

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutus

2018

Päivi Kulmanen

TERVE TALO –KRITEERIEN
SOVELTAMINEN
RAKENNUSKOHTEEN
ILMANVAIHDON
TOTEUTUKSEEN

Päivi Kulmanen

TERVE TALO –KRITEERIEN SOVELTAMINEN RAKENNUSKOHTTEEN ILMANVAIHDON TOTEUTUKSEEN

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Terve talo –kriteerin soveltamista uudisrakennuskohteen työmaalla, erityisesti ilmanvaihdon näkökulmasta. Aihetta tarkastellaan selvittämällä uudisrakennuksen sisäilmastolle asetettuja viranomaismääräyksiä ja –ohjeistuksia, sekä perehtymällä sisäilmaluokituksen vaatimiin rakentamisen aikaisiin kosteuden- ja pölynhallinnan ohjeistuksiin. Terve talo –kriteerien soveltamisen lähtökohtana työmaalla on turvallisemman ja terveellisemmän sisäilman varmistaminen rakennuksen käyttäjille.

Opinnäytetyön tavoitteena on esittää työmaan aikaiseen puhtaudenhallintaan kehitysideoita, joilla saavutetaan tehokkaampaa pölynhallintaa ja varmistetaan valmiin toimitilarakennuksen puhdas ilmanvaihtojärjestelmä.

Tavoitteeseen päästiin tarkastelemalla P1–puhtausluokitusta, haastatteleamalla ilmanvaihtoasentajia ja tekemällä havaintoja Terveen talon laadunmittaushavainnoista rakentamisen aikana.

ASIASANAT:

Terve talo, sisäilmasto, ilmanvaihto, pölynhallinta, kosteudenhallinta, P1–puhtausluokitus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and production engineering

2018 | 63

Päivi Kulmanen

HEALTHY HOUSE CRITERIONS FOR VENTILATION AT THE CONSTRUCTION SITE

This thesis is considered the criterion for Healthy House which was taken into use at the construction site during construction work. The criterion of Healthy House is explored especially from the point of view of the ventilation. This Healthy House issue was begun with research of the authorities' regulations and instructions for the indoor climate of the new office building. In this thesis was observed also humidity and dust control which were required for indoor climate classification at the site. Reason for using criterions of Healthy House at the constructor site is because of ensures safety and healthy indoor climate for users of the building.

The purpose of this thesis is to present development ideas for cleanliness at the construction site and more efficient dust management which ensure a dust free ventilation system and healthy indoor climate for the users of the building.

The goal was reached by examining the P1-purity class and interviewing ventilation fitters and observing the accomplishing of the criterion for Healthy House at the construction site.

KEYWORDS:

Healthy House, indoor climate, ventilation, dust control, humidity control, P1-purity class

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	1
2 TAVOITTEENA TERVE TALO	5
2.1 Toimeksiantaja	6
2.2 Medisiina D –uudisrakennus	7
3 SISÄILMASTON MÄÄRÄYKSET, OHJEET JA VALVONTA	10
3.1 Rakentamismääräykset	12
3.1.1 Ilmanvaihdon määräykset	14
3.1.2 Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunto	18
3.2 Sisäilmaluokitus	19
3.2.1 Työmaasuunnittelu	22
3.2.2 Toimintakoevalmius	23
3.2.3 Rakennusmateriaalien M1–päästöluokka	25
3.3 Terveen talon toteutumisen kriteerit	27
3.4 Rakennusvalvonta	29
4 TERVE TALO –TAVOITE MEDISIINASSA	33
4.1 Hankesuunnittelu	34
4.2 Suunnittelun ohjaus	35
4.3 Työmaan ohjaus	38
4.3.1 Pölyn– ja puhtaudenhallinta	40
4.3.2 Ilmanvaihtoasennusten vaatimukset	44
4.4 Terveen talon laadunvalvonta ja dokumentointi	46
4.5 Vastaanotto– ja käyttöönottoprosessi	46
4.6 Käyttö ja ylläpito	49
5 TERVEEN TALON TOTEUTUMINEN MEDISIINASSA	50
5.1 Terve talo –laadunvalvonta	50
5.2 Ilmanvaihtoasentajien haastattelu	52
5.3 Loppupäätelmä	57
LÄHTEET	61

KUVAT

Kuva 1. Medisiina D –uudisrakennus. (NCC Suomi Oy.)	9
Kuva 2. Tulpattuja ilmastointikanavia. (NCC Suomi OY.)	44
Kuva 3. Asennetut päätelaitteet suojattuna. (NCC Suomi Oy.)	45
Kuva 4. Haastattelulomake. (NCC Suomi Oy.)	53

TAULUKOT

Taulukko 1. Asiakirjojen pätevyysjärjestys. (Sandberg E. 2014, 28.)	11
Taulukko 2. Poistoilman luokitus. (Suomen säädöskokoelma 2017, 5.)	16
Taulukko 3. Sisäilmaluokituksen rakenne. (Andersson ym. 2008, 5.)	20
Taulukko 4. Tavoitearvot ilmanlaadulle. (Andersson ym. 2008, 11.)	21
Taulukko 5. Kanavaosien öljyjäämien määritys. (Andersson ym. 2008, 35.)	23
Taulukko 6. P1–puhtausluokan pölykertymät. (Andersson ym. 2008, 21.)	24
Taulukko 7. Terve talo –kriteerien tavoitetasot. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 8.)	28
Taulukko 8. Medisiinan Terve talo –laadunmittaustulokset. (NCC Suomi Oy.)	50
Taulukko 9. Haastatteluvastaukset prosentuaalisesti. (NCC Suomi Oy.)	54

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Alipaineistettu tila	Rakennuksen tila alipaineistetaan ympäröiviin tiloihin nähden aiheuttamalla poistoilmaan suurempi paine kuin tuloilmaan
CE–merkintä	Valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän sitä koskevien direktiivien vaatimukset
Ilmanvaihtojärjestelmä	Tekninen järjestelmä sisältäen ilmanvaihtoon tarvittavat koneet, laitteet, kanaviston ja päätelaitteet
IV	Ilmanvaihto
LVISA	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö ja automaatio
MRL	Maankäyttö– ja rakennuslaki
Medisiina	Medisiina D –uudisrakennus
NCC	NCC Suomi Oy
Pju	Rakennushankkeen toteutumisesta vastaava projektinjoh- tourakoitsija
RakMK	Rakennusmääräyskokoelma
Sisäilmasto	Rakennuksen sisällä oleva ilma, johon vaikuttaa lämpö- ja ääniolosuhteet, valaistus ja ilmanlaatu
Tilaaaja	Rakennushankkeen rakennuttaja
Toimintakoe	Varmistetaan LVIS–järjestelmien toimivuus
Tuuletusjakso	Epäpuhtaudet poistetaan ilmanvaihtojärjestelmästä ja raken- nuksesta käyttämällä järjestelmää tietty ajanjakso täydellä teholla ympäri vuorokauden
TVOC–yhdiste	Rakennusmateriaalien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus

1 JOHDANTO

Tänä päivänä keskustellaan yleisesti, miten rakennuksen huono sisäilma aiheuttaa terveydellisiä oireita toimitilarakennuksissa työskenteleville lisääntyvinä hengitystieinfektioina, sairauspoissaoloina, sekä epäviihtyisyytenä työskentelyolosuhteissa. Rakennusten sisätiloissa vietetään päivittäin paljon aikaa, varsinkin toimitiloissa, joissa työskennellään. Kukaan ei halua sairastua työpaikallaan huonon sisäilman seurauksena, eikä varsinkaan menettää terveyttään työpaikan epäterveellisten olosuhteiden, tai rakentamisvirheistä aiheutuneiden homeongelmien takia.

Ulkoa tulevat pienhiukkaset aiheuttavat rakennuksen sisäilmassa vakavimmat terveyshaitat ihmisille. Niitä pystytään estämään tehokkaalla ulkoilman suodatuksella. Tiivis rakennus ja oikein mitoitettu ilmanvaihto vähentävät hiukkasaltistumista ja parantavat sisäilmanlaatua. (Sandberg E. 2014, 56.) Ihmiset ovat kuitenkin erilaisia ja samassa tilassa työskenteleville pienikin määrä hiukkas- tai kaasumaisille epäpuhtauksille altistumista saattaa aiheuttaa terveydellisiä reaktioita osalle työntekijöitä ja toiset saattavat sietää pidempää oleskelua samassa sisäilmastossa ilman mitään havaittavia terveydellisiä oireita. Vaikka huono sisäilma ei aiheuttaisikaan vakavia pitkäkestoisia terveydellisiä haittoja, saattaa se silti aiheuttaa käyttäjille epämieluisia tuntemuksia, esimerkiksi huonon ilmanvaihdon aiheuttamana vedon tunteena. (Sandberg E. 2014, 47.)

Syynä rakennusten huonoon sisäilmastoon on monia tekijöitä, kuten rakentamistavat, rakennusmateriaalit, sekä epäpuhtaudet, jotka kulkeutuvat ulkoilmasta rakennuksen sisäilmaan, tai jotka ihminen aiheuttaa omien toimiansa johdosta. Kosteus rakennuksen rakenteissa altistaa rakennuksen rakennusvaurioille monilla eri tavoin. Kostuneiden eristeiden ja rakennusmateriaalien asentaminen saattaa ylittää myöhemmin materiaalin kosteuden sietokyvyn, jolloin alkaa muodostua mikrobiologista kasvustoa tai puumateriaalien lahoamista. Silloin pitää aloittaa korjausrakentaminen purkamalla ja kuivaamalla vaurioituneet rakenteet. Rakenteiden homepurku kuitenkin vapauttaa sisäilmaan homeitiöitä ilman kunnollista purkukohdan osastointia. Homevaurioita aiheutuu myös veden valuessa rakenteisiin läpivienneistä ja saumakohtista, jolloin kostuneet rakenteet vaikeuttavat rakenteiden kuivumista aiheuttaen kosteusvaurioita. (Sandberg E. 2014, 67.)

Rakentamismateriaalien haittavaikutuksia terveysvaikutuksiin tutkitaan ja esimerkiksi asbestin käyttö eristeenä on ollut Suomessa kielletty jo pitkään. Asbestin todettiin ole-

van erittäin myrkyllinen rakennusmateriaali ja aiheuttavan asbestipölylle altistuneille kroonistuneita hengitystieinfektioita. Asbestin lisäksi formaldehydi, jota käytetään kosmetiikkatuotteista rakentamisessa käytettyihin lastulevyihin, tiedetään olevan erittäin voimakas terveydellisiä haittoja aiheuttava yhdiste. Haihtuessaan sisäilmaan formaldehydi aiheuttaa terveystariskin etenkin astmaatikkoille. Rakentamisen eristemateriaaleissa käytetään myös muun muassa lasikuitua, joka saattaa aiheuttaa allergisen reaktion, kuten myös liimoissa ja saumausaineissa saattaa olla kuivuessaan sisäilmaan hajoavia päästöjä. (Sandberg E. 2014, 62–66.)

Rakennuksessa käytettävien materiaalien lisäksi sisäilmaan tulee epäpuhtauksia ulkoilmasta ja maaperästä. Maaperästä nousee rakennuksen perustuksen kautta sisäilmaan radonia, joka on epäterveellistä radioaktiivista kaasua. Muita maaperästä nousevia epäpuhtauksia saattaa esiintyä, jos rakennus rakennetaan vanhan kaatopaikan tai teollisuusalueen päälle ja maaperään on jätetty teollisuusjätteitä. Ulkoilmasta terveydelle haitallisia epäpuhtauksia kulkeutuu teollisuuden hiukkaspäästöistä ja vilkkaan tieliikenteen aiheuttamista epäpuhtauksia. Rakennuksen sijaitessa vilkasliikenteisen tien vieressä, hiilidioksidipäästöjä aiheuttaa ohi menevät ajoneuvot. Talvikaudella nostattaa ajoneuvojen käyttämät nastarenkaat tienpäällysteiden hiukkapölyä ilmaan, joka kulkeutuu rakennuksen ilmanottokanaviston kautta huoneiden sisäilmaan, ilman tehokkaita ilmanvaihtokoneiden suodattamia. (Sandberg E. 2014, 64.)

Rakennuksen käyttäjä huonontaa myös omilla toimillaan sisäilmaa. Hengityksen tuotoksena muodostuu hiilidioksidia ja liian alhaisella ilmanvaihdolla tilan hiilidioksidipitoisuus nousee. Toimistossa työskentelevä ihminen tuottaa hiilidioksidia huoneilmaan noin 24 l/h, joka vastaa 6,7 cm³/s. Vastaavasti levossa ollessaan kevyttä työtä tekevä keskikokoinen henkilö tuottaa noin 20 l/h eli noin 5,6 cm³/s hiilidioksidia. (Sandberg E. 2014, 63.)

Muita rakennuksen sisäilmaa huonontavia tekijöitä varsinkin asuinrakennuksissa ovat lemmikkieläimet, joista irtoaa eläinhilsettä ja –pölyä, sekä pölyä keräävät huonekasvit. Toimialarakennuksessa huonontaa sisäilmastoa varsinkin ilmastoinnin aiheuttama vedon tunne tai ilmanvaihdon ollessa alimitoitettu, huono sisäilman laatu ja tilan lämpöolosuhteet. (Sandberg E. 2014, 66.)

Rakennuksen sisäilmaongelmat pystytään määrittelemään monella eri tavalla, joko aistinvaraisesti tai tarkoitukseen soveltuvilla mittauslaitteilla mittaamalla. ”Sisäilmaston mittauksia ovat seuraavat menetelmät:

- Ilmanvaihdon ja painesuhteiden mittaus
 - tulo- ja poistoilmavirta
 - ilmanvaihdon tehokkuus
 - painesuhteiden mittaus
- Lämpötilamittaukset
 - huoneilman lämpötila
 - pintalämpötila
- Huoneilman virtausnopeuden mittaus
- Kosteusmittaus
 - huoneilman kosteus
 - rakenteiden kosteus
- Melumittaukset
 - laitteiden aiheuttama äänitaso
 - huonevaimennus ja puheensiirto
- Ilman laadun mittaukset
 - hiukkasmittaukset
 - kaasujen mittaukset
 - mikrobien mittaukset” (Sandberg E. 2014, 69).

Sisäilmaongelmia selvittää ja analysoi sisäilmaongelmiin perehtyneet alan ammattilaiset. Todennettujen sisäilmaongelmien korjaaminen vie aikaa ja rahaa kiinteistöjen omistajilta. Rakennuksen korjausrakentaminen aiheuttaa toimialarakennuksen toimintoille uudelleenjärjestelyjä ja pahimmassa tapauksessa toimintojen siirtämistä väliaikaisesti kokonaan toisiin toimitiloihin. Rakennuksen sisäongelmista aiheutuva korjausrakentaminen sitoo myös taloudellisia resursseja, huonosta sisäilmasta aiheutuneiden työntekijöiden sairauspoissaolojen lisäksi.

Toimialarakentamisessa pyritään ennaltaehkäisemään rakennusvirheitä ja rakennuksen käyttäjien altistumista huonolle sisäilmastolle rakentamiseen tarkoitetuilla viranomaismääräyksillä, -ohjeistuksilla ja -valvonnalla. Näin varmistetaan toimitilan käyttäjille ainakin vähimmäisvaatimukset täyttävät terveelliset työskentelyolosuhteet. Viranomaismääräysten lisäksi, rakennuttajat ja rakennusten tilaajat ohjaavat omilla rakentamisen aikaisilla ohjeistuksillaan varmistamaan työmaan riskienhallintaa toteuttaessa ”terveen talon” rakentamista. Rakentamisen aikaisella hallitulla ja valvotulla työmaan kosteuden- ja puhtaudenhallinnalla minimoidaan hallitsemattoman rakentamisen aikaisilta virheiltä. Myös vääränlaiset tekniset suunnitelmat ja rakennusratkaisut saattavat

aiheuttaa myöhemmin rakennuksen rakenteissa vaurioita ja aiheuttaa sisäilmaongelmia.

Rakennushankkeen aikana projektinjohtourakoitsija vastaa siitä, että työmaalla noudatetaan vaadittuja määräyksiä, sekä rakennuksen tilaajan asettamia tavoitteita hyvästä sisäilmasta. Toimialarakentamisen uudisrakennushankkeissa haetaan rakentamislupa ja luvan myöntämisen jälkeen rakentamisen viranomaiset valvovat, että rakentaminen tapahtuu luvassa määritellyillä ehdoilla. Ympäristöministeriön Suomen rakennusmääräyskokoelmat määrittävät ja ohjeistavat hyvään rakentamistapaan ja Sisäilmayhdistys ry:n sisäilmaluokitus ohjaa ja antaa suunnittelijoille ja rakentajille keinot rakennuksen hyvän sisäilmaston saavuttamiseen käyttämällä sisäilma-, puhtaus- ja materiaaliluokituksia. Terveen talon toteutuksen kriteerit luotiin myöhemmin Sisäilmayhdistys ry:n sisäilmastoluokituksen ohjeiden tueksi uudisrakennushankkeisiin ohjeistamaan toimialarakentamisessa urakoitsijoita työmaan aikaiseen hyvään kosteuden- ja pölynhallintaan ja edesauttamaan näin hyvää rakentamistapaa. Sekä Ympäristöministeriön, että Sisäilmayhdistys ry:n julkaisuilla tavoitellaan hyvin suunniteltua ja rakennettua toimitilaa, jossa loppukäyttäjillä tulee olemaan terveellinen sisäilmasto.

2 TAVOITTEENA TERVE TALO

Tämän opinnäytetyön kohteena esitellään Medisiina D –uudisrakennushanke (jäljempänä Medisiina), jolle rakennuksen tilaaja on asettanut tavoitteeksi terveellisen sisäilmaston. Medisiinan tilaaja Suomen Yliopistokiinteistöt Oy (jäljempänä tilaaja) pyrkii ennalta ehkäisemään huonosta sisäilmasta johtuvia terveydellisiä haittoja. Medisiina-työmaalle on laadittu Terve talo –ohjeistus rakentamisen ajaksi, jota sisäilmaluokituksen ohella vaaditaan rakennushankkeen projektinjohtourakoitsijaa noudattamaan. Tilaaja vaatii muissakin rakennushankkeissaan Terve talo –kriteerien noudattamista, koska huonosta sisäilmasta aiheutuva korjausrakentaminen on kallista. Uudisrakennuskohteissa rakentamisen aikaisilla ennakoivilla toimenpiteillä pystytään ennalta estämään sisäilmaongelmien muodostumista myöhemmin ja varmistamaan käyttäjille hyvä sisäilmasto työskennellä.

Medisiina –rakennuskohteeseen laadittiin työmaakohtainen Terve talo –ohje hankkeen alussa. Ohje antaa projektinjohtourakoitsijalle työkalut rakentamisen aikaiseen riskienhallintaan työmaatekniikassa, rakennusmateriaalien käsittelyyn työmaalla, kosteuden ja puhtaudenhallintaan, sekä P1–puhtausluokan vaatimuksiin. Medisiinan Terve talo –ohjeessa esitetään myös vaatimus kaikille työmaalla toimiville aliurakoitsijoille sitoutua Terve talo –ohjeiden noudattamiseen työmaalla toimiessaan.

Medisiinan Terve talo –ohje pohjautuu yleiseen Terveen talon toteutuksen kriteerit –ohjeeseen, joka laadittiin Terveen talon kriteerit –projektissa ohjaamaan terveellisten toimitilojen rakentamista. Terveen talon toteutuksen kriteerit ohjaavat rakentamisen aikana saavuttamaan Sisäilmayhdistys ry:n määrittelemät sisäilman laatutasot, joita tavoitellaan ilman laadun ja puhtauden tasoluokituksilla, sekä rakennusmateriaalin päästöluokituksella. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 3.)

Tässä raportissa tarkastellaan toimeksiantajan yleisesittelyn ja Medisiina D –uudisrakennushankkeen esittelyn jälkeen toimialarakentamiseen ja rakennuksen sisäilmastoon liittyviä viranomaisen antamia rakentamismääräyksiä ja -vaatimuksia, sekä sisäilmaluokituksen liittyviä ohjeistuksia. Sisäilmastoon liittyvien rakentamishjeistusten jälkeen syvennyttään Terveen talon rakentamiseen Medisiina D –työmaalla ja selvitetään miten Medisiinan projektinjohtourakoitsija varmistaa omilla toimillaan, että tilaajan asettamiin Terveen talon tavoitteisiin päästään.

Medisiinan Terveen talon –ohjeistukseen tutustutaan lähemmin tarkastelemalla tilaajan asettamia rakentamisen aikaisia velvoitteita ja vaatimuksia, joita annetaan projektinjohdourakoitsijalle ja kaikille työmaalla toimijoille. Työmaan kosteuden- ja puhtaudenhallinta ovat ensisijaisia tärkeitä asioita, kun tavoitellaan terveen talon toteutumista, jonka takia tässä raportissa käsitellään niihin liittyviä toimenpiteitä Medisiinan työmaalla.

Raportissa myös analysoidaan Medisiina D –työmaan talotekniikan ilmanvaihtoasentajien tietämystä Terve talo –kriteereistä rakentamisen aikana haastattelujen pohjalta, sekä tarkastellaan tietyn ajanjakson Terve talo –laadunmittaustuloksia Medisiinassa. Haastatteluiden ja Medisiinan Terve talo –tavoitteiden perusteella tehdään loppupäätelmä yleisistä Terveen talon toteutuksen kriteeristä ja niiden toteutumisesta. Raportin loppupäätelmässä esitetään kehitystoimenpiteitä yleisiin työmaatoimintoihin, joilla uudisrakennushankkeelle asetetut Terveen talon kriteerit toteutuisivat yleisesti työmaalla ja saavutettaisiin rakennukselle pölytön ilmanvaihtojärjestelmä.

2.1 Toimeksiantaja

Tämän raportin toimeksiantajana ja Medisiina D –uudisrakennuskohteen projektinjohdourakoitsijana toimii rakentamiseen keskittynyt NCC Suomi Oy (jäljempänä NCC tai pju). NCC Suomi Oy kuuluu NCC konserniin, jonka pääasialliseen markkina-alueeseen kuuluu Pohjoismaat. NCC konserni toimii yhtenä suurimmasta alan toimijoista rakentamisessa, kiinteistökehityksessä ja infrastruktuurissa. Suurin markkina-alue NCC konsernilla on Ruotsissa, ja muissa pohjoismaissa Suomi mukaan lukien markkina-alueet ovat jakautuneet prosentuaalisesti suunnilleen samoihin lukemiin. Konsernin henkilöstöön kuuluu noin 17 000 henkilöä, joista noin 1800 työskentelee Suomessa. Vuoden 2016 liikevaihto NCC:llä oli noin 5,5 miljardia euroa. (NCC Suomi Oy, 2017a.)

NCC konsernin historia ulottuu 1800-luvun loppuun, Ruotsiin laivanvarustajien perustamaan yritykseen. Vuosien kuluessa kaksi ruotsalaista yritystä yhdistyi, jolloin nykyinen yrityksen nimi logolla olevalla Nordstjärnan suvun pohjantähdellä, NCC Nordic Construction Company AB syntyi. Myöhemmin 90-luvun puolen välin jälkeen NCC laajentui Suomeen, jolloin turkulaisen Armas Puolimatkan perustama Rakennusliike Puolimatka myytiin NCC:lle. (Markku Saviniemi, 2017.)

NCC toimii monella eri alalla, infrarakentamisessa siltarakentamisesta tuulivoimaloihin, asuinrakentamisesta toimitilarakentamiseen, sekä asfaltointipalveluista kiviaineksien

myyntiin. Kaikkia näitä osaamisalueita ohjaa konsernin sisäisessä toiminnassa ja kaikessa toiminnassa ulkoisten sidosryhmien kanssa neljä tärkeää arvoa: rehellisyys, kunnioitus, luottamus ja edistysellisyys. Nämä ydinarvot ovat perusta konsernin henkilöstölle ja sidosryhmille toimimaan rakentamisessa ja kehittämään erilaisia kestävä kehityksen menetelmiä. (NCC Suomi Oy, 2017a.)

NCC:lle kestäväan kehitykseen panostaminen on tärkeää ja edellyttää ympäristövaikutusten huomioon ottamista kaikkien toimialueiden energiankulutuksessa, raaka-aineiden valinnoissa, sekä hiilidioksidipäästöjen minimoimisessa. NCC:llä on käytössään BREEAM–ympäristösertifikaatti, Joutsenmerkki hiilijalanjäljen minimoimisessa rakennuskohteissa, sekä Green Lease –menettely, jolla sitoutetaan myös kiinteistöomistajat tai tilat vuokranneet käyttäjäasiakkaat kestävä kehityksen toteuttamiseen. (NCC Suomi Oy, 2017a.)

2.2 Medisiina D –uudisrakennus

Medisiina D –uudisrakennushanke sijaitsee Turussa Kiinamylynkatu 10:ssä, toiminnassa olevan sairaalarakennuksen Medisiina C:n ja Helsingintien välissä. Medisiinan rakennushankkeen tilaajana toimii Suomen Yliopistokiinteistöt Oy ja projektinjohtourakoitsijana NCC Suomi Oy. Rakennuskohteen bruttoala on noin 25000 brm² ja rakennus luovutetaan tilaajalle vuoden 2018 aikana. (NCC Suomi Oy, 2017b.)

Medisiina D –rakennushankkeen tilaaja omistaa yliopiston kiinteistöjä pääkaupunkialueen ulkopuolella ympäri Suomea. Tilaaja omistaa kiinteistöistä suurimman osa eli 2/3 ja lopun osuuden omistaa Suomen valtio. Valtion omistusosuuden ollessa vähäisempi, tilaaja ei ole hankintayksikkö, eikä tee rakennushankkeistaan kilpailutusta, kuten julkisen puolen hankinnoissa muuten tehdään. Medisiinan tilaaja omistaa rakennuttamansa kiinteistöt ja vuokraa ne toimintastrategiansa mukaisesti yliopistojen ja korkeakoulujen opetus- ja tutkimuskäyttöön. Tilaajalle kuuluu kuitenkin omistamiensa kiinteistöjen ylläpito ja kunnossapito. Näiden kiinteistöihin liittyvien vastuiden takia tilaaja on omilla strategisilla tavoitteillaan päättänyt jo rakennushankkeen aikana tavoitella Terve talo –kriteereillä terveellistä sisäilmaa Medisiina D –uudisrakennushankkeessa. (NCC Suomi Oy, 2017b.)

Tilaajan arvomaailmaan kuuluu ympäristöasioiden huomioon ottaminen ja siksi tilaaja asettaa uudisrakennuskohteissa tavoitteeksi BREEAM–ympäristösertifikaatin. Medisiina

na D –uudisrakennus tulee tavoittelemaan Very Good –tasoluokituksen BREEAM–ympäristösertifikaattia. (NCC Suomi Oy, 2017b.) Medisiinan projektinjohtourakoitsijan tavoitteena on saavuttaa asetettu ympäristösertifikaatin tasoluokitus. Medisiinatyömaalla pju perehdyttää kaikki työmaalle tulijat toimimaan ympäristösertifikaatin vaatimalla tavalla ja ottamaan ympäristöasiat huomioon. Työmaan perehdytyksessä ohjeistetaan työmaalle tulijoita muun muassa huomioimaan ympäristöä jätteiden kierrätyksellä, välttämällä sähkön ja veden turhaa kulutusta, sekä rakennustyömaan sijaitsevalla alueella liikkeessaan huomioimaan alueen asukkaita ja olemaan aiheuttamatta ylimääräistä melua.

Uudisrakennuskohteen Medisiina D:n päätoiminnot tulevat keskittymään Turun Yliopiston, Varsinais–Suomen sairaanhoitopiirin ja Turun ammattikorkeakoulun opetukseen, tutkimukseen ja toimistotyöskentelyyn. Rakennuksen kellarikerrokseen sijoitetaan yleiset tilat, kuten väestönsuojat ja tekniset tilat. Ensimmäiseen kerrokseen tulee sijoittumaan nykyaikainen auditorio, suuria opetustiloja, sekä ravintola. Toisesta kerroksesta kahdeksanteen sijoitetaan näiden eri opetusalan käyttäjien toiminnot omiin kerroksiinsa. Toisessa kerroksessa tulee toimimaan hammastieteen opetus ja kolmannesta kerroksesta ylöspäin kerrossijoittelu on samanlainen joka kerroksessa, eli laboratoriotilat ja toimistovyöhykkeet eroteltuina. Ylimpään, yhdeksänteen kerrokseen valmistuu koko rakennuksen ilmanvaihdon konesali. (NCC Suomi Oy, 2017b.)

Medisiinan sisäilmaluokitus pohjautuu Sisäilmayhdistys ry:n tasoluokitukseen ja tulee oleman pääosiltaan S2–luokkaa ja joiltakin osin S1–luokkaa. S2–sisäilmaluokitus edellyttää rakentamisen aikaista puhtausluokkaa P1, sekä rakennusmateriaalien valinnalta M1–päästöluokitusta. M1–päästöluokka on standardoitu vähäpäästöiseksi, jota käytetään Medisiinassa rakennusmateriaalin osalta, myös ilmanvaihdon osissa. (NCC Suomi Oy, 2017b.)

Medisiinalle tilaajan laatima Terve talo –ohjeistus antaa ohjeet projektinjohtourakoitsijalle, mihin toimiin ryhdytään, että saavutetaan valmiille rakennukselle asetettu hyvä sisäilmasto. Projektinjohtourakoitsija toimii työmaalla annettujen vaatimusten mukaan niin, että vaaditut tilaajan asettamat vaatimukset täytyisivät. Terve talo vaatimukset edellyttävät, että työmaan toiminnoissa otetaan huomioon Terve talo –kriteerien laadunvalvonta ja –mittaus koko rakentamisen aikana.

Kohteen rakentamisen aikana tilaaja määrittää tavoitteet Terve talo –ohjeistuksella paremman sisäilman saavuttamiseksi, sekä BREEAM–ympäristösertifikaatilla ympäristöasioiden huomioimisen. Näillä tilaajan vaatimuksilla projektinjohtourakoitsija toimii Medisiina D –uudisrakennuksen työmaalla. Medisiina D –uudisrakennus näytetään kuvassa 1, Medisiinan vieressä vasemmalla käytössä oleva Medisiina C –rakennus ja sen päätyosan julkisivuremontti.



Kuva 1. Medisiina D –uudisrakennus. (NCC Suomi Oy.)

3 SISÄILMASTON MÄÄRÄYKSET, OHJEET JA VALVONTA

Toimitilarakentamista määrää, ohjeistaa ja valvoo viranomaiset. Määräyksillä ja valvonnalla pyritään toteuttamaan rakennusten minimi vaatimukset terveellisestä ja hyväksyttävästä rakentamisesta. Toimialarakentamisessa tavoitellaan tänä päivänä hyvää terveellistä sisäilmasto rakennuksen käyttäjille, joka on yksi tärkeimmistä rakentamisen tavoitteista. Toimitiloissa työskentelee päivittäin suuri määrä työntekijöitä, jotka eivät odota sairastuvansa työpaikan huonosta sisäilmasta johtuviin hengitystie- tai muihin kroonisiin sairauksiin. Viranomaismääräyksillä, jotka annetaan rakentamiseen, sekä teknisen alan viranomaistaholta suoritettulla valvonnalla, pyritään ennaltaehkäisemään sisäilmastoltaan epäterveellisiä rakennuksia ja tavoittelemaan rakennushankkeen alusta asti huolella suunniteltuja, sekä teknisesti toteutettuja toimitilarakennuksia.

Ympäristöministeriö on viranomaistaho, joka on maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) nojalla laatinut uusien toimitilarakentamisen rakennusten sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon määräyksiä ja ohjeistuksia, jotka sitovat rakennusurakoitsijoita noudattamaan niitä. (Suomen Säädöskokoelma 2017, 1.)

Rakentamista valvotaan rakennushankkeen alusta alkaen viranomaisluvilla ja rakentamisen edetessä rakennusvalvonnan suorittamalla viranomaiskatselmuksilla. Rakennusvalvonnan tarkoituksena on varmistaa, että rakennus täyttää vaaditut määräykset ja asetukset, sekä että rakentaminen tapahtuu hyvää rakentamistapaa noudattaen.

Toisin kuin Ympäristöministeriön Rakennusmääräyskokoelman määräykset, Sisäilmaluokitus 2008 –julkaisun ohjeet tarkoitetaan rakennuksen suunnittelun, työnmaan toteutuksen ja valmiin rakennuksen laadun avuksi, tavoitellessa sisäilmastolta terveellistä taloa. Valitsemalla vähäpäästöisiä rakennusmateriaaleja ja rakentamisen aikaisella työnjohdon valvomalla kosteuden-, pölyn- ja puhtaudenhallinnalla saadaan toimintamenetelmät, joilla toteutetaan asetetut tavoitteet rakennuksen sisäilmaluokasta.

Sisäilmaluokituksessa tavoitellaan hyvään rakentamistapaan perustuvia tekijöitä, jotka vaikuttavat sisäilmastolle asetettuihin LVI-tavoitteisiin. Näiden sisäilmastoon vaikuttavien tekijöiden tavoitearvot mitataan standardeihin perustuvilla hyväksytyillä mittausmenetelmillä ja näin pystytään todentamaan vaaditun sisäilmaluokituksen toteutuminen.

Sisäilmaluokituksen rinnalle laadittiin Terve talo –ohjeistus, joka tukee sisäilmastoltaan terveellistä rakentamista. Terve talo –ohjeistus ei ole myöskään määräävä viranomaisohjeistus, vaan ohjeistus rakennusurakoitsijalle toteuttamaan terveellinen toimitilarakennus. Terve talo –ohje antaa ohjeet toimenpiteille, joilla rakennetaan kuiva, puhdas ja pölytön rakennus, joka täyttää myös teknisesti viranomaisten asettamat rakentamismääräykset.

Vaikka Terveen talon toteutumisen kriteerit eivät ole rakennusviranomaisten valvomia, Terveen talon –kriteerejä valvotaan ja mitataan rakentamisen aikana projektinjohtourakoitsijan toimesta. Projektinjohtourakoitsijan velvollisuutena on huolehtia, että työmaalla noudatetaan Terve talo –kriteerejä ohjeistamalla työmaaperehdytyksessä aliurakoitsijat toimimaan tilaajan vaatimilla kriteereillä.

Näiden määräysten, ohjeistusten ja standardien pätevyysjärjestys määrävimmistä alaspäin esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. Asiakirjojen pätevyysjärjestys. (Sandberg E. 2014, 28.)

ASIAKIRJOJEN PÄTEVYYSJÄRJESTYS	
Säädöksiä, jotka ovat voimassa aina ilman viittausta	
Laki	Yleinen turvallisuustaso
Asetus (mm. RakMK-määräykset)	Hallinnollinen toimeenpano
Ministeriön päätös	Turvallisuustason tekninen sisältö
Säädöksiä, jotka ovat voimassa niihin viitattaessa	
Ministeriön ohjeet (RakMK-ohjeet)	Hyväksyttävä menettely tai tekninen ratkaisu
Hyvä rakentamistapa, joka on voimassa siihen viitattaessa	
SFS-standardit	Toistuva tekninen ratkaisu tuotteiden ominaisuudet, käsitteet ja määritelmät
TalotekniikkaRYL	Hyvä rakentamistapa
Tietolähteet, jotka auttavat suunnittelussa, mutta joilla ei ole velvoittavaa asemaa	
LVI-kortisto	Suunnittelun tietolähteet
Käsikirjat, oppikirjat	Suunnittelun tietolähteet

Näitä rakentamiseen annettuja viranomaismääräyksiä ja –ohjeistuksia, sekä sisäilmaluokituksen ohjeita hyvästä rakennuksen sisäilmasta, mukaan lukien Terveen talon –kriteerien ohjeet, käsitellään tämän opinnäytetyön seuraavissa luvuissa yksityiskohtaisemmin.

3.1 Rakentamismääräykset

Ympäristöministeriö on laatinut Suomen Rakentamismääräyskokoelman, jossa annetaan määräyksiä ja ohjeistuksia rakennuksen sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon uudisrakentamisessa. Rakentamiskokoelmassa määritellään edellytykset rakennuksen tekniikkiin vaatimuksiin, jotta rakennusta olisi terveellinen ja turvallinen käyttää. Suomen Rakentamismääräyskokoelma uudistuu vuoteen 2018 mennessä. Uudistuksen taustalla on säännösten vähentäminen ja selkeyttäminen, joka perustuu maankäyttö- ja rakennuslain (958/2012) muutokseen (Ympäristöministeriö 2017a). Tässä opinnäytetyössä käsitellään Rakennusmääräyskokoelmaa D2, johtuen siitä, että Medisiinuuudisrakennuksen suunnittelu ja rakentaminen aloitettiin D2 määräyskokoelman voimassaollessa. Tässä raportissa tarkastellaan kuitenkin yleisesti myös vuoden 2018 alusta voimaan astunutta Suomen Säädöskokoelmaa, joka koskee 1.1.2018 jälkeen uuden rakennuksen sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa. (Suomen Säädöskokoelma, 2017.) Jos Rakentamismääräyskokoelma D2:ssa, sekä uudessa Suomen Säädöskokoelmassa määrätään samalla tavalla, niin tässä raportissa viitataan ensisijaisesti uudempaan julkaisuun, eli Säädöskokoelmaan.

Säädöskokoelmassa määrätään suunnittelemaan ja rakentamaan toimitilarakennus, joka toimii sisäilmastoltaan rakennuksissa työskenteleville terveellisenä, turvallisena ja viihtyisänä työympäristönä. Terveellinen sisäilmasto saavutetaan ottamalla huomioon jo suunnitteluvaiheessa rakennuksen sisäiset ja ulkoiset kuormitustekijät. Sisäisinä kuormitustekijöitä huomioidaan lämpö-, kosteus-, hiilidioksidi- ja materiaalien päästökuormat ja ulkoisesti kuormittavina tekijöinä vaihtelevat sääolosuhteet ja rakennuksen sisälle tuleva ulkoilmanlaatu. Rakentamisen aikana määrättyihin sisäilmaston ja ilmanvaihdon tavoitteisiin päästään valitsemalla vähäpäästöisiä rakentamismateriaaleja, valvotulla rakennustyömaan puhtauden- ja kosteudenhallinnalla, sekä laatimalla aikataulut kaikille rakennustyövaiheille, sekä myös vastaanotto- ja käyttöönottokatselmuksille. (Suomen Säädöskokoelma 2017, 2-3.)

Uusi toimialarakennus määrätään jo hankkeen alussa suunnittelemaan energiatehokkaaksi ja viihtyisäksi, oleskeluvyöhykkeen lämpötilaa säätämällä ulkolämpötilan mukaan. Oleskeluvyöhykkeiden lämpötilaolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että viihtyvyys tiloissa säilyy, vaikka ilman liike, ikkunoista tuleva lämpösäteily ja pintalämpötilat muuttuisivatkin. Suunnittelussa toimitilan oleskeluvyöhykkeen lämpöarvona käytetään yleisesti 21 °C lämpötilaa ja kesäkauden arvona 23 °C arvoa. Rakentamis-

määräykset hyväksyvät ± 1 °C poikkeaman oleskeluvyöhykkeen lämpötila-arvoon mitattaessa 1,1 metrin korkeudelta oleskelutilassa. (RakMK D2 2012, 6.)

Uudessa Säädöskokoelmassa tilan lämpöarvot ovat muuttuneet ja niiden mukaan oleskeluvyöhykkeet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että viihtyvyys tiloissa säilyy, vaikka ilman liike, ikkunoista tuleva lämpösäteily ja pintalämpötilat muuttuisivatkin. Suunnittelussa toimitilan huoneen lämpöarvona käytetään lämmityskaudella 20 - 25 °C lämpötilaa ja kesäkauden arvona 20 - 27 °C arvoa. Suunnitteluarvoa voidaan muuttaa, jos tilan toiminta sitä vaatii. (Suomen Säädöskokoelma 2017, 3.)

Vaikka lämpötilaolosuhteista annetaan rakentamismääräyksiä, niin käyttäjillä tulee olemaan erilaisia tuntemuksia lämpöoloista. Samassa tilassa työskenteleville huoneen lämpötila saattaa saada vilun tuntemuksia aikaiseksi herkemmin palelevalle henkilölle ja vieressä työskentelevälle lämpötila saattaa tuntua liian lämpimältä. Siksi Säädöskokoelmassa annetaan ohjearvot huonelämpötilan arvoille, joiden yleisesti todetaan olevan ihmisille hyvä työskentelylämpötila.

Lämpötilan nousu saattaa vaikuttaa ilman laatuun materiaalien epäpuhtauspäästöjen kohoamisella, kuten myös ihmisistä aiheutuvien hajuemissioiden kohoamisella. Ilman laadun heikkeneminen johtuu suhteellisen kosteuden alenemisella ilman lämpötilan noustessa, jolloin sisäilma koetaan kuivemmaksi ja tunkkaisemmaksi. Huonetilan lämpötilaa alentamalla saadaan ihmisten aistimus ilman laadusta paremmaksi. (Sandberg E. 2014, 41.)

Huonetilan lämpötila vaikuttaa suorituskykyyn toimitilassa. Lämpötilan laskiessa alle 21 °C, työntekijöiden sormien ketteryyden on huomattu alentuvan. Korkeassa lämpötilassa, lämpötilan ylittäessä yli 25 °C, työskentelyteho alenee ja työntekijöiden suoritukset heikkenevät. Lisäksi sairauspoissaolojen on osoitettu lisääntyvän, kun huonetilojen lämpöolosuhteet eivät ole 21 – 25 °C viihtyvyysalueella. (Sandberg E. 2014, 42.)

Ilman nopeus aiheuttaa epävihtyisyyttä oleskelutilan eri lämpötiloissa riippuen tilassa työskentelevän lämpöaistimuksesta. Huonelämpötilan noustessa ilman nopeus voi kuitenkin kasvaa ilman, että se aiheuttaa epävihtyvyyden tunnetta. Ilmanvaihdon säädöissä onkin otettava huomioon ilman liikkeet huonetilassa vedon tunteen estämiseksi. (Sandberg E. 2014, 47.)

Ympäristöministeriön C1 Rakentamismääräyskokoelmassa esitetään rakennuttajaa velvoittavat määräykset ja ohjeet rakennuksen ääniolosuhteille niin, että ne ovat tar-

peeksi hyvät toimitilarakennuksessa tapahtuvaa toimintaa varten ja ne on mahdollista toteuttaa. Rakennusmääräykset määrää, että toimitilarakennus on suunniteltava ja rakennettava huomioon ottaen äänien aiheuttama melu siten, että se antaa siellä työskentelevillä riittävän hyvät olosuhteet työskentelyyn, eikä vaaranna heidän terveyttä. (RakMK C1 1998, 3.)

LVIS-järjestelmien laitteet, mukaan lukien toimitilarakennuksen hissit, aiheuttavat ääntä ja niiden äänitasolle annetaan ohjeistus rakennusmääräyskokoelmassa. Toimitilarakennuksen äänitaso mitataan kalustetun tilan keskellä 1,2 – 1,5 metrin korkeudella. Mitattaessa kalustamattomassa tilassa mittaustulokset ovat suuruudeltaan 3 dB korkeammat, johtuen kalusteiden antamasta melun vaimennuksesta. Suurin ohjeellinen LVIS-laitteiden aiheuttama äänitaso toimitiloissa, joissa on luokkahuoneita tai toimistotiloja, saa olla enimmillään keskiäänitasoltaan $L_{A, eqT} = 33$ ja enimmäisäänitasoltaan $L_{A, max} = 38$. (RakMK C1 1998, 6-7.)

Toimitilarakennuksen opetustiloissa kiinnitetään erityisesti huomiota jälkikaiunta-aikaan. Opetustilat ovat yleensä avaria tiloja, joissa kauimpana istuvienkin opetustilanteeseen osallistujien pitää kuulla edessä puhetta pitävän puheääni selkeästi. Jotta puhetta pitävän ääni erottuu selkeästi, niin rakentamismääräyskokoelmassa C1 annetaan ohjearvot jälkikaiunta-ajalle. Jälkikaiunta-ajalta äänenpainetason alenemiseen 60 dB äänilähteen vaiettua, vaaditaan opetustiloissa 0,6 – 0,9 sekuntia. (RakMK C1 1998, 6.)

Medisiinaan tulee auditorio ja isoja opetustiloja, sekä viidessä kerroksessa toimistotiloja. Näissä opetustiloissa kiinnitetään huomiota rakennusmateriaalien ääneneristysominaisuuksiin. Toimistovyöhykkeillä tulee olemaan myös niin sanottuja ”vetäytymishuoneita”, joissa työskentelijä voi keskittyneesti suorittaa vaativimpia työtehtäviään. Näissä vetäytymishuoneissa otettiin jo suunnitteluvaiheessa erityisesti huomioon vaatimukset ovien desibeliluokista ja väliseinien ääneneristysominaisuuksista.

3.1.1 Ilmanvaihdon määräykset

Rakentamismääräyskokoelma määrää huomioimaan suunnitteluasteella toimitilarakentamisessa ilmavirtojen minimimitoitukset ja ilmavirtojen ohjattavuuden käyttötilanteen mukaan. Ilmavirtaa säädetään henkilökuormituksen ja ilman laadun käyttötilanteita vastaavaksi. Ulkoilmavirta vaaditaan kuitenkin mitoittamaan minimissään 1,5 (dm³/s) /m² ja varsinaisen käyttöajan jälkeinen ulkoilmavirta on voitava säätää vähäisemmän

henkilökuorituksen mukaisesti, jolloin ilmavirran mitoitetaan minimissään 0,2 l/h vapaan huonekorkeuden ollessa 2,5 m, joka vastaa 0,15 (dm³/s) /m². (RakMK D2 2012, 9.)

Medisiinassa ilmavirtaa säädetään käyttötilanteiden mukaan. Varsinkin ensimmäisessä kerroksessa opetukseen tarkoitettu auditoriossa ja isoissa opetustiloissa huomioidaan suuret muutokset henkilökuormituksessa hiilidioksidia mittaavilla mittausanturoilla, jolloin ilmavirtausta säädetään automaatiolla suhteessa opetustilassa olevaan henkilömäärään.

Uudessa säädöskokoelmassa määrätään rakennuttajaa toteuttamaan terveellisen sisäilmaston rakennuksen tiloihin tuottamalla tiloihin riittävästi ulkoilmavirtaa. Oleskelutiloihin tuodaan ulkoilmaa vähintään 6 dm³/s henkilö kohden rakennuksen käyttöaikana. Koko rakennuksen ulkoilmavirta mitoitetaan kuitenkin minimissään 0,35 (dm³/s) /m² lattiapinta-alaan kohden toimitilarakentamisessa. Käyttöajan ulkopuolella ulkoilmavirta mitoitetaan vähintään 0,15 (dm³/s) /m² lattian pinta-ala kohden. (Suomen Sädöskokoelma 2017, 5.)

Uudisrakennuskohteen, kuten Medisiinan, ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan toiminta-arvojen mittauksen ja toimintojen valvonnan takia ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteilla. Laitteiden avulla ohjataan ja seurataan ilmanvaihtojärjestelmää, jolloin ilmanvaihtojärjestelmän huolto helpottuu. Järjestelmän kaikkien mittauslaitteiden tulee olla asennettuna helposti saavutettaviin paikkoihin, kuten myös hälytystilanteessa ilmanvaihtojärjestelmän toiminta tulee olla pysäytettävissä kokonaisuudessaan pysäytyskytkimellä, joka sijaitsee esteettömässä paikassa. Rakennuksen ilmanvaihtokoneissa pitää olla tarkastusluukut ja -ikkunat koneiden toimintojen valvontaa varten. Rakentamismääräyskokoelma määrää myös, että koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan kiinteillä ilmavirran mittausantureilla ulko- ja jäteilmavirran mittaukseen. (RakMK D2 2012, 10.)

Medisiinan kaikki ilmanvaihtokoneet tulevat olemaan moduulisesti kokonaisuuksiksi asennettavia, suurien ilmamäärien käsittelemisiin soveltuvia koneita, joissa on valmiiksi asennettuna tarkastusluukut. Medisiinan ilmanvaihtojärjestelmää ohjataan automatisoidusti mittausanturoilla, jolloin mittausanturat reagoivat sisäilmassa tapahtuviin muutoksiin. Sisäilmalle annetaan raja-arvot, joita automatiikalla seurataan. Automatiikkajärjestelmä saa hälytyksen, kun raja-arvo ylittyy tai alittuu, jolloin automaatiojärjestelmä pyrkii ilmavirtaa säätämällä pääsemään takaisin mitoitettulle normaalille käyttöalueelle.

Tuloilma suodatetaan rakennuksen sisäilmalle asetettujen vaatimusten mukaisesti huomioon ottaen ulkoilman laatu. Suodattimen erotusaste on minimissään 80 % 1,0 µm:n hiukkaskoolla, joka määrää ilmanvaihtokoneen suodatinluokaksi F7 suodatustason. Rakennuksen sijainti vilkasliikenteisen liikenneväylän läheisyydessä asettaa suunnittelulle vaatimuksia hyvän ulkoilman ilmanlaadun takaamiseksi. Rakentamismääräyskokoelman määräysten mukaisesti pitää silloin ulkoilmalaitteet sijoittaa mahdollisemman korkealle ja liikenneväylästä katsottuna vastakkaiselle puolelle rakennusta, jos rakennus on alle 50 metrin etäisyydellä vilkasliikenteisen liikenneväylän keskiviihvasta katsottuna. Liikenneväylä luokitellaan vilkasliikenteiseksi, jos keskivuorokausiliikenne ylittyy yli 10 000 autoa vuorokauden aikana. (RakMK D2 2012, 12.)

Jäteilma johdetaan ulos rakennuksesta niin, ettei jäteilmasta aiheudu rakennukselle, käyttäjille tai ympäristölle terveydellistä haittaa. Jäteilmakanava ohjeistetaan sijoittamaan rakennuksen korkeimman osan vesikaton yläpuolelle, näin estetään jäteilman joutuminen takaisin rakennuksen sisäpuolelle. Jäteilman poisjohtamisen luokitus rakennuksesta perustuu taulukon 2. mukaiseen jaotteluun. (Suomen Säädöskokoelma 2017,5.)

Taulukko 2. Poistoilman luokitus. (Suomen säädöskokoelma 2017, 5.)

POISTOILMALUOKAT

Luokka	
1	Vähän epäpuhtauksia, jotka pääasiallisesti lähtöisin ihmisistä ja rakenteista
2	Jonkin verran epäpuhtauksia
3	Kosteutta, kemikaaleja tai hajuja, jotka huonontavat poistoilman laatua
4	Huomattavasti pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia tai kemikaaleja

Medisiinassa tulee olemaan kuudessa kerroksessa laboratoriovyöhykkeitä, joihin asennetaan suuri määrä vetokaappeja. Käyttäjät saattavat myös omalla huolimattomilla toimillaan aiheuttaa vetokaappien poistoilmavirtauksen ilmavirtauksen takaisin huonetiloihin. Rakentamismääräyskokoelma määrää poistoilmasta, ettei epäpuhtauksia sisältävää poistoilmaa saa kulkeutua takaisin oleskeluvyöhykkeelle. Työskentelytilojen poistoilmakanavisto pitää suunnitella erilliseksi tiloista, joissa käsitellään terveydelle vaaral-

lisiä tai epämieluisaa hajuhaittaa aiheuttavia aineita. Poistoilmakanaviston väärällä mitoituksella poistoilma saattaa kuljettaa laboratorioissa käytetyistä kemikaaleista johdettavaa pahaa hajua muihin tiloihin, jolloin tilojen käyttäjät altistuvat epäterveelle sisäilmalle ja kokevat viihtyisyyttä heikentävää hajuhaittaa. (Suomen Säädöskokoelma 2017, 7.)

Rakentamismääräyskokoelma määrää ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessa ja toteutettaessa huomioidaan veden ja kosteuden aiheuttamien vahinkojen aiheuttamien mikrobien kasvuston estäminen. Myös ulkoilmalaitteet ja niiden liitännät suojataan jo rakentamisen aikana, ettei sade tai lumi pääse rakenteilla olevaan ilmanvaihtojärjestelmään aiheuttaen vahinkoa järjestelmälle tai rakennuksen rakenteille ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönoton jälkeen. (RakMK D2 2012, 20–21.)

Rakennukseen saadaan aiheutettua alipaine poistoilman avulla. Epäpuhdas ilma siirtyy alipaineen vuoksi helpointa reittiä rakennuksen epätiivisiin vaipan läpi, tuoden samalla epäpuhtauksia rakennuksen sisälle. (Sandberg E. 2014,116.) Säädöskokoelma määrää suunnitteluvaiheessa huomioimaan ulko- ja ulospuhallusvirrat siten, etteivät ne aiheuta rakenteisiin vaurioita ylipaineen takia, jolloin saattaa muodostua kosteusrasitusta. Rakennuksen vaippa ja sisä rakenteiden ilmapitävyys pitää hallita niin, että välteään rakenteissa epäpuhtauksien siirtyminen sisäilmaan ja kosteuden siirtyminen rakennuksen rakenteisiin. (Suomen säädöskokoelma 2017,8.)

Rakentamismääräyskokoelmassa rakennuksen LVI-laitteisto määrätään suunniteltavaksi siten, ettei putkistoissa liikkuva vesi jäädy, eikä vettä kondensoidu putkien ja kanavan osien pinnoille. Vesihöyrystymisen riski ennakoidaan LVI-osissa käyttämällä kondenssisuojaeristystä tai ohjaamalla vesi siihen tarkoitettuun kondenssiveden keruualtaaseen. (RakMK C2 1998, 16.)

Ilmanvaihtojärjestelmä määrätään suunnittelemaan ja urakoitsijan rakentamaan niin, että käyttöönotettaessa järjestelmä on puhdas ja puhtauden ylläpitäminen huoltotoimenpiteillä on vaivatonta sijoittamalla puhdistusluukut helposti käytettäviin kohtiin. Puhtaaseen ilmanvaihtojärjestelmään päästään käyttämällä rakentamisen aikana sisäpinnaltaan puhtaita ilmanvaihtotuotteita. Sisäpinnoilla ei saa esiintyä öljyä, rakennuspölyä tai muita epäpuhtauksia, jotka saattavat ilmanvaihdon käytön aikana irrota sisäilmaan menevään ilmavirtaan. Epäpuhtauksien pääseminen varastoituihin ilmanvaihtokanaviin estetään rakentamisen aikana suojaamalla ne. Asennuksen ajaksi tulpat ja suojat otetaan hetkellisesti pois, mutta heti asennustyön valmistuttaessa suojat laitetaan takaisin.

Lopullisesti kanavaosien suojaukset poistetaan vasta loppusiivouksen jälkeen, kun pölyä aiheuttavia työvaiheita ei enää tehdä kyseisessä tilassa. (RakMK D2 2012, 19–20.)

Medisiinassa työmaan aikaisessa rakentamisessa on kiinnitetty erityisesti huomiota ilmanvaihtojärjestelmän osien ja laitteiden puhtauteen P1–puhtausluokituksen vaatimusten mukaisesti. Ilmanvaihtotuotteet nostetaan heti kuorman purkamisen jälkeen sisälle rakennukseen ja välivarastoidaan pakkauksissaan asennukseen asti.

3.1.2 Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunto

ilmanvaihtojärjestelmän tiiveys tarkastetaan ja dokumentoimaan. Tarvittaessa koko ilmanvaihtojärjestelmän tiiveys mitataan standardin SFS 3542 mukaisesti. Ilmanvaihtojärjestelmän tiiveys voidaan suorittaa pistokokein 20 % kanaviston pinta-alasta, jos kanavistossa käytetään vähintään C–laatuluokan osia. Jos alle C–luokan kanavaosia käytetään yli 25 % tai ilmanvaihtokanavistossa virtaa terveydelle vaarallista ilmaa tai myrkyllisiä kaasuja, koko kanaviston tiiveys mitataan. Ilmanvaihtokoneiden tiivyyttä ei mitata, jos kone kuuluu A–tiiviyaluokkaan tai parempaan ja tiiviyaluokan laatu on testattu. Ilmanvaihtokoneen tiivyyttä ei myöskään mitata, jos ilmanvaihtokone toimitetaan työmaalle yhtenä kokonaisuutena tai moduuleina ja asennusvaiheessa moduulit asennetaan käyttäen enintään kahta liitosta tuloilma- ja poistoilmapuolella. Tiiviyysmittaus määrätään suoritettavaksi koko ilmanvaihtokanavistossa aina, kun rakennuksen kanavistossa kulkeutuu käyttäjien terveydelle vaarallisia aineita. (RakMK D2 2012, 22.)

Uudessa julkaistussa Säädöskokoelmassa määrätään kanaviston tiiveydestä, että jos koko rakennuksen ilmavaihtojärjestelmän kanavisto on tehty vähintään C–laatuluokan osista, niin ilmanvaihtojärjestelmän tiiveysmittaus voidaan korvata asennustarkastuksella. (Suomen Säädöskokoelma 2017, 9.)

Ennen taloteknillisiä toimintakokeita ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus varmistetaan vähintäänkin silmämääräisesti ja tarkistetaan, ettei toimintakokeiden tuloksiin pääse vaikuttamaan rakennuksen tai ilmanvaihtojärjestelmän keskeneräisyys. Ilmanvaihtojärjestelmän keskeneräisyys saattaa muuttaa ilmavirtoja, paineita tai sisäilmaston siirtoilman virtauksia. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastus dokumentoidaan työmaan aikaiseen tarkastusasiakirjaan. Puhtauden varmistuksen jälkeen ilmanvaihtojärjestel-

mään tehdään perussäädöt tehostamattomalla ilmavirralla ja paineet todetaan joko savukokein tai paine-eromittauksiin perustuvilla mittauksilla. (RakMK D2 2012, 23.)

Toimintakokeiden aikana ei tiloissa saa suorittaa enää rakennuspölyä aiheuttavia työvaiheita. Rakennuksessa ei saa myöskään olla avoimia ikkuna- tai oviaukkoja vaikuttamassa mittaustuloksiin, sekä suodattimet täytyy olla asennettuna. Toimintakokeiden jälkeen suoritetaan ilmavirtojen mittaukset ja perussäädöt kalibroituilla mittausrakenteilla. Mittaukset suoritetaan yleisimmän käyttötilanteen mukaan suunnitellulla mitoituksella eli mittaukset suoritetaan tehostamattoman ilmavirran säädöllä. Suomen Säädoskoelma määrittelee hyväksyttävät mittaustuloksen ja -epävarmuuden poikkeamat mitoitisarvoissa seuraavasti:

- ilmavirta järjestelmäkohtaisesti $\pm 10 \%$
- ilmavirta huonekohtaisesti $\pm 20 \%$
poikkeama voi olla aina vähintään $1 \text{ dm}^3/\text{s}$
- ilman nopeus oleskeluvyöhykkeellä $+ 0,05 \text{ m/s}$
- ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho $+ 10 \%$
- lämmitysteho $- 10 \%$

(Suomen Säädoskoelma 2017, 9).

3.2 Sisäilmaluokitus

Sisäilmaluokitus on Sisäilmayhdistys ry:n kehittämä ohjeistus rakennuksen terveelliseen sisäilmaan, alkaen hankevaiheesta rakennuksen käyttöönottovaiheeseen. (Andersson ym. 2008, 5.) Sisäilmaluokitus ei määrää rakentajia niin kuin Suomen Rakentamismääräyskokoelmat ja muut viranomaismääräykset, vaan antaa työkaluja asetettujen sisäilmatavoitteiden saavuttamiseen.

Sisäilmaluokitus ohjeistaa käyttäjille terveellisempien rakentamisen, talotekniikan ja rakentamisessa käytettävien materiaalien valinnoissa. Ohjeistuksen käyttö edistää toimilarakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa tavoiteltua laadukasta ja yksilöllistä sisäilmastoa rakennuksen loppukäyttäjille. Sisäilmaluokitusta päivitettiin alkuperäisestä ohjeistuksesta ja verrattaessa ensimmäiseen julkaisuun, uudistuneessa sisäilmaluokituksessa otetaan huomioon monipuolisemmin sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Uudistuneessa sisäilmaluokituksessa huomioidaan tarkemmin ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärä suunnittelussa, LVI-laitteet, tekniset ratkaisut rakentamisessa, rakennus-

urakointi yleisesti, rakennusmateriaalien päästöt, sekä rakentamisen aikainen kosteuden- ja puhtaudenhallinta työmaalla. Sisäilmaluokituksessa ohjeistetaan jo rakentamisen aikana tavoittelemaan rakennuttajan asettamaa puhtausluokitustasoa suorittamalla puhtausarvioita mittaamalla. (Andersson ym. 2008, 5.)

Sisäilmaluokitustason rakennuskohteelle valitsee tilaaja, eli rakennuttaja. Sisäilmasto- luokituksen valinta ei kuitenkaan ole rakentamismääräys viranomaisilta, vaan rakennuttajan asettama ohjearvo rakennuksen sisäilman laatutasolle. Sisäilmaluokitus muuttuu kaikkia rakennushankkeen osapuolia sitovaksi silloin, kun se kirjataan yksityiskohtaisesti rakennushankkeen sopimusasiakirjoihin. Asetetun sisäilmaluokituksen tavoitearvot huomioidaan rakennushankkeen koko elinkaaren ajan kaikissa vaiheissa, kuten suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttöönotossa vaatimuksina ja ohjeistuksina rakennuksen sisäilmalle. (Andersson ym. 2008, 6.)

Sisäilmaluokituksen asettamisen jälkeen valitaan rakennustöiden suunnittelua ja ohjausta varten puhtausluokka ilmanvaihtojärjestelmälle ja rakennustöille, sekä rakennusmateriaaleille määrätään materiaalien päästöluokitustaso. Rakennusmateriaalien valinnalla halutaan ohjeistaa käyttämään vähäkemiallisistä rakennusmateriaaleista ja puhtaita ilmanvaihtojärjestelmän tuotteita hyvän sisäilman saavuttamiseksi. Sisäilmaston tavoitearvon rakenne havainnollistetaan taulukossa 3, jossa esitetään tavoitearvon asettamisen jälkeen ohjeiden määräytyminen rakennuttajalle ja vaatimukset rakennustuotteille. (Andersson ym. 2008, 3-5.)

Taulukko 3. Sisäilmaluokituksen rakenne. (Andersson ym. 2008, 5.)

SISÄILMASTON TAVOITEARVOT (S)			
Ohjeet suunnittelulle ja toteutukselle (P) Ohjeet rakennuttajalle		Vaatimukset rakennustuotteille (M)	
Rakennus ja rakenteet <ul style="list-style-type: none"> • Ohjeet rakennus- ja rakennesuunnittelulle • Rakennustöiden puhtausluokitus (P) • Vaatimukset kosteuden hallinnasta 	Talotekniikka Suunnitteluarvot <ul style="list-style-type: none"> • Ilmanvaihtolaitoksen puhtausluokitus (P) 	Rakennusmateriaalien päästöluokitus <ul style="list-style-type: none"> • Päästökriteerit • Muut vaatimukset 	Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus <ul style="list-style-type: none"> • Yleiset vaatimukset • Tuoteryhmäkohtaiset vaatimukset

Sisäilmaston tasot (S) luokitellaan kolmeen laatuluokkaan, jotka ohjaavat vaatimuksia puhtausluokitukselle ja rakennusmateriaaleille. Kaikissa kolmessa laatuluokassa asetetaan tavoitearvot sisäilman laatuun vaikuttaville tekijöille: hiilidioksidi- ja radonpitoisuuksille, sekä olosuhteiden pysyvyydelle prosentuaalisesti riippuen käyttöajasta. (Andersson ym. 2008, 8.)

Sisäilmaluokituksista S1–laatuluokitus on paras, jolloin sisäilma kyseisellä laatutasolla luokitellaan erittäin hyväksi. S1–laatuolosuhteiden sisäilmassa tai rakenteissa ei esiinny epäpuhtauksia tai vaurioita, jotka heikentävät sisäilmaa kuten rakentamisen aikana kostuneita materiaaleja. S1–luokitusolosuhteilla lämpöoloja ja valaistusolosuhteita on mahdollista säätää yksilön tarpeisiin ja ääniolosuhteet tiloissa ovat erittäin hyvät. (Andersson ym. 2008, 8.) Lämpötilojen yksilöllinen säätömahdollisuus tiloissa on tärkeää, koska korkeissa lämpötiloissa työskentelyn on osoitettu heikentävän työskentelyn teho noin 2 % jokaista astetta kohden lämpötilan ylittäessä 25 °C. (Sandberg E. 2014, 42.)

Medisiinassa sisäilman tavoitteena on pääosin S2–laatuolosuhteet, jonka sisäilman kriteerit ovat vastaavanlaiset kuin S1–laatuolosuhteissa. S2–laatuolosuhteilla sisäilma luokitellaan hyväksi, mutta toisin kuin S1–laatuolosuhteilla, tilojen lämpö- ja valaistusolosuhteita ei vaadita yksilöäädettäväksi. Sekä S1–, että S2–laatuolosuhteissa vetoa ei esiinny tiloissa, mutta S2–laatuolosuhteissa saattaa tilojen lämpenemistä esiintyä lämpimän kesäkauden aikana. S2–laatuolosuhteissa vaaditaan sisäilmaan vaikuttavilta tekijöiltä, kuten hiilidioksidin tavoitearvosta olemaan alle 900 ppm, radonpitoisuus alle 100 Bq /m³, sekä olosuhteiden pysyvyys käyttöajasta 90 %. Ilman laadun tavoitearvot jokaiselle sisäilman laatuolosuhteelle esitetään taulukossa 4. tarkemmin. (Andersson ym. 2008, 8.)

Taulukko 4. Tavoitearvot ilmanlaadulle. (Andersson ym. 2008, 11.)

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1200
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	<100	<100	<200
Olosuhteiden pysyvyys [%käyttöajasta]			
Toimi- ja opetustilat	95 %	90 %	
Asunnot	90 %	80 %	

S3–laatuolosuhteilla sisäilman laatu, lämpö-, valaistus- ja ääniolosuhteet ovat hyvät ja täyttävät Rakentamismääräyskokoelma D2 määräämät minimivaatimukset toimitaloille ja asuinrakennuksille. S3–laatuolosuhteilla ei tarkemmin huomioida käyttäjien yksilöllistä viihtyvyyttä mahdollisuudella säätää tilojen lämpö-, valaistus- ja ilmanvaihtoasetuksia ja vedon tunnetta saattaa esiintyä tiloissa. (Andersson ym. 2008, 8.)

Uudistuneessa Suomen Säädoskokoelmassa määrätään ulkovirta mitoittamaan oleskelutiloissa vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden käyttöaikana, ellei tilan käyttö edellytä

lisäilmavirran tarvetta. Koko rakennus mitoitetaan kuitenkin minimissään 0,35 (dm³/s) /m² lattiapinta–alaa kohden käyttöaikana. (Suomen Säädoskokoelma 2017, 4.)

3.2.1 Työmaasuunnittelu

Rakentamisen aikaisen kosteuden- ja pölynhallinnan laatutasot määritellään työmaasuunnittelulle sisäilmaluokituksessa. Kosteuden- ja pölynhallinnan tulee olla osana työmaan laatusuunnitelmaa ja niistä pitää tehdä riskianalysit. Riskisuunnitelmilla ennakoidaan riskejä, joita kosteusvauriot tai pölyn aiheuttamat epäpuhtaudet ilmanvaihtojärjestelmässä aiheuttaa. Kosteudenhallinnasta tehdään työmaan aikainen riskikartointus, jolloin työnjohto valvoo kriittisiä kosteusteknisiä ongelmia ja puuttuu niihin ennaltaehkäisevästi. Työmaan logistiikan pitää olla toimiva, jolloin materiaali pystytään välivarastoimaan sisätiloissa säältä suojassa. Valvonta, tiedotus ja dokumentointi ovat rakentamisen aikana tärkeitä tekijöitä kosteudenhallinnassa. (Andersson ym. 2008, 19.)

Sisäilmaluokituksen puhtausluokituksen tavoitteena on luovuttaa puhdas rakennus tilaajalle ja estää rakentamisen aikaisten epäpuhtauksien pääsy ilmanvaihtojärjestelmään. P1–puhtausluokitusta käytetään yleensä S1- ja S2–laatutason toimialarakentamisessa ja P2–puhtausluokitusta käytetään S3–laatutason rakennuskohteissa. P1–puhtausluokan saavuttaneessa tilassa tehdään vain vähäpätöisiä pölyttömiä työvaiheita, koska ilmanvaihtojärjestelmän päätelaitteita suojaavat muovit poistetaan. P2–puhtausluokan rakennuskohteessa ei anneta ohjeistuksia pölyttömille töille, vaan rakennustöitä voidaan jatkaa P2–luokitelluissa tiloissa. (Andersson ym. 2008, 20.)

P1–puhtausluokituksen tavoitteeseen päästään hyvällä pölynhallintasuunnitelmalla työmaan alusta alkaen. Logistinen aikataulutus työmaalle tuleville rakennusmateriaaleille on tärkeää myös puhtaudenhallinnassa, koska silloin vältetään ylimääräisen rakennusmateriaalin välivarastointia rakennuksen sisäpuolella, joka saattaa vaikeuttaa päivittäistä rakennussiivousta materiaalien ympäriltä. (Andersson ym. 2008, 22.)

Sisäilmastoluokituksen mukaisesti ilmanvaihtojärjestelmän osien asentaminen suoritetaan puhtaassa ja kuivassa tilassa, eikä muita pölyä aiheuttavia työsuorituksia suoriteta asennustöiden aikana samassa tilassa. Asennusten yhteydessä tiivistyksissä minimoidaan kitin käyttöä ja kanavaosien katkaisussa käytetään menetelmiä, joista ei jää katkaisusta aiheutuneita epäsuhtaisuuksia, tai leikkausmenetelmästä syntyneitä jäysteitä kanavaosien sisäpintoihin. Ilmastointijärjestelmän päätelaitteiden suojaukset poistetaan

tilojen puhtaustarkistuksen jälkeen, vähän ennen ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeita. (Andersson ym. 2008, 30.)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksella varmistetaan rakennuksen loppukäyttäjille puhdas tuloilma sisätiloihin. Ilmanvaihtojärjestelmässä käytettäville kanavaosille, pääte-laitteille ja muille ilmanvaihtotuotteille ei ole määritelty erikseen puhtausluokkia, vaan ne joko ovat, tai eivät ole puhtausluokiteltuja tuotteita. Puhtausluokitelluilta ilmanvaihto-järjestelmän tuotteilta vaaditaan seuraavia kriteerejä:

- ilmanvaihtotuote ei saa lisätä epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmään, jotka vaikuttavat rakennuksen sisäilmaa huonontaan
- ilmanvaihtotuotteesta ei saa päästä hajuhaittoja tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia tuloilmaa huonontamaan
- puhtausluokitellun ilmanvaihtotuotteen puhdistaminen on pystyttävä tekemään helposti. (Andersson ym. 2008, 32-34.)

Metallista valmistetuille kanavan osille ei suoriteta emissiotestejä, koska niiden puhtausluokitus perustuu öljyjäämien määritykseen, joka esitetään taulukossa 5. Jos kana-vaosat on valmistettu muusta materiaalista kuin metallista, niin kanavatuotteiden sisä-puolisen pinnan rakennusmateriaalin tulee täyttää rakennusmateriaaleilta vaaditut M1-päästöluokan vaatimukset.

Taulukko 5. Kanavaosien öljyjäämien määritys. (Andersson ym. 2008, 35.)

Epäpuhtaus	Luokituskriteeri
Kanavien öljyisyys	0,05 g/m ²
Kanavaosien, päätelaitteiden, säätö- ja palopeltien öljyisyys	
- Leikkaamalla	0,05 g/m ²
- Syvävedetyt osat, öljyä vaativat prosessit	0,3 g/m ²
Ilmavirtaan irtoavat mineraalikuidut (MMVF)	<0,1 kpl/m ³
Pintapölyn määrä	<0,5 g/m ²

3.2.2 Toimintakoevalmius

Ennen toimintakokeita tilat todetaan silmämääräisesti tai muulla tavoin tarkastamalla puhtaaksi rakennuspölystä. Toimintakokeen jälkeen, ennen rakennuksen luovutusta tilaajalle, kaikki pintatasot puhtausarvioidaan uudestaan. Sallitut pölynkertymät esite-

tään taulukossa 6. jaoteltuna tarkastukseen ennen ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeita ja toimintakokeiden jälkeen ennen rakennuksen luovutusta tilaajalle.

Taulukko 6. P1-puhtausluokan pölykertymät. (Andersson ym. 2008, 21.)

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä %
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	<ul style="list-style-type: none"> • Alakaton yläpuoli • Pinnat yli 180 cm korkeudella • Pinnat alle 180 cm korkeudella 	5 %
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none"> • Pinnat yli 180 cm korkeudella • Pinnat alle 180 cm korkeudella 	1 %
	Lattiapinnat	3 %

Ennen toimintakoeetta kaikki rakennusjäte ja varastoitu rakennusmateriaali poistetaan siivottavasta tilasta ja suojauksissa käytettävistä pahveista ja muoveista imuroidaan rakennuspöly pois ennen niiden poistamista. Imuroinnilla pyritään estämään pölyn nouseminen siivottavilta pinnoilta ilmaan. Pintojen puhdistus karkeammasta rakennuspölystä suoritetaan imuroimalla ylhäältä alaspäin, suojausten poistamisen jälkeen eli alkaen alakattojen yläpuolella olevien ilmanvaihtokanavien, valaistuksen ja taloteknillisten osien pinnoilta. Kaikissa puhdistuksiin liittyvissä laitteissa on oltava HEPA-luokan suodattimet, joiden suodatustason tulee olla vähintään 98 % 3 mikrometrin hiukkasille. Pintojen imuroinnin jälkeen rakennusaikainen hienempi pöly pyyhitään sekä vaaka-, että pystypinnoilta pinnoilta nihkeällä 6,5 % happamalla pesuaineliuoksella liinalla. (Andersson ym. 2008, 22.)

Sisäilmastoluokitus 2008 ohjeessa määritellään toimintakoevalmis tila seuraavasti:

- ilmanvaihdon ja jäähdytyksen päätelaitteet, mukaan lukien valaisimet, suojataan rakentamisen aikana ja niiden puhtaus varmistetaan viimeistään loppusiivouksen yhteydessä
- puhtausluokan P1 saavuttaneet tilat tai lohkot erotetaan muista tiloista, jotka eivät ole saavuttaneet vaadittua puhtaustasoa
- puhtausluokan P1 saavuttaneet tilat erotetaan toisista tiloista ja merkitään P1-lohkon ”Läpikulku kielletty” -tiedotteella
- puhtausluokan P1 saavuttaneen tilan puhtaustason on rakennustöiden aikana oltava vähintään imuripuhdas. (Andersson ym. 2008, 22.)

Työmaan eri osapuolten, projektinjohtourakoitsijan ja tilaajan edustajien ollessa erimielisiä tilojen puhtaustasosta, pölykertymä mitataan puhtausluokitettavassa tilassa kaksi tuntia uudelleen siivouksen jälkeen. Uudelleenmittaus suoritetaan hyväksytyyn puhtausalan teknisen laatustandardin mukaisesti, esimerkiksi siivouksen teknisen laadun määrittelyyn kehitetyllä SFS 5994 Insta 800–standardi menetelmällä. (Andersson ym. 2008, 21.)

Medisiinassa aloitettiin loppusiivous toimintakoevalmiuteen työmaan tiloissa, joissa ei enää suoritettu rakennus- tai asennustöitä. Loppusiivoukset aloitettiin sisäilmaluokituksen mukaisella yläpuolisten rakenteiden loppusiivouksella. Siivouksessa imuroitiin ensin kanavien ja muiden talotekniikan laitteiden päältä roskat ja muut epäpuhtaudet pois. Imuroinnin jälkeen suoritettiin lopullinen puhdistaminen kostealla liinalla. Yläpuolisten rakenteiden siivousten aikana tiloihin oli muilta pääsy kielletty, kunnes alakatot saatiin umpeen. Loppusiivouksen jälkeen tilojen puhtaus tarkastettiin ja P1–puhtaustarkastuksen tarkastusasiakirja tallennettiin sähköiseen projektipankkiin.

P1–puhtausluokituksen saaneet tilat Medisiinassa erotettiin muista tiloista muoveilla ja vetoketjuovilla. P1–puhtausluokituksen tiloihin menemistä vältettiin ja niihin mennessä suojattiin kengät kertakäyttöisillä kenkäsuojilla, joilla estettiin kenkien pohjista epäsuhtaisuuksia kulkeutuminen puhtausluokiteltuihin tiloihin. Jälkiasennuksia voitiin Medisiinassa tehdä P1–luokituksen saaneissa tiloissa vain jatkuvan ylläpitosiivouksen yhteydessä ja työkoneet varustettiin kohdepoistolla. Erityisen paljon pölyä tuottavia työkoneita, kuten sirkkeliä ei saanut käyttää. Rakennusmateriaalien varastointi kiellettiin myös loppusiivotuilla alueilla puhtaudenhallinnan varmistamiseksi.

3.2.3 Rakennusmateriaalien M1–päästöluokka

Rakennusmateriaaleista ja sisustuksessa käytetyistä kalusteista vapautuu rakennuksen sisäilmaan materiaalien päästöjä. Lisäämällä ilmanvaihtoa, materiaalipäästöjä voidaan pienentää, tai valitsemalla jo rakennusvaiheessa vähäpäästöisiä materiaaleja. Rakennusmateriaalien päästöluokkia on kolmea eri tasoa. Päästöluokitustasoista M1 on vähäpäästöisin, M2– ja M3–luokan materiaaleissa on enemmän epäpuhtauksia. Tuotteen ollessa useamman materiaalin yhdistelmä, päästöluokka määräytyy huonoimman yhdistetyn materiaalin luokan mukaisesti. (Andersson ym. 2008, 17.)

M1-päästöluokan materiaaleissa rajoitetaan orgaanisia yhdisteitä (VOC), joista haihtuu sisäilmaan päästöjä. Rakennusmateriaaleille M1-päästöluokituksen myöntää Rakennustietosäätiö. Materiaali testataan ennen päästöluokitusta laboratoriotutkimuksissa. Käytetyistä materiaaleista varmistetaan, että ne alittavat annetut raja-arvot haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden osalta. (Rakennustietosäätiö, 2017.) Huoneilmassa olevien orgaanisten epäpuhtauksien TVOC on korkea pitoisuuden ylittäessä yli $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pitoisuus on turvallisella tasolla sen ollessa alle $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Sandberg E. 2014, 66.)

Rakennustietosäätiön hyväksymissä testauslaboratorioissa testataan rakennusmateriaaleista seuraavia tuotteen ominaisuuksia:

- haihtuvat orgaaniset yhdisteet TVOC
- formaldehydi HCHO
- ammoniakki NH₃
- karsinogeenit
- hajut. (Rakennustietosäätiö, 2017, 3.)

S2-sisäilmaluokituksessa ja P1-puhtausluokituksessa vaaditaan rakennusmateriaalien päästöiltä M1-päästöluokkaa toimitila- ja asuinrakentamisessa. Vaadituilla luokituksilla varmistetaan, että rakennuksen sisäilmaan vapautuu mahdollisimman vähän epäpuhtauksia käytetyistä rakennusmateriaaleista. Vähäpäästöiset M1-päästöluokan rakennusmateriaalit eivät yksinään vähennä epäpuhtauksia sisäilmassa tai ilmanvaihdon tarvetta, elleivät materiaalit ole tuoteselosteiden mukaan valmistettuja. (Andersson ym. 2008, 32.)

M1-päästöluokan materiaalien tarkemmat vaatimukset Sisäilmayhdistyksen S2-luokituksen mukaan esitetään seuraavasti:

- ”alle $0,2 \text{ mg}/\text{m}^2\text{h}$ kokonaisemissiota haihtuvien orgaanisten yhdisteiltä
- alle $0,05 \text{ mg}/\text{m}^2\text{h}$ formaldehydin emissiolta
- alle $0,05 \text{ mg}/\text{m}^2\text{h}$ ammoniakin emissionilta
- alle $0,005 \text{ mg}/\text{m}^2\text{h}$ karsinogeenisten aineiden emissionilta
- rakennusmateriaali ei saa tuottaa hajuhaittaa
- kaseiinia ei saa olla materiaaleissa, joita käytetään laastien, tasoitteiden tai silotteiden rakennusmateriaaleina” (Andersson ym. 2008, 33).

Mikään rakennusmateriaali ei kuitenkaan ole päästötön. Esimerkiksi M1-luokituksen maalille on annettu vähäpäästöinen luokitus vain kuivalle maalipinnalle, jolloin maalaessa märästä maalista tulee eniten päästöjä. Materiaalipäästöjen takia suositellaan hengityssuojaimen käyttöä maalaustyövaiheiden aikana.

Rakennustuotteita testataan myös toisilla tavoin. CE-merkintä tuotteessa tarkoittaa rakennustuotteen olevan testattu ja kuuluvan harmonisoidun tuotestandardin ryhmään. CE-merkintä rakennustuotteissa on eurooppalaisen standardistoimijärjestön (CEN) tuotestandardi, joka määrittää tuotteen ominaisuudet ja laadunvalvonnan vaatimukset tuotteen valmistuksessa. CE-merkistä tuotteessa on seuraavaa hyötyä:

- rakennustuotteiden ominaisuuksien vertailu on helpompaa
- rakennustuotteen ominaisuudet ovat todennettavissa ja vertailukelpoisia eurooppalaisella tavalla
- rakennustuotetta voidaan markkinoida Euroopan maissa tuotteen ollessa yhteneväinen muiden Euroopan maiden rakennustuotteiden kanssa. (Ympäristöministeriö, 2017b.)

Medisiinan S2-sisäilmaluokitus vaatii käyttämään vähäpäästöisiä materiaaleja. Urakoitsijoiden rakennustuotteilta vaaditaan dokumentoidut todistukset CE-merkinnästä ja rakennuksen sisätiloissa käytettäviltä tuotteilta M1-päästöluokan todistus. Urakoitsijat veloitetaan toimittamaan tilaajalle tuotetiedot rakennustuotteistaan, materiaaleista, asennukseen käytettävien aineiden tuoteselostukset ja todistukset, sekä tuotteiden käyttöturvallisuustiedotteet. Materiaalitodistukset tallennetaan sähköiseen projekti-pankkiin.

3.3 Terveen talon toteutumisen kriteerit

Sisäilmayhdistys ry:n Sisäilmaluokitus 2008 ohjeistusta (kts. luku 3.2. Sisäilmaluokitus) täydentää Terveen talon toteutuksen kriteerit, jotka ohjaavat toimialarakentamista. Terveen talon toteutumisen kriteerit ohjeistavat vaatimuksiin suunnittelulle ja rakentamiselle, joita toteuttamalla saavutetaan tilaajan tavoittelema rakenteiltaan, sisätiloiltaan ja teknisesti kuiva ja puhdas rakennus. Ohjeet ohjaavat projektinjohtourakoitsijaa käsittelemään terveelle sisäilmalle kriittisiä aiheita rakentamisen aikana, kuten kosteudenhallintaa, puhtaudenhallintaa ja teknistä toteutusta. Terve talo -ohje dokumentoidaan

urakkaohjelmaan, josta määritetyt rakennuskohteen tavoitetasot ja vaatimukset ovat kaikkien rakennusprojektin osapuolien nähtävissä. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 5.)

Terve talo –ohjeistus antaa hankesuunnitteluvaiheesta alkaen, valmiin toimitilarakennuksen vastaanottoon asti, tilaajalle työkalut määritellä toimenpiteet terveen sisäilman suunnittelulle ja projektinjohtourakoitsijalle työmaalla toimimiseen. Terveen talon toteutumisen kriteereihin sisältyy sisäilmastoon vaikuttavat tekijät, kuten ilman, lämpö- ja valaistusolosuhteiden tavoitetasojen määrittely, suunnitteluvaiheessa päätetyt materiaaliuokat, työmaan aikainen kosteuden-, puhtauden- ja pölynhallinta, sekä rakennuksen luovutus- ja käyttöönottovaiheet tilaajalle. Terveen talon –kriteereiden noudattamisesta työmaalla vastaa pju laadunvarmistamalla ja dokumentoimalla kriteerien toteutumisen. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 6.)

Terveen talon tavoitetasot pohjautuvat koko rakennushankkeen alusta loppuun asti kestävään, hallittuun Sisäilmastoluokitus 2008 –ohjeen sisäympäristön tavoitearvojen S1- ja S2-laatuoluokitusarvoihin. Terveen talon toteutumiselle asetetuille tavoitetasoilla pyritään kokonaisvaltaisesti pääsemään lopputavoitteeseen hyvästä, terveellisestä sisäilmasta toimitilan loppukäyttäjille. Kriteerit ohjaavat yleisesti rakentamista terveelliseen lopputulokseen laatuoluokitusarvoilla. Terveen talon S1- ja S2-tavoitetasot esitetään tarkemmin taulukossa 7. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 8.)

Taulukko 7. Terve talo –kriteerien tavoitetasot. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 8.)

TAVOITETASO S1	TAVOITETASO S2
Ilmastoinnin ja lämmityksen S1 suunnitteluarvot	Ilmastoinnin ja lämmityksen S2 suunnitteluarvot
M1 ilmanvaihtotuotteet	M1/M2 ilmanvaihtotuotteet
M1 rakennusmateriaalit	M1/M2 rakennusmateriaalit
Hyvän valaistuksen suunnittelu	Hyvän valaistuksen suunnittelu
Lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu	Lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu
Toteutuksen kosteudenhallinta	Toteutuksen kosteudenhallinta
Työmaan puhtaussuunnittelu	Työmaan puhtaussuunnittelu
P1 rakennustyöt	P1 rakennustyöt
P1 ilmanvaihtoasennustyö	P2 ilmanvaihtoasennustyö

Terve talo –kriteerien laatuluokitustaso ilmanvaihdon asennustöille ja lämpöolosuhteille valitaan kahdesta vaatimustasosta, joista kumpikin laatutaso saavuttaa vaaditun terveellisen sisäilmaston. Ilmanvaihdon tuotteille ja rakennustöille ohjeistetaan vain yksi laatutaso. Vaatimustasoluokituksessa otetaan myös huomioon käyttäjille hyvän ja riittävän valaistuksen suunnittelu, sekä lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu. Terve talo –tavoitetasojen tärkeinä kriteereinä pidetään myös työmaan aikaista hyvää puhtauden- ja kosteudenhallintaa. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 8.)

Terveen talon toteutumisen kriteereihin kuuluu niiden huomioon ottaminen rakennushankkeen suunnittelusta, rakennuksen ylläpitoon asti. Terveen talon laatuluokitustasojen lisäksi huomioidaan loppukäyttäjien terveen sisäilmaston ylläpito. Huoltokirja rakennuksesta ja sen laitteista laaditaan, joista selviää rakennuksen ylläpitoon tarvittava aineisto. Huoltokirjaan sisällytetään kaikki terveellisen sisäilmaston ja rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisiin toimivuuteen liittyvät asiat. Huoltokirjan ohjeista selviää seurattavat, tarkastettavat ja huollettavat kohteet rakennuksessa, jotka saattavat aiheuttaa käytön aikana kosteusongelmia. Myös ilmanvaihtojärjestelmän ylläpidon käyttö- ja huolto-ohjeet ilmanvaihdon hygienian ja sisäilmaston osalta luovutetaan niistä huolehtivalle henkilöstölle. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 34.)

3.4 Rakennusvalvonta

Toimitilanrakentamisen urakointia valvotaan viranomaisvalvonnalla, joka alkaa rakennustyön luvanvaraisella aloittamisella ja päättyy rakennuksen valmistuttaessa loppukatselmukseen. Viranomaisvalvonta ei kuitenkaan ole vastuussa rakennushankkeen etenemisestä ja rakentamisesta. Vastuu rakentamisesta kuuluu rakennushankkeen työmaan vastaavalle työmaajohtajalle.

Viranomaisvalvonnasta määrätään, että ”rakennusvalvonnan viranomaistehtävistä huolehtii kunnan määräämä lautakunta tai muu monijäseninen toimielin, jona ei kuitenkaan voi toimia kunnanhallitus” (MRL 21/1999). ”Rakentamisen neuvontaa ja valvontaa varten kunnassa tulee olla rakennustarkastaja” (MRL 21/1999). Rakentamista ohjeistetaan ja vaaditaan määräyksillä, jotta varmistetaan rakennuksen laadut täyttävä vähimmäistaso. Viranomaisvalvonta ja neuvonta tukevat erityisesti teknistä tarkastusta ja rakennustyön suoritusta, mutta vastuu rakentamisesta on rakennushankkeessa mukana olevilla. (RakMK A1 2006, 2.) ”Rakennustyön viranomaisvalvonta alkaa luvanvaraisen raken-

nustyön aloittamisesta ja päättyy loppukatselmukseen. Valvonta kohdistuu viranomaisen päättämässä työvaiheissa ja laajuudessa rakentamisen lopputuloksen kannalta merkittäviin seikkoihin” (MRL 149/1999).

Erinäisistä syistä saattaa rakennushanke keskeytyä, jolloin maankäyttö- ja rakennuslaki määrä ilmoittamaan asiasta viranomaisille; ”Jos rakennustyöhön tai muuhun toimenpiteeseen ryhdytään tai toteutetaan vastoin tämän lain tai sen nojalla annettuja säännöksiä tai määräyksiä taikka myönnetyn luvan tai viranomaishyväksynnän vastaisesti, rakennustarkastajalla tai rakennusvalvontaa suorittavalla kunnan muulla viranhaltijalla on oikeus kirjallisesti annettavalla määräyksellä keskeyttää työ. Rakennustyön keskeyttämisestä on viipymättä ilmoitettava kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle. Rakennusvalvontaviranomainen päättää, pysytetäänkö työn keskeyttäminen voimassa. Päätöstä on muutoksenhausta huolimatta noudatettava, jollei valitusviranomainen toisin määrää” (MRL 180/1999).

Rakennushankkeiden toteutumista rakentamisen virheriskien ja vaatimustason osalta valvoo viranomaiset. Viranomaisvalvonnalla huolehditaan, että rakennushankkeen vastuuhenkilöt lupapäätöksessä ja rakennushankkeen aloituspalaverissa viranomaisten asettamat määrätyt velvollisuudet. (RakMK A1 2006, 7.)

Rakentamisen viranomaisvalvonnasta sanotaan laissa, että ”Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä tässä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään. Valvontatehtävän laajuutta ja laatua harkittaessa otetaan huomioon rakennushankkeen vaativuus, luvan hakijan ja hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavien henkilöiden asiantuntemus ja ammattitaito sekä muut valvonnan tarpeeseen vaikuttavat seikat. Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on myös huolehtia kunnassa tarvittavasta rakentamisen yleisestä ohjauksesta ja neuvonnasta” (MRL 124/1999).

Rakennushankkeeseen kuuluvien on huolehdittava, että ”rakennustyö on suoritettava siten, että se täyttää tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset” (MRL 149/1999). Maankäyttö- ja rakennuslaki vaatii myös, että ”rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö” (MRL

119/1999). Rakennushankkeen henkilöstön velvollisuutena on huolehtia teknisten vaatimusten ja rakennustyön toteutumisesta valvomalla ja dokumentoimalla tarkastukset. (RakMK A1 2006, 4.)

Vaativassa rakennushankkeessa pitää olla tehtävään koulutettu ja minimissään viiden vuoden kokemusta työmaan johtamista omaava vastaava työnjohtaja, jolla on riittävästi tietotaitoa itse rakentamisesta, mutta myös hyvät tiedot säännöksistä, määräyksistä ja viranomaisten julkaisemista ohjeista. (RakMK A1 2006, 10.) Myös Medisiinassa on vastaava mestari, joka pätevyydellään vastaa työmaasta viranomaistaholle.

Maankäyttölaki määrää vastaavan työnjohtajan tehtävistä ja vastuusta, että ”Rakennuslupaa edellyttävissä rakennustyössä on oltava rakennustyötä johtava vastaava työnjohtaja. Toimenpidelupaa edellyttävässä työssä on oltava vastaava työnjohtaja vain silloin, kun se on kohteen käytön aikaiseen turvallisuuteen tai terveellisyyteen liittyvien syiden taikka maiseman ja ympäristönäkökohtien vuoksi välttämätöntä. Vastaavan työnjohtajan on vastattava rakennustyön kokonaisuudesta ja laadusta sekä huolehdittava, että rakennustyö tehdään myönnetyn luvan, rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakentamistavan mukaisesti. Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava, että rakennustyön aloittamisesta ilmoitetaan rakennusvalvontaviranomaiselle ja että rakennustyön tarkastusasiakirja pidetään rakennustyömaalla ajan tasalla” (MRL 122/1999).

Vaativissa rakennushankkeissa IV–asennustöiden vastaavalta työnjohtajalta vaaditaan erityistä pätevyyttä, jos IV–asennustöiden virheelliset ratkaisut voivat vaarantaa käyttäjien terveellisyyttä, turvallisuutta tai rakennuksen ympäristöä. Tällöin LV–työnjohtajalta vaaditaan pätevyudeksi LVI–työtekniikan tutkintoa tai putkiasentajan ja ilmastoinnin asentajalta erikoisammattitutkintoa ja tutkintojen lisäksi minimissään viiden vuoden työkokemusta vaatimustasoltaan vastaavissa KVV– ja vastaavasti IV–laitteistojen rakennustöiden johtamiseen työtehtävissä, sekä LVI–alan työnjohtajallisista työtehtävistä kokemusta. (RakMK A1 2006, 11.)

Medisiinassa talotekniikan urakoinnista vastaa siihen perehtynyt pääurakoitsija, joka vastaa suorituksestaan projektinjohtourakoitsijalle. Talotekniikan pääurakoitsija huolehtii LVI–asennustöiden toteuttamisesta viranomaismääräysten mukaisesti.

Rakentamisen valvontaviranomaisten asian käsittelyn siirrettyä viranhaltijan päätettäväksi, siihen ei ole valituslupaa: ”Viranhaltijan päätökseen asiassa, joka kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta tai muulta kunnan viranomaiselta on siirretty hänen ratkais-

tavakseen, ei saa hakea muutosta valittamalla. Päätökseen tyytymättömällä on oikeus saada asia asianomaisen viranomaisen käsiteltäväksi (oikaisuvaatimus). Oikeus vaatimuksen tekemiseen määräytyy samojen perusteiden mukaan kuin asianomaisen valitusoikeus. Oikaisuvaatimus on tehtävä kirjallisesti viranhaltijalle 14 päivän kuluessa päätöksen antamisesta. Päätökseen on liitettävä ohjeet oikaisuvaatimuksen tekemisestä. Vaatimus on viipymättä otettava asianomaisen viranomaisen käsiteltäväksi. Jos rakennusvalvontatehtävä on sopimuksen nojalla annettu toisen kunnan viranhaltijan hoidettavaksi, tämän tekemää hallintopäätöstä koskevan oikaisuvaatimuksen käsittely määräytyy rakentamisen sijaintikunnan tai toimenpiteen suorittamispaikan mukaisesti” (MRL 187/1999).

4 TERVE TALO –TAVOITE MEDISIINASSA

Terve talo –ohjeistuksella pyritään ennalta ehkäisemään toimitilarakennuksen sisäilmaongelmat ja niiden todennäköiset aiheuttajat. Medisiinassa rakennushankkeessa halutaan ennalta ehkäistä kosteus- ja homeongelmien, teollisten ja kemiallisten rakennusmateriaalien, puutteellisten ääniolosuhteiden ja lämpöolosuhteiden aiheuttamia mahdollisia sisäongelmien aiheuttajia. Terve talo tavoitteen saavuttamiseksi tilaaja vaatii Medisiinassa valitsemaan M1-päästöluokan rakennusmateriaaleja rakennuksen sisälle ja noudattamaan rakentamisen aikana Terve talo –kriteerejä hyvän sisäilman takaamiseksi. (Havia 2011b, 5.)

Medisiinan tilaaja käyttää rakennushankkeeseen alkaessaan toimintamallia, jolla se suorittaa rakennushankkeet alusta loppuun. Toimintamallissaan tilaaja vaatii rakennushankkeen suunnittelu- ja hanketavoitteista seuraavaa:

- Kiinteistön ylläpito
 - helpot ja edulliset rakennuksen ylläpitokustannukset
 - järjestelmällisyys ja rakennuksen pitkäikäisyys
- Ekologisuus
 - energia- ja tilatehokkuus automaatiota käyttäen
 - uusiutuvien energiamuotojen käyttö
- Toiminnalliset tilat
 - asiakkaan tarpeiden huomioiminen, esteettömyys
- Rakennussuojelu
 - rakennusten ja ympäristön suojelunäkökohtien huomioiminen
- Sisäilma
 - rakentamisen aikana Terve Talon kriteerit
 - sisäilmaluokka pääosin S2, osin S1
 - M1-rakennusmateriaaliluokka
 - P1-puhtausluokka
 - akustinen luokka vähintään C
 - teknisesti korkeatasoisesti toteutettu rakennus.

(Havia 2011a, 1.)

Medisiina D –uudisrakennuksen tilaajalle on tärkeää ympäristöasioiden huomioon ottaminen rakennushankkeissaan, rakennuksen hyvä sisäilmasto kiinteistöjen omistajana, sekä kalliin rakennuksen korjausrakentamisen siirtäminen mahdollisimman pitkälle rakennuksen elinkaareissa. Tilaaja vaatii rakennushankkeiden yhteistyökumppaneiltaan samaa sitoutumista rakennusten pitkäikäisyyteen, laadukkaaseen ympäristöön, sekä terveelliseen ja turvalliseen sisäilmaan käyttäjille. (Havia 2011a, 2.)

Sisäilmaongelmien korjaaminen sitoo rakennuksen omistajalta sekä aikaa, että rahaa. Tilaajan omistamien tapaisissa toimitilarakennuksissa korjausrakentamisen hanke lähtee käyntiin käyttäjien tekemästä sisäilmaongelmasta, hajusta tai pitkittyneistä hengitystiesairauksien kierteestä. Sisäongelmien arviointi ja selvitystyö tutkimuksineen vievät aikaa ja saattavat vaatia lisätutkimuksia, ennen kuin päätös korjaussuunnitelmalla tehdään. Korjaustöiden aikana saattaa täytyä rakennuksen käyttäjien siirtyä muihin tiloihin korjaustöiden ajaksi, jos työvaiheet edellyttävät purkutöitä. Sisäilman korjaustöiden valmistuttua, rakennuksen tilat voidaan ottaa käyttöön, mutta sisäilman seurannasta pitää huolehtia ja varmistaa korjaustöiden onnistuminen, sekä käyttäjien oikeanlainen toimiminen rakennuksessa.

Korjausrakentamista voidaan välttää kiinteistöhuollon ennakoivilla toimenpiteillä, joilla tunnistetaan sisäilmaongelmien aiheuttajat jo ajoissa, sekä laadukkaalla rakentamisen aikaisella toiminnalla. Medisiinassa pyritään ennakoimaan korjausrakentamisen toimenpiteitä noudattamalla rakentamisen aikana Terve talo –ohjetta.

Medisiinan projektinjohtourakoitsijalta vaaditaan työmaan aikana kosteuden- ja puhtaudenhallinnan valvontaa eri toimenpiteillä, sekä niiden joka viikoittaista laadunmittausta. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan, miten Medisiinan hankesuunnittelussa, työmaan pölyn- ja puhtaudenhallinnassa, sekä ilmanvaihdon asennustöissä otetaan huomioon tilaajan vaatima Terve talo –kriteerien toteutuminen. Lopuksi käsitellään Medisiinan Terve talo –kriteerien laadunvalvontaa, sekä rakennuksen luovutukseen liittyviä vaiheita tilaajalle.

4.1 Hankesuunnittelu

Medisiina D –uudisrakennushankkeessa noudatetaan tilaajan laatimaa Terve talo –ohjeistusta, joka ohjaa kaikkia työmaalla toimivia osapuolia oman työsuorituksensa osalta. Ohjeistuksessa määritellään vaatimukset, joita työmaalla toimivat urakoitsijat

sitoutuvat noudattamaan tilaajan asettamiin Terve talo –tavoitteisiin pääsemiseksi. Vastuu ohjeistuksen noudattamisesta työmaalla on projektijohtourakoitsijalla. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy 2017, 3.)

Hyvä rakentamistapa ja niiden toteuttaminen otetaan huomioon alusta alkaen Medisiinan teknisessä rakentamisessa. Suunnittelijat pyrkivät ennakoivasti välttämään riskirakenteita suunnitelmissa, jotka haittaavat oleellisesti Terve talo –ohjeistuksen toteutusta Medisiina–työmaalla. Taloteknisessä suunnittelussa toteutetaan rakenteet siten, ettei putkivuotoja ilmenisi, tai niihin pystytään vaikuttamaan heti vuotojen ilmaantuessa. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy 2017, 4.)

Medisiinassa noudatetaan rakennusmateriaalien M1–päästöluokkaa, joka vaaditaan S2–sisäilmaluokituksen materiaalivalinnoilta. Terveen talon kriteerien toteutumisessa suositellaan tuulettamaan kalusteita tehtaalla kaksi viikkoa valmistumisen jälkeen hyvin ilmastoidussa tilassa ennen työmaalle tuomista. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 51.) Medisiinassa tuuletusjakso alkaa ilmanvaihtojärjestelmän käynnistymisen jälkeen ja kestää neljä kuukautta. Jakson aikana pyritään tuulettamaan materiaalien päästöt ja epäpuhtaudet pois sisäilmasta.

Medisiinan työmaalla edellytetään rakentamisen aikana P1–puhtaustasoa. Puhtaustason noudattaminen alkaa jo rakentamisen alusta alkaen ja päättyy P1–puhtausluokiteltuihin tiloihin. Puhtauden– ja työmaajärjestyksenhallinta on tärkeää koko työmaan ajan ja asettaa haasteita projektinjohtourakoitsijalle. Puhtauden hallitulle toimille annetaan kuitenkin ohjeet Terve talo –kriteereissä, joka on työkalu työnjohdon valvomalle puhtaudenhallinnalle.

4.2 Suunnittelun ohjaus

Medisiinan tilaaja ohjeistaa suunnittelemaan toimitilarakennukselle ilmanvaihdon energiatehokkaasti, mutta huomioon ottaen terveellisen, turvallisen ja viihtyisän rakennuksen sisäilmaston. Suunnittelijan mitoitussuunnitelmien ja tilaajan päätösten perusteella määrätään rakennuksen ilmanvaihdon mitoitus tilatyypeittäin. Suunnittelussa huomioidaan rakennuksen käytössä myöhemmin tapahtuva mahdollinen ilmapvirtojen lisäys, joka määrää suunnitteleman rakennuksen tulo– ja poistoilmajärjestelmät niin, että SFP–luku (ominaissähköteho) on maksimissaan 2,0 Kw / (M³/s) ja yksittäisen tulo– tai poistoilmakoneen SFP–luku maksimissaan 1,8 Kw / (M³/s). (Jyrkkäranta ym. 2016, 29.)

Ilmanvaihtokoneiden puhallinvalinnoissa Medisiinassa vaaditaan puhaltimen moottoreina EC- tai vaihtoehtoisesti PM-moottoreina mahdollisuuksien mukaan, ja varustamaan puhaltimet taajuudenmuuttajilla, ellei kyseisiä koneiden moottoreita pystytä käyttämään. Isoissa tiloissa, kuten Medisiinan opetustiloissa tai auditoriossa ohjeistetaan suunnittelemaan ilmanvaihto käyttötilanteen mukaan. Isoissa tiloissa, jossa ihmismäärä muuttuu, ilmanvaihtoa säädetään ensisijaisesti CO₂-pitoisuuden (hiilidioksidipitoisuus) mukaan ja toissijaisesti ilmanvaihtoa säädetään tilan lämpötilan nousun tai laskun mukaan. (Jyrkkäranta ym. 2016, 29.)

Medisiinan tilaaja suosittelee hankekohteissaan käytettäväksi matalapainehäviöistä lasikuitusuodattimia ilmanvaihtokoneiden suodattimina. Suunniteltaessa suodattimia, tilaaja ohjeistaa valitsemaan suodatusluokan sisäilman laadun mukaan. Hyvälle sisäilmalle valitaan F9 ja tyydyttävälle sisäilmalle F7 suodatin, jos rakennuksen lähellä ei ole merkittäviä päästölähteitä. Jos rakennus sijaitsee vilkasliikenteisen tien varrella, niin hyvälle sisäilmalle valitaan F7 suodatin yhdistettynä F9 suodattimeen. F7 suodattimeen lisätään partikkeli- ja molekyyli-suodatin liikenteen päästöjen takia. Tyydyttävälle sisäilman laadulle valitaan tällöin M6 yhdistettynä F8 suodattimeen. (Jyrkkäranta ym. 2016, 33.)

Tilaaajan talotekniikan järjestelmäohje määrää talotekniikan suunnittelijoita käyttämään ilmanvaihtokanaviston ja kanaviston osina voimassaolevien standardien ja tyyppihyväksytyjä tuotteita. Kanaviston suunnittelussa käytetään, jos mahdollista pyöreitä kanavia ja suunniteltaessa suorakaidekanavien käyttöä pitää valita standardikokoisia. Kanavistot ja kanavanosat pitää olla M1-luokan tehdasvalmisteisia osia. Kanavisto mitoitetetaan niin, että ilmanvaihtolaitoksen kanaviston painehäviö on 200 Pa luokkaa ja painotetaan päätelaitteita, joille mitoitetetaan painehäviöksi noin 50 Pa. (Jyrkkäranta ym. 2016, 36–37.)

LVIA-suunnittelussa tilaaja ohjeistaa noudattamaan seuraavia asiakirjoja:

- ”Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998
- Talotekniikka RYL 2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A1: Rakentamisen valvonta ja tekninen ohjeistus. Määräykset ja ohjeet 2006 (RakMK A1)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A2: Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002 (RakMK A2)

- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A4: Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000 (RakMK A4)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1: Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot. Määräykset ja ohjeet 2010 (RakMK D1)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2: Rakennusten sisäilmas-to ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012 (RakMK D2)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3: Rakennusten energia-tehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. (RakMK D3)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D4: LVI -piirrosmerkit. Oh-jeet 1978. (RakMK D4)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5: Rakennuksen energian-kulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007. (RakMK D5)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7: Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. Ohjeet 2004. (RakMK E7)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E9: Kattilahuoneiden ja polt-toainevarastojen paloturvallisuus. Ohjeet 2005 (RakMK E9)
- Energiateollisuus: Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet, K1/2013
- Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta (1314/94) / EU:n ko-nedirektiivi (98/37/EY)
- Sisäilmayhdistys, Sisäilmastoluokitus 2008 (RT 07-10946)
- Maakaasu: RT -ohjekortit RT 52-10491 sekä RT 62-10202 ja kaasun-toimittajan ohjeet
- Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentami-selle. (2003) (RT 07-10805)
- Päivänvalon hallinta sisätiloissa. (2008) (RT 07-10912)” (Jyrkkäranta ym. 2016, 14).

Rakennushankkeen käynnistyessä projektinjohtourakoitsija laatii turvallisuusasiakirjan, selvittää haitta-ainekartoitukset, sekä ohjaa suunnittelua tilaajan tavoitteiden saavut-tamiseksi. Pju varmistaa myös tarvittavien viranomaislupien ja -lausuntojen toimittami-sen rakennusvalvontaan ja muihin viranomaistahoihin, kuten paloviranomaisille. (Havia 2011b, 11.)

4.3 Työmaan ohjaus

Ennen rakentamisen alkamista, projektinjohtourakoitsija laatii työmaasuunnitelmat työmaan aikaisille sisäilmariskeille ja laadunvarmistussuunnitelman. Laadunvarmistussuunnitelmassa tunnistetaan kriittiset laatuun vaikuttavat tekijät työmaalla, suunnitellaan ennakoivat toimenpiteet niille ja rakentamisen aikana riskien hallinta varmistetaan mittaamalla ja dokumentoimalla. Projektinjohtourakoitsija laatii kosteuden- ja pölynhallinnan suunnitelmat työmaalle, jotka ohjaavat sisäilmariskien hallinnassa. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 23–30.)

Medisiina D –uudisrakennuskohteesta laadittiin rakennusprojektin alussa riski- ja mahdollisuuskartoitus, jota päivitetään säännöllisesti. Dokumentissa analysoidaan mahdollisia työmaan aikaisia riskejä ja kehitysehdotuksia niiden välttämiseksi. Esimerkiksi talotekniikan asentajien on hyvää rakentamistapaa noudattaen huomioitava riskikartoitus ja ilmoitettava projektinjohtourakoitsijalle, jos huomaavat hyvän rakentamisvastaisen rakenteen.

Medisiinan riskikartoituksessa otetaan huomioon, että kohteen puhtausvaatimus on normaalia toimialarakentamista vaativampi. Riskinä Medisiinassa on, ettei tilaajan asettamaa sisäilmaluokitusta saavuteta rakennuksen valmistettua. Ennakoivia toimenpiteitä riskille on ollut muun muassa vaaditun sisäilmaluokituksen vieminen aliurakkasopimukseen, sekä tiedottaminen sisäilmaluokituksesta, pölynhallinnasta, P1-puhtausluokituksesta ja Terve talo –kriteereistä kaikille työmaalle tuleville toimijoille työmaaperehdytyksessä.

Medisiinan työmaan logistiikan riskianalysissä havainnoitiin mahdolliseksi riskeiksi rakennustarvikkeiden lastaus-, purku- ja varastointipaikkojen sijoitukset. Medisiinan Terve talo –ohjeessa projektinjohtourakoitsija vastaa urakoitsijoiden materiaalille tarvitsemasta varastointitilasta työmaalla, mutta jokaisella työmaalla urakoitsijalla on myös vastuu omista rakentamisessa tarvitsemiensa materiaalien sääsuojauksesta ja varastoinnista. Urakoitsijoilla on kuitenkin vastuu minimoida työmaalla varastoitavan materiaalin määrää. Mahdollisuus purkaa materiaalikuorma väärään paikkaan, lisää riskiä kuorman jäämiseen pihalle ilman säältä suojausta. Medisiinan riskianalysissä huomioidaan materiaalin nosto- ja siirtokaluston kuormituksen epätasaisuus, jolloin ilmanvaihtotuotteiden siirto kuormanpurkupaikalta rakennuksen sisälle saattaa viivästyttää niiden asennusaikatauluja. Ilmanvaihtokanavisto ja –laitteet tulisi ajoittaa logistisesti

yhteensopivaksi asennusten kanssa, koska ne saattavat vaurioitua ulkovarastoinnissa kosteudesta. Riskin toimenpiteenä huomioidaan talotekniikan alihankintasopimuksessa nostojen suorittaja ja materiaalkuormien saapuminen normaalintyöajan ulkopuolella. (NCC Suomi Oy 2017c, 1-10.)

Medisiinassa talotekniikan ilmanvaihtojärjestelmän kanavaosien ja ilmanvaihtokoneiden moduulien aikataulutusta hoidetaan järjestelmällisesti ja sujuvasti talotekniikan työnjohdon ja projektinjohtourakoitsijan logistiikasta vastaavan kanssa. Talotekniikan työnjohto tiedottaa hyvissä ajoissa tulevasta talotekniikan kuormista, jolloin muita materiaalkuormia ei oteta samanaikaisesti toimitettaviksi työmaalle. Näin talotekniikan kuormat saadaan heti purkamisen jälkeen nostettua rakennuksen sisälle säältä suojaan.

Materiaalien työnaikainen kastuminen vaatii resursseja märkien materiaalien vaihtamiseen ja kastuneiden rakennusmateriaalien käyttö aiheuttaa merkittävää sisäilman heikentämistä rakennuskohteessa. Näitä mahdollisia kastuneista materiaaleista aiheutuvia riskimahdollisuuksia voidaan vähentää rakennuksen ja materiaalien sääsuojauksella tehostamalla ja niiden päivittäisellä ylläpitämisellä. Ilmanvaihtojärjestelmän osat tuodaan tehtaalta valmistajan suojaamina Medisiina D -työmaalle, jolloin niiden sisäpintoihin ei pääse kuljetuksen tai varastoinnin aikana rakennuspölyä tai muita epäpuhtauksia. Osat säilytetään rakennuksen sisällä välivarastoinnin aikana suojattuna ja irti betonista. Varastoitujen rakennusmateriaalien ja betonilattian väliin jätetään tuulettuva ilmarako. Rakennuksen sisälle välivarastoidun materiaalin ympäristön pitää olla siisti ja pakkausten ympäriltä pitää voida suorittaa päivittäinen rakennussiivoaminen imuroimalla.

Rakennuksen aukkosuojauksia tarkastetaan ja korjataan tarvittaessa, sekä vesivuotoihin reagoidaan heti. Rakennusmateriaalien varastointimenetelmiä valvotaan, että materiaalit ovat säältä suojattuna ja ilmankierto toteutuu materiaalin ja lattian betonipinnan välillä.

Sisäilmayhdistys ry:n ohjeen mukaan työmaalla järjestetään Terve talo –koulutusta työmaalla toimijoille. Työmaan työnjohdon perehdyttämiseen terveen talon toteutuksen soveltamiseen on tärkeää, jotta he voivat valvoa työmaalla toimivien Terve talo –kriteerien noudattamista omissa työvaiheissaan. Ilmanvaihtoasentajat ovat keskeisessä asemassa puhtaan ilmanvaihtojärjestelmän asentamisessa ja heidän pitää olla erittäin tietoisia työmaalla noudatettavista Terve talo –kriteereistä ja niiden toteuttamistavoista. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 23.)

Jokainen Medisiinan työmaalla tuleva toimija osallistuu pju:n vastuulla olevaan työmaaperehdytykseen. Medisiinan työmaaperehdytyksessä käsitellään yleisten työmaalla toimimiseen liittyvien asioiden lisäksi rakennuskohteen sisäilma- ja puhtausluokitusta, sekä Terve talo –vaatimuksia. Perehdytyksessä painotetaan materiaalin asialliseen varastointiin pihalla säältä suojattuna pressujen alla ja välivarastointiin rakennuksen sisällä tuulettuvasti kuormalavan päällä irti betonista tai lattiapäällysteestä. Rakennuksen sisätiloissa kehoitetaan välttämään ylimääräisen materiaalin varastointia, koska se vaikeuttavaa päivittäistä rakennussiivousta ja lattioiden imurointia rakennuspölystä. Perehdytysmateriaalissa myös painotetaan, ettei kastuneita materiaaleja saa asentaa rakenteisiin, koska se aiheuttaa ajan myötä rakenteisiin kosteusvaurioita. Jokainen työmaalle tulija ohjeistetaan siivoamaan omat rakennusjätteensä ja roskansa pois työvaiheen jälkeen ja huolehtimaan jätteiden lajittelusta. Perehdytyksessä kerrotaan pölynhallinnasta, varsinkin ilmanvaihtotyöhön liittyvästä. Pölynhallinnassa painotetaan, ettei samassa tilassa ilmanvaihtotoimien asennusten kanssa saa tehdä muita pölyviä töitä, kuten läpivientejä ilmastointikanaville tai hiontatöitä.

Työmaan aikataulu suunnitellaan toteutuskelpoiseksi ottamalla huomioon yksityiskohteisesti kriittiset tekijät eri työvaiheiden aikataulutuksessa. Työmaan aikataulutuksella varmistetaan, että Terve talo –kriteerit pystytään toteuttamaan noudattaen vaadittuja puhtaus- ja kosteudenhallintasuunnitelmia. Puhtausluokitellut tilat merkitään asianmukaisesti tiedoksi kaikille työmaalla toimivilla, ilmanvaihdon työvaiheet aikataulutetaan ja toimintakokeille varataan aikaa P1–puhtausluokitusvaiheen jälkeen. Erittäin tärkeää on aikatauluttaa työmaasuunnittelussa työvaiheet ennen ja jälkeen P1–puhtaustasovaiheen ja varata riittävästi aikaa ilmanvaihdon toimintakokeille ja säädöille. (Kurnitskin & Seppänen 2003, 24.)

4.3.1 Pölyn- ja puhtaudenhallinta

Rakennustyömaalla altistuu rakennuspölylle useassa erilaisessa työvaiheessa, kuten hionnassa, tasoitetöissä, maalauksessa, eristäessä tai piikatessa. Myös asennustöistä syntyy sisäilmaan pölyä, kuten seinänlevytyksestä, sekä kaluste- ja lattiapäällystysasennustöistä. Rakennuspölylle altistuminen aiheuttaa työntekijöille pölyärsytyksestä aiheutuvia reaktioita ihoon ja hengityselimiin. (Pitkänen I. 2016, 3-6.)

Medisiinan pölyn- ja puhtaudenhallintasuunnitelmalla halutaan varmistaa, että uudisrakennuksen tilat ovat pölyttömät. Loppusiivotun ja P1–puhtaustason tilaksi luokitellussa

tilassa, jossa kaikki suojamateriaalit on poistettu pinnoilta, ei saa pinnoilla esiintyä hienojakoista pölyä, roskaa tai likatahroja. Puhtausluokitellussa tilassa ei saa myöskään välivarastoida enää rakennusmateriaalia. (Pitkänen I. 2016, 2)

Medisiinan puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelman toteutumisesta ja valvonnasta työmaalla vastaa projektinjohtourakoitsijan työnjohto. Kaikkien työmaalla toimivien alirakoitsijoiden on kuitenkin osattava toimia puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelman mukaisesti, joka tarkoittaa ilmanvaihtotuotteiden suojauksien poistamisesta vain asennuksen ajaksi. Medisiinan keskeisin tavoite pölynhallinnassa on estää työmaan rakennuspölyn pääseminen ilmanvaihtojärjestelmään toimintakoe- ja luovutusvaiheessa, sekä myös vähentää rakennuspölyn haittavaikutuksia rakennuksella työskentelevien terveydelle. (Hyvärinen S. 2016, 2-3.)

Rakennuksen ulkovaipan ummistamisen jälkeen Medisiinassa keskityttiin pölynhallintaan muuttamalla työmenetelmiä vähemmän rakennuspölyä aiheuttaviksi. Pölyä aiheuttavilla työkoneilla, kuten esimerkiksi höylällä, määrättiin työvaiheen aikana käytettäväksi kohdepoistoa, laastin sekoituspaikaksi järjestettiin alipaineistettu teltta ja pienempien kuiva-aineiden sekoitukseen tuotiin työmaalle pyörillä siirrettäviä matalapainetekniikkaan perustuvia laitteita. Menetelmillä pyrittiin estämään työkoneiden, laastin ja muiden kuiva-ainespölyjen leviäminen sisäilmassa ottamalla ne talteen, ennen kuin pölyhiukkaset siirtyvät ilmavirran mukana ympäröivän tilan hengitysilmaan.

Laastin ja pienempien kuiva-ainemäärien pölynhallintamenetelmät eroavat siinä, että laastin sekoitukseen tarkoitettussa alipaineistetussa teltassa työskentelytila on suurempi ja epäpuhtaudet talteenotetaan suodattimella. Pienemmässä pölynhallintalaitteessa kuiva-aineiden sekoitus tapahtuu laitteen sisällä käyttäjän ollessa vapaassa tilassa laitteen vieressä. Pöly läpäisee laitteen mikrokuitusuodatuksen ja päättyy pölynkeräyssäiliöön. Lisäksi näiden alipaineistuksiin perustavien menetelmien lisäksi tehostettiin säännöllistä rakennussiivousta. Muuten työmaan päivittäiseen rakennussiivoukseen sisältyi karkean pölyn imuroiminen ja lastalla siivoaminen, sekä rakennusjätteen kuljettaminen ulos jätelavoille työpäivän päätteeksi.

Medisiina-työmaan pölynhallinta järjestetään käytännössä pölynhallinta- ja puhtaus-suunnitelman mukaisesti:

- Louhinta ja maanrakennusurakoinnissa viereisten rakennusten ilmanvaihdon tuloilma-aukot otetaan huomioon suojaamalla rakennusten hyvä sisäilma. Maanrakennustöiden nostattama pöly estetään leviämistä

laajemmalle alueelle, sekä täyttömateriaalien pölyämistä minimoidaan tarvittaessa kastelemalla maa-ainesta.

- Jokainen työmaalla toimiva urakoitsija siivoaa työvaiheensa jälkeen omat jälkensä lastapuhtaaksi tai tarvittaessa imurilla, joka on varustettu HEPA-suodattimella. Harjaus on kielletty sisäurakointivaiheessa. Rakennusjätteet kuljetetaan jätelavoille suljetuissa roska-astioissa.
- Piikkaus ja betonin hiontatöitä tehdessä työskentely tilan ilmanvaihtoa parannetaan mahdollisuuksien mukaan. Hiontatyö aiheuttaa sisäilmaan pölyä, jonka takia käytetään HEPA-suodattimella varustettua kohdepoistoa. Jos hiontatyöt aiheuttavat paljon pölyä, työskentelytila osastoidaan pölyn leviämisen estämiseksi. Piikkaustöistä tulevat betoninpalaset ja pöly poistetaan ensin lastalla pyyhkien lattialta ja lopuksi jäljelle jäänyt piikkauspöly imuroidaan pois HEPA-suodattimella varustetulla pölyimurilla.
- Laastin ja kuivien aineiden sekoituspisteessä käytetään osastointimenetelmää pölynpoistomenetelmällä tai kohdepoistolla varustettua tarkoitukseen soveltuvaa sekoituslaitetta.
- Seinä-, katto- ja lattiapinnat hiotaan ja tasoitetaan tehostetulla tuuletuksella ja siivotaan välittömästi työsuorituksen jälkeen, lastalla isommat tasoteijämät ja pöly teollisuusimurilla.
- Poraustöissä käytetään kohdepoistoa HEPA-suodattimella ja porauksen jälkeen imuroidaan vähäinen poraamisesta tullut pöly pois pinnoilta.
- Ilmanvaihtojärjestelmän tuotteet varastoidaan epäpuhtauksilta suojattuna asentamiseen asti ja asentamisen jälkeen tuotteet suojataan uudelleen toimintakokeeseen asti. Ilmanvaihtoasennuksen aikana samassa tilassa ei saa suorittaa muita töitä, ettei rakennuspölyä pääse avonaiseen ilmanvaihtojärjestelmään.
- Eristystöitä tehtäessä työskentelytila alipaineistetaan ja tuuletetaan tehokkaasti. Eristämisen jälkeen tilasta poistetaan jäljelle jääneet rakennusmateriaalit ja tila imuroidaan heti.
- Kipsiväliseinätöissä levyjen työstöön varataan oma tila, riittävällä tuuletuksella ja pölynpoisto pölyn leviämisen estämiseksi. Väliseinien asennustöiden aikana rakennussiivouksella estetään rakennuspölyn leviäminen ja työvaiheen jälkeen syntynyt pöly lasta siivotaan ja lopuksi imuroidaan.

- Rakennuksen sisällä puuntyöstöön liittyvissä työvaiheissa käytetään kohdepoistolla varusteltua sirkkeliä tai osastoitua alipaineistettua tilaa pölyn leviämisen estämiseksi. Myös puuntyöstön jälkeen rakennusjätteet ja –pöly siivotaan ensin lastalla ja lopuksi jäljelle jäänyt pöly imuroidaan pois.
- Työmaalla suoritetaan mallikatselmuksia P1–puhtausluokan tason saavuttamisen arvioimiseksi. Mallikatselmuksia aloitetaan siivoamalla alakatton yläpuolisten rakenteet epäpuhtauksista. Medisiinassa puhtaustarkistus perustuu siivouksen teknisen laadun arviointistandardiin, jolla tavoitellaan asetettua sisäilman laatuluokkaa. (Pitkänen I. 2016, 3-4.)

Medisiinassa vastuu puhtaudelle asetettujen kriteerit toteutumisesta työmaalla on projektinjohtourakoitsijalla. Ennen ilmanvaihtojärjestelmän toimintakoetta projektinjohtourakoitsija tarkistaa kriteerien toteutumisen, jonka jälkeen työmaalle nimetty valvoja suorittaa puhtaustarkistuksen. Toimintakokeelle annetaan lupa vain, jos tilaajan asetama puhtaustaso toteutuu.

P1–puhtausluokituksella varmistetaan rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja hyvä tuloilma järjestelmän ollessa käytössä. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden takaa standardin RT 07-10946 vaatimukset P1–puhtausluokitukselle, joita ovat:

- Ilmanvaihtotuotteiden tuloilmakanavina käytetään puhtausluokiteltuja ilmanvaihtotuotteita tai vastaavan puhtausluokittelun tason tuotteita.
- Ilmanvaihtojärjestelmän tiivistysmateriaalina käytetään M1–luokituksen materiaaleja tai vastaavia vähäpäästöisiä rakennusmateriaaleja.
- Ilmanvaihtojärjestelmän tuotteiden sisäpinnan pölykertymän keskiarvo on enimmillään 0,7 g/m² järjestelmän luovutusvaiheessa. Pölykertymän tarkistaa IV–urakoitsija ja LVI–valvoja yhdessä projektinjohtourakoitsijan kanssa. Tarkistus dokumentoidaan tarkistusasiakirjoihin.
- Ilmanvaihtokoneet eivät tuota vain yhteen tilaan raitisilmaa ja raittiiseen tuloilmaan ei lisätä keinotekoisia hajusteita.
- Tuloilmakoneiden ilmansuodatus on vähintään kaksipuolinen ja suodatimen erotusasteet ovat RT 07-10946 mukaisia. (Hyvärinen S, 2016, 5.)

Medisiinassa suoritetaan loppusiivous kahdessa eri vaiheessa. Ensin pysty- ja vaakapinnoilta puhdistetaan kaikki rakennuspöly. Pölyjen puhdistamisella halutaan estää pölyn pääseminen ilmanvaihtojärjestelmään koekäytön aikana. Ilmanvaihtojärjestelmän

toimintakoe tehdään vasta tämän loppusiivouksen jälkeen. Onnistuneen toimintakokeen jälkeen suoritetaan loppusiivous HEPA-suodattimilla varustetuilla teollisuusimureilla. Rakennusmateriaalien huolto-ohjeet toimitetaan projektinjohtourakoitsijalle, joiden mukaan pinnat puhdistetaan lopullisesti. Toisen siivouksen jälkeen rakennus arvioidaan uudestaan pölykertymän osalta silmämääräisesti ja tarkistus dokumentoidaan. Toisen hyväksytyyn loppusiivouksen tarkistuksen jälkeen tila on valmis tilaajan vastaanottoa ja käyttöä varten. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy 2017, 15–18.)

4.3.2 Ilmanvaihtoasennusten vaatimukset

Terve talo -ohjeen mukaan ilmanvaihdon asennustöiden aikana samassa tilassa ei saa tehdä pölyviä töitä ja talotekniikan läpiviennit pitää olla tehtynä epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi ilmanvaihtojärjestelmään. Myös muut pölyävät työvaiheet ilmanvaihtoasennuksen kanssa samassa tilassa pitää olla tehtynä, kuten seinien ja katon tasoitetyöt ja pölysidontamaalaus alakaton yläpuolisessa katossa. (Suomen Yliopistokiinteistöt 2017, 19.)

Medisiinan työmaalla kanavanosien asennusten ajaksi osien tulppaukset ja suojaukset poistetaan, mutta heti asennustöiden jälkeen kanavat tulpataan uudelleen ja ilmanvaihtojärjestelmän osat suojataan epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi kanavistoon. Medisiinan työmaalla otetusta kuvasta 2. nähdään asennettuja ilmanvaihtokanavia, jotka ovat tulpattuja.



Kuva 2. Tulpattuja ilmastointikanavia. (NCC Suomi OY.)

Ilmanvaihtokanavien lisäksi suojataan asennetut päätelaitteet, kuten kuvassa 3. nähdään. Asennustöiden jälkeen aliorakoitsija myös huolehtii ilmastointitöiden asennuksesta aiheutuvien rakennusjätteiden poistamisesta työpisteestä.



Kuva 3. Asennetut päätelaitteet suojattuna. (NCC Suomi Oy.)

Ilmanvaihdon yksinkertainen puhtausluokitus perustuu yhden luokituksen saaneen ilmanvaihtotuotteen perusteella myönnettyyn luokitukseen vastaaville, mutta erikokoisille tuotteille, joiden materiaalivahvuus, valmistustekniikka, materiaalit, sekä rakenne ovat täsmälleen samanlaiset puhtausluokituksen saaneen tuotteen kanssa. Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus on määräaikainen ja edellyttää, ettei valmistusprosessillisiä muutoksia tule ajan jakson aikana. (Björkroth ym. 2012, 1.)

Puhtausluokitellun ilmanvaihtotuote täyttää seuraavat vaatimukset:

- Puhtausluokiteltu ilmanvaihtotuote ei saa aiheuttaa ihmisen terveydelle haittaa tai rakennuksen tilassa viihtyvyydelle haitallisia sisäilman epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmässä tai tuloilmassa
- Puhtausluokiteltu ilmanvaihtotuote ei saa tuoda sisäilmaan tuloilman kautta hajuhaittoja tai epäpuhtauksia kaasumaisessa tai hiukkasmaisessa muodossa
- Puhtausluokitellun rakennukseen tulevan ilmanvaihtotuotteen puhdistettavuus on oltava helposti ylläpidettävä. (Björkroth ym. 2012, 1.)

4.4 Terveen talon laadunvalvonta ja dokumentointi

Tilaaaja vaatii projektinjohtourakoitsijaa valvomaan Terve talo –kriteerien toteutumista työmaalla. Medisiinassa suoritetaan Terve talo –kriteerien laadunvalvontamittaus viikoittain projektinjohtourakoitsijan työnjohtohenkilön suorittamana. Terve talo –kriteerien toteutumista ohjataan ja valvotaan laadunmittausten avulla koko rakentamisen ajan. Medisiinassa Terve talo –laadunvalvontamittausten indeksitavoitteena on >92 % ja hälytysrajana on 88 % mittaustulos. Jos mittaustulos putoaa alle 80 % niin tilaaaja hankkii ulkopuolisen konsultin suorittamaan Terve talo –kriteereihin liittyviä velvoitteita, joista taloudellinen vastuu kuuluu projektinjohtourakoitsijalle.

Medisiinassa käytetään Terve talo –laadunmittauksessa Congrid–sovellusta kosketusnäytöllisellä tabletilla. Congrid on reaaliaikainen sovellus, jota käytetään rakennustyömaan laadunvalvontaan. Congrid toimii siten, että Medisiinan jokaisen kerroksen pohjapiirustukset ladataan sovellukseen pdf–formaattissa. Laadunvalvontamittausta tekevä henkilö kirjaa Congridiin havainnot suorittaessaan tarkastusta paikan päällä rakennuksessa. Pohjapiirustukseen merkataan mittaushavainnon sijaintimerkki. Havainnosta, joka voi olla esimerkiksi puhtaudenhallintaan liittyvä, otetaan valokuva ja kirjoitetaan selitys tehdystä havainnosta. Havaintoihin kirjataan vastuussa oleva urakoitsija. Lopuksi mittausraportti tulostetaan paperiversioksi kaikkien nähtäväksi, sekä jaetaan sähköpostilla projektinjohtourakoitsijan työnjohtolle ja aliurakoitsijoiden työmaan vastuuhenkilöille. Urakoitsijat veloitetaan korjaamaan havainnot ensisijaisesti, jonka jälkeen Congrid–sovelluksessa muutetaan havainnot tarkastetuksi ja korjatuksi.

4.5 Vastaanotto– ja käyttöönottoprosessi

Tilaaajan vastaanottaessa Medisiina D –rakennuskohteen, sen kaikki tekniset järjestelmät pitää olla toimintakuntoisia ja rakennuksen valmiusasteen pitää olla sellainen, että se on turvallisesti luovutettavissa loppukäyttäjien toimintaa varten. Tilaaaja ohjeistaa rakennuksen vastaanottoa varten seuraavien asioiden olemaan kunnossa:

- rakennusurakoitsijoiden omantyyntarkastukset suoritetaan ja havaitut puutteet korjataan
- toimintakokeet suoritetaan hyväksytysti
- yhteydet toimivat valvomoon ja pelastuslaitokseen

- teknisten laitteiden ja järjestelmien mittauspöytäkirjat luovutetaan tilaajalle
- viranomaistarkastukset suoritetaan hyväksytysti
- käyttökoulutukset pidetty ja pöytäkirjat luovutetaan niistä tilaajalle
- rakennuksen huoltokirja on valmiina. (Havia 2011b, 14.)

Rakennuksen käyttöönotossa käydään yhdessä projektinjohtourakoitsijan ja tilaajan kampusmanagerin kanssa läpi tarvittavat käyttäjäkoulutukset, sekä huoltokirjan laadinta varmistetaan. Järjestelmien toimivuustarkastus pidetään kolmen kuukauden kuluttua rakennuksen luovutuksesta tilaajalle. Toimivuustarkastuksessa käydään läpi:

- LVIS-järjestelmien toiminta- ja asetusarvot tarkastetaan
- automaation vikahälytyslista selvitetään
- käyttäjälle ja huollolle suoritetaan kysely rakennuksen toiminnasta
- toiminta-ajat tarkastetaan ja Terve talon tuuletusjakson aikaiset säädöt palautetaan normaaliksi ilmanvaihdossa. (Havia 2011b, 14.)

Teknisten järjestelmien vastaan- ja käyttöönoton laadunvarmistuksen tavoitteena on varmistaa järjestelmien suunnitelmien mukainen toteutuminen, vaadittu laatutaso, sekä järjestelmien valmius käyttöönotolle ja ylläpidolle. Vastaanottovaiheessa dokumentoidaan asiakirjoihin kaikki tekniset järjestelmät ja niiden hankinnat ja asennukset tarkastetaan, että ovat toteutuneet suunnitelmien mukaisesti. Laadunvarmistuksessa huomioidaan uudisrakennushankkeessa kaikki tarvittavat tekniset järjestelmät. (Mälkönen 2015, 3.)

Tilaajan laatima vastaan- ja käyttöönoton laadunohjeistus ohjaa projektinjohtourakoitsijaa teknisten toimintakokeiden suorittamisesta rakennusurakan yleisten sopimusehtojen eli YSE 1998 mukaisesti, sekä suoriutumaan toimintakokeisiin liittyvistä aikatauluuksista. Vastaan- ja käyttöönottoprosessin käynnistyessä, näiden prosessien tilannekatsaus huomioidaan kaikissa urakoitsijapalaverissa ja työmaakokouksissa. Projektinjohtourakoitsija laatii rakennuttajakonsultin kanssa työmaahenkilöstölle ohjeen vastaan- ja käyttöönottoprosessien tavoitteista ja aikatauluista. (Mälkönen 2015, 4.)

Rakennuskohteeseen yksilöity LVIS-järjestelmien toimintatarkastussuunnitelma laaditaan ennen toimintatarkastusta. Toimintakoesuunnitelman laatii talotekniikan valvojat yhdessä talotekniikan suunnittelijoiden kanssa. Toimintakoesuunnitelmassa esitetään vastuuhenkilöt vaiheittaisille toimintakokeille, kokeiden aikataulu ja käytettävät testaus-

ja koemenetelmät, sekä testauksiin käytettävät koekuormitus. Talotekniikan valvoja varmistaa, että toimintakokeiden eri vaiheet suoritetaan hankekohtaisen toimintakoesuunnitelman mukaisesti. Talotekniikan tilakohtaiset käyttöohjeet laaditaan myös toimintakoesuunnitelman aikana. Teknisten järjestelmien toimintakokeiden jälkeen toimintakoepöytäkirjan ja mittauspöytäkirjat vahvistetaan urakoitsijoiden valvojen allekirjoituksella. (Mälkönen 2015, 11.)

Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen suoritetaan Terve Talo –tuuletusjakso, jolloin viimeistään poistetaan rakennuksesta mahdolliset epäpuhtaudet ja kosteus. Tuuletus tapahtuu säätämällä ilmanvaihtokoneet täydelle teholle vuorokauden ympäri kuukauden ajan ennen rakennuksen vastaanottotarkastusta. Tuuletusjakson aikana voidaan suorittaa vain pienimuotoisia rakennuksen korjaustoimenpiteitä tai mittaus- ja säätötöitä, saavutettua P1-puhtaustasoa vaarantamatta. Loppukäyttäjät saavat myös asentaa ja kytkeä erillishankinnoissaan olleita tuotteitaan. (Mälkönen 2015, 15.)

Ennen vastaanottotarkastusta pju huolehtii, että kaikki luvanvaraiset viranomaistarkastukset ja tarkastuspöytäkirjat suoritetaan seuraavissa tarkastuksissa:

- käyttö-, vesi- ja viemäritarkastus (KVV-tarkastus)
- ilmanvaihdon tarkastus (IV-tarkastus)
- palotarkastus
- terveystarkastus
- hissitarkastus
- väestönsuojan tarkastus (VSS-tarkastus)
- sähköjärjestelmien varmennustarkastus
- rakennusvalvonnan käyttöönottotarkastus
- loppukatselmuks. (Mälkönen 2015, 16.)

Projektinjohtourakoitsija vastaa myös sammutuslaitteiston, savunpoistojärjestelmän, palonilmaisulaitteiston, sekä merkki- ja turvalaitteiston erillistarkastusten suorittamisesta. Kaikki tarkastus-, mittaus-, ja säätöpöytäkirjat toimitetaan tilaajan asettaman valvojan tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi, jonka jälkeen dokumentit tallennetaan sähköiseen projektipankkiin. (Mälkönen 2015, 16.)

Tilaajan vastaanottaessa rakennus hyväksytyyn vastaanottotarkastuksen jälkeen, suoritetaan rakennukselle toinen tuuletusjakso. Toisen tuuletusjakson aikana ilmanvaihtojärjestelmää käytetään taas täydellä teholla. Tämän toisen tuuletusjakson aikana voidaan

tarvittaessa aloittaa käyttäjien irtokalusteiden muuttaminen rakennukseen, mutta suositellaan odottamaan tuuletusjakson päättymistä. (Mälkönen 2015, 17.)

4.6 Käyttö ja ylläpito

Projektinjohtourakoitsija järjestää suunnittelijoiden kanssa yhdessä rakennuksen käyttöön opastuksesta tilaisuuksia, joissa käsitellään rakennuksen ylläpitoa ja huoltoa. Käyttöön opastuksilla varmistetaan, että rakennuksen huollosta vastaavilla on käytösään kytkentä-, toiminta- ja säätökaaviot. Rakennuksen käyttäjille ja ylläpidolle pju järjestää koulutustilaisuuksia rakennuksen käytönopastuksen mukaisesti. Pju ei vastaa käyttäjien muutosta rakennukseen. (Mälkönen 2015, 17.)

Medisiina D –uudisrakennuksen toimivuustarkistukset suoritetaan sekä lämmitys-, että jäähdytyskausien aikana, jolloin saadaan varmistettu teknistenjärjestelmien toimintavarmuus eri sääolosuhteissa. Medisiinan toimintavarmuus varmistetaan myös tilaajan sisäilma–asiantuntijoiden laatimalla Sisäympäristön seuranta- ja jälkihoitosuunnitelmallla, jonka vastuulaatijana toimii tilaajan nimeämä kampusmanageri. Seuranta suoritetaan ensimmäiset kaksi vuotta rakennuksen käyttöönotosta ja toinen seurantajakso suoritetaan kahden ja viiden vuoden aikana. Suoritettavalla seuranta- ja jälkihoitosuunnitelmallla pyritään varmentamaan uudisrakennushankkeelle asetettujen sisäilman tavoitteiden toteutumista, sekä että rakennuksen luovutuksen jälkeen loppukäyttäjät ovat ottaneet toimitilat hallitusti käyttöönottosuunnitelmien mukaisesti. Sisäympäristön käyttöönoton jälkeisellä seurannalla tilaa pyrkii ennalta tunnistamaan toimialarakennuksen sisäilmastoon kohdistuvia riskitekijöitä. (Mälkönen 2015, 20.)

5 TERVEEN TALON TOTEUTUMINEN MEDISIINASSA

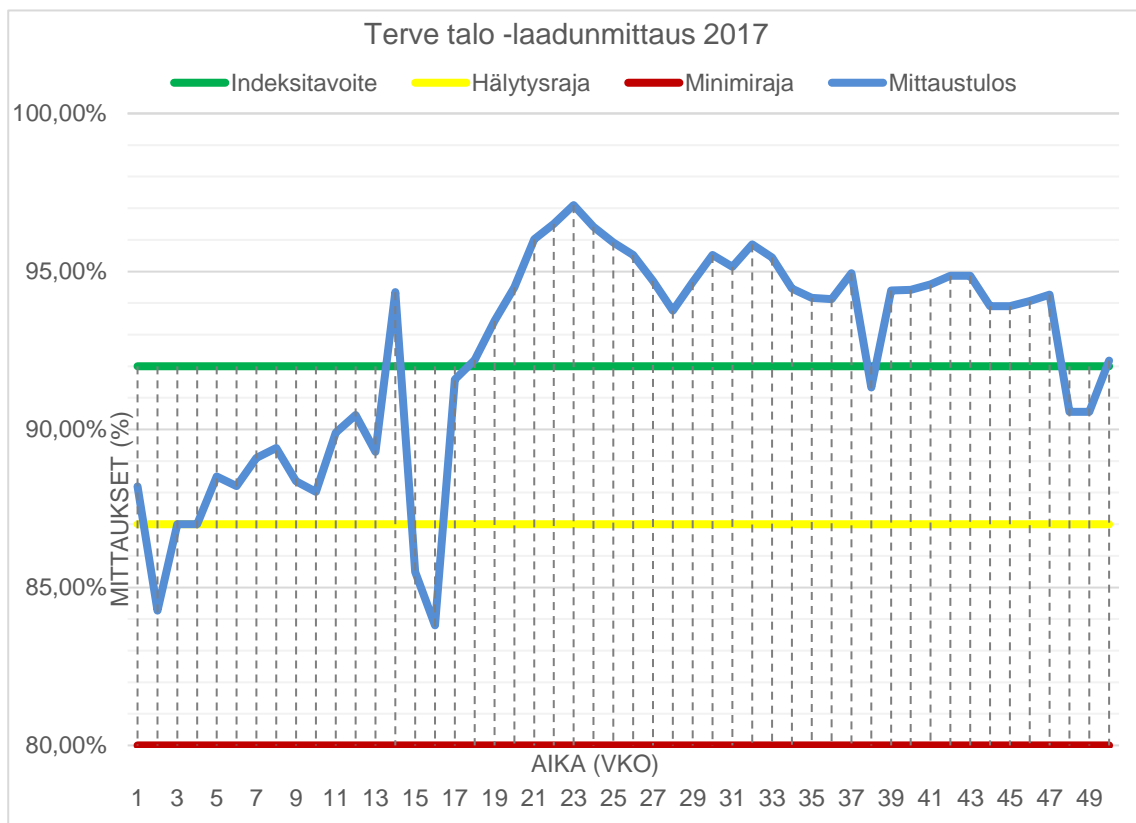
Terve talo –kriteerien toteutumista Medisiinassa tarkastellaan tässä viimeisessä luvussa laadunvalvontamittaustulosten toteutumien ja ilmanvaihtoasentajien haastattelun analysoimisen pohjalta. Lopuksi pohditaan, mitkä ovat Terveen talon toteutumisen haasteita ja kehitysehdotelmia niihin.

5.1 Terve talo –laadunvalvonta

Terve talo –kriteerien toteutumista ohjataan ja valvotaan laadunmittausten avulla rakentamisen aikana. Medisiinassa Terve talo –laadunvalvontamittausten indeksitavoitteenä on > 92 % ja hälytysrajana on 88 % mittaustulos. Jos mittaustulos putoaa alle 80 %, niin tilaaja hankkii ulkopuolisen konsultin suorittamaan Terve talo –kriteereihin liittyviä velvoitteita, joista taloudellinen vastuu kuuluu projektinjohtourakoitsijalle.

Medisiinan Terve talo –laadunmittauksen seurantamittaukset 50 viikon ajanjaksolta esitetään taulukossa 8.

Taulukko 8. Medisiinan Terve talo –laadunmittaustulokset. (NCC Suomi Oy.)



Taulukossa 8. nähtävät alkuvuoden 2017 heikot mittausravot johtuvat sen hetkisillä runsas sateisilla sääolosuhteilla, jolloin rakennuksen sääsuojaus oli erittäin haastavaa ja kosteusvuotoja esiintyi. Viikolla 15 – 16 mittaustulos putosi hetkellisesti reippaasti, mutta keskittymällä sääsuojauksen parannustoimenpiteisiin ja kuivauslaitteiston lisäämiseen, mittausravot paranivat huomattavasti. Mittaustulosten paraneminen lähelle indeksitavoitetta viikon 17/2017 kohdalla tarkentuu ajankohtaan, jolloin vesikaton valmiusaste kasvoi ja kosteuskuorma pienentyi oleellisesti. Viikon 18/2017 jälkeen mittaustulos on ollut yli indeksitavoitteen muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, jolloin mittaajana on ollut eri henkilö ja mittaustapa erilainen. Kokonaisuudessaan viikon 18 jälkeiset mittaustulokset ovat parantuneet huomattavasti, joka selittyy korkealla rakennuksen vaipan ja vesikaton valmiusasteella.

Viikon 37 jälkeen konsultoitin ulkopuolista Terve talo –konsulttia mittaustulosten heikkenemisen johdosta. Konsultin vierailu työmaalla ja työmaakerros yhdessä Terve talo –mittauksen vastuuhenkilön kanssa paransivat mittaustuloksia. Työmaakerroksen aikana käytiin läpi tarkempaa mittausmenetelmää, sekä pölyä ja likaa aiheuttavien työvaiheiden uudelleen organisoimisen vaihtoehtoja, kuten laastisekoitukseen käytetyn alipaineistetun teltan sijoittamista pienempään osastoituun tilaan.

Terve talo –laadunmittaushavainnot havainnoitiin eniten puhtaudenhallinnan toteutuksessa ja työmaajärjestelyssä. Puhtaudenhallinnan havainnot ovat olleet järjestelmällisesti aliurakoitsijoiden lastalla puhdistuksen laiminlyöntejä ja työmaajärjestelyssä ylimääräisen rakennusmateriaalin säilytyksestä työkohteessa, jolloin päivittäinen rakennussivous varastoidun materiaalin ympäriltä on vaikeutunut. Muita havainnot mitattiin rakennusmateriaalin suojauksessa ja varastoinnissa, joka liittyy rakennusosien ja rakennuksen ulkovaipan suojauksiin. Ulkovaipan suojauksessa jätettiin muun muassa oviaukon suojaus auki, jolloin kylmää ilmaa pääsi virtaamaan rakennukseen sisään.

Talotekniikan havainnot Terve talo –laadunmittauksissa ovat liittyneet pääasiassa yleiseen työpisteen epäjärjestykseen ja talotekniikan pakkauslaatikoiden jättämiseen avonaiseksi. Pakkauslaatikot ovat jääneet avonaiseksi asennukseen tarvittavien yksittäisten ilmastointituotteiden hakemisen jälkeen, jolloin laatikossa olleet tuotteet ovat jääneet rakennuspölylle alttiiksi. Laadunmittauksissa havainnoitiin myös ilmastointiasennustöitä tiloissa, joissa samanaikaisesti suoritettiin muita pölyä aiheuttavia työvaiheita. Riski epäpuhtauksien kulkeutumiseen suojaamattomaan ilmanvaihtokanavistoon kasvaa tällöin. Lisäksi joitakin valaisimia tai ilmastointijärjestelmän päätelaitteita ei ollut suojattu heti asennustöiden päätyttyä.

5.2 Ilmanvaihtoasentajien haastattelu

Medisiina D –työmaalle tulevat kaikki toimijat perehdytetään ennen kulkuoikeuden saamista työmaalle. Työmaaperehdytysten aikana työntekijöiden Terve talo –kriteerien tuntemusta ollaan tiedusteltu satunnaisesti heiltä tarkemmin. Kiinnostuksen kohteena oli heidän tietämyksensä yleisesti Terve talo –käsitteestä, sekä oliko heillä aikaisempaa kokemusta työmaalta, jossa Terve talo –ohjeistus olisi ollut käytössä. Perehdytettävien keskustelujen perusteella huomattiin, että useimmat talotekniikan parissa toimijat olivat olleet aikaisemminkin Terve talo –kriteerejä noudattavalla rakennustyömaalla ja heillä oli tietämystä kriteerien toteuttamisesta. Muille perehdytettäville, kuten työmaalle tuleville rakennustöitä avustaville henkilöille Terve talo –ohjeistus oli vieraampi asia ja heidän tietämyksensä kriteereistä oli heikolla tasolla.

Talotekniikan ilmanvaihtoasentajat ovat avainasemassa rakentamisen aikaisessa ilmanvaihtojärjestelmän puhtaudenhallinnassa, siksi heidän tietämyksensä Terve talo –kriteereitä haluttiin varmistaa suorittamalla heille haastattelu. Haastatteluksi valittiin strukturoituhaastattelu, jotta vastausprosentti olisi mahdollisemman suuri ja vastaukset olisivat keskenään vertailukelpoisia. Ilmanvaihdon asentajia haastateltiin henkilökohtaisesti Medisiinan työmaalla normaalin työajan puitteissa. Asentajat keskittyivät vastaamaan haastattelulomakkeeseen sen hetkisen työvaiheen valmistuttua.

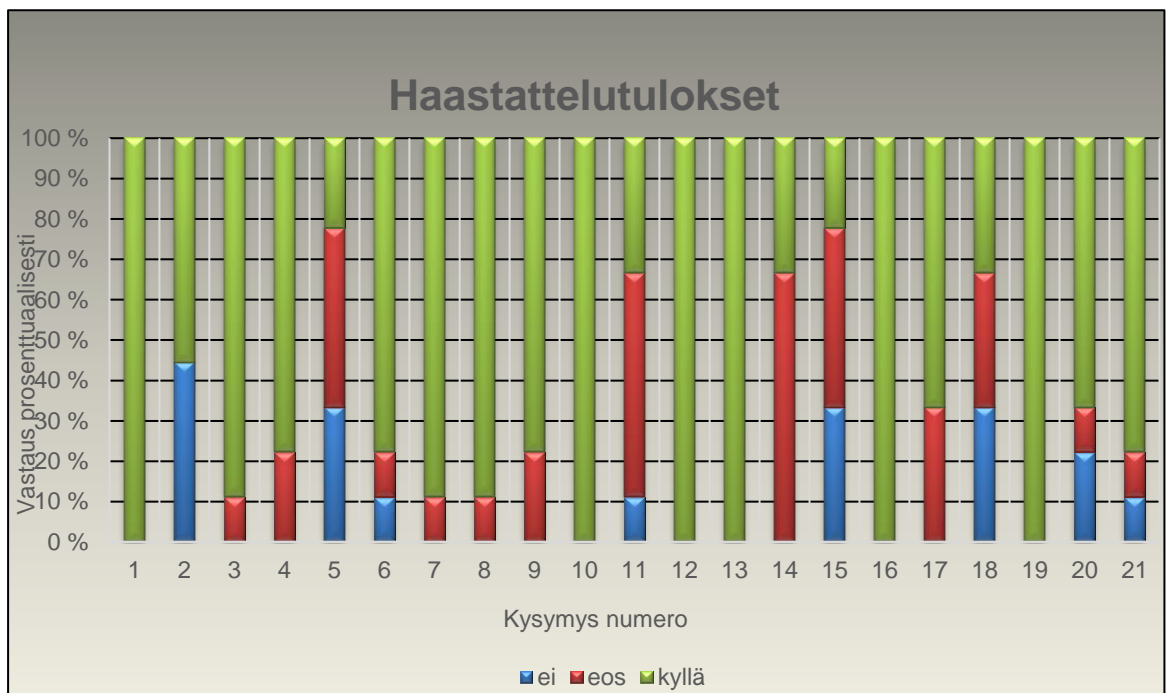
Haastattelulomake täytettiin ensin itsenäisesti ja vastaamisen jälkeen käytiin vielä henkilökohtaisia keskusteluja aiheesta. Haastattelulomake esitetään kuvassa 4. Haastattelun jälkeen keskusteltiin yleisesti hyvästä rakentamisen aikaisesta sisäilmasta, rakentamiseen liittyvistä määräyksistä ja viranomaisohjeistuksista ilmanvaihtoasentajien näkökulmasta. Keskeisemmiksi asioiksi keskusteluissa nostettiin ilmanvaihtoasentajien kokemukset ja vertailut aikaisemmilta rakennustyömailta, varsinkin muilta Terve talo –kohteista. Vastaajista yli puolet oli tottunut aikaisemmin jo työskentelemään Terve talo –rakennuskohteissa ja lopuille vastaajille Medisiinan työmaa oli ensimmäinen Terve talo –kohde.

	Päivi Kulmanen	HAASTATTELULOMAKE			
	Turun Ammattikorkeakoulu	28.9.2017			
	Opinnäytetyö				
	TT=Terve Talo, Tate=Tammelan Talotekniikka	ei	eos	kyllä	
1	Oletko tietoinen, että Medisiina D -rakennustyömaa on TT -kohde?	0,0%	0,0%	100,0%	
2	Oletko ollut aikaisemmin muulla rakennustyömaalla, joka on ollut TT -kohde?	44,4%	0,0%	55,6%	
3	Oletko tietoinen TT:n keskeisemmistä kriteereistä rakentamisen aikana?	0,0%	11,1%	88,9%	
4	Kerrottiinko Medisiinan työmaaperehdytyksessä riittävästi TT tavoitteista?	0,0%	22,2%	77,8%	
5	Katsoitsitko mielestäsi tarpeelliseksi lisätä TT tietoutta esim. ylimääräisellä koulutuksella?	33,3%	44,4%	22,2%	
6	Onko Tate kertonut yksityiskohtaisempaa tietoa TT -kriteereistä IV-asennuksissa?	11,1%	11,1%	77,8%	
7	Ovatko rakennustyömaalle toimitetut ilmanvaihtojärjestelmän osat olleet suojattuna valmistajan toimesta?	0,0%	11,1%	88,9%	
8	Ovatko rakennustyömaalla varastoidut IV-järjestelmän osat olleet varastoituna ulkona sateelta ja lialta suojattuna?	0,0%	11,1%	88,9%	
9	Ovatko varastoidut IV-osat olleet välivarastoituna rakennuksessa esim. lavan päällä irti betonista?	0,0%	22,2%	77,8%	
10	Ovatko varastoidut kanavat ja toimilaitteet olleet tulpattuna/suojattuna?	0,0%	0,0%	100,0%	
11	Onko varastoidun materiaalin ympärillä ollut riittävästi tilaa rakennussiivoukseen ja -järjestelyyn?	11,1%	55,6%	33,3%	
12	Ovatko asennetut kanavat olleet tulpattuna/suojattuna pölyltä ja lialta?	0,0%	0,0%	100,0%	
13	Ovatko asennetut toimilaitteet olleet suojattu pölyltä ja lialta?	0,0%	0,0%	100,0%	
14	Onko ilmastointikanavien puhtautta tarkistettu pistokokein asennustöiden aikana?	0,0%	66,7%	33,3%	
15	Onko kanavien katkaisussa ollut käytettävissä pölyttömiä tiloja?	33,3%	44,4%	22,2%	
16	Onko kanavien katkaisussa ollut käytettävissä "kipinoimaton" ja polyamaton menetelmä?	0,0%	0,0%	100,0%	
17	Kehitetäänkö kanavien katkaisumenetelmää vastaamaan ko. menetelmää?	0,0%	33,3%	66,7%	
18	Oletko nähnyt työmaan puhtaussuunnitelman?	33,3%	33,3%	33,3%	
19	Oletko siivonnut asennustyön jälkeen oman työympäristösi siistiksi?	0,0%	0,0%	100,0%	
20	Oletko kiinnittänyt huomiota, ettei työvaatteesi/kenkäsi tuo likaa asennustöihin?	22,2%	11,1%	66,7%	
21	Onko TT -ohjeistus Medisiina D -rakennustyömaalla mielestäsi tarpeellinen?	11,1%	11,1%	77,8%	
	Muuta kommentoitavaa Terve Talo -kriteereistä/tavoitteista/perehdytyksestä:				

Kuva 4. Haastattelulomake. (NCC Suomi Oy.)

Ilmanvaihtoasentajien haastattelutuloksista luotiin graafinen esitys pylväsdiagrammi-kaavion avulla kuvaamaan vastauksia visuaalisesti. Vastausten pylväsdiagrammi näytetään taulukossa 9. Arvoina pylväsdiagrammissa esitetään horisontaalisesti lomakkeen kysymyksen numero ja vertikaalisen suuntaisesti vastaukset prosentuaalisesti kaikista vastauksista.

Taulukko 9. Haastatteluvastaukset prosentuaalisesti. (NCC Suomi Oy.)



Tutkimustuloksia vertaillessa huomaa, että kaikki haastateltavat ilmanvaihtoasentajat tiesivät Terve talo –tavoitteista Medisiinan työmaalla (kysymys nro 1). Korkea ”kyllä” vastausprosentti selittyy kaikille työmaalle tuleville pakollisella työmaaperehdytyksellä, jossa käydään läpi Terve talo –kriteerejä. Täydet vastausprosentit saatiin myös kysymyksille varastoitujen ja asennettujen ilmanvaihtotuotteiden suojauksesta (kysymys nro 10 ja 13), kanavien katkaisuissa käytetystä pölyämättömästä ja kipinöimättömistä työmenetelmistä (kysymys nro 16). Asentajat myös vastaavat siivoavansa asennustöiden jälkeen omat työstään aiheutuneet rakennusjätteet (kysymys nro 19) ja haastattelu hetkellä melkein kaikilla olikin pyörillä kulkeva roskasäiliö haettuna työskentelypisteen viereen.

Suurinta hajontaa aiheuttavat kysymykset työmaan puhtaussuunnitelmasta (kysymys nro 18), Terve talo tietouden lisääminen lisäkoulutuksella (kysymys nro 5) ja pölyttö-

mien tilojen mahdollisuus ilmastointikanavien katkaisuun (kysymys nro 15). Haastattelavista noin 65 % ei ole ollut tietoinen, onko Terve talo –ohjeistuksen mukaisia pistokoikeita tehty ilmastointikanavien puhtaudentarkistuksessa (kysymys nro 14).

Vaikka kaikki ilmanvaihtoasentajat ovat käyttäneet pölyttömiä työskentelymenetelmiä kanavien katkaisussa, niin silti vain 22 % oli kokenut tekevänsä sen pölyttömässä tilassa (kysymys nro 15). Kolmasosa vastaajista oli kokenut ainakin vähäisessä määrin joutuneessa työstämään tulppaamattomia kanavia pölyisessä tilassa. Syynä saattoi olla muita pölyä tuottavia rakennusvaiheita läheisessä avoimesta tilasta, eikä kohdepoistosta ollut huolehdittu asianmukaisesti. Suurin osa vastaajista myönsi pölyttömien katkaisumenetelmien kehitystoimenpiteistä, joka on Terve talo –kohteessa ensisijaisen tärkeä kehitystoimenpide kanavaosien katkaisussa (kysymys nro 17).

Medisiinan puhtaudenhallintasuunnitelman oli nähnyt vain kolmasosa (1/3) ilmanvaihtoasentajista (kysymys nro 18). Puhtaudenhallinta on tärkeää ja kokeneempien ilmanvaihtoasentajien voisi ajatella jopa oma-aloitteisesti pyytävän nähtäväksi puhtaudenhallintasuunnitelmaa työmaalle saapuessa. Vähemmän alalla olevien työkokemuksen lisääntyessä työntekijä tietää asioista, esimerkiksi terveellisen sisäilman toteutuksesta enemmän, jolloin hän osaa kysyä enemmän omaan työhönsä oleellisesti liittyviä dokumentteja nähtäväksi.

Terve talo –tietoutteen lisätarvetta kokee tarvitsevansa kolmasosa vastaajista (kysymys nro 5). Projektinjohtourakoitsijan järjestämässä pakollisessa työmaaperehdytyksessä käydään kriteerejä läpi yleisellä työmaalla toimimisen tasolla kuten työmaajärjestyksestä, puhtaudenhallinnasta, kohdepoistolaitteiden käyttöä pölyä tuottavilla työkaluilla sisätiloissa, sekä rakennusmateriaalin asiallisesta varastoinnista. Perehdytyksessä kuitenkin lisäksi kerrotaan ilmastointiin liittyvistä epäpuhtauksien hallintaan liittyvistä toimenpiteistä, kuten ilmanvaihtoasennuksen tilassa pitää kaikkien läpivientien olla tehtyinä ennen asennustöiden aloittamista, sekä ilmanvaihtojärjestelmän tuotteet pitää olla suojattuina rakennuspölyltä varastoinnin ja asennuksen jälkeen. Eräs mahdollisuus olisi täsmentää tarvittaessa Terve talo –kriteerejä talotekniikan alirakoitsijoille talotekniikan pääurakoitsijan toimesta, jolloin kohderyhmänä olisivat vain LVIS–asentajat ja koulutus liittyisi Terve talo –kriteerien toteuttamiseen nimenomaan talotekniikan asennustöissä. Osa haastatteluun vastanneista kertoikin saaneensa lisää tietoa talotekniikan pääurakoitsijalta (kysymys nro 6).

Ilmanvaihtotuotteiden varastoinnissa haastattelun vastaajat eivät olleet täysin varmoja, säilytetäänkö tuotteita aina asiallisesti kuormalavojen päällä (kysymys nro 9). Kaikki haastateltavat olivat samaa mieltä varastoitujen ja asennettujen kanavaosien ja pääte-laiteiden suojauksesta, mutta Medisiinan Terve talo –laadunvalvontamittauksissa havainnoidaan satunnaisesti ilmanvaihtotuotteiden säilytyksestä avonaisissa laatikoissa ilman suojausta tai varastoinnista suorassa kosketuksessa betonilattiaan. Asennusten jälkeisten suojauksen puutteiden havainto saattaa selittyä sillä, että asentaja on ollut poistunut hetkellisesti juuri silloin, kun laadunvalvontamittaja on mennyt ohi ja tehnyt havainnon. Ilmanvaihtotuotteiden välivarastoinnissa on kuitenkin parantamisen varaa työmaa-aikaiseen Terve talo –kriteerien toteutumiseen, koska avonaiseksi jätetyssä laatikossa olevat ilmanvaihto-osat eivät täytä enää puhtausluokitusta ja niitä ei saisi enää käyttää.

Medisiinaan tulevat ilmanvaihtotuotteet pyritään tuomaan työmaalle niin, ettei ulkova-rastointia tarvita, vaan tuotteet nostetaan kuorman purkamisen jälkeen heti rakennukseen sisälle. Ilmanvaihtoasentajat eivät ole osallisina kuorman purussa, joka selittää, etteivät kaikki osanneet vastata varastointeihin liittyviin kysymyksiin varmasti (kysymys nro 8).

Mielenkiintoa herättää kaikkien IV–asentajien yksimielisyys omien työpisteiden siivoamisesta (kysymys nro 19), mutta yli puolet ei osaa vastata välivarastoidun ilmanvaihtotuotteiden työmaajärjestykseen liittyvään kysymykseen (kysymys nro 11). Ilmanvaihtotuotteet pitää välivarastoida rakennuksen sisälle siten, että rakennussiivoojilla on tilaa suorittaa lattioiden imurointi niiden ympäriltä vaivattomasti. Jos materiaalia siirretään toiseen varastointipaikkaan tai lähemmäksi työpistettä pitäisi huolehtia ympäröivän tilan siivousmahdollisuudesta. Yli puolet vastaajista olivat ymmärtäneet työvarusteiden, kuten vaatteiden ja kenkien tuovan epäpuhtauksia ulkoa rakennukseen sisälle (kysymys nro 20). Noin kolmannes vastanneista eivät olleet kiinnittäneet asiaan huomiota tai eivät osanneet ottaa kantaa työvarusteiden välilliseen epäpuhtauden siirtymiseen. Haastateltavat olivat kuitenkin haastattelu hetkellä silmämääräisesti puhtaissa työvarusteissa. Ilmanvaihtoasennustyöt ovat pääasiallisesti rakennuksen sisäpuolella tapahtuvia asennustöitä, josta johtuen työvarusteet pysyvät kohtalaisen siistissä kunnossa verrattuna esimerkiksi ulkona bitumieristystyötä tekevän vaatteisiin.

Kolmas osa haastateltavista tietää pistokokein tehdyistä puhtaustarkistuksista IV–asennusten aikana (kysymys nro 14) ja loput haastatelluista eivät tienneet onko tarkistuksia tehty. Ilmanvaihtokanavien puhtaustasoa ei tarkisteta asennusten aikana järjes-

telmällisesti koko kanavistosta, mutta Terve talo –kriteerien toteutumisen vaatimuksena on pistokokein suoritettut tarkistukset.

Lähes 80 % haastatelluista myöntää (kysymys nro 21), että Terve talo rakennustyömaan tavoitteena on tarpeellinen.

5.3 Loppupäätelmä

Sisäilmaluokitus antaa raamit loppukäyttäjien hyvään sisäilmaan, mutta rakentamisen aikaiset Terve talo –kriteerit antavat myös rakennustyömiehille puhtaamman työskentelyilman ja siistimmän työympäristön.

Vapaamuotoisissa keskusteluissa ilmanvaihtoasentajien kanssa käytiin läpi, kuinka tärkeätä useimmalle ilmastointiasentajalle oli työskentely pölyttömässä työympäristössä. Vertaillaessaan aikaisempiin työmaakohteisiin, jossa ei ollut ollut käytössä rakentamisen aikaisia Terve talo –kriteerejä, he kertoivat huomanneensa ison eron hengitysilmassa työskennelleessään Medisiina D –työmaalla. Haastateltavien mukaan Terve talo –kriteerit olivat vähentäneet huomattavasti rakennuksen sisällä olevan pölyn määrää rakentamisen aikana. Terve talo –kriteerit eivät siis ainoastaan mahdollista hyvää sisäilmaa rakennuksen valmistuttaessa käyttäjille, vaan rakentamisen aikana antavat myös pölyttömämmän ja terveellisemmän sisäilman rakennusurakoitsijoille.

Keskustelua haastateltavien kanssa herätti myös haastattelukysymys likaisista työvälineistä. Kaikki haastateltavat eivät olleet ennen ajatelleet, että likaiset vaatteet ja kuraiset työkengät saattaisivat tuoda rakennuksen sisälle epäpuhtauksia, jotka saattavat päätyä asennettavien ilmastointikanavien sisäpinnoille tai jäädä leijaillemaan rakennuksen tilojen sisäilmaan. Kuramaton käyttöä ohjeistetaan käytettäväksi Terve talo –ohjeistuksessa rakennustyömaalla sisäänmenokulkuväylillä. Kuramatto vähentäisi lian kulkeutumista rakennuksen sisäpuolelle työkenkien pohjassa. Kuramattojen uusimisesta pitäisi huolehtia tai testata mattojen puhtaustasoa säännöllisesti. Medisiinassa ei ole rakentamisen alkuajalta asti ollut käytössä kuramattoja, mutta yläpuolisten rakenteiden siivousvaiheen alettua, kuramattoja laitettiin yleisemmille kulkureiteille rakennukseen. Kuramattojen käyttö olisi suotavaa heti sisäpuolisten töiden alettua kaikilla mahdollisilla sisäänkäynneillä, koska kulku rakennukseen sisälle saattaa vaihdella ulkona tapahtuvien työvaiheiden takia. Myös ulkoalueiden kulkureittien siistinä pitämisestä huolehtimi-

nen ja työntekijöiden läpimenon estäminen likaa aiheuttavien ulkotöiden keskeltä, vähentää lian kulkeutumista rakennukseen sisälle.

Kehitystoimenpiteitä laadunmittaushavaintojen ja ilmanvaihtoasentajien haastatteluiden perusteella voitaisiin harkita mahdollisuutta pyörillä siirrettävistä kannellisista isoista säilytyslaatikoista, joissa varastoitaisiin pienimpiä ilmanvaihtokanaviston tuotteita. Pyörillä kulkeva säilytyslaatikko voitaisiin siirtää asennuspaikalle ja olisi kannellisena helpommin suljettava kuin alkuperäinen tavaran toimittamiseen käytetty pahvilaatikko. Tällainen säilytyslaatikko saattaisi vähentää pahvilaatikoiden jättämistä auki ja ilmanvaihto-osien altistumista pölylle.

Isossa toimialarakennuksessa rakentamisen aikainen aikataulutusta on haastavaa ja myös aliurakoitsijoilla saattaa olla haasteita pysyä omissa aikatauluissaan. Ilmanvaihtoasennustyöt pitää silti voida toteuttaa pölyttömässä tilassa, ettei rakennuspölyä tai epäpuhauksia kulkeudu ilmanvaihtojärjestelmään. Tila, jossa suoritetaan ilmanvaihdon töitä, voitaisiin eristää rakentamalla väliaikainen suojaus oviaukkoihin rakennusmuovilla ja tiedote tilan ulkopuolelle, jossa kerrotaan tilan olevan varattu pölyttömälle työskentelelle. Osastoimalla tiloja voitaisiin myös järjestää tila, jossa nimenomaan suoritetaan pölyviä työvaiheita, kuten kipsilevyn työstöä tai seinien hiontaa.

Terve talo –mittauksia voitaisiin ottaa tekemään ulkopuolinen asiaan perehtynyt konsultti, koska laadunvalvontamittaukset sitovat työmaaorganisaation resursseja ja mitausta tekevällä henkilöllä pitää olla tarvittavat tiedot ja taidot ohjata työmaata Terve talo –tavoitteeseen saatuja mittaushavaintoja analysoimalla. Terve talo –mittauksien keskeisemmät havainnot liittyvät Medisiina–työmaalla puhtaudenhallintaan. Työmaalla toimivat kaikki aliurakoitsijat eivät ottaa vastuuta omien työsuorituksiensa jälkeisestä siivouksesta, vaikka työmaaperehdytyksessä kerrotaan siivousveloitteesta. Eräänä toimenpiteenä voisi olla, että rakennuksen joka kerrokseen järjestetään useampi siivoustarvikkeiden lainauspiste, joista urakoitsijat voisivat käydä lainaamassa lastoja ja roskasäiliöitä omien rakennusjätteidensä siivoamiseen. Kehitysehdotelma voidaan toteuttaa helposti, mutta ongelmaksi saattaa muodostua siivoustarvikkeiden katoaminen. Siivoustarvikkeita saatteisiin lainata, mutta niiden palautuminen takaisin lainauspisteisiin muidenkin käytettäväksi olisi kyseenalaista. Käytännön testausmenetelmällä esimerkiksi rakennuksen kahden kerroksen osalta saataisiin lyhyellä ajanjaksolla tulokset siivoustavaroiden palauttamisesta, mutta myös siitä, lainattaisiinko niitä lainkaan. Aliurakoitsijoiden asenne omien rakennusjätteiden siivoamiseen saattaa silti olla vastahankainen.

Suureksi rakennusaikaisen työmaajärjestelyn, puhtaudenhallinnan ja varastoinnin haasteeksi Medisiina D –työmaalla muodostuu joustotilan puute työmaalle tulevan rakennusmateriaalin varastoinnissa. Työmaa sijaitsee ahtaasti kaupunkialueella, eikä vieressä ole ollut vapaata tonttitilaa vuokrattavana väliaikaisesti työmaan käyttöön. Työmaan piha–alueen neliöt ovat olleet rajattuja ja katetun välivarastointitilan järjestäminen pihalle on ollut mahdotonta järjestää työmaalle tuleville kuormille. Rakennusmateriaalia joudutaan välivarastoimaan rakennuksen sisällä, joka vaikeuttaa päivittäistä puhtaudenhallintaa. Rakennusmateriaalien logistinen aikataulutusta onkin ollut erittäin tärkeää. Ilmastointikanavien kuormia on tullut samalla kerralla useampia kuormia, joka vaikeuttaa rakennuksen lattiapintojen puhtaudenhallintaa kerroksissa, joissa kanavia on välivarastoitu. Täsmällisempi aikataulutusta ilmanvaihtokanavien kuormille, jolloin niitä toimitettaisiin useammin ja vähemmän kerralla, saattaisi helpottaa rakennussiivousta jatkossa.

Työmaan tontin rakennusaikainen epäkäytännöllisyys ja ahtaus ovat johtaneet työmaan jätelajitteluongelmaan, koska esimerkiksi pitkään työmaalla olleesta tärkeästä pahvipuristimesta jouduttiin luopumaan rakennuskohteen maanrakennustöiden edetessä tontilla. Työmaan tavarahissin purku asetti väliaikaisesti haasteita jätehuollolle ja kuormitti logistiikkaresursseja rakennussiivouksessa ja puhtaudenhallinnassa hetkellisesti, ennen kuin rakennusjätteen jätehuollolle saatiin aikaiseksi aikataulullisesti toimiva ratkaisu. Työmaan jätehuollon toimivuus on tärkeää, koska jätteiden lajittelu on ympäristöystävällistä, vähentää jätteistä aiheutuvia kustannuksia ja rakennuspölyä. Rakennuspölyn väheneminen rakennuksen sisällä edesauttaa valmiiden pintojen pysymään myös paremmassa kunnossa, koska niiden puhtaana pitäminen helpottuu.

Medisiinassa suoritetaan tuuletusjakso epäpuhtauksien poistamiseksi sisäilmasta ennen käyttäjien muuttoa. Terve talo –kriteereissä vaaditaan kalusteilta vähintään kahden viikon tuuletusjakso ennen käyttöä. Näin isossa toimitilakohteessa on määrällisesti paljon erilaisia kalusteita ja vaatimalla hankesopimuksissa kalusteiden toimittajilta tuuletusjaksoa kalusteille jo tehtaalla, vähennettäisiin kalusteista vapautuvia epäpuhtauksia rakennuksessa. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua kalustetehtaalla sopivan tilan järjestäminen kalusteiden tuulettamiseen, sekä kalustevalmistajien pääoman sitoutuminen materiaaleihin.

Terveen talon toteutus määrittää rakentamiselle P1–puhtausluokan. Puhtausluokitustason noudattaminen lisää rakentamisen aikaisia kustannuksia. Kustannukset määräytyvät erilaisista toimenpiteistä, kuten työnjohdon puhtaustason noudattamisen valvonnas-

ta, tilojen osastointiin käytettävistä materiaaleista ja osastoinnin rakentamisesta, päivityksestä puhtaudenhallinnasta, sekä esimerkiksi P1-puhtausluokiteltuun tilaan menevien suojavarusteista. Luomalla P1-puhtausluokka vaatimuksen omaavalle rakennustyömaalle oma kohdistettava kustannuspaikkatieto, saataisiin puhtausluokituksesta ja Terve talo –kriteereistä aiheutuvista kustannuksista lisätietoa seuraavien rakennushankkeiden kustannuslaskentaan.

Medisiinan suurimmat haasteet ovat olleet kosteuden- ja puhtaudenhallintaan liittyviä tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet Terve talo –kriteerien toteutumiseen rakentamisen aikana. Rakennuksen ulkovaipan saaminen umpeen ja valmiin vesikaton myötä, vesivuo-tokuormitus pienenisi ennen kuin aloitettaisiin rakennuksen sisäpuoliset työvaiheet. Sisäpuolisten töiden alettua myös puhtaudenhallinta tulee keskeiseksi, jolloin sääsuojauksesta tulee vaipan ollessa keskeneräinen haastava projektinjohtourakoitsijalle. Medisiinassa aloitettiin sisäpuoliset työvaiheet aikataulun takia ennen kuin ulkovaippa saatiin umpeen. Keskeneräistä rakennus ei ollut mahdollista huputtaa säältä suojaan sen suuren kerrospinta-alan ja muodon takia, sekä kuormien nostojen rakennukseen ylläältäpäin, joka teki kosteudenhallinnasta haastavaa.

Terveen talon toteutumiseen panostetaan nykyään sekä toimialarakentamisessa, että asuinrakentamisessa. Toimialarakentamisessa ohjeistaa Sisäilmayhdistys ry:n Terveen talon toteutuksen kriteerit –opas ja asuinrakentamisessa muun muassa Hengitysliitto julkaisee käytännönläheistä ohjeistusta Terve Talo –projektissa. Hengitysliiton Terve Talo –projektissa seurataan muun muassa asuinrakennuksen rakennusprojektia, jossa huomioidaan sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät maanrakentamisesta rakennusmateriaalien valintaan. (Hengitysliitto 2017.) Medisiinan tilaaja on aikaisemmissa kohteissaan huomionnut Terve talo –kriteerit ja julkaissut työmailleen Sisäilmayhdistys ry:n Terveen talon toteutuksen –kriteereitä mukailevat omat ohjeet. Näistä aikaisemmista kohteista olisi kiinnostaa saada myöhemmin tutkimustuloksia, miten rakennusten ylläpito on onnistunut toteuttamaan Terve talo –ohjeistusta ja kuinka paljon myöhäisempään ajanjaksoon rakennusten korjaustarve menee Terve talo –kriteerejä noudattamalla.

LÄHTEET

Andersson, T; Hongisto, V; Kurnitski, J & Säteri, J. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Sisäilmayhdistys julkaisu 5. Espoo: Painorauma Oy.

Björkroth, M; Kukkonen, E; Seppänen, O. & Tuomainen, M. 2012. Rakennustieto. Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus M1. Ilmanvaihtotuotteiden puhtaustestausohje. Viitattu 30.11.2017 <http://m1.rts.fi/ilmanvaihtotuotteiden-puhtausluokitus-m1>

Havia, A. 2011a. Hanketavoitteet. Laadittu 31.10.2011. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/liite-5-sykin-tavoitteet.pdf>

Havia, A. 2011b. Rakennuttamisohjeet. Laadittu 20.12.2011. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/rakennuttamisohje.pdf>

Hengityслиitto 2017. Terve Talo -projekti. Viitattu 20.11.2017 <https://www.hengityслиitto.fi/fi/julkaisut-tarinat/korjausneuvojien-julkaisut/terve-talo-projekti>

Hyvärinen, S. 2016. Pölynhallinta- ja puhtausuunnitelma. Medisiina D. Laadittu 26.4.2016. Viitattu 30.10.2017. Yrityksen luottamuksellista aineistoa.

Jyrkkäranta, J; Koivula, U; Mälkönen, T. & Sammallahti, T. 2016. TATE-järjestelmäohje. Rakennusprojektien TATE-ohje suunnittelijoille. Versio 2.1. Laadittu 1.3.2016. Saatavilla sähköisesti osoitteessa http://sykoy.fi/wp-content/uploads/syk_tate-jrjestelmohje-v2-1_1-3-2016-liitteineen.pdf

Kurnitskin, J. & Seppänen, O. 2003. Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet toimittarakentamiselle. Sisäilmaopas 6. Espoo: Verbi Oy.

Laakkonen, L; Liesivesi, K; Säteri, J. & Tammisalo T. 2009. Puhtaan rakentamisen opas. Sisäilmayhdistys julkaisu 9. Espoo: Painotalo Trinket Oy.

Maankäyttö ja rakennuslaki 119/1999. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavana sähköisesti osoitteessa <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maankäyttö ja rakennuslaki 122/1999. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavana sähköisesti osoitteessa <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maankäyttö ja rakennuslaki 124/1999. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavana sähköisesti osoitteessa <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maankäyttö ja rakennuslaki 149/1999. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavana sähköisesti osoitteessa <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 187/1999. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 180/1999. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Markku Saviniemi – historialliset artikkelit 2017. Armas Puolimatka. Legenda jo eläessään. Viitattu 6.10.2017 <http://www.saviniemi.fi/armas-puolimatka-legenda-jo-elaessaan/>

Mälkönen, T. 2015. Teknisten järjestelmien vastaan- ja käyttöönottovaiheen laadunvarmistuksen ohjeistus. Laadittu 25.8.2015. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/prosessikuvaus3-teknisten-jrjestelmien-vastaan-ja-kyttnottovaiheen-laadunvarmistuksen-ohjeistus-id-153593.pdf>

NCC Suomi Oy 2017a. Tietoa NCC:stä. Viitattu 30.9.2017 <https://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/>

NCC Suomi Oy 2017b. Työmaat. Medisiina D. Viitattu 30.7.2017. <https://www.ncc.fi/tyomaat/medisiina-d/>

NCC Suomi Oy 2017c. Medisiina D. Riskit ja mahdollisuudet analyysi. Laadittu 2.1.2017. Viitattu 28.9.2017. Yrityksen luottamuksellista aineistoa.

Pitkänen, I. 2016. Pölyntorjunta Medisiina D:n Työmaalla. Laadittu 8.8.2016. Viitattu 20.8.2017. Yrityksen luottamuksellista aineistoa.

Rakennustietosäätiö 2017. Rakennusmateriaalien päästöluokitus, yleiset ohjeet. Viitattu 10.12.2017. https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/newfolder/5ox4SeyDQ/yleiset_ohjeet_270510.pdf

Sandberg E. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointiteknikka osa1. Tammerprint 2014, Talotekniikka-Julkaisut Oy

Seppänen O, Säteri J, Lehtinen T, Nevalainen A. Tavoitteena terve talo. SIY Raportti 9. Sisäilmayhdistys ry ja Teknologian kehittämiskeskus. Saarijärvi 1997

Suomen Rakentamismääräyskokoelma A1 2006. Ympäristöministeriö, Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet 2006. Annettu Helsingissä 28.2.2006. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.ym.fi/download/noname/%7B87EDCB2D-B877-4F9D-9134-9CE379937DB0%7D/109128>

Suomen Rakentamismääräyskokoelma C1 1998. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet 1998. Annettu Helsingissä 4.6.1998. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.ym.fi/download/noname/%7B66C3B5BA-923C-4847-B242-943BF099D527%7D/127663>

Suomen Rakentamismääräyskokoelma C2 1998. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Annettu Helsingissä 9.9.1998. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.ym.fi/download/noname/%7B8A1D5197-99FE-4EFE-BFE9-A18CE66CFF9A%7D/127525>

Suomen Rakentamismääräyskokoelma D2 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Annettu Helsingissä 30.3.2011. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://www.finlex.fi/data/normit/37187/D2-2012_Suomi.pdf

Suomen Säädöskokoelma 2017. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Julkaistu 27.12.2017 Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.ym.fi/download/noname/%7BBBCF040FC-C9A8-4859-B7B6-A2E8A40317AD%7D/127521>

Suomen Yliopistokiinteistöt Oy 2017. Terve talo -ohje. Projektinjohtourakka. Laadittu 27.1.2017. Viitattu 1.8.2017. Yrityksen luottamuksellista aineistoa.

Takkunen, J. 2017. Rakennustieto. Puhtaan ilmanvaihtojärjestelmän toteuttaminen. Viitattu 30.9.2017 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140505.pdf>

Ympäristöministeriö 2017a. Ajankohtaista. Viitattu 21.12.2012 [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset/Ymparistoministerion_hallinnonalan_vuode\(45504\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset/Ymparistoministerion_hallinnonalan_vuode(45504))

Ympäristöministeriö 2017b. Maankäyttö ja rakentaminen. Rakentamisen ohjaus. CE-merkintä. Viitattu 12.12.2017 http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/CEmerkinta