

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Timo Pöntinen

SISÄILMAOLOSUHTEIDEN LAADUN
TOIMITILAN RAKENTAMISVAIHEESSA

VARMISTAMINEN

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. 013 2606800

Tekijä
Timo Pöntinen

Nimeke
Sisäilmailmaolosuhteiden laadun varmistaminen toimitilan rakentamisvaiheessa

Toimeksiantaja

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö kertoo vuonna 2013 tehdystä toimistorakennuksen laadukkaasta sisäilmakorjauksesta. Tämä on tapaustutkimus, jossa kuvattiin rakennushankkeessa käytetty Terveen talon toteutuksen kriteerien mukainen toimintatapa. Ne pohjautuvat vuonna 1998 Teknologian kehittämiskeskuksen hankkeeseen, jossa selvitettiin home- ja kosteusongelmista syntyviä terveyshaittoja ja niistä aiheutuvia kansantaloudellisia menetyksiä.

Opinnäytetyössä kuvattiin toimitilan korjaus hankesuunnitteluvaiheesta toimitilan käyttöönottoon ja toimivuustarkastukseen saakka. Rakennushankkeen aikana varmistettiin hyvät sisäilmaolo-olosuhteet koko rakennushankkeen elinkaaren ajan aina suunnitteluvaiheesta toteutukseen ja rakennuksen käyttöönottoon saakka.

Oli odotettua, että laadukas sisäilmaremontti vaatii huolellista suunnittelua, toteutusta, aikatauluseurantaa ja valvontaa. Hyvällä asenteella ja huolellisella työskentelyllä savutettiin tavoitteen mukainen hyvä ja turvallinen sisäilma sekä viihtyisyys toimistotiloissa. Kahden vuoden seurantajakson aikana saadaan lisätietoa hankkeen sisäilman laadusta ja korjauksen onnistumisesta.

Kieli
suomi

Sivuja
Liitteet
Liitesivumäärä

35

Asiasanat:
sisäilmasto, peruskorjaus, rakennusmateriaalit, tapaustutkimus



THESIS
May 2014
Degree Programme in Civil engineering

Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
p. 013 2606800

Author(s)
Timo Pöntinen

Title
Indoor Air Quality Assurance during Construction of Office Premises

Abstract

The aim of this this thesis is about the realization of the reparation for high-quality indoors air in an office building in 2013. This is a case study which described the line of action based on the 'Building a Healthy House' criteria used in the reparation project. The criteria are based on a project of Tekes in 1998, which explored the health hazards caused by mould and humidity problems and the associated national-economic losses.

The reparation of the office building was described from the project planning stage to the introduction and function check of the building. During the building project, good indoors-air conditions were ensured for the life cycle of the building project from the planning stage to the implementation and the introduction of the building.

As expected quality indoors-air reparation project requires careful planning, implementation, time-schedule follow-up and control. Good attitude by careful working, good and safe indoors air conditions and a pleasant office environment was achieved. During a two-year follow-up period more information will be obtained about the indoor-air quality and the success of the reparation project.

Language
Finnish

Pages
Appendices 35

Pages of Appendices

Keywords:
Indoor-air, renovation, building materials, case-research

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Laadukkaan sisäilmakorjauksen tavoitteet, suunnittelu ja toteutus	7
	2.1. Terveen talon toteutuksen kriteerit.....	7
	2.1.1 Sisäilmastoluokitus 2008	8
	2.1.2 Sisäilmastoluokat S1,S2 ja S3.....	9
	2.1.3 M1- materiaalien luokitus.....	10
	2.1.4 P1-puhtausluokka	10
	2.1.5 Irtokalustehankinnat.....	12
3	Opinnäytetyön tavoitteet	12
4	Peruskorjauksen toteutus	14
	4.1 Suunnitteluvaihe	14
	4.2 Toteutusvaihe	15
	4.3 Puhtaus- ja materiaaliluokitukset	18
	4.4 Rakentamisen aikainen työmaatoteutus ja valvojan rooli	19
	4.5 Ilmanvaihdon puhtauden hallinta ja valvonta työmaaolosuhteissa	20
	4.6 Rakennusmateriaalien vähäpäästöisyyden huomioiminen valvonnassa ..	21
	4.7 Rakennustöiden puhtausluokkien valvonta ja akustolevyjen kuitusuojaus.....	22
	4.7.1 Puhtaussuunnitelman laadinta ja osastointi	23
	4.7.2 Kosteudenhallintasuunnitelman oikeellisuuden tarkastaminen	24
	4.7.3 Melua aiheuttavien työvaiheiden ajoitus, osastointi ja työmaaliikenne.	24
	4.8 Piiloon jäävien pintojen pintakäsittelyn tarkastus	24
	4.9. Rakennusilmavuotojen tiivistyksen laadunvarmistaminen	25
	4.9.1. Työmaan toimenpiteet ikkunoita ympäröivissä rakenteissa	26
	4.9.2. Rakenteiden paine-erojen ja tiiveysmittaukset.....	26
5	Ilmanlaadun tavoitearvioiden sisäilmaluokituksen 2008 mukainen	27
	5.1. Ikkunoiden tarvittava aurinkosuojaus huomioidaan suunnittelussa	27
	5.2. S1- luokituksen mukaiset lämpötila- ja vetotavoitteet	28
	5.3 Ilmanvaihdon ja jäähdytyksen toteutusratkaisujen vedottomuus	28
	5.4 Ilmanvaihtopäätelaitteiden sijoittelu ja suuntaus vetohaittojen välttämiseksi	29
	5.5 Akustiset erityisvaatimukset puheen erottuvuuden suhteen	29
	5.6 Ilmanvaihdon säädöille varattu aika ennen tilojen käyttöönottoa	29
	5.7 Ensimmäisen vuoden tehostettu ilmanvaihto ja tuuletusjakson pituus	30
6	Irtokalustehankinnat	30
	6.1 Kalusteiden materiaalien päästöluokat ja levyjen formaldehydivaatimus.	30
	6.2 Uusien kalusteiden tuuletusaika, kuljetusohjeet ja P1-puhtausvaatimus .	31
7	Johtopäätökset.....	31
8	Loppuyhteenveto	33
9	Lähteet.....	35

1 Johdanto

Suomen rakennuskannan uudis- ja korjausrakentaminen sekä sisäilmakorjauksien toiminta- ja toteutustavat ovat kiinnostaneet minua. Joskus toiminnalla aiheutetaan suunnatonta taloudellista vahinkoa. Epäonnistuneista ja huonosti toteutetuista uudis- ja peruskorjaushankkeista kirjoitetaan tiedotusvälineissä säännöllisesti. Helsingin Sanomien artikkelissa helmikuussa vuonna 2014 käsiteltiin Kirkkonummen kaupungin ja Kuntien eläkevakuutuksen toteuttamaa 21 miljoonaa maksavan kunnantalon uudisrakennuksen epäonnistumista. Käyttöönoton jälkeen henkilökunta alkoi oireilla huonon sisäilman vuoksi. Epäonnistumista on yritetty paikkailla useilla korjausmenetelmillä siinä kuitenkaan onnistumatta. (Helsingin Sanomat 2014, 28-29) Toinen esimerkki Senaatti-kiinteistöjen kohteissa on oikeustoimiin johtanut tapaus, jossa 15 miljoonan euron hankkeeseen tuli sisäilmaongelmia jo kahden vuoden kuluttua rakennuksen luovutuksesta. Käyttäjät jouduttiin siirtämään 10 miljoonaa euroa maksavien korjaustöiden ajaksi väistötiloihin. Toisessa tapauksessa 10 miljoonaa euroa maksanut peruskorjaus osoittautui jo vuoden kuluttua käyttökelvottomaksi. Tilalle rakennettiin 9 miljoonaa euroa maksanut uudisrakennus. (Rakennuslehti 2014, 23)

Lehdissä on lukuisia artikkeleita, jotka käsittelevät kosteusvaurioita ja homeen vaivaamia rakennuksia. Näyttäviä ja käyttäjiä miellyttäviä homekorjauksia on tehty ylikorjaamalla, kun vikaa ei ole osattu paikallistaa. Terveitä ja hyväkuntoisia rakenteita on purettu turhaan, koska ei ole ollut riittävää tietoa monista eri tekijöistä, jotka tulee huomioida rakennuksen kuntoa arvioitaessa. Vika on saattanut olla jossain aivan muualla, työyhteisössä, ihmisten kotoa vaatteiden mukana tuomista eläinpölyistä tai ihmisten herkkyyden lisääntymisestä.

VTT:n erikoistutkija Hannu Viitanen esitti ”Ylikorjausten välttäminen” koulutusluennolla Hyvinkäällä marraskuussa v. 2007 ajatuksen, jonka mukaan

kosteus- ja homevauriokäsitteet tulisi määritellä uudelleen. Hänen näkemyksen mukaan rakennuksessa hoitamaton vika johtaa vaurioon ja paikallinen kosteuspoikkeama rakenteissa ei tarkoita sitä, että koko rakennus olisi homeessa. Hoitamattomana vika johtaa todennäköisesti vaurioon, jonka korjaaminen maksaa sitä enemmän, mitä myöhemmin se korjataan. Ajoissa tehty korjaus estää vaurioiden kehittymisen, mutta korjaus on osattava kohdistaa oikein. (Viitanen 2007) Homevian tunnistus vaatiikin monipuolista osaamista ja rakenteiden tuntemusta. Rakennuksen huolto ja kunnossapito sekä oikea-aikaiset korjaukset onkin mielletty nykyään yhä tärkeämmäksi toimenpiteeksi rakennuksen koko elinkaaren ajan.

Suomen nykyisessä rakennuskannassa löytyy ongelmia. Suunnittelu- ja rakennusvirheiden lisäksi rakennuksen käytössä, huollossa ja kunnossapidossa on esiintynyt osaamattomuutta, tietämättömyyttä ja jopa välinpitämättömyyttä. Rakennuksen huollossa ja kunnossapidossa on säästetty, LVI-tekniset laitteet, kuten ilmanvaihto, eivät toimi halutulla tavalla. Myös rakennuksen lämpötilat voivat olla säätämättä ja liian korkeat.

Julkisuudessa on ollut vain vähän tietoa hyvistä ja onnistuneista peruskorjauksista. Laadukkaita ja onnistuneita peruskorjauksia on kuitenkin toteutettu. Useat korjaukset ovat onnistuneet niin teknisesti, ajallisesti kuin taloudellisestikin. Rakentajat eivät ehkä ole osanneet tuoda onnistuneita hankkeita ja peruskorjauksia riittävän laajasti julkiseen tietoon.

Tämän työelämälähtöisen opinnäytetyön tavoitteena on ollut siirtää tietoa ja osoittaa, että onnistunut peruskorjaushanke on mahdollista toteuttaa oikeilla ja ennakoivilla ohjaustoimenpiteillä laadukkaasti tilaajan vaatimassa aikataulussa. (Anttila 2005, 200) Tarkoitus on ollut kuvata esimerkkikohteessa käytetyt toimenpiteet, joilla päästään sisäilmastotavoitteeltaan käyttäjiä miellyttävään lopputulokseen. Opinnäytetyölläni olen halunnut osoittaa, mihin kokonaisuksiin laadukkaassa rakennushankkeessa tulee keskittyä silloin, kun halutaan saavuttaa sisäilmastotavoitteiltaan laadukas lopputulos.

2 Laadukkaan sisäilmakorjauksen tavoitteet, suunnittelu ja toteutus

Teknologian kehittämiskeskus käynnisti vuonna 1998 eri asiantuntijoiden voimin viisivuotisen Terve talo -teknologiaohjelman, jonka tarkoituksena oli selvittää mahdollisuudet vähentää home- ja kosteusongelmista syntyviä terveyshaittoja. (TEKES 2003) Tavoitteena oli alentaa rakentamisen virheistä aiheutuneita kansantaloudellisia kustannuksia rakentamisen keinoin. TEKESin Terve talo -hankkeessa oli mukana kaikkiaan 123 kohdetta. Kohteista saatiin uutta tutkimustietoa ja osaamista.

Terveen talon toteutustavan mukaisen rakentamisen ensimmäiset askeleet otettiin Kuopion Puijonkartanon kerrostalon rakentamishankkeessa v. 1997. Hanketta toteutti Hengitysliitto. Rakennushankkeen tavoitteena oli rakentaa terveellinen talo hengityselinsairaille, jotka kärsivät kodeissaan huonosta sisäilman laadusta. Hankkeesta tehtiin väitöstutkimus, jossa korostettiin rakennustyömaan toiminnalla saavutettua rakentamisvaiheen aikaista pölyttömyyttä ja puhtautta. (Tuomainen 2002)

Sekä TEKESin että Puijonkartanon hankkeesta saatujen tietojen avulla on kehitetty uusia rakentamisen määräyksiä ja ohjeita. Saadut tiedot ovat vaikuttaneet Terve talo -toteutuksen kriteeristöön ja RT-korttien ohjeistukseen ja nykyiseen sisäilmaluokitukseen.

2.1. Terveen talon toteutuksen kriteerit

RT 07-10805 Terveen talon toteutuksen kriteerit -kortistossa määritellään terveen talon toteutuksen kriteerit. RT -kortissa ohjeistetaan rakennushankeen

eri vaiheita pyrittäessä laadukkaaseen toimitilarakentamiseen. Kyseinen työkalu on laadittu rakennushankkeen osapuolille rakennusten terveellisyyden, turvallisuuden ja työskentelyn varmistamiseksi. Kriteeristön avulla rakentamisen eri osapuolet voivat varmistaa, että tavoitteet voidaan huomioida yksityiskohtaisesti ja myös toteuttaa rakennusprosessin aikana. Ohjeissa kuvataan yksityiskohtaisesti, miten haluttuihin tavoitteisiin päästään rakentamisen keinoin. Käyttämällä terveen talon toteutuksen kriteerien mukaista rakennustapaa, voidaan osaltaan varmistaa, että kohteen käyttäjät ovat tyytyväisiä olosuhteisiinsa. Hyvillä työskentely-olosuhteilla on merkitystä työssä viihtyvyyteen, jaksamiseen ja lisäksi myös työn tuottavuuteen. Kriteerit ja ohjeet on tarkoitettu rakennushankkeen kaikkiin vaiheisiin. Terveen talon toteutuksen - kriteerit asettavat tavoitteet hanke-, luonnos- ja toteutussuunnitteluun sekä rakentamisvaiheeseen. Se antaa ohjeet myös vastaanottomenettelyyn sekä rakennuksen käyttöön ja huoltoon. Terveen talon asioilla tarkoitetaan kaikkia kosteus- ja sisäilmastoasioita, joilla on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveyteen, viihtyvyyteen ja työn tuottavuuteen sekä myös oireiluun.

2.1.1 Sisäilmastoluokitus 2008

Terveen talon -kriteeristön mukaisessa rakentamisessa käytetään sisäilmastoluokitusta. Sisäilmastoluokitus 2008 on laadittu tilaajille, suunnittelijoille, rakentajille ja rakennusteollisuudelle apuvälineeksi. Luokituksen avulla pystytään suunnittelemaan ja toteuttamaan entistä parempia, terveellisimpiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Luokitusta voidaan käyttää soveltuvin osin myös korjausrakentamisessa. Luokitus antaa rakennuksen suunnittelun apuvälineiksi suunnittelu- ja tavoitearvot sekä mittaussuureet, jotka on helppo todeta kohtuullisin kustannuksin. (Sisäilmayhdistys ry 2011)

Luokituksen ensimmäinen luku, sisäilmaston tavoitearvot, käsittelevät lämpötilaolosuhteita, ilman epäpuhtauksia sekä lämpötila- ja valaistusolosuhteita. Taulukossa on määritelty lämmityksen, jäähdytyksen ja ilmanvaihdon suunnitteluun annettuja suureita. Rakennuksen sisälämpötilan

suunnittelussa on otettu huomioon kulloinkin vallitseva rakennuksen ulkopuolen lämpötila, Sisälämpötilalle on annettu alimmat ja ylimmät tavoitearvot kesä- ja talviaikana sekä välikausina.

Suunnittelu- ja toteutusohjeessa, luokituksen toisessa luvussa, käsitellään asioita, jotka on otettava huomioon suunnittelussa työmaatoteutuksen eri vaiheissa. Työmaaohjeet on suunnattu erityisesti rakennus- ja LVI-urakoitsijoille mutta myös suunnittelijoille, laitevalmistajille ja rakennuksen käyttöön on esitetty vaatimuksia.

Sisäilmaluokituksen kolmannen luvun, (Vaatimukset rakennustuotteille), tavoitteena on ohjata suunnittelijoita ja rakentajia käyttämään vähäpäästöisiä M1-luokan materiaaleja. Rakennusmateriaalit määritellään vain niiden kemiallisten päästöjen osalta ja annetaan enimmäisraja-arvot mm. VOC-yhdisteille ja ammoniakille. Tässä yhteydessä esitetään myös yleiset vaatimukset ilmanvaihtolaitteiden puhtaudelle. Lisäksi on kuvattu yksityiskohtaisesti määräykset mm. ilmanvaihtokanavien, kanavaosien, suodattimien, kanavien äänenvaimentimien ja säätö- ja palopeltien puhtaudelle.

2.1.2 Sisäilmastoluokat S1,S2 ja S3

Terveen talon toteutustavan mukaisessa rakentamisessa käytetään S1- tai S2-sisäilmastoluokkaa. Seuraavassa kuvataan, mitä sisäilmastoluokilla tarkoitetaan. Sisäilmastoluokitus jaetaan kolmeen eri luokkaan, S1, S2 ja S3, vaatimustasojen mukaan.

- S1 on ohjeiltaan vaativin ja sen mukaan sisäilman laatu tulee olla erittäin hyvä. Havaittavia hajuja ei saa esiintyä. Huoneilmaan ei saa olla yhteydessä epäpuhtauslähteitä. Rakenteiden sisällä ei saa olla sisäilmaa haittaavia epäpuhtauslähteitä. Lämpötilaolosuhteet ovat S1- tavoitteiden mukaiset riippumatta ulkolämpötiloista. Kesäaikana yllämpeneminen hoidetaan jäädytyksellä, sälekaihtimin, ikkunakalvoilla tai ikkunoita varjostavilla katoksilla. Työtä haittaavia ääniä ei esiinny huonetilassa eikä häiritseviä ääniä kantaudu huonetta ympäröivistä tiloista.

Huonelämpötilojen yksilöllinen säätö on mahdollista ja valaistusta voidaan ohjata henkilön vaatimusten mukaan yksilöllisesti.

- S2, hyvä sisäilmasto, määrittelee, että huonetilassa ei saa olla häiritseviä hajuja. Lämpöolot ovat hyvät, vetoa ei yleensä esiinny, mutta kesällä sallitaan huoneen ylälämpeneminen. Tiloissa on sen käyttötarkoitukseen soveltuvat ääni- ja valaistusolosuhteet.
- S3, tyydyttävä sisäilmasto määrittelee tilan sisäilman tavoitetasoksi sen, että rakennusmääräysten vähimmäisvaatimukset täyttyvät sisäilman laadun, lämpötilojen, valaistuksen kuin ääniominaisuuksien osalta. (Sisäilmayhdistys ry 2011)

2.1.3 M1- materiaalien luokitus

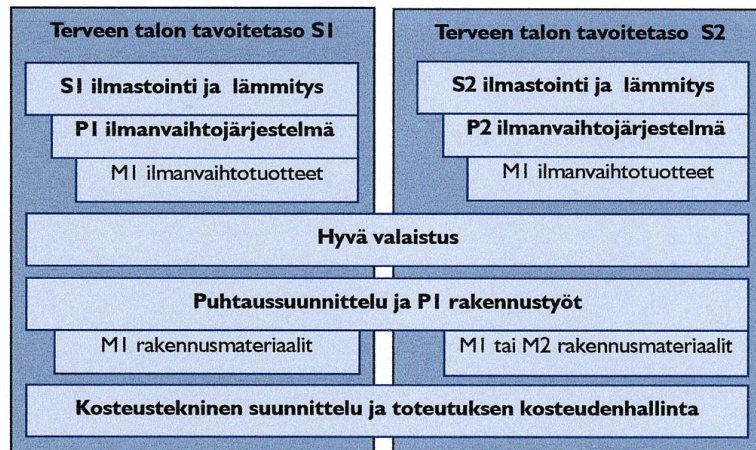
Terve talo toteutuksen mukaisessa rakentamisessa käytetään M1-materiaaleja. M1-materiaalien on todettu soveltuvan laadukkaaseen sisäilma-remonttiin siksi, ettei niistä vapaudu sisäilmaan haitallisia yhdisteitä. Ensimmäisen kerran M1-luokan materiaaleista oli laadittu jo 1990-luvun loppupuolella tuoteluettelo. Vuonna 1997 M1- luokan sisustusmateriaaleja oli hyväksytty n. 150 kpl. Nykyisin M1-luokkaan kuuluvia materiaaleja, kuten liimoja, tasoitteita, rakennuslevyjä ja tiivistysmassoja, teräsohutlevyjä ja harkkoja on M1- luokiteltu yli 2500 kpl 180 yrityksellä. M1-luokituksen mukaisia ilmastointitarvikkeita on 10 yrityksellä jo noin 300 kpl.(Rakennustieto 2014)

2.1.4 P1-puhtausluokka

Kohteen urakka-asiakirjoihin kirjatuiksi tavoitteiksi asetettiin Sisäilmaluokka S1, rakennusmateriaalien puhtausluokka M1, ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1 sekä terve talo -rakentaminen (Kuvio 1.)

P1 -puhtaudenhallinnan tavoitteena työmaalla oli rakentaa hallitusti ja järjestelmällisesti kerralla valmiiksi ja estää pölyn leviäminen olemassa oleviin puhtaisiin tiloihin. Tavoite oli myös varmistaa, että ilmastointijärjestelmän osien puhtausluokitus saavutetaan asennuksen aikana, ja estää valmiiden pintojen

likaantuminen ja estää rakennusaikaisen lian jääminen tilojen näkyville ja näkymättömille pinnoille. P1 suunnitelmassa urakoitsija esitti työmaan P1-suunnitelman, jossa osoitettiin puhtausluokituksen mukaiset osastot. Osastojen väliset painesuhteet muutettiin sisustusvaiheen ajaksi hieman ylipaineisiksi pölyn kulkeutumisen estämiseksi ympäröivistä likaisista tiloista.



(Kuvio 1. Terveen talon kriteerit (TEKES 2003, 16)

Terveen talon kriteereiden tavoitteiden asettelua on kuvattu kuviossa 1. Kriteerien avulla rakennuttaja voi valita hankkeelle sisäilman tavoitetasot ja varmistua siitä, että rakennushankkeen eri vaiheissa osapuolet ovat asetetuista tavoitteista tietoisia. Terveen talon kriteereitä noudattamalla voidaan rakentaa hallitusti kuiva, puhdas ja teknisesti toimiva rakennus. Kriteerit keskittyvät vain terveen talon vaatimuksiin ja täydentävät rakentamiseen liittyviä yleisiä laatuvaatimuksia. Terveen talon kriteereissä on kaksi eri vaikeusastetta ja käsittelevät toimivien rakenteiden kosteusteknisesti turvallisten ja hyvän sisäilmaston kannalta kriittisiä asioita. Rakennuttaja voi valita tavallista laadukkaampia suunnittelu- ja urakka-asiakirjoja tai valita täysipainoisen vaihtoehdon, jossa kriittisten töiden ja Terve talo kriteerien toteutumista seurataan ja varmennetaan valvojan tai hankkeeseen kuulumattoman ulkopuolisen konsultin toimesta.

2.1.5 Irtokalustehankinnat

Tulevan käyttäjän laatimassa valtakunnallisessa toimitilakonseptissa asiakaspalvelutilojen suunnitteluohjeessa v. 2011 toimitilat jaettiin kolmeen eri vyöhykkeeseen: Asiakaspalvelutiloihin, neuvottelutiloihin, sisäiseen kahvioon ja henkilöstön työtiloihin, joihin asiakkailta ei ollut pääsyä. Asiakaspalvelutilat ja niihin liittyvät kalusteiden suunnitteluun ja valintaan kiinnitettiin erityistä huomiota. Tavoitteena oli luoda mahdollisimman viihtyisät tilat ja tuottaa asiakkaalle parempaa asiakaspalvelua rakentamalla visuaalinen mielikuva toimiston sisäisestä toiminnasta. Irtokalusteiden tuli teknisiltä ominaisuuksiltaan täyttää terveellisen ja turvallisuuden vaatimukset sekä lisätä työympäristön viihtyisyyttä. Irtokalusteiden materiaalien tuli kuulua vähäpäästöiseen M1-luokkaan ja kalusteissa käytettävien levyjen tuli täyttää luokan E1 formaldehydivaatimukset. Tällä haluttiin varmistaa hyvä sisäilman laatu, sillä kaikkien materiaalien päästöt ovat uutena korkeimmillaan.

Irtokalusteiden kilpailutus ja hankinta olivat käyttäjien hankinnassa ja ne laadittiin Sisäilmayhdistyksen sisäilmaoppaan nro 6 periaatteilla sisäilman laadun varmistamiseksi. Varsinainen irtokalusteiden siirto ja kasaus toimitiloissa tapahtui hankkeen vastaanottotarkastuksen 23.9.2013 jälkeen. Huonekalujen kuljettamiselle kohteeseen, purkamiselle ja kokoamiselle asetettiin P1 vaatimus, eli kalusteiden pakkaukset piti irrottaa ennen kohteeseen vientiä. Ennen henkilöstön muuttoa kalusteiden tuuletusaika hyvin ilmastoidussa tilassa määrättiin vähintään kahden viikoksi.

3 Opinnäytetyön tavoitteet

Seuraavassa luvussa kuvataan toimitilan korjaus hankesuunnitteluvaiheesta toimitilan käyttöönottoon ja toimivuustarkastukseen saakka. Rakennushankkeen aikana varmistettiin hyvät sisäilmaolo-olosuhteet koko rakennushankkeen elinkaaren ajan aina suunnitteluvaiheesta toteutukseen ja rakennuksen

käyttöönottoon saakka. Ennen toimitilan luovutusta annettiin henkilökunnan edustajille ja kiinteistöä hoitaville huoltohenkilöstölle opastus toimilaitteiden huoltoon ja kunnossapitoon.

Vuonna 2013 työskentelin rakennustyömaan valvojana Joensuun virastotalolla toimitilarakennuksen tilamuutos- ja peruskorjaushankkeessa 30.4.–23.9.2014. Toimitilarakennuksen tilamuutoshanke toteutettiin terveen talon toteutuksen kriteereiden mukaisesti. Opinnäytetyölläni haluan tuoda esille niitä työmaan toteutusvaiheen keskeisiä toimenpiteitä, joilla savutetaan Sisäilmasto S1-luokan edellyttämä lopputulos.

Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on ilmiön ymmärtäminen.(Kotila & Mutanen. 2004, 275-276) Halusin opinnäytetyössäni tuoda esille, että monet eri rakennus- ja talotekniikan kokonaisuudet tulee ottaa huomioon laadukkaassa peruskorjauksen suunnittelussa, työmaan toteutuksessa ja valvonnassa. Opinnäytetyön toteutusosassa kuvataan, kuinka laadukkaan peruskorjauksen kriteerit huomioitiin suunnitteluvaiheessa ja kuinka urakkarajaliitteessä eri osapuolille määritellyt työmaa-aikaiset toimenpiteet ohjasivat hanketta toteutus- ja vastaanottovaiheessa.

Aloitin työni tutustumalla työmaata koskeviin asiakirjoihin ja piirustuksiin huhtikuussa 2013 ennen työmaan aloituskokousta, joka pidettiin 30.4.2013. Tutustuin valvojan tehtäviin kuuluvaan tehtäväluetteloon, jonka pohjalta laadin työmaata koskevan valvontasuunnitelman. Suunnitelmassa oli merkitty tietyt valvontatehtävät, jotka kuittasin päivämäärin tehdyksi jokaisen tarkastuksen jälkeen. Työmaan osapuolten käytössä oli projektipankki, jonne tallennettiin rakennushanketta koskevat asiakirjat, työmaakokouspöytäkirjat sekä muistiot ja raportit. Työmaapäiväkirjaa pidettiin päivittäin. Työmaan työnjohtaja merkitsi työmaa-aikaisen tilanteen, tärkeimmät työmaatapahtumat, työntekijämäärän, säätilan ja mahdolliset häiriötekijät. Lopuksi hän kuittasi päiväkirjan. Valvojaa varten työmaapäiväkirjan sivuilla oli oma sarake, johon saattoi liittää tiedostoja esim. työmaalta eri työvaiheista otettuja kuvia. Sähköisen työmaapäiväkirjan sivuille merkitsin myös työmaalla annettuja ohjeita ja määräyksiä. Valvojan

kuitattua työmaapäiväkirjan sivun, siihen ei enää voinut kukaan tehdä muutoksia. Kerran kuussa pidettävää työmaakokousta varten laadin tilaajalle työmaatapahtumista ja suoritetuista katselmuksista valvontaraportin kuvaliitteineen, joka liitettiin työmaakokouspöytäkirjan liitteeksi. Työmaavalvonnan lisäksi valvontaa suorittivat puhtauskonsultit, LVI-valvoja ja jossain määrin myös suunnittelijat.

4 Peruskorjaushankkeen toteutus

4.1 Suunnitteluvaihe

Ennen hankesuunnitteluvaihetta hankkeeseen perustettiin tilaajan vaatimuksesta erillinen sisäilmaryhmä, jonka tehtävänä oli varmistaa, että kaikki terveellisen toteutuksen vaatimat kriteerit huomioitiin suunnittelussa. Tavoitteeksi asetettiin S1-sisäilmatavoitteet, ilmanvaihdon puhtausluokaksi P1 ja rakennusmateriaaleille vähäpäästöinen M1-päästöluokka sekä vaatimukset irtokalustehankinnoille. Suunnittelun laadun varmistamiseksi tässä kohteessa käytettiin suunnittelijoiden kesken ns. 7-pisteen varmistusmenettelyä, jolla varmistettiin, että kaikki hanketta koskevat suunnitelmat tulisi huomioiduksi. Jokaisen suunnittelijan oli kuitattava päivämäärineen erilliseen taulukkoon tehtävälueellossa heille edellytetyt tehtävät suunnittelutyön edetessä.

Terveen toimitilan tavoitteet asetettiin hankesuunnitteluvaiheessa.(RT 07-10805 2003) Kuntotutkimuksesta saadut tulokset otettiin huomioon tulevassa toteutus- ja korjaussuunnittelussa. Sisäilmatyöryhmän asettamat tavoitteet alkoivat vähitellen hahmottua suunnittelukokouksissa, joilla ohjattiin suunnittelijoiden toimintaa. Hankkeen alussa tilaaja otti käyttäjän toiveet huomioon ja tavoitteena oli luoda viihtyisät toimistotilat lämpötilojen, sisäilman ja valaistuksen suhteen. Tilaajan, vuonna 2005 laaditun toimitilastrategian tavoitteena, on suunnitella tilat mahdollisimman laadukkaasti työympäristön kehittämisen osalta ja tilatehokkuuden vaatimusten suhteen. Peruskorjauskohteessa tilatehokkuuden

tavoitteeksi asetettiin 18 m²/hlö (Reinikainen 2013) Tilojen käyttäjän tavoite oli muuttaa toimistotiloja valoisimmiksi avokonttoreiksi sekä parantaa työympäristön viihtyisyyttä. Käyttäjän oli helpompi perustella toimitilojen peruskorjauksen tarpeellisuutta tilamuutoksilla, joiden toteutuksilla haettiin myös n. 70.000€ vuosittaisia säästöjä toimitilavuokriin tilojen käytön tehokkaammalla käytöllä.

Hankesuunnittelun alkuvaiheessa tavoite oli sijoittaa kahdessa eri toimipisteessä työskentelevät henkilöt samaan kiinteistöön, joka koostuu yhdeksästä eri solusta. 1. ja 3. kerroksen tiloihin sijoitettiin siten, että 1. kerrokseen soluihin 7-9 valmistuvat tilat haluttiin tilan säästämiseksi muuttaa valoisimmiksi avokonttoritiloiksi. 3.kerroksen solu 5:n toimistohuoneet muutettiin sopiviksi 1-3 hengen työpisteiksi. Muuten tilat pysyivät ennallaan lukuun ottamatta pieniä 3.kerroksen toimistotilojen väliseinämuutoksia. Toimintojen tiivistämisellä saatiin tehostettua toimintaa ja alennettua myös käyttäjän vuokratukustannuksia.

4.2 Toteutusvaihe

Rakennustyöt alkoivat työmaan luovutuksella urakoitsijoille 3.5.2013. Ennen työmaan aloitusta pidetyssä 1. työmaakokouksessa 30.4.2013 käytiin läpi työmaakokouksen esityslistan mukaiset keskeiset asiat kuten työmaan aikataulu, välitavoitteet, suunnitelmatilanne sekä niiden jakelu. Tarjouspyyntöasiakirjoissa oli vaadittu pääurakoitsijaa toimittamaan laatusuunnitelmat, jossa tuli esittää työmaan aluesuunnitelma, laadunhallinta- ja kosteudenhallintasuunnitelmat.

Taulukossa 1 kuvaan työmaan etenemisen ja aikataulun kannalta olennaiset tehtävät. Taulukossa on esitetty työn aloitus ja lopetuspäivämäärä sekä työvaiheet, joiden piti olla valmiit ennen siirtymistä seuraavaan työvaiheeseen. Samat nimikkeet on esitetty jana-aikataulun muodossa taulukossa 3,

Tehtävä	Edeltävät työvaiheet	alku	loppu
1.krs solut 9→7 – raivaus ja purkutyöt – sis. LVIS- purkutyöt	Tilat alipaineistettu ja tarkastettu, kanavat tulpattu, vesijohtosulkujen paikat varmistettu ja opastettu. Eri purkujätteille on jätelavojen paikat katsottu.	8.5.	31.5.
– 1.krs solu 9 Puuikkunoiden ja rakenteiden väliset tiivistystyöt.	Purkutyöt aloitettu solu 9 H1 C07, ikkunakarmien välissä olevat vanhat kitit ja eristeet on purettu, sisäilmakonsultin katselmuspäivä pidetty	8.5.	6.6
– solu 7→8 Puuikkunoiden ja rakenteiden väliset tiivistystyöt.	Solu 9 ikkunoiden ja rakenteiden väliset tiivistyskittaukset on tehty vesieriste- ja vahvikekangas on asennettu. Tiiveys on varmistettu merkkiainemittauksella, ikkunapenkkien pölysuojamaalaus on tehty.	6.6.	16.8
1.krs solut 9→7 lattian ja seinien rajan tiivistystyöt	Vanhat jalkalistat ja vinyylilattialaatat on purettu seinän vierestä, nurkkasauma on imuroitu ja primeroitu.	8.5.	16.8.
1.krs solut 9→7 – kevyt väliseinätyöt	Lattialaattojen ja alakattojen purkutyöt on tehty metallirangat, eristeet ja kipsilevyt ovat työkohteessa	10.6.	4.7
1.krs solut 9→7: – seinä ja kattopintojen pohjamaalaus	Väliseinätyöt on aloitettu ja valmiit solu 9:ssä, riittävä tehtävien vaatima aloitusväli on huomioitu.	17.6.	26.7
1.krs solut 9→7: LVS-asennukset	Purkutyöt ovat valmiit, alakattojenyläpuoliset pölynsidontakäsittelyt on tehty.		
1.krs solu 9 – P1-Puhdastilaksi	Pölyävät työvaiheet on tehty, tila on tarkastettu ja osastoitu omaksi osastokseen, työtilaan käynti sulkutilan kautta.	8.7-	22.7.
1.krs solu 7 – P1-Puhdastilaksi	Pölyävät työvaiheet on tehty, tila on tarkastettu ja osastoitu omaksi osastokseen, työtilaan käynti sulkutilan kautta.	22.7.	2.8
1.krs solu 8 – P1-Puhdastilaksi	Pölyävät työvaiheet on tehty, tila on tarkastettu ja osastoitu omaksi osastokseen, työtilaan käynti sulkutilan kautta.	5.8	16.8
1.krs solut 9→7: – ilmastointiasennus	Pölyävät työvaiheet on tehty, tila on tarkastettu ja osastoitu omaksi osastokseen,	22.7.	9.8
1.krs solut 9→7: – IV-kanavien eristystyöt	Putket ja kanavat on asennettu alakattojen yläpuolelle. Putkilinjat on koepaineistettu	29.7	5.8
1.krs solut 9→7: – Alakattotyöt	Putket ja kanavat on eristetty, alakattojen yläpuolinen puhtaus on tarkastettu.	15.7	23.8
1.krs solut 9→7: -mattotyöt	sama kuin edellä	21.8	30.8
1.krs solut 9→7: -loppusiivous		26.8.	2.9
IV-koneen käynnistys		6.9	
Toimintakokeet		6.9	8.9
Kellarikerros			
Kellarikerros IV-konehuone -seinän timanttioraus- ja maakaivu	Autohalli tyhjennetty, tila alipaineistettu, IV-kone on poiskytketty, maankaivumaamassoille on katsottu turvallinen lavan sijoituspaikka ajoluiskan läheltä.	21.5	7.6
– IV-konehuoneen perustukset ja runko	Kaivutyö on oikeassa korossa, savinen perusmaa on tarkastettu rakenne suunnittelijan toimesta.	5.6.	2.8.
IV-konehuone on valmis	Konehuoneen lattia on valettu ja seinät on muurattu. Lattia, katto ja seinäpinnat ovat maalattu	2.7	19.8.
– IV-kuilun nostotyö ja pystytys	Kuilun pohjalaatta on betonoitu, kuilun teräsrunko, jonka sisälle on asennettu tulpatut ilmastointikanavat, ovat työkohteessa.	2.9	4.9.
IV-konehuoneen LVISA-asennustyöt	IV-kone on siirretty konehuoneeseen. Kaikki LVISA-asennusten esivalmistelutyöt on tehty.	23.8	23.8

taulukko 1.

4.3 Puhtaus- ja materiaaliluokitukset

P1-puhdastilarakentamisessa erityinen huomio kiinnitettiin suunnittelussa pintarakenteisiin esimerkiksi lattiapinnoitteiden, liimojen ja tasoitteiden valintaan, niiden yhteensopivuuteen, asennettavuuteen ja helppohoitoisuuteen. Lattiapinnoitteita ei vahattu, sillä kemikaaleista lähtevät ylimääräiset päästöt haluttiin minimoida. Myös muita vaatimuksia materiaaleille esitettiin. Esimerkiksi alakaton akusto-levyjen tuli olla molemmilta puolilta kuitusidottuja, jotta villakuidut eivät pääsisi sisäilmaan. Rakennustöiden aikataulut laadittiin siten, että tulevat työvaiheet eivät likaisi jo siivottuja tiloja. Pääurakoitsija laati kosteudenhallintasuunnitelman lattiapinnoitteiden päällystettävyyden oikea-aikaisuuden varmistamiseksi.

P1- pintakäsittelyt vaadittiin myös piiloon, alakaton yläpuolelle jääville pinnoille. (Sisäilmastoluokitus 2008) Rakenneilmavuotojen tiivistämiseen kiinnitettiin huomiota. Ikkunoiden ja seinärakenteiden väli piti tehdä tiiviiksi. Tiivistyskorjaus määrättiin varmistamaan korjauksen jälkeen merkkiainetutkimuksella, jolla varmistutaan siitä, etteivät ulkoseinärakenteen epäpuhtaudet pääse toimistohuoneistojen sisäilmaan. Jo suunnitteluvaiheessa nimettiin puhtaudesta ja sisäilmataavoitteista vastaava konsultti, joka valvoi laaja-alaisesti hankkeen sisäilma- ja rakennusvaiheessa, purkutöiden jälkeen, pidettiin työmaahenkilöstölle P1- koulutus, jossa kerrottiin keskeiset asiat työmaan puhtaudenhallintavoitteista, kuinka työmaa saadaan P1 tilaan ja kuinka sen taso ylläpidetään. Työkohteessa ennen siirtymistä P1 vaiheeseen tehtiin valmiiksi poraukset ja paikkaukset, seinien tasoitukset ja pohjamaalaukset. Lattioiden tasoitusten ja hiontojen piti olla valmiit sekä alakattojen yläpuolisten betonirakenteiden pölynsidonta ja taloteknisten asennusten, kuten putkien ja sähköjohtojen pintojen pölyjen pyyhintä ja imurointi. Myös ikkunoiden ja ovien tuli olla paikallaan ennen siirtymistä puhtausluokiteltuun P1 vaiheeseen. Työmaan osastointi ja työmaaliikenne suunniteltiin siten, ettei pöly päässyt leviämään ympäröiviin työtiloihin. Ennen osaston hyväksymistä P1-puhdastilaksi, puhtauskonsultti tarkasti osaston ja laati katselmuksesta muistion.

P1 luokitelluissa tiloissa tehtiin viimeistelyitä, kuten alakattotöitä, IV-kanava-asennuksia, valmismaalauksia, mattotöitä sekä kalustus- ja varusteasennuksia pölyämättömin työmenetelmin. Listojen kiinnityksen käytetyt porakoneet varustettiin kohdeimurilla asianmukaisin suodattimin. Ilmastointikanavien osien leikkaukset tehtiin puhdistilan ulkopuolella. Ilmastointikanavien päätelaitteiden suojaukset poistettiin vähän ennen toimintakoetta puhtaissa tiloissa. Toimintakoevaiheessa käynnistettiin ilmastointikone ja tarkistettiin mm. kiertovesi- ja lämpöjohtopumppeihin, säätöpelteihin ja laitteistoihin liittyvien LVISA -asennusten ja kojeita ohjaavien automatiikan toiminta.

4.4 Rakentamisen aikainen työmaatoteutus ja valvojan rooli

Valvojan tehtäväluettelo määritellään RT- kortissa 16-11121. Ennen rakennustöiden aloitusta, valvoja laatii valvontasuunnitelman, jossa hän määrittelee valvonnan suoritustavan ja valvonnan kohteena olevan työmaan keskeiset tavoitteet. Valvoja suunnittelee oman työnsä mahdollisimman taloudelliseksi ja valvoo, että työmaa on aikataulussa. Valvoja huolehtii myös siitä, että rakennushanke etenee suunnitelmien mukaan, laadulliset asiat toteutuvat, laskut ovat sopimuksen mukaisia ja tilatut työt ovat oikein hinnoiteltuja. Valvoja toimii tilaajan, rakentajan ja suunnittelijan välissä päivittäisessä tiedottamisessa. Hän ei johda työtä eikä anna suoraan työmaan työntekijöille ohjeita vaan sen hoitaa työmaan vastaava mestari ja hänen mahdolliset alaisensa.

Urakkasopimusasiapapereiden liitteenä urakkarajaliitteessä oli määritelty työmaatoteutuksessa eri vaiheiden toimenpiteet. Urakoitsijapalaverit, työmaan urakoitsijoiden työnjohtajien ja valvojen kesken, oli työmaan aloituskokouksessa sovittu pidettäväksi joka torstai klo 13.00. Valvojan kannalta tämä on tärkeä työkalu työmaan ohjauksen apuvälineenä käytettyyn aikatauluseurantaan. Palavereissa jokainen urakoitsija toi esiin omat näkemyksensä, käytettävissä olevat resurssit ja tulevan viikon kannalta tärkeät työmaata koskevat asiat. Nopea reaaliaikainen tiedonsiirto ja asioihin reagointi

suunnittelijoiden, työmaahenkilöstön ja käyttäjien välillä olikin keskeinen tekijä laadukkaassa työmaatoteutuksessa. Varsinkin peruskorjaushankkeessa ennalta arvaamattomat, purkutöiden aikana esille tulleet asiat, voivat johtaa yllättäviin ja odottamattomiin lisä- ja muutostöihin, jos asioihin ei puututa ajoissa.

Työmaatoteutuksen aikana huomio kiinnitettiin suunnitelmien mukaisiin, vähäpäästöisten M1-luokan materiaalien käyttöön. Jos haluttiin käyttää M1 luokkaan kuulumatonta materiaalia, täytyi siihen olla pätevät perustelut, esim. M1-materiaalia ei ollut saatavilla kohtuullisessa ajassa. Valvojan tehtäviin kuului tarkastaa, että muita kuin M1-luokkaan kuuluvia materiaaleja ei rakentamisessa käytetty.

Liimattavien akustolevyjen asennuksessa villapintojen villakuitua sisältävät pinnat kapseloitiin siihen soveltuvalla maalilla. Toimistotiloissa aiemmin esiintyneet kuitujen irtoamisesta johtuvat, herkimpien henkilöiden hengitystieongelmat, haluttiin minimoida.

4.5 Ilmanvaihdon puhtauden hallinta ja valvonta työmaaolosuhteissa

Rakennusmääräyskokoelman D2 sanoo, että rakennus on suunniteltava ja toteutettava siten, että kaikissa tavanomaisissa sääolosuhteissa ja käyttötilanteissa saavutetaan terveellinen ja turvallinen sisäilmasto. Samalla luodaan edellytykset viihtyisälle sisäilmastolle.

Hyvässä suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa on otettava huomioon rakennuksen sisäpuoliset kuormitustekijät, kuten henkilöistä ja toiminnasta syntyvät lämpö- ja kosteuskuormat sekä sisustusmateriaaleista lähtevät päästöt. Ulkoiset kuormitustekijät, kuten säätila, ulkoilman laatu, ääniolot ja muut ympäristötekijät on huomioitava myös suunnittelussa ja rakentamisessa.

Myös rakennuspaikan sijainti asettaa vaatimuksia rakennuksen sisäilmastolle. (RakMK D2 2003, 5)

Hyvä ja laadukas ilmastointisuunnitelma luo edellytykset ilmanvaihtotöille. Ennen uusien kanava-asennusten tekoa on varmistuttava siitä että puhtaat tulpatut kanavat on asennettavissa saneeratuissa ja pölyttömissä tiloissa. Esimerkin toimistorakennuskohteessa vanhat ilmastointikanavat oli purettava ja tulpattava suunnittelijan osoittamista paikoista. (Vasta sen jälkeen varsinaiset sisäpuoliset purkutyöt voivat alkaa). Rakennuksen sisäpuolen pystysuorat tekniikkakuilut toimivat remontoitavan alueen ilmastointikanavien asennusreitteinä. Kuilujen betoniseiniä ulkopinnan tasosta oli teknisesti helppo tulpata ilmastointikanavat. Rakennuksen 2-3. kerroksessa ensimmäisen kerroksen ilmastointikanavien tulppaukset nostivat kanavapainetta, lisäsi tulo- ja poistoilmamääriä ja vedon tunnetta käytössä olevissa toimistotiloissa. Siksi ilmamäärät oli mitattava ja säädettävä uudelleen toisen ja kolmannen kerroksen toimistoissa, saman ilmanvaihtokoneen vaikutusalueella. Rakennustyömaan valvoja sekä LVI-valvoja tarkistivat, että tulppauskohdat ja pois käytöstä jäävät kanavat ovat varmasti oikeat. LVI-työnjohdon puuttuessa valvojen pitämä aloituspalaveri työmaan ilmastointiasentajalle mahdollisti työmaan purkutöiden aloituksen ja remontin aikana käytössä olevien toimistotilojen ilmanvaihdon ja häiriöttömän työskentelyn. Tässä tapauksessa ilmastointiasentaja oli otettu toiselta, saman yrityksen työmaalta, annettu ilmastointikuvat mukaan ja käsketty tulpata kuviin merkityt kanavat. Työmaan LVI-valvojan avustuksella varmistettiin tärkeän työvaiheen laadukas aloitus. Suunnitelmissa vaadittiin lisäksi tarkastamaan rakennusalueelle jäävät tulpatut kanavat ennen ja jälkeen tilamuutoksia.

4.6 Rakennusmateriaalien vähäpäästöisyyden huomioiminen valvonnassa

Sisäilmaryhmän yhtenä tavoitteena oli käyttää rakentamisessa M1 luokan, rakennusmateriaaleja. Pääsuunnittelijaa ohjeistettiin käyttämään

suunnitelmissaankaan vain vähäpäästöisiä M1-luokan materiaaleja. Materiaalien on todettu soveltuvan laadukkaaseen sisäilmastoremonttiin siksi, että on tutkittu, ettei niistä vapaudu sisäilmaan haitallisia yhdisteitä. Virastotalon remonttialueen kaikki vanhat 1990-luvulla asennetut Hovi-vinyylilaatat määrättiin purettavaksi ja lattiapinnan alustan piti tuulettua riittävän pitkään ennen uuden Flotex-maton asennusta. Työmaalla päädyttiin urakoitsijan pyynnöstä säilyttämään vanhat lattiapinnoitteet siivouksen helpottamiseksi ja pölymäärän vähentämiseksi. Siihen suostuttiin, sillä lattioissa ei esiintynyt kohonneita kosteuksia ja ne olivat muutaman viikon tuuletuksen jälkeen tasoitettavissa ja mattoasennusvalmiudessa. Työmaalla kiinnitettiin huomiota lattiapinnoitteiden, -liimojen ja – tasoitteiden valintaan, materiaalien yhteensopivuuteen ja asennettavuuteen. Suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että lattiamatto on mahdollisimman vähäpäästöinen ja helppohoitoinen. Lisävaatimuksena oli se, ettei lattiapintoja saanut vahata. Vahoille soveltuvaa lattiapintaa ei esiintynyt hankkeessa kuin eteistiloissa. Vahat saattavat sisältää sisäilmaa haittaavia aineita, jotka voivat aiheuttaa herkimmille henkilöille oireita.

4.7 Rakennustöiden puhtausluokkien valvonta ja akustolevyjen kuitusuojaus

Metallikiskojen varaan ripustettujen alakattojen pinnoilla käytetään yleensä ääntä vaimentavia materiaaleja, kuten mineraalivillapohjaisia akustovilloja. Villojen näkyviin jäävä pinta on pinnoitettu, mutta akustovillojen reunapinnat olivat pinnoittamattomia, mineraalivillakuituiset, jotka pinnoitettiin kuitusidontaan sopivalla M1 luokkaan kuuluvalla pinnoitteella tai sisustusmaalilla. Tällä toimenpiteellä estettiin villakuitujen pääsy sisäilmaan ja vähennettiin kuiduista käyttäjille aiheuttamia hengitysteiden ärsytysoireita.

Hyvän ja laadukkaan sisäilman varmistamiseksi tähän hankkeeseen oli määrätty erillinen P1-puhtausluokan valvoja, joka rakennustyömaan valvojen

kanssa suoritti puhtaustarkastuksia ennen siirtymistä sisustusvaiheeseen. 1.kerroksen solut 7-9 olivat teknisesti melko helppo osastoida omaksi alueekseen. Ensimmäiseksi P1-kuntoon valmistui Solu 9, jonka tarkastus pidettiin heinäkuussa 2013. Puhtaustarkastuksessa kiinnitettiin huomiota vaakapintojen pölyihin, kuten alakaton yläpuolisten kaapelihyllyjen ja ilmastointikanavien puhtauteen. Ikkunalautojen ja lattiapintojen piti olla imuripuhdaat ja pölyämättömät. Ilmastointikanavat tulpattiin välittömästi asennusvaiheen jälkeen, jotta estettäisiin asennusaikana rakennuspölyn pääseminen kanaviin.

Urakkaohjelmassa ja urakkarajaliitteessä oli määritelty rakennushankkeen eri vaiheet ja mitkä toimenpiteet oli tehtävä ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. Ennen varsinaisia rakenteiden ja talotekniikan purkutöiden aloitusta työmaa-alue oli osastoitava ja alipaineistettava, jotta pölyn leviäminen ympäröiviin tiloihin estettäisiin. Vanhat käyttöön jäävät ilmastointikanavat tulpattiin. Asiakirjoissa oli määrätty käyttämään siivouksessa keskuspölynimuria ja harjasiivous oli kielletty.

4.7.1 Puhtaussuunnitelman laadinta ja osastointi

Urakkaohjelmassa oli määrätty päätoteuttaja laatimaan työkohteesta kosteudenhallintasuunnitelman lisäksi työmaan puhtaudenhallintasuunnitelma, joka tallennettiin valvojan hyväksymisen jälkeen työmaan eri osapuolten käytössä olevaan yhteiseen projektipankkiin. Puhtaudenhallintasuunnitelmassa tuli esittää mm. työmaan osastoinnit, työkohteen kulkutiet ja alipaineistuslaitteiden sijainnit. Työmaan asiakirjoissa määrättiin keskuspölyimurin käyttö ja siivoustöissä sallitut välineet. Harjasiivous oli työmaalla kielletty kokonaan, sillä tutkimuksissa on osoitettu sen edistävän pölyn leviämistä työkohteessa. Harjapuhdistuksen sijaan puhtaanapidossa käytettiin keskuspölyimurin ohella kumilastoja.

4.7.2 Kosteudenhallintasuunnitelman oikeellisuuden tarkastaminen

Urakkaohjelmassa oli määrätty päätoteuttajan laatimaan työkohteesta kosteudenhallintasuunnitelma,(Kuvio 1.) Kosteudenhallinnan keskeiset asiat peruskorjaustyömaalla liittyivät lähinnä lattiapinnoitteen alapuolisten tasoitteiden riittävän kuivumisajan varmistamiseen. Purkutyövaiheessa oli työmaan syytä tiedostaa käyttövesiputkistojen sulkuventtiilien ja patteriverkostojen linjasäätoventtiilien sijainnit ennalta arvaamattomissa ja äkillisissä putkivuototapauksissa.

4.7.3 Melua aiheuttavien työvaiheiden ajoitus, osastointi ja työmaaliikenne

Työmaan toteutusvaiheessa toimistorakennuksessa oli remontin aikana muissa osissa toimintaa, mm. puhelinpalvelua. Meluavat työvaiheet tuli sijoittaa toimistotyöajan 08.00-16.00 ulkopuolelle. Tämä vaatimus edellytti työmaan henkilöstöltä joustavuutta ja tarkempaa ennakkosuunnittelua, kuin ns. normaalissa rakennushankkeessa. Purkutyöt tehtiin pääosin viikonlopun aikana, jolloin toimistorakennuksessa ei ollut muuta toimintaa. Työmaan aluesuunnittelussa pääurakoitsija merkitsi asemapiirrookseen työmaan varastoalueet, kulkureitit, työmaasta kertovan työmaataulun paikan sekä aidatun alueen, jolle ulkopuolisilla sivullisilla ei ollut asiaa. Aitauksen merkitys korostui työmaan perustamisen alussa, kun ulkopuoliset henkilöt pyrkivät rakennukseen aiemmin käyttämiään reittejä.

4.8 Piiloon jäävien pintojen pintakäsittelyn tarkastus

Alakattojen yläpuolisten pintojen tarkastus oli tärkeä toimenpide ennen alakattojen ummistusta. Työmaalla osa akustolevyistä asennettiin liimaamalla suoraan kattoon ja osa alakattolevyistä asennettiin listojen varaan talotekniset

asennukset peittäväksi. Suunnitteluvaiheessa ei oltu huomioitu vanhojen purettujen alakattojen yläpuolisten osien betonipintojen pölynsidontaa. Työmaan alkuvaiheessa, urakoitsijaa vaadittiin lisätyönä maalaamaan alakaton yläpuolen betonipinnat pölyttömäksi.

4.9. Rakennusilmavuotojen tiivistyksen laadunvarmistaminen

Perinteisessä rakentamisessa on liian vähän huomioitu kellarin ryömintä- ja eristetilojen sekä 1.krs väliseen läpivientien tiiviyteen.(Arvela, & Reisbacka) Yleensä rakennuksen painesuhteet muodostuvat siten, että ensimmäisen kerroksen lattiaan kohdistuu voimakas alipaine suhteessa kellarikerrokseen. Ilmamäärien mittauksen ja säätöjen avulla sekä rakenteiden tiivistämisellä ja merkkiainemittauksin voidaan varmistua, ettei rakenteista ja kellaritiloista pääse muihin tiloihin sisäilmaa pilaavia epäpuhtauksia. Tässä hankkeessa kellarin eristetilän alipaineistuksella, sen jatkuvalla todentamisella paine-eromittarein ja kerrosten välisillä putkiläpivientien tiivistyksillä varmistettiin se, ettei kellarista ollut suoraa ilmayhteyttä yläpuolella sijaitseviin toimistotiloihin. Rakenteiden tiiveys varmistettiin ulkopuolisen sisäilmakonsultin toimesta merkkiainekeasulla

Ikkunoiden ja seinärakenteiden välinen tiiveyden korjaus ja tiiveyden laadun varmistaminen oli tämän kohteen yksi tärkeimmistä korjaustoimenpiteistä. (Ahonen 2007) Ulkopuolen ikkunan alapuoliset seinärakenteet ja etenkin seinäeristeen ulkopintojen kosteus- ja lämpötilaolosuhteet luovat otollisen kasvualustan mikrobikasvustoille Suomen ilmasto-olosuhteissa. Ikkunoiden julkisivun puoleiset ikkunasaumakittaukset, puutteelliset vesipeltien kallistukset ja epätiivit liitokset päästävät seinärakenteeseen ylimääräistä kosteutta etenkin räystäättömissä rakennuksissa. Julkisivuun kohdistuva tuulen paine voi aiheuttaa seinärakenteeseen paineen, joka mahdollistaa seinärakenteen sisäpuolen homeitiöiden ja mikrobien pääsyn huoneen sisäilmaan seinien

hiushalkeamista jos rakenteiden sisäpintoja ei ole tarkastettu ja huolellisesti tiivistetty.

4.9.1. Työmaan toimenpiteet ikkunoita ympäröivissä rakenteissa

Ikkunoiden ja rakenteiden välinen tiiveyden varmistaminen on yksi keskeisimpiä asioita laadukkaalle sisäilmakorjauksen onnistumiselle. Soluissa 7-9 kaikkien ikkunoiden vanhat tiivisteet poistettiin, ikkunoiden kunto tarkistettiin jonka jälkeen ikkunat ja sitä ympäröivät rakenteet tiivistettiin rakennesuunnittelijan antamilla ohjeilla. Tiivistys varmistettiin kittaamalla ikkunoiden ja rakenteiden välit sisäpinnasta. Rakenteiden tiiveys varmistettiin vesieristeellä ja vahvikekankaalla. Laadunvarmistuksena työmaalla otettiin kuvia ikkunatiivistyksen eri työvaiheista. Ikkuna- ja seinärakenteiden tiivistystyön alkuvaiheessa pidettiin katselmus, jossa arvioitiin merkkiainemittauksella tiivistystyön onnistumista. Samalla ulkopuolinen sisäilmakonsultti tarkasti rakennuksen painesuhteet suhteessa ulkoilmaan, kellarin ryömintätilaan ja toisen kerroksen tiloihin. Malliasennuksessa määriteltiin, että työ on tehty suunnitelmien mukaisesti. Toinen tärkeä syy oli löytää mahdolliset ikkunakarmien lahovauriot. Solu 7-9 ikkunoista kahdessa todettiin alakarmeissa lahovaurioita ja ne vaihdettiin. Syyksi paljastui tasakaton reunapellin ja ikkunan yläpuolisen peltien saumakohtien sijainti täsmälleen samalla kohdalla. Lahovaurioita ei olisi havaittu ilman vanhojen kittien poistamista ja ikkunakarmeja ympäröivien rakenteiden tarkastusta.

4.9.2. Rakenteiden paine-erojen ja tiiveysmittaukset

Työmaavalvonnan lisäksi hankkeessa käytettiin ulkopuolista sisäilma-asioihin erikoistunutta konsulttia arvioitaessa korjaustoimenpiteiden onnistumista.

Seinän ja lattian rajaan kohdistuu rakennuksen normaaleissa käyttöolosuhteissa alipaine eli rakenteista sisäilmaan päin tapahtuu ilmavirtauksia. Jos em. rakenteissa esiintyy halkeamia, tai putkien ja lattian

liitokset ei ole riittävän hyvin tiivistetty, rakenteista pääsee sopivien tuuliolosuhteiden vaikutuksesta vapaasti kulkeutumaan haitallisia päästöjä toimiston sisäilmaan. Korjaus- ja tiivistystoimenpiteiden onnistuminen varmistettiin visuaalisen katselmuksen lisäksi myös merkkiainesavukokein. Julkisivun puolelta, elementin saumasta, puhalletaan paineilmalaitteella kaasuseos seinärakenteeseen. Seinärakenteen tiivistys on onnistunut, jos sisäpuolelle asennettu mittalaite ei reagoi merkkiainekaasuun. Näin seinärakenteen tiivistystyöt, ilmanpitävät liitokset seinän ja lattian rajakohdassa ja julkisivuelementin tiivistys ikkunakarmeihin voitiin katsoa onnistuneesti tehdyksi ja työsuoritus hyväksyttiin.

5 Ilmanlaadun tavoitearvioiden sisäilmaluokituksen 2008 mukainen

5.1. Ikkunoiden tarvittava aurinkosuojaus huomioidaan suunnittelussa

Sisäilmastoluokituksen S1 tavoitteiden mukaan rakennuksen sisäilmaston lämpötilalle oli määritelty arvot, joita ei saatu ylittää. Kesäaikana ulkolämpötilan ollessa yli $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sisätiloissa saa hetkellisesti olla $+24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Aurinkosuojauksella ja jäähdytyksellä on tarkoitus kesähelteellä hallita toimiston korkeita lämpötiloja, jotta avokonttorin viihtyvyys ja sisäilmastoluokan S1 asettamia lämpötiloja voitaisiin paremmin hallita. Tässä saneerauskohteessa ei asennettu ikkunoihin suojakalvoa eikä julkisivuissa käytetty ikkunoita auringonvalolta suojaavia markiiseja. Ikkunoissa oli ennestään aurinkoa varjostavat ja ilmaa viilentävät sälekaihtimet, jotka jätettiin paikalleen.

5.2. S1- luokituksen mukaiset lämpötila- ja vetotavoitteet

Suunnitteluvaiheessa tulee tarkistaa asetetut sisäilmaluokan S1 v. 2008 lämpötila – ja vetotavoitteet voimassa olevan sisäilmaohjeistuksen mukaisiksi. Työmaatoteutuksen aikana varmistettiin, että asennetut ilmastointikanavat olivat suunnitelman mukaisissa paikoissa suhteessa toimiston työskentelypisteisiin. Tuloilmakanavien päätelaitteiden oikealla valinnalla varmistettiin ilmavirtojen oikea suuntaaminen siten, että ylimääräistä vedontunnetta ei syntyisi. Ilmavirtojen mittaus- ja säätötoilla varmistettiin S1 määräysten mukaiset ilmamäärät, jotka merkittiin ilmamäärien mittaus- ja säätöpöytäkirjoihin ja liitettiin hankkeen luovutusasiakirjoihin.

5.3 Ilmanvaihdon ja jäähdytyksen toteutusratkaisujen vedottomuus

Työpisteiden suunnittelussa kiinnitettiin huomiota ikkunoiden läheisyydessä esiintyvään vetoon ja lämpöpattereiden sijoitteluun. Rakennuksessa oli esiintynyt aiempien sisäilma- kyselyjen mukaan etenkin ulkonurkissa kylmää ja vetoisuutta. Remontin aikana lisättiin rakennuksen ulkonurkkiin lisäpattereita ja tiivistettiin sekä parannettiin ulkonurkkien lämmöneristystä. Pakkaskauden aikana tammikuussa 2014 valvoja kiersi lämpökameralla kuvaamassa remonttialueen nurkkien pintalämpötilat. Näitä lämpötiloja verrattiin rakennuksen muihin ulkonurkkiin, jossa ikkunoiden ja seinärakenteiden tiivistystä ei ollut tehty. Tilaaja oli määrännyt pidettäväksi rakennuksen vastaanotosta kolmen kuukauden päästä pidettävän toimivuustarkastuksen, jossa kyselylomakkeella selvitettiin toimistotyöntekijöiden mielipiteitä työympäristön viihtyisyydestä kuten melun, lämpötilojen, vetoisuuden ja valaistuksen toiminnasta.

5.4 Ilmanvaihtopäätelaitteiden sijoittelu ja suuntaus vetohaittojen välttämiseksi

Ilmanvaihtolaitteiden suunnittelussa otettiin huomioon mitoittamalla ilmavirtausnopeudet riittävän alhaisiksi, S1 tavoitetason mukaisiksi. Tuloilmapäätelaitteiden tyypiksi valittiin malli, jonka tuloilmavirrat oli helppo säätää ja jonka ilmavirtojen heittokuvio voitiin suunnata siten, että työpisteissä esiintyisi mahdollisimman vähän vedon tunnetta.

5.5 Akustiset erityisvaatimukset puheen erottuvuuden suhteen

Avotoimistojen suunnittelutavoitteena oli järjestää työpisteet siten, että puheen kuuluvuus ei liikaa häiritsisi muita työntekijöitä. Avokonttoriin oli suunniteltu erillinen puhelinhuone, jossa pystyi puhumaan muita toimistotyöntekijöitä häiritsemättä. Tilan ääneneristävyyttä parannettiin liimaamalla seinäpintoihin vaimentavia akustolevyjä. Toimiston tiloihin oli suunniteltu muutamia kokousten pitoon soveltuvia neuvotteluhuoneita, joiden seinien äänieristävyyteen ja putkiläpivientien tiiveyteen kiinnitettiin erityistä huomiota.

5.6 Ilmanvaihdon säädöille varattu aika ennen tilojen käyttöönottoa

Ilmastointikanavat asennettiin paikoilleen imuripuhkaissa, pölyttömissä tiloissa ja tulpattiin välittömästi asennustöiden aikana. Puhtaustarkastuksella varmistettiin päätelaitteiden ja tulo- ja poistokanavien sisäpintojen pölyttömyys ja puhtaustaso pistokokein. Puhtaustarkastus käsitti myös alakattojen yläpuolisten, osien kuten LVI-putkien ja sähköjohtojen silmämääräisen puhtaustarkastuksen. Ilmastointikanavien ja päätelaitteiden puhtaustarkastuksen jälkeen voitiin todeta tarkastettujen kanavien ja ilmanvaihtokoneen vaikutusalueella toimivien tilojen olleen riittävän puhtaat ja

lupa Ilmanvaihtokoneen käynnistykseksi voitiin antaa n. kolme viikkoa ennen luovutusta.

5.7 Ensimmäisen vuoden tehostettu ilmanvaihto ja tuuletusjakson pituus

Ilmamäärien mittaus- ja säätötyöt oli tarkoitus tehdä ennen tuuletusjaksoa, joka oli määritelty Senaatti-kiinteistöjen ohjeiden mukaan vähintään kaksi viikkoa ennen tilojen luovutusta. Tuuletusjakson tarkoituksena oli vähentää uusista rakennusmateriaaleista ja kiintokalusteista lähteviä päästöjä.

Senaatti-kiinteistöjen ohjeiden mukaisesti ilmanvaihto tuli pitää vastaanotosta ensimmäisen vuoden aikana, vuorokauden ympäri, mitoitusilmamäärällä. Toimenpiteellä haluttiin varmistaa rakennuksen tehokas tuuletus ja vähentää rakennusmateriaaleista lähteviä päästöjä. Asetusta päätettiin toimivuustarkastuskokouksessa tammikuussa 2014 muuttaa siten, että pakkasen laskiessa alle $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ automatiikka-asetuksilla säädettiin ilmastointijärjestelmä toimimaan puolella teholla energian säästämiseksi, vedon tunteen vähentämiseksi ja ilmastointikoneen kennojen jäätyminen estämiseksi.

6 Irtokalustehankinnat

6.1 Kalusteiden materiaalien päästöluokat ja levyjen formaldehydivaatimus

Irtokalustehankinnat ja kalustesuunnittelu tehtiin käyttäjän toimesta. Kalusteiden materiaalien tuli olla vähäpäästöiset. Toimistokalusteiden valinnoissa kiinnitettiin huomiota kalusteiden kestävyys ja muotoiluun ja väreillä haluttiin vaikuttaa myönteisellä tavalla toimivaan ja viihtyisään työympäristöön.

6.2 Uusien kalusteiden tuuletusaika, kuljetusohjeet ja P1-puhtausvaatimus

Uudet toimistokalusteet muodostavat päästöjä sisäilmaan. Sopimusasiakirjoissa oli määrätty tuulettamaan toimistotiloja tehostetulla ilmanvaihdolla vähintään kahden viikon ajan ennen kuin toimisto otettiin käyttöön, haluttiin varmistaa rakentamisessa saavutettu hyvä ilmanlaatu ja hyvä sisäilma ja vähentää uusista materiaaleista ja kalusteista lähteviä päästöjä. Tuuletusaikana työkohteessa tehtiin vain ilmamäärien mittaus- ja säätötöitä.

Käyttäjän vastuulle jäi toimistokalusteiden hankinta ja siirto kohteeseen. Irtokalusteiden vastaanottoa ja työmaalle siirtoa varten määriteltiin aika, jolloin rekka- auto tuli työmaalle. Koska rekkojen piti päästä työmaalle lähelle toimistorakennusta, oli kadun varrelta varattava n. 70 metrin pituinen pysäköintialue rekkojen parkkeeraukseen. Toimenpide vaati katualueen varaamista kaupungilta tilapäiset liikennejärjestelyt ja laatimaan toimenpiteestä liikennemerkkisuunnitelman. Kalusteet oli pakattu huolellisesti muoveihin ja kantomatka autosta toimistoon pyrittiin järjestämään niin lähelle niin lähelle rakennusta kuin mahdollista. Toimenpiteellä haluttiin varmistua, että kalusteet säilyivät kuljettaessa mahdollisimman ehjänä toimistoihin. Erityisvaatimuksena kuitenkin oli se että kalusteiden pakkauksia ei saanut viedä puhdastiloihin ja suojukset piti purkaa toimistohuoneiden ulkopuolella. Kalusteiden kuljetusvaurioilta säästyttiin, joitakin kolhuja esiintyi valmiiksi maalatuissa seinäpinnoissa, jotka käyttäjä korjautti pääurakoitsija.

7 Johtopäätökset

Rakentamisvaiheen aikana oli kannustavaa havaita, että koko työmaan työnjohdolla ja työntekijöillä oli halu tehdä asiat mahdollisimman hyvin ja huomioida vaikeissakin olosuhteissa terveen talon kriteeristön mukaiset

rakennustavat. Työmaahenkilöstölle pidetty P1 -puhtauskoulutus ohjeisti, selkeytti ja motivoi työntekijöitä, jotka saivat tarkemman kuvan puhdastilarakentamisesta. Vastaanottovaiheen lähestyessä työmaalla unohtui välillä ohjeiden mukainen puhdastilarakentaminen lähinnä solujen 7 ja 8 osalta. Toisaalta urakoitsijan puolelta kritisoitiin P1 puhdastilarakentamisen määräyksiä ja ohjeita esimerkiksi alakaton yläpuolen ilmastointikanavien eristyksen työvaiheen ajoituksessa P1 puhdastilassa..

Toimitilamuutoshankkeen aikataululliset ja laadulliset tavoitteet saavutettiin. Työmaa luovutettiin käyttäjälle syyskuussa 2013. Laadullisten tavoitteiden saavuttaminen varmennettiin kolmen kuukauden kuluttua vastaanotosta pidetyssä toimivuustarkastuksessa, jossa käyttäjiltä kysyttiin kyselylomakkeilla mielipiteitä toimiston viihtyvyystekijöistä, kuten lämpötilasta, vetoisuudesta valaistuksesta ja työympäristön melusta. 1. kerroksen solujen 7-9 osalta suurempia puutteita ei esiintynyt. Lähinnä neuvotteluhuoneiden ja toimistohuoneiden äänieristyksen parantamisen osalta tehtiin joitakin muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin. Rakennusvaiheen aikana työt etenivät ennakoidun järjestelmällisesti pääosin aikataulun mukaisesti. Kellarin osittain lisä- ja muutostöistä ja tavarantoimituksesta aiheutuneet viiveet, siirsivät ulkopuolen ilmastointikuilun asennusta myöhempään ajankohtaan. Sisustusvaiheen aikana yllättävä, työmaasta riippumattoman rakennuksen kattokaivon putken rikkoontumisesta aiheutunut vesivahinko saatiin tutkittua, kuivattua ja korjattua nopeasti. Korjaustoimenpiteet eivät aiheuttaneet loppuaikatauluun viiveitä, sillä ne hoidettiin ulkopuolisen kuivausliikkeen ja kattourakoitsijan toimesta.

Tässä kohteessa tulevan käyttäjän osuus työmaan onnistumisesta oli merkittävä. He hoitivat esimerkillisesti käyttäjille kuuluvat irtokalustehankintojen suunnitteluun ja hankintaan liittyvät tehtävät.

Tiedottamisen merkitystä ei voi väheksyä tässäkään hankkeessa. Pääurakoitsijan toimesta hoidettiin viikkoilmoitukset käyttäjän edustajalle, joka jakoi ilmoitukset eteenpäin omalle henkilökunnalleen. Tiedottamisessa onnistuttiin hyvin, eikä tietokatkoja esiintynyt.

Kohteen suunnittelijoiden nopeat vastaukset työmaan teknisissä asioissa mahdollistivat lähes reaaliaikaisen tiedonkulun. Ne olivat osaltaan vaikuttamassa siihen, että työmaa luovutettiin käyttäjälle aikataulun ja laadullisten tavoitteiden mukaisesti.

8 Loppuyhteenveto

Lopputyön aiheen valinta selkeytyi melko pian. Aineistoa minulla oli käytettävissä riittävästi. Työni tekemistä helpottivat työmaavalvonnan aikana tehdyt muistiinpanot, työvaiheista otetut digikuvat ja rakennusvaiheen aikaiset havainnot. Annoin opinnäytetyöni luonnoksen luettavaksi usealle henkilölle työskentelyn loppuvaiheessa. Heidän neuvojensa avulla tiivistin ja korjasin kirjoitettua tekstiä.

Opinnäytetyö tehtiin terveen talon toteutuksen kriteerien mukaisesti peruskorjaushankkeessa. Rakennushankkeen aikana saatu tärkein havainto oli se, että sisäilman laatuun keskeisesti vaikuttavat toimenpiteet tulee tehdä ja valvoa erittäin huolellisesti sekä varmistaa korjauksen laatu mittauksin aina, kun se on mahdollista. Rakenteiden liitosten ja putkiläpivientien erittäin huolellinen tiivistäminen ja työtuloksen laadunvarmistus mittaamalla merkkiainemittauksin oli tämän työmaan osalta merkittävin hyöty. Mittauksien avulla voitiin osoittaa rakenteiden tiiveys ympärillä oleviin tiloihin nähden. Kaikki mahdolliset epätiivelyskohdat ja halkeamat, josta oli aiemmin päässyt sisäilmaan epäpuhtauslähteitä, pystyttiin paikallistamaan ja korjaamaan.

Mielestäni toimitilamuutos onnistui ja käyttäjät saivat viihtyisät tilat käyttöönsä aikataulun mukaisesti. Seurantajakson aikana toimistotyöntekijät ovat työskennelleet terveellisessä sisäilmastossa nyt jo kahdeksan kuukauden ajan ja jossa on rakentamisen avulla minimoitu sisäilman laatua pilaavat tekijät.

Jatkossa olisi erittäin mielenkiintoista osallistua terveen talon kriteerien mukaiseen uudisrakennushankkeeseen ja osoittaa, että opinnäytetyössäni kuvatulla tavalla ja oikealla asenteella toteutetuilla hankkeilla voidaan luoda käyttäjille terveellisiä, turvallisia ja viihtyisiä toimitiloja. Tosin vasta useamman vuoden seurantajakson aikana voidaan varmistua, että rakentamisella, valvonnalla, tarkastuksilla ja huolellisella aikataulun seurannalla voidaan vaikuttaa ratkaisevasti rakentamisvaiheen laadulliseen toteutukseen ja tilojen hyvään sisäilman laatuun.

9 Lähteet

Ahonen, J. insinööritoimisto Mikko Vahanen, rakenteelliset tiivistykset sisäilmaongelmien korjaamisessa, Sisäilmastoseminaari 2007, Dipoli Espoo 14.3.2007.

Anttila, P. 2005. Ilmaisu teos ja tekeminen ja tutkiva toiminta. Akatiimi Oy

Arvela, H ja Reisbacka H Asuntojen radonkorjaaminen, uusi opas www.stuk.fi

D2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Määräykset ja ohjeet 2003. Ympäristöministeriö

Helsingin Sanomat HS kaupunki A28-29 Sanoma Osakeyhtiö. 1.3.2014

Kotila, H. & Mutanen, A. 2004. Tutkiva ja kehittävä ammattikorkeakoulu. Helsinki: Edita

M1-materiaalien luokitus / www.rakennustieto.fi

Mölsä, S. 2014. Rakennuslehti. Sanoma Tekniikkajulkaisut Oy.23.1.

Reinikainen, J. 2013. aluejohtaja. Senaatti-kiinteistöt. luento Kaislakuu 3, Joensuu, 31.10.2013

Sisäilmastoluokitus 2008. RT 07- 10946

Sisäilmayhdistys ry 2011 Sisäilmastoluokitus 2008. julkaisu 5, Helsinki, 2008 LV 05-10318, RT 07-10741/TR 10790, Ratu424-T, KH 27-00337

TEKES 2003. Terve talo- teknologiaohjelma.9/2003. Loppuraportti

Terve talon toteutuksen kriteerit RT 07-10805. Rakennustietosäätiö 2003

Tuomainen M. 2002. Nykytila ja vaatimukset hengityssairaiden kotien sisäilmastolle. 22.2.2002 Kuopion yliopisto, luonnon- ja ympäristötieteet

Viitanen, H.2007.erikoistutkija. VTT, RTC Koulutus ylikorjausten välttäminen. luento. Hotelli Rantasipi, Hyvinkää 29.11 2007