suorittaa. Toimintojen lopputuloksena tulisi myös olla samanlaatuinen tuotos, riippumatta siitä, kuka toiminnon on suorittanut. (Rusjan, B. & Kiauta, M.) Toimeksiantajayrityksen sisäisessä laadunhallintakäsikirjassa on eri suunnitteluprojektin prosesseja kuvattu vuokaavioin. Kuvassa 1 on esitetty urakkalaskentavaiheen vuokaavio. Yrityksen materiaaleissa on eri prosessivaiheiden yhteyteen nimetty asiakirjoja, jotka liittyvät vahvasti kyseiseen prosessin vaiheeseen. (MHAL/Laadunhallintakäsikirja) Näiden asiakirjojen nykyisten laatimistapojen tutkiminen antaa mahdollisuuden tunnistaa kehityskohtan prosessissa.



KUVA 1. Vuokaavio urakkalaskenta-aineiston laatisesta. MHAL/Laadunhallintakäsikirja.

Kehityskohteen tunnistamisessa auttaa myös yrityksen johdon kanssa käydyt haastattelut. Haastatteluissa nousi esille varsinkin prosessin vaihe ”asiakirjojen tekeminen” ja tarkemmin työmääritys (Holma, M. & Hallasaari, P).

2.1 Suunnitteluprosessi ja aikataulutus

Rakennushankkeessa on monta eri vaihetta, joissa tuotetaan erilaisia suunnitelmia. Kuvassa 2 on esitetty RT-kortin Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 10-11290 mukainen listaus eri vaiheista. Rakennushankkeen eri vaiheissa tuotetaan yksityiskohdilta eritasoisia suunnitelmia.

- A Tarveselvitys
 - B Hankesuunnittelu
 - C Suunnittelun valmistelu
 - D Ehdotussuunnittelu
 - E Yleissuunnittelu
 - F Rakennuslupatehtävät
 - G Toteutussuunnittelu
 - H Rakentamisen valmistelu
 - I Rakentaminen
 - J Käyttöönotto
 - K Takuu aika
- Liite 1 Järjestelmälaajuus

KUVA 2. Rakennushankkeen vaiheet. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo.

Projektin laajuudesta riippuen toimeksiantajayritys saattaa tehdä projektin aikana viidet eritasoiset piirustussarjat: hankesuunnitelmat, ehdotussuunnitelmat, toteutussuunnitelmat, jotka jakaantuvat urakkalaskentasuunnitelmiin ja toteutusta varten suunnitelmiin, sekä loppupiirustukset. Kaikki työvaiheet ovat tärkeitä, mutta kokemuksen perusteella urakkavaiheen suunnitteluprosessi sitoo eniten yrityksen resursseja, niin ajallisesti kuin henkilömäärältään. Näin kehityskohdetta voisi etsiä juuri urakkalaskentamateriaalin laatimisprosessista.

Hyvin laaditut urakkalaskentasuunnitelmat asettavat potentiaaliset urakoitsijat yhdenvertaiseen asemaan materiaali- ja työkustannusten kannalta, jonka seurauksena tilaajaorganisaatio saa mahdollisimman todenmukaisia tarjouksia. Korkealaatuisilla urakkalaskentasuunnitelmillä myös pienennetään muutostöiden määrää. Muutostöiden vähyyttä vähentää tilaajan kustannuksia sekä urakoitsijoiden kiusausta erehdyttää tilaajaa tarjouksia laatiessa. Hyvillä urakkalaskentamateriaaleilla vähennetään myös rakentamisen aikaisia palaveritarpeita, joka taas

pienentää hankkeen kokonaiskustannuksia. Optimitilanne olisi, jos urakkalaskentamateriaali voitaisiin suoraan revisioida ”toteutusta varten” suunnitelmiksi, ilman mitään muutoksia sekä se, että konkreettinen toteutus voitaisiin tehdä näillä suunnitelmilla, ilman rakentamisen aikaisia muutoksia.

Teknisistä asiakirjoista työmäärittely laaditaan suunnittelun ollessa jo hyvin pitkällä, usein jopa aivan viimeiseksi ennen dokumenttien julkaisemista projekti-pankkiin esimerkiksi urakkalaskentaa varten. Tämä yleensä kuormittaa vastaavaa suunnittelijaa urakkalaskentamateriaalin eräpäivän lähestyessä huomattavasti, sekä saattaa lisätä kiireen tuntoa. Kiire altistaa virheille ja näin ollen virheen seurauksille projektitasolla. Haastattelujen yhteydessä kysyttiin syitä työjärjestykselle, ja koitettiin tuoda esille näkökulmaa, jossa työmäärittelyä laadittaisiin esiversio projektin aikaisessa vaiheessa tukemaan suunnittelutyötä. Tässä nähtiin kuitenkin ongelmana se, että työmäärittelyä laatiessa, valmiista suunnitelmista on helpompi poimia työmäärittelyn yksityiskohtia, esimerkiksi järjestelmiä, materiaaleja sekä normaalista poikkeavia materiaaleja (Holma, M & Hallasaari, P). Tämän yhteydessä heräsi muutamia ajatuksia:

- voisiko helpommin tuotettava työmäärittely mahdollistaa esiversioiden käytön?
- koettaisiinko se edelleen ylimääräisenä työnä?
- onko prosessin muutoksessa havaittavissa muutosvastarintaa ja mitä keinoja sen pienentämiseksi olisi?

2.2 Suunnittelu- ja hankintaorganisaatio

Omien kokemusteni perusteella toimeksiantajayrityksen työntekijänä, suunnitteluprojektille nimetään tyypillisesti vastaava suunnittelija vanhempien suunnittelijoiden joukosta. Tämän lisäksi, projektin koosta riippuen vanhempi suunnittelija ohjaa joko yksittäistä nuorempaa suunnittelijaa tai niistä koostuvaa ryhmää.

Nykyisillään toimeksiantajayrityksessä työmäärittelyt laativat kokeneemmat, vanhemmat suunnittelijat, vaikka kohteen laskelmat, mitoitukset, layout suunnittelun ja mallintamisen olisi pääosin tehnyt nuorempi suunnittelija. Syitä tähän on mielestäni monia:

- Projektit sisältävät usein järjestelmiä, joita ei ole insinööritutkinnon aikana käsitelty ollenkaan, tai hyvin pintapuolisesti, esimerkiksi erikoisputkistot.
- Työmäärittely sisältää paljon erikoisjärjestelmien asennusteknisiä asioita, joita ei myöskään insinööritutkinnon aikana käydä läpi, eikä läheskään kaikilla insinööriopintoja suorittavalla ole asennustaustaa.
- Työmäärittelyn sisällön käsittelyyn kokonaisuudessaan käytetään vain vähän aikaa opinnoissa, eli hieman yksinkertaisempienkin työmäärittelyjen laatimiseen ei nuorilla suunnittelijoilla ole ammattitaitoa.
- Työmäärittely sisältää paljon kokemusperäisiä yksityiskohtia ja toimintatapoja menneistä rakennushankkeista.

Nykyinen toimintamalli johtaa ristiriitaan yritykselle laaditun sisäisen laadunhallintakäsikirjan kanssa. Laadunhallintakäsikirja antaa raamit toimintatavoista ja -ympäristöistä joita yritys tarvitsee toimiakseen sen tavoitteille edullisella tavalla. Laadunhallintakäsikirjassa todetaan näin: ”Yrityksen toiminta ei voi henkilöityä mihinkään ydinryhmään niin vahvasti, että ryhmän rajoituessa toiminnasta prosessi häiriytyy tai keskeytyy.” (MHAL/Laadunhallintakäsikirja) Näin ollen, jos projektista vastaava vanhempi suunnittelija esimerkiksi sairastuu silloin kun työmäärittely tulisi luoda, on vaarana, että suunnitteluprosessi häiriytyisi tai pahimmassa tapaa keskeytyisi.

Suunnitteluprosessin myöhästyminen voi johtaa koko hankkeen merkittävään myöhästymiseen tai ylimääräisiin kustannuksiin. Tilaajan sisäinen tai ulkoinen hankintaorganisaatio koordinoi hankkeen suunnitelmien valmistumisen, jotta sovituna ajankohtana voidaan

- antaa urakoitsijoille riittävä aika urakkalaskentaa varten
- käydä urakkaneuvottelut
- solmia urakkasopimus
- aloittaa urakka tilaajaorganisaation määrittämänä aikana.

Monella rakennushankkeen osapuolella voi olla käynnissä eri hankkeita samanaikaisesti, joten eri osapuolet suunnittelevat työtehtäviään etukäteen. Jos joku osapuoli myöhästyy sovitusta aikataulusta, voi sillä olla tilanteesta riippuen vaikutus todella moneen osapuoleen.

Myöhästymisen laajojen vaikutusten takia on tärkeää, että urakkalaskentasuunnitelmat valmistuvat ajallaan, eikä suunnitteluprosessi myöhästy pahimmillaan suunnitteluyrityksen resurssien puutteen takia.

2.3 Yrityksen nykyinen tapa laatia työmäärittelyjä ja sen kehityskohdat

Toimeksiantajayrityksellä ei ole niin sanottua ”nolladokumenttia” työmäärittelypohjana. Nolladokumentti tarkoittaa yhtä laajaa dokumenttia, joka sisältää mahdollisimman paljon asioita, joita saattaisi työmäärittelyyn tulla. Nolladokumenttia voisi muokata, esimerkiksi poistamalla turhat kohdat, rakennushankkeeseen sopivaksi. Työmäärittely on toimeksiantajayrityksessä usein laadittu kopiaimalla vanhoista työmäärittelyistä rakennuskohteeseen sopivat kohdat, kuitenkin siten, ettei työmäärittely sisällä sellaisia kohtia, joita rakennushanke ei sisällä. Kaikki alan toimijat eivät kuitenkaan toimi näin, sillä verkossa on käyty keskustelua alan huonosta tavasta julkaista työmäärittelyitä, jotka sisältävät ison määrän rakennushankkeeseen kuulumatonta sisältöä (Rantanen, M). Tämä kuormittaa urakoitsijoita ja tarjouslaskijoita, sekä herkästi johtaa väärinymmärryksiin esimerkiksi urakoiden laajuuksien osalta.

Kopioiminen vanhoista työmäärittelyistä johtaa helposti virheisiin ja siihen, että tietyt asiat toistuvat useissa kohdissa. Toistaminen voi joskus johtaa ristiriitoihin eri kohtien välillä. Ristiriitojen todettiin olevan kustannusriski aikaisemmin tässä opinnäyteraportissa. Haastattelujen perusteella kopioiminen johtaa herkästi myös erilaisiin tekstien muotoiluihin saman dokumentin sisällä, joka rikkoo dokumentin yhtenäisyyttä. Epäyhtenäisyys luo epäammattimaisen kuvan dokumentin laatijasta. Kopioiminen ja tekstinkäsittely vie paljon aikaa ja näin ollen resursseja muista työvaiheista. Lähteinä käytetyissä työmäärittelyissä sisennyksiä on tehty välilyönnein ja otsikoinnissa ei ole käytetty tyylejä. Lisäksi käytettyjen taulukoiden muotoilu poikkeaa toisistaan fonttien, taulukoiden kokojen ja sisennyksien osalta. (Holma M. & Hallasaari, P.)

Toimeksiantajayrityksen edustajien kanssa käytyjen haastattelujen perusteella ja tässä luvussa käsiteltävien asioiden perusteella kehityskohteeksi päätettiin työmäärittely. Kehitystyön ratkaisulle laadittiin vaatimuksia, joista tärkeimpinä pidettiin seuraavia asioita: työn nopeutuminen, työn helpottaminen kokeneempien

suunnittelijoiden resurssien uudelleen ohjaamiseksi, valmis sisältö dokumenttien yhtenäistämiseksi eri kohteiden välillä ja materiaalin muokattavuus tulevaisuuden tarpeiden perusteella (Holma, M & Hallasaari, P).

Haastatteluissa sovittiin, että yritys tuottaisi työmäärittelyn sisällön ja opinnäytetyön suorittaja keskittyisi enemmän työkalun tekniseen toteuttamiseen. Tämä johtuu pääasiassa syistä, jotka mainittiin luvussa 2.2. Lisäksi työmäärittelyn tekstiosuuden perusteellinen tarkastaminen standardivitteineen kaikkien järjestelmien, ml. erikoisjärjestelmät, on erittäin haastava ja vaatii hyvin mittavan työpanoksen. Toimeksiantajayrityksen edustajien kanssa koettiin, että halutaan ohjata tämän opinnäytetyön resurssit menetelmän kehittämiseen, eikä sisällöntuottamiseen. Resurssien ollessa rajallisia, halutaan varmistua siitä, että ne riittävät alkuperäisten tavoitteiden toteuttamiseen.

3 URAKKASOPIMISEHDOT JA TYÖMÄÄRITTELY

Työmäärityllä on tärkeä asema sopimusasiakirjoissa, jos urakkasopimus on laadittu rakennusalan yleisiä sopimusehtoja noudattaen. Toimeksiantajayrityksen projektit ovat pääosin sellaisia toimeksiantoja, jossa laaditaan kattavat suunnitelma-asiakirjat, joiden perusteella laaditaan kiinteähintainen urakkasopimus. Näihin urakkasopimukseen sovelletaan pääsääntöisesti Suomessa vuonna 1998 julkaistuja rakennusalan yleisiä sopimusehtoja. Myöhemmin edellä mainituista sopimusehdoista käytetään lyhennettä YSE1998. Seuraavissa kappaleissa käsitellään YSE1998 sopimusehtoja, niissä määrättyä asiakirjojen pätevyysjärjestystä ja työmäärityksen asemaa sopimusehdoissa.

3.1 YSE1998 sisältö

Vuonna 1998 julkaistuja rakennusalan yleisiä sopimusehtoja valmistelivat esimerkiksi Rakennusteollisuuden Keskusliitto ry, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry ja Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. Eri alojen toimijoista koostuva ryhmä halusi YSE1998 ehdoilla paikata puutetta urakkasopimuksia koskevassa lainsäädännössä. Laajan toimijaryhmän takia YSE1998:ä pidetään tilaaja- ja urakoitsijaosapuolten yhdessä sopimiksi. Näillä sopimusehdoilla on erittäin vakiintunut asema Suomessa, kun tehdään urakkasopimuksia. (Lumilahti, J.)

YSE1998:n sisältää sopimusehtomallin pääasiassa vähintään kahden kaupallisen sopijaosapuolen välille. Sopimusehdot ovat erittäin kattavat. Ehdoissa käsitellään laajasti koko rakennusurakan läpiviemiseen liittyviä sopimusteknisiä asioita. Keskeistä sisältöä ovat eri sopijapuolten vastuut ja velvollisuudet, sekä laatuun ja rakennushankkeen turvallisuuteen liittyvät asiat. Ehdot sisältävät myös eri toimintamalleja, sekä toimintaehdotuksia mahdollisissa riitatilanteissa.

3.2 Työmääritys ja sen merkitys suunnitelma-asiakirjana

Työmääritys, tai toiselta nimitykseltään työselostus, on asiakirja, jolla yksilöidään tietyn rakennuskohteen LVI-tekniinen laatu (LVI-selostusohje). Tyypillisesti

työmäärittelyssä käsitellään suunnitteluarvoja, materiaaleja, liitostapoja, asennustapoja, koestuksia esimerkiksi painekokeet ja asioita, mitä ei tule suoraan ilmi pohjapiirustuksista tai kaavioista.

YSE1998:ssa on määritelty sopimusasiakirjojen määräämisjärjestys. YSE1998 mukainen sopimusasiakirjojen määräämisjärjestys on esitetty kuvassa 3.

- A. Kaupalliset asiakirjat
 - a) urakkasopimus;
 - b) urakkaneuvottelupöytäkirja;
 - c) nämä yleiset sopimusehdot;
 - d) tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset;
 - e) urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot;
 - f) urakkarajaliite;
 - g) tarjous;
 - h) määrä- ja mittaluettelot;
 - i) muutostöiden yksikköhintaluettelo.
- B. Tekniset asiakirjat
 - j) työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset;
 - k) sopimuspiirustukset;
 - l) yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset.

KUVA 3. Sopimusasiakirjojen määräämisjärjestys. YSE1998.

Ristiriitatilanteessa ylempi asiakirja on määräävä, ellei urakkasopimuksessa ole mainittu toisin. Työmäärittely on kohdan j) mukainen työkohtainen selostus, joten se on hyvin määräävä tekninen asiakirja. Ristiriitatilannetta työmäärittelyyn, eli työkohtaisen selostuksen ja suunnitelmien, eli sopimuspiirustuksien välillä on käsitelty Helsingin hovioikeudessa. Asiasta on annettu Helsingin hovioikeuden päätös S 00/3146, joka on päivätty 28.3.2003. Sen mukaan ristiriitatilanteessa työselityksen ja teknisten suunnitelmien välillä työselitys on määräävä asiakirja. (Oksanen, A. & Laine, V & Kaskiaro, K.)

Työmäärittelyn ollessa hyvin määräävä asiakirja, voi pienikin virhe siinä johtaa kustannuksiltaan isoon virheeseen, kun puhutaan kiinteähintaisesta urakasta. Käytetään esimerkkinä hypoteettista tilannetta: koko rakennuksen kattavaan käyttövesi- ja viemäriverkostoon on suunnitelmissa esitetty käytettäväksi komposiittista valmistettuja käyttövesiputkia, koska tiedetään alueen käyttöveden syövyttävän kupariputkia. Työmäärittelyssä kuitenkin on ilmoitettu käyttövesiputkien materiaaliksi kupari. Näin ollen urakoitsijan tulisi tarjota urakka tehtäväksi kupariputkin. Kustannushaitta tai -etu voi tilanteesta riippuen kohdistua kumpaan tahansa osapuoleen.

4 TUTKIELMA OLEMASSA OLEVISTA RATKAISUISTA

Työselostuksen laatiminen on lähes jokaisen LVI-suunnittelua harjoittavan yrityksen työtehtävä. Näin voidaan pitää todennäköisenä, että myös muut yritykset ovat todenneet työmäärittelyn laatimisen olevan kehityskohta omissa prosesseissaan. Tästä syystä lähdettiin selvittämään löytyisikö muiden yritysten ratkaisuja työmäärittelyiden laatimiseen esimerkiksi aikaisemmin laadituista opinnäytetöistä. Opinnäytetyöarkisto Theseuksesta haettiin materiaalia tutkielmaan hakusanoilla ”työmäärittely” ja ”työselostus”. Aiheesta löytyi muutama opinnäytetyö, mutta Marko Issakaisen laatima ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö LVI-työselityksen modernisoinnista oli kattavin. Kyseinen opinnäytetyö otettiin tarkempaan tutkimukseen referenssityöksi sen laajuuden ja aiheen samankaltaisuuden takia.

4.1 Referenssityön rakenne ja kehitystyön alkutilanne

Issakainen raportoi työmäärittelyn nykytilanteesta ja sen aiheuttamista haasteista hänen toimeksiantajayrityksessään. Sen jälkeen hän tuo esille kaksi erilaista vaihtoehtoa työmäärittelyn uudistamiseksi, sekä käsittelee niiden hyviä ja huonoja puolia. Kahden vaihtoehtoisen toimintatavan jälkeen hän esittelee menetelmän, johon työryhmä päätyi, sekä palautteen uudesta toimintatavasta. (Issakainen, M.)

Raportissaan Issakainen ei suoraan kerro millainen yrityksen työmäärittely oli alkuperäisessä muodossaan. Hänen listaamistaan ongelmakohtista kuitenkin voi päätellä, että kyseessä on ajansaatossa täydennetty nolladokumentti. Ongelmakohtien perusteella asiakirja on liian pitkä, sitä ei ole päivitetty tarpeeksi, se on hidas muokattava, muotoilu ei pysy samanlaisena ja se sisältää asioiden toistoa sekä ristikkäisviittauksia. (Issakainen, M.) Listauksessa on samankaltaisia ongelmia, joita havaittiin, kun haastatteluissa käsiteltiin toimeksiantajayrityksen työmäärittelyn laatimisen haasteita. Tämä ongelmien samankaltaisuus innosti tutkimaan Issakaisen ratkaisua, tavoitteena, että sama ratkaisu voitaisiin integroida toimeksiantajayrityksen käyttöön.

4.2 Referenssityön esittämät menetelmät

Ensimmäiseksi Issakainen tutki Microsoft Excel ohjelman soveltuvuutta ratkaisuksi ongelmaansa. Issakaisen tavoitteena oli luoda rastitettava valikko, jonka rastitetut osiot siirtyisivät kohdetiedostoon. Issakaisen alkuperäinen tavoite oli luoda kolmitasoinen otsikkopuu, mutta hän totesi tämän kasvavan liian suureksi. Otsikkopuu supistettiin koskemaan pelkästään pääotsikoita. (Issakainen, M.) Issakainen ei suoraan tässä vaiheessa kerro, minkälaista tekstiä siirtyisi automaattisesti, mutta olettaisin tekstin olevan osakseen vaillinaista esimerkiksi materiaallivalintojen osalta. Nämä materiaalit täydennettäisiin työmäärittelyyn jälkikäteen. Menetelmä sisälsi muitakin ongelmia, joista osa kuitenkin olisi ratkaistavissa ohjelmoinnilla. Kokonaisuudessaan tämä menetelmä ei vastannut tämän opinnäytetyön toimeksiantajayrityksen toiveita. Menetelmän laatimiseen yrityksen käyttöön menisi paljon aikaa, eikä lopputulos vastaisi pyydettyä automaation tasoa.

Toisena vaihtoehtona Issakainen tutki erillistä dokumenttien hallintaohjelmaa. Hallintaohjelma toimisi samalla tavalla kuin edellisessä kappaleessa mainittu Excel-työkirja. Rasteja ruutuun klikkaamalla määritettäisiin mitä ennalta määrättyjä ja täydennettäviä tekstiosuuksia tuotaisiin kohde dokumenttiin. Issakainen kuitenkin kertoo, ettei neuvotteluja toisen osapuolen dokumenttien hallintaohjelman hankkimisesta opinnäytetyötä tehdessä saatu loppuun. Sen sijaan Issakaisen toimeksiantajayrityksen ohjelmisto-osasto saattaisi alkaa itse kehittämään kyseistä ohjelmistoa. (Issakainen, M.) Tämäkään menetelmä ei vastaa tämän työn tavoitteita. Issakaisen toimeksiantajayritys on todella iso alan toimija, jolla nähdäkseni on erillinen ohjelmisto-osasto. Ohjelmistoihin keskittyvällä osastolla on mahdollisuudet kehittää uusi ohjelmisto. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajayrityksellä ei ole erillistä ohjelmisto-osastoa, eikä resursseja tai tietotaitoa kehittää kokonaan uutta ohjelmistoa.

Lopulliseksi ratkaisuksi Issakainen päivitti olemassa olevan työmäärittelyn uudeksi nolladokumentiksi. Vanha työmäärittely jaettiin kolmeksi eri dokumentiksi: työmäärittely, rakennustapaselostus ja materiaaliluettelo. Työmäärittelyn laatimisen menetelmä pysyi samana kuin ennen Issakaisen kehitystyötä. Tarkistuksen johdosta se lyheni, vanhat viittaukset poistettiin ja tilalle kirjattiin voimassa olevia

viittauksia. (Issakainen, M.) Tämän opinnäytetyön toimeksiantajayrityksellä ei ole tarvetta uudistaa työmäärittelyä jakamalla sitä eri dokumenteiksi. Nolladokumentti-menetelmä myöskään ei vastaa yrityksen odotuksia prosessin kehityksen osalta. Tästä syystä todetaan, että valmista ratkaisua ei löydetty ja lähdetään kehittämään yrityksen tarpeisiin sopivaa menetelmää.

5 KEHITYSTYÖ

Toimeksiantajayrityksen edustajien kanssa käytiin aluksi viikoittain palavereja. Palavereissa kerättiin lähtötietoja, sekä myöhemmin palautetta kehitystyön suunnasta. Yritykselle on ennenkin tehty opinnäytetöitä prosessin kehittämiseksi. Koska aihe oli yritykselle tuttu, sen suunnalta tuli ehdotus käyttää Microsoft Office tuotteita, tarkemmin Exceliä ja sen makrojen soveltuvuutta tähän.

Ratkaisuksi ruvetaan kehittämään Excel-työkirjaa, joka sisältää makroja tiettyjen toimintojen automatisoinniksi. Visual Basic for Applications, myöhemmin VBA, on Microsoftin oma, Microsoft Office ympäristössä toimiva ohjelmointikieli (Kenton, W.). VBA kielellä voidaan koodata esimerkiksi makroja tai aliohjelmia, jotka suorittavat toimintoja automaattisesti. Makrojen avulla työmäärittelyyn tuotetun tekstin tulisi olla jälkikäteen muokattavissa ja automaattisesti generoidun tekstin tulisi jotenkin erottua, jotta se olisi helpommin tarkistettavissa jälkikäteen. Ennen kuin lopullinen toimintatapa päätetään, testataan erilaisia toteutustapoja sovellukselle.

Palaverien välissä luotiin demoja haluttujen ominaisuuksien ja palautteen perusteella. Tämän opinnäytetyön tekijällä ei ole koodaustausta, eikä myöskään kokemusta makrojen käytöstä tai luomisesta MS-office sovellusympäristössä. Myöskään makromaailman mahdollisuudet eivät olleet opinnäytetyön tekijälle selvillä. Tähän ongelmaan ratkaisuksi mietittiin ChatGPT tekoälymallia (OpenAI). ChatGPT on tekoälymalli, joka on koulutettu vastaamaan keskustelumaisesti käyttäjän antamiin kehoitteisiin, englanniksi prompt. Kehote tai prompti voi olla esimerkiksi pyyntö luoda koodia, joka siirtää tietyn solun sisällön Microsoft Excel-työkirjasta ennalta määrättyyn Word-asiakirjaan, ennalta määrättyyn paikkaan. Malli osaa keskustella ja myöntää virheitään edellisissä vastauksistaan. Koodaaminen ChatGPT:n avulla osoittautui hyväksi, ei kuitenkaan täydelliseksi. Koodi ei koskaan suoraan toiminut halutulla tavalla, vaan siihen piti tehdä muutoksia. Tekoäly kuitenkin antoi hyvän pohjan koodille, sekä opetti perusasioita VBA:lla koodaamisesta.

5.1 Ensimmäinen menetelmä

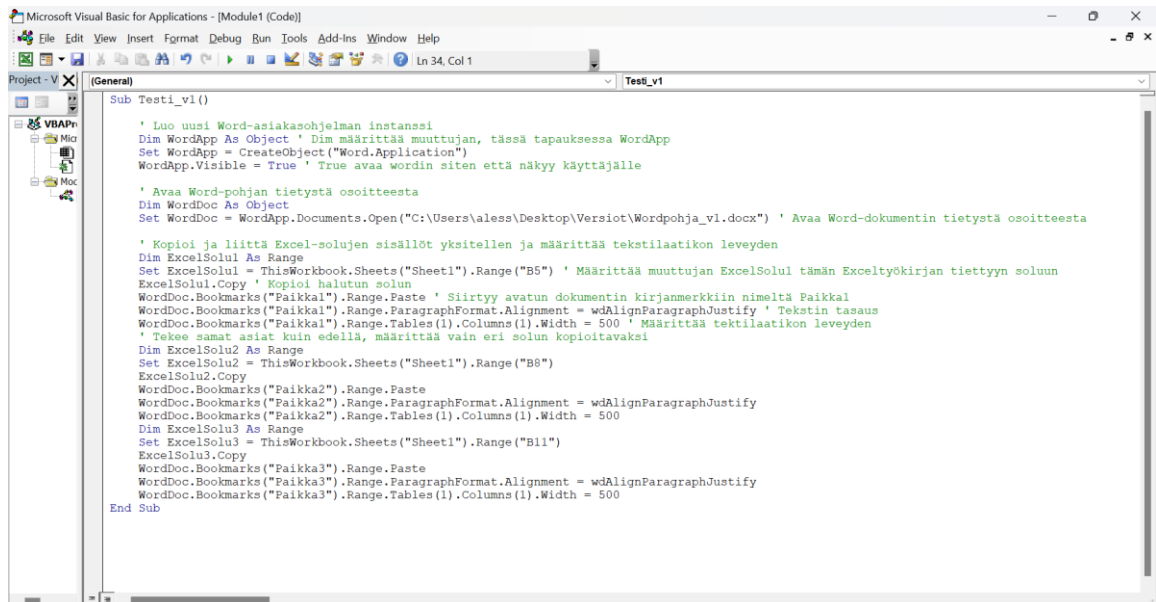
Ensimmäiseksi versioksi luotiin demo, jossa makro kopioi ennalta määrättyjen solujen sisällön ja liittää sen Word-asiakirjaan. Solujen sisältö saadaan kopioitua haluttuun paikkaan Word-asiakirjaan käyttäen nimettyjä kirjanmerkkejä. Aluksi kiinnosti, että kopioituuko solun sisältö siinä muodossa mitä käyttäjä näkee solussa, vai kopioituuko solun takana olevat funktiot. Ilmeni että käyttäjälle näkyvä teksti kopioituu, eli soluissa voi käyttää funktioita. Samalla testattiin soluparien luontia, joka monivalintavalikon valinnan perusteella tuo ennalta määrätyn tekstin soluun, joka myöhemmin kopioitaisiin Word-asiakirjaan. Excelin funktio VLOOKUP todettiin hyväksi tiedon hakemiseksi Excel-työkirjan sisältä. Kuvassa 4 on esitetty VLOOKUP funktio ja alasvetovalikon soluparit.

| | | | |
|----|-------------------|---|--|
| 10 | | Otsikko 3 | |
| 11 | Muovi | =VLOOKUP(A11;B15:C19;2;FALSE) | |
| 12 | | VLOOKUP(lookup_value; table_array; col_index_num; [range_lookup]) | |
| 13 | | | |
| 14 | | Otsikko 3 valinnat | |
| 15 | Muovi | Käyttövesiverkosto tehdään muoviputkista ja... | |
| 16 | Kupari | Käyttövesiverkko rakennetaan kupariputkista ja -osista | |
| 17 | Komposiitti | Käyttövesiverkko komposiittiputkista käyttäen yrityksen X tuotteita | |
| 18 | Lisätty myöhemmin | Koska haluttiin testata toimintaa | |
| 19 | Ei tehdä | Työssä ei käyttövesiverkoston liittyviä töitä | |

KUVA 4. VLOOKUP ja liittyvät soluparit.

Sininen solu on alasvetovalikko halutuilla valinnoilla. Punaisen suorakulmion vasen solu on halutut valinnat. Punaisen suorakulmion oikea solu on valintoja vastaava teksti, joka näkyy funktiosolussa. Funktio solu kopioidaan ja liitetään Word-asiakirjaan kirjoitetun makron avulla. Tätä menetelmää voisi käyttää esimerkiksi käyttövesiputkien tai viemäreiden materiaalivalintojen tuomiseksi työmääritelyyn.

Kuva 5 on kuvankaappaus VBA-editorista, johon on koodattu yksinkertainen demo työkalun toiminnoista.



```

Microsoft Visual Basic for Applications - [Module1 (Code)]
File Edit View Insert Format Debug Run Tools Add-Ins Window Help
Ln 34, Col 1
Project - VBA
Testi_v1
Sub Testi_v1 ()
    ' Luo uusi Word-asiakirjan instanssi
    Dim WordApp As Object ' Dim määrittää muuttujan, tässä tapauksessa WordApp
    Set WordApp = CreateObject("Word.Application")
    WordApp.Visible = True ' True avaa wordin siten että näkyy käyttäjälle

    ' Avaa Word-pohjan tietyistä osoitteesta
    Dim WordDoc As Object
    Set WordDoc = WordApp.Documents.Open("C:\Users\aleess\Desktop\Versiot\Wordpohja_v1.docx") ' Avaa Word-dokumentin tietyistä osoitteesta

    ' Kopioi ja liittää Excel-solujen sisältö yksitellen ja määrittää tekstilaatikon leveyden
    Dim ExcelSolu1 As Range
    Set ExcelSolu1 = ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("B5") ' Määrittää muuttujan ExcelSolu1 tämän Exceltyökirjan tiettyyn soluun
    ExcelSolu1.Copy ' Kopioi halutun solun
    WordDoc.Bookmarks("Paikka1").Range.Paste ' Siirtyy avatun dokumentin kirjanmerkkiin nimeltä Paikka1
    WordDoc.Bookmarks("Paikka1").Range.ParagraphFormat.Alignment = wdAlignParagraphJustify ' Tekstin tasaus
    WordDoc.Bookmarks("Paikka1").Range.Tables(1).Columns(1).Width = 500 ' Määrittää tekstilaatikon leveyden
    ' Teeke samat asiat kuin edellä, määrittää vain eri solun kopioitavaksi
    Dim ExcelSolu2 As Range
    Set ExcelSolu2 = ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("B8")
    ExcelSolu2.Copy
    WordDoc.Bookmarks("Paikka2").Range.Paste
    WordDoc.Bookmarks("Paikka2").Range.ParagraphFormat.Alignment = wdAlignParagraphJustify
    WordDoc.Bookmarks("Paikka2").Range.Tables(1).Columns(1).Width = 500
    Dim ExcelSolu3 As Range
    Set ExcelSolu3 = ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("B11")
    ExcelSolu3.Copy
    WordDoc.Bookmarks("Paikka3").Range.Paste
    WordDoc.Bookmarks("Paikka3").Range.ParagraphFormat.Alignment = wdAlignParagraphJustify
    WordDoc.Bookmarks("Paikka3").Range.Tables(1).Columns(1).Width = 500
End Sub

```

KUVA 5. Kuvankaappaus VBA-editorista.

Koodi on rakennettu siten, että se määrittää tarvittavat muuttujat ennen toimintojen suorittamista. Ensimmäiseksi makro avaa ennalta määrätyn Word-asiakirjan koodissa näkyvästä osoitteesta. Kyseinen tiedosto on esivalmisteltu Word-asiakirja, johon on lisätty myöhemmin koodissa käytettävät kirjanmerkkien nimet. Seuraavaksi koodi määrittää kopioitavien solujen paikat, sekä yksitellen kopioi ne, ennen kuin makro automaattisesti liittää ne nimetyn kirjanmerkin paikalle. Liittämisen jälkeen makro leventää luodun tekstilaatikon halutun levyiseksi.

Editorissa ' merkki erottaa koodin toiminnallisuuden osuuden ja antaa mahdollisuuden tehdä muistiinpanoja koodirivin tarkoituksesta. Muistiinpanot helpottavat mahdollisten muutosten tekemistä, ja samalla antaa mahdollisuuden kirjoittaa ohjeita mahdollisten muutosten tekijälle tulevaisuudessa. Muistiinpanot näkyvät editorissa vihreällä tekstillä, kun taas toiminnallinen koodi on mustalla tekstillä.

Tällä menetelmällä toimiessa tuli esille ongelmia. Excelistä tuotu teksti kopioitui Wordin puolelle eräänlaiseen tekstiruutuun, jolla oli alkuperäisen Excel-solun leveys. Tekstiruudun leveyttä voidaan makrolla muuttaa, mutta ongelmaksi osoitautui myös muotoilu, eli fontin ja sen koon, suora kopioituminen Excel-työkirjasta. Samalla todettiin työmäärittely sisällön muokkaaminen Excelissä haastavaksi (Holma, M & Hallasaari, P.). Todettiin myös, että sisällön ollessa Excel-

työkirjassa, siitä kasvaa liian massiivinen ja sekava. Kaikki nämä ongelmat johtivat siihen, että menetelmän todettiin olevan sopimaton ja tarvittiin uusi lähestymistapa.

5.2 Toinen menetelmä

Menetelmää lähdettiin toimeksiantajayrityksen palautteen perusteella jalostamaan. Toimeksiantajayrityksen kanssa päädyttiin siirtyä pois tiedon säilyttämisestä Excel-työkirjassa. Tämän seurauksena Excel-työkirja säilyy siistimpänä ja sisällön muokattavuus on helpompaa. Ratkaisuksi mietittiin erillistä kirjastoa, josta haluttu tieto haettaisiin makrojen avulla. Menetelmässä tulisi selvittää miten kirjastosta voitaisiin noutaa tietoa ja miten kirjasto tulisi toteuttaa.

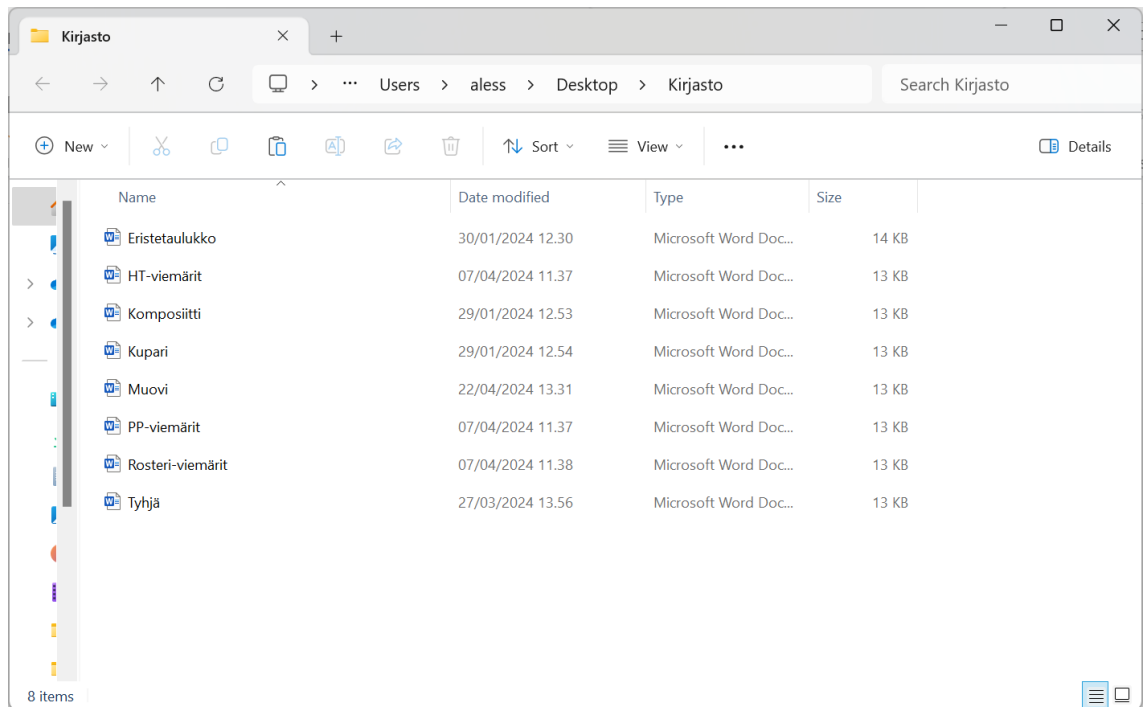
Selvitettiin, että makron avulla voidaan tuoda kokonaisia tiedostoja ennalta määrättyihin paikkoihin Word-asiakirjaa. Testejä suorittaessa onnistuttiin tuomaan sekä .txt, että .docx tiedostoja. Tuli esille, että tekstitiedoston muotoilu, tai oikeastaan sen puute, kopioituu kohde Word-asiakirjaan sellaisenaan. Eli fontti ja sen koko mukailevat täysin tekstitiedostoa, vaikka se tuotaisiinkin Wordiin. Tämän takia haluttiin selvittää, onnistuuko Word-asiakirjan tuonti sellaisenaan. Osoittautui, että kokonaisten Word-asiakirjojen kopioiminen onnistuu, myös siten, että muotoilu säilyy alkuperäisenä. Word-asiakirjat koetaan helpoiksi muokata tulevaisuudessa (Holma, M & Hallasaari, P), joten päädyttiin rakentamaan kirjasto .docx tiedostoista.

Koodia täytyi myös päivittää menetelmää tukevaksi. Kuvassa 6 on koodikokonaisuus, jolla saadaan tuotua kokonainen Word-asiakirja halutulle paikalle olemassa olevaan Word-asiakirjaan.

```
' Siirry kirjanmerkkiin ja lisää wordtiedosto Wordiin
Dim WordTiedostoNimi As String
WordTiedostoNimi = ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("A14").Value
' Nimeä uudestaan ja lisää uusi string jos monta alasvetovalikkoa
If WordTiedostoNimi <> "Tyhjä" Then
' Tämä nimi pitää muuttaa jos monta alasvetovalikkoa. Valinta nimeltään tyhjä ei lisää mitään
WordDoc.Bookmarks("Paikka4").Range.Select
' Valitse kirjanmerkin alue
WordApp.Selection.Collapse Direction:=0 ' Siirrä kohdistin kirjanmerkin alkuun
WordApp.Selection.InsertFile Filename:="C:\Users\alass\Desktop\Kirjasto\" & WordTiedostoNimi & ".docx"
' Muuta polku/muuttuja
End If
```

KUVA 6. Koodikokonaisuus Word-asiakirjojen lisäämiseksi.

Tämä kokonaisuus määrittää ensin tarvittaviksi muuttujaksi WordTiedostoNimi yhdistelmän. Sen jälkeen määritetään missä solussa tämä on. Solu on se, jossa on samat valinnat menetelmän 1 VLOOKUP komennon kanssa käyttövesiputkien materiaaliksi. Sitten koodi suorittaa "if" komennon, eli jos solussa ei ole valittuna "Tyhjä" niin se lisää kirjanmerkkiin nimeltä Paikka4 Word-asiakirjan, joka löytyy koodissa näkyvästä tietokoneen osoitteesta. Koodi valitsee kirjastosta sen nimi- sen tiedoston, joka vastaa määritetyn Excel-solun valintaa. Näin ollen haettava teksti on erillisessä kirjastossa, eikä Excel-työkirjaan sisäänrakennettuna. Ku- vassa 7 on näytetty testauksen aikana käytetty kirjasto.



KUVA 7. Kuvankaappaus testauksen aikaisesta kirjastosta.

6 TYÖKALUN LOPULLINEN MUOTO JA OMINAISUUDET

Demoversio Excel-työkirjasta ja .docx kirjaston käytöstä todettiin toimeksiantajayrityksen kanssa hyväksi. Ennen varsinaisen sisällön ja valikoiden tuottamista tulisi määrittää vielä työmäärittelyn rakenne, työmäärittelyn ja kirjaston sisältämän tekstin muotoilu sekä viimeistellä tarvittavien toimintojen sisällyttäminen makron koodiin.

6.1 Työmäärittelyn rakenne

Tällä hetkellä toimeksiantajayritys laatii pääsääntöisesti muotoilultaan kahdenlaisia työmäärittelyjä. Tämä johtuu kausisopimusasiakkaan Neste Oyj:n sisäisistä muotoiluvaatimuksista. Muut työmäärittelyt toteutetaan yrityksen oman muotoilun ja ulkoasun mukaan. Ero on pääosin kansilehdessä sekä ylä- ja alatunnisteessa, eli sisältö ja sen järjestys ovat olleet samankaltaisia työmäärittelyn tyylistä riippumatta.

Uuden työmäärittelyn sisältö, muotoilu ja otsikointi halutaan yhtenäistää toimeksiantajayrityksen sisällä. Käydyissä keskusteluissa päädyttiin käyttämään vuoden 2023 talotekniikka RYL:in mukaista otsikointia ja LVI-kortin 00-10473 mukaista LVI2010-nimikkeistöä. Otsikkohierarkiaan lisätään ”0.0 Yleiset” osio, joka käsittelee esimerkiksi rakennuskohteen tietoja yleisellä tasolla. Otsikkotasosta kuitenkin viimeinen ja toiseksi viimeinen yhdistetään, eli kuvassa 8 sinisiä alikoh-
tia koskevat asiat ilmoitetaan mustan otsikon tasolla.

20.00.1.3 Tuotteisiin liittyvät ohjeet

20.00.1.3.1 Käsittely- ja varastointiohjeet

20.00.1.3.2 Asennus- ja käyttöönotto-ohjeet

20.00.1.3.3 Käyttö- ja huolto-ohjeet

KUVA 8. Otsikkotasojen yhdistäminen. Talotekniikka RYL työselostuspohja.

Koska talotekniikka RYL:in, rakentamisen yleiset laatuvaatimukset, numerointi vastaa täysin LVI2010-nimikkeistöä, voidaan tehdä yleinen maininta RYL:in ohjeistuksien pätevyydestä sopivilta osin otsikoittain. RYL kuvaa yleisesti hyväksytyn hyvän rakennustavan. Maininta tästä tehdään heti työmäärittelyn alussa, 0.0

osiossa. Näin voidaan kokonaisvaltaisesti vaatia urakoitsija noudattamaan RYL:in ohjeita, ilman että se pitäisi erikseen ilmoittaa monessa kohdassa.

6.2 Työmäärittelyn muotoilu

Työmäärittely on virallinen asiakirja, jonka muotoilu tulisi olla yhtenäinen koko asiakirjan pituudelta ja jonka luettavuus olisi helppoa sekä paperilta, että elektronisilta näytöiltä. Muotoilun osia ovat esimerkiksi fontti, otsikot, riviväli ja sisennykset. Nykyisellä tyylillä, pääosin kopioimalla tehdyistä työmäärittelyistä ilmenee erilaisia fontteja, fonttikokoja, sisennyksiä ja rivivälejä. Tästä ongelmasta on pyrkimys päästä työkalun avulla eroon. Työmäärittelylle päätetään fontti ja sen koko, sisennykset ja rivivälitys. Koska dokumenttipohja pysyy aina samana, sekä sisältö on ennalta määritettyä, voidaan nämä asiat yhtenäistää.

Muotoilun suunnittelun avuksi otettiin Kokon ja Puupposen kirjoittama laaja artikkeli kirjoitetun tekstin saavutettavuudesta. Artikkelin on julkaistu ”esteetöntä opiskelua” sivustolla ja perustuu näkövammaisten keskusliiton suosituksiin. Muotoilun valinnassa nousi usein esille fontin päätteellisyys: serif fontit, tai sen puute: sans serif fontit. Leipätekstissä fontin tulisi olla päätteetön, sillä se koetaan yleisesti helpommin luettavaksi (Kokko, S & Puupponen, H). Näin ollen fontiksi valittiin Arial. Kokon ja Puupposen mukaan fonttikoon valinnassa kannattaa ottaa huomioon tekstin kohdeyleisö. He ilmaisevat, että kaikenikäiselle suunnatussa tekstissä fonttikoon tulisi olla 12-14. (Kokko, S & Puupponen, H) Tästä syystä leipätekstin osalta fonttikooksi valittiin 12.

Otsikkojen tulee Kokon ja Puupposen mukaan olla yksi tai kaksi fonttikokoa isompia, ja hieman eri värisiä leipätekstiin verrattuna. Suuraakkosin kirjoitettu teksti on usein hankalampaa lukea. (Kokko, S & Puupponen, H) Tämän johdosta siirytään pois suuraakkosin kirjoitetuista otsikoista, sekä isonnetaan otsikoiden kooka yhdellä kirjaisinkoolla. Otsikot kirjoitetaan mustan fontin sijasta sinisellä fontilla, jotta ne erottuvat paremmin leipätekstin seasta. Marginaalin vasemmanpuoleinen leveys on yrityksen työmäärittelyissä ollut 2 senttimetriä. Kokemuksien mukaan tämä riittää, vaikka asiakirja nidottaisiin ja rei'itettäisiin. Marginaali pysyy samana uudessa työmäärittelymallissa. Riviväli taas kasvatetaan arvosta 1 arvoon 1,15 jotta tekstistä tulisi luettavampaa (Kokko, S & Puupponen, H).

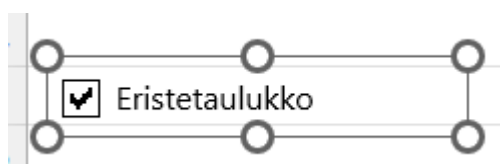
6.3 Työkalun lopulliset toiminnot

Kehitystyön edetessä ymmärrettiin, että yhdistelemällä tässä opinnäytetyössä esiteltyjä menetelmiä, saadaan aikaiseksi paras mahdollinen lopputulos. Joitain asioita halutaan tuoda sellaisenaan luodusta kirjastosta. Tiettyjä numeerisia arvoja, kuten takuu-aika, käytettävän piirustusluettelon numero sekä osoite on helppoin tuoda suoraan Excel-työkirjasta. Koodia muokattiin vielä hieman, koska huomattiin ensimmäisen menetelmän liittävän ylimääräisiä rivinvaihtoja. Kuvassa 9 on uusi koodikokonaisuus yhden solun kopiointiin ja vientiin kohde Word-asiakirjaan. Koodissa on taas käytetty ' merkkiä muistiinpanojen tekoon.

```
Dim Osoite As Range
' Määritellään Osoite niminen muuttuja. Käytetään määrittämään solun alue
Set Osoite = ThisWorkbook.Sheets("0.0 Yleistä").Range("A6")
' Määrittää muuttujan Osoite tämän Exceltyökirjan tiettyyn soluun
CopyData = Application.WorksheetFunction.Trim(Osoite.Value)
' Kopioi solun sisällön. Trim poistaa ylimääräiset välilyönnit
WordDoc.Bookmarks("Osoite").Range.Text = CopyData
' Aseta kopioidun sisällön kirjanmerkin kohdalle
```

KUVA 9. Yhden solun sisällön vienti.

Kehitystyön edistyessä ymmärrettiin myös, että tietyt asiat otetaan tarvittaessa sellaisenaan työmäärittelyyn. Tällaisia asioita voivat olla esimerkiksi urakkarajoja sisältävät kappaleet ja erilaiset taulukot liittyen eristykseen tai kannakointeihin. Tällaisia tapauksia varten, Excel-työkirjaan luotiin nimettyjä valintaruutuja objekteina. Kuvassa 10 on esitetty yksi valintaruutu.



KUVA 10. Valintaruutu Excel-työkirjassa.

Valintaruudun tueksi kirjoitettiin koodikokonaisuus, joka valintaruudun tilan mukaan suorittaa tehtäviä. Kuvassa 11 on esitetty valintaruutuun liittyvä koodikokonaisuus. Ensin koodi määrittää muotomuuttujaksi nimen Eristystaulukko. Sen jälkeen määritetään muuttujan sijainti Excel-työkirjassa. Koodi tarkistaa valintaruudun tilan, ja "if" komennon avulla joko lopettaa ohjelman, tai lisää Word-asiakirjassa olevan kirjanmerkin kohdalle kirjastosta Eristetaulukko nimisen Word-asiakirjan.

```

' Tarkista valintaruudun tila ja lisää tiedosto kirjanmerkkiin, jos se on valittu
Dim Eristetaulukko As Shape ' Valintaruutuun liittyvä
Set Eristetaulukko = ThisWorkbook.Sheets("0.0 Yleistä").Shapes("Eristetaulukko") ' Valintaruutuun liittyvä
If Eristetaulukko.ControlFormat.Value = 1 Then
    WordDoc.Bookmarks("Eristetaulukko").Range.Select ' Valitse kirjanmerkin alue
    WordApp.Selection.Collapse Direction:=0 ' Siirrä kohdistin kirjanmerkin alkuun
    WordApp.Selection.InsertFile Filename:=ThisWorkbook.Sheets("0.0 Yleistä").Range("E2").Value & "\Eristetaulukko.docx"
    ' Muuta polku tarpeen mukaan
End If

```

KUVA 11. Valintaruudun tilan tarkastus ja tiedoston lisäys.

Kuvan 11 koodikokonaisuudessa kirjaston osoite on myös muutettavissa. Koodi hakee kirjaston osoitteen välilehden "0.0 Yleistä" solusta E2. Tämä ominaisuus haluttiin lisätä kokonaisuuteen, jotta mahdolliset muutokset kirjaston sijainnista tulevaisuudessa eivät vaatisi koko koodin läpikäymistä. Kohde Word-asiakirjan hakuosoite on myös muutettavissa samalla tapaa. Tämän johdosta työmäärittelyä pystytään täyttämään osissa ja sitä pystyy jälkikäteen täydentämään. Makrot rakennetaan siten, että yksi makro ajaa vain yhden välilehden valinnat. Välilehdet jaotellaan Excel-työkirjaan järjestelmittain kuten "lämmitysjärjestelmät", "ilmanvaihtojärjestelmät" tai "inerttikaasupalonsammutusjärjestelmät". Työmäärittelyä tehdessä voidaan käyttää vain välilehtiä, jotka koskevat kyseistä hanketta.

7 POHDINTA

Opinnäytetyö opetti käsittämään prosessinomaisen työskentelyn hyödyt, sekä tarkastelemaan rakennushankkeen etenemistä projektin eri osapuolten näkökulmasta. Työssä nousi esiin onnistuneen suunnittelun ja hankkeen kokonaisaika-
taulun pitävyyden riippuvuus toisistaan. Työtä tehdessä opittiin paljon suunnitelukäytännöistä, urakkasopimuksista ja urakka-asiakirjoista.

Yrityksen suunnitteluprosessiin tutustuttiin syvällisesti ja prosessista tunnistettiin työmäärittely erityisen tärkeäksi kehityskohteeksi. Työmäärittelyn rooliin perehdyttiin ja käsitettiin sen erityinen asema urakka-asiakirjana. Kehityskohdan ollessa merkittävä ja tärkeä, omasta mielestäni opinnäytetyön ensimmäisessä tavoitteessa, eli kehityskohteen löytymisessä, onnistuttiin erittäin hyvin.

Työmäärittelyn kehittämiseksi löydettiin aihetta käsittelevien opinnäytetöiden joukosta laaja referenssityö. Referenssityö käsitteli monipuolisesti työmäärittelyn ja sen laatimisen modernisointia. Referenssityön esittämiä ratkaisuja pohdittiin, mutta tultiin lopputulokseen, että ratkaisut eivät vastaa toimeksiantajayrityksen toiveita. Sama ratkaisutyyli toistui monessa opinnäytetyössä. Työvaiheen aikana ymmärrettiin, että sama ratkaisu ei ole välttämättä paras, riippuen yrityksen koosta ja lähtötilanteesta. Mielestäni opinnäytetyön sisällön kannalta oli edullista, että ratkaisua lähdettiin kehittämään itse.

Kehitystyön tuotos, eli varsinainen työmäärittelyn laatimissovellus koostuu kahdesta pääkohdasta: ammattitaitoiselta näyttävästä asiakirjapohjasta ja työmäärittelyn laatimisen automatisointiin sopivasta menetelmästä. Työn aikana kehitetty menetelmä sisältää tarvittavat koodin osat työkalun lopullista toteuttamista varten. Koodi on helposti kopioitavissa erilaisiin työmäärittelyn kohtiin sen muistiinpanojen ansiosta. Osa-alue saatiin rajattua menetelmän kehittämiseen, ilman että työmäärittelyn sisältöä tarvitsi tuottaa huomattavaa määrää. Kehitystyön aikana opittiin perusteita VBA-ohjelmointikielestä sekä onnistuttiin laatimaan sillä suoritettavia ohjelmia.

Yritykselle laadittiin uusi sovelluspohja työmäärittelyä varten. Toimeksiantajayrityksen edustajat olivat tyytyväisiä kehitystyön tuotteeeseen. Työn päätteeksi toimeksiantajayrityksen toimitusjohtajalta saatiin lausunto kehitystyön onnistumisesta. Lausunto sisältää merkinnät tavoitteiden saavuttamisesta, tuotoksen käytökelpoisuudesta yrityksessä, raportoinnin tasosta sekä opiskelijan kyvystä osallistua kehitystyöhön. Mielestäni lausunto tukee omia ajatuksiani opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamisesta ja kehitystyön merkityksellisyydestä yritykselle. Lausunnon perusteella työn kolmas alkuperäinen tavoite voidaan katsoa täyttyneeksi.

Työtä toteutettaessa saatiin käytännön kokemusta tekoälymallin hyödyntämisestä työnteon apuna. Ymmärrettiin, että tekoäly ei ole vielä tällä hetkellä täydellinen ratkaisu, sillä sen antamat vastaukset eivät sellaisenaan toimi halutulla tavalla. Tekoälyä pystyttiin kuitenkin hyödyntämään koodin tuottamisessa merkittävässä määrin.

Automatisoitu sovellus ei poista kirjattavan asian ymmärtämisen tarvetta. Yrityksen on siis tulevaisuudessa sovelluksen käyttöönoton yhteydessä huomattava, että vastavalmistunut insinööri ei välttämättä pysty tuottamaan oikeanlaisia työmäärittelyjä edes tämän sovelluksen avulla. Työkalun oikein toimiessa se luo vakuuttavan näköisiä asiakirjoja, joidenka sisältö voi olla väärää. Oikein käytettynä sovellus mahdollistaa työn nopeutumisen ja lisää työmäärittelyjen varmuutta sekä laatua.

Kehitystyötä tullaan jatkamaan opinnäytetyön päätyttyä työmäärittelyn sisällön tuottamisella ja sovelluksen rakentamisella kokonaiseksi. Seuraavia työvaiheita työmäärittely-sovelluksen loppuunsaattamiseksi ovat työmäärittelyn tekstisisällön tuottaminen kirjastoksi yhteistyössä yrityksen suunnittelijoiden kanssa. Kirjaston valmistuttua, voidaan sovellus viimeistellä toimivaksi kokonaisuudeksi. Tuotteen integroiminen yrityksen prosessiin alkaa, kun työmäärittelyn tekstisisältö on saatu laadittua ja sovellus on valmistunut. Edellä mainittu viimeistely on mahdollinen opinnäytetyöaihe insinööriopintoja suorittavalle opiskelijalle, niin AMK kuin YAMK tasolla.

Prosessikeskeinen toiminta on koko yrityksen toiminta-ajan pituinen prosessi. Työtapojen ja alan muuttuessa yrityksen tulisi kehittää prosessiaan koko ajan, eikä tyytyä mihinkään toimintatapaan koska ”se on aina näin tehty”. Prosessikeskeinen suunnittelu tarjoaakin muitakin kehityskohteita opinnäytetyöaiheeksi.

LÄHTEET

Hallasaari.com. n.d. Verkkosivu. Luettu 15.03.2024. <https://www.hallasaari.com/>

Holma, M & Hallasaari, P. Kevät 2024. Kehityspalaverit opinnäytetyöhön liittyen

Issakainen, M. 22.01.2021. Opinnäytetyö, Insinööri (YAMK). Luettu 12.01.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202201241630>

Kenton, W. n.d. Visual Basic for Applications (VBA): Definition, Uses, Examples. Verkkosivu. Luettu 22.04.2024. <https://www.investopedia.com/terms/v/visual-basic-for-applications-vba.asp>

Kokko, S & Puupponen, H. n.d. Painetut ja tulostetut asiakirjat sekä saavutettavuus. Luettu 24.3.24. <https://esok.fi/stivisuositus/painotuotteet-ja-tulosteet/painetut-ja-tulostetut-asiakirjat-seka-saavutettavuus>

Lumilahti, J. 16.11.2021. Oikeustieteen maisterin tutkielma. Luettu 16.04.2024. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/0fb7d0c9-29c1-4d84-9910-b08187823775/content>

LVI-selostusohje. 2003. LVI-03-10360. RT-tietoväylä.

MHAL/Laadunhallintakäsikirja. 12.10.2010. Insinööritoimisto Matti Hallasaari Oy. Sisäinen laadunhallintakäsikirja, revisio 3.

Oksanen, A. & Laine, V & Kaskiaro, K. Urakkasopimukset: rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Helsinki: CC Lakimiesliiton kustannus, 2010.

OpenAI. n.d. ChatGPT tekoälymalli. <https://chat.openai.com/>

Rantanen, M. n.d. Julkaisu LinkedIn verkkosivulla. Luettu 10.03.2024. <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7142533268310073345/>

Rusjan, B. & Kiauta, M. 2019. Improving healthcare through process standardization: a general hospital case study. International Journal of Health Care Quality Assurance. <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-06-2018-0142>

Talotekniikka RYL työselostuspohja. 2023. RT-tietoväylä.

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. 2017. RT 10-11290. RT-tietoväylä.

YSE1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. RT-tietoväylä.