



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Eino Juvonen

Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto laadunvarmistustyökalua käyttäen ra- kennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.04.2020

Tekijä Otsikko	Eino Juvonen Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto laadunvarmistustyökalua käyttäen rakennushankkeessa
Sivumäärä Aika	24 sivua 30.4.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	Lehtori Aamos Lemström Talotekniikkapäällikkö Ari Pulkki
<p>Rakennushankkeen käyttöönottovaihe ja siihen liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet teknisten järjestelmien osalta ovat nykypäivänä tärkeässä roolissa rakentamisessa, jotta käyttäjälle luovutettava lopputuote on sellainen kuin on sovittu ja suunniteltu. Käyttöönottovaihetta varten SRV Rakennus Oy:llä ei ollut sen käyttämässä laadunvarmistustyökalussa Congridissa laadunvarmistusmatriisia, joten sellaisen tuottaminen valikoitui tämän insinöörityön aiheeksi.</p> <p>Tutkimusta lähdettiin kokeilemaan pilottihankkeen kautta. Kohteena toimi Espoon Tapiolassa sijaitseva, testausten aikana valmistumisvaiheessa ollut, kauppakeskus Ainoan laajennusosa. Työssä vertailtiin Microsoftin Excel-ohjelmiston ja pilvipohjaisen Congrid-ohjelmiston ominaisuuksia ja hyötyjä toisiinsa, joista tuotettiin loppuyhteenveto taulukkomuodossa.</p> <p>Tutkimuksen tuloksista käy ilmi, että Congrid-ohjelmistossa on potentiaalia Excelin korvajaksi. Sen käyttöönotto vaatii hieman lisää aikaa, kehittelyä ja markkinointia. Tietotekninen kehitys ja digitalisaatio ottaa koko ajan enemmän jalansijaa rakennustyömailla, joten uusia toimintamalleja on otettava käyttöön, vaikka aikataulut eivät aina annakaan periksi.</p>	
Avainsanat	laadunvarmistus, dokumentointi

Author Title Number of Pages Date	Eino Juvonen Commissioning Ventilation System Using Quality Assurance Tool 24 pages 30 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Aamos Lemström, Senior Lecturer Ari Pulkki, Building Services Manager
<p>The aim of the final year project was to produce a quality assurance checklist for the commissioning phase of technical systems in a construction project to ensure that the finished product delivered to the subscriber is such as agreed and designed. The quality assurance checklist was produced for the quality assurance tool Congrid.</p> <p>The creation of checklist was done in a pilot project, the extension of the shopping centre Ainoa in Tapiola, Espoo, which was near completion. The features and benefits of Microsoft Excel software and cloud-based Congrid software were compared, and the comparison was summarised in a table.</p> <p>The results of the study showed that Congrid has the potential to replace Excel. Its implementation requires a little more time, development and marketing. IT development and digitalisation are gaining more and more ground on construction sites, so new operating models need to be introduced, although the schedules are tight.</p>	
Keywords	quality assurance, documentation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	SRV yrityksenä	2
3	Talotekniikka ja siihen liittyvä laadunvarmistus rakentamisessa	3
3.1	Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus talotekniikassa	3
3.1.1	Laadunvarmistussuunnitelma sekä aikataulu	5
3.1.2	Rakennusvaiheen aikainen LVI-asennusten laadunvarmistus	5
3.1.3	Talotekniikka-urakoitsijoiden toiminnantarkastukset	7
3.2	Rakennushankkeen viimeistelyvaiheet	8
3.2.1	Pääurakoitsijan toimintakokeet	8
3.2.2	Mittaus- ja säätötyöt	9
3.2.3	Asetusarvojen viritys ja asettelu rakennusautomaatiojärjestelmään	10
3.2.4	Kuormituskokeet rakennushankkeen LVI-järjestelmiin ja laitteisiin	10
3.2.5	Rakennusluvan mukaiset tarkastukset	11
3.2.6	Luovutusaineisto	11
3.2.7	Käytönopastukset	11
3.2.8	Lopputuotteen vastaanotto	12
4	Laadunvarmistuksen mobiilityökalu Congrid	12
5	Laadunvarmistustoimet SRV:llä	14
6	Tutkimusmenetelmät	16
7	Tutkimuksen kulku ja toteutus	16
7.1	Laadunvarmistusmatriisin ja tarkastuslistojen luonti Congridiin	17
7.2	Laadunvarmistusmatriisin käyttö ja vertailu	18
8	Tutkimuksen havainnot ja päätelmät	22
9	Pohdinta	23

Lyhenteet

Congrid Pilvipohjainen ohjelmisto.

IV Ilmanvaihto.

LVI Lämmitys, vesi ja ilma.

RAU Rakennusautomaatio.

TATE Talotekniikka.

1 Johdanto

SRV Rakennus Oy käyttää rakentamisen laadunvarmistukseen ja työturvallisuuden valvontaan pilvipalvelupohjaista järjestelmää, johon tuotetaan projektille tärkeät laadunvarmistusmatriisit. Järjestelmätoimittajana toimii Congrid Oy, jonka kanssa SRV Rakennus Oy yhdessä kehittää järjestelmän toimintaa sujuvammaksi. Tähän mennessä luotuja laatumatriiseja on toteutettu työturvallisuus-kierroksilla ja rakentamisen eri tarkastuspisteisiin, mallikatselmuksiin sekä valvontakäynteihin.

Taloteknisten järjestelmien laadunhallintaa varten järjestelmään on luotu laatumatriisi, josta löytyy erilaisia tarkastuslistoja eri työvaiheiden tarkastuksia varten. Laadunvarmistusmatriisiin ei ole luotu omaa kohtaansa käyttöönotto-osiota varten taloteknisiin järjestelmiin. Tämän insinööriyön tavoite on tehdä Congridiin oma osio kiinteistön käyttöönottoa ja sen taloteknisten järjestelmien toimintakokeita varten. Tutkimus koettiin tarpeelliseksi, jotta saadaan yhtenäinen ja helppokäyttöinen laadunvarmistustyökalu yrityksen sisäiseen käyttöön itselleluovutusdokumentointia varten. Käyttöönottoinsinöörien luovutusdokumentointitapoja on tällä hetkellä yhtä monta kuin on käyttöönottoinsinöörejä, joten yhteinen dokumentointitapa todettiin tarpeelliseksi.

Työn toivottuna lopputuloksena oli luoda Congrid-ohjelmistoon yhtenäinen taloteknisten järjestelmien käyttöönotto -laadunvarmistusmatriisi, joka on helppo sekä nopea monistaa erilaisiin toimitilapuolen rakennushankkeisiin luovutusdokumentointia varten SRV Rakennus Oy:ssä. Yhtenäisellä, ohjelmistoon luodulla taloteknisten järjestelmien laadunvarmistusmatriisilla pyritään siihen, että jokainen käyttöönottoinsinööri yrityksen sisällä tekisi toiminnantestaukset taloteknisiin järjestelmiin samanlaista itselleluovutusdokumentointia käyttäen.

Tämä insinööriyö rajattiin malliesimerkkiin ilmanvaihtojärjestelmästä, josta luotiin Congrid-ohjelmistoon laadunvarmistusmatriisi. Luotua laadunvarmistusmatriisia voidaan jatkossa jalostaa myös muihin taloteknisiin järjestelmiin.

2 SRV yrityksenä

SRV Yhtiöt Oyj on suomalainen rakennusliike, joka on perustettu vuonna 1987. SRV Yhtiöt Oyj on konsernin emoyhtiö, jolla on paljon erilaisia tytäryhtiöitä, joista merkittävimmät ovat SRV Rakennus Oy, SRV Russia Oy sekä SRV Infra Oy. Konsernin emoyhtiö listautui Helsingin pörssiin vuonna 2007. [1]

SRV työllistää tällä hetkellä yli 1 000 ihmistä, jonka lisäksi erinäisissä projekteissa työskentelee noin 4 000 alihankkijaa. Vuonna 2018 yrityksen liikevaihto oli 960 miljoonaa euroa. SRV oli 20 vuotta sitten ensimmäisiä yrityksiä, joka otti Suomessa laajemmin käyttöönsä projektijohtourakoinnin ja on siitä lähtien kehittänyt mallia suomalaiseen rakennusteollisuuteen sopivaksi. Projektijohtourakoinnin, eli niin sanotun SRV-mallin, ansiosta yritys pitää palkkalistoillaan vain insinöörejä sekä muita asiantuntijoita ja hankkii projekteilleen työvoiman alihankintana. SRV-mallin ansiosta yritys pystyy erikoistumaan työnjohdollisiin tehtäviin ja hankkimaan alansa parhaat osaajat alihankintana. SRV toimii Suomessa, Venäjällä sekä Virossa, ja sen fokus on vahvasti kasvukeskuksissa [1]. SRV keskittyy Suomen markkinoilla erityisesti Pääkaupunkiseutuun sekä Tampereen alueelle, ja sen tavoitteena on saavuttaa 15%:n markkinaosuus edellä mainittujen alueiden vapaarahoitteisesta asunto- ja etenkin kerrostalorakentamisesta [3].

SRV tarjoamiin rakentamisen palveluihin kuuluu asunto-, toimitila-, infra- ja korjausrakentaminen. SRV:llä on oma talotekniikkaosastonsa, jonka tehtävänä on toimia asiantuntija- ja tukiorganisaationa rakennushankkeiden kaikissa taloteknisissä vaiheissa [2]. SRV:n Talotekniikka-osasto työllistää yli 90 asiantuntijaa sähkö- ja rakennusautomaatioalalta [4]. Uutena palveluna SRV tarjoaa energia- ja elinkaaripalveluita, jonka tavoitteena on suunnitella ja rakentaa energiatehokkaita sekä hiilineutraaleja rakennuksia [2].

3 Talotekniikka ja siihen liittyvä laadunvarmistus rakentamisessa

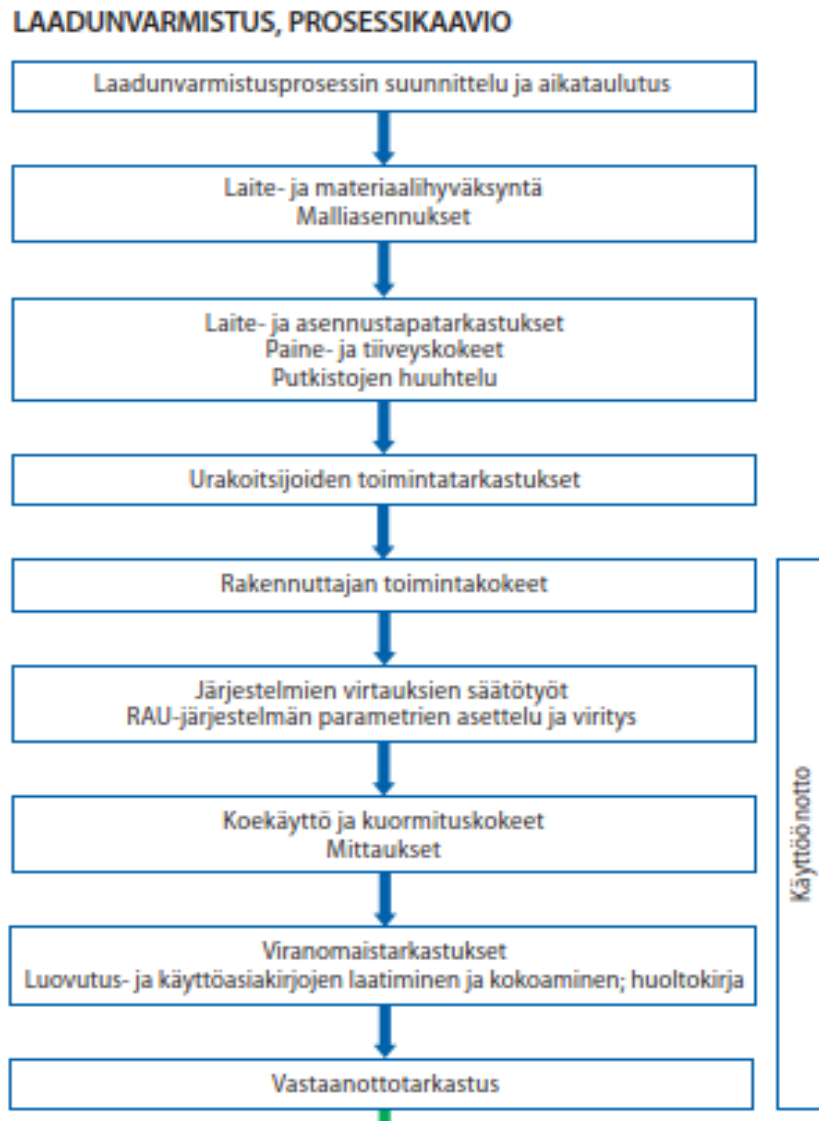
Talon sydän löytyy taloteknisistä järjestelmistä. Talotekniikalla tarkoitetaan kaikkia rakennukseen liittyviä teknisiä järjestelmiä. Näitä järjestelmiä ovat muun muassa ilmanvaihto-, lämmitys-, jäähdytys-, vesi- ja viemärijärjestelmät, palonsammutus- ja rakennusautomaatiojärjestelmät sekä erilaiset sähköjärjestelmät. Näiden järjestelmien tarkoituksena on taata rakennuksen käyttäjille mukavat ja turvalliset elämänlaatua parantavat elinolosuhteet. Talotekniset järjestelmät kehittyvät koko ajan ja kovaa vauhtia. Niistä pyritään kehittämään jatkuvasti entistäkin energiatehokkaampia ja luontoa säästäviä vaihtoehtoja vähentämättä esimerkiksi sisäilmanlaadun tasoa taikka sopivan sisäilmanlämpötilaa. [5.]

3.1 Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus talotekniikassa

Talotekniikan laatuvaatimukset määräytyvät rakennusprojektissa yleensä yksilöidysti. Kaikissa hankkeissa on sama lähtökohta: ne tulee rakentaa koskevien määräysten ja säännösten sekä myönnettyjen lupien mukaisesti rakentaen rakennus sovitun hyvän rakennustavan mukaan. Vaatimuksia, jotka kohdistuvat teknisiin järjestelmiin, on monia. Niitä ovat muun muassa käyttöturvallisuus-, terveys-, hygienia-, paloturvallisuus-, korjattavuus-, ympäristö-, energiatalous-, huollettavuus- ja meluntorjuntavaatimukset. Rakennusprojektiin alkavalla on tärkeätä olla käytettävissään ammattitaitoiset henkilöt, jotka pystyvät toteuttamaan hankkeen sen vaativuuden huomioon ottaen. Talotekniikalle on käytettävissä kaksiosainen käsikirja taloteknisten järjestelmien tarkemmista rakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista ja asennusohjeista sekä vaatimuksista. Talotekniikan RYL:n osasta 1 selviävät LVI-asennuksien laatuvaatimukset ja osasta 2 sähköasennusten laatuvaatimukset. [5]

Tavoitteena rakennushankkeiden laadunvarmistuksessa on, että varmistetaan hyväksytyjen suunnitelmien mukainen laatu ja toteutus sekä valmiudet ylläpidolle ja käyttönotolle. Hankkeessa mukana olevat eri osapuolet tulee sitouttaa vahvasti laadunvarmistukseen. Laadunvarmistuksella tähdätään siihen, että tilaajalle luovutuksen jälkeen tapahtuvat selvitykset olisivat vähäisiä. Tällaisia selvityksiä voivat olla esimerkiksi teknisten järjestelmien puutteellinen taikka virheellinen toiminta. Tavoitteena on, että tilaajalle luovutettava lopputuote on sopimusasiakirjojen ja suunnitelmien mukainen ilman virheitä

tai puutteita. Tällainen lopputulos saavutetaan hyvin laaditulla laadunvarmistusmatriisilla, joka toimii kohteen tarkastusasiakirjana. Sitä seuraamalla suoritetaan vaihe vaiheelta projektin edetessä erilaisia tarkastuksia ja laadunvarmistustoimenpiteitä, joista kerrotaan lisää seuraavissa kappaleissa. Kuvassa 1 on esimerkki laadunvarmistusprosessista. [7.]



Kuva 1. Laadunvarmistuksen prosessikaavio [7.].

3.1.1 Laadunvarmistussuunnitelma sekä aikataulu

Laadunvarmistus aloitetaan rakennushankkeessa jo ennen teknisten järjestelmien asennusta. Ensiksi valmistellaan alustava laadunvarmistussuunnitelma ja aikataulu tilaajan tai hänen edustajiensa toimesta, jossa asetetaan perusteet laadunvarmistukselle. Hyvin laadittu yksityiskohtainen aikataulu mahdollistaa sen, että esimerkiksi asennusvirheiden korjaukselle jää riittävästi aikaa eikä se viivästytä rakennusprojektin valmistumista. Suunnittelijat ovat tärkeässä roolissa suunnitelman laatimisessa, koska eri alojen suunnittelijat täsmentävät sekä täydentävät laadunvarmistussuunnitelmaa omilta osiltaan. Sitä mukaa kuin hankkeeseen valitaan urakoitsijoita, liittyvät nämä mukaan suunnitelman täydentämiseen ja päivittämiseen. Suunnitelma ja aikataulu päivittyvät vaiheittain riippuen rakennusvaiheista, joissa tietyn alan urakka alkaa ja urakoitsija aloittaa työt rakennusprojektissa. Suunnitelman ja aikataulun suunnittelua varten järjestetään aikataulu- ja suunnittelukokouksia, joihin osallistuvat suunnittelijat, rakennuttaja, talotekniikka-urakoitsijat sekä muut hankkeeseen liittyvät urakoitsijat. Jokainen osapuoli nimeään vastuuhenkilön, joka vastaa toiminnan vastuista ja velvoitteista, mitkä ovat laadunvarmistussuunnitelmassa määritetty. [7.]

3.1.2 Rakennusvaiheen aikainen LVI-asennusten laadunvarmistus

Rakennusvaiheessa talotekniikka-urakoitsijat hyväksyttävät ennen asennuksia kaikki laitteet, materiaalit, asennustavat ja järjestelmät, joita he käyttävät rakentamiseen. Tämän toimenpiteen tarkoituksena on varmistua siitä, että ne täyttävät suunnitelmissa asetut vaatimukset sekä yleiset hyvän rakentamistavan säädökset ja laatuvaatimukset. Hyväksynnöistä vastaa TATE-suunnittelija, TATE-valvoja taikka tilaaja tai hänen valtuutama edustaja. [7.]

Toistuvista asennussuorituksista pidetään työmaalla malliasennuksen katselmus. Katselmuksen kokoonkutsuja on urakoitsija. Katselmuksiin osallistuvat yleensä TATE-valvoja, urakoitsija, tilaaja tai hänen edustajansa ja tarpeen mukaan TATE-suunnittelija. Malliasennuksen katselmuksesta laaditaan dokumentti, johon kirjataan kaikki tarpeellinen, joka malliasennuksessa todetaan ja hyväksytään. Pöytäkirja sisältää yleensä myös valokuvia sekä sijainnin rakennuksesta, jotta myöhemmin asennuspaikka pystytään paikantamaan. Pöytäkirja tallennetaan TATE-valvojan toimesta esimerkiksi projektipankkiin

tai pilvipalveluun, joka työmaalla on käytössä. Sopimusasiakirjoissa on määritetty ne asennusvaiheet, joista on pidettävä malliasennus. [7.]

Talotekniikka-urakoitsija suorittaa asentamistaan laitteista ja järjestelmistä laite- ja asennustapatarkastuksia. Tämän laadunvarmistus toimenpiteen tarkoituksena on todeta ja varmistua siitä, että asennukset on tehty sopimusasiakirjojen ja laadunvarmistussuunnitelma mukaisesti. Tarkastuksia voidaan suorittaa myös vaiheittain riippuen siitä, mitä järjestelmiä asennustapatarkastukset koskevat. TATE-urakoitsija laatii oman työn tarkastusten tuloksista pöytäkirjan, jonka hän toimittaa tilaajalle. Oman työn tarkastusta kutsutaan myös nimellä itselleluovutus. Dokumenteista käy ilmi tarkastuksissa havaitut virheet ja puutteet, jotka urakoitsija pyrkii korjaamaan viipymättä. Kun työmaalla kaikki TATE-urakoitsijat ovat saaneet tehtyä kaikki heille kuuluvat oman työnsä tarkastuksensa hyväksytysti, voidaan aloittaa urakoitsijoiden väliset toimintatarkastukset. Urakoitsijoiden välisistä toimintatarkastuksista kerrotaan tarkemmin seuraavissa kappaleissa. [7.]

Laadunvarmistuksen yhtenä tärkeänä osana on se, että LVI-järjestelmien toteuttaja tekee putkistoihin ja ilmanvaihtokanaviin paine- ja tiiveyskokeet sopimusasiakirjojen mukaisesti. Sopimusasiakirjoissa on esitetty vaatimukset ilmanvaihtokanavien ja viemäreiden tiiveysluokista ja putkistojen paineen kestosta. Tiiveys- ja painekokeita tehtäessä liitosten, eristetyt kanavat ja putkistot sekä rakenteiden sisään jäävät osat tulee olla näkyvissä. Kokeiden aikana esiin tulevat vuotokohdat tai muut ilmenneet viat tulee korjata mahdollisimman pian. Tarpeen vaatiessa tiiveys- tai painekoe tehdään uudelleen, kun kaikki viat ja vuotokohdat on korjattu testatusta LVI-järjestelmästä. TATE-urakoitsija laatii tiiveys- ja painekokeista pöytäkirjan TATE-valvojan allekirjoituksella varustettuna. TATE-valvoja tallentaa pöytäkirjan rakennushankkeessa sovittuun arkistointijärjestelmään. [7.]

Tiiveys- ja painekokeiden jälkeen seuraa LVI-järjestelmien huuhtelu sekä puhtauden todentaminen. Sopimusasiakirjoissa on määritetty toimintatavat, joilla TATE-urakoitsija suorittaa putkistojen huuhtelut ja toteaa ilmanvaihtokanavien puhtauden. Putkistojen huuhtelussa on mukana kyseisen LVI-järjestelmän toteuttaja sekä rakennuttajan edustaja. Huuhtelu tehdään useimmiten vedellä. Huuhtelu todetaan onnistuneeksi vedestä otetun näytteen avulla. Tutkimustulokset hyväksytetään tilaajalla. Viemäreiden puhtautta, suoruutta ja tiiveyttä varmistetaan videokuvauksella. Kuvaus suoritetaan putkistojen sisäpinnoista. Ilmanvaihtokanavien puhtaus tarkistetaan yleensä visuaalisesti. Jos

tulee epäily, että kanavat eivät ole puhtaat, ne puhdistetaan harjaamalla. Videokuvauksista, huuhteluista ja puhtaustarkistuksista laaditaan pöytäkirjat, jotka toimitetaan tilaajalle. [6.] Ilmanvaihtokanavien- ja koneiden puhtauksille on puhtausluokat, joiden pohjalta määritetään niiden putsaustarve. Puhtausluokkiin ja puhtaustarkastukseen on ohje Suomen LVI-liiton sivuilla nimellä ”Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen”. [15.]

3.1.3 Talotekniikka-urakoitsijoiden toiminnantarkastukset

Lähtökohtana TATE-urakoitsijoiden toiminnantarkastuksille on, että urakoitsijat ovat hyväksytysti suorittaneet oman työnsä tarkastukset sekä paine- ja tiiveyskokeet dokumentoituna pääurakoitsijalle ja tilaajalle. Toiminnantarkastuksista laaditaan alustava suunnitelma ja aikataulu, jonka laatimisessa ovat mukana talotekniikkaurakoitsijat sekä pääurakoitsija. Suunnitelman ja aikataulun hyväksymisessä on mukana tilaaja tai hänen valtuuttama edustaja. Pääurakoitsijan rooli on enemmänkin aikataulun yhteensovittamisessa ja sen paikkansa pitävyyden seuraamisessa ja hallinnassa. Toiminnantarkastussuunnitelman laadinnan yhteydessä pääurakoitsija laatii alustavan toimintakoesuunnitelman. [7.]

Talotekniikkaurakoitsijat käyvät läpi asentamiensa järjestelmien ja tuotteiden suunnitelmien mukaisen toimivuuden yksityiskohtaisesti. Rakennusautomaatiourakoitsijalla on tärkeä rooli toiminnantarkastuksissa, koska merkittävää osaa teknisistä järjestelmistä ohjaa rakennusautomaatio ja yhteisissä tarkastuksissa roolin tärkeys korostuu. Kannattavaa on, että RAU-urakoitsijalle annetaan enemmän valtaa ja vastuuta tarkastusten yhteen sovittamisessa. [7.]

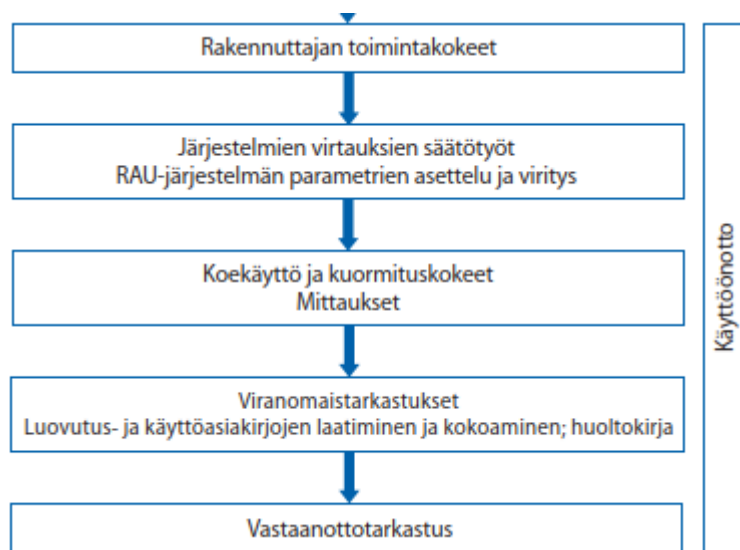
Ennen toiminnantarkastuksia talotekniikkaurakoitsijat laativat tarkastusdokumentit, joita seuraten suorittavat tarkastukset. Hyvin laaditun tarkastusasiakirjan avulla pystytään todentamaan tarkastusten kokonaiskuva sekä sovittamaan tarkastus toivottuihin toimintoihin ja järjestelmiin taikka järjestelmän osiin. Tarkastuslistojen laatimiseen talotekniikkaurakoitsijat saavat apua TATE-suunnittelijoilta, jotka suunnittelevat listoista erilaisia malleja rakennushankkeen eri teknisistä järjestelmistä. [7.]

Laadittujen tarkastusdokumenttien avulla TATE-urakoitsijat suorittavat toiminnantarkastukset kyseiseen järjestelmään tai laitteeseen. Jos toiminnantarkastuksissa havaitaan

virheitä tai toiminnallisia puutteita, ryhtyy urakoitsija pikimmiten korjaamaan ne kuntoon. Kaikki toimintatarkastusten tulokset kirjataan tarkastuslomakkeeseen yksilöidysti kohta kohdalta. Tarkastusasiakirjoista TATE-urakoitsijat laativat pöytäkirjat, jotka toimittavat pääurakoitsijalle tai tilaajalle. Laaditut pöytäkirjat ovat osa urakoitsijan luovutusaineistoa sekä edellytyksenä rakennushankkeeseen ryhtyvän toimintakokeille. [7.]

3.2 Rakennushankkeen viimeistelyvaiheet

Edellä mainittujen kappaleiden hyväksytyjen laadunvarmistustoimenpiteiden jälkeen päästää käyttööntövaiheeseen, joka pitää sisällään tilaajan/pääurakoitsijan toimintakokeet, LVI-järjestelmien virtauksien säätötyöt, rakennusautomaatio-järjestelmän parametrien asettelu ja virityksen, koekäytön ja kuormituskokeet, mittaukset, viranomaistarkastukset, luovutusaineiston kokoamisen ja laatimisen sekä vastaanottotarkastuksen. Kuvassa 2 on esitetty käyttööntövaiheen tehtävät.



Kuva 2. Käyttööntövaiheen prosessikaavio [7].

3.2.1 Pääurakoitsijan toimintakokeet

Toimintakokeet voidaan käynnistää, kun talotekniikkaurakoitsijat ovat toimittaneet pöytäkirjat toiminnantarkastuksista ja tilat ovat todettu puhtaksi sopimusasiakirjoissa vaaditun puhtausluokan mukaisesti. Toimintakoesuunnitelma viimeistellään myöskin ennen

toimintakokeiden aloitusta ja se hyväksytetään tilaajalla tai hänen edustajallaan. On hyvin tärkeää, että laadunvarmistusaikataulussa on varattu riittävästi aikaa toimintakokeiden suoritukselle. TATE-asiantuntijat huolehtivat siitä, että toimintakokeet suoritetaan projektiin laaditun toimintakoesuunnitelman mukaan.

Toimintakokeet voidaan suorittaa kahdella eri tavalla riippuen siitä, kuinka kattavat ovat olleet talotekniikkaurakoitsijoiden toimittamat toiminnantarkastuspöytäkirjat. Jos ne todetaan suppeiksi tai niissä testatuissa toiminnoissa onkin virheitä ja puutteita, vaikka ne on todettu tarkastuksien testauksissa toimiviksi, suoritetaan tilaajan toimintakokeet toiminto- ja järjestelmäkohtaisesti. Toimintakokeet voidaan testata pistekoeluonteisesti, jos todetaan, että urakoitsijat ovat laatineet kattavat ja monipuoliset pöytäkirjat sekä niissä todetut virheet ja puutteet ovat vähäisiä. Tilaajan toimintakokeet on tarkoitus tehdä täysin toimivalle järjestelmälle, jonka vuoksi edellä tehtävät tarkastukset on tehtävä huolellisesti. On mahdollista, että tilaajan toimintakokeiden epäonnistuminen johtaa erilaisiin taloudellisiin sanktioihin urakoitsijoiden suuntaan. [7.]

Toimintakokeiden tarkoituksena on taata loppukäyttäjälle toimivat tekniset järjestelmät suunnitelmien ja sopimusasiakirjojen mukaisesti. Toimintatestausten jälkeen on tärkeää ottaa huomioon, että tuotteiden ja talotekniikkajärjestelmien koekäytöille sekä mittauksille ja säädöille jää riittävä aika. [7.]

Kaikista eri teknisten järjestelmien toimintakokeista laaditaan yksilöidyt pöytäkirjat, jotka TATE-valvojat allekirjoittavat ja lisäävät luovutusaineistoon loppukäyttäjälle. [7.]

3.2.2 Mittaus- ja säätötyöt

LVI-järjestelmien mittaus- ja säätötyöt suoritetaan hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen. Tämä tarkoittaa, että LVI-järjestelmät toimivat kaiken aikaa rakennusautomaation ohjaamina ja suunnitelmien sekä sopimusasiakirjojen mukaan. Mittaus- ja säätötöissä mitataan vesivirtoja, paine-eroja, painehäviöitä ja ilmavirtoja riippuen onko kyseessä esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmä taikka lämmitysjärjestelmä. Säätöarvot määräytyvät LVI-laitteisiin ja -järjestelmiin suunnittelijoiden laatimien suunnitelmien sekä talotekniikkaurakoitsijoiden punakynäpiirusten eli toteutettujen asennusten perusteella. Säätötyöt suo-

rittää talotekniikkatoteuttaja, joka on tehnyt kyseisen säädettävän järjestelmän tai erillinen mittaus- ja säätöurakoitsija. Mittaus- ja säätövälineiden tulee olla kalibroituja, jotta varmistutaan siitä, että säätöarvot pitävät paikkansa.

Kaikista mittauksista ja säädöistä laaditaan pöytäkirjat, jotka tilaajan tulee hyväksyä. Pöytäkirjat toimivat yhtenä osana luovutusaineistoa. Mittaus- ja säätötyöt tehdään yhteistyössä talotekniikkatoteuttajan ja tilaajan kanssa. [6.]

3.2.3 Asetusarvojen viritys ja asettelu rakennusautomaatiojärjestelmään

RAU-urakoitsija pääsee virittämään ja asettelemaan parametrit automaatiojärjestelmään, kun mittaus- ja säätötyöt on tehty hyväksytysti sekä muut edellä mainitut laadunvarmistustoimenpiteet ovat hyväksytysti suoritettu. Asetusarvot määräytyvät TATE-suunnitelmien ja talotekniikkaurakoitsijoiden mitattujen arvojen nojalla. Virityksellä tarkoitetaan sitä, että teknisten järjestelmien säätö toimii niin kuin on suunniteltu eikä huojuuntaa asetelluissa arvoissa tapahdu käytön aikana. Erikseen seurattaviin järjestelmiin tai niiden osiin RAU-urakoitsija laittaa tarpeen vaatiessa niin kutsutun trendiseurannan ennakoitavan ongelman tai vian löytämisen helpottamiseksi. [7.]

3.2.4 Kuormituskokeet rakennushankkeen LVI-järjestelmiin ja laitteisiin

Kuormituskokeita päästään suorittamaan, kun kaikki edellä kuvatut laadunvarmistustoimet on saatu suoritettua hyväksytysti ja niistä luodut pöytäkirja on toimitettu tilaajalle tai hänen edustajalleen. Kokeiden tarkoituksena on varmistua siitä, että LVI-järjestelmät toimivat kokonaisvaltaisesti erilaisissa kuormittavissa olosuhteissa. Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla valvotaan kokeiden kulkua käyttäen apuna lisäksi erillisiä tiedonkeräysvälineitä. Saadut tulokset mittauksista arvioidaan TATE-valvojen toimesta ja arvioiden perusteella tehdään päätös, ovatko kuormituskokeet hyväksyttävästi suoritettu vai joudutaanko tekemään korjauksia. [5.]

3.2.5 Rakennusluvan mukaiset tarkastukset

LVI-järjestelmiin liittyviä viranomaistarkastuksia ovat käyttövesi- ja viemärijärjestelmien lopputarkastus (KVV-lopputarkastus) sekä ilmanvaihdon lopputarkastus (IV-lopputarkastus). Talotekniikka-urakoitsija ottaa yhteyttä rakennusvalvontaan ja sopii lopputarkastusten ajankohdan. Jos tarkastuksissa ilmenee puutteita tai virheitä, pyrkii järjestelmät toteuttanut urakoitsija korjaamaan ne välittömästi ja lähettää rakennusvalvonnalle dokumentit korjatuista toimenpiteistä. [7.]

3.2.6 Luovutusaineisto

Talotekniikan luovutusaineisto koostuu asennettujen järjestelmien laite- ja materiaali-asiakirjoista, mittaus- ja säätöpöytäkirjoista, laitteiden ja koneiden käyttö- ja huolto-ohjeista, konekorteista sekä erilaisista rakennusaikaisista tarkastuksista. Jos rakennusaikana talotekniikkatoteuttaja on tehnyt asennuksia eri tavalla kuin on suunnitelmissa, hän toimittaa niin sanotut punakynäpiirustukset TATE-suunnittelijalle. Suunnittelija päivittää muutokset loppupiirustuksiin, jotka hän toimittaa osaksi kiinteistön luovutusaineistoa. Luovutusaineisto tallennetaan tilaajan määrittelemään paikkaan esimerkiksi projekti-pankkiin. Tilaajan valtuuttamat TATE-valvojat tarkastavat ja hyväksyvät luovutusaineiston. [7.]

3.2.7 Käytönopastukset

Käytönopastuksilla tarkoitetaan urakoitsijan kiinteistöhuollolle ja loppukäyttäjille suunnattua koulutustilaisuutta, jossa käydään läpi järjestelmien turvallinen ja oikeaoppinen käytötapa ja yleisimmät huoltotoimenpiteet. Järjestelmän perehdyttäjä käy läpi kaikki mahdolliset ongelmatilanteet ja selittää perehdyttävälle, kuinka toimia tällaisissa tilanteissa. Talotekniikkatoteuttajan urakkaan kuuluu yleisesti aina käytönopastuksen pitäminen, jos erikseen ei olla sovittu jotain muuta. Käytönopastuksien pito voi tapahtua monessa eri vaiheessa ja rakennuksen vastaanoton jälkeisiä käytönopastuksia pidetään huolto-organisaatioille. Pidetyistä käytönopastuksista laaditaan pöytäkirja tai dokumentti, jonka käytönopastuksen saaneet allekirjoittavat. [7.]

3.2.8 Lopputuotteen vastaanotto

Rakennushankkeen vastaanottokatselmus pidetään, kun kaikki edellä mainituissa kappaleissa kerrotut laadunvarmistustoimenpiteet on suoritettu hyväksytysti. Toisin sanoen rakennuksen vastaanottamista tapahtuu koko rakennusajan, koska jatkuvat tarkastukset, kuten alakaton peittoon jäävät asennukset, vastaanotetaan katselmuksesta laaditun pöytäkirjan avulla. Vastaanottotarkastus suoritetaan sopimusasiakirjoissa sovittujen vaatimusten mukaan. Tarkastukseen osallistuvat pääurakoitsija, teknisten järjestelmien vastuulliset työjohtajat sekä tilaaja tai hänen valtuuttamansa henkilöt. Tilaisuus loppuu, kun lopputuote on luovutettu tilaajalle. [7.]

4 Laadunvarmistuksen mobiilityökalu Congrid

Rakennushankkeissa lisääntynyt tarkastusten ja laadunvarmistuksen määrä on lisännyt työmaan toimihenkilöiden työtaakkaa toimistotöissä. Kaikki erilaiset työvaiheiden tarkastukset pitää dokumentoida, että niistä jää jälki kohteen luovutusvaiheen luovutusdokumentteihin. Kaikki toimistolla vietetty aika on pois toimihenkilön työmaalla tapahtuvasta johtamisesta ja valvonnasta. Tätä varten on kehitetty pilvipalvelu pohjainen ohjelmisto Congrid. Sen avulla kaikki tarkastukset ja dokumentoinnit tehdään digitaalisesti ja reaaliaikaisesti suoraan työmaalta käsin. Congridia voidaan hyödyntää esimerkiksi rakennushankkeen projektipankkina, jonne kaikki projektissa syntyvät asiakirjat voidaan tallentaa. Palvelun avulla pyritään parantamaan rakennusalan tuottavuutta helpottamalla ja yhteinäistämällä laadunvarmistusta ja työturvallisuuden hallintamenetelmiä. Kuvassa 3 on Congrid Oy:n tunnus. [8.]



Kuva 3. Congrid Oy:n logo [8].

Congrid-mobiilisovellus on älypuhelimien taikka tablet-tietokoneeseen kehitetty työmaalla käytettävä työkalu. Sen avulla onnistuvat turvallisuushavaintojen, virhe- ja puute-listojen sekä laadunvarmistustarkistusten teko sujuvasti työmaakerroksen yhteydessä. Tehdyistä havainnoista lähtee ilmoitus käyttäjälle, jolle havainto on kohdistettu. Sovelluksen avulla voi ottaa myös valokuvia, jotka tallentuvat pilvipalveluun kaikkien projektiin liitettyjen henkilöiden saataville. Edellä mainituilla ominaisuuksilla varustettu mobiilisovellus on maksullinen käyttäjälle. Mobiilisovelluksesta löytyy myös kevyempi versio CongridLITE, joka soveltuu esimerkiksi aliorakoitsijoiden käytettäväksi virheiden ja puuteiden korjaamiseen. Sovelluksen voi ladata älylaitteen merkistä riippuen joko Play-kau-pasta tai Applen App Storesta. [10.] Kuvassa 4 on esimerkki maksullisen mobiilisovel-luksen aloitusnäkökymästä.



Kuva 4. Maksullisen mobiilisovelluksen aloitusnäkökymä [14].

Congrid tarjoaa toisena palvelunaan selaimella toimivan LIVE-palvelun. Palvelun avulla kaikki tärkeät dokumentit rakennushankkeessa pystytään tallentamaan pilvipohjaiseen tallennuspaikkaan kaikkien projektiin liitettyjen henkilöiden nähtäville ja saataville. Tarkastusasiakirjojen sisältöä ja tarkastusrivejä voidaan muokata palvelun kautta projektille sopiviksi. LIVE-palvelusta löytyy laadunvarmistus-osio, jonne voi luoda hankkeeseen sopivan laadunvarmistusmatriisin. Laadunvarmistusmatriisiin voi luoda projektille sopivia tarkastuslistoja kaikkiin eri työvaiheisiin. Se on siis täysin maksavan asiakkaan muokattavissa, ja jos ongelmia syntyy, on Congridilla ilmainen tukipalvelu ongelmien ratkaisuun. Hankkeeseen muokattu laadunvarmistusmatriisi toimii samalla hankkeen tarkastusasiakirjana. Kaikki tehdyt tarkastukset, otetut valokuvat yms. hankkeen aikana syntynyt data voidaan projektin päätyttyä ladata sieltä ja liittää kiinteistön luovutusaineistoon. [11.]

5 Laadunvarmistustoimet SRV:llä

Olen työskennellyt SRV:llä insinööriharjoittelijana ja tiedot tähän lukuun olen kirjoittanut työssä opitun ja yrityksen tämän hetkisten käytäntöjen pohjalta. Laadunvarmistus on tärkeässä roolissa koko projektin ajan niin rakennuspuolen kuin talotekniikkatöiden osalta. Laatuvaatimukseen SRV:n toimitilakohteissa vaikuttaa suurelta osin kohteen käyttötarkoitus sekä erilaiset tilaajan asettamat olosuhdevaatimukset. SRV:ltä on useita kohteita, joissa teknisten järjestelmien toimivuus on todella korkealla tasolla, ja laadunvarmistukseen käytetään niissä helposti jopa kaksinkertainen määrä aikaa verrattuna normaaliin rakennusprojektiin.

SRV:llä on oma toimintamalli projektien toteutukseen. Hankkeeseen laaditaan yksilöity laatusuunnitelma sekä aikataulu hankesuunnittelun loppuvaiheessa, jota noudattamalla saavutetaan suunniteltu ja toimiva lopputuote tilaajalle. Laatusuunnitelman suunnittelu vaatii yleensä hyvät suunnitelmat, kokeneita ammattilaisia sekä selkeät sopimusasiakirjat. Hyvin suunniteltu laatusuunnitelma ja aikataulu ovat erittäin hyviä työkaluja toimihenkilöille töiden ohjaamiseen ja hallintaan työmaalla. Laatusuunnitelmaa käytetään tarkastusasiakirjan laadinnassa, joka toimii yrityksen laadunvarmistusmatriisina. Pääura-koitsijan roolissa SRV ohjaa ja valvoo urakoitsijoita niin, että työt tehdään laadunvarmistussuunnitelman mukaisesti. Tarkastusasiakirjan tarkastuskohtien mukaisesti työjohtajat ohjaavat urakoitsijoiden töiden tarkastuksia ja mallikatselmuksia vaihe vaiheelta

koko rakennushankkeen ajan. Tällä tavoin varmistetaan töiden laadun olevan sitä, mitä on tilattu ja sopimusasiakirjoissa sovittu.

Urakoitsijoiden töiden laatua ja haluttua lopputulosta valvotaan esimerkiksi pitämällä eri asennusvaiheista mallikatselmuksia työmaalla. Mallikatselmuksia pidetään esimerkiksi silloin, kun asennukset jäävät piiloon eli kun ne peittyvät alakaton päälle. Katselmuksiin osallistuvat tahot ovat yleensä rakennuttajan valvoja, työn aluevastaava ja tietenkin työtä suorittavan urakoitsijan työnjohtaja. Haastavimmissa asennusvaiheissa pyydetään paikalle suunnitelma-asiakirjat suunnitellut suunnittelija. Mallikatselmuksista työn aluevastaava laatii pöytäkirjan, joka tallennetaan projektissa sovittuun arkistointipaikkaan.

Sopimuksen mukaisen lopputuloksen saavuttamiseksi hallintavälineinä työmaalla pidetään erinäisiä kokouksia ja palavereita. Useimmiten pääasiallisista kokouksista ja palavereista tehdään suunnitelma, johon hahmotellaan myös tahot, joiden osallistumista tapahtumiin edellytetään. Suunnittelukokoukset, työnjohtopalaverit, urakoitsijapalaverit ja projektin ohjauspalaverit ovat muun muassa tällaisia tapahtumia. Edellä mainituilla kokouksilla varmistetaan ja pidetään kaikki projektissa olevat henkilöt ajan tasalla siitä, missä vaiheessa projekti on ja onko tullut vastaan selvitettäviä haasteita. Aikaisemmin mainittujen kokousten ja palavareiden lisäksi pidetään ylimääräisiä palavereita agendan mukaan kohdennetuille osapuolille, joissa käydään esimerkiksi läpi kriittisen työvaiheen asennukset ja aikataulu.

Laadunvarmistukseen, itselleluovutuksien tarkastuksiin ja talorakennustyömaan työturvallisuuskierroksiin sekä niiden dokumentointiin SRV:llä on käytössä luvussa 4 esitelty mobiililyökalu Congrid. Sitä käytetään mm. urakoitsijoiden töiden laadunvalvontaan, SRV:n omien laadunvalvontakierroksien dokumentointiin ja työmaan TR-kierroksiin ja turvallisuushavaintojen luotiin. Digitalisaatio tuottaa vielä monelle pään vaivaa ja uusien toimintatapojen käyttöönottoaminen vaatii usein ajattelutavan muutosta. Ennen digitaaliseen dokumentointitapaan siirtymistä, asiakirjat luotiin esimerkiksi Microsoft Office ohjelmien avulla. Asiakirja laadittiin Excel-ohjelmalla, minkä jälkeen se tulostettiin paperille, johon tehtiin tarkastusta koskevat merkinnät työmaalla. Tarkastuksen jälkeen menttiin työmaatoimistolle, jossa dokumentti skannattiin ja lähetettiin esimerkiksi LVI-valvojalle hyväksyttäväksi sähköpostin välityksellä.

6 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmäni on LVIA-järjestelmien käyttöönoton laadunvarmistuksen dokumentointi pilottikohteessa mobiilityökalu Congridin avulla. Tutkimuksessani tulen vertailemaan Congridin ja Excelin käyttöä käyttöönottovaiheessa sekä kertomaan niiden hyvistä ja huonoista puolista tutkimuksessa havaitun perusteella. Käyttöönotto- ja vastaanottovaihetta varten ei löydy vielä SRV:n talotekniikan toimitilapuolelle laadunvarmistusmatriisia, joten tällaisen tuottaminen valikoitui tämän insinööriyön aiheeksi. Aihe rajattiin ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönottoon, koska kaikkien taloteknisten järjestelmien mukana olo olisi tehnyt insinööriyöstä turhan laajan.

Tutkimuskohteenani oli Espoon Tapiolassa sijaitseva Kauppakeskus Ainoan laajennusosa. Laajennusosa avasi ovensa asiakkaille lokakuun lopussa 2019.

7 Tutkimuksen kulku ja toteutus





Käyttöönottovaihe ja SRV:n toimintakokeet aloitettiin syksyllä 2019. Toimintakokeet päätettiin kokeilla dokumentoida Congridin avulla. Toimintakokeet suoritettiin ilmanvaihtojärjestelmään syksyn aikana. Toimintakokeilla varmistetaan ilmavaihtokoneiden, huonelaitteiden ja valvomografiikan toimivuus niin kuin on suunnitelmassa suunniteltu ja sopimusasiakirjoissa sovittu. Toimintakokeet suoritin yhdessä käyttöönottoinsinöörimme kanssa.

Ennen SRV:n ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeiden aloitusta, kaikkien urakoitsijoiden pitää suorittaa omantyönsä tarkastukset eli itselleluovutukset sekä toimittaa niistä dokumentit. Testattavat tilat pitää myös todeta puhtaiksi ennen ilmanvaihtokoneiden käynnistystä, jotta ilmanvaihtojärjestelmään ei pääse esimerkiksi rakennuspölyä. Kun ilmavaihtokoneet on käynnistetty, saa RAU-urakoitsija saatettua omat työnsä loppuun eli tarkistettua esimerkiksi jälkikäsitteilylaitteet, huonesäätimet sekä puhaltimien ja pumppujen pyörimissuunnat. Tämän jälkeen on vielä IV-urakoitsijan mittaus- ja säätötyöt ilmanvaihtojärjestelmään. Kun kaikki tarvittavat dokumentit ja tarkastuspöytäkirjat on saatu ja tallennettu projektipankkiin sekä havaitut puutteet korjattu, päästään aloittamaan toimintakokeet ilmanvaihtojärjestelmään.


7.1 Laadunvarmistusmatriisin ja tarkastuslistojen luonti Congridiin




Tutkimuksen aloitin luomalla laadunvarmistusmatriisin ja tarkastuslistat Congridiin. Tarkastuslistat tein rakennusautomaatiosuunnitelmien pohjalta. Ilmanvaihtokoneiden, kenttälaitteiden sekä valvomografiikan toimintojen kuvaukset löytyvät konekohtaisista säätökaavioista. Säätökaavioista käy ilmi esimerkiksi, kuinka iv-kojetta ohjataan, mitä toimintoja tapahtuu koneen käydessä ja mitä silloin, kun kone on seis-tilassa sekä minkälaisia eri varotoimintoja ja hälytyksiä syntyy, jos koneeseen tai järjestelmään tulee joku vika. Toimintakokeet ovat käyttöönottovaiheen sekä laadunvarmistusmatriisin yksi osa, mutta hyvin tärkeä. Matriisin osa SRV:n toimintakokeista muodostui tarkastuslistojen luonnin edetessä. Listojen ja matriisin tekoon kului noin pari viikkoa, koska ilmanvaihtokoneita

oli hankkeessa monta. Kuvassa 5 on kuvakaappaus-esimerkki Congridin LIVE-palveluun luomastani tarkastuslistan osasta.




C41 301 TK/PK    




2.01 C41 301 TULO-/POISTOILMAKONE
Työvaiheen vastaanotto




Tarkastusten tavoitemäärä 
Tavoitemäärää ei ole asetettu!




1 OHJAUKSET   




Järjestysnumero: 1, ID: 2705605
Kuvausesimerkit: +




1.1 Tulo- ja poistoilmapuhaltimien (TF01 ja PF01) käyntiä ohjataan   
rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumaohjelmilla. Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa poistoilmapuhaltimen (PF01) käyntiä rinnan tuloilmapuhaltimen (TF01) kanssa.
Järjestysnumero: 2, ID: 2706041
Kuvausesimerkit: +




1.2 Tulo- ja poistoilmapuhaltimien (TF01 ja PF01) käynnistyessä tulo- ja poistoilmapuhaltimien   
(TF01 ja PF01) taajuusmuuttajat (SC08 ja SC21) säätävät tulo- ja poistoilmapuhaltimien pyörimisnopeuden kiihdytysajan (vähintään 60 s) kuluttua rakennusautomaatiojärjestelmän säädön mukaiselle pyörimisnopeudelle.
Järjestysnumero: 3, ID: 2706042
Kuvausesimerkit: +

1.3 Lämmityspatterin pumpun (P04) kesäpysäytys ja verryttely   
Järjestysnumero: 4, ID: 2706212
Kuvausesimerkit: +

1.4 Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa lämmityspatterin pumpun (P04) seis, kun seuraavat   
ehdot täyttyvät:
Järjestysnumero: 5, ID: 2707159
Kuvausesimerkit: +

1.4.1 ulkoilman lämpötila (100 TE00) on yli kesäpysäytysrajan (esim. +6 °C)   
Järjestysnumero: 6, ID: 2707365
Kuvausesimerkit: +

1.4.2 lämmityspatterin venttiili (FV04) on ollut kiinni viiveen (esim. 30 min) ajan   
Järjestysnumero: 7, ID: 2707366
Kuvausesimerkit: +

1.5 Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa lämmityspatterin pumpun (P04) päälle, kun jokin   
seuraavista ehdoista täyttyy:

Kuva 5. Kuvakaappaus Congridin LIVE-palvelussa tehdystä tarkastuslistan osasta [12].

7.2 Laadunvarmistusmatriisin käyttö ja vertailu

Toimintakokeissa työvälineinä toimivat kannettava tietokone, jolla päästiin kirjautumaan RAU-urakoitsijan rakentamaan rakennusautomaatiojärjestelmään sekä tablet-tietokone, jolla tulokset kirjattiin Congridin mobiilisovelluksen avulla ennalta tehtyihin tarkastusasia-kirjoihin. Congridin tarkastuslistojen yhteyteen lisäsin myös RAU-säätökaaviot konekoh-
taisesti, joiden pohjalta tarkastuslistat olin luonut.

Toimintakokeiden edetessä päästiin kokeilemaan ja toteamaan Congridin taipuminen laadunvarmistuksen dokumentoinnin työkaluna. Mobiilisovellus on helppokäyttöinen, ja sen avulla itse tulosten kirjaamisessa ei syntynyt ongelmia. Hankaluuksia aiheutti pitkä tarkastuslista, jota joutui selailemaan edes takaisin riippuen siitä, mitä toimintoja ilmanvaihtokoneesta testattiin. Aikaa kului välillä hieman ylimääräistä, kun etsi oikeaa tarkastuskohtaa älylaitteella. Vertailtaessa siis Exceliä ja Congridin mobiilisovellusta tarkastuslistan ollessa pitkä, vie Excel tässä kohtaa voiton. Kehitysideana tässä kohtaa olisi mielestäni kehittää kompakti tarkastuslista, jossa esimerkiksi eri toiminnot, kuten iv-koneen ohjaukset, olisi yhdistetty yhdeksi tarkastuskohdaksi. Jos jokin ohjauksen toiminto ei toimisi niin kuin pitää, kirjattaisiin se kommentit-kenttään, joka löytyy Congridista.

Congrid-tarkastuslistan muokattavuudessa esiintyi haasteita, jos suunnitelmiin tuli revisiopäivityksiä. Jos jokin ilmanvaihtokoneen toiminto päivittyi tai niitä tuli lisää suunnitelmiin, oli uuden tarkastuskohdan vienti/päivittäminen todella aikaa vievä tehtävä tarkastuslistaan. Päivitetyn tarkastuskohdan ollessa keskellä tarkastusasiakirjaa, piti kaikki sitä edeltävät kohdat kirjoittaa uusiksi, koska tarkastuslistoja luodessa, pitää jokaiselle riville antaa oma järjestysnumerosa. Tästä syystä excel-tiedoston muokattavuus on huomattavasti helpompaa ja nopeampaa. Toimitilarakentamisessa suunnitelmat ja säätökaaviot muuttuvat huomattavasti enemmän kuin asuntorakentamisessa, joten yhtenäisen ja helposti kopioitavan listan luominen ilmanvaihtokoneesta on erittäin haastavaa. Tarkastuslistan tarkastusrivit vaatisivat yksinkertaistamista, jotta tarkastuslistojen kopioiminen uusiin toimitilahankkeisiin olisi mahdollisimman nopeaa ja suoraviivaista.

Valmiit Congrid-listat ovat erittäin selkeitä ja havainnollistamiseksi niihin voi lisätä valokuvia tarkastuksen eri vaiheista tai, jos toiminnoissa ilmenee puutteita. Ne on myös erittäin helppo jakaa eteenpäin suoraan tarkastuksen valmistuttua asianomaisille kirjoittamalla vain sähköpostiosoite, jonne raportti lähetetään. Excel-tarkastuslistaan kuvat pitää liittää tietokoneella erikseen ja myös niiden jakaminen on kömpelömpi prosessi kuin Congrid-listan. Kuvassa 6 on esimerkki Congridin mobiilisovelluksen avulla luodusta raportin osasta.

Status	Kuvaus
⊙	1. OHJAUKSET
✓	1.1. Tulo- ja poistoilmapuhaltimien (TF01 ja PF01) käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumaohjelmilla. Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa poistoilmapuhaltimen (PF01) käyntiä rinnan tuloilmapuhaltimen (TF01) kanssa.
✓	1.2. Tulo- ja poistoilmapuhaltimien (TF01 ja PF01) käynnistyessä tulo- ja poistoilmapuhaltimien (TF01 ja PF01) taajuusmuuttajat (SC08 ja SC21) säättävät tulo- ja poistoilmapuhaltimien pyörimisnopeuden kiihdytysajan (vähintään 60 s) kuluttua rakennusautomaatiojärjestelmän säädön mukaiselle pyörimisnopeudelle.
✓	1.3. Lämmityspatterin pumpun (P04) kesäpysäytys ja verryttely
✓	1.31. Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa lämmityspatterin pumpun (P04) seis, kun seuraavat ehdot täyttyvät:
✓	1.311. ulkoilman lämpötila (100 TE00) on yli kesäpysäytysrajan (esim. +7 °C)
✓	1.312. lämmityspatterin venttiili (FV04) on ollut kiinni viiveen (esim. 30 min) ajan
✓	1.32. Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa lämmityspatterin pumpun (P04) päälle, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy:
✓	1.321. ulkoilman lämpötila (100 TE00) on eroalueen (esim. 1 K) verran alle kesäpysäytysrajan
✓	1.322. lämmityspatterin venttiili (FV04) on auki yli 5 %
✓	1.4. Kesäpysäytyksen aikana rakennusautomaatiojärjestelmä verryttelee lämmityspatterin pumpun (P04) käynnistämällä pumpun määrävällein (esim. kerran viikossa) pumppuvalmistajan suosittelemaksi ajaksi. Lämmityspatterin pumpun pysähdettyä rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa lämmityspatterin venttiiliin (FV04) auki-kiinni.
⊙	1.5. Rakennusautomaatiojärjestelmä antaa otsonaattorille (ON01) käyntiluvan tulo- ja poistoilmakanavien staattisten paineiden (PIE10 ja PIE19) erotuksen pysyessä viiveen ajan (esim 5 min) yli asetusarvon (esim. 20 Pa). ✎ Onko otsonaattoria?
✓	2. LUKITUKSET
✓	2.1. Tuloilmapuhallin (TF01) voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:
✓	2.11. Jäätymissuojatermostaatti (TZA04.01) ei hälytä.
✓	2.12. Turva-/huoltokytkin on kiinni.
✓	2.2. Poistoilmapuhallin (PF01) voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:
✓	2.21. Tuloilmapuhaltimen (TF01) lukituspiiri on kiinni.
✓	2.22. Turva-/huoltokytkin on kiinni.

Kuva 6. Kuvakaappaus-esimerkki Congridilla luodusta raportista [13].

Congrid-ohjelman opetteleminen vaatii jonkin verran aikaa, ja siksi monet pitävät Exceliä parempana työvälineenä kuin mobiilisovellusta, koska se on perinteinen ja tuttu työväline. Nykypäivänä digitalisaatio on eittämättä kovassa huudossa, ja tietotekniikka kehittyy kovaa vauhtia. Congridin käyttöönottoaminen laadunvarmistustyökaluksi aiheuttaa monelle harmaita hiuksia, koska ei ehkä olla valmiita opettelemaan uutta asiaa tai sitten pelätään, ettei opita käyttämään uutta ohjelmistoa. Suurena ongelma on jatkuva kiire työmailla, joten aikaa ei jää riittävästi tai ollenkaan uuden asian opettelemiseen.

Congrid-mobiilisovellus tarvitsee toimiakseen internet-yhteyden. Nykyään melkein kaikista tablet-älylaitteista on sim-kortti mobiiliyhteyttä varten. Uusista kiinteistöistä tehdään koko ajan entistäkin energiatehokkaampia, jonka seurauksena rakennusvaiheessa sisäverkon kattavuudessa ilmenee usein ongelmia. Tähänkin ongelmaan on kiinnitetty työmailla huomiota ja rakennusaikaisen sisäverkon toimivuuden varmistamiseksi on perustettu erilaisia pilottihankkeita, joissa ongelmaa pyritään ratkaisemaan. Excel-ohjelma taas ei tarvitse toimiakseen internetiä, joten se on varmatoimisempi paikassa kuin paikassa verrattuna Congridiin.

Kokosin yhteen tulokset Congridin ja Excel-ohjelmiston hyvistä ja huonoista puolista taulukkoon 1 omien havaintojeni perusteella, joista kerroin edellisissä luvuissa.

Taulukko 1. Taulukkovertailu Congrid vs. Microsoft Excel [14].

Toimintakokeiden dokumentointi	
Congrid	Microsoft Excel
Hyvää	
+ Selkeät raportit kuvien kera	+Nopea muokattavuus
+ Näkyvyys ja nopea jaettavuus	+ Toimii ilman internet-yhteyttä
+ Helppokäyttöisyys	+ Nopea kohtien selattavuus, kannettavalla tai paperillisena
+ Paperittomuus	+ Ns. perinteinen tarkastuslistatyökalu --> Useimmat osaa käyttää
Heikkoa	
- Mobiilisovellus hieman kankea, jos paljon tarkastuskohtia	- Vaikea liittää kuvia raporttiin työmaalla
- Luotujen tarkastuslistojen vaikea muokattavuus	- Jaettavuus ja näkyvyys

8 Tutkimuksen havainnot ja päätelmät

Tämän insinööriyön tutkimusosa painottui siis pelkästään SRV:n toimintakokeisiin. Tutkimuksen perusteella voitaneen sanoa, että jos tarkastuslistoista saadaan suunniteltua yksinkertaisempia ja lyhyempiä, on Congrid erittäin oiva työkalu käyttöönoton dokumentointia varten. Tutkimuksessa myös selvisi, että kaikki osapuolet eivät välttämättä osaa tai halua opetella käyttämään ohjelman mobiilisovellus, jonka seurauksena käyttöönotovaiheessa käytettiin dokumentointivälineenä usein exceliä. Toisaalta, työmaalla on nykypäivänä ainainen kiire, jonka seurauksena aikaa ei riitä uusien asioiden opettelemiseen.

Luodusta laadunvarmistusmatriisista löytyy myös omat kohdat esimerkiksi urakoitsijoiden omantöön tarkistuksille sekä käytönopastuksille. Haasteena on saada aliurakoitsijat tallentamaan kaikki tarkastus- ja malliasennuspöytäkirjat Congridiin. Esimerkiksi jatkossa voisi urakkasopimukseen kirjata oman kohdan, jossa urakoitsija veloitettaisiin tallentamaan kaikki laadunvarmistustoimenpiteistä syntyvät dokumentit Congridiin, jos se on käytössä kyseisessä rakennushankkeessa. Jos kaikki tarvittavat dokumentit ja tarkastuspöytäkirjat tallennettaisiin Congridin laadunvarmistusmatriisiin, saataisiin ne ladattua hankkeen valmistuessa ulos ohjelmasta luovutusaineistoksi. Kuvassa 7 on karkea kuvaus laadunvarmistusmatriisista. Congridiin SRV:lle luotu laadunvarmistusmatriisi on luottamuksellinen, joten sitä ei julkaista tässä insinööriyössä.



Kuva 7. Suuntaa antava kuvaus laadunvarmistusmatriisista [16].

9 Pohdinta

Laadunvarmistus on erittäin tärkeässä roolissa taloteknisten järjestelmien asennustöissä sekä käyttöönottovaiheessa. Yhtenäisillä dokumentointitavoilla saadaan selkeät raportit ja pöytäkirjat luovutusaineistoa varten rakennushankkeesta tilaajalle. Tämän insinööri-työn aiheena oli luoda yhtenäinen laadunvarmistusmatriisi SRV:lle talotekniikan käyttöönottovaihetta varten ilmanvaihtojärjestelmää esimerkkinä käyttäen.

Tutkimustuloksien perusteella sanoisin, että haasteita on vielä paljon. Suurin haaste on mielestäni siinä, kuinka saada projektissa olevat henkilöt sitoutettua käyttämään Congrid-mobiilisovellusta ja LIVE-palvelua. Kaikkien pitäisi ottaa tietotekninen kehitys ilolla vastaan ja ottaa uuden laadunvarmistustavan opetteleminen haasteena itselleen. Congrid-koulutuksiin voisi panostaa enemmän ja tuoda niissä paremmin esille, kuinka paljon laadunvarmistus helpottuu ohjelman avulla. Kehitysehdotuksena voisi olla, että urakasopimukseen kirjataan oma kohta, jossa urakoitsija sitoutetaan käyttämään laadunvarmistukseen Congrid-ohjelmistoa.

Tarkastuslistojen luominen Congridiin on erittäin haastavaa toimitilapuolella, koska järjestelmät voivat olla erilaisia ja sitä myöten niistä löytyy erilaisia toimintoja ja laitteita. Jokaisessa rakennushankkeessa ei ole aina samat suunnittelutoimistot ja suunnittelijat mukana, joten suunnitelmien kuten säätökaavioiden suunnitelmat ovat muuttujia Congridin tarkastuslistojen luonnissa. Tämän myötä voisin todeta, että Exceliä voitaisiin käyttää tarkastuslistojen luontiin, mutta ne voitaisiin tallentaa Congridin laadunvarmistusmatriisiin.

Mielestäni Congridista saa tehtyä hyvän työkalun taloteknisten järjestelmien käyttöönoton dokumentointia varten, mutta se vaatii vielä aikaa, kehittelyä sekä uusia ideoita. Mielelläni jatkaisin laadunvarmistusmatriisin kehittämistä ja tarkastuslistojen luontia jatkossakin SRV:llä, jotta ohjelmasta saataisiin entistäkin toimivampi vaihtoehto toimitilahankkeiden laadunvarmistuksen työkaluna.

Lähteet

- 1 SRV yhtiönä. 2019. SRV Yhtiöt Oyj. <<https://www.srv.fi/srv-yhtiona/>>. Luettu 28.12.2019.
- 2 Rakentaminen palveluna. 2019. SRV Yhtiöt Oyj. <<https://www.srv.fi/rakentaminen-palveluna/>>. Luettu 28.12.2019.
- 3 Strategia. 2019. SRV Yhtiöt Oyj. <<https://www.srv.fi/srv-yhtiona/strategia/>>. Luettu 31.12.2019
- 4 Talotekniikka. 2019. SRV Yhtiöt. <<https://www.srv.fi/rakentaminen-palveluna/talotekniikka/>>. Luettu 31.12.2019.
- 5 TalotekniikkaRYL 2002: talotekniikan yleiset laatuvaatimukset 2002, osa 1. 2003. LVI- 01-10355. Helsinki: Rakennustieto Oy. <<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2001-10355>>. Luettu 3.1.2020.
- 6 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. RT 10-11302. Helsinki. Rakennustieto Oy. Luettu 19.03.2020.
- 7 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. Helsinki. Rakennustieto Oy. Luettu 19.03.2020.
- 8 Ratkaisu rakentamisen laadun ja turvallisuuden hallintaan. Verkkoaineisto. 2019. Congrid Oy.<<https://www.congrid.fi/>>. Luettu 27.03.2020
- 9 Congrid-mobiilisovellus. Verkkoaineisto. 2019. Congrid Oy.<<https://www.congrid.fi/applikaatio/>>. Luettu 27.03.2020
- 10 Congrid LIVE-palvelu. Verkkoaineisto. 2019. Congrid Oy. <<https://www.congrid.fi/livepalvelu/>>. Luettu 27.03.2020.
- 11 Kuvakaappaus-esimerkki Congrid-tarkastuslista. 2019. SRV:n sisäinen aineisto.
- 12 Kuvakaappaus-esimerkki Congrid-pöytäkirjasta. 2019 SRV:n sisäinen aineisto.
- 13 Taulukkovertailu Congrid vs. Microsoft Excel. 2020. Juvonen, Eino.
- 14 Kuvakaappaus-esimerkki Congrid-mobiilisovellus. 2020. SRV:n sisäinen aineisto.

- 15 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen. Verkkoaineisto. 2016. Suomen LVI-liitto. <<https://sulvi.fi/wp-content/uploads/2017/05/IVKT-2016-Ohje-4-Ilmanvaihto%C3%A4rjestelm%C3%A4n-puhtauden-tutkiminen.pdf>>. Luettu 09.04.2020.
- 16 Kuvakaappaus karkeasta laadunvarmistusmatriisista. 2020. Juvonen, Eino.