

Jali Soininen

Sähkötöiden laadunvarmistamisen yhtenäistäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

31.01.2017

Tekijä Otsikko	Jali Soininen Sähkötöiden laadunvarmistamisen yhtenäistäminen
Sivumäärä Aika	34 sivua + 3 liitettä 31.01.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Laatu- ja ympäristöpäällikkö Joonas Saikkonen Lehtori Vesa Sippola
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena kehittää ja yhtenäistää NCC Suomi Oy:n laadunvarmistusmenetelmiä sähkötöiden valvonnan osalta. Tarve toimintatapojen yhtenäistämiseksi oli syntynyt henkilöstömäärän kasvun ja talotekniikka-asiantuntijoiden erilaisien taustojen takia.</p> <p>Tutkimusta tehdessä kävi selväksi, että NCC:llä oli ollut hyvin vähän takuuajan ongelmia sähköjärjestelmien kanssa, mutta laadunvarmistusdokumenttien laadussa oli suuria eroja eri hankkeiden välillä. Yhtenäisten laatudokumenttien avulla yritys antaa laadukkaan kuvan asiakkailleen, jonka lisäksi valmiin toimintatavan avulla talotekniikka-asiantuntijoiden työajan käyttö tehostuu ja uusien työntekijöiden perehdyttäminen helpottuu.</p> <p>Insinööriyössä perehdyttiin NCC:n oman toimintajärjestelmän lisäksi lakien ja standardien asettamiin vaatimuksiin sähkötöiden laadunvarmistuksen osalta. Näiden materiaalien pohjalta pyrittiin luoman NCC:lle kattava, mutta kuitenkin kustannustehokas vaatimustaso sähkötöiden laadunvarmistukseen.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin listaus kaikista sähkö- ja telejärjestelmien vaatimista laadunvarmistustoimenpiteistä. Listauksen pohjalta luodaan jatkossa jokaiselle rakennushankkeelle identtinen kansiorakenne NCC:n käyttämään projektinhallintajärjestelmään, jolloin syntyvät laatudokumentit ovat löydettävissä samasta sijainnista eri hankkeiden välillä. Tarkastusasiakirjan taloteknisen osuuden yhtenäistäminen tehtiin tiiviissä yhteistyössä LVI-järjestelmiin perehtyneen toisen insinööriopiskelijan kanssa. Tarkastusasiakirjan ohella työssä tehtiin joitakin mallipohjia talotekniikka-asiantuntijoiden käyttöön.</p> <p>Työssä luotiin paperilla hyvä lähtökohta sähkötöiden laadunvarmistukselle NCC:n työmaille, mutta työn lopullinen hyöty riippuu siitä kuinka nopeasti ja laajasti uudet toimintatavat saadaan jalkautettua talotekniikka-asiantuntijoiden jokapäiväiseen työhön.</p>	
Avainsanat	laatu, laadunvarmistus, talotekniikka, sähkötyöt

Author Title	Jali Soininen Unified Quality Control Procedure for Electric Works
Number of Pages Date	34 pages + 3 appendices 31 January 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Joonas Saikkonen, Quality and Environment Manager Vesa Sippola, Senior Lecturer
<p>The goal for this Bachelor's thesis was to unify quality assurance procedures required from electrical contractors of a big construction company. The need for this project came from the fact that every Building Services Specialist had a different background and their own ways of doing all the necessary check-ups and quality control measures. Because of this all documents looked different, which is not an ideal situation for one of the biggest construction companies in Finland.</p> <p>The thesis clarifies quality in general and what kind of quality assurance procedures laws and standards require. As part of the project, old documents from finished projects were also inspected to see how the company had worked before and how it could improve its practices.</p> <p>As the result, all electrical systems and check-ups required concerning these systems were listed, to create a certain folder structure which could be used in all future projects. The benefit of the folder structure comes from the fact that a needed document is found more easily when it is saved in the same location in every project. A few draft documents were also created to help save time spent in writing these.</p> <p>The effects of this thesis project should be assessed after a few years to see if and how quality assurance procedures have improved inside the company.</p>	
Keywords	Quality, Quality assurance, Building services,

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennushankkeiden laadunvarmistus	2
2.1	Toimintajärjestelmä	5
2.2	NCC:n toimintajärjestelmä	6
3	Sähkötöiden laadunvarmistus	7
3.1	Lakisääteiset tarkastukset	7
3.2	Aistinvaraiset tarkastukset	8
3.3	TalotekniikkaRYL:n vaatimukset	9
4	Sähkötöiden laadunvarmistusprosessi NCC:n työmailla	10
4.1	Nykytilanne	11
4.2	Kehityskohteet	12
4.3	Mobiilisovelluksien hyödyntäminen laadunvarmistuksessa	14
5	Tulokset	15
5.1	Sähkötöiden tarkastusasiakirja	16
5.1.1	Tarkastusasiakirjan käyttö tähän asti	16
5.1.2	Projektikohtainen yksilöinti	17
5.1.3	Tarkastusasiakirjan kansiorakenne	17
5.1.4	Dokumenttien nimeäminen	18
5.2	Yleisimmät tarkastukset	19
5.2.1	Aloituspalaveri	20
5.2.2	Malliasennuskatselmukset	20
5.2.3	Itselleluovutus- ja asennustapatarkastukset	21
5.2.4	Paloilmoitin- ja turvalaisinjärjestelmien tarkastukset ja toimintakokeet	22
5.2.5	Savunpoistojärjestelmän tarkastukset ja toimintakokeet	24
5.2.6	Telejärjestelmien tarkastukset ja toimintakokeet	25
5.2.7	Sähkölaitteiston käyttöönotto- ja varmennustarkastukset	25
5.3	Tarkastuskortti	27
5.3.1	Ryhmäkeskuksen tarkastuskortti	28
5.3.2	Materiaalien ja laitteiden hyväksyttämistaulukko	29

6	Laadunvarmistuksen kehityskohteet	30
7	Yhteenveto	31
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Tarkastusasiakirjan käyttöohje (poistettu)	
	Liite 2. Malliasennuskatselmus (poistettu)	
	Liite 3. Ryhmäkeskuksen tarkastuskortti (poistettu)	

Lyhenteet

Dalux	Dalux on työmaan havaintojen tekemistä ja 3D-mallinnusta tukeva mobiili-järjestelmä. Daluxia hyödynnetään NCC:n työmaiden laadunvarmistamisessa erityisesti viimeistelyvaiheessa.
JUST	Järvenpään uusi sosiaali- ja terveyskeskus. NCC:n rakentama sosiaali- ja terveyskeskus Järvenpäässä. Valmistui vuonna 2016.
NCC	Nordic Construction Company, rakennusliike.
Pro3	NCC:n käyttämän sähköisen toimintajärjestelmän käyttöliittymä, johon voidaan arkistoida projektien asiakirjoja. Pro3 välityksellä voidaan eri projektien dokumentaatiota hyödyntää malleina ja tietolähteinä uusissa projekteissa, sekä tarkastella jo päättyneiden projektien tietoja mm. vuosikortteja yhteydessä.
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Yleisesti hyväksytyn hyvän rakennustavan kuvaus. TalotekniikkaRYL-2002 on talotekniikan laatuvaatimuksia käsittelevä kirja. Tässä työssä on käytetty lähteenä kirjan 2. osaa, jossa käsitellään sähköjärjestelmien laatuvaatimuksia.
ST-Kortti	Sähkökortit ovat Sähkötieto ry:n julkaisemia sähkötekniikkaan liittyviä ohjeistuksia, oppaita ja lomakkeita, joissa on viitattu sähköalan standardeihin ja lakeihin.
VDC	Virtual Design and Construction. NCC:n tapa toimia tietomallinnusta hyödyntävissä projekteissa. Se on täysin uudenlainen tapa ajatella ja lähestyä hanketta; hallita tietoa, projektin organisoitumista sekä projektihenkilöiden tapaa työskennellä.

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on sähkötekniikan laadunvarmistusmenettelyjen yhtenäistäminen sekä kehittäminen taloteknisessä asiantuntijaorganisaatiossa. Työn teoriaosassa perehdytään siihen, mitä laatu tarkoittaa rakentamisessa yleisesti sekä käsitellään tarkemmin, miksi laadunvarmistus on erityisen tärkeää sähkötoiden osalta. Insinööriyössä tutkitaan, miten rakennusliikkeen talotekniikka-asiantuntijoiden toimintatapaa voi yhtenäistää ja kehittää. Tarkoituksena on laatia selkeitä ja helposti lähestyttäviä laadunvarmistusdokumenteja työn tilaajan, NCC Suomi Oy:n käyttöön. Työn liitteenä olevat mallidokumentit on yrityksen pyynnöstä poistettu julkaistavasta versiosta.

NCC on yksi suurimmista rakennusliikkeistä Pohjoismaissa. Jotta NCC:n maine hyvänä ja laadukkaana toimijana säilyisi, on ensiarvoisen tärkeää, että toiminta on ulospäin läpinäkyvää. NCC:llä on laadittuna kattava toimintajärjestelmä, jossa käsitellään laajasti rakentamisen eri vaiheita, mutta tässä toimintajärjestelmässä ei ole kiinnitetty talotekniikkaan riittävästi huomiota. Tähän ongelmaan yrityksessä on reagoitu muun muassa teettämällä insinööritöitä talotekniikan laadunvarmistuksen yhtenäistämiseksi. Tämä insinööriyö on osa laajempaa kehityshanketta, johon kuuluu myös LVI-tekniikkaan keskittyviä insinööritöitä.

Sähköjärjestelmien laadunvarmistusta ajateltaessa tärkeimmäksi yksittäiseksi tekijäksi nousee sähkölaitteiston turvallisuus. Työn tilaajalle on voitava vakuuttaa, että työ on tehty laadukkaasti ja sähkölaitteisto on rakennettu siten, että sitä on turvallista käyttää. Sähköalaa säätelevät monet eri määräykset ja ohjeet. Työssä perehdytään muun muassa SFS 6000 -pienjännitestandardin sekä talotekniikkaRYL:n vaatimuksiin ja ohjeisiin.

Toiminnallisuus on turvallisuuden lisäksi toinen tärkeä asia laadunvarmistuksessa. Yksi NCC:n neljästä ydinarvosta on rehellisyys, NCC haluaa varmistaa, että asiakkaat voivat luottaa annettuihin lupauksiin ja tietoihin [2.]. Rakentajan vastuulla onkin varmistaa, että tilaajan vaatimukset sähköjärjestelmien toiminnallisuuksien osalta täyttyvät mahdollisimman kattavasti. Tällä tavoin varmistetaan korkea asiakastyytyväisyys.

Tähän asti jokainen talotekniikka-asiantuntija on toiminut omalla tavallaan, jolloin ulospäin on saattanut näyttää laadunvarmistuksen olevan sekavaa, vaikka tarkastukset

olisikin tosiasiasa tehty hyvin. Työn arvo NCC:lle on siinä, että yhtenäisen toimintatavan avulla lisätään rakennushankkeiden laadunvarmistuksen läpinäkyvyyttä sekä parhaassa tapauksessa tehostetaan talotekniikka-asiantuntijoiden työajan käyttöä, kun jokaisen ei tarvitse enää aloittaa tarkastusdokumenttien luomista tyhjästä. Lisäksi hyvin hoidettu tarkastusten dokumentointi voi pelastaa yrityksen mahdollisilta korvauksilta, mikäli esimerkiksi takuuajalla ilmenee ongelmia.

Laadunvarmistustoimenpiteitä suunniteltaessa on kuitenkin aina vedettävä raja johonkin. Suurissa hankkeissa jokaisen yksittäisen työsuorituksen ja tuotteen yksityiskohtainen tarkastaminen on haastavaa suorittaa kustannustehokkaasti. Tässä työssä pyritään määrittämään hyvä perustaso NCC:n työmaille sähkötoiden kattavaa ja kustannustehokasta laadunvarmistusta varten.

2 Rakennushankkeiden laadunvarmistus

Rakentamisessa laatu syntyy jokapäiväisen jatkuvan laadukkaan työn tuloksena. Rakennuksen lopulliseen laatuun vaikuttavat rakentajien lisäksi myös kaikki muut hankkeen osapuolet suunnittelijoista viranomaisiin. Rakennuksen laatua voidaan arvioida vertaamalla lopputulosta rakennukselle asetettuihin vaatimuksiin. Laadukas rakennus näyttää hyvältä ulospäin, täyttää tilaajan toiveet ja sopii sille tarkoitettuun käyttötarkoitukseen. Rakennushankkeiden laadunvarmistuksessa oleellista on työsuoritusten jatkuva tarkkailu koko hankkeen ajan. [1.]

On kuitenkin muistettava, että rakentamisessa työn tekee ihminen, jolloin virheitä voi syntyä laadunvarmistustoimenpiteistä huolimatta. Virheitä ja sekaannuksia voivat aiheuttaa esimerkiksi epäselvät suunnitelmat, työntekijän heikko ammattitaito, kielimuuri, huono työnjohto sekä yleinen huolimattomuus. Virheistä voi aiheutua myös merkittäviä taloudellisia kustannuksia. Tarkastuksella havaitun virheen tarkempi analysointi, virheen korjaaminen sekä mahdolliset uusintatarkastukset vievät useiden hankkeen osapuolten aikaa. Koska kaikkia virheitä ei voida mitenkään välttää, oleellista on, että mahdollisimman suuri osa virheistä ja puutteista havaitaan ajoissa ja korjataan asianmukaisesti.

Suomessa rakentamista ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132, jonka pykälä 150 f § määrää seuraavaa:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa.

Rakennusluvassa tai aloituskokouksessa sovittujen rakennusvaiheiden vastuuhenkilöiden sekä työvaiheita tarkastaneiden on varmennettava tekemänsä tarkastukset rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Tarkastusasiakirjaan on merkittävä myös perusteltu huomautus, jos rakennustyö poikkeaa rakentamista koskevista säännöksistä.

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä tarkastusasiakirjan sisällöstä ja siihen tehtävistä merkinnöistä. [18, § 150.]

Tarkastusasiakirjan laajuus riippuu suuresti rakennushankkeen laajuudesta sekä mahdollisista erityispiirteistä. Yksinkertaisimmillaan tarkastusasiakirja on voinut olla pelkkä lista työaikana vaadituista tarkastuksista, johon työvaiheen vastuuhenkilö on kuitannut tehtävän tehdyksi allekirjoituksellaan. NCC:n käyttämä tarkastusasiakirja koostuu kaikista hankkeen aikana tehtävistä, niin rakennusteknisistä kuin taloteknisistä töistä ja niiden dokumentoinneista.

NCC:n tavoitteena on tallentaa kaikki tarkastusasiakirjan mukaisista toimenpiteistä tulevat dokumentit sähköiseen Pro3-järjestelmään. Pro3 on projektijohtamiseen kehitetty järjestelmä, jonka ytimenä on prosessimainen projektinhallinta. Ilman yhtenäistä toimintajärjestelmää organisaation sisälle voi muodostua muun muassa seuraavanlaisia ongelmia [24]:

- Eri yksiköillä on käytössä erilliset työkalut ja järjestelmät.
- Erilliset kansiorakenteet palvelimilla ja omilla tietokoneilla.
- Samanlaiset hankkeet tehdään eri tavalla työntekijästä riippuen.
- Tiedon etsintään kuluu kohtuuttomasti aikaa.
- Toiminta on riippuvaista yksilöistä ja heillä olevasta tiedosta.

Pro3:n avulla näitä ongelmia voidaan vähentää tai parhaassa tapauksessa välttää kokonaan. Kun jokaiselle rakennusprojektille luodaan oma työtila, on tarkastusasiakirjan mukaiset dokumentit aina tallessa ja helposti löydettävissä tarpeen tullen. Pro3:n käyttöön perehdytään tarkemmin myöhemmin tässä työssä.[24.]

Pro3:a voidaan hyödyntää myös kokouspöytäkirjojen sekä malliasennuskatselmuksmuistioiden tallennukseen, jolloin kokouksissa sovitut asiat ovat helposti tarkistettavissa vielä pitkän ajan jälkeenkin. Pro3 ei kuitenkaan korvaa projektipankkia tai sähköpostiviestintää, sillä urakoitsijoilla tai tilaajalla ei ole pääsyä Pro3:een.

Tarkastusasiakirjan dokumentit olisi hyvä lisätä Pro3:een heti, kun dokumentti on saatu, näin ollen varmistetaan, että oikeat asiakirjat tallennetaan. Dokumentit on myös syytä tarkistaa mahdollisten virheiden osalta. Mikäli tarkastuspöytäkirjassa on kirjattuna virheitä tai puutteita, tulisi tarkastusasiakirjaan liittää versio, jossa virheet ja puutteet on kuitattu korjatuksi. Mikäli virheet korjataan, mutta niitä ei kuitata tehdyiksi voi jälkikäteen tulla ongelmia.

NCC:n tarkastusasiakirjaohjeissa on viisi toimenpideluokkaa. Näiden toimenpiteiden tarkempaan sisältöön perehdytään myöhemmin tässä työssä.[1.]

Dokumenttien vastaanotto

Dokumenttien vastaanotolla tarkoitetaan lähinnä erilaisten dokumenttien tarkastamista ja hyväksymistä. Vastaanottoon rinnastetaan myös henkilöiden tms. hyväksymiset. Hyväksyjä merkitsee tarkastusasiakirjaan dokumentin vastaanotosta.

Katselmus

Katselmus on kertaluonteinen tilaisuus, jossa osapuolet ovat yhtä aikaa paikalla. Katselmuksesta laaditaan aina muistio tai muu dokumentti, joka liitetään tarkastusasiakirjakansioon.

Malli

Malli voi olla esim. materiaalmalli, tuotemalli, tuotteen asennusmalli tai muu työmalli, jonka osapuolet yhdessä arvioivat ja hyväksyvät ennen työn aloitusta. Työntekijöiden tulee pääsääntöisesti osallistua arviointiin. Mallia ei saa peittää ilman lupaa. Mallit ovat keskeinen keino ohjata laatua ennen varsinaista työsuoritusta ja näin välttää laatuvirheitä ja poikkeamia suunnitelmista. Mallin tarkastuksesta tehdään pöytäkirja, joka liitetään tarkastusasiakirjakansioon.

Mittaus/koe

Mittaus/koe tarkoittaa laadunvalvontakokeita tai -mittauksia, jotka on määritelty urakka-asiakirjoissa tai jotka ovat määräysten mukaisia laadunvalvontakokeita. Näistä tehdään aina erillinen mittaus/koepöytäkirja, joka liitetään tarkastusasiakirjakansioon.

Tarkastus

Tarkastukset on jaoteltu kattavuudeltaan kahteen ryhmään: yleiseen ts. koko rakennuksen tms. tasolla tapahtuvaan yhteen tarkastukseen sekä työkohteittain tapahtuvaan tarkastukseen. Yleisen tarkastuksen osapuolet tekevät yhdessä tai muuten sopimallaan tavalla. Työkohteittain tehtävässä tarkastuksessa urakoitsija tekee työkohteittaiset tarkastukset itsenäisesti.

Tarkastusten dokumentointitapana käytetään osapuolten sopimaa menettelyä esim. erillistä tarkastuslistaa. Tarkastusten dokumentit liitetään sovitussa laajuudessa tarkastusasiakirjakansioon. Käytettäessä tarkastuslistoja tarkastuksen toteuttaja tekee tarkastuksesta merkinnän tarkastuslistaan. Mikäli tarkastuslistoja ei käytetä, tarkastuksen toteuttaja tekee merkinnän tarkastuksesta suoraan tarkastusasiakirjaan.

Kaikista urakoitsijoiden tekemistä tarkastuksista tulisi tehdä tarkastuspöytäkirjat, jotka tallennetaan myös Pro3-järjestelmään. NCC haluaa varmistaa, että kaikki urakoitsijoiden tekemät tarkastukset ja pöytäkirjat tulevat NCC:n käyttöön, myös sellaiset tarkastukset, joita ei ole tarkastusasiakirjaan listattu.

2.1 Toimintajärjestelmä

Toimintajärjestelmä on yhdessä sovittujen toimintatapojen kooste, jota kehitetään jatkuvasti. Toimintajärjestelmän tarkoituksena on yhtenäistää ja selkeyttää yrityksen toimintaa, jonka seurauksena vapautuu resursseja tuottavaan työhön. [5.]

Oikein käytettynä toimintajärjestelmä tukee töiden johtamista sekä auttaa saavuttamaan asetetut tavoitteet ja päämäärät. Sähköisen toimintajärjestelmän avulla yritys pystyy tuomaan organisaation tavoitteet helposti uusienkin työntekijöiden tietoon. [5.]

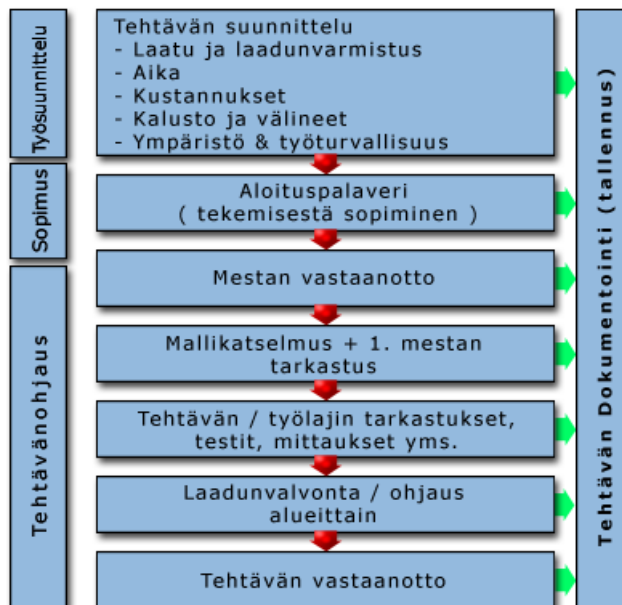
Toimintajärjestelmän avulla tuetaan töiden suunnittelua ja tehokasta työajan käyttöä. Toimintajärjestelmä sisältää yleensä toiminnan prosessit, mittaamiset, yrityksen periaatteet ja kuvauksen siitä, miten toimintaa kehitetään. Toimintajärjestelmään tuodaan muun muassa työssä tarvittavia lomakkeita, malleja ja ohjeita, joiden avulla nähdään, mistä eri tekijöistä yrityksen laatu syntyy. [5.]

2.2 NCC:n toimintajärjestelmä

NCC:llä on käytössään toimintajärjestelmä, jossa määritellään yritystasolla toimintatavat laadun, ympäristön ja turvallisuuden osalta. NCC:n toimintajärjestelmään tutustumalla käy kuitenkin selväksi, että toimintajärjestelmä on laadittu nimenomaan rakennusliikkeen käyttöön, eikä sieltä löydy juurikaan apuvälineitä talotekniikka-asiantuntijoille. Toimintajärjestelmän laajuudesta johtuen tässä insinööriyössä ei kuitenkaan varsinaisesti pyritä kehittämään toimintajärjestelmää.

NCC:n keskeinen laadunhallinnan väline on toistuva tehtävän suunnittelu- ja ohjaus. Tämän toimintamallin tarkoituksena on varmistaa, että kaikki suuret työkokonaisuudet tehdään suunnittelu- ja ohjausprosessin mukaisesti. [1.]

Toistuvan tehtävnohjauksen prosessikuvauksessa (kuva 1) on esitetty pääpiirteittäin miten tehtäväkokonaisuuden suunnittelu, ohjaus ja todennus toteutetaan.[1.] Prosessikuvausta voidaan soveltaa myös sähkötöiden laadunvarmistuksessa. Isommissa sähköurakoissa voi olla tarpeen pilkkoa sähkötyöt pienempiin osiin, näissä tapauksissa jokainen osasuoritus voidaan arvioida erikseen.



Kuva 1. Toistuvan tehtävnohjauksen prosessikuvaus [1.].

Prosessikuvausta täydentämällä kohteen vaatimustason mukaisesti saadaan hyvä lähökohta kohteen tarkastusasiakirjan laadintaa varten.

3 Sähkötöiden laadunvarmistus

Sähkö- ja telejärjestelmien laadunvarmistuksella on suuri merkitys. Hyvin hoidetuilla tarkastuksilla ja luotettavalla dokumentoinnilla on todistettavissa sähkölaitteiston täyttävän kauppaja- ja teollisuusministeriön sähkölaitteistojen turvallisuudesta antaman päätöksen (KTMP 1193/1999) mukaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset. Juuri turvallisuus on tärkein osa sähkölaitteistolle tehtäviä tarkastuksia. Sähköurakoitsijan ja valtuutettujen tarkastajien tai laitosten tekemät tarkastukset yhdessä toimivat tehtyjen asennusten vaatimustenmukaisuuden vakuutena. [3, s.3.] Sähkötöiden laatuvaatimuksia on esitetty sähköturvallisuuslain lisäksi myös kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksissä sekä SFS-standardeissa.

Turvallisuuden lisäksi on myös varmistettava, että laitteet ja järjestelmät toimivat niin kuin on suunniteltu ja asennukset ovat yleisesti ottaen siistejä sekä hyvin viimeistelyjä. Kun nämä asiat ovat kunnossa, voidaan olettaa asiakkaan olevan tyytyväinen työn laatuun.

3.1 Lakisääteiset tarkastukset

Sähkölaitteiden ja sähkönkäytön turvallisuuteen liittyy oleellisesti sähköturvallisuuslaki 410/96 [11.]. Sähköturvallisuuslaissa käsitellään muun muassa sähköturvallisuuden vaadittua tasoa, sähköalan työntekijöiden pätevyysvaatimuksia sekä sähkölaitteiston käyttöönottoa ja käyttöä. Myös sähköturvallisuuslaissa sähkölaitteiston turvallisuus on luonnollisesti kaikkein tärkein asia. Sähköturvallisuuslaissa ei suoraan määrätä muita asennusten valmistumisen yhteydessä tehtäviä tarkastuksia kuin sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksella selvitetään riittävässä laajuudessa, ettei sähkölaitteistosta aiheudu vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastuksen lisäksi sähkölaitteistolle on tehtävä varmennustarkastus, kun kyseessä on luokan 1-3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus tulee tehdä kolmen kuukauden kuluttua laitteiston käyttöönotosta. Kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksessä sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä on kerrottu tarkemmin käyttöönotto- ja varmennustarkastuksista ja niiden vaatimuksista. Tämä vaatimus täytetään standardin SFS 6000-6 osan 61 mukaan tehdyllä käyttöönottotarkastuksella. [12.]

3.2 Aistinvaraiset tarkastukset

Erilaisten mittausten ja toimintatestien lisäksi työsuorituksen laatua on seurattava myös aistinvaraisesti koko työsuorituksen ajan. Aistinvaraiset tarkastukset tehdään yleensä jännitteettöminä ja tarkastusten tekeminen on pääsääntöisesti työn tekijän velvollisuus, mutta myös muiden on syytä puuttua työn tekemiseen, mikäli selkeitä sähköturvallisuutta vaarantavia puutteita tai heikkoa asennusjälkeä on havaittavissa. Näin saadaan kitkettyä mahdolliset systemaattiset ongelmat pois työn tekemisestä. [13, s. 353.]

Tyypillisiä huomioita vaativia asioita ovat muun muassa kaapeleiden oikeaoppinen kiinnitys, kaapeleiden taivutussäteet, kaapeleiden merkinnät sekä sähköiskulta suojukseen käytetyt menetelmät. Aistinvaraiset tarkastukset ovat erityisen tärkeitä sellaisten asennusten kohdalla, jotka ovat jäämässä piiloon tai joiden tarkastaminen myöhemmässä vaiheessa olisi erityisen työlästä. ST-käsikirjassa 33 on esitetty yksityiskohteisesti SFS 6000-standardissa luetelluiden aistinvaraisten tarkastusten toteutustavat. [3, s.15.]

Vaikka lopullisilla käyttöönottomittauksilla todistetaankin sähkölaitteiston olevan määrysten mukainen ja turvallinen käyttää, ovat aistinvaraiset tarkastukset laajin ja jopa tärkein osuus sähkötyöiden laadunvalvontaa. Mikäli aistinvaraisia tarkastuksia ei ole tehty riittävän laajasti ja tarkasti itse työsuorituksen aikana, voi käyttöönottotarkastusmittauksissa ilmetä paljon epämieluisia yllätyksiä.

Tarkoin tehdyillä aistinvaraisilla tarkastuksilla voidaan saavuttaa huomattaviakin ajallisia ja sitä kautta myös taloudellisia säästöjä. Mikäli aistinvaraisella tarkastuksella havaitaan, ettei suunniteltu asennus vastaa sähköturvallisuusvaatimuksia tai se ei muuten ole käyttötarkoitukseensa sopiva, on syytä keskeyttää työn tekeminen. Mitä suurempi osa virheellisistä asennuksista havaitaan hyvissä ajoin, sitä ammattimaisemman kuvan se antaa itse työn tekijöistä. Samoin tällä tavalla toimimalla säästetään aikaa ja rahaa, kun projektin kiireisillä loppuhetkillä ei tarvitse tehdä suuria määriä korjaus- ja muutostöitä, jotka olisivat olleet vältettävissä huolellisella suunnittelunohjauksella ja aistinvaraisilla tarkastuksilla. [3, s. 16.]

3.3 TalotekniikkaRYL:n vaatimukset

TalotekniikkaRYL 2002 on Rakennustieto Oy:n laatima kirja, joka käsittelee rakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia. TalotekniikkaRYL on yleisesti hyväksytyn hyvän rakennustavan kuvaus. [4, s. 4.] Kirjassa on esitetty vaatimuksia niin suunnitteluun, asennustapoihin kuin laadunvarmistukseenkin liittyen. Kirjassa on siis esitetty hyvinkin laajasti ohjeita ja vaatimuksia sähköalan töille, mutta tässä insinööriytyössä on perehdytty lähinnä sen sähkötöiden laatuvaatimuksia käsitteleviin kohtiin.

Yksi asiakkaalle tärkeimmistä ja helppoiten havaittavista asioista työn laatuun liittyen on asennusten esteettisyys. TalotekniikkaRYL:ssa on esitetty vaatimus, jonka mukaan asennukset on tehtävä siten, että työn lopputuloksesta näkyy ammattiosaaminen. [4, s. 98.] Usein sähkötöiden osalla työtä voidaan pitää laadukkaana silloin, kun asennukset ovat mahdollisimman huomaamattomia. Varsinkin näkyvillä paikoilla huolimattomasti tehdyt asennukset kiinnittävät helposti asiakkaan huomion, jolloin laatua pidetään heikkona vaikka asennusten mittaustulokset olisivat erinomaisia ja laadukkaasti dokumentoituja.

Etenkin uudisrakennustyömailla sähkötöiden esteettisyyteen tulisi kiinnittää huomiota myös NCC:n toimesta. Erityisen tärkeää työn lopullisen laadun kannalta on asennusten huolellinen viimeistely. Asennusten tulee olla suunnitelmien mukaisia ja ympäristöönsä soveltuvia. Vinoon asennetut tai huonosti kiinnitetyt pistorasiat, repsottavat valaisimet sekä tarkoitukseensa nähden huonoon paikkaan tehdyt asennukset ovat ensimmäisiä asioita, joihin asiakkaan huomio kiinnittyy. Jos urakoitsijan työnjälki on heikkoa, on siihen syytä puuttua mahdollisimman nopeasti, jotta mahdollisiin ongelmakohtiin voidaan löytää hyvä ratkaisu ennen kuin asennuksia tehdään laajamittaisesti epäsiististi.

TalotekniikkaRYL:ssa vaaditaan, että urakoitsijoiden tulee pitää omat toiminnantarkastuksensa, joilla varmistetaan laitteiden suunnitelmien mukainen toiminta. Omien toiminnantarkastuksien jälkeen urakoitsijan tulisi korjata ongelmat, mikäli sellaisia toiminnantarkastuksissa havaittiin. Toiminnantarkastuksien jälkeen voidaan pitää toimintakokeet, joihin kutsutaan tarvittaessa valvoja mukaan. Näistä toimintakokeista on myös syytä laatia dokumentit, jolloin voidaan todistaa myöhemmin, että laitteiden toiminta on testattu ja todettu yhteisesti toimivaksi. [4, s. 101.]

TalotekniikkaRYL:ssa laadunvarmistuksen ja käyttöönoton yleiset vaatimuksen on kirjattu seuraavasti:

Järjestelmien on luovutuksen yhteydessä oltava sopimusasiakirjojen mukaisia ja toimittava niissä esitetyllä tavalla. Koko rakentamisen ajan jatkuvalla todentamisella varmistetaan sopimusasiakirjoissa määrättyjen vaatimusten toteuttaminen sekä järjestelmien ja laitteiden suunnitelmien mukainen toiminta. Todentamisen tulokset kirjataan tarkastus- ja katselmuspöytäkirjoihin. Mittauksissa noudatetaan järjestelmiä koskevia mittausohjeita ja -standardeja. Mittauslaitteiden kalibroinnin on tarvittaessa oltava voimassa. [4, s.100.]

Jos kohteen tarkastuksissa toimitaan näiden ohjeiden mukaisesti, ovat lähtökohdat hyvin hoidetulle laadunvarmistukselle hyvät.

TalotekniikkaRYL:ssa on esitetty vaatimuksia myös varsinaisen asennustyön jälkeiselle ajalle. Kirjassa vaaditaan, että tekniselle käyttö- ja huoltohenkilökunnalle on järjestettävä koulutusta järjestelmien ja tuotteiden toiminnasta, käytöstä ja huollosta. NCC:n onkin syytä huolehtia myös siitä, että käytönopastukset todella järjestetään, sillä hyvin hoidetuilla koulutuksilla voidaan saavuttaa korkea asiakastytyväisyys sekä taloudellisia säästöjä. Kun järjestelmiä ja laitteita käyttävät henkilöt on huolella opastettu niiden oikeaoppiseen käyttämiseen, myös mahdolliset takuuajan ongelmat voivat olla vältettävissä. Koulutuksista on myös syytä tehdä muistio, josta käy ilmi, keitä koulutukseen on osallistunut ja mitä koulutuksessa on käsitelty. Näin voidaan jälkikäteen todistaa, että koulutukset on pidetty. [4, s. 104.]

Käyttöhenkilökuntaan oleellisesti liittyvä asia on myös kohteen huoltokirja. TalotekniikkaRYL vaati, että huoltokirja on laadittava sekä täydennettävä toteutusta vastaavaksi. Nykypäivänä huoltokirjat voidaan laatia myös sähköiseen muotoon ja niiden toteutuksesta voi vastata jokin muu taho kuin kohteen rakentaja, mutta myös NCC:n talotekniikka-asiantuntijoiden tulisi käydä kohteen huoltokirja läpi varmistaakseen, että kaikki tarvittava materiaali, kuten käyttö- ja huolto-ohjeet, löytyvät huoltokirjasta. [4, s.103-104.]

4 Sähkötöiden laadunvarmistusprosessi NCC:n työmailla

Sähkötöiden laadunvarmistusprosessi NCC:llä perustuu sähköurakoitsijan tekemiin laadunvarmistustoimenpiteisiin sekä NCC:n vaatimiin muihin tarkastuksiin, joilla seurataan sähkötöiden laatua koko rakennushankkeen ajan. Talotekniikka-asiantuntijat osal-

listuvat hankkeiden aikana järjestettäviin malliasennuskatselmuksiin sekä tarvittaessa muihinkin urakoitsijoiden tarkastuksiin. Yleisesti talotekniikka-asiantuntijan tehtävä laadunvarmistuksessa on kuitenkin valvoa, että urakoitsijat hoitavat vaaditut tarkastukset luotettavasti ja ajallaan. Käytännössä jokaiseen tarkastukseen on lähes mahdotonta osallistua henkilökohtaisesti.

4.1 Nykytilanne

Talotekniikan osuus hankkeiden kokonaiskustannuksista on kasvanut viimeisten vuosien aikana, jonka seurauksena myös hankkeiden laadunvarmistusmenettelyt ovat kehittyneet jatkuvasti. [22.] Työmailla liikkuu yhä enemmän erilaisia asiakkaan palkkaamia valvojia ja konsultteja, jotka pitävät omalta osaltaan huolen siitä, että työt tehdään asiallisesti. Vaikka NCC:llä onkin viime aikoina kiinnitetty enemmän huomiota laadunvarmistukseen, on menettelyissä vielä kehittämistä. Tällä hetkellä kehitettävää on sekä NCC:n omassa että urakoitsijoiden tekemisessä. Esimerkiksi käytössä olleet tarkastusasiakirjat ovat olleet eri työmailla toisistaan poikkeavia. Tällä insinööriyöllä pyritään kehittämään NCC:n työmaille tietty vakiotaso, jota kautta myös urakoitsijoiden laadunvarmistusmenettelyt yhtenäistyvät.

NCC:n haasteet

NCC Suomi Oy:n talotekniikkapäällikkö Jari Toikan kanssa käydyssä haastattelussa kävi ilmi, että talotekniikka-asiantuntijoiden määrä NCC:llä on kasvanut kiihtyvällä vauhdilla viimeisten vuosien aikana. Henkilöstön määrän kasvu sekä erilaiset lähtökohdat ovat johtaneet tilanteeseen, jossa jokainen toimii parhaaksi katsomalla tavallaan, eikä toiminnassa ole yhtenäistä linjaa tai läpinäkyvyyttä. [6.]

Toikan mukaan laadunvarmistusdokumenttien arvoa yritykselle ei aina ymmärretä niitä laadittaessa. Yleensä tarve dokumentille huomataan vasta siinä vaiheessa, kun tapahtuu jokin vahinko tai kohdataan jokin yllättävä ongelma. Mahdolliset takuuajan ongelmat voivat koitua yritykselle hyvinkin kalliiksi. Ainakin osassa ongelmista mahdollisten korjaustoimenpiteiden kustannusvastuu voisi olla vältettävissä, mikäli ongelmien kohdatessa voidaan luotettavasti todistaa, että työsuorituksen laadunvarmistus on NCC:n osalta tehty huolellisesti ja riittävän kattavasti. Laadunvarmistuksen ensisijaisena tarkoituksena ei kuitenkaan ole suojata yritystä vakuutusyhtiöitä vastaan, vaan varmistaa, että ongelmia ei tulisi. On kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, että haluttu dokumentti on

tarvittaessa löydettävissä helposti. Tästä syystä dokumenttien tallentaminen sähköisessä muodossa on osoittautunut toimivaksi käytännöksi. Aika ajoin on luotettu liian paljon urakoitsijoiden tekemiin laatukansioihin, joista kaikki dokumentit löytyvät paperisina. Pro3-arkistoinnin avulla asiakirjat ovat jatkuvasti hankkeessa mukana olevien saatavilla, eikä esimerkiksi henkilöstövaihdoksien sattuessa ole vaarana, että tarvittava dokumentti tai tieto poistuu henkilön mukana. [6.]

Koska NCC tukeutuu pitkälti urakoitsijoiden tekemiin tarkastuksiin voi laatudokumenttien tallentaminen Pro3-järjestelmään kuitenkin unohtua helposti. Talotekniikka-asiantuntijat ovat usein hyvin kiireisiä, eikä sähköpostilaatikkoon kilahtanut mittauspöytäkirja tunnu aina kaikkein tärkeimmältä työtehtävältä juuri sillä hetkellä. Urakoitsijoiden tulisikin pitää parempaa huolta siitä, että laatudokumentit toimitetaan talotekniikka-asiantuntijoille säännöllisesti sitä mukaa kun tarkastuksia tehdään.

Urakoitsijoiden haasteet

Sähköurakoitsijoiden laadunvarmistusmenettelyt ovat tähän asti olleet varsin kirjavia ja vaihtelut eri työmaiden välillä ovat voineet olla suuriakin. Usein urakoitsijoilla on myös vaikeuksia saada NCC:n laatuvaatimukset jalkautettua itse työn tekijöille, työmaatoimiston projektipäälliköllä laatuvaatimukset voi olla hyvinkin kirkkaasti mielessä, mutta työmaalla asentaja ei välttämättä tiedä, minkälaista laatua hänen työltään odotetaan.

4.2 Kehityskohteet

Laadunvarmistusmenettelyiden kehittämisessä on pidettävä mielessä, että täydellisen laadunvarmistuksen saavuttaminen on haastavaa nykyisillä menetelmillä, sillä jokaisen yksittäisen työsuorituksen ja asennustarvikkeen tarkastaminen veisi kohtuuttomasti aikaa ja nostaisi kustannukset pilviin. Pääsääntöisesti on siis luotettava asennuksia tekevien työntekijöiden ammattitaitoon ja rehellisyyteen. Tämän insinööriyön tarkoituksena ei ole lisätä kenenkään työmäärää, vaan päinvastoin tehdä laadunvarmistusmenettelyistä entistä yhtenäisempiä ja tätä kautta saavuttaa kustannussäästöjä.

Sähkötyöiden laadunvarmistus tulee nähdä jatkuvana prosessina. Laadunvarmistusmenettelyt tulee tehdä selväksi työn tekijöille heti työvaiheen aloituspalaverissa ja laatuvaatimukset on pidettävä mielessä koko hankkeen ajan, aina vastaanottotarkastuksiin saakka. NCC Suomi Oy:n rakennuspäällikkö Juha Mikkonen totesi haastattelussa, että

mikäli laadunvarmistusprosessi katkeaa jossain kohtaa, laatua ei oikeastaan ole. [7.] Laadunvarmistukseen on siis syytä suhtautua tosissaan hankkeen alusta alkaen, näin toimimalla laadukas työ syntyy melkein itsestään.

Miten laatuvaatimukset sitten olisivat paremmin vietävissä myös työntekijöiden tietoon? Mikkosen mielestä työvaiheen aloituspalaveriin olisi syytä ottaa mukaan myös urakoitsijan nokkamies, jolloin saataisiin ”kentälle” tieto siitä, mitä työn laadulta odotetaan sekä miten laadun toteutumista tullaan seuraamaan hankkeen aikana. Tämä ei tietenkään poistaisi virheiden mahdollisuutta, mutta näin toimimalla voitaisiin saavuttaa parempi yhteisymmärrys NCC:n ja urakoitsijan välillä siitä, mitä työltä oikeasti vaaditaan. [7.]

Työvaiheen aloituspalaverin lisäksi työn aikana järjestettävillä urakoitsijapalavereille voidaan saavuttaa merkittäviä kustannus- ja aikataulu-vaikutuksia. Kun urakoitsijoille saadaan tieto siitä, mitä työmaalla tapahtuu ja tulee tapahtumaan lähiaikoina, on myös urakoitsijan helpompi aikatauluttaa omia työvaiheitaan. NCC:n tulisi myös rakennusliikkeenä painottaa toisten työn kunnioittamisen tärkeyttä. Esimerkiksi huolimattomasti tehtyjen asennusten vuoksi tulleet jäljet valmiiseen maalipintaan tai alakattolevyihin ovat paitsi ikäviä, myös kustannuksia aiheuttavia. Vaikka tällaisella toiminnalla ei olisi-kaan vaikutusta työn lopulliseen laatuun, on saman työn tekemistä useaan otteeseen luonnollisesti vältettävä.

Tarkastusdokumenttien tallentaminen Pro3-järjestelmään tulisi myös tehdä mahdollisimman helpoksi, jotta työaikaa ei tuhrautuisi vaikeakäyttöisen tai hitaan järjestelmän käyttämiseen. Myös urakoitsija voi omilla toimilla vaikuttaa dokumenttien tallentamisen sujuvuuteen. Kun urakoitsijalle on tehty selväksi mitä dokumenttia heiltä odotetaan milloinkin, on heidän helpompaa tehdä ja toimittaa dokumentit ajallaan. Urakoitsijoille tulisi myös painottaa dokumenttien nimeämisen tärkeyttä. Dokumenttien nimeämistä käsitellään tarkemmin tämän insinööriyön kappaleessa 5.1.4.

Yksi tärkeä osa laadunvarmistusta on myös kohteen piirustusten päivittäminen toteutuneita asennuksia vastaaviksi. Samoin kohteen sähköselostus on luettava useaan otteeseen läpi hankkeen aikana ja varmistettava, että siinä ei käsitellä sellaisia asioita joita kyseisessä kohteessa ei ole. Mikäli jotain sovitaan jätettäväksi pois tai tehdään eri lailla kuin suunnitelmissa, mutta suunnitelmia ei päivitetä, voi myöhemmin tulla vaike-

uksia. [6.] Tähän ei kuitenkaan tässä työssä keskitytä sen enempää, sillä loppukuvien oikeaoppinen laatiminen on melko laaja kokonaisuus.

4.3 Mobiilisovelluksien hyödyntäminen laadunvarmistuksessa

Marraskuussa 2016 jokainen NCC:n työmaista oli jo mobiilituettu. Työmailla käytetään joko Congridin tai Daluxin mobiilisovelluksia, joiden avulla työmaahenkilöstö pystyy tekemään laadunvarmistukseen ja viimeistelyyn liittyviä työtehtäviä. [14.] Tablettien ja älypuhelimien tuloon on suhtauduttu työmailla vaihtelevasti, osa talotekniikka-asiantuntijoista on ottanut tabletin päivittäiseen käyttöön työn avuksi, mutta osa ei vielä ole oppinut hyödyntämään tablettia säännöllisesti. Tablettien käyttäminen laadunvarmistuksen apuvälineenä tulee joka tapauksessa yleistymään jatkossa sovellusten kehittymisen ja nuoremman sukupolven työmarkkinoille saapumisen johdosta.

Dalux field -sovellus oli käytössä myös vuonna 2016 valmistuneen, NCC:n rakentaman Järvenpään uuden sosiaali- ja terveystalouden eli JUST:n työmaalla. Daluxia käytettiin JUST:ssa NCC:n tekemillä laatukierroksilla, joilla tarkastettiin urakoitsijoiden työn jälki. Daluxin avulla pystytään pitämään yllä yhtenäistä virhe- ja puutelistasta, kun kaikki havaitut puutteet syötetään järjestelmään. Daluxista löytyy kohteen pohjapiirustukset sekä 3D-malli, jonka avulla kohteen tietomallia voi tarkastella ja hyödyntää myös työmaolosuhteissa.

Myös urakoitsijaa helpottaa, kun virheen tai puutteen tarkka sijainti nähdään suoraan pohjapiirustukseen merkittynä, jolloin puutteiden korjaaminen voi parhaimmassa tapauksessa nopeutua. Havaintoihin voi lisäksi lisätä myös valokuvan, joka on hyödyllinen ominaisuus etenkin alakattojen yläpuolelle jäävien puutteiden kohdalla.

Daluxiin kirjattu havainto siirtyy suoraan työsuorituksesta vastuussa olevan urakoitsijan tietoon, joka puolestaan kuittaa havainnon valmiiksi korjattuaan siinä esiintyneen virheen. Tämän jälkeen NCC:n edustaja vielä tarkastaa, että työ on tehty oikein ja sulkee sen jälkeen kyseisen havainnon. Kuvassa 2 on esitetty Dalux-havainto JUST:n työmaalta.

5.1 Sähkötöiden tarkastusasiakirja

Insinööriyön yksi päätavoitteista oli kehittää NCC:n käyttämää tarkastusasiakirjaa sähkö- ja telejärjestelmien osalta siten, että jatkossa kaikkien hankkeiden tarkastusasiakirjat sisältäisivät kaikki vaaditut tarkastukset sekä näyttäisivät yhtenäisiltä keskenään. Tämän ja toisen, LVI-järjestelmiin painottuvan insinööriyön avulla pyrittiin listaamaan kaikki talotekniset tarkastukset tiettyyn järjestykseen, jota on tarkoitus käyttää jatkossa tarkastusasiakirjan kansiorakenteena kaikissa NCC:n kohteissa.

Tarkastusasiakirjan yleisen osan ulkomuodon sekä käyttöohjeistuksen kehittäminen tehtiin tiiviissä yhteistyössä LVI-järjestelmiin perehtyneen insinööriopiskelijan kanssa. Tarkastusasiakirjan sisällössä, ohjeistuksessa ja ulkomuodossa pyrittiin huomioimaan myös yrityksen sisältä tulleet kehitysehdotukset ja kommentit.

5.1.1 Tarkastusasiakirjan käyttö tähän asti

Tutkimusta tehdessä perehdyttiin useiden rakennushankkeiden tarkastusasiakirjoihin. Vanhojen hankkeiden tarkastusasiakirjat toimivat uuden, yhdistetyn tarkastusasiakirjan pohjana. Tärkeimmät sähkötekniset tarkastukset löytyivät tälläkin hetkellä jokaisen kohteen tarkastusasiakirjasta, mutta tarkastusasiakirjoja vertaillen tuli myös esille eroavaisuuksia tarkastusasiakirjojen kansiorakenteissa, sisällöissä ja ulkomuodoissa. Eroavaisuudet tarkastusasiakirjojen ulkomuodoissa eri projektien välillä aiheuttavat helposti turhaa sekaannusta tarkastusasiakirjan käyttäjissä. Varsinkin hankkeiden ulkopuolisten henkilöiden on vaikeaa etsiä haluamaansa dokumenttia Pro3:sta, jos kansiorakenne ei ole yhtenäinen hankkeiden välillä.

Insinööriyön tekemisen aikana käydyissä haastatteluissa kävi selväksi, että useat talotekniikka-asiantuntijat ovat käyttäneet jonkinlaista tarkastusasiakirjaa hankkeissaan tähänkin asti, mutta varsinaista yhtenäistä NCC:n omaa tarkastusasiakirjaa ei vielä ole ollut laajamittaisessa käytössä. Myöskään dokumenttien tallentaminen Pro3:een ei ollut entuudestaan tuttua kaikille talotekniikka-asiantuntijoille. Niillä työmailla, joilla Pro3:een luotu tarkastusasiakirja oli käytössä, oli dokumenttien tallentamisen hoitanut esimerkiksi työmaainsinööri, jonka seurauksena kaikki dokumentit eivät aina olleet tallennettuna oikeaan sijaintiin Pro3:ssa. Laatudokumentteja löytyi kyllä kiitettävällä tasolla, mutta pienellä vaivannäöllä pystyttäisiin tekemään paljon parempaa ja näin ollen luomaan yrityksestä laadukas kuva asiakkaille.

5.1.2 Projektikohtainen yksilöinti

Insinööriyön tarkoituksena oli listata mahdollisimman kattavasti eri järjestelmät ja niihin liittyvät tarkastukset. Yleisimpien tarkastusten lisäksi hankkeisiin voi kuulua esimerkiksi lukuisia erilaisia telejärjestelmiä, joiden osalta on myös suoritettava asennustapatar- kastuksia sekä toimintakokeita. Tarkastusasiakirjat räätälöidään jokaisen hankkeen kohdalla vastaamaan hankkeen vaatimuksia, mutta siitä huolimatta tarkastusasiakirjan tarkastusten järjestys on tarkoitus säilyttää samana. Mikäli jotain kohtaa ei jossain koh- teessa ole, piilotetaan kohta kyseisen kohteen tarkastusasiakirjasta. Näin tarkastus- asiakirjapohja on kopioitavissa täydellisenä eri hankkeiden käyttöön, ja tietty dokument- ti löytyy jokaisessa hankkeessa samannimisestä kansioista. Yhtenäisen tarkastusasia- kirjan on tarkoitus helpottaa ja nopeuttaa tarkastusdokumenttien tallentamista.

Tarkastusasiakirjan avulla myös urakoitsijoille on osoitettavissa jo tarjousvaiheessa, millaisia tarkastuksia ja toimenpiteitä kohteessa tullaan vaatimaan. Tarkastusasiakirjaa voidaan tarvittaessa laajentaa, mikäli hankkeen edessä tulee uusia tarkastuksia vaati- via toimenpiteitä tai urakan laajuus muulla tavalla kasvaa. Lisätarkastuksia varten tar- kastusasiakirjan Excel-taulukkoon on jätetty viisi tyhjää riviä jokaista työlajia kohden. Jo tarjousvaiheessa esitetyn tarkastusasiakirjan avulla urakoitsijoiden sitouttaminen vaadittuihin tarkastuksiin voisi olla helpompaa.

5.1.3 Tarkastusasiakirjan kansiorakenne

NCC:n käyttämä tarkastusasiakirja on laadittu Excel-taulukkoon (kuva 3), johon on lis- tattu vaaditut tarkastukset sekä niistä vastuussa olevat henkilöt. NCC:n Pro3- järjestelmään luodaan Excel-taulukkoa vastaava kansiorakenne, jolloin dokumenttien tallennuksen tulisi olla helppoa ja nopeaa. Lisäksi tarkastusasiakirjan tilanneseurantaa varten on määritelty värikoodit Exceliin, jolloin dokumentoinnin tilanne on helposti ha- vainnollistettavissa. Vihreä väri indikoi tarkastuksen olevan täysin valmis ja dokumentin olevan tallennettuna Pro3:een. Muilla väreillä kerrotaan työn olevan kesken. Idea on siinä, että esimerkiksi kuittaamattomia virheitä ja puutteita sisältäviä dokumentteja ei jäisi lopulliseen laadunvarmistusmateriaaliin.

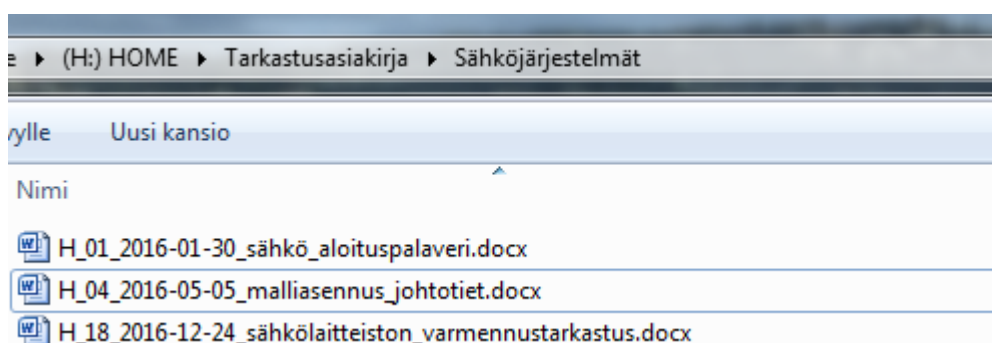
T90	No	Tehävä toimenpide	Toimenpidekuukausi	Kts. Ohjeet välilehdetä: Toimenpidekuukausi	Dokumenttityyppi PRO3:ssa	Osapuoleet					Pääurakoitsija					Urakoitsijat					Suunnittelijat																
						Yritys	Rakennusmarkkiseen liittyvä	Käyttäjä	Vastaava työnohjaaja	Työpaikka	Suunnitelmapäällikkö	Työmaapäällikkö	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT	SAHTAAT													
H		SÄHKÖJÄRJESTELMÄT																																			
	01	Sähkötöiden aloituspalaveri	alkutus																																		
	02	Sähkötöiden suunnitelmaselitys	selitys																																		
	03	Materiaalien ja laitteiden sekä koneiden hyväksyttämistaulukko	dokum. vastaanotto																																		
	04	Sähköasennusten mallit	mallit																																		
	05	Sähköjärjestelmien itselleuvotustarkastukset	dokum. vastaanotto																																		
	06	Sähköjärjestelmien asennustapa- ja tarkastukset	tarkastus																																		

Kuva 3. Kuvankaappaus tarkastusasiakirjasta.

5.1.4 Dokumenttien nimeäminen

Kun dokumentti on nimetty lyhyesti ja ytimekkäästi asiaankuuluvalla nimellä, on sen siirtäminen Pro3:een helpompaa ja nopeampaa. Lisäksi yhtenäinen linja dokumenttien nimeämisessä antaa yrityksestä laadukkaan kuvan. Vastuun dokumenttien oikeasta nimeämisestä voisi siirtää suoraan urakoitsijoille, jotka tarkastuksia tekevät.

Insinööriyön tekemisen aikana sovittiin, että dokumentin nimen tulee sisältää Talo90-nimikkeistön mukainen työlaajitunnus, tarkastuksen numero, päivämäärä sekä kuvaus tehdystä tarkastuksesta. Kuvassa 4 on esitetty kolme sovittua nimeämisperiaatteen mukaisesti nimettyä sähköjärjestelmien laadunvarmistukseen liittyvää dokumenttia. Tavoitteena on saada tämä nimeämiskäytäntö käyttöön myös rakennusteknisten töiden kohdalla.



Kuva 4. Esimerkki dokumenttien nimeämisestä.

Nimeäminen tällä tavalla on melko työlästä ja vaatii itse tarkastusasiakirjan hyvää tuntemista, mutta mikäli nimeämisohjeet ja -käytännöt saadaan jalkautettua urakoitsijoille, voidaan säästää merkittävästi NCC:n talotekniikka-asiantuntijoiden työaika. Kun do-

kumentit on nimetty työlajitunnuksen ja tarkastuksen numeron mukaisesti, voi dokumenttien tallentamisen Pro3:een tehdä talotekniikka-asiantuntijan lisäksi myös esimerkiksi työmaainsinööri tai työmaasihteeri, sillä oikea tallennussijainti on nähtävissä suoraan dokumenttien nimistä.

Joissakin tapauksissa yhdessä dokumentissa voi olla useaan tarkastusasiakirjan kohtaan liittyvää sisältöä. Näissä tapauksissa samaa dokumenttia ei tarvitse nimetä usealla eri tavalla eikä myöskään tallentaa Pro3:een useaan eri sijaintiin. Talotekniikka-asiantuntijan tulisi kuitenkin huolehtia siitä, että tarkastusasiakirjan huomio/tarkennus-sarakkeeseen tulee maininta, mistä sijainnista kyseinen dokumentti löytyy. Tämänlainen tilanne voi tulla vastaan esimerkiksi tapauksessa, jossa kohteen sähkö- ja LVI-urakoitsijana toimii sama yritys ja talotekniikkatöistä järjestetään yksi yhteinen aloituspalaveri. Tällöin aloituspalaverin pöytäkirjan voi tallentaa Pro3:ssa lämmitysjärjestelmien aloituspalaveri kansioon G1_01 ja kirjata dokumentin sijainti kuvan 5 mukaisesti sähkötöiden aloituspalaverin huomio-sarakkeeseen.

		Kts. Ohjeet välilehdeltä: Toimenpideluokat	Dokume	Viranom	Rakennn	Käyttäj	Vaastaav	Työpaik	Suunnitt	Työmaa	SAH TA	LVI TAT	Hankint	Työnjoh	Työmaa	Alurako	LV	IV	SAH	AU	SPR	Palo	muu	LV	IV	SAH	AU	SPR	Palo	Huomio / tarkennus
H	SÄHKÖJÄRJESTELMÄT																													
	01 Sähkötöiden aloituspalaveri	kokous																												katso tarkastusasiakirjan kohta G1_01

Kuva 5. Esimerkki huomio-sarakkeen hyödyntämisestä.

Näin toimimalla tarkastusasiakirjan käyttämisestä saadaan parhaimmillaan helpotettua ja nopeutettua. Huomio-sarakkeen täydentäminen on kuitenkin muistettava tehdä, jotta tarkastusasiakirjaan ei jää hämmennystä aiheuttavia tyhjiä kansioita.

Osana insinööriyötä tehtiin käyttöohje tarkastusasiakirjan käyttämistä varten (Liite 1, poistettu julkisesta versiosta). Ohjeessa esitellään dokumenttien nimeämiskäytäntö sekä opastetaan yksityiskohtaisesti, miten dokumentti tallennetaan Pro3:een.

5.2 Yleisimmät tarkastukset

Seuraavissa kappaleissa on avattu tarkemmin sellaisten tarkastusasiakirjan tarkastusten sisältöä, jotka toistuvat useimmissa kohteissa.

5.2.1 Aloituspalaveri

Ennen sähköttöiden aloittamista järjestettävässä työvaiheen aloituspalaverissa käydään urakoitsijoiden kanssa läpi tarvittavat asiat ennen työn aloittamista. Urakoitsijan kannalta oleellisimpia asioita ovat muun muassa suunnitelmien tilanne, työturvallisuusasiat, tarvikkeiden varastointimahdollisuudet ja millaiset edellytykset työn tekemiseen on sillä hetkellä olemassa. Aloituspalavereissa on siis perinteisesti käsitelty enemmän käytännön asioita kuin laatuvaatimuksia. Jatkossa aloituspalavereissa voitaisiinkin käsitellä laatuvaatimuksia nykyistä laajemmin, jolloin vaatimustaso saadaan urakoitsijoiden tietoon alusta alkaen. Urakoitsijoiden kanssa tulisi käydä läpi hankkeen tarkastusasiakirja sekä sopia yhdessä urakoitsijoiden kanssa menettelytavat laadunvarmistusdokumenttien nimeämiseen ja toimittamiseen liittyen. Aloituspalaverikäytännöt voivat myös vaihdella eri hankkeiden ja henkilöiden välillä. Tarvittaessa jokaiselle isommalle työvaiheelle pidetään oma aloituspalaverinsa.

Myös maankäyttö- ja rakennuslaissa on veloitettu rakennushankkeeseen ryhtyvä järjestämään aloituskokous. Aloituskokouksella näytetään rakennusvalvonnalle, että rakennushankkeeseen ryhtyvä tiedostaa vastuunsa.

Aloituskokouksessa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan rakennushankkeeseen ryhtyvää koskevat veloitteet, suunnittelun ja rakennustyön keskeiset toimijat ja heidän tarkastustehtävänsä, viranomaiskatselmukset ja -tarkastukset sekä muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta huolehtimiseksi. Aloituskokouksessa sovittuja menettelyitä on noudatettava rakennustyössä. [18, § 121.]

5.2.2 Malliasennuskatselmukset

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa kerrotaan, että katselmus voidaan järjestää silloin, kun jompikumpi sopijapuolista haluaa saada jonkin rakennussuoritukseen liittyvän seikan pätevästi todistetuksi. Katselmus pidetään sopijapuolen ilmoittamana tai yhteisesti sovittuna aikana. Kaikilla osapuolilla on oikeus kutsua katselmukseen asiantuntijoita. [20, § 65.]

Tuotemallien ja malliasennusten avulla kirjataan, millaisia tuotteita käytetään ja millaista laatua ja toteutustapaa noudatetaan urakan toistuvissa suorituksissa. Tarvittavista malliasennuksista on hyvä sopia jo työvaiheen aloituspalaverissa. [4, s.100.]

Malliasennuskatselmuksilla varmistetaan, että asetetut laatuvaatimukset täyttyvät, työsuoritus vastaa suunnitelmia sekä todetaan tehdyn ratkaisun olevan kestävä ja käyttökelpoinen. Hyväksytyä malliasennuskatselmusta käytetään vertailukohteena myös tuleville vastaaville asennuksille. Hyvin hoidetuilla malliasennuskatselmuksilla varmistetaan lisäksi, että kaikilla hankkeen osapuolilla on yhteinen näkemys tietyn työsuorituksen toteutuksesta. Mikäli asennukset tehdään, kuten katselmuksella on sovittu, vältetään ikäviltä yllätyksiltä työn valmistuttua.

Mallikatselmuksista laaditaan muistio, josta käy ilmi katselmukseen osallistuneiden henkilöiden lisäksi katselmuksen tulos, eli hyväksyttiinkö katselmus vai tarvitaanko uusi katselmus. Liitteessä 2 on esitetty esimerkki malliasennuskatselmusmuistiosta. Muistion liitteeksi voidaan liittää myös valokuvia katselmuksella sovitusta asennustavoista. Muistion voi laatia joko NCC:n talotekniikka-asiiantuntija tai urakoitsijan edustaja. Urakoitsijan ei tule jatkaa asennuksia ennen kuin malliasennus on kaikkien tahojen osalta hyväksytty.

5.2.3 Itselleluovutus- ja asennustapatarkastukset

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa edellytetään urakoitsijaa varmistamaan ennen urakan vastaanottotarkastusta, että rakennustyö on valmis ja täyttää sopimuksen mukaiset vaatimukset. [20, § 71.] Urakoitsijan pitämät itselleluovutus- ja asennustapatarkastukset ovat tärkeä osa tämän edellytyksen täyttämistä.

Asennustapa- sekä itselleluovutustarkastukset ovat tärkeitä vaiheita urakoitsijoiden omassa laadunvarmistuksessa. Koko rakentamisvaiheen ajan tehtävillä asennustapatarkastuksilla urakoitsija pitää huolen siitä, että työ täyttää sille asetetut vaatimukset. Asennustapatarkastukset ovat vaatimuksena myös talotekniikkaRYL:ssä. Asennustapatarkastuksissa todetaan, että tuotteet, materiaalit ja asennustavat ovat sopimusasiakirjojen mukaisia sekä varmistetaan, että tuotteiden käyttö-, huolto ja työturvallisuusnäkökohdat ovat vaatimusten mukaisia. [4, s.101.]

Itselleluovutuksilla tekijäorganisaatio varmistaa tekemänsä työn laadun ennen asennusten luovuttamista asiakkaan käyttöön. Itselleluovutusten tulee olla hyvin yksityiskohtaisia ja niiden tulee kattaa kaikki urakoitsijan tekemät asennukset. Jos ja kun itselleluovutustarkastuksilla havaitaan puutteita, tulee niiden korjaaminen aloittaa mahdollisimman pikaisesti ja pitää huoli siitä, että puutteiden korjaukset tulee myös merkittyä

tarkastuksilla tehtyihin pöytäkirjoihin. NCC:n talotekniikka-asiantuntijoiden roolina on varmistaa, että urakoitsija suorittaa itselleluovutukset huolellisesti ja siten, että kaikki itselleluovutustarkastuksilla havaitut virheet ja puutteet tulevat kirjattua urakoitsijan omille listoille, jolloin on todennäköistä, että suuri osa virheistä myös korjataan.

5.2.4 Paloilmoitin- ja turvavalaisinjärjestelmien tarkastukset ja toimintakokeet

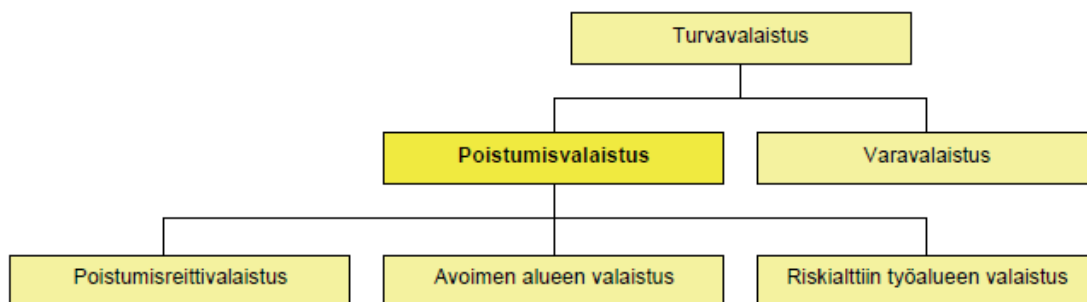
Paloilmoitin- ja turvavalaisinjärjestelmät voivat olla joko erillisiä järjestelmiään tai yksi ja sama integroitu järjestelmä. Paloilmaisin- ja turvavalaisuusjärjestelmät ovat erittäin tärkeitä rakennuksen turvallisuuden kannalta. Näiden järjestelmien testaukset ovat oleellinen osa prosessia, jolla pelastusviranomaiset vakuutetaan rakennuksen turvallisuudesta. Paloilmoitinliikkeen tulee laatia työstään asennustodistus ennen kolmannen osapuolen suorittamaa käyttöönottotarkastusta.

Asennustodistus toimii asennusliikkeen oman työn tarkastuksena, jolla varmistetaan, että paloilmoitinjärjestelmä toimii oikein ja on hyvän teknisen käytännön mukaisesti toteutettu. [15, s.12.] Asennusliikkeen tulee varmistaa ilmaisimien ja painikkeiden lukumäärät sekä sijoitusten oikeellisuudet, näihin vaikuttavat muun muassa valvottavien tilojen koko, koneellisen ilmanvaihdon poistoilma-aukkojen sijainnit sekä poistumisreitit. Suunnittelijoiden ja asennusliikkeen on myös huomioitava tilojen lopulliset käyttötarkoitukset ilmaisinalinnoissa, jotta vältetään normaalin työskentelyn aiheuttamat turhat hälytykset. Toiminnantarkastuksiin liittyy oleellisesti myös kohteesta riippuvat erilaiset ohjaukset, joita paloilmoitusjärjestelmällä halutaan toteuttaa.

Asennusliikkeen laadittua asennustodistuksen järjestelmästä voidaan kohteeseen kutsua kolmannen osapuolen varmennustarkastaja. Varmennustarkastuksella varmistetaan, että urakoitsija on tehnyt asennukset toteutuspöytäkirjan mukaisesti sekä suorittanut oman työn tarkastukset riittävän huolellisesti. Varmennustarkastukselle testataan järjestelmän toiminta pistokoeluonteisesti ja todetaan, että järjestelmä täyttää paloilmoittimen teknisistä ominaisuuksista annetut lait, asetukset ja määräykset. [15, s.13.]

Näiden vaadittujen tarkastuksien lisäksi NCC voisi vaatia urakoitsijalta todistusta siitä, että kaikki rakennusaikaiset paloilmaisimien suojukset ovat poistettu ja osoitmerkinnät tarvittaessa tehty. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli ilmaisimia on asennettu alakattojen yläpuolelle, jolloin ilmaisimet eivät ole nähtävissä tilan normaalissa käyttötilanteessa.

Paloilmoitusjärjestelmän ohella valaistuksen normaalin virransyötön häiriintyessä käytettävä turvavalaistus on tärkeä osa rakennuksen turvallisuutta poikkeustilanteiden sattuessa. Turvavalaistus on jaettavissa kahteen osaan (kuva 6), poistumisvalaistukseen sekä varavalaistukseen.



Kuva 6. Kaavio turvavalaistuksen erityismuodoista [16, s.11.].

Poistumisvalaistuksen opasteet on sijoitettava siten, että uloskäytävät ja reitit ovat riittävän selvästi havaittavissa [16, s.32.]. Poistumistieopasteiden oikeat sijoitukset on hyvä tarkastaa myös NCC:n toimesta ennen kohteen palotarkastusta, sillä suunnittelija ei ole välttämättä osannut huomioida kaikkia tarpeita. NCC:n talotekniikka-asiantuntijan ja urakoitsijan kiertäessä yhdessä rakennuksen poistumistieopasteet läpi ennen paloviranomaisen tarkastusta voidaan vähentää palotarkastuksella tulevia huomioita.

Poistumisreiteillä olevien valaisimien on toimittava myös siinä tapauksessa, että niiden normaali sähkönsyöttö katkeaa. Valaistuksen toiminta-ajan on oltava riittävä turvalliseen poistumiseen ja evakuointiin. Vaadittu toiminta-aika voi vaihdella eri kohteiden välillä, sillä se riippuu rakennuksen rakenteellisista ominaisuuksista, tiloissa olevien ihmisten valmiuksista sekä muista poistumisturvallisuuden riskeistä. Vähimmäisvaatimus poistumisreittien valaistukselle kohteesta riippumatta on yksi tunti. NCC:n on pidettävä huoli siitä, että urakoitsija tekee turvavalaistusjärjestelmälleen asiaankuuluvan akkutestin, jossa todistetaan valaistuksen toimivan omilla akuillaan vähintään tunnin ajan. [16.]

5.2.5 Savunpoistojärjestelmän tarkastukset ja toimintakokeet

Kohteesta riippuen savunpoisto voidaan toteuttaa joko painovoimaisena tai koneellisena. Mikäli kohteessa on savunpoistojärjestelmä, on huolehdittava järjestelmän tarkastuksien ja toimintakokeiden suorittamisesta. Koneellisen savunpoistojärjestelmän testaukseen paras ja luotettavin tapa olisi tietysti savukoe (kuva 7). Savukokeen avulla voidaan luotettavasti todeta, että savunpoistojärjestelmä todella poistaa savun tiloista halutulla tavalla. Savukoe vaaditaan kuitenkin yleensä vain vaativimmissa kohteissa.

Koneellisen savunpoistojärjestelmän testauksista ja savunpoistoluukkujen testilaukauksista on syytä laatia yksityiskohtaiset tarkastuspöytäkirjat, joista selviää täsmällisesti kuinka järjestelmän toimivuus on testattu. Tarkastuspöytäkirja tulee tallentaa kohteen tarkastusasiakirjaan, jolloin se on helposti löydettävissä esimerkiksi viranomaisten palotarkastusta varten. [21.]



Kuva 7. Savunpoistojärjestelmän testaus kylmäsavukokeen avulla.

Savunpoistojärjestelmien tarkastuksissa tulee huomioida myös muiden talotekniikan alojen toimintojen testaukset ja mittaukset. Koneelliseen savunpoistojärjestelmään liittyy oleellisesti muun muassa järjestelmän ilmamäärät. Talotekniikka-asiantuntijan on

tarvittaessa tarkistettava ilmamäärien oikeellisuus yhdessä IV-urakoitsijan tai palokonsultin kanssa. Mikäli savunpoiston toiminnasta on määritetty hälytyksiä rakennusautomaatiojärjestelmään, on myös näiden hälytyksien toiminta syytä tarkastaa toimintakokeiden yhteydessä. [21.]

5.2.6 Telejärjestelmien tarkastukset ja toimintakokeet

Rakennuskohteen telejärjestelmien toiminta on myös varmistettava erilaisien mittauksien ja toimintakokeiden avulla ennen järjestelmien luovuttamista asiakkaalle. Telejärjestelmien kohdalla mahdolliset virheet ja puutteet tulevat usein esiin viimeistään toimintakoevaiheessa. NCC:n on syytä vaatia urakoitsijoilta huolellisesti suoritettuja oman työn tarkastuksia ja järjestelmien toimintakokeita, jolloin voidaan varmistua järjestelmien toiminnasta. Tällaisia järjestelmiä ovat muun muassa kulunvalvonta-, kameravalvonta- ja aikakellojärjestelmät.

Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmän kohdalla tärkein laadunvarmistusmenetelmä on asennetun kaapelin testaus. Kaapeloinnin laatu syntyy kuitenkin jo suunnittelussa ja asennustyössä, testauksilla todistetaan ja dokumentoidaan kaapeloinnin täyttävän sille asetetut vaatimukset. Yleiskaapeloinnin mittaustulokset voidaan hyväksyä kokonaisuudessaan vasta siinä vaiheessa, kun kaikki mittaustulokset ovat hyväksytyjä (PASS). Mikäli mittauksissa tulee hylättyjä (FAIL) tuloksia, on hylätyt siirtotiet korjattava. Yleiskaapeloinnin mittaukset ovat tässä mielessä melko armottomia, huonosti tehdyt liitokset tai kaapelivauriot paljastuvat mittauksia tehdessä ja tulevat näin ollen korjatuksi. Ennen mittauksien aloittamista on varmistettava, että mittauslaitteet ovat kalibroituna ja tietoliikennesasiat ovat asennettuna lopullisille paikoilleen. Yleiskaapeloinnin mittaustulokset tallennetaan mittauslaitteeseen, josta mittausraportit saadaan helposti sähköiseen muotoon. NCC:n talotekniikka-asiantuntijoiden on syytä tarkistaa nämä raportit ja varmistaa, että kaikki mittaukset ovat hyväksytyjä. [17.]

5.2.7 Sähkölaitteiston käyttöönotto- ja varmennustarkastukset

Sähkourakoitsijan vastuulla on suorittaa rakentamalleen laitteistolle käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastusten suorittaminen on myös rakennusvalvonnan käyttöönottotarkastuksen edellytys. Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus- ja varmennustarkastus-

pöytäkirjat ovat tärkeimpiä yksittäisiä dokumentteja, joilla on todistettavissa sähkölaiteiston täyttävän sille asetetut turvallisuusvaatimukset. Sähkölaiteiston käyttöönotto-tarkastuksen saa tehdä vain sähköalan ammattihenkilö, mistä johtuen käyttöönotto-tarkastukset tehdään pääsääntöisesti oikeaoppisesti.

Käyttöönotto-tarkastus koostuu aistinvaraisista tarkastuksista sekä erilaisista mittauksista ja toimintakokeista. Mittaamalla tulee todeta suojajohtimen jatkuvuus, eristysresistanssi, silmukkaimpedanssi, oikosulkuvirta ja kiertosuunta. Myös vikavirtasuojien tarkastuksiin liittyy toiminnallisten tarkastuksien ohella aina mittauksia. [3.] ST-Käsikirja-33:ssa on yksityiskohtaiset ohjeet tarkastuksien suorittamista varten, joten tarkastuksen sisältöön ei tässä insinööriyössä ole tarpeen puuttua.

Sähkölaiteiston käyttöönotto-tarkastusta varten on ST-kortistoon laadittu valmis käyttöönotto-tarkastuspöytäkirjapohja (ST 51.21.05), tämä pohja on riittävän laaja ja yleisesti käytetty, joten tässä insinööriyössä ei lähdetty tekemään muutoksia käyttöönotto-tarkastuspöytäkirjoihin. Mikäli käyttöönotto-tarkastuspöytäkirjoista haluttaisiin tehdä yhteisiä, voisi käyttöönotto-tarkastuspöytäkirjoihin lisätä myös NCC:n logon, mutta se olisi lähinnä kosmeettinen lisäys hyvin toimiviin dokumentteihin. Tämän lisäksi nykyiset digitaaliset käyttöönotto-tarkastusmittarit mahdollistavat mittaustulosten tallentamisen suoraan sähköiseen muotoon, jolloin saadut raportit ovat usein yhtenäisiä, ainakin saman mittarivalmistajan tuotteiden kohdalla.

Käyttöönotto-tarkastusten suorittamisen jälkeen urakoitsija voi kutsua varmennustarkastajan paikalle. Varmennustarkastuksessa on tarkastettava riittävässä laajuudessa esimerkiksi pistokokein, että sähkölaiteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetetun tason ja käyttöönotto-tarkastukset on tehty asiaankuuluvalla tavalla. Varmennustarkastuksen saa suorittaa vain valtuutettu tarkastaja tai tarkastuslaitos. [12.]

NCC:n talotekniikka-asiantuntijoiden on syytä tarkastaa myös omalta osaltaan tarkastuspöytäkirjat. Pöytäkirjojen tarkastus on hyvä tehdä yhdessä urakoitsijan ja mahdollisesti myös sähkövalvojan kanssa, jolloin mahdollisiin epäkohtiin on saatavilla vastaus nopeasti ja virheiden korjaaminen voidaan aloittaa mahdollisimman pikaisesti. Myös mittauspöytäkirjojen tarkastamisesta voisi olla syytä tehdä pöytäkirja, jolla voidaan osoittaa, että mittaustulosten vaatimustenmukaisuus on tarkastettu asiantuntijoiden toimesta. Näin toimimalla myös sähköalan määräyksiä tuntemattomille ihmisille voidaan näyttää yhteenveto siitä, että mittaukset on suoritettu asianmukaisesti.

5.3 Tarkastuskortti

Yhtenä tämän insinööriyön tavoitteista oli laatia tarkastuskortteja taloteknisten tarkastusten helpottamiseksi työmailla. Tällä hetkellä urakoitsijoiden tekemissä asennustarkastuksissa todetaan usein tarkastettavan kohteen olevan ”OK” tai ”kunnossa”, mutta ei oikeasti kerrota, mitkä laatuvaatimukset se täyttää tai minkä perusteella työsuoritusta voidaan pitää hyvänä. Tarkastuskorttien avulla on tarkoitus avata tarkastettavaan kohteeseen liittyviä laatuvaatimuksia mahdollisimman tarkasti. Ajatuksena on, että kun laatuvaatimukset on avattuna tarkastuskorttiin, tarkastus näyttää heti paljon ammattimaisemmalta ja uskottavammalta. Tätä kautta myös sellaisten ihmisten, joille kyseisen tarkastuskohteen vaatimukset eivät ole entuudestaan tuttuja, on helppo todeta, että työ on tehty laadukkaasti ja hyvin.

Käytännössä täsmällisen ja kattavan tarkastuskortin laatiminen taloteknisen asiantuntijaorganisaation käyttöön on kuitenkin hyvin haastava tehtävä. Erilaisia säännöksiä, ohjeita ja standardeja on runsaasti ja ne ovat usein hyvinkin pitkiä. Tarkastuskortteihin tulisi löytää näistä lähteistä juuri kyseistä tarkastusta koskevat tarkat määräykset. Pelkkä viittaus esimerkiksi SFS 6000-standardiin johtaisi siihen, että laatuvaatimuksia tuskin koskaan tarkastettaisiin tarkastuksia tehdessä. Toisaalta vaarana taas on, että tarkastuskorteista tulee liian kattavia, monen sivun dokumentteja, joista on lopulta hyvin vaikea löytää juuri kyseiseen tarkastukseen liittyvät kohdat.

Toisena ongelmana tarkastuskortteja laadittaessa on se, että NCC:n kohteet ovat lähes aina toisistaan poikkeavia. Tarkastuskortti, joka toimii yhdessä kohteessa, ei välttämättä toisessa kohteessa enää toimi. Lisäksi määräykset eivät aina ole täysin tarkkoja tai niiden toteaminen silmämääräisesti voi olla vaikeaa. Esimerkkinä voidaan käyttää kaapelihyllyjen kannakointia. ST käsikirjassa 34 todetaan, että kevytrakenteisen, 400-600 mm:n levyisen ja 3 m:n kannakevälillä asennetun hyllyn kuormitettavuus on noin 50 kg ja vastaavan raskaan hyllyn noin 100 kg hyllymetriä kohden. [9, s.11.] Käytännössä tämän tarkastaminen työmaalla nopeasti ja kustannustehokkaasti on lähes mahdotonta, joten tällaisen tiedon kirjaaminen tarkastuskorttiin olisi merkityksetöntä. Oikeissa tarkastustilanteissa on siis tukeuduttava myös urakoitsijoiden, valvojen ja talotekniikka-asiantuntijoiden kokemukseen ja näkemyskseen oikeista asennustavoista.

Tarvetta tarkastuskorteille lähdettiin hakemaan NCC:n kokemusten kautta. Ennen tarkastuskorttien tekemisen aloittamista selvitettiin, missä on aiemmin ollut ongelmia ja

miten ne olisivat olleet vältettävissä. Vastauksia näihin kysymyksiin lähdettiin hakemaan NCC:llä takuu- ja 10-vuotisvastuuasioita hoitavalta Heikki Korhoselta. Korhonen totesi haastattelussa, että sähköjärjestelmien kanssa on NCC:llä ollut yleisesti hyvin vähän ongelmia takuuajana. Sähkölaitteissa ilmenevät ongelmat tulevat yleensä esille jo rakennusvaiheessa tai viimeistään käyttöönottomittauksia tehtäessä, eikä piileviä ongelmia näin ollen jää yhtä helposti kuin LVI-järjestelmien osalla. [8.]

Korhonen kuitenkin painotti materiaalien ja laitteiden hyväksyttämisen, tarkastusten tekemisen ja dokumentoinnin tärkeyttä. Hänen työtään helpottaa suunnattomasti, mikäli normaalit asennustapatarkastukset sekä laitteiden toimintakokeet on pidetty ja dokumentit niistä tallennettu helposti löydettävään sijaintiin. Tarkastusten lisäksi myös valokuvat, etenkin piiloon jääneiden asennuksien osalta ovat tärkeitä mahdollisten ongelmien sattuessa. Hän piti tärkeänä myös sitä, että suunnittelunohjausta harrastetaan mahdollisimman aktiivisesti hankkeiden aikana, jolloin ei esimerkiksi tehtäisi sellaisia asennuksia, joiden huoltaminen jatkossa olisi vaikeata ja kallista. Urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden tulisi myös pitää huolta siitä, että asennuksissa käytettävät tuotteet on hyväksytetty tilaajalla tai valvojalla, sillä tilaajan tai valvojan hyväksynnällä voi olla tilaajan ongelmien sattuessa suuri merkitys. [8.]

5.3.1 Ryhmäkeskuksen tarkastuskortti

Osana insinööriyötä päätettiin tehdä tarkastuskortti (liite 3, poistettu julkisesta versios- ta) helpottamaan ryhmäkeskusten tarkastuksia. Sähköisten liitosten vikaantumiset verkon solmukohdissa ja keskuksissa aiheuttavat merkittävän osan sähkölaitteistoista johtuvista sähköpaloista ja -vaaroista. [19.] Tästä johtuen ryhmäkeskusten huolellinen tarkastaminen on hyödyllistä kaikille hankkeen osapuolille. Sähköpaloista johtuvat henkilövahingot sekä tuotannon tai toiminnan keskeytykset voidaan potentiaalisesti välttää huolellisilla ja säännöllisillä tarkastuksilla, myös laitteiston käyttöönoton jälkeen.

Tarkastuskorttiin pyrittiin kokoamaan mahdollisimman kattavasti sellaiset asiat, joihin tarkastuksella tulee kiinnittää huomiota. Tarkastettavia kohteita ovat kaapelit, ryhmäkeskus, tarvittavat merkinnät sekä itse keskustila. Näiden neljän pääkohdan alle listattiin tarkemmin huomioitavia asioita.

Tarkastuskortin laatimisen jälkeen kävi hyvin nopeasti selväksi, että niin laajaa tarkastuskorttia on NCC:n talotekniikka-asiantuntijan lähes mahdotonta käyttää jatkuvasti

suurissa kohteissa, jossa ryhmäkeskuksia on kymmenittäin. Tarkastuskortti voi kuitenkin olla hyödyllinen apuväline sellaisille henkilöille, joilla ei ole paljon kokemusta keskustilojen tarkastuksista. Tarkastuskortti voisi olla hyvä täyttää ainakin ensimmäisenä tarkastettavasta keskuksista, jolloin seuraavilla keskuksilla osattaisiin kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin. Tarkastuskortin liitteeksi voi myös helposti lisätä valokuvia tarkastuksella tehdyistä havainnoista.

Sähköurakoitsijan tulee tarkastaa kaikki kohteen ryhmäkeskukset. Mikäli urakoitsijalla ei ole esittää vastaavaa tarkastusmenetelmää tai urakoitsijan työn laadussa on moittimista, NCC voisi vaatia urakoitsijaa täyttämään tarkastuskortin jokaisesta keskuksista. Näin toimimalla varmistuttaisiin siitä, että tarkastukset tehtäisiin kattavasti ja laadukkaasti. Käytännössä tämä toimintamalli voi vielä olla liian työläs, eikä se näin ollen olisi kustannustehokkuutta ajatellen järkevää.

5.3.2 Materiaalien ja laitteiden hyväksyttämistaulukko

Materiaalien ja laitteiden hyväksyttämistaulukon avulla pystytään seuraamaan, mitkä tuotteet urakoitsija on hyväksyttänyt suunnittelijoilla ja valvojilla. Hyväksyttäminen on erityisen tärkeää tilanteissa, joissa käytetään suunnitelmista poikkeavia tuotteita. Tähän asti urakoitsijoiden hyväksyttämistaulukot olivat olleet usein toisistaan poikkeavia tai muuten puutteellisia, joten osana tätä insinööriyötä laadittiin NCC:n ja urakoitsijoiden käyttöön hyväksyttämistaulukko, johon listattiin valmiiksi asioita jotka tulee useimmissa kohteissa hyväksyttää. Tyypillisiä hyväksytettäviä sähkötuotteita ovat muun muassa valaisimet sekä johtotiet. Haastavimmissa kohteissa voi olla tarpeen hyväksyttää myös aliurakoitsijat.

Hyväksyttämistaulukon käytössä voi kuitenkin olla huomattaviakin eroja eri projektien välillä. Tarkan hyväksyttämislueuettelon pitäminen koko hankkeen aikana on myös haastava tehtävä, sillä hyväksyttämisiä on usein hoidettu sähköpostitse tai puhelimitse. Tällaisissa tilanteissa olisi tietysti hyvä tallentaa myös sähköpostikeskustelut muuallekin kuin vastaanottajan sähköpostiin. Käytännössä useiden sähköpostien tallentaminen esimerkiksi Pro3:een on kuitenkin melko työlästä, joten sitä on syytä harkita tapauskohtaisesti.

6 Laadunvarmistuksen kehityskohteet

Laadunvarmistuksen tärkeyteen on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota viime aikoina ja tässäkin insinööriyössä on pyritty yhtenäistämään NCC:n laadunvarmistustoimenpiteitä sähkötekniikan osalta, mutta jatkuvasti kehittyvässä toimintaympäristössä laadunvarmistus menee eteenpäin kovaa vauhtia. Tekniikka kehittyy koko ajan ja erilaiset sovellukset ja mobiililaitteet ovat jo saapuneet työmaille ja uusia sovelluksia kehitellään jatkuvasti. Uusien tietoteknisten ratkaisujen toteuttaminen rajattiin kuitenkin pois tästä insinööriyöstä niiden vaatiman erikoisosaamisen ja aikaa vievän kehitystyön takia. Insinööriyön tässä osuudessa käsitellään sitä, millä toimenpiteillä laadunvarmistusta voisi myös jatkossa kehittää.

NCC on myös panostanut tietomallintamisen hyödyntämiseen työmaillaan. NCC on johtava urakoitsija digitalisoinnin ja digitaalisen rakentamisen alalla VDC:n ja virtuaalitodellisuuden hyödyntämisen ansiosta. [10.] Tästä hyvänä esimerkkinä on NCC:n rakentaman Järvenpään uuden sosiaali- ja terveyskeskuksen eli JUST:n syksyllä 2016 voittama kansainvälinen Tekla BIM Awards -kilpailu. JUST:ssa tietomallia käytettiin hyödyksi monella eri tavalla ja myös urakoitsijoiden työntekijöille oli luotu mahdollisuus asioiden tarkastamiseen tietomallista työmaatoimistolla.

Tietomallia hyödyntämällä voidaan parhaassa tapauksessa ennaltaehkäistä joitakin työn aikana tyypillisesti eteen tulevia ongelmia. Työntekijöiden tarkastaessa esimerkiksi kaapelihyllyjen asennuskorkeuksia ennalta voidaan myöhemmässä vaiheessa välttyä mahdollisilta purku- tai muutostöiltä, kun asentajat huomioivat myös muiden toimijoiden tarvitsemat tilavaraukset paremmin.

Daluxin kaltaiset mobiilisovellukset ovat jo hyvä alku, mutta laadunvarmistuksen kehittyminen tuskin pysähtyy tähän. Jatkossa tarkastusasiakirja ja tarkastuskorttipohjat voisivat löytyä valmiiksi jokaisen talotekniikka-asiantuntijan henkilökohtaisilta tableteilta, jolloin ajankäyttö tehostuisi kun tarkastusmuistiot voisi laatia jo valmiiksi sähköiseen muotoon, eikä erillistä puhtaaksikirjoitusta tarvitsisi jatkossa samassa laajuudessa tehdä. Tämä vaatii kuitenkin sen, että dokumenttipohjat ovat tarpeeksi laadukkaita, jonka seurauksena niihin tarvitsisi tehdä mahdollisimman vähän muutoksia työmaaolosuhteissa. Tabletin avulla myös valokuvien liittäminen esimerkiksi malliasennuskatselmusmuistion liitteeksi onnistuu hyvin helposti.

Suurin kehittämisen tarve olisi mielestäni kuitenkin siinä, että dokumenttien tallentaminen saataisiin tehtyä nykyistä helpommaksi. Tällä hetkellä tarkastuspöytäkirjan joutuu pahimmassa tapauksessa tallentamaan paperisena projektin laatukansioon sekä sähköisenä NCC:n käyttämään Pro3:een ja projektin omaan projektipankkiin, jonka lisäksi muistiot ja pöytäkirjat tulisi lähettää tarkastuksiin osallistuneille myös sähköpostitse. Tulevaisuudessa tuleekin miettiä, miten on mahdollista saada tallennettua dokumentit oikeaan paikkaan mahdollisimman vähillä ”klikkauksilla”.

7 Yhteenveto

Insinöörityön tavoitteena oli kehittää ja yhtenäistää toimintatapoja talotekniikka-asiantuntijoiden keskuudessa. Työn tärkeimpänä yksittäisenä osana oli tarkastusasiakirjan sähkö- ja telejärjestelmiä koskevan osuuden laadinta.

Tarkastusasiakirjan yhtenäistämisen tuloksena saatiin kattava listaus sähkö- ja telejärjestelmiltä vaadittavista laadunvarmistustoimenpiteistä. Tarkastusasiakirjan mallipohjan toteutus onnistui mielestäni hyvin, mutta vasta tulevat hankkeet näyttävät kuinka hyvin tarkastusasiakirjan laadinnassa on onnistuttu. Yhdistetty tarkastusasiakirja on tarkoitus ottaa käyttöön jatkossa kaikissa yrityksen uusissa kohteissa.

Työn toisena tarkoituksena oli laatia talotekniikka-asiantuntijoiden käyttöön dokumenttipohjia, joihin olisi avattu tietyn tarkastuksen laatuvaatimukset tarkasti. Mallidokumenttien laadinta osoittautui kuitenkin odotettua haastavammaksi tehtäväksi. Yrityksen sisällä ei oltu täysin tyytyväisiä nykytilanteeseen, jossa laatudokumentit tulivat suurilta osin urakoitsijoilta. Selkeää tarvetta tietynlaiselle tarkastuskortille ei kuitenkaan osattu nimetä. Työn tuloksena syntyi lopulta ryhmäkeskuksen tarkastuskortti, malliasennuskatselmuspohja sekä laitteiden ja materiaalien hyväksyttämistaulukko, mutta tarkastuksen laatuvaatimuksien sisällyttäminen dokumentteihin ei onnistunut halutulla tavalla. Ryhmäkeskuksen tarkastuskorttiin laatuvaatimuksia olisi voitu avata, mutta tarkastusdokumentti olisi tässä tapauksessa paisunut turhan laajaksi.

Tarkastusasiakirjan ja yrityksen laadunvarmistusmenetelmien yhtenäistämisen seurauksena myös urakoitsijoilta vaaditut toimenpiteet tulisivat hieman lisääntymään. Hyviskään laadunvarmistusdokumenttipohjista tai tarkastusasiakirjoista ei ole hyötyä, mi-

käli urakoitsijat jatkavat vanhaan malliin, joten myös urakoitsijoiden toimintatapojen ja asenteiden on muututtava. Nähtäväksi jää, kuinka hyvin tässä lopulta onnistutaan.

Insinööri työ oli itselleni hyvä jatkumo harjoittelijajaksolleni, joissa olin ollut jo laajalti tekemisissä laatudokumenttien ja tarkastusasiakirjan kanssa. Työn tekemisen ansiosta ymmärrän paremmin laadunvarmistustoimenpiteiden tärkeyden ja tulen kiinnittämään niihin huomiota myös jatkossa.

Lähteet

- 1 NCC Suomi Oy. Toimintajärjestelmä
<http://pro3.ncc.fi/tp/projektit/SitePages/ActivitySystemModal.aspx?ProcessId=3&PhaseId=89&ParentPhaseId=75&ProcedureId=117#activitysystem>. Luettu 10.10.2016.
- 2 NCC-konsernin arvot. 2016. Verkkodokumentti. NCC Suomi Oy.
<https://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/ncc-konserni/arvot/>. Luettu 14.10.2016
- 3 ST-käsikirja 33- Rakennusten sähköasennusten tarkastukset.
- 4 Talotekniikka-RYL 2002, Osa 2, Rakennustieto Oy.
- 5 Suomen laatu yhdistys Ry, verkkodokumentti
<http://www.laatuokeskus.fi/palvelut-asiantuntijapalvelut-virallinen-versio/toimintajärjestelmat> . Luettu 31.10.2016.
- 6 Toikka, Jari. 2016. Talotekniikkapäällikkö. NCC Suomi Oy, Helsinki. Haastattelu 28.10.2016.
- 7 Mikkonen, Juha. 2016. Rakennuspäällikkö. NCC Suomi Oy, Helsinki. Haastattelu 1.11.2016.
- 8 Korhonen, Heikki. 2016. Työnjohtaja. NCC Suomi Oy, Helsinki. Haastattelu 4.11.2016.
- 9 ST-käsikirja 34 – Hyvä asennustapa sähkötoissa.
- 10 Digitaalinen rakentaminen. 2016. Verkkodokumentti. NCC Suomi Oy.
<https://www.ncc.fi/tarjontamme/nain-toimimme/digitaalinen-rakentaminen/>. Luettu 7.11.2016.
- 11 Sähköturvallisuuslaki 410/96, verkkoversio
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410>. Luettu 10.11.2016.
- 12 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. KTMp 517/1996, verkkoversio
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517>. Luettu 10.11.2016.
- 13 SFS-käsikirja 600-1. Sähköasennukset. Osa 1:SFS 6000 Pienjänniteasennukset. 2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

- 14 NCC Suomi Oy, sisäinen verkkouutinen.
<http://starnet.ncc.fi/templates/NewsPage.aspx?id=128374&epslanguage=fi>. Julkaistu 11.11.2016. Luettu 11.11.2016.
- 15 ST-ohjeisto 01, Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009. Sähkötieto ry.
- 16 ST-käsikirja 36, Poistumisvalaistus 2013. Sähkötieto ry.
- 17 ST-kortti 681.42, Yleiskaapelointijärjestelmien testaukset ja tarkastukset 2015. Sähkötieto ry.
- 18 Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999, verkkoversio
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Luettu 17.11.2016.
- 19 Jakokeskusten sähköisten liitosten vikaantumismekanismit ja sähköpalot. 2015. Verkkodokumentti. Suomen sähkö- ja energiapalvelut. Tiedoksianto 5.2.2015
http://www.ssep.fi/ajankohtaista_tiedostot/Sahkopalotutkimus_tiedoksianto_2015_0204.pdf. Luettu 21.11.2016.
- 20 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry.
- 21 ST-kortti 666.30 Savunhallintajärjestelmä. Asennus 2010. Sähkötieto ry.
- 22 Mikkonen Juha, Saikkonen Joonas ja Toikka Jari. NCC Suomi Oy, Helsinki. Kokous 17.11.2016.
- 23 Kupiainen Susanna. 2016. Keskustilojen huolto ja kunnossapito. Insinööriyö
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/115238/Kupiainen_Susanna.pdf?sequence=1. Luettu 21.11.2016.
- 24 Pro3 esittelydokumentti. 2016. Derigo Oy.
<http://www.derigo.fi/images/Pro3-WhitePaper.pdf>. Luettu 21.12.2016.



Tarkastusasiakirjan käyttöohje (Poistettu)

Liitteessä esitetään ohjeet tarkastusasiakirjan sekä Pro3:n käyttämiseen.



Malliasennuskatselmus (Poistettu)

Liitteessä esitetään dokumenttipohja malliasennuskatselmuksia varten.



Ryhmäkeskuksen tarkastuskortti (Poistettu)

Liitteessä esitetään tarkastuskortti ryhmäkeskusten tarkastamisen avuksi