



ILMANVAIHTOURAKAN TOTEU- TUS HISTORIALLISTEesti ARVOK- KAASSA KOHTEESSA

Lauri Lindström

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Talotekniikka
LVI-tekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikka
LVI -tekniikka

LINDSTRÖM, LAURI:

Ilmanvaihtourakan toteutus historiallisesti arvokkaassa kohteessa

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Huhtikuu 2015

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opas ilmanvaihtotöiden pariin tulevalle projektiinohitajalle, tavallisesta poikkeavassa rakennuskohteessa. Opinnäytetyö pohjautui historiallisesti arvokkaan rakennuskohteen perusparannuksen ilmanvaihtotöihin. Työn tavoitteena oli selvittää tarvittavat projektihoitolliset perusasiat ja niiden mahdolliset erityispiirteet historiallisessa kohteessa. Lisäksi työhön haluttiin sisällyttää hienon ja harvinaisen kohteen ilmanvaihtotöiden toteuttamisen vaiheita. Tämän työn avulla esimerkiksi projektihoitoharjoittelija voi tutustua projektin läpiviennin kannalta oleellisiin asioihin ja lukea niiden toteutuksesta historiallisesti arvokkaassa rakennuskohteessa.

Opinnäytetyö kirjoitettiin keskittyen Näsilinnan perusparannus- ja restaurointiprojektiin. Näsilinna on vuonna 1898 asuinpalatsiksi valmistunut rakennus, joka sijaitsee Tampereella. Näsilinnan perusparannus- ja restaurointityöt aloitettiin loppusyksystä 2013. Rakennus avattiin yleisölle keväällä 2015. Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa toimivat ravintola ja kahvila. Toinen kerros peruskorjattiin museon näyttelyiden käyttöön. Opinnäytetyön kohdat pohjautuvat nimenomaan kyseisen työmaan ilmanvaihtotöiden läpivientiin. Urakan toteuttamisen vaiheet ja kohdat rajattiin oleellisimpiin aiheisiin.

Työssä selvitettiin ilmanvaihtotöiden läpivientä sekä siihen koottiin kyseisen rakennuskohteen ilmanvaihtotöiden toteutuksen vaiheita, muun muassa kuvilla havainnoituna. Tuloksena syntyi urakan toteutusvaiheen opas, jossa otettiin huomioon eri näkökulmia ja aloittelevan projektihoitajan tarvitsemia tietoja. Lisäarvoa työlle toivat työmaalla käytännössä koetut huomiot, joiden avulla voidaan ennakoida vastaavia tilanteita tulevaisuudessa.

Työmaan läpiviennin kannalta tärkeimpänä asiana voitiin pitää oikeaa asennoitumista sekä hyvää vuorovaikutusta muiden projektin osapuolten kanssa. Historiallisesti arvokkaan kohteen korjausrakentaminen oli haastavampaa kuin tavallisen rakennuskohteen. Kohteen arvostus ja ylpeys omasta työstä olivat asioita, jotka pitää aina rakentaessa muistaa, mutta tulivat erityisesti kyseeseen tämänkaltaisessa kohteessa. Lisäksi projektiinohitajalle oli hyödyllistä tuntea Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen sisältöä.

ABSTRACT

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

LINDSTRÖM, LAURI:

Implementation of Ventilation Contract in Building of Special Historic Interest

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 3 pages

April 2015

The purpose of the thesis was to produce a management guide for ventilation work in a building project which deviates from normal. The work was written based on the ventilation work in a building of special historic interest. The objective of the work was to clarify the necessary project management basics and their possible special characteristics that affect renovation of a historical building. Furthermore, the stages for carrying out ventilation work of fine and rare building project were included in the thesis. With the help of this thesis, project management trainee can be acquainted with matters, which are essential for implementation of a ventilation contract. The trainee can also read how the ventilation work had been done in a building of special historic interest.

The thesis was written by concentrating on the renovation and basic restoration project of Näsilinna. Näsilinna is a historical palace, located in Tampere. It was built in 1898. The renovation and restoration were made in the late autumn 2013 and reopened to the public in the spring of 2015. On the first floor there is a restaurant and a café. The second floor was renovated to be used as an exhibition floor of the museum. The thesis concentrated particularly on the ventilation work during the renovation of Näsilinna. The content of the thesis has been restricted to subjects, which are most essential for project manager.

The result of the thesis was that a guide for contract work was made. The thesis also serves as documentation for the Näsilinna renovation. Furthermore, the thesis includes special characteristics from the ventilation work of Näsilinna, illustrated for example in pictures. The guide is widely usable and the thesis fulfilled its targets.

Key words: ventilation, contracting, conservation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	KORJAUSRAKENTAMINEN HISTORIALLISESSA KOHTEESSA.....	8
3	NÄSILINNA	10
3.1	Näsilinnan aikaisemmat korjaukset	11
3.2	Kohteeseen toteutettava ilmanvaihtojärjestelmä	12
3.3	Erityispiirteitä kohteen ilmanvaihdon suunnittelussa	13
4	ILMANVAIHTOURAKAN TALOUSNÄKÖKULMIA	16
4.1	Maksuerätaulukko.....	16
4.1.1	Maksuerien laskutus.....	16
4.2	Projektiseuranta	17
4.3	Lisä- ja muutostyöt	18
5	ILMANVAIHTOURAKAN TOTEUTUS.....	20
5.1	Aikataulu.....	20
5.2	Kokoukset	21
5.2.1	Työmaakokoukset	21
5.2.2	Urakoitsijakokoukset.....	22
5.2.3	Työvaiheilmoitus	22
5.3	Hankinnat.....	23
5.4	Työmaalogistiikka	24
5.4.1	Nostot ja haalaukset	25
5.5	Vuorovaikutus muiden urakoitsijoiden kanssa	25
5.6	Ilmanvaihtokonehuoneet.....	26
5.6.1	Suorakaidekanavien käyttö ja mitoitus	26
5.7	Kylmätekniset työt Näsilinnassa.....	28
5.8	Historiallisen kohteen muita erityispiirteitä.....	29
5.8.1	Päätelaitteet	31
5.8.2	Ilmastointiasennusten sovitus vanhoihin rakenteisiin.....	33
6	LAADUNVARMISTUS JA URAKAN VASTAANOTTO.....	35
6.1	Laadunvarmistus.....	35
6.1.1	Laatusuunnitelma	35
6.1.2	Itselleluovutukset	35
6.1.3	Painekoe	36
6.2	Urakan vastaanotto ja urakan loppuvaiheen töitä	36
6.2.1	Urakan vastaanotto.....	36
6.2.2	Toimintakokeet	37
6.2.3	Mittaus ja säätö	38

6.2.4 Käyttö- ja huolto-ohje	39
6.2.5 Takuu aika ja takuuajanhuollot	39
7 POHDINTA.....	41
LÄHTEET	43
LIITTEET	44
Liite 1. Työvaiheilmoitus urakoitsijakokouksesta.....	44
Liite 2. Suorakaidekanavaosien tilauspiirros.....	45
Liite 3. Itselleluovutus –asiakirja.	46

ERITYISSANASTO

perusparannus	korjausrakentamista, jossa kohteen laatutasoa nostetaan olennaisesti alkuperäistä paremmaksi.
restaurointi	korjaus, joka tähtää säilyttämään rakennuksen arkkitehtoniset arvot.
rakennushistoriaselvitys	rakennusryhmän, rakennuksen tai sen osan historian, käytön muutosten ja fyysisten ominaisuuksien selvittäminen arkistomateriaalin ja kenttätöiden avulla.
rasvakanava	ilmanvaihtokanava, jonka seinämävahvuus on 1,25 mm.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toimia sekä työkoosteena että oppaana ilmanvaihtourakoinnin parissa työskentelevälle projektinhoitajalle. Työn tavoitteena on selvittää tarvittavat projektinhoidolliset perusasiat sekä niiden mahdolliset erityispiirteet historiallisessa kohteessa. Lisäksi työhön on sisällytetty hienon ja harvinaisen kohteen ilmastointitöiden toteuttamisen vaiheita. Tämän työn avulla voi esimerkiksi projektin hoitoharjoittelija tutustua projektin läpiviennin kannalta oleellisiin asioihin ja lukea niiden toteutuksesta kyseisessä referenssikohteessa. Ajatus työhön syntyi siitä, että olisin itse kokenut tarpeelliseksi tämänkaltaisen työkoosteen lukemisen ennen projektin hoitoharjoittelun alkamista.

Opinnäytetyön referenssikohteena on käytetty Tampereella sijaitsevaa, vuonna 1898 asuinpalatsiksi valmistunutta Näsilinnaa. Kohteelle tehtiin perusparannus ja restaurointi alkaen loppusyksystä 2013. Näsilinna avattiin yleisölle keväällä 2015. Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa toimivat ravintola ja kahvila. Toisessa kerroksessa järjestetään museon näyttelyitä.

Opinnäytetyö on kirjoitettu keskittyen Näsilinnan perusparannus- ja restaurointiprojektiin. Opinnäytetyön kohdat pohjautuvat nimenomaan kyseisen työmaan läpivientiin. Kaikkia urakan läpiviennin vaiheita ei yksityiskohtaisesti työstä löydy, vaan vaiheet ja kohdat on rajattu oleellisimpiin ja eniten erityispiirteitä omaaviin aiheisiin.

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä työnantajani KaihlaSet Oy:n kanssa. KaihlaSet Oy on pääasiassa Pirkanmaan alueella toimiva lvi-urakointiyritys, joka on erikoistunut ilmanvaihtourakointiin. Yritykseltä löytyy myös oma osavalmistusverstaas, jossa valmistetaan ilmanvaihdon tilausvalmisteisia osia. Yrityksen toimipiste sijaitsee Nokialla.

2 KORJAUSRAKENTAMINEN HISTORIAALLISESSA KOHTEESSA

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaan kohteen korjausrakentamiseen ryhdyttäessä toimitaan pääpiirteiltään samaan tapaan kuin tavanomaisempienkin rakennusten korjausrakentamisessa. Ensimmäiseksi suoritetaan kuntoarvio ja sen perusteella tarkemmat kuntotutkimukset ja asbestikartoitukset. Edellä mainittujen lisäksi historiallisessa kohteessa tehdään erinäisiä muita kartoituksia ja selvityksiä tarpeen mukaan. Näistä usein tärkein on kohteen rakennushistoriaselvitys, joka on ensisijaisen tärkeä askel kulttuurihistoriallisesti arvokkaan kohteen korjausrakentamisessa. Rakennushistoriaselvitykseen pohjautuen tehdään paljon päätöksiä korjaamiseen liittyen sekä arvioidaan rakennusta ja sen osia tarpeen vaatimalla tavalla. Rakennushistoriaselvityksen ollessa hyvin ja laadukkaasti tehty on kohteen korjausrakentamisen suunnittelu helpompaa ja päästään hyvään lopputulokseen kohteen arvokkuuden vaatimalla tavalla.

Historiallisessa kohteessa korjausrakentamiseen liittyy usein jollain tapaa rakennussuojelu ja tähän liittyen Museoviraston valvonta ja rakentamisprosessin ohjeistaminen. Tapoja rakennusten suojeluun ovat kaavoituksella suojeleminen sekä lakiin perustuva suojelu, jossa sovelletaan lakia rakennusperinnön suojelemisesta (498/2010). Muita rakennusten suojelutapoja ovat kirkkolakiin perustuva rakennusten suojelu, muinaisjäännökset ovat rauhoitettu muinaismuistolain nojalla ja lisäksi aiemmin valtion omistamia rakennuksia suojeltiin erityisellä omalla säännöksellään. (Museoviraston tietoa rakennussuojelusta 2015)

On syytä muistaa, että vaikka kulttuurihistoriallisesti arvokasta kohdetta ei olisikaan suojeltu, on Museoviraston valvonta ja ohjeistus vahvasti läsnä. Tämä sen johdosta, että Museovirasto toimii rakennusperinnön säilymisestä vastaavana tahona ja haluaa läsnä olollaan varmistua siitä, että myös suojelemattomat rakennusperintökohteet pysyvät mahdollisen alkuperäisen kaltaisena. Edellä mainittu on käytäntönä useissa kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa korjausrakentamisen kohteissa, jotka eivät erinäisistä syistä ole suojeltuja. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Museovirastolla ei ole suojelumääräykseen pohjautuvaa sanavaltaa suunnittelun ja rakentamisen aikaisiin päätöksiin. Museoviraston edustaja kuitenkin esittää mielipiteensä ja suosituksensa hyvästä rakentamisesta ja tuo ne esiin esimerkiksi työmaakokouksissa.

Rakennuksen suojeluun käytetään lakia rakennusperinnön suojelemisesta useimmiten silloin, kun rakennuksen kaavoituksella suojelussa ei voida varmistua, että rakennuksen sisätilojen tai laitteiden säilyminen varmistuu. Rakennusperintölain mukaan, rakennuksen suojelusta päättää ELY-keskus kuultuaan asiassa ensin Museovirastoa. Suojelupäätöksen vahvistaa Ympäristöministeriö. (Kulttuuriympäristön ja korjausrakentamisen käsitteitä 2015)

Kaavan suojelumääräyksissä tai rakennusperintölain suojelupäätöksessä määritetään mitä osia rakennuksessa suojelu koskee. Näitä osia voivat olla esimerkiksi rakennuksen julkisivu tai ympäristö. Käytännössä suojelulla tarkoitetaan sitä, että rakennus ja sen ympäristö on säilytettävä suojelun edellyttämässä kunnossa. Lisäksi on huolehdittava, että rakennuksessa tehtävät korjaukset ja muutokset on toteutettava kulttuurihistoriallista arvoa vaarantamatta. Muutoksia tai suurempia korjauksia tehtäessä on pyydettävä lausunto museoviranomaiselta rakennusvalvonnan lupapäätöksen pohjaksi. Myös tässä asiassa Museovirastolla on suuri rooli toimenpideluvasta päätettäessä. (Museoviraston tietoa rakennussuojelusta 2015)

Näsilinnan tapauksessa rakennusta ei ole suojeltu millään tapaa. Kohde on määritetty kaavassa yleiseksi rakennukseksi ja tällaisella asemakaavoitetulla alueella tapa rakennuksen suojelemiseksi olisi lakiin perustuva suojelu. (Kalakoski 2013, 76). Vaikka kohdetta ei ollut suojeltu, oli Museovirasto läsnä läpi perusparannus- ja restaurointiprojektin. Suurimmat vaikutukset tästä olivat luonnollisesti suunnitteluvaiheessa. Urakan toteutusvaiheessa Museoviraston antamat ohjeistukset tulivat käytäntöön, kun ratkottiin urakan aikana esille tulleita asennusten ongelmakohtia.

3 NÄSILINNA



Kuva 1. Näsilinna.

Näsilinna (kuva 1) on vuonna 1898 valmistunut, Tampereella Näsikallion päällä sijaitseva palatsi. Näsilinna rakennettiin Peter Von Nottbeckin perheen asuinpalatsiksi ja sen alkuperäinen nimi oli valmistuessaan Milavida. Von Nottbeckit olivat tunnetun Finlaysonin tehtaan hallitsijoita. Milavida myytiin Tampereen kaupungille vuonna 1905 ja sitä alettiin kutsua Näsilinnaksi. Vuonna 1908 Näsilintaan avattiin Hämeen museo, jona se toimi vuodet 1908-1998. (Hirvikallio 2008, 2). Vuodesta 1998 Näsilinna toimi museon varastona ja oli käytännössä ilman käyttöä vuoteen 2013. Tyhjiillään olon vuoksi rakennus oli päässyt huonoon kuntoon, eritoten vesikatto oli korjauksen tarpeessa. (Kalakoski 2013, 55).

Näsilinnan suunnitteli arkkitehti Karl August Wrede. Näsilinna suunniteltiin alun perin edustusasunnoksi, jossa ensimmäinen kerros oli tarkoitus pitää edustustiloina ja toinen kerros perheen asuintiloina. Lisäksi kolmannessa kerroksessa sijaitsivat ullakkovarasto ja palvelijoiden huoneet. Mielenkiintoista on myös se, että samaan aikaan Näsilinnan kanssa rakennettiin Tampereen kaksi muuta merkittävää arkkitehtuurinähtävyyttä, Finlaysonin palatsi ja Hämeenpuistossa sijaitseva Pikkupalatsi. (Hirvikallio 2008, 7).

Myös vuoden 1918 sisällissodalla on osansa Näsilinnan historiassa. Rakennus toimi sekä punaisten että valkoisten tukikohtana ja rakennukseen osui yli 4000 erillistä am-

musta. Erityisesti rakennuksen länsipääty koki tuhoja, kun siihen olivat ammukset repineet aukkoja. Myös perusparannuksen jälkeen on edelleen selvästi nähtävissä ensimmäisen kerroksen graniittipilareissa luotien repimiä jälkiä. Talvi- ja jatkosotien aikana Näsiliina oli ilmatorjuntamiesten ja Porin radan siltavartijoiden asuttama. (Hirvikallio 2008, 23).

Rakennus on kolmikerroksinen ja sisältää lisäksi kellarikerroksen. Kellarikerros on osittainen, jonka itäpäässä sijaitsee tele- ja sähköpääkeskustilat, wc:t ja lämmönjakuhuone. Loput kellarikerroksesta ovat alapohjan ryömintätilaa. Ensimmäinen kerros kunnostettiin ravintolan ja kahvilan käyttöön, sisältäen keittiön sekä tauko- ja pukuhuonetiloja. Toiseen kerrokseen tehtiin museon näyttelytiloja, jotka asettavat omat vaatimuksensa tämän kerroksen tilojen ilmastointiteknikalle mm. ilmastokosteudenhallinnan muodossa. Kolmannessa kerroksessa sijaitsevat ilmanvaihtokonehuoneet, taukotilat, toimisto sekä varastotilaa. Lisäksi kolmanteen kerrokseen luetaan pohjois- ja eteläsivuilla sijaitsevat noin metrin korkuiset onkalot (kuva 2), joihin on perusparannuksen myötä sijoitettu ravintolan ja näyttelytilojen ilmanvaihtokanavien vaakavedot sekä muita talotekniikan asennuksia.

Vuoden 2013 loppusyksystä aloitettiin mittavan perusparannus- ja restaurointihankkeen rakentamisvaiheen työt, johon tämä opinnäytetyö ilmanvaihtotöiden osalta pohjautuu. Perusparannus- ja restaurointihankkeen tilaajana toimi Näsiliinan omistaja, Tampereen kaupunki.

3.1 Näsiliinan aikaisemmat korjaukset

Näsiliinaan on tehty korjauksia myös ennen vuonna 2015 valmistunutta perusparannusta. Vuoden 1918 sisällissodan tuhoja on korjattu alkuperäisin menetelmin sisällissodan jälkeen. Näiden jälkeen ensimmäinen peruskorjaus tehtiin 1950-luvulla. Tässä peruskorjauksessa tehtiin väliseinäpurkuja, uuneja purettiin ja länsipäädyssä sijainneet portaat purettiin. Lisäksi näyttelyesineille tehtiin varastointitilaa kolmanteen kerrokseen. Seuraava peruskorjaus tehtiin Tampereen kaupungin 200-vuotisjuhlia varten 1979 alakerataan ja 80-luvulla peruskorjattiin myös yläkerrokset. Peruskorjaus oli ajankohtainen jälleen 1990-luvulla, jossa korjattiin 1950-luvulla tehtyjä alkuperäisilmettä tärvelleitä

muutoksia. Tässä yhteydessä purettiin ikkunoita ja ovia peittäneitä rakenteita sekä poistettiin Kuoreveden kirkon urut. (Kalakoski 2013, 44-55)

Vaikka peruskorjauksia oli tehty joitakin ennen vuonna 2013 aloitettua korjausrakentamista, oli Näsilinnan painovoimainen ilmanvaihto säilynyt alkuperäisessä asussa. Poistoilmahormit olivat integroituna vesikaton balusterikaiteisiin. Korvausilma-aukot olivat pienellä lipalla ja tiheällä verkolla varustettuja. (Kalakoski 2013, 36)

3.2 Kohteeseen toteutettava ilmanvaihtojärjestelmä

Näsilinnaan rakennettiin perusparannuksessa kokonaan uusi ilmanvaihtojärjestelmä. Uusi järjestelmä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanjakotapana käytetään pääasiassa syrjäyttävää ilmanjakoa, mutta esimerkiksi taukotilojen ja kahvilatilojen ilmanjakamiseen käytetään sekoittavaa ilmanjakoa. Keittiötä, näyttelytiloja ja ravintolaa palvelevat koneet sisältävät jäähdytysosan, jolla hoidetaan kohteen tuloilman kuivaus ja jäähdytys kesäisin. Näyttelytilojen ja ravintolatilojen ilmanvaihtokoneissa on myös erilliset höyrykostuttimet, joilla pidetään näyttelytilojen ilmankosteus halutuissa rajoissa. Näyttelytiloihin tarvitaan ilman olosuhdehallintaa, jotta arvokkaat näyttelyesineet säilyvät parhaassa mahdollisessa kunnossa.

Kanavavedoissa vaakavedot on pyritty minimoimaan, jotta päästäisiin mahdollisimman vähän näkyvään lopputulokseen. Käytännössä vaakavedot on pääasiassa toteutettu noin metrin korkeassa välitilassa (kuva 2), jotka sijaitsevat konehuoneiden vieressä kolmannessa kerroksessa. Täältä kanavat laskevat pystynousuissa seiniä pitkin kerroksiin. Pystynousujen kanavat koteloitiin ja samoihin koteloihin integroitiin tilojen syrjäyttävät tuloilmapäätelaitteet. Tilojen pinta-alat pienenevät kotelointien takia hieman, mutta kanavat ja suuret päätelaitteet saatiin asennettua näkymättömiin.



Kuva 2. Ullakon onkalotilat.

Konehuoneita rakennettiin kaksi, jotka on sijoitettu rakennuksen kolmanteen kerrokseen. Isompi konehuone sijaitsee rakennuksen länsipäässä ja pienempi konehuone rakennuksen itäpäässä. Isommassa konehuoneessa ovat ravintolatilojen ja näyttelytilojen ilmanvaihtokoneet. Pienempään konehuoneeseen sijoitettiin keittiön tuloilmakone sekä itäpäädyn wc-tilojen pakettikone. Lisäksi vesikatolle on sijoitettu huippuimurit, kahden isoimman koneen raitisilmanotot, ulospuhallushajottajat ja jäähdytyksen kompressorilauhduttimet.

Ilmanvaihtokoneiden jäähdytys hoidetaan suorahöyrysteisillä jäähdytyspattereilla, joissa tehonsäätö tapahtuu tehonsäätöventtiileillä. Ilmastoinnin jäähdytyksen kompressorilauhduttimet sijaitsevat pohjoispuolen alemmalla vesikatolla. Lisäksi kellarin tele- ja sähköpääkeskustilojen jäähdytys tapahtuu split –tyyppisellä jäähdytyslaitteella, jonka ulkoyksikkö sijaitsee itäpäädyn ylemmällä vesikatolla. Kohteen kylmäurakka oli alistettu osaksi ilmanvaihtourakkaa.

3.3 Erityispiirteitä kohteen ilmanvaihdon suunnittelussa

Historiallisesti arvokkaan kohteen ilmanvaihtosuunnittelu aiheuttaa luonnollisesti omat erityispiirteensä ja haasteensa. Kuten saneerauskohteissa yleensä, myös Näsilinnan il-

mastointijärjestelmää suunniteltaessa oli kanavistojen ja laitteiston suunnittelun haasteena tilan puute. Ilmanvaihtosuunnittelun kohdalla tilan puute tulee kaikista selkeimmin esiin, johtuen kanavien ja kojeiden suuresta koosta. Näsilinnassa kuitenkin tätä ongelmaa auttoi kolmannen kerroksen etelä- ja pohjoissivuilla sijaitsevat ullakko-onkalot. Näihin onkaloihin saatiin sijoitettua suurin osa ilmanvaihtokanavien vaakavedoista ja näin se helpotti kanavien sijoittelua selvästi. Kahden isoimman ilmastointikoneen kanavat jaettiin ullakolta pystynousuina kerrosten päätelaitteille. Säätöpellit sijoitettiin näiltä osin toisen kerroksen seinien yläpäähän. Huoltoluukut saatiin tehtyä yhteen riviin toisen kerroksen seinän yläpäähän. Näin ollen myös ensimmäisen kerroksen ilmamäärien mittausta ja säätöä saatiin tehtyä samasta säätöpeltirivistä toisessa kerroksessa.

Konehuoneiksi valittujen varastotilojen rajallinen tila tuotti vaikeuksia niin toteutus- kuin suunnitteluvaiheessakin. Varastotilat olivat tiloiltaan rajalliset, mutta ainoat järjestelliset ja mahdolliset paikat mihin konehuoneet voitiin sijoittaa. Näsilinnassa siis kanavien ja kojeiden sijoituspaikat löytyivät suhteellisen selkeästi. Suunnitteluvaiheessa ravintola- ja näyttelytilojen ilmanvaihdon mitoituksissa jouduttiin tilaajan kanssa sopimaan pieniä helpotuksia. (Viljanen 2015). Yksinomaan siitä syystä, että Näsilinnan tiloihin ei ollut mahdollista suunnitella aivan niin suurta ilmanvaihtoa minkä tilat ja henkilömäärät olisivat vaatineet. Tilanahtauden voi huomata muun muassa siitä, että ilmanvaihtokoneisiin jouduttiin sisällyttämään kulmayhdeosa, koska kaikki moduulikoneen osat eivät olisi mahtuneet tiloihin, jos ne olisi niihin peräkkäin asennettu.

Museoviraston ja arkkitehtien kanssa keskustelu korostuu historiallisesti arvokkaasta kohteesta puhuttaessa. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa kohteessa pyritään usein vanhan ilmeen ja arvokkuuden säilyttämiseen. Tällainen kohde sitoo iv-suunnittelijan aikaa huomattavasti enemmän kuin tavanomaiset suunnittelukohteet. Näsilinnassa eniten keskustelua arkkitehtien ja iv-suunnittelijan välillä aiheutti päätelaitteiden sijoittelu. (Viljanen 2015). Lisäksi Museovirasto kiinnitti huomiota ulospuhalluslaitteisiin, jotka vaihdettiin suunnitelmiin enemmän historiallista arvoa tukeviksi. Näin toimittiin myös alapohjan tuuletuksen korvausilmaputkien kanssa. Usein muiden osapuolten puuttuminen ilmastointisuunnitteluun koskee lähinnä juurikin niitä osia järjestelmästä, jotka tulevat näkyville.

Saneerauskohteissa ilmastointijärjestelmän ja sen osien, kuten kanavien sijoittelu on tehtävä jo olemassa olevien rakenteiden ehdolla. Tämän takia kohteessa on käytävä pai-

kan päällä katsomassa tiloja, joihin ilmanvaihtojärjestelmää suunnitellaan. Mitä tarkemmin jo suunnitteluvaiheessa saadaan huomioitua kaikki kohteen piirteet ja myös hankalat paikat sitä vähemmän tilaajalle tulee lisä- ja muutostöiden muodossa lisäkuluja. Kuvien ottaminen on myös olennaista, jotta pieniä tarkistuksia varten ei tarvitse lähteä kohdetta katsomaan. Näsilinnan iv-suunnittelussa korostui tämä paikan päällä kohteessa käyminen erityisesti siten, että paikan päällä oli käytävä tarkistamassa asioita useammin kuin tavallisessa saneerauskohteen suunnitteluprosessissa. (Viljanen 2015)

Näsilinnassa ilmanvaihtosuunnittelun haasteita lisäsi museon näyttelytilojen sijoitus rakennuksen toiseen kerrokseen. Tämä lisää vaatimuksia sisäilman hallintaan niin lämpötilojen kuin kosteudenkin kannalta. Tuloilman kostutusta jouduttiin rajoittamaan talven kuivilla pakkaskeleillä, johtuen vanhoista rakenteista ja ikkunoista. Sisäilman kosteutta ei voida liikaa nostaa suhteessa ulkoilman kosteuteen, koska kosteussulkuja ei ole ja ikkunat ovat vanhoja. Kesäaikaan ilmanvaihdon jäähdytystä voidaan kutsua pääasiallisesti liiallisen kosteuden kuivaamiseksi tuloilmasta. Näsilinnassa täyteen lämpötilan ja kosteuden hallintaan ei ollut mahdollisuutta, tilanahtauden takia pienennettyjen ilmamäärien johdosta. Täysimittaisen olosuhdehallinnan toteutus ei tässä tapauksessa ollut mahdollista, koska vanhoihin tiloihin ei yksinkertaisesti saatu mahtumaan järjestelmää, jonka se olisi täysimittaisena vaatinut. (Viljanen 2015)

Yhteistyö myös suunnittelussa on tärkeää. Näsilinnan perusrakennuksen suunnitteluvaiheessa iv-suunnittelun ja arkkitehtien hyvä yhteistyö mahdollisti hyvään lopputulokseen pääsemisen. Arkkitehtien ymmärrys ilmanvaihdon tilantarpeesta oli hyvää, joka on edellytys toimivan ilmanvaihdon suunnittelulle. (Viljanen 2015)

4 ILMANVAIHTOURAKAN TALOUSNÄKÖKULMIA

4.1 Maksuerätaulukko

Maksuerätaulukko on taulukko, jonka perusteella urakan tilaajaa laskutetaan urakan etenemisen mukaan. Siitä selviävät maksuerän numero, prosenttiosuus koko urakkasummasta, erän summa sekä kuvaus työvaiheesta, joka pitää olla tehtynä, jotta kyseinen erä on maksukelpoinen. Maksuerän vaatiman työsuorituksen toteutumisen varmentaa, pääurakkaan alistetussa sivu-urakassa, kohteen lvi-valvoja ja työmaan vastaava mestari.

Maksuerätaulukkoa laadittaessa pidetään pääsääntönä, että maksut seuraavat urakkasuorituksen edistymistä siten, että osamaksut ovat oikeassa suhteessa sekä koko urakkahintaan että kulloinkin kysymyksessä olevaan urakkasuorituksen vaiheeseen. (LVI 03-10316). Taulukkoa suunniteltaessa on tärkeää pitää mielessä kohteen erityispiirteet ja mahdolliset kompastuskivet erän maksamisessa. Erien olisi hyvä olla pilkottuna riittävän pieniksi, jotta rahavirta yritykselle saataisiin pidettyä tasaisena eikä urakkaa laskutettaisi liian isoina paloina. Tällöin vältetään laskujen liian pitkä aikaväli ja rahan saannin hitaus.

Osasuoritusten pilkkominen riittävän pieneksi riippuu myös kohteen koosta. Myös asennettavat alueet on hyvä pitää mielessä erä mietittäessä. Esimerkkinä, hieman isomman kohteen erä voisi olla: ”kun konehuone x kanavistot asennettu 50 %”. Taas pienemmän kohteen eräksi riittäisi ”kun konehuoneen kanavat asennettu”.

Isommat hankinnat on myös pidettävä mielessä. Muun muassa ilmanvaihtokoneet, huuvat, höyrykostuttimet, huippumurit ja niin edespäin, on jaksotettava omina maksuerinä. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden laskutuksen maksuerä voisi olla: ”kun ilmanvaihtokoneet toimitettu ja asennus aloitettu”. Näin saadaan mahdollisimman nopeasti paikatua ilmastointikoneiden ostosta johtuva vaje kassassa.

4.1.1 Maksuerien laskutus

Maksuerien laskutus on asia, josta projektinhoitajan on huolehdittava. Projektinhoitaja tietää parhaiten ja on ajantasaisimmin perillä siitä mitkä erät ovat kulloinkin laskutuskelpoisia. Käytännössä projektinhoitaja tulostaa maksuerälähetteen ja hankkii siihen urakka-asiakirjoissa mainittujen henkilöiden kuittaukset. Tämä dokumentti lisätään sähköisen laskun liitteeksi ja kyseessä oleva maksuerä laitetaan laskutukseen. On tärkeää, että projektinhoitaja huolehtii maksuerän laskutukseen heti kun se on työsuorituksen osalta mahdollista, jotta rahavirrat saadaan pidettyä tasapainossa.

Vaikka maksuerätaulukko olisi hyvin ja ajatuksella laadittu, saattaa kuitenkin tulla ongelmia maksuerien laskutusten kanssa. Tällainen tilanne voi syntyä esimerkiksi silloin kun tarvittavia rakenteiden reikiä ei päästä tekemään aikataulun mukaisesti. Näin ollen myöskään kanavointeja ei päästä tekemään aikataulun mukaisesti. Näsilinnassa tällaisen ongelman aiheutti odottamaton haitta-aine löytö vesikaton rakenteista.

4.2 Projektiseuranta

Projektin taloudellinen seuranta on oleellinen asia projektinhoitajan työssä. On tärkeää olla perillä mikä on projektin taloudellinen tilanne. Erityisen tärkeää on myös olla perillä juurikin maksuerätaulukosta ja siitä mitkä erät on laskutettu ja mitkä laskuttamatta. Lisäksi on oleellista pitää lisä- ja muutostöistä koontilistaa sekä olla myös tässä perillä mitkä hyväksytyistä lisätöistä on laskutettu ja mitkä ei.

Projektin seuraamiseksi löytyy nykyään tietokoneohjelmia, joilla urakan talouden seuraaminen onnistuu helposti ja tehokkaasti. Ohjelmista löytyy ominaisuuksia, joilla saadaan toteutettua muun muassa urakan maksuerien hallinta ja nähtyä urakan kokonaistilanne menoineen ja tuloineen.

Eräänä projektiseurannan työkaluna voidaan pitää myös projektin sähköistä projektipankkia. Tällainen projektipankki löytyy nykyään varsinkin jokaisessa isommassa rakennushankkeessa. Lisäksi useat rakennuttajat vaativat sen käyttöä. Projektipankkiin lisätään jakeluun muun muassa kaikkien kokousten ja katselmusten pöytäkirjat, kaikkien suunnittelualojen suunnitelmat ja huoltokirja-aineistot. Projektipankki on hyvä paikka projektinhoitajalle esimerkiksi lisäyötarjousta tehdessä, koska paikasta löytyy kaikki suunnitelmat muutoshistorioineen lajiteltuna. Tämän avulla pystyy nopeasti löytämään

urakkalaskennan viimeisimmän suunnitelman, jonka perusteella tarjous on jätetty ja vertaamaan sitä uusimpaan työpiirustukseen, johon muutos on tehty. Tämä helpottaa lisä- ja muutostöiden materiaalien keräystä suunnitelmista selvästi.

4.3 Lisä- ja muutostyöt

Lisä- ja muutostyöt ja niiden suhteellisen suuri määrä ovat todennäköisiä korjausrakentamisessa. Tällaisessa historiallisessa perusparannuskohteessa lisä- ja muutostyöt johtuvat pääasiassa vasta työn aloittamisen jälkeen todettavista suunnitelmapuutteista. Usein tämä johtuu asioista, joita ei ole pystytty suunnitteluvaiheessa huomioimaan. Pelkistetyksi sanottuna lisä- ja muutostyö on sellainen työ, jota ei ole pystynyt urakkalaskenta vaiheessa rakennuttajan antamista tiedoista tarjoukseen laskemaan.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot eli YSE 98 on tärkeä asiakirja projektista vastaavalle. Usein urakkasopimuksissa viitataan kyseiseen teokseen ja urakassa noudatetaan sen asettamia ehtoja muun muassa lisä- ja muutostöissä. Vaikka usein puhutaan pelkistä lisätöistä, YSE 98 kuitenkin erottelee lisätyön ja muutostyön käsitteistössään. Edellä mainittujen sopimusehtojen mukaan lisätyö on suoritus, joka ei urakkasopimuksen mukaan kuulu kyseessä olevan urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen. Muutostyö taas on, saman käsitteistön mukaan, sopimuksen mukaisten suunnitelmien muuttamisesta aiheutuva urakoitsijan suorituksen muutosta. YSE 98 määrää urakoitsijan velvollisuudesta suorittaa tilaajan vaatimat muutostyöt, kun taas vastaavaa velvoitetta ei mainita lisätöistä. Lisäksi muutostöiden osalta on tarkemmin määrätty työn hinnoittelusta, kun taas lisätöissä vaikutukset on jätetty urakoitsijan ja tilaajan välillä sovittaviksi. Edellä mainitut seikat ovat lisätyön ja muutostyön käsitteellisen erottamisen taustalla. (Oksanen, Laine & Kaskiaro 2010, 164-165). Käytännössä työmailla puhutaan usein pelkästään lisätöistä ja lisätyötarjouksista.

Mahdollisen lisätyökohteen havaittuaan projektinhoitaja keskustelelee siitä lvi- valvojan kanssa ja tekee siitä aina lisätyötarjouksen ennen työn aloittamista. Lisäksi tarjouksesta pitää saada hyväksytty päätös ennen työn aloittamista. Lisätyötarjouksessa tulee löytyä lisätyökohteen materiaalit sekä niistä laskettuna yleiskustannuslisä urakkasopimuksen mukaan. Lisäksi on löydyttävä erikseen työn kustannus sekä koko lisätyön hinta. Lisätöitä tarjottaessa on myös olennaista huomioida niiden mahdollinen vaikutus aikatau-

luun. Jos lisätyö on laajuudeltaan työläämpi ja sitoo resursseja urakan alkuperäiseen aikataulun mukaisista töistä, pitää siitä mainita tarjouksessa. Lisätyö numeroidaan juoksevilla numeroinnilla.

Urakkaohjelmassa määrätään kuka päättää ja antaa luvan lisätöiden toteuttamiseksi. Lisätyötarjous on hyväksyttävä siitä päättävällä henkilöllä ja lisäksi se on kirjattava pöytäkirjaan seuraavassa työmaakokouksessa. Lisätyön laskutus tapahtuu, kun lisätyö on tehty. Laskutus on myös tässä tapauksessa syytä tehdä heti työn valmistuttua, jotta taloudellinen tasapaino pysyy projektissa.

5 ILMANVAIHTOURAKAN TOTEUTUS

5.1 Aikataulu

Aikataulun laatiminen on ensimmäisiä asioita, joka tehdään rakentamisvaiheen alkaessa. Usein aikataulun laatiminen tapahtuu pääurakoitsijan johdolla ja se tehdään perinteiseen janakaavio malliin. Pääurakoitsija tekee janakaaviopohjan, johon se lisää omat rakentamisvaiheensa ja niiden aikataulutuksen. Tämän jälkeen pääurakoitsija lähettää aikataulun kommentoitavaksi muille urakoitsijoille. Tämä tarkoittaa sitä, että tähän pohjaan lisätään oman urakan työvaiheet ja niiden kestot.

Aikataulun laadintaan löytyy ohjeistuksia, jotka sisältävät ohjeellisia työaikamenekkejä ja aikataulunimikkeitä ilmanvaihtotöille. Esimerkiksi LVI-kortti LVI 04-10411 antaa varsin hyvän pohjan ilmanvaihtotöiden aikataulun laatimiselle. Tärkeintä on kuitenkin varata realistinen aika työsuoritteelle, jotta aikataulun voi todellisuudessa myös pitää. Korjausrakentamisen kohteessa aikataulun määrittäminen on luonnollisesti hankalampaa ja vaiheille olisi suotavaa varata tarpeellista varmuusvaraa. Aikataulun tarkastus kokeneemman projektinvetäjän avulla on myös tärkeää, koska varsinkin vaativassa saneerauskohteessa jotain saattaa unohtua tai varatut ajat olla liian tiukkaa.

Historiallisen kohteen aikataulussa paineita koituu myös muista urakoitsijoista. Huonos- sa tapauksessa toisen urakoitsijan viivästys kertautuu helpolla myös omaan urakkasuoritukseseen. Vaikka aikataulun teossa työsuoritusten porrastus on huomioitu muiden urakoitsijoiden vaiheiden kanssa sopimaan, saattaa ongelmia töiden aloituksen jälkeen ilmetä.

Näsilinnassa tehtiin yllä mainittuun tapaan janakaavio –tyyppinen aikataulu ennen töiden aloitusta. Aikataulusta laadittiin uusi revisio tilaajan pyynnöstä, kun lisätyöt olivat kasvattaneet urakka-aikaa siten, että vanhassa aikataulussa ei voitu pitäytyä. Uusi aikataulu laaditaan samalla periaatteella, jossa pääurakoitsija päivittää oman osansa aikataulusta ja lähettää sen kommentoitavaksi muille urakoitsijoille. Kun kommentit ja päivitykset aikatauluun on yhteen sovitettu, hyväksytetään se tilaajalla työmaakokouksessa. Tämän jälkeen aikataulu on virallinen ja siinä on pitäydyttävä. Loppujen lopuksi aikataulussa venyminen realisoituu, kun urakkaohjelmassa määrätty mahdolliset sakolliset

välitavoitteet menevät yli. Tällöin tilaajalle on osoitettava, että viivästys ei johdu omasta suorituksesta (ns. käännteinen tiedonantovelvollisuus). Kun syyllinen aikataulun viivästymiseen on selvinnyt, tulee kyseisen tai kyseisten urakoitsijoiden korvata työpäivää kohti määrätty viivästyssakko sekä viivästyksestä johtuvat välilliset tappiot, jotka pystytään selvästi osoittamaan. Urakkaohjelmassa on määrätty jokaisen urakoitsijan prosentuaalinen viivästyssakon suuruus arvonlisäverottomasta urakkasummastaan.

5.2 Kokoukset

Rakennusprojektin sujuvan etenemisen varmistamiseksi projektin varrella pidetään erinäisiä kokouksia. Tässä osuudessa on kerrottu projektin läpiviennissä tärkeimmistä ja yleisimmistä kokouksista. Muita kokouksia projektin aikana ovat muun muassa aloituskokous ja vastaanottotarkastus. Kokouksiin osallistuminen on pakollista ja poissaolo sallittua vain pakottavasta syystä ja siitä on ilmoitettava etukäteen. Työmaakokousten ja urakoitsijakokousten tärkeys korostuu Näsilinnan kaltaisessa vaativassa kohteessa. Kokouksista laadittavat pöytäkirjat ovat virallisia asiakirjoja, joihin palataan tarvittaessa epäselvissä tilanteissa. Tästä syystä on tärkeää tarkastaa, että kokouksesta tehty pöytäkirja on kokouksen kulun mukainen. Mahdolliset huomautukset on toimitettava mahdollisimman nopeasti kokouksen pöytäkirjanpitäjälle, kuitenkin viimeistään ennen seuraavassa kokouksessa tapahtuvaa edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksymistä.

5.2.1 Työmaakokoukset

Työmaakokoukset järjestetään yleensä kuukauden välein ja niihin osallistuu laajalaisesti projektin osapuolia. Osallistujia ovat kaikkien urakoitsijoiden edustajat, eri suunnittelualojen edustajat, eri urakoiden valvojat, tilaajan edustajat, tilojen käyttäjien ja vuokralaisten edustajat. Lisäksi paikalla voi olla kohteen rakentamista valvova ja ohjeistava edustaja museovirastosta. Työmaakokouksessa käsitellään asioita kokouksen esityslistan mukaan, joka lähetetään asianosaisille ennen kokousta. Kokouksessa käsitellään monien eri osapuolten asioita, joten työmaakokoukset ovat tärkeitä varsinkin tällaisissa historiallisten kohteiden korjausrakentamisen projekteissa. Huomioitavaa ilmastointiurakoitsijan osalta on myös se, että työmaakokouksissa pitää hyväksyttää kokousvälillä jätetyt lisätyöt sekä laitetoimitukset ja aliurakoitsijat. Jos edellä mainitut täyttävät

urakka-asiakirjoissa määritellyt vaatimukset, ne hyväksytään ja kirjataan työmaakokouksen pöytäkirjaan. Pöytäkirjat ovat virallisia asiakirjoja ja ne tallennetaan projektin osapuolten nähtäviksi esimerkiksi projektipankkiin.

5.2.2 Urakoitsijakokoukset

Urakoitsijakokoukset järjestetään yleensä viikon välein. Urakoitsijakokouksiin osallistuu eri urakoitsijoiden edustajat sekä tilaajan etua valvovat eri urakkasuoritusten valvojat. Urakoitsijakokouksella kootaan urakoitsijoiden edustajat yhteen ja se on enemmän käytännön asennusteknisiä asioita varten järjestettävä tilaisuus. Urakoitsijakokouksissa ei siis hyväksytetä tavarantoimittajia tai aliurakoitsijoita eikä lisätyötarjouksia. Tärkeimpänä tehtävänä on työvaiheiden ilmoittaminen ja seuraavista työvaiheista ja niiden ajoittamisesta sopiminen sekä muista käytännön asioista sopiminen.

5.2.3 Työvaiheilmoitus

Urakoitsija on velvoitettu toimittamaan ennen jokaista työmaakokousta ja urakoitsijakokousta työvaiheilmoituksen oman urakkasuorituksensa valvojalle sekä kokouksen tai palaverin kirjaajalle. Lisäksi työvaiheilmoituksen voi lähettää samalla muille projektin henkilöille, joiden saattaisi olla hyödyllistä saada työvaiheilmoitus käsiinsä ennen kokousta.

Työvaiheilmoitukseen on hyvä kirjata asiat, jotka haluaa kirjata pöytäkirjaan kokouksissa. Työvaiheilmoitukset ovat aina liitteenä kokouksen pöytäkirjassa ja tämän takia asioiden kirjaaminen työvaiheilmoitukseen ja mainitseminen kokouksessa on tärkeää. Mahdollisen ongelmatilanteen ilmestyessä myöhemmässä vaiheessa projektia, on tärkeää, että pöytäkirjasta löytyy oma huomautus asiasta.

Työvaiheilmoitukseen löytyy yleensä valmiita pohjia yritykseltä, joihin kirjoitetaan käynnissä olevat työvaiheet, vahvuus työmaalla sekä muita asioita jotka pitää ottaa esille kokoontumisessa. Liitteessä 1 esimerkki Näsilinnan työvaiheilmoituksesta.

5.3 Hankinnat

Materiaalihankinnat ovat suuressa osassa ilmanvaihtourakan läpiviennissä. Suurin hankinta ilmanvaihtourakassa on ilmanvaihtokoneiden hankinta. Lisäksi suuria ostoja ovat huippuimureiden, aksiaalipuhaltimien, keittiön huuvien ja päätelaitteiden hankinnat, niiden määrästä riippuen. Myös esimerkiksi höyrykostuttimet ovat suuri yksittäinen hankinta. Yleensä näissä hankinnoissa voi hyötyä siitä, että ostaa mahdollisuuksien mukaan kaikki samalta toimittajalta, näin saaden yleensä alennusta, koska osto on suurempi. Ennen hankintapäätöksen tekoa on hyvä tarkastaa urakan laskentadokumenteista kuinka paljon rahaa kyseiselle hankinnalle on laskentavaiheessa varattu. Jos summa on jostain syystä suurempi kuin laskentavaiheessa, on syytä tarkastaa syy ja tehdä sen mukaan tarvittavat toimenpiteet. Projektinhoitajalle on tärkeää olla perillä myös laskentavaiheen dokumenteista. Koska projektin materiaalihankinnat ovat projektinhoitajan vastuulla, on hän myös vastuussa niiden osalta projektin pitämisessä budjetissa.

Myös kanavien, äänenvaimentimien, palo- ja säätöpeltien hankinnat ovat mittava osa projektin budjettia. Nämä hankinnat tehdään yleensä suoraan valmistajalta tilaten työmaalle. Tilaukset kannattaa jakaa järkevän kokoisiin osiin, kohteen varastointitilan mukaan. Näsilinnan tapauksessa varastointitila oli hyvin rajallinen, joten esimerkiksi kanavat ja osat piti tilata kerroksittain työn etenemisen mukaan. Pienemmät kiirehankinnat voidaan hankkia lvi-tukuista tarpeen mukaan. Asennustarvikkeiden, kuten kannakointi, kiinnitys ja tiivistysmateriaalien hankinnoissa on myös hyödyllistä pyrkiä asioimaan suoraan materiaalivalmistajien kanssa ja tehdä niin sanottu isompi tilaus tehtaalta, esimerkiksi projektin alkuvaiheessa. Täydentävät tarpeet voidaan hakea tukkuliikkeestä.

Järkevän materiaalikäytön vuoksi on tärkeää, että työmaalla olevat asentajat ovat hyvin perillä työmaalla olevista materiaaleista. Kun asentajat ovat perillä mitä tavaraa työmaalta löytyy, pysyvät hävikit hyvin hallinnassa eikä materiaalin useampaan kertaan ostoja tapahdu. Lisäksi tällä tapaa saadaan hyödynnettyä niitä osia, jotka ovat mahdollisesti jääneet yli aikaisemman osuuden asennuksista. Tärkeää projektinhoitajalle ilmanvaihtourakan hankintoja tehtäessä on omalla toiminnallaan pyrkiä minimoimaan materiaalihävikit, koska kaikki hävikit ovat hukkaan heitettyä rahaa, syöden yrityksen projektista saamaa katetta.

Hankintojen oikea ajoitus on oleellinen huomio, joka korostui varsinkin Näsilinnan, normaalia haastavammassa korjausrakentamisen ympäristössä. Materiaalitulaukset joutuivat tekemään tarkasti aikataulu ja varastointitila huomioon ottaen, pitäen kuitenkin toimitusajat mielessä. Lisäksi on syytä olla tietoinen eri tuotteiden toimitusajoista ja huomioitava lomien, erityisesti kesälomien, vaikutukset materiaalien toimitusaikoihin. Varsinkin huuviin, päätelaitteiden, ilmastointikoneiden, huippuimureiden ja höyrykostuttimien toimitusajat ovat pitkiä. Lisäksi on hyödyllistä muistaa että, rasvakanavan saataavuus lyhyellä varoitusaikalla on haastavaa, koska tukkuliikkeet eivät pidä sitä hyllyvalikoimassaan.

5.4 Työmaalogistiikka

Työmaalogistiikan järjestely kuuluu oleellisesti projektinhoitajan tehtäviin. Kuljetusten ajoittaminen ja kuorman purkuja varten, esimerkiksi kurottajan tilaaminen on osa työmaalogistiikkaa. On syytä muistaa, että varsin usein materiaaleja valmistajilta tilattaessa ei kuljetusautoissa ole kuorman purkuun tarpeellisia välineitä. Tämän takia esimerkiksi kurottajan tilaaminen työmaalle kuorman purkuun on tärkeä asia, joka saattaa helposti projektinhoitoharjoittelijalta aluksi unohtua.

Näsilinnassa työmaalogistiikkaa voitiin sanoa haastavaksi tilanahtauden takia. Parannusehdotuksena vastaavia työmaita varten, voisi harkita isomman parkkitilan tekemisen mahdollisuuksien mukaan sekä tarkemman työmaasuunnittelun. Varsinkin jälkimmäisellä asialla on suuri vaikutus koko työmaan toimintaan. Edellä mainitusta johtuen parkkitilaa autoille oli hyvin vähän, joka aiheutti ongelmia siinä, että työmaalle tulevat kuljetukset eivät mahtuneet ajamaan paikalle, johon kuorma oli suunniteltu purkaa.

Materiaalien varastointitilat olivat Näsilinnassa työmaalla varsin niukat. Tämä aiheutti haasteita juuri ilmanvaihtourakan kohdalla. Ilmanvaihtokanavat ja osat ovat verrattain suuria ja näin ollen niiden varastointi saattaa tuottaa ongelmia. Samalla pitää muistaa ilmanvaihtokanavien ja osien puhtaudesta huolehtiminen. Tämä johtaa siihen, että ilmanvaihdon materiaaleja ei voi sijoittaa mihin sattuu ja niiden puhtaana pysymisestä on aina huolehdittava. On myös järkevää huolehtia siitä, että materiaalit ovat helposti varastointitilasta löydettävissä ja asennuspaikalle siirrettävissä. Näsilinnan kaltaisella

työmaalla helpoiten tähän tulokseen päästään sillä, että materiaaleja tilataan tarpeeksi pienissä erissä vaikka se onkin enemmän resursseja kuluttavaa.

5.4.1 Nostot ja haalaukset

Nostojen ja haalausten tarkka suunnittelu on avainasia niiden onnistumisessa. Ensimmäinen huomioitava asia on haalausaukkojen koot. Konehuoneiden kammioiden, kant-tikanavien ja ilmanvaihtokoneiden osien koko suunniteltava sen mukaan minkä kokoi-nen on pienin kohta, josta se pitää kuljettaa läpi. Tämä korostuu historiallisissa kohteis-sa, joissa aukkoja ei aleta suurentamaan vääränpokoisena tilatun materiaalin takia.

Näsilinnassa ilmanvaihtokoneiden ja konehuoneosien nostot toteutettiin kurottajalla. Julkisivukunnostustöiden takia rakennus oli sääsuojan peitossa ja materiaalit oli nostet-tava vesikatolle tekemällä aukko telineisiin ja peitteisiin. Tästä materiaalit saatiin suojan kyljestä sisään ja tätä kautta vesikatolle. Ongelmia tuotti ahdas piha ja kurottajan puo-min taittuminen sääsuojan sivusta sisään.

Nostoissa ja telineissä on noudatettava urakkarajaliitteen kohtia. Urakkarajaliitteessä määrätään kuuluvatko nostot ja telineet omaan urakkaan vai ei. Nostot ja telineet voivat joko kuulua omaan urakkasuoritukseen tai pääurakoitsijalle.

5.5 Vuorovaikutus muiden urakoitsijoiden kanssa

Vuorovaikutus muiden urakoitsijoiden ja projektin osapuolten kanssa on tärkeä osa pro-jektin läpivientiä. Projektissa kuin projektissa on tärkeää olla hyvissä väleissä muiden projektin osapuolten kanssa. Toimeen tuleminen kaikkien projektin osapuolten kanssa on ehto myös vaativan rakennusprojektin onnistumisen kannalta. Riitaantumisella ei koskaan saavuteta tehokkaasti hyvää lopputulosta. On olennaista pitää muita ajan tasalla ja sopia työvaiheita ennakkoon muiden urakoitsijoiden kanssa. Jokaisen osapuolen on myös hoidettava oma työnosuutensa sovitun aikataulun puitteissa, jotta siitä eivät mui-den työt häiriinny.

5.6 Ilmanvaihtokonehuoneet

Näsilinnan konehuoneet saatiin sovitettua kolmannen kerroksen tiloihin. Tilanahtaus tosin oli vaikuttava tekijä ja varsinkin isompi konehuone on varsin täynnä tekniikkaa, vaikka ilmastointijärjestelmän koossa jouduttiinkin hieman tinkimään. Konehuoneissa käytettiin erityisratkaisuja, jotta koneet ja kanavat mahtuivat tilaan. Kumpaakin isompaan ilmanvaihtokoneeseen tehtiin kulmayhdeosa, jolla käännettiin koneen loppupää toiselle seinälle. Näin saatiin koneet mahtumaan tilaan, jonne se ei olisi osat peräkkäin asennettuna mahtunut. Ilmanvaihtokoneet on sijoitettu teräspalkkien päälle, koska konehuoneen lattian kantokyvystä raskaille ilmanvaihtokoneille ei voitu varmistua. Teräspalkit jakavat koneiden painon seinärakenteelle, joka Näsilinnassa on puolimetriä vahvaa massiivitiilirakennetta. Konehuoneet on vuorattu ääneneristyslementein, kuten muissakin kohteissa, jotta meluvaikutukset saadaan minimoitua. Poikkeuksena yleensä rakennettaviin konehuoneisiin, tilassa olleet kaksi ovaalinmallista ikkunaa saatiin säilytettyä tilassa.

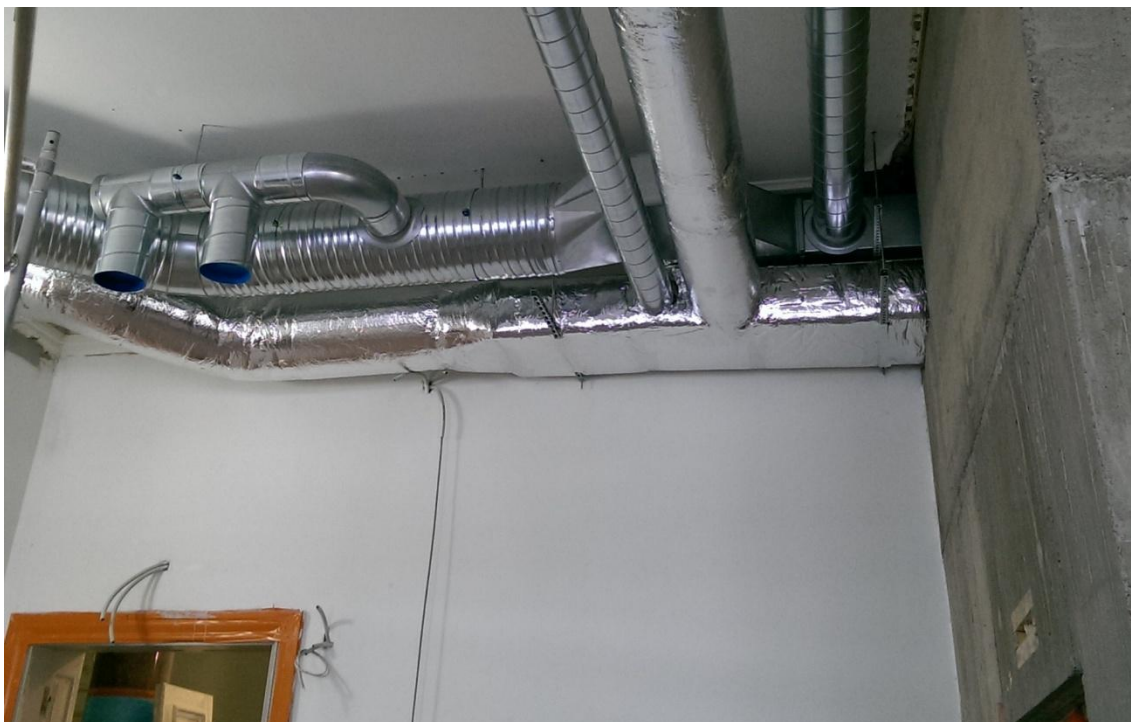
Ilmanvaihtourakan kannalta on tärkeää huolehtia, että ilmanvaihtolaitteiden ja kanavien asennus suoritetaan varsinkin konehuoneissa ensimmäisenä, heti kun rakennustekniset työt on saatu tehtyä riittävän pitkälle. Koska ilmanvaihtolaitteet ovat kooltaan suurimpia, on loogista, että ne asennetaan ensimmäisenä paikoilleen. Tällä menettelyllä voidaan parhaiten varmistaa eri järjestelmien mahtuminen erityisesti ahtaisiin tiloihin. Apuna Näsilinnan konehuoneasennuksissa olivat myös konehuoneiden suunnitelmien aksonometriset kuvaukset, joiden avulla asentajat paremmin hahmottivat varsin ahtaan konehuoneen asennusten sijoittelua.

5.6.1 Suorakaidekanavien käyttö ja mitoitus

Suorakaidekanavien ja osien mitoitus on myös osa projektinhoitajan työtä, vaikka joskus myös kokeneemmat asentajat hoitavat tätä aikansa riittäessä. Kanttikanavien ja osien käyttö korostuu usein juurikin saneerauskohteissa tilanahtauden vuoksi. Kanttikanavien käyttö tulisi kuitenkin minimoida, koska niiden virtaustekniset ominaisuudet ovat huonommat ja niiden valmistus on kalliimpaa. Kuitenkin aina koneiden perään tulevat kammiot ovat osavalmistusverstaalla tehtäviä. Raitisilmakammioihin on muistettava suunnitella viemäriyhteet veden poistamista varten. Lisäksi kammioihin on oleel-

lista tehdä riittävän suuret puhdistusluukut tarkastuksia ja puhdistuksia varten. Kammioiden ja kanavien valmistuskoko on mietittävä haalausaukkojen kokoa silmällä pitäen, jotta osat saadaan siirrettyä asennuspaikalle. Juuri haalausaukkojen koko määräsi suurelta osin kanttikanavamitoituksia Näsilinnassa. Haalausreitillä oli usea pieni aukko, joista piti saada osat läpi.

Näsilinnassa kanttikanavien käyttö saatiin pidettyä niin pienenä kuin oli tarve. Kanttikanavat rajoituivat konehuoneisiin sekä ravintolan ja kahvilan kanttikanavointeihin (kuva 3). Kanttikanavien määrä saatiin pidettyä suunnitelmien mukaisena. Ahtaimmat sovitukset olivat ison konehuoneen ilmastointikoneiden raitis- ja jäteilmapäiden kanavoinnit sekä höyrykostuttimien höyrynjakoputkien vaatimien alumiinikanavien sovitus paikalleen.



Kuva 3. Kahvilan kanavointien ulostulo hissikuilusta.

Länsipäädyn isossa konehuoneessa (kuva 4), koneen TK01 raitisilmakanava käännettiin suunnitelmien mukaisesti pidempi sivu päinvastaiseen suuntaan, jotta kaikki asennukset saatiin sovitettua. Liitteessä 2 tilauspiirros, jonka perusteella osat on tehty osavalmistusverstaalla.



Kuva 4. Näsilinnan länsipäätyyn rakennettu ilmanvaihtokonehuone.

5.7 Kylmätekniset työt Näsilinnassa

Näsilinnassa ilmastoinnin jäähdytyksen suorahöyrysteiset jäähdytyslaitteet ja niiden asennus olivat alistettuna ilmanvaihtourakkaan. Koska kylmätekniset työt olivat osa ilmanvaihtourakkaa lisääntyi projektinhoitajan vastuu kyseisiltä osin. Myös tästä osialueesta on oltava perillä ja tietää missä vaiheessa työt etenevät ja mitä tehdään seuraavaksi. Tämä muun muassa siksi, että työmaa- ja urakoitsijakokouksissa projektinhoitajan pitää osata vastata kaikkiin kysymyksiin, jotka koskevat kyseistä urakkasuoritusta.

Kylmätekniikan ollessa oma erityisosaamisen ala, joudutaan kyseiset työt ostamaan alihankinta kylmäurakointiin erikoistuneelta yritykseltä. Myös laitteiston mitoitus ja tarkempi suunnittelu kuuluu tämänkaltaisissa kohteissa yleensä kylmäurakoitsijalle. Ilmanvaihtourakoitsijan projektinhoitajan tärkeä tehtävä on huolehtia siitä, että kylmäurakoitsija saa tiedon projektin etenemisestä ja päätetyistä asioista. On myös oleellista toimittaa alihankkijalle kaikki tarvittavat suunnitelmätiedot, jotta väärinymmärryksiltä välttyttäisiin.

Ilmastoinnin jäähdytyksen kompressorilauhduttimet (kuva 5) sijoitettiin Näsilinnassa pohjoissivun alemmalle vesikatolle. Näsijärven sijaitessa juuri rakennuksen pohjoispuolella oli kompressorilauhduttimiin kohdistuva tuulikuorma huomioitava siten, että ne

käännettiin kapeampi sivu järvelle päin. Rakennus sijaitsee korkealla kallion päällä ja tuuli pääsee avoimesti puhaltamaan vesikaton asennuksiin. Tästä johtuen asennuksia tehtäessä on huomioitava myös tämänkaltaiset vaikutukset.



Kuva 5. Ilmastoinnin jäähdytyksen kompressorilauhduttimet.

5.8 Historiallisen kohteen muita erityispiirteitä

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa kohteessa on omanlaisiaan erikoisuuksia, joita ei muissa kohteissa ole. Tärkeää on asennoitua kohteen arvon mukaisella tavalla, jotta parhaaseen ja laadukkaaseen lopputulokseen päästäisiin. Arvokkaassa kohteessa työskentelevän tulisi olla motivoitunut ja kohteen arvon tunteva. Lisäksi hyödyllistä olisi, jos vähintään eri urakoiden työnjohdon henkilöt lukisivat kohteen rakennushistoriallisen selvityksen ja olisivat näin ollen perillä rakennuksen historiallisista arvoista.

Historiallinen kohde vaatii erinäisen määrän mittatilausvalmistusta vaativia materiaaleja. Näsilinnassa erityistä rakentamisen aikaista suunnittelua urakoitsijalta vaati alapohjan tuuletuksen korvausilmanoton tuuletusputket eli tuubiputket. Rakennusvaiheessa tuli ilmi, että alun perin säleiköillä toteutettavaksi suunnitellut ilmanotot jäävät liian matalalle sokkelissa. Tästä johtuen lisättiin alapohjan tuuletusputket, joiden tuenta hoidettiin betonivalulla (kuva 6). Näin saatiin jätettyä näkyville tulevat kannakkeet pois. Tuubi-

putkien mitoitus piti tehdä jokaiselle putkelle erikseen huomioon ottaen sokkelin korkeus ja riittävä mitta maahan menevää putkea, jotta tuentavalu saatiin tehtyä.



Kuva 6. Alapohjan korvausilmaputki.

Näsilinnan perusparannuksessa kohteeseen asennetun talotekniikan määrä on huomattava. Esimerkiksi rakennuksen kolmannen kerroksen länsipäädyssä sijaitsevan varastotilan (kuva 7) talotekniset asennukset täyttävät tilan katon. Varaston katossa ei ennen perusparannuksen aloitusta ollut muita asennuksia kuin tilan valaisin.



Kuva 7. Kolmannen kerroksen länsipään varaston talotekniikan asennukset.

5.8.1 Päätelaitteet

Näsilinnassa päätelaitteet ja niiden huomaamaton sijoitus sekä häivytykset toivat omia haasteitaan. Suurten syrjäyttävien tuloilman päätelaitteiden asennus kohteeseen oli haastavaa ja ainutlaatuista. Vanhoja massiivitiilirakenteisia seiniä jouduttiin lävistämään paljon ja tehtävät reiät olivat suuria. Tällä tavalla kuitenkin saatiin ilmastointijärjestelmät häivytettyä mallikkaasti seinien sisään. Päätelaitteiden lopullinen naamiointi näyttelytiloissa toteutettiin rakennusliikkeen asentamalla erikoiskuviodulla terässäleiköllä (kuva 8).



Kuva 8. Toisen kerroksen näyttelytilan poisto- ja tulopäätelaitteet.

Päätelaitteista puhuttaessa voidaan mainita myös vesikatolle sijoitetut kahden isoimman ilmanvaihtokoneen raitisilman lumisuoja-aleiköt ja jäteilman ulospuhallushajottajat. Jäteilmalaitteet ovat vanhaa piippua jäljitteleviä, kohtisuoraan ylöspäin puhaltavia ulospuhalluslaitteita. Raitisilmanoton laitteet ovat toteutettu tuomalla eristetty suorakaidekanava vesikaton läpi sopivaan korkeuteen ja asentamalla tähän kylkeen lumisuoja-aleikkö. Lopuksi julkisivu-urakoitsija on pellittänyt piiput ja raitisilmakanavat arkkitehdin määräämään värisävyyn (kuva 9).



Kuva 9. Näsilinnan länsipäädyn vesikaton ulospuhallus- ja ilmanottolaitteita.

5.8.2 Ilmastointiasennusten sovitukset vanhoihin rakenteisiin

Vanhaa ja historiallisesti arvokasta kohdetta korjatessa ongelmia tulee hyvin todennäköisesti ilmanvaihtokanavistoja ja -laitteita asennettaessa osaksi vanhaa rakennusta. Jo suunnitteluvaiheessa on tiedossa tilanahtaus tietyissä paikoissa ja suunnitelmat tehdään mahtumisen rajoilla. Vaikka suunnitelmat on tehty realistisesti voi asennusten tilantarve tulla yllätyksenä vielä asennusvaiheessakin. Näsilinnassa tällainen ongelmatilanne realisoitui kun rakenteita avattiin ja tehtiin reikiä ilmanvaihtoasennuksia varten. Rakenteista löytyi esimerkiksi kantavia teräspalkkeja tai muita rakenteita, jotka ahdistivat asennusten tilaa entisestään tai jouduttiin miettimään asennusreittejä uudestaan.

Ilmastointiasennusten sovituksesta kertoo selkeimmin poiminnot kohteen kahdesta eri paikasta. Ensimmäisen poiminnan (kuva 10) paikassa on nähtävissä hormi, josta kulkee kuusi eri ilmanvaihtokanavaa. Kanavien paljous ja tiettyjen kanavien paloeristeen tarve tuottaa haasteita asennusten mahtumiselle. Vaikean sovituksesta teki keittiön huuva-poiston rasvakanava, jonka halkaisija on 400 mm ja kanava vaatii lisäksi EI120 -luokan paloeristeen ympärilleen. Kulkuaukon leveys jää lähes minimiin koteloinnin jälkeen. Nähtävissä on konkreettisesti uusien asennusten sovittamisen haastavuus vanhoihin rakenteisiin.

Ullakko-onkaloiden asennustapa (kuva 2) oli valittava siten, että kulku onkaloissa on mahdollista vielä kanavien asentamisen jälkeen. Kanavat on kannakoitu kuilukannakkeilla lautalattiasta ja kanavat on vedetty mahdollisimman matalalla, jotta kulku onkaloissa huoltoja silmällä pitäen on mahdollista.



Kuva 10. Näsilinnan itäpäädyn tiloissa sijaitsevia kanavointeja ja niiden kotelointi.

6 LAADUNVARMISTUS JA URAKAN VASTAANOTTO

6.1 Laadunvarmistus

6.1.1 Laatusuunnitelma

Laatusuunnitelma on osa yrityksen laatujärjestelmää. Laatusuunnitelmasta selviää miten yritys aikoo pitää huolta siitä, että sille asetetut laatuvaatimukset täyttyvät. Laatujärjestelmä ja siihen sisältyvä laatusuunnitelma vaaditaan tilaajasta riippuen, mutta nykyään jokaisessa isommassa urakassa.

Laatusuunnitelma tulee tehdä kohdekohtaisesti vastaamaan kohteen laatuvaatimuksia. Suunnitelma on toimitettava tilaajalle heti urakan alkuvaiheessa. Usein yritykseltä löytyy laatujärjestelmää varten tehdyt asiakirjat, mukaan lukien laatusuunnitelmapohja ja esimerkiksi itselleluovutuksen asiakirjapohjat. Kuitenkin laatusuunnitelma on päivitettävä yksityiskohtaisesti vastaamaan kohteen laatuvaatimuksia. Varsinkin historiallista kohdetta korjatessa tulee laatusuunnitelma olla tapauskohtaisesti laadittu ja tarkasti mietitty. Näin saadaan täsmennettyä ilmastointityöt kohteen arvojen mukaiseksi.

6.1.2 Itselleluovutukset

Itselleluovutukset ovat osa yrityksen laatujärjestelmää. Itselleluovutusten eli asennustyön tarkastusten tarkoituksena on luovuttaa kohde itselle. Tämä tarkoittaa sitä, että projektinhoitaja tarkastaa kohteen kaikki tilat ilmastointiasennusten osalta ja tekee tästä virhe- ja puutelistan. Näin kohde luovutetaan ensin itselle ja vasta tämän jälkeen urakasuorituksen valvoja ja suunnittelija tekevät omat virhe- ja puuteluettelonsa. Tällä menettelyllä kohteen asennustöiden laatu saadaan varmistettua tehokkaammin.

Itselleluovutukset tehdään rakennuksen osat tarpeeksi pieniksi alueiksi jaettuna. Kohteesta riippuen esimerkiksi kerroskohtainen jako on riittävä kuten Näsilinnan tapauksessa. Usein on kuitenkin vaadittua ja suotavaa tehdä virhe- ja puuteluettelosta tilakohtainen. Kaikkien havaittujen puutteiden on tultava selkeästi ilmi itselleluovutus pöytäkir-

jassa ja tila, jossa puute sijaitsee on selkeästi yksilöitävä. Liitteessä 3 Näsilinnan itselle-luovutus –asiakirja.

6.1.3 Paineکoe

Kohteesta riippuen lvi-työselityksessä voidaan vaatia painekoe ilmanvaihtokanaville. Paineکoe on järkevää tehdä siinä vaiheessa, kun kanavat ovat helposti tulpattavissa ja kanavaeristystyksiä ei vielä ole tehty. Jos kanavistossa havaitaan vuotoja painekokeessa, niiden paikantaminen ja paikkaaminen on huomattavasti helpommin tehtävissä verraten tilanteeseen, jossa eristykset on asennettu.

Lvi-työselitys asettaa halutut määritelmät kanaviston painekokeelle. Usein täällä viitataan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 kohtaan 3.7.1. Kohdasta käyvät ilmi sallitut vuotoilmavirrat kullekin tiiviysluokalle. Lvi-työselityksessä määritetään kohteen kanavistojen tiiviysluokka ja haluttu painekokeessa käytettävä koepaine. Paineکokeesta tehdään pöytäkirja, joka luovutetaan tilaajalle.

Näsilinnassa suoritettiin kanavistojen painekoe kohteen lvi-työselityksen mukaisesti. Paineکokeeseen osallistui ilmanvaihtourakoitsijan edustaja sekä tilaajan edustajana urakkasuorituksen valvoja eli lvi-valvoja. Koe suoritettiin ilmanvaihtourakoitsijan laitteistolla. Erityismaininta kohteen painekokeista voi mainita painekoetta varten tehtävien väliaikaisten tulppausten tekemisen haasteet. Tämä on asia, josta painekokeen sujuvuus pitkälti riippuu, kun kanavat on laadukkaasti asennettu. On syytä suunnitella painekokeen toteutusaika niin, että painekokeen tulppaukset ovat mahdollisimman helppoa tehdä ja tulpattavat kanavapääät ovat helposti luokse päästävissä paikoissa. Lisäksi tulppauksien pysyvyyteen on syytä kiinnittää huomiota, sillä kanavien tiiveys testataan yleensä ylipaineella.

6.2 Urakan vastaanotto ja urakan loppuvaiheen töitä

6.2.1 Urakan vastaanotto

Urakan vastaanotossa, sopimuksessa määritellyn työn tulos siirtyy urakoitsijalta työn tilaajalle. Urakan vastaanotto on monivaiheinen tapahtumaketju, jonka päätteeksi tilaaja vastaanottaa urakan. Projektista järjestetään vastaanottotarkastus, josta tehdään pöytäkirja. Pöytäkirjaan kirjataan vastaanoton kannalta oleelliset asiat ja laitetaan jakeluun osapuolten nähtäväksi. YSE 98 71 § määrää luettelomaisesti näistä kohdista, jotka ovat vastaanottotarkastuksessa kirjattava pöytäkirjaan. Viimeistään vastaanottotarkastuksessa on urakoitsijan esitettävä vaatimuksensa rakennuttajalle, muuten mahdollisuus katsoon menetetyksi. Kohde voidaan vastaanottaa, vaikka viimeistelytyötä olisi vähäisissä määrin tekemättä ja ne eivät vaikuta kohteen käyttöönottoon. Vastaanottotarkastuksessa määrätään mahdollisista toimenpiteistä ja niiden takarajoista, jotta viimeisetkin viimeistelytyöt saadaan tehtyä. Vastaanottotarkastuksen jälkeen suoritetaan jälkitarkastus, jossa todennetaan onko mainitut vaatimukset täytetty. Urakoitsijaa sidotaan suorittamaan nämä viimeisetkin työt urakkasuorituksesta maksuerätaulukon viimeisellä erällä, jonka suuruus on yleensä 10 % koko urakkasummasta. Määritteet tämän viimeisen maksuerän vaatimista kohdista löytyvät urakkaohjelmasta.

6.2.2 Toimintakokeet

Talotekniikan toimintakokeilla yksinkertaisesti testataan laitteiden toiminta. Ilmanvaihtourakan kohdalla tämä tarkoittaa sitä, että ilmanvaihtokoneet käynnistetään ensimmäisen kerran. Koska koneet käynnistetään toimintakokeessa, on itselleluovutukset oltava tehtynä ennen toimintakokeiden aloitusta. Näin varmistutaan siitä, että ilmastointijärjestelmien valmiustaso on riittävän pitkällä toimintakokeita varten. Lisäksi rakennuksen valmiustaso on oltava riittävä. Tärkeimpänä on huolehdittava siitä, että pölyäviä työvaiheita ei enää tehdä sekä rakennus on pölypuhtas. Pölypuhtaus on ehdotonta ennen koneiden käynnistämistä sillä kanavien puhtaus vaarantuu heti, jos koneet käynnistetään pölyisissä olosuhteissa.

Toimintakoe suoritetaan yleensä automatiikkaurakoitsijan ja automaatiovalvojan toimesta. Siinä käydään järjestäen läpi kaikki automatiikan toiminta ja kirjataan ylös virheet ja puutteet. Muiden urakoitsijoiden osalta asennukset on oltava valmiit ja heidän asentamansa laitteet toimintavalmiit, jotta niille voidaan suorittaa koekäyttö. Toimintakokeet aloitetaan esimerkiksi ilmanvaihtokoneen testaamisella ja käydään kaikki kohdat ja positiot läpi. Tähän kuuluu esimerkiksi peltimoottorien toiminta, mukaan lukien nii-

den fyysinen sulkeutuminen. Lisäksi käydään läpi säätökaavioissa järjestelmälle määritellyt arvot ja toimintakuvauksen mukainen toiminta. Näistä kootaan puuteluettelo, jonka kohdat on urakoitsijoiden korjattava, jotta kohde voidaan hyväksytysti vastaanottaa ja viimeinen maksuerä saadaan laskutettua.

Suuri osa kiinteistön automatiikkaa liittyy ilmastointiin ja ilmastointilaitteistoihin. Näsi-linnassa asia korostuu, koska ilmapölykäsittely on hieman tavanomaista pidemmälle vietyä. Normaalin ilman lämmityksen ja suodatuksen lisäksi käytetään palautusilmaa sekä ilmaa lisäksi kostutetaan ja kuivataan. Luonnollisesti automatiikka on isossa roolissa, jotta olosuhdehallintaa saadaan onnistuneesti toteutettua.

Toimintakoevalmius tiettyyn aikamääreeseen mennessä on myös usein sakollinen välitavoite, joka on mainittuna urakka-asiakirjoissa. Näin tilaaja varmistuu siitä, että kohteen valmistuminen etenee parhaalla mahdollisella tavalla.

6.2.3 Mittaus ja säätö

Ilmavirtojen mittaus ja säätö on olennainen osa ilmanvaihtourakkaa. Sen oikein tekeminen on laadukkaasti tehdyn ilmanvaihtourakan ehto. Jos mittaus ja säätö tehdään väärin, voidaan muuten mallikkaasti tehty urakka pilata hyödyttömälle tasolle. Mittaus ja säätö voidaan aloittaa hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen. Kun toimintakokeet on valvojan mukaan hyväksytyllä tasolla suoritettu, saadaan lupa aloittaa mittauksen ja säädön työt.

Ilmavirtojen mittauksesta ja säädöstä tuotetaan aina mittaus ja säätöpöytäkirja. Pöytäkirja on luovutettava tilaajalle kohteen vastaanottotarkastukseen. Mittaus ja säätöpöytäkirjasta löytyy tila, jossa mittaus on tehty, päätelaite (tulo vai poisto), mitattu tilavuusvirta, suunniteltu tilavuusvirta sekä poikkeama suunnitellusta tilavuusvirrasta. Lisäksi mittauspaikkaa voidaan joissain tapauksissa havainnollistaa pohjakuvalla, johon mittauspaikat on sijoitettu. Taajuusmuuttajilla varustetuissa puhaltimissa on ilmoitettava millä taajuudella suunnitelmien mukaiset ilmavirrat on saavutettu.

Ilmavirtojen säädön lisäksi lvi-työselityksessä määritetään tarvitseeko kohteesta mitata myös äänitasot. Jos äänitasot on vaadittu mitattaviksi, laaditaan myös niistä pöytäkirja.

Näsilinnan tapauksessa halutut äänenpainetasojen maksimi-arvot eri tiloissa oli lueteltuna lvi-työselityksessä. Muissa tapauksissa noudatetaan Sisäilmastoluokitus 2008 ohjeistusta sisäilmaluokan mukaan tai Suomen rakentamismääräyskokoelmaa D2. Myös sallitut ilmavirtojen mittausarvojen poikkeamat löytyvät edellä mainituista asiakirjoista. Yleensä arvo on $\pm 10\%$ suunnitelmien mukaisista tilavuusvirroista, mutta lvi-työselitys on hyvä tarkastaa ennen mittauksen ja säädön aloittamista.

6.2.4 Käyttö- ja huolto-ohje

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje eli huoltokirja tarkoittaa rakennuksen kiinteistönpi-toa tukevaa asiakirjakokonaisuutta. Rakennuksen huoltokirjasta määrätään Maankäyttö- ja rakennusasetuksen 66 § 1 momentissa. Asetuksen mukaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on löydettävä kaikissa kohteissa, joita käytetään pysyväan asumiseen tai työskentelyyn. Huoltokirjaa varten koottavat dokumentit löytyvät yleensä listattuna lvi-työselityksestä. Huoltokirjaan vaaditaan aina vähintään; kohteen suunnitelmat työnaikaisilla muutoksilla tehtyinä, laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeet, laitteiden ja materiaalien valmistajat ja mallit, mittaus- ja säätöpöytäkirjat, painekoe ym. pöytäkirjat sekä takuuajanhuollot ja suunnitelma niistä urakoitsijan vastuuhenkilön tiedoilla.

Näsilinnan huoltokirja laadittiin sähköisessä muodossa. Sähköisessä muodossa laadittu huoltokirja on hyvää kehitystä huoltokirjan laadinnassa, sillä siitä hyötyvät kaikki osapuolet. Dokumentit löytyvät selkeästi jäsennehtynä, niitä tarvitseville tietysti paikasta. Paperisarjojen säilyvyys on usein varsin huonoa ja aina ei ole tietoa niiden säilytyspaikasta. Isot tilaajaorganisaatiot, kuten Tampereen kaupunki lisäksi kasaavat huoltokirjoja oman ohjeistuksensa mukaan, joka on hyödyllistä huoltoaineiston yhdenmukaisuuden kannalta. Lisäksi käytetään erikseen palkattua huoltokirjakoordinaattoria, joka huolehtii huoltokirja-aineiston kasaamisesta eri osapuolten välillä ja muodostaa saaduista aineistoista yhtenäisen kokonaisuuden. Koordinaattori nopeuttaa ja tehostaa tietojen keräämistä.

6.2.5 Takuu aika ja takuuajanhuollot

Urakan takuu aika alkaa kohteessa, kun kohde on hyväksytysti vastaanotettu. Takuu aika kestää YSE 98 mukaan kaksi vuotta. Tätä noudatetaan, jos urakkasopimuksessa ei ole muuta määritelty. Tämän kahden vuoden aikana urakoitsija vastaa urakkasuorituksensa sopimuksen mukaisuudesta. On myös huomioitava, että lisä- ja muutostyöt kuuluvat takuun piiriin. Kohteeseen vaaditaan tilaajasta riippuen kultakin urakoitsijalta suunnitelma takuuajanhuolloista, joilla varmistetaan järjestelmän toiminta. Ilmastointiurakan kohdalla listaus takuuajanhuolloista tehtävistä toimenpiteistä löytyy lvi-työselityksestä. On muistettava, että yleensä ilmanvaihtokoneiden suodattimien vaihto kuuluu käyttöhenkilökunnalle ja urakoitsijan takuuajanhuollon tekijä vain varmistaa, että suodattimet on vaihdettu. Takuuajanhuoltokäyntejä on yleensä neljä kahden vuoden takuuajalla. Huoltokäynnistä ja tehdyistä toimenpiteistä on otettava kuittaus järjestelmien käyttöhenkilökunnalta. Nämä kuitatut dokumentit on esitettävä kohteen takuutarkastuksessa, joka järjestetään takuuajan päättyessä. Kuitenkin aikaisintaan kuukautta ennen takuuajan päättymistä. Takuutarkastuksessa noudatetaan vastaanottotarkastuksessa määriteltyjä kohtia. Takuutarkastuksen jälkeen kohteen takuu aika päättyy.

7 POHDINTA

Ilmanvaihtourakan läpivienti historiallisesti arvokkaassa kohteessa on haastava ja tavalista enemmän osapuolten aikaa vievä projekti. Tällainen projekti kuormittaa enemmän, mutta on silti antoisa. Olennaista on oikeanlainen asennoituminen ja arvokkaan kohteen arvostaminen ja kunnioittaminen. Pitää tiedostaa ja hyväksyä se, että harvinainen kohde vie enemmän aikaa ja tuottaa enemmän ongelmia kuin tavanomainen kohde. Eteen tuleviin ongelmiin on kehitettävä yhteistyöllä paras mahdollinen ratkaisu vaikka se sitoisi-kin enemmän resursseja. Asennusten ja työn laadusta on pidettävä loppuun saakka huolta. Nämä ovat tärkeimpiä avainasioista, joilla päästään hyvään lopputulokseen.

Käytännön läpiviennin kannalta on tärkeää huomioida aliurakoitsijoiden ajoissa tapahtuva ja riittävän kattava informointi. Erityisesti kaikkien tarvittavien suunnitelmien toimittaminen eteenpäin aliurakoitsijalle on väärinkäsitysten välttämisen takia asia, josta pitää huolehtia. Toinen esiin nostamisen arvoinen asia on laskentadokumentteihin perehtyminen. Jos eri henkilö tekee tarjouslaskennan, on projektinhoitajan perehdyttävä laskennassa tehtyihin valintoihin ja huomioitava ne projektin läpiviennissä. Esimerkiksi hankintoja tehdessä on varmistuttava, että laskentavaiheessa määritetyt summat eivät ylity.

Projektinhoitajalle on hyödyllistä myös Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen sisällön tuntemus. Esimerkiksi lisä- ja muutostöiden menettelyissä YSE 98 tietämys on tärkeää. Lisäksi sivu-urakan alistamisen vaikutuksia on hyödyllistä tuntea. Tämä helpottaa pelisääntöjen hahmottamiseen eri tilanteissa. Mahdollisten viivästysten ilmetessä on muistettava niin sanottu käänteinen ilmoitusvelvollisuus, viivästyksen johtuessa muiden osapuolten suorituksesta. Tällöin on tuotava esille, että viivästys ei johdu omasta suorituksesta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ilmastointitöiden läpivientiä historiallisesti arvokkaassa kohteessa ja samalla taltioida kohtia tämän mittavan perusparannuksen ilmastointitöiden erityispiirteistä. Mielestäni tähän tavoitteeseen päästiin hyvin ja tarpeellisella tasolla. Työstä saa selville asetetun tavoitteen mukaisia asioita, vaikka se ei täysin kattavasti projektin läpiviennin kaikkia vaiheita sisälläkään. Lisäksi Näsilinnan ilmanvaihdon uudistamisen erityispiirteitä tulee varsin hyvin ilmi työstä. Tämän työn

avulla projektinhoitoharjoittelija saa yleisen tason kuvauksen ilmanvaihtourakan läpiviennistä normaalista poikkeavassa kohteessa.

Näsilinnan ilmastointitöiden toteutus oli haasteellinen ja kuormittava projekti. Haastavuudesta huolimatta urakan läpivienti onnistui hyvin ja kohteeseen saatiin rakennettua laadukas ja hyvin toimiva ilmastointijärjestelmä.

LÄHTEET

Hirvikallio, Seija. 15.9.2008. Rakennushistoriallinen selvitys Näsilinna. Tampere.

Kalakoski, Iida (toim.) 2013. Näsilinna 2013. Erikoiskurssi historiallisen arvorakennuksen dokumentoinnista –raportti. Tampereen teknillinen yliopisto. Arkkitehtuurin laitos.

Kulttuuriympäristön ja korjausrakentamisen käsitteitä. Rakennusperintö.fi. Luettu 30.1.2015.

http://www.rakennusperinto.fi/kulttuuriymparisto/kasitteisto/fi_FI/Kasitteisto/

Rakennussuojelu. Museoviraston tietoa rakennussuojelusta. Luettu 30.1.2015.

<http://www.nba.fi/fi/kulttuuriymparisto/rakennusperinto/suojelu>

Viljanen, Juha. Näsilinnan perusparannuksen iv-suunnittelija. Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy. Haastattelu. 19.2.2015.

Maksuerätaulukon laatiminen. LVI-kortti 03-10316. Rakennustieto Oy.

Oksanen, A., Laine, V. & Kaskiaro, K. 2010. Urakkasopimukset. Lakimiesliiton Kustannus.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 98. LVI-kortti 03-10277. Rakennustieto Oy.

Ilmastointityöt. LVI-kortti 04-10411. Rakennustieto Oy.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 (2012).

Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa A4 (2000).

LIITTEET

Liite 1. Työvaiheilmoitus urakoitsijakokouksesta.

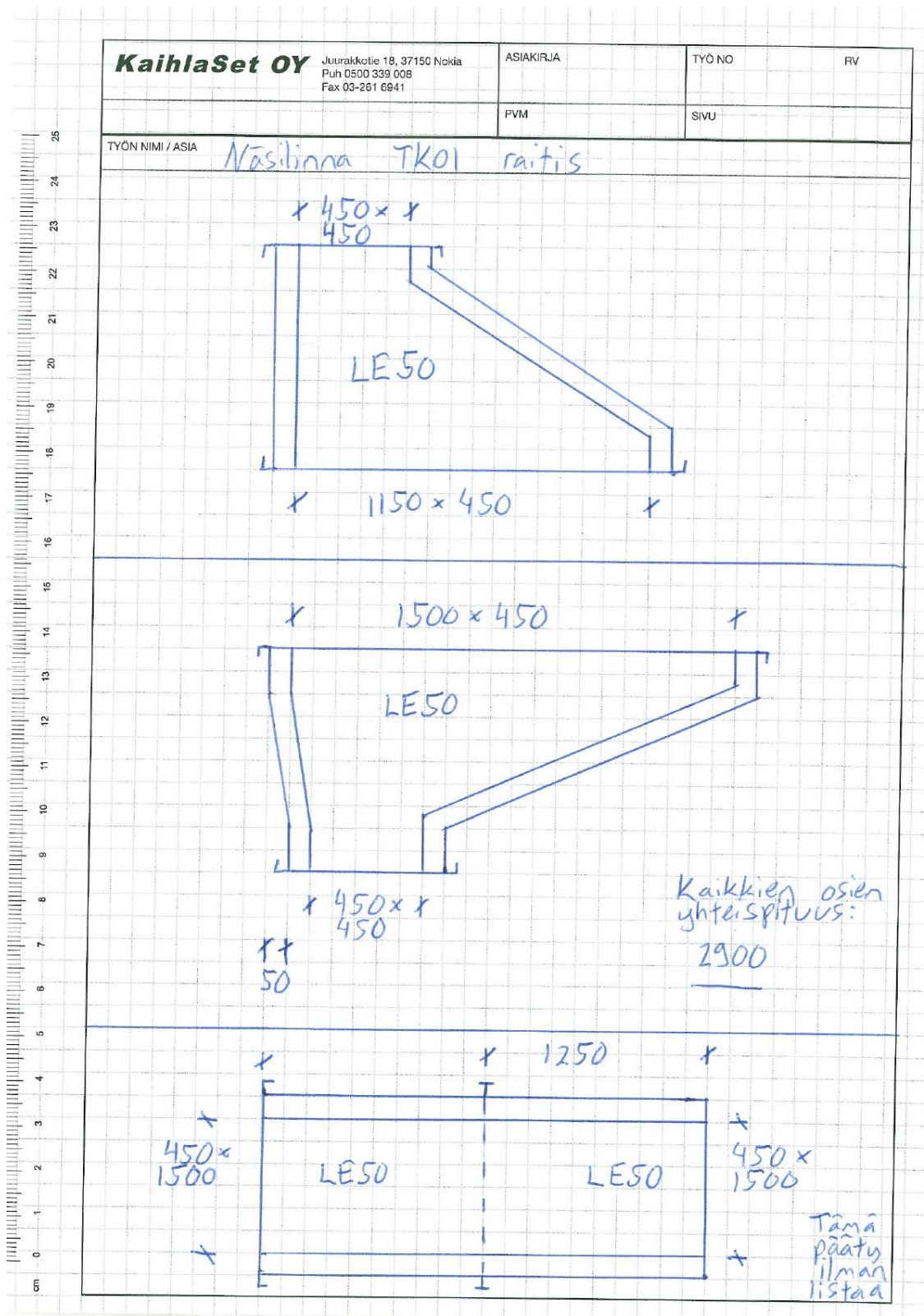
Kaihla Set Oy		TYÖVAIHEILMOITUS								
		SÄHKÖ	<input type="checkbox"/>	LV	<input type="checkbox"/>	IV	<input checked="" type="checkbox"/>	MUU	<input type="checkbox"/>	MIKÄ?
		Työmaa: Näsilinna						Työnro: _____		
		<input checked="" type="checkbox"/> Urakoitsijakokous <input type="checkbox"/> Työmaakokous Nro: _____						Pvm: <u>11</u> . <u>11</u> . <u>2014</u>		
Vahvuus [kpl]:	Asentajat:						Yhteensä:			
	SÄHKÖ	<input type="checkbox"/>	LV	<input type="checkbox"/>	IV	<input type="1"/>		ERISTE	<input type="1"/>	Kylmä
Työmaatilanne:										
Kylmäasennukset 70 % tehty. Loput tehdään lauhdutinasennusten yhteydessä.										
Lauhduttimien nosto katolle kun sääsuoja purettu ja jalustat valmiina.										
Eristysten ja kanava-asennusten viimeistelyitä.										
Venttiiliasennukset aloitetaan alakattojen valmistumisen mukaan.										

Kokousasiat / toimittajat:										

Muut asiat:										

Sopimuksen mukainen siivousvelvoite on suoritettu										
<input checked="" type="checkbox"/>										
Paikka ja aika: <u>11.11.2014</u>										
Allekirjoitus: _____										
Lauri Lindström										

Liite 2. Suorakaidekanavaosien tilauspiirros.



Liite 3. Itselleluovutus –asiakirja.

ASENNUSTYÖN TARKASTUS / ITSELLELUOVUTUS													
PROJEKTI: NÄSILINNAN PERUSPARANNUS													
KANAVA-ASENNUKSET													
Tila laajuus	Tarkastus Päiväys	Kiinnitys Nimik.	Liitokset, lävistyks	Puhdistus- luukut	Vanusteet			Päätelaitteet	Eristykset		Huomautukset	Hyväksytty Päiväys	Nimik.
					Palo- pellit	Säätö- pellit	Päätelaitteet		Lämpö-	Palo-			
Kellarin WC:t, spk, tele ja ljn	22.12.2014	LL	ok	ok	ok	ok	v	ok	ok	ok	Päätelaitteet asentamatta. KK01KF01 ja KK03KF01 kanavapuhaltimet asentamatta. Seinäraon tuuletuksia tekemättä.		
Alapohja osuus	22.12.2014	LL	ok	ok	ok	ok	v	ok	ok	ok	Alapohjan tuuletusputket asentamatta. Alapohjan imukartiot asentamatta.		
1.krs itäpäädyn tilat	22.12.2014	LL	ok	ok	ok	ok	v	ok	ok	v	Päätelaitteet asentamatta. Huuvut puutuu. Rasvakanavat tekemättä loppuun.		
1. krs muut tilat	22.12.2014	LL	ok	ok	ok	ok	v	ok	ok	ok	Päätelaitteet asentamatta.		