



Onni Mujunen

# Rakennusteknisiä mittauksia rakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakentamisen projektinhallinta

Insinöörityö

11.3.2022

# Tiivistelmä

Tekijä: Onni Mujunen  
Otsikko: Rakennusteknisiä mittauksia rakennushankkeessa  
Sivumäärä: 39 sivua  
Aika: 1.12.2021- 11.3.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan insinööri  
Ammatillinen pääaine: Projektinhallinta  
Ohjaajat: Vanhempi työnjohtaja, Martti Taskila  
Lehtori, Riikka Jääskeläinen

---

Työn tilaajana toimii SRV, joka tunnetaan rakennusalan uudistajana, sekä edelläkävijänä. SRV:n pyrkimyksenä on luoda uusia asuntoja, sekä toimitiloja, joissa rakentamisessa käytetyt ratkaisut turvaavat samaan aikaan taloudellisen arvon, rakennuksen hyvinvoinnin, tilojen käyttäjien, sekä asukkaiden edun sukupolvien ajaksi eteenpäin. Yrityksen prioriteetit ovat vastuullisuus, aidon yhteistyön luominen, sekä innostus jokaisessa kohtaamisessa.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta tiiveys-, ääni-, sekä pölyn mittauksien hankintaan, valmisteluun, mittaus tapoihin ja raportointiin.

Tavoitteena oli tehdä kattava selvitys aiheesta yrityksen tulevien työmaiden käytettäväksi. Opinnäytetyö toteutettiin seuraamalla mittauksia tekevän yrityksen toimintaa, tutustumalla standardeihin ja sertifikaatteihin, sekä haastatteleamalla kokeneita henkilöitä.

Mittauksien valmisteluissa huomattiin paljon pieniä seikkoja, joiden avulla voidaan saada parempia mittaustuloksia. Huolellisella mittauksien suunnittelulla varmistetaan prosessin sujuvuus.

Avainsanat: Äänimittaus, pölynmittaus, tiiveysmittaus, rakennustekniset mittaukset, sairaalahanke

## Abstract

Author: Onni Mujunen  
Title: Technical Measurements in a Construction Project  
Number of Pages: 39 pages  
Date: 1 December – 11 March

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Civil Engineering  
Professional Major: Project Management for Construction  
Supervisors: Senior Supervisor, Martti Taskila  
Senior Lecturer, Riikka Jääskeläinen

---

This thesis was commissioned by SRV, which is known as an innovator and pioneer in the construction industry. Their aim is to create new homes and premises where the solutions used in construction at the same time guard the economic value, the well-being of the building, and the interests of the users and residents of the premises for generations to come. The company's priority is to be responsible and to bring genuine co-operation and enthusiasm to every encounter.

From the perspective of a project management contractor, this thesis focuses on the acquisition, preparation, methods and reporting of tightness, sound and dust measurements. The aim was to make a comprehensive study on the subject for use on the company's next construction sites. The thesis was carried out by monitoring the activities of the company performing the measurements, becoming acquainted with the standards and certificates, and interviewing experienced people.

While preparing for the measurements, many small aspects that enable better measurements results were discovered. Careful measurement planning ensures a smooth process.

Keywords: sound measurement, dust measurement, tightness measurement, civil engineering measurements, hospital project

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä rakennusteknisistä mittauksista	2
2.1	Tiiveysmittaukset	2
2.2	Äänimittaukset	4
2.2.1	Ilmaäänieristyksen mittaus	7
2.2.2	Askeläänitason mittaus	7
2.2.3	Julkisivun äänieristyksen mittaus	8
2.2.4	Äänieristysovien mittaus	8
2.2.5	Jälkikaiunta-ajan mittaus	9
2.2.6	Määräykset ja standardit	9
2.3	Pölymittaukset	10
2.3.1	P1-puhtausluokan toteutusohjeet	10
2.3.2	Mittausten määrä	11
2.3.3	SFS 5994 INSTA 800 -standardi	13
3	Rakennusteknisiä mittauksia Siltasairaala-hankkeessa	14
3.1	Kohteen esittely	14
3.2	Tiiveysmittaukset	15
3.2.1	Valmistelu	15
3.2.2	Mittaaminen	19
3.2.3	Ilmatiiveysluokiteltujen ovien ja tilojen tiiveyden tarkastaminen	23
3.2.4	Raportointi	23
3.3	Äänimittaukset	23
3.3.1	Valmistelu	24
3.3.2	Äänitasojen mittaaminen	25
3.3.3	Raportointi	26
3.4	Pölymittaukset	27
3.4.1	Valmistelu	27
3.4.2	Mitattavat tilat	27
3.4.3	Pölypitoisuuden mittaaminen	28
3.4.4	Pölymittauskonsultin haastattelu	29

3.4.5 Raportointi	30
4 Tulokset	32
4.1 Tietopaketin jakelu	32
4.2 Tietopaketin sisältö	32
5 Yhteenveto ja johtopäätökset	34
Lähteet	35

## Lyhenteet

- dB:** Lyhenne sanasta desibel, äänenvoimakkuuden yksikkö. Sitä käytetään tavallisimmin kahden signaalin välisen tehosuhteen ilmaisuun.
- Hz:** Lyhenne sanasta Hertsi. Taajuuden yksikkö. Yksi hertsi tarkoittaa taajuutta, jossa jakson kesto on 1 sekunti. Tietotekniikassa käytetään usein megahertsejä (MHz 1 000 000 hertsiä) kuvaamaan tietokoneen komponenttien kellotaajuutta.
- Pa:** Lyhenne sanasta Pascal. Paine, jonka yhden Newtonin voima aiheuttaa kohdistuessaan neliömetrin pinta-alalle.

## 1 Johdanto

SRV on vuonna 1987 perustettu rakennusalan yritys. Tämän alla toimivat pienemmät yhtiöt sulautettiin yhdeksi toiminnalliseksi kokonaisuudeksi SRV Rakennus Oy:ksi vuonna 2011. Yritys on erikoistunut suuriin hankkeisiin. Lentokenttäterminaalit, toimitilat, pilvenpiirtäjät ja sairaalat ovat yhtiön erikoisosamista. Vuonna 2020 Yrityksen liikevaihto oli 920 miljoonaa euroa ja työntekijöitä oli 692. Yrityksellä on hankkeissaan erilaisia urakkamuotoja, mutta yleensä se toimii projektinjohtourakoitsijan tehtävissä.

Suurella rakennustyömaalla on yleensä paljon toimihenkilöitä, joilla jokaisella on oma erikoisalansa hoidettavana. Rakennustöiden loppuvaiheella on aika tehdä erilaisia rakennusteknisiä mittauksia, joilla varmistetaan esimerkiksi riittävä siisteys-, ääni-, ja tiiveystaso. Projektinjohtourakoitsijana hoidettavia asioita on paljon ja usein rakennusteknisiin mittauksiin perehtynyttä henkilöä ei suoraan löydy työmaalta. Projektinjohtourakoitsijan pitää kuitenkin tietää, mitä mittauksia vaaditaan, miten ne toteutetaan ja milloin ne pitää tehdä. Mikäli näistä ei ole runsaasti kokemusta, on näiden tilausten hankkiminen hankalaa ja työlästä.

Tavoitteena on tehdä selkeälukuinen tietopaketti tiiveys, pölyn- ja äänimittauksista, jotta yhtiön seuraavissa hankkeissa toimihenkilö voi katsoa kaiken tarvittavan tiedon tästä opinnäytetyöstä.

Opinnäytetyö rajautuu tiiveys-, pölyn- ja äänimittauksiin.

Opinnäytetyötä varten aihetta selvitetään tekemällä itse kyseisiä hankintoja, haastattelemalla kokeneita työnjohtajia, osallistumalla mittauksia tekevän urakoitsijan tehtäviin, perehtymällä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja internetlähteisiin sekä tutustumalla yhtiön aikaisemmin toteutuneiden hankkeiden dokumentteihin.

## 2 Yleistä rakennusteknisistä mittauksista

### 2.1 Tiiveysmittaukset

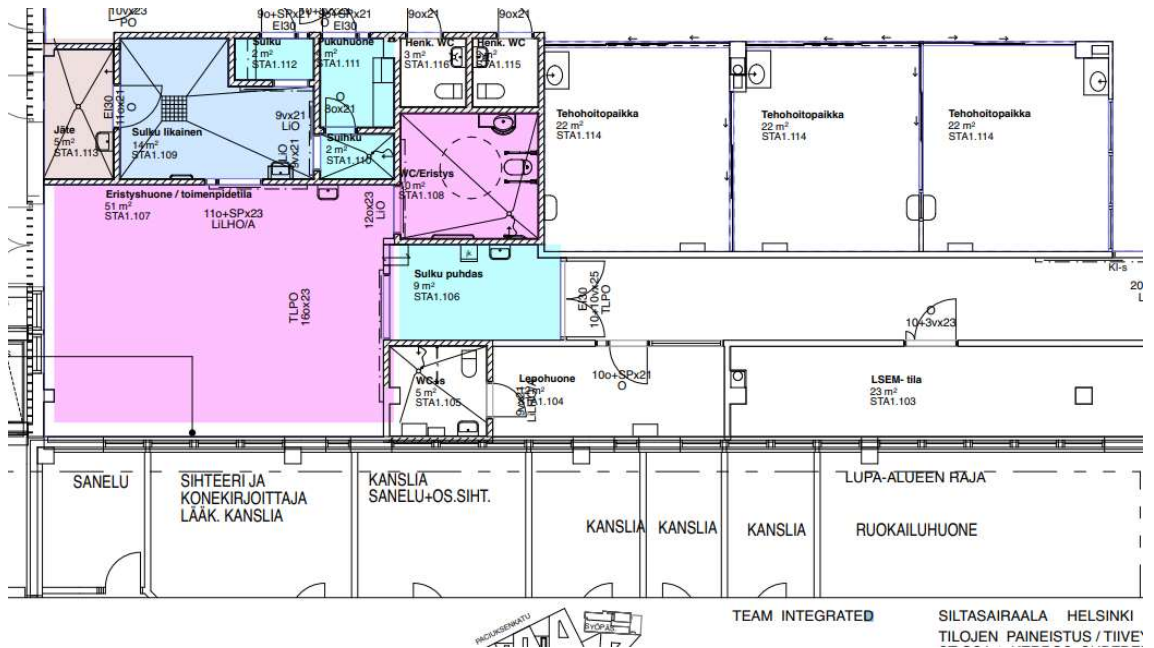
Kun hanke on edennyt sisävalmistusvaiheessa pisteeseen, jossa julkisivu on tiivis, väliseinät, ovet ja ikkunat ovat paikallaan, sekä läpiviennit ovat tiivistetty, voidaan ilmatiiveyttä mitata julkisivun ja ilmatiiveysluokiteltujen tilojen osalta. Yleisesti ottaen, kun rakennuksista mitataan ulkovaipan tiiveys, saadaan selville mahdolliset ilma- ja lämpövuotokohdat. Mittauksen tuloksena saadaan tuloksena ilmatiiveysluku. Tiiveysmittaus rakennuksen laadunvalvontamittauksena on jäänyt pysyvästi tavaksi mitata rakennuksen vaipan kuntoa lämpökuvauksen rinnalle (Tiiveysmittauspalvelut 2021).

Kohdekohtaiset vaatimukset löytyvät rakennusluvasta, -suunnitelmista ja -selostuksesta. Kuvassa 1 on esimerkki hyvästä pohjapiirustuksesta, johon on selkeästi merkitty tilat, joilla on tiiveysvaatimuksia ja ne vaativat tiiveysmittauksen. Tiiveysmittauksilla varmistetaan, että tila täyttää suunnitelmissa asetetut tavoitteet ja vaatimukset.

Rakenne- ja LVI-suunnitelmissa on esitetty ne tiiveysvaatimukset, joiden tulee toteutua rakennuksen julkisivuissa ja sisätiloissa. Projektipankki on yleensä selainpohjainen projektiin liittyvien tiedostojen tallennuspaikka. Tähän päivitetään ajankohtaiset suunnitelmat ja tiedot kohteesta. Kohteen projektipankista pitäisi löytyä periaatekaaviot, joissa toiminnallisista syistä edellytetään erityisiä LVI-suunnitelmissa esitettyjä tiiveysvaatimuksia, jotka kyseisten tilojen vaipan kaikkine osineen, liitoksineen ja lävistyksineen tulee täyttää.

Ilmatiiveys on tärkeää rakennuksen ulkovaipparakenteiden kosteusteknisten ja lämpöteknisen toimintojen varmistamisen, hyvän käyttäjäviihtyvyyden ja energiakulutuksen pienentämisen takia (Tiiveysmittauspalvelut 2021).





Kuva 1. Esimerkki pohjapiirustuksesta, johon on väritetty tiiveysmittauksen vaativia huoneita Siltasairaala- hankkeessa. Samankaltaiset tilat ovat merkattu samalla värillä.

Vuoteen 2012 asti on käytetty yleisesti Ilmanvuotolukua n50. Luku tarkoittaa sitä, että montako kertaa ilmatilavuus vaihtuu rakennuksen vuotoreittien kautta tunnissa, kun rakennukseen aiheutetaan 50 Pascalin yli- tai alipaine. Välipohjia ei lasketa mukaan ilmatilavuuteen, rakennuksen sisätilavuus mitataan ulkovaiipan sisäpintojen mukaan. (Tiiveysmittauspalvelut 2021.)

2012 vuoden jälkeen ollaan yleisesti käytetty ilmanvuotolukua qE50. Ilmanvuotoluku kertoo vuotavan ilman määrän suhteessa rakennusvaipan pinta-alaan (yläpohja, alapohja, ulkoseinät ovineen ja ikkunoineen). Mitä pienempi luku on, sen parempi on ilmatiiveys. Aiemmin käytetyn n50 ja nykyään käytetyn qE50 lukuarvot saattavat poiketa samassa mittauskohteessa paljonkin toisistaan. (Tiiveysmittauspalvelut 2021.)

## 2.2 Äänimittaukset

Kokeneen työnjohtajan Martti Taskilan mukaan, kun hanke on edennyt sisävalmistusvaiheessa pisteeseen, jossa väliseinät, ovet varusteineen ja ikkunat ovat paikallaan, sekä läpiviennit ovat tiivistetty, voidaan desibeliluokiteltujen tilojen ja ovien äänieristävyys mitata.

Salmensaaren, Auvisen ja Näverin (2021: 1-3) mukaan mittauksia suorittavan yrityksen tulisi olla FINAS-akkreditointipalvelun hyväksymä akkreditoitu testauslaboratorio akustisten ja melumittausten suorittamiseen standardin EN ISO/IEC 17025 mukaisesti. Myös jollain toisella tavoin osoitettu riittävä pätevyys voidaan usein hyväksyä.

Laukkasen, Näverin ja Salmensaaren (2018: 23-24) mukaan äänitasomittaukset tehdään äänitasomittarilla, joka täyttää vähintään standardissa IEC 60651 määritetyt tarkkuusluokan 2 vaatimukset. Kuvassa 2 on esimerkki tällaisesta mittarista. Mittauksissa käytetään F-aikapainotusta (nopea, eli "fast") ja A-taajuuspainotusta. Mitattaessa lyhytaikaista ääntä luetaan äänitason suurin arvo. Kun mitataan jatkuvaa vaihtelevalla voimakkuudella olevaa ääntä (esim. ilmanvaihto), ilmoitetaan keskimääräinen äänitaso. Jos ääni sisältää jatkuvan äänen lisäksi

impulssimaisia tai selvästi erottuvia ääniä (esimerkiksi vihellys), mitattuun äänitasoon täytyy lisätä 5 dB ennen kuin sitä verrataan vaadittuun tasoon.



Kuva 2. Standardin IEC 60651 mukainen äänitasomittari.



Kuva 3. Äänilähde, joka tuottaa ääntä tasaisesti jokaiseen suuntaan.

Alle 30 m<sup>2</sup> huoneessa mitataan äänitaso huoneen keskeltä 1,2 – 1,5 metrin korkeudelta lattiasta ikkunoiden ja ovien ollessa suljettuna. Suuressa huonetilassa äänitaso mitataan normaaleilta ihmisten oleskelupaikoilta eri puolelta tilaa. Korkeassa salitilassa mittaus tehdään myös noin 5 m korkeudelta. Mittauksen aikana mikrofonia liikutellaan noin 0,5 m suuruisella alueella. Jos liikuttamisen aikana äänitaso vaihtelee, mittaustuloksena ilmoitetaan keskimääräinen äänitaso. (Laukkanen, Näveri ja Salmensaari 2018: 24.) Kuvassa 3 on esitetty äänilähde.

Jos sallittava äänitaso ylitetään ja on selkeää, että mittaustulokseen vaikuttaa muu kuin mittauksen kohteena oleva ääni, mitataan sen äänitaso erikseen, kun muualta tuleva ääni kuuluu ja kun se ei kuulu. Mittauksen kohteena olevan äänitaso määritetään sen jälkeen vähentämällä kokonaismelutasosta alla olevan taulukon (kuva 4) mukaisesti arvot.

erotus, dB	vähennys, dB
≥ 10	0
6 - 9	1
4 - 5	2
3	3
2	4

Kuva 4. Kokonaismelutason ja taustamelutason erotuksen perusteella tehtävät vähennykset kokonaismelutasoon. (Laukkanen, Näveri ja Salmensaari 2018: 24.)

### 2.2.1 Ilmaäänieristyksen mittaus

Mikäli halutaan mitata huoneen seinän äänieristävyys, asetetaan viereiseen huoneeseen äänitasomittari ja seinän toiselle puolelle äänilähde ISO 16283 mukaisesti. Äänilähdettä käytetään kahdessa eri kohdassa huonetta, kummastakin kohdasta otetaan kolme mittausta. Tämän jälkeen vaihdetaan keskenään äänilähde ja mikrofonin huonetta ja suoritetaan samat mittaukset uudestaan. Mikäli tulokset poikkeavat toisistaan, annetaan tulokseksi mittausten keskiarvo.

### 2.2.2 Askeläänitason mittaus

Salmensaaren, Auvisen ja Näverin (2021: 1-3) mukaan askeläänitason mittauksessa tulee noudattaa standardia ISO 16283-2 ja askeläänitasoluku määritetään standardissa ISO 717. Esimerkkikohteessa Siltasairaalassa suurin sallittu askeläänitaso tilojen välillä on 63 dB. Tilat, joihin sijoitetaan äänekkäitä laitteita, edellyttävät erillisen suunnitelman. Kuvassa 5 on esitetty askelääniä mukaileva laite. Mittauksia tehdessä Käytävältä on poistettava mahdolliset lattiasuojat noin 10 metrin matkalta mittausalueelta. Askeläänikoneella aiheutetaan askeleenomaista ääntä 60 sekunnin ajan vähintään neljässä eri kohdassa lähellä huonetta, jossa mikrofoni on. Mikäli mikrofonilla otetaan mittaus kahdesta kohtaa huonetta, riittää mittaukseen 30 sekuntia per kohta.



Kuva 5. Askeläänikoneessa on 5 kappaletta vuorotellen lattiaan osuvia kumitasuja, jotka mukailevat kävelyn ääntä.

### 2.2.3 Julkisivun äänieristyksen mittaus

Mikäli kohteen lähetyvillä on vilkasta liikennettä, tulee julkisivun äänieristys mitata. Salmensaaren, Auvisen ja Näverin (2021: 1-3) mukaan äänieristävyden mittaukset suoritetaan standardin ISO 16283-3 mukaisesti. Mittauksia tulisi toteuttaa muutamalle erilaiselle tilalle samalla julkisivulla, esimerkiksi 3 kappaletta. Mittaukset olisi mahdollisuuksien mukaan hyvä suorittaa kesällä.

### 2.2.4 Äänieristysovien mittaus

Salmensaaren, Auvisen ja Näverin (2021: 1-3) mukaan mittauksia voidaan tehdä auki-kiinni menetelmällä. Asetetaan mikrofoni noin 1,5 m korkeudelle noin 1,5\* oven leveys etäisyydelle ovesta. Kaiuttimesta tuotetaan tilaan kohinaa, jonka taajuus on 50 Hz – 20 Khz. Mitataan äänitasoa vähintään 30 sekuntia

oven ollessa auki. Suljetaan ovi ja toistetaan mittaus. Tämän jälkeen lasketaan tulosten erotus. Saatua tulosta verrataan oven ääniluokkaan. Esimerkiksi ääniluokan db30 oven mittaustulos tulisi olla vähintään 30db. Mitattavat ovet tulee valita niin, että kaikilta ovitoimittajilta mitataan vähintään kaksi ovea.

### 2.2.5 Jälkikaiunta-ajan mittaus

Pitkällä jälkikaiunta-ajalla on usein häiritsevä vaikutus, joka heikentää muun muassa puheen ymmärrettävyyttä. Toisaalta esimerkiksi jotkut musiikkityylit hyötyvät pitkästä jälkikaiunta-ajasta. Tästä syystä käyttötarkoitukseen sopivan jälkikaiunta-ajan määrittelemine on tärkeää. (Huoneakustiikka 2021.) Määritetty taso löytyy projektin akustisesta työselostuksesta.

Salmensaaren, Auvisen ja Näverin (2021: 1-3) mukaan jälkikaiunta-ajan mitaustulokset saadaan ilmaäänieristysmittaustulosten sivutuotteena.

### 2.2.6 Määräykset ja standardit

Jos rakennukselle on annettu virallisia ilmaäänieristysten tai äänitason vaatimuksia, on niitä noudatettava. Muissa rakennuksissa mittauksissa mittaus tehdään tarvittaessa olosuhteiden mukaan soveltaen vastaavalla tavalla. Määräykset, standardit ja ohjeet ovat:

- Äänieristysmittauksissa ISO 16283 ja ISO 171
- Äänitasomittauksissa ISO 1996, RakMK C1 ja sisäilmaohje STM 1997:1
- Äänitasomittaritareissa IEC 60651 ja IEC 60804.

(Laukkanen, Näveri ja Salmensaari 2018: 23.)

## 2.3 Pölynmittaukset

Ennen ilmanvaihtokoneiden koneiden mittaus- ja säätötöitä puhtauden taso varmistetaan asiaan erikoistuneen urakoitsijan toimesta. Rakentamisessa on yleisesti käytetty kahta eri puhtausluokkaa P1 sekä P2 (Pölynhallinta ja P1-puhtausluokka rakennusprojektissa 2021).

### MÄÄRÄYKSET JA STANDARDIT

Jos rakennukselle on annettu virallisia äänitason ja ilmaäänieristyksen vaatimuksia, mittauksissa noudatetaan määräyksissä esitettyjä mittausmenetelmiä ja standardeja. Muissa rakennuksissa mittaus tehdään vastaavalla tavalla, mutta tarvittaessa olosuhteiden mukaan soveltaen. Noudatettavat määräykset, ohjeet ja standardit ovat:

- Äänieristysmittaukset: ISO 16283 ja ISO 717
- Äänitasomittaukset: ISO 1996, RakMK C1 ja Sisäilmaohje STM 1997:1
- Äänitasomittarit: IEC 60651 ja IEC 60804

Kuva 6. Esimerkki akustisessa työselostuksessa mainituista standardeista. (Laukkanen, Näveri ja Salmensaari 2018: 23)

### 2.3.1 P1-puhtausluokan toteutusohjeet

Kuljetettaessa rakennustarvikkeita, on ne suojattava likaantumiselta ja kastumiselta varastoinnin, kuljetuksen ja asennuksen aikana peittämällä tai suojaamalla ne muulla tavoin. Suojauksessa käytetään valmistajan ohjeita. Rikkoutuneet suojaukset korjataan välittömästi. Varaston on oltava irti maasta ja suojattu, siten ettei vesi pääse tunkeutumaan rakennusmateriaaliin. Sisätiloihin tulevien rakennustarvikkeiden suojaukset poistetaan vasta asennuksen aikana tai sen jälkeen asennusohjeiden mukaisesti. Ilmaa liikaavia työvaiheita ei saa tehdä samanaikaisesti asennuspaikan läheisyydessä. Ennen kuin työ aloitetaan, on varmistettava, että alustan suhteellinen kosteus ja olosuhteet vastaavat suunnitelmien ja tarvikevalmistajan asettamia vaatimuksia. (Standardi RT07-11299 2018: 13.)

Toimintakoevalmiudessa olevat tilat erotetaan muista tiloista omiksi osastoikseen ennen loppusiivouksen käynnistämistä. Suljettua osastoa ei saa käyttää



säännölliseen läpikulkuun, mikäli viereiset tilat eivät täytä toimintakoevaiheen puhtausvaatimuksia. "P1 puhtausluokan tila"- merkintä on laitettava jokaisen toimintakoevalmiin tilan ovelle. Mikäli tehdään töitä, joissa on pölyämisen vaara, on käytettävä kohdepoistolla varustettuja työkaluja ja laitteita. Lisäksi on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta. Jos tila täytyy puhtausosastoida ennen kuin betonipinnat ovat saavuttaneet päällystystyön edellytyksenä olevan suhteellisen kosteuden enimmäisarvon, tilaan on järjestettävä riittävä ilmanvaihto ja kylmien keliänsä aikana sisään tulevan ilman on oltava lämmintä. (Standardi RT07-11299 2018: 13.)

Siivotessa irtolikkaa käytetään ammattikäyttöön tarkoitettua laitosimuria, joka on varustettu vähintään HEPA H13 -suodattimella. Sileät ja kovat pinnat puhdistetaan nihkeällä tai kostealla pyyhkeellä. Puhdistusaineena käytetään hajusteettomia ja vähäpäästöisiä aineita. Toimintakoevalmiit tilat siivotaan aina sen jälkeen, kun tilassa on syntynyt pölyä. (Standardi RT07-11299 2018: 14.)

Työmaata käynnistettäessä tuodaan suunnittelijan-, rakennuttajan- ja urakoitsijakouksissa ilmi rakennushankkeeseen ryhtyvän kohteelle asettamat sisäympäristötavoitteet. Tärkeät kohdat kirjataan kokousmuistioihin. Kohteessa noudatettavista sisäilmasto-, puhtaus-, ja materiaaliluokista on laadittava kirjallinen tiedote, joka jaetaan kaikille työntekijöille työmaalla. Puhtauden kannalta keskeisille urakoitsijoille ja työntekijöille on järjestettävä ennen töiden aloitusta koulutustilaisuus, jossa heille selvitetään kohteen ympäristötavoitteet ja niiden toteutumiseksi noudatettavat ohjeet ja tehtävät. Koulutuksen järjestämisestä sovitaan esimerkiksi urakkarajaliitteessä. Myös myöhemmin hankkeisiin tulleiden työntekijöiden koulutuksesta on huolehdittava. (Standardi RT07-11299 2018: 14.)

### 2.3.2 Mittausten määrä

Puhtauden taso on syytä mitata kahteen kertaan. Ensimmäiset tarkastukset tehdään ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä. Tällöin arvioidaan silmä-määräisesti kaikkien pintojen puhtaus, myös ne, jotka eivät jää valmiissa raken-

nuksessa näkyviin, kuten esimerkiksi alakattojen yläpuoliset tilat. Silmämääräisesti tarkastellun puhtauden lisäksi arvioidaan puhtauden taso geeliteippimitauksin.

Tilat tarkastetaan toiseen kertaan, ennen rakennuksen luovutusta. Arviointi kattaa katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. Alakattojen yläpuolisten pintojen puhtautta ei tarkasteta enää alakattolevyjen ollessa asetettu paikalleen.

Standardi RT07-11299 (2018: 13) määrittelee seuraavaa:

Kattopintoihin määriteltäviä esimerkkejä:

- Kattolevyjen yläpinnat, valaisinkotelot, kattoikkunoiden puitteet, ilmanvaihdon päätelaitteet, katossa olevat putket ja portaiden alapuolet rakennuksen sisällä.

Seinäpintoihin määriteltäviä esimerkkejä:

- Seinät, seinillä olevat putket, ikkunat, ovet ja karmit, valaisimet, kaiteet, kädensijat ja sähkökalusteet.

Lattiapintoihin määriteltäviä esimerkkejä:

- Kynnykset, lattiaritilät-, ja kaivot, portaiden pysty- ja vaakasuorat pinnat.

Arvioitaessa puhtautta, jokainen tila käydään silmämääräisesti läpi. Pintojen pölykertymä voidaan mitata geeliteippimenetelmällä. Mittaukset on syytä tehdä aikaisintaan kahden tunnin kuluttua siivouksesta, jotta ilmassa leijuva pöly ehtii

laskeutua pinnoille ennen mittauksen ottamista. Pölynkertymän enimmäistasot on esitetty alla olevassa taulukossa kuvassa 7.

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä [peitto-%] (SFS 5994 INSTA 800)
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuolella olevat pinnat. Näkyvät pinnan ja kalusteiden sisäpinnat pl. lattiapinnat	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	Näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat	1,0
	Lattiapinnat	3,0

Kuva 7. Puhtausluokan P1 pölynkertymän enimmäistasot (RT07-11299 2018: 13).

Pintapölyn kertymä mitataan satunnaisotannalla vähintään viidestä tilasta, kun tilojen määrä on enintään 50 kappaletta. Mikäli tiloja on yli 50 kappaletta, pölymittaus otetaan 10 prosentista tiloja. Kustakin tilasta otetaan INSTA 800 -standardia soveltaen niin, että kustakin kolmesta pintaluokasta otetaan kustakin vähintään yksi näyte. Jos tilassa ei ole tarpeeksi pintaluokkia, otetaan näyte toisesta tilasta tai näytteitä otetaan olemassa olevilta pinnoilta vähintään kolme kappaletta (RT07-11299 2018: 13).

### 2.3.3 SFS 5994 INSTA 800 -standardi

Jokaisesta pintaluokasta kerätään tilakoosta riippuen kolmesta yhteen geeliteippinäytettä. Kustakin pintaluokasta otettavien näytteiden lukumäärä valitaan tarkastusyksikön koon mukaan seuraavasti:

- tilat, joiden pinta-ala on yli 35 m<sup>2</sup> ja enintään 100 m<sup>2</sup>, otetaan 3 näytettä.
- tilat, joiden pinta-ala on yli 15 m<sup>2</sup> ja enintään 35 m<sup>2</sup>, otetaan 2 näytettä.
- tilat, joiden pinta-ala on korkeintaan 15 m<sup>2</sup>, otetaan 1 näyte.

(SFS 5994 INSTA 800 2012: 66.)

### 3 Rakennusteknisiä mittauksia Siltasairaala-hankkeessa

Tieto tähän opinnäytetyöhön kerättiin käytännön kokemuksesta, jota kertyi mittauksien hankintaa, valmisteluita ja itse mittauksia tehdessä. Tietoa kerättiin myös kokeneiden mittaajien vinkeistä.

#### 3.1 Kohteen esittely



Kuva 8. Kuvituskuva Siltasairaalasta.

SRV rakentaa uuden Siltasairaalan Meilahden sairaala-alueelle. Siltasairaala tulee korvaamaan osan nykyisen Syöpätautien klinikan toiminnoista sekä Töölön sairaalan kokonaisuudessaan. Siltasairaala on suurin rakennushanke HUSin historiassa. (Siltasairaala 2018.)

Kohteen laajuus on 71 500 brm<sup>2</sup>, siinä on 5-9 kerrosta. Sairaala pitää sisällään esimerkiksi 58 tehohoitopaikkaa, 69 päiväsairaalahoitopaikkaa, 16 leikkaussalia ja ravintolan. Siltasairaalan rakentaminen aloitettiin vuonna 2018 ja sen käyttöönotto vuonna 2023. (Siltasairaala 2018.) Kuvassa 8 on esitetty arkkitehdin kuvituskuva valmiista Siltasairaalasta.

Kohteeseen suoritettiin tiiveys-, ääni-, ja pölynmittaukset suunnitelmien mukaisesti. Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa alustavat mittaukset ovat tehty ja lopulliset mittaukset ovat vielä suorittamatta. Ne tehdään viimeistään luovutukseen mennessä.

## 3.2 Tiiveysmittaukset

Sairaalakohteessa on paljon erikoistiloja, joiden täytyy olla normaalia huonetilaa tiiviimpiä. Tähän on usein syynä se, että pyritään välttämään bakteerien leviäminen. Näitä tiloja ovat muun muassa leikkaussalit ja eristystilat, joissa tiiveys on erityisen tärkeää.

### 3.2.1 Valmistelu

Ensin oli syytä pitää mittausten aloituspalaveri urakoitsijan ja työmaan toimihenkilöiden kesken. Palaverissa oli hyvä käydä läpi rakentamisen valmiuden tilanne, mittauksien ajankohta, perehdytykset, ajoväylät mittauspaikkojen läheisyyteen ja eri osapuolten tehtävät mittauksissa. Mittaukset oli syytä tehdä ajankohtana, jolloin ei mittausalueella ole muuta työskentelyä. Mittausalueen rajapinnan oven avaaminen tiputtaa välittömästi tilassa vallitsevan paineen ja tämä häiritsee mittauksia.

Koska rakennustyömaa oli suuri ja osa työmaasta ei vielä ollut mittauskunnossa, jaettiin mittaukset useampaan osaan. Kohteessa oli tiiveysvaatimuksen omaavia tiloja, joten ne mitattiin eri kerroilla. Olimme alustavia tiiveysmittauksia hyvissä ajoin ennen lopullista tiiveysmittausta. Näissä alustavassa mittauksessa havaitsimme joitain puutteita ja ne korjattiin välittömästi.

Ensimmäisellä mittauskerralla käytiin mittausalueen paikat läpi ja dokumentoitiin vuotokohdat. Kun vuodot on korjattu, otetaan varsinainen mittaus, jolloin saadaan mahdollisimman pieni ilmavuotoluku.

Ennen tiiveysmittausurakoitsijan alustavia mittauksia tehtiin työmaalla rakennushenkilöiden toimesta tiiveystarkastuksia, jotta saatiin selville suurin osa vuotokohdista. Nämä mittaukset suoritettiin epävirallisilla mittaus- ja paineistuslaitteilla, joilla saatiin suuntaa antava arvo ilmavuotoluvusta. Ennen tiiveysmittauspäivää, tuli ilmanvaihdon olla pois päältä ja kaikki tiedossa olevat ilmareiät tukittu. Rakennus oli jaettu pieniin mittausalueisiin, joten näiden alueiden rajapinnat tuli tehdä ilmatiiviiksi, kuten kuvassa 9 on esitetty. Tähän hyvänä apuna oli esimerkiksi kevyen tartunnan omaava oranssi teippi. Yleisiä ilmarakoja oli mm. ovien pielet.



Kuva 9. Hissin ovien ilmarat teipattiin umpeen, jotta paine-ero ei tasoittuisi hissikuilun kautta.

Ilmanvaihtoputkien palopellit laitettiin kiinni. Mikäli palopelti ei ollut sopivassa kohtaa, putket saatiin ilmatiiviiksi tätä varten tarkoitetulla ilmalla täyttyvällä pallolla. Pallon pumppaamiseen tarvittava varustus on esitetty kuvassa 11. Pallo asetettiin putkiin ilmanvaihdon ja viemäröinnin tarkastusluukkujen kautta. Viemäreissä ei ollut vielä paljoa vettä sisällä, joten ennen mittauksien aloittamista laitoimme runkoviemäriin ilmatiiviin pallon. Muuten tiivis alue olisi saanut korvausilmaa viemäreiden kautta. Kuvassa 10 on esitetty tiivistyspallon poisto.



Kuva 10. Tiivistyspallo poistettiin viemäristä onnistuneen ulkovaipan vuotojen etsimisen jälkeen.



Kuva 11. Laatikossa näkyvät pumpattavat tiivistyspallot voidaan täyttää helposti nokkakärryissä mukana kulkevalla kompressorilla.

Ilmatiiveysmittaukset toteutettiin kylmällä kelillä, jotta mahdolliset ilmapuodot julkisivussa nähtiin paremmin lämpökameralla.

Kun saimme kaikki tiiveysmittaukseen tarvittavat tavarat mittausalueen sisälle, asensimme oviin varoituskyttilit mittauksista (kuva 12) ja teippasimme kulkuoven ilmaraot tiiviiksi.





Kuva 12. Hyvä esimerkki varoituslapusta mittausten ulkorajoille.

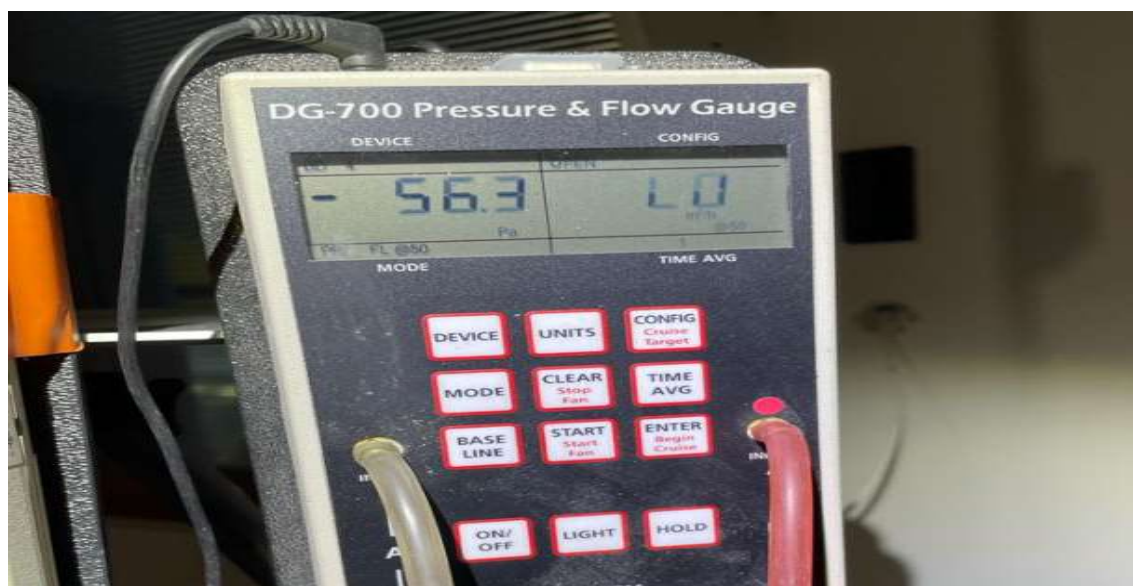
### 3.2.2 Mittaaminen

Mittausalueelleen rajapinnalta valittiin kaksi oviaukkoa, joihin asensimme ilmatiiviit ovet, joissa oli tehokkaat puhaltimet. Säädimme puhaltimet muodostamaan mittausalueelle 50 Pascalin alipaineen. Tämä paine-ero saavutettiin noin viidessä minuutissa, mikä oli hyvä aika näin suurelle mittausalueelle. Mikäli paine-ero ei olisi noussut tarpeeksi, olisi jossain rajapinnalla täytynyt olla vuoto. Tässä vaiheessa kannatti varmistua, että ilmanvaihto oli pois päältä ja mm. luukut ja kuilut oli teipattu ilmatiiviiksi. Tiivistyksien viimeistelyyn oli syytä varata runsaasti aikaa vielä mittauspäivänäkin. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty paineen luomiseen ja tarkkailuun tarkoitettut laitteet. Tiiveysmittaukset tehdään kahdessa osassa ja

jälkimmäisellä kerralla otetaan virallinen tulos. Ensimmäisellä kerralla paine-ero kannatti tehdä, jotta ilmavuodot tulivat paremmin esille.



Kuva 13. Yli- tai alipaineen tuottamiseen tarkoitetut puhaltimet ja mittarit.



Kuva 14. Vasemmanpuoleinen luku mittarissa kertoo, että mittaushetkellä tilassa vallitsi 56,3 Pascalin alipaine.

Kun rajatun tilan 50 Pascalin paine-ero oli saavutettu, lähdimme järjestelmällisesti kiertämään tiloittain ulkovaipan sisäpintoja. Näissä oli hyvä olla mukana tu-  
lostetut pohjakuvat kerroksista, joihin vuotokohtat voitiin merkitä. Ilmavuotojen havaitsemiseen käytettiin apuna lämpökameraa ja savukonetta. Näiden toimintaa on havainnollistettu kuvissa 15 - 17. Lämpökameralla nähtiin suoraan alueen kylmimmät kohdat, joka kertoivat ilmavuodosta julkisivussa. Kylmät kohdat olivat lähes aina saumakohtia tai liittymiä.



Kuva 15. Lämpökameralla nähtiin suoraan alueen kylmimmät kohdat.



Kuva 16. Helposti mukana kulkeva savukone. Koneen säiliö täytettiin kalkittomalla nesteellä, jotta välttyimme tukkeumilta savukoneessa.



Kuva 17. Savun epätavallinen liike kertoi ilmavuodosta.

### 3.2.3 Ilmatiiveysluokiteltujen ovien ja tilojen tiiveyden tarkastaminen

Kun ilmatiiveysluokiteltujen ovien ja tilojen tiiveyttä tarkasteltiin, luotiin huoneeseen puhaltimien avulla 50 Pascalin alipaine ja käytiin oven ja seinien saumat läpi savukoneen avulla. Seinien epätiiviyys voitiin havaita, mikäli tilan paine ei meinaa nousta tai pysyä 50 Pascalin paineessa. Mikäli vuotoja ilmeni, oli ovi-, tai väliseinäurakoitsijan korjattava tiivistykset.

### 3.2.4 Raportointi

Kun ulkovaipan ja ilmatiiveysluokiteltujen tilojen vuotokohtat oli tarkastettu, lähetettiin niistä raportti tarvittaville osapuolille. Raportista kävi ilmi vuotokohtien sijainti pohjakuvassa ja liitteenä oli lämpökameran kuva kyseessä olevasta vuotokohtasta. Lämpökameran kuva helpotti huomattavasti korjauksen tekemää henkilöä. Hyvä keino vuotojen etsijälle oli esimerkiksi merkata vuotokohdan numero A3-kokoiseen pohjakuvaan paikan päällä ja tallentaa lämpökameran kuva samalla numerolla tietokoneelle. Ensimmäisellä mittauksen käyntikerralla voitiin kokeilumielessä ottaa ilmatiiveysluku. Emme ottaneet sitä, koska ilmavuotoja oli vielä melko paljon.

Kun kaikki tiivistyskorjaukset on tehty, voidaan mitata lopullinen ilmavuotoluku. Sen tulokset täytyy tallettaa rakennushankkeen asiakirjoihin.

## 3.3 Äänimittaukset

Sairaalassa on samanaikaisesti paljon ihmisiä, joten huoneiden ja rakenteiden äänieristävyys on erittäin tärkeää. Aulatilat ovat korkeita ja leveitä, joten niissä äänet kaikuva pitkään ja häiritsevästi. Eri toimintoja tekevät tilat ovat usein vierekkäin, jolloin potilaan ja henkilökunnan kannalta on mielekästä, ettei toimenpiteiden äänet kantaudu viereisiin huoneisiin. Äänimittauksilla varmistetaan tilojen täyttävän äänieristysvaatimukset.

### 3.3.1 Valmistelu

Ennen äänimittausten tarjouspyynnön lähettämistä oli selvitettävä mitattavat tilat ja mittausten laajuus. Projektista oli akustikon tekemä suunnitelma mitattavista tiloista, kuten kuvassa 18 on esitetty. Mitattavat tuli olla lähes valmiit, vähintään kaikki läpimenot oli oltava ummistettu ja ovet kahvoineen paikoillaan.



Kuva 18. Esimerkki akustikon tekemästä kartasta, jossa pohjakuvaan on merkattu äänieristävyysluokan vaatimat tilat. Saman äänieristävyysluokan omaavat tilat tai ovet ovat saman värisiä.

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa oli päätetty myös eri tilojen ääneneristysvaatimukset. Ennen rakentamisen aloittamista alaan erikoistunut akustikko teki akustisen työselostuksen. Tämä selostus tuli olla kaikkien rakentamisen osapuolten saatavilla. Kuvassa 19 on esitetty äänilaitteen eri taajuusvaihtoehdot.

Akustisessa työselostuksessa oli kerrottu eri rakenteiden äänieristävyysvaatimukset sekä työohjeet esimerkiksi läpivientien tiivistämiseksi ja vesipumppujen tärinän vaimentamiseksi. Selostuksessa oli myös kerrottu standardit, joihin äänimittauksia verrataan.

Pienet viimeistelyyn liittyvät asiat ovat tärkeitä äänimittauksien onnistumiselle vaatimuksien mukaan. Tällaisia asioita olivat esimerkiksi ovipumpun kireys, laskeutuvan kynnyksen säädöt, oven reunatiivisteiden kunto, villoituksen määrä sähköpielissä ja läpivientien tiivistykset. Nämä kaikki kannatti kiertää jokaisen tilan osalta läpi ennen mittauksia, jotta rahaa ja aikaa ei mennyt turhiin uusintamittauksiin.



Kuva 19. Akustisissa mittauksissa käytettävän äänilähteen eri taajuusvaihtoehdot. Normaalitilanteessa käytettiin 50 Hz-20 KHz asetusta.

### 3.3.2 Äänitasojen mittaaminen

Mittausten aikana lähettyvillä ei saanut tehdä meluavaa työtä, joten usein paras ajankohta mittauksille oli viikonloppuisin tai iltaisin. Myös esimerkiksi poraaminen eripuolella rakennusta mittauksen aikana, olisi vaikuttanut mittaustuloksiin. Mittaukset sujuivat parhaiten kolmen henkilön tiimissä. Yksi henkilö käytti äänilähdettä, toinen mikrofonia ja kolmas teki raportoinnin.

### 3.3.3 Raportointi

Mittausten jälkeen mittaja koosti raportin (esimerkki kuvassa 20), johon on merkattu mittauskohde sekä mittauksen tulos Desibeleinä sekä täyttykö vaadittu arvo. Jälkikaiunta-ajan mittauksen tulos ilmoitettiin sekunteina.

#### Lähetyshuone:

STB6.026, PH

#### Vastaanottohuone:

STB6.028, PH

#### Rakenteen pinta-ala:

20 m<sup>2</sup>

#### Vastaanottohuoneen tilavuus:

83 m<sup>3</sup>

#### Lähetyshuoneen tilavuus:

83 m<sup>3</sup>

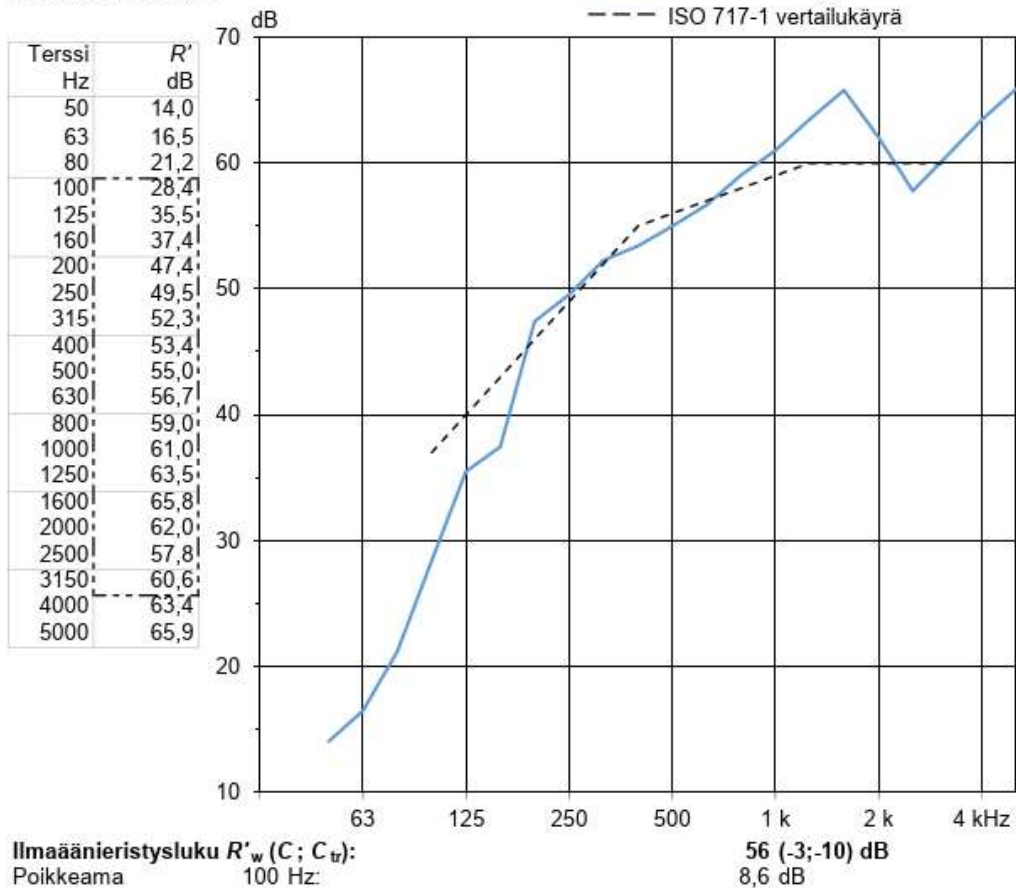
#### Havainnot

Huoneiden ovien tiivistys (ovet salvalliset). Ovet äänen sivutiesiirtymä.

#### Rakenne

Väliseinä

#### Ilmaäänieristävyys:



Kuva 20. Esimerkki hyvästä äänimittausraportista.



### 3.4 Pölynmittaukset

Kun rakentaminen oli loppusuoralla, tehtiin loppusiivous. Tässä vaiheessa useimmiten suurimmat ja likaisimmat työt oli jo tehty. Siivous voitiin suorittaa hyvissä ajoin ennen valmistumista, jotta suurimmat rakentamisesta aiheutuneet liat ja roskat saadaan pois viimeistelytöiden tieltä. Loppusiivouksen taso tarkastetaan alueittain P1- mittajaan toimesta. Siisteystasoa voidaan pitää yllä luovutukseen asti säännöllisellä perussiivouksella.

Siltasairaalassa suoritetaan normaalin rakennustyömaan tapaan P1- pölynmittaus myös ennen luovutusta. Rakennuksen luovutuksen jälkeen sairaala tekee vielä oman siivouskierroksen ennen käyttöönottoa.

#### 3.4.1 Valmistelu

Kun pölynmittausurakoitsijaa etsittiin hankintaprosessin aikana, oli viimeistään tiedettävä, miten loppusiivoukset tullaan tekemään. Täytyi miettiä, oliko tarve yhdelle mittauskerralle, vai useammalle. Mittaaja oli asiaan perehtynyt konsultti, joten työstä tehtiin konsultointisopimus. Tarjousneuvottelussa oli tärkeää käydä läpi siivouksen ja ilmanvaihdon säätöjen sekä luovutuksen aikataulu. Mittaustavat ja mittauksien määrä käytiin myös läpi. Mittausten määrässä noudatettiin RT07-11299 kortistoa.

Kun sopiva konsultti oli valittu ja sopimus allekirjoitettu, pidettiin aloituspalaveri mittauksista. Palaverissa varmistuttiin aikatauluista ja vaihdettiin asianomaisten yhteystiedot.

#### 3.4.2 Mitattavat tilat

Siltasairaalassa on tiloja, joissa ollaan erityisen tarkkoja hygieniasta. Jokaisesta tällaisesta huoneesta otetaan pölynmittaus. Näitä tiloja on sairaalakohteessa

esimerkiksi leikkaussalit ja ilmatiiviit huoneet. Jäljelle jäävistä tiloista pölynmittaaja valitsi sattumanvaraisesti 10 prosenttia tiloista mitattavaksi.

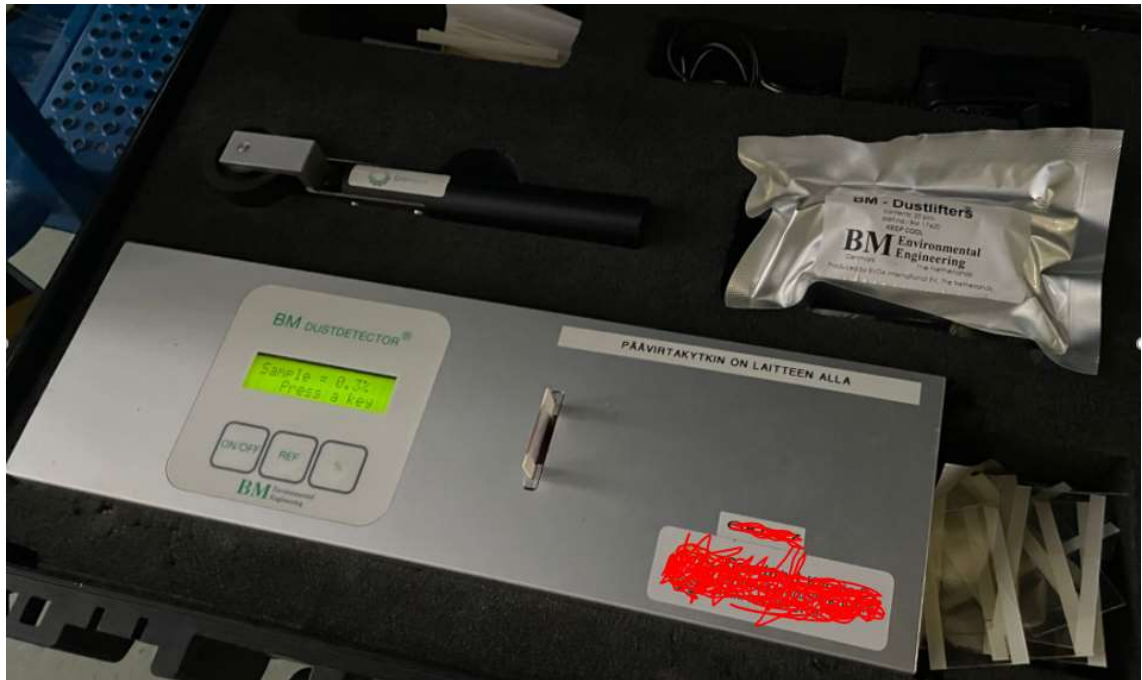
Tarkastettavia tiloja ei saatettu loppusiivoajan tietoon, jotta he eivät voineet siivota kyseisiä tiloja normaalia paremmin. Mitattavan tilan täytyi tulla loppusiivoajille yllätyksenä, näin voitiin varmistua tasaisesta siivouksen laadusta.

### 3.4.3 Pölypitoisuuden mittaaminen

Puhtauden taso on syytä mitata kahteen kertaan. Ensimmäiset tarkastukset tehtiin ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä. Tällöin arvioitiin silmämääräisesti kaikkien pintojen puhtaus, myös ne, jotka eivät jää valmiissa rakennuksessa näkyviin, kuten esimerkiksi alakattojen yläpuoliset tilat. Silmämääräisesti tarkastellun puhtauden lisäksi arvioitiin puhtauden taso geeliteippimittauksin.

Tilat tarkastetaan toiseen kertaan, ennen rakennuksen luovutusta. Arviointi kattaa katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. Alakattojen yläpuolisten pintojen puhtautta ei tarkasteta enää alakattolevyjien ollessa asetettu paikalleen.

Mittaustarvikkeille ja välineille oli hyvä varata pyörillä liikkuva pöytä. Tämä nopeutti ja helpotti mittaajan työtä huomattavasti. Tärkeimpiä varusteita mittaajalle olivat kannettava muistiinpanovälineet, henkilönostin, kuvassa 20 esitetty geeliteipin analysointilaite sekä geeliteipit.



Kuva 21. Geeliteipin analysointiin tarkoitettu laite.

Mittaamisen suoritti alan erikoistunut henkilö. Varsinaisia sertifikaatteja ei mitaajalta vaadittu, kunhan mittaukset suoritettiin annettujen sääntöjen ja ohjeiden mukaan.

Mikäli alakattolevyjä joutui irrottamaan puhtausmittauksen takia, oli irrotuksen syytä tapahtua alakattourakoitsijan toimesta. Tällä varmistettiin oikeaoppinen alakattolevyn takaisinlaitto. Mikäli alakattolevy meni huonosti paikalleen, voi siitä koitua vaaraa rakennuksen käytön aikana.

#### 3.4.4 Pölymittauskonsultin haastattelu

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Granlund Oy:lle työskentelevää P1-pölymittauskonsultti Pasi Heikkistä. Haastattelu suoritettiin samalla seuraten haastateltavan mittaustyöskentelyä Siltasairaalan rakennustyömaalla.

Haastattelun kysymykset ja vastaukset:

1. Teetkö pääsääntöisesti pelkkiä pölymittauksia?

”Teen suurimmaksi osaksi ajastani LVI-suunnittelua. Tilanteesta riippuen, käyn mittaamassa pölyisyyksiä yleensä kerran viikossa.”

2. Mikä on ollut mieleenpainuvuin mittauskeikkasi?

”Erään toimistorakennuksen käyttäjän mielestä ilmanvaihto ei toiminut kunnolla. Kiinteistön omistaja oli sitä mieltä, että ilmanvaihdossa kaikki on kunnossa. Kävin sitten erimielisyyden tullessa mittaamassa ilmanvaihtokanavan pölyisyyden ja putkistot olivat valtavan pölymäärän peitossa.”

3. Onko olemassa tyypillistä tilaa, joka ei läpäise tarkastusta?

”Tyypillisimpiä tiloja ovat sellaiset tilat, joiden alakattojen yläpuolella on todella paljon sähköhylyjä ja erilaisia putkia.”

### 3.4.5 Raportointi

Kun mittaukset oli tehty, tuli mittajaan toimittaa raportti tekemistään mittauksista, kuten kuvassa 22 on esitetty. Mittauksista tuli käydä ilmi mitatut tilat, sekä oliko tilat läpäisseet mittaukset. Mikäli tila ei täyttänyt mittausvaatimuksia, tuli raportista käydä ilmi mittauspinta, joka ei läpäissyt vaatimuksia. Tämän perusteella tila siivottiin uudelleen paremmin ja tehtiin uusintamittaus.

Hyvä raportti piti sisällään selkeän listauksen tiloista ja mahdollisista puutteista. Hyvää taulukkoa pystyi tulkitsemaan myös esimerkiksi ulkomaalaistaustainen loppusiivoaja.

Yhteenveto:  
Mittauksia yht. 95 kpl  
Keskiarvo 1,35 %  
Aina mitattava tila

,joista 5 % ylityksiä 0 kpl

Visuaalinen hylätty

Kunnossa (> 5 %)  
Huomautus (5 %..15 %)  
Hylätty (< 15 %)

Numero	Lohko	Nimi	Mittauspinta	Pölykertymä %	Muut huomiot	Siivouksen pvm	visuaalinen
STB6.001	1	Käytävä	kanava	3,7			
			iv-laite	3,2			
			alakattolevy	3,1			
STB6.005	1	Omaisten huone	pöytä	0,1			
			kisko	0			
			kanava	2,1			
STB6.011	1	Käytävä	kanava	2,7			
			iv-laite	3,1			
			putki	2,1			
STB6.024	1	Potilashuone 1ss	kanava	1,2			
			IV-laite	0,7			
			sähkörasia	3			
STB6.032	1	Potilashuone 1ss	IV-laite	0,8			
			IV-kanava	1,2			
			kupariputki	0			
STB6.042	1	Potilashuone 1ss, Ilmaeristys varaus (tiivisseinät)	iv-laite	2,5			
			iv-kanava	3,9			
			ikkunalauta	0,5			

Kuva 22. Esimerkki hyvästä pölymittausraportista.

## 4 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena saatiin yrityksen käyttöön selkeälukuinen ja kattava tietopaketti tiiveys-, pölyn- ja äänimittauksista.

### 4.1 Tietopaketin jakelu

Tietopaketti tulee pdf- tiedostona yrityksen verkkolevylle, josta sen voi jokainen yrityksessä työskentelevä käydä lukemassa. Tietopaketin voi esimerkiksi myös tulostaa ja laittaa luettavaksi työmaatoimistolle yleissivistävänä tietona tulevien työmaiden varalle.

### 4.2 Tietopaketin sisältö

Tietopaketti sisältää suurimman osan tiedoista, jotka ovat myös tässä opinnäytetyössä. Kuvassa 23 on kuvakaappaus tietopaketin sisällysluettelosta. Tietoa on hieman tiivistetty helppolukuisemmaksi, jotta lukeminen ei käy pitkästyttäväksi.

**Sisällys**

## Lyhenteet

1	Yleistä rakennusteknisistä mittauksista	1
1.1	Tiiveysmittaukset	1
1.2	Äänimittaukset	3
1.2.1	Ilmaäänieristyksen mittaus	6
1.2.2	Askeläänitason mittaus	6
1.2.3	Julkisivun äänieristyksen mittaus	7
1.2.4	Äänieristysovien mittaus	7
1.2.5	Jälkikaiunta-ajan mittaus	8
1.2.6	Määräykset ja standardit	8
1.3	Pölymittaukset	9
1.3.1	P1- puhtausluokan toteutusohjeet	9
1.3.2	Mittausten määrä	10
1.3.3	SFS 5994 INSTA 800 –standardi	12
2	Rakennusteknisiä mittauksia Siltasairaala- hankkeessa	13
2.1	Kohteen esittely	13
2.2	Tiiveysmittaukset	14
2.2.1	Valmistelu	14
2.2.2	Mittaaminen	18
2.2.3	Ilmatiiveysluokiteltujen ovien ja tilojen tiiveyden tarkastaminen.	22
2.2.4	Raportointi	22
2.3	Äänimittaukset	22
2.3.1	Valmistelu	23
2.3.2	Äänitasojen mittaaminen	24
2.3.3	Raportointi	25
2.4	Pölymittaukset	26
2.4.1	Valmistelu	26
2.4.2	Mitattavat tilat	26
2.4.3	Pölypitoisuuden mittaaminen	27
2.4.4	Pölymittauskonsultin haastattelu	28
2.4.5	Raportointi	29
3	Yhteenvedo ja johtopäätökset	31
	Lähteet	1

Kuva 23. Kuvakaappaus tietopaketin sisällysluettelosta.

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Insinööriyössä tutkittiin tiiveys-, pölyn- ja äänimittausten teoriaa rakennushankkeessa. Käytännön toteutusta mittauksista tutkittiin Siltasairaala-hankkeessa.

Kyseessä olevien mittausten hankkiminen, valmistelu ja itse mittaaminen raportteineen saatiin onnistumaan hyvin ja mittauksissa ei ilmennyt merkittäviä ongelmia.

Tutkimusta tehdessä ilmeni, että:

- Tarjousneuvotteluissa kannatti käydä läpi lisämittausten hinta, mikäli mittaattava kohde ei läpäise vaatimustasoa ensimmäisellä mittauskerralla.
- Suuri rakennus kannatti jakaa moneen eri mittausalueeseen, jotta alueen mittaukset saatiin toteutettua yhden työpäivän aikana.
- Ennen virallisia mittauksia kannatti käydä ennakoiva kierros, jotta selkeät haitat mittauksille saadaan poistettua.
- Työmaan työntekijöitä kannatti varoittaa useampi viikko etukäteen, jotta he osasivat järjestää työnsä siten, ettei niistä koitunut haittaa mittauksille.
- Rakennusteknisten mittauksien ennakoiville töille kannatti tehdä oma työlista, jotta ne tulevat varmasti tehdyksi.



## Lähteet

Kenttämittaukset rakennuksista ja rakennuselementtienteistä. Standardi 2014 SFS-EN ISO 16283-1.

Auvinen, Ilmari; Salmensaari, Olli; Näveri, Nella. 2021. Akustiset vastaanottomittaukset – vaatimuksia ja ohjeita. Työmaan sisäinen suunnitelma rakennushankkeen osapuolille.

Laukkanen, Perttu; Näveri, Nella, Salmensaari, Olli. 2018. Akustinen työselostus. Työmaan sisäinen suunnitelma rakennushankkeen osapuolille.

Huoneakustiikka. 2021. Verkkoaineisto. MIP Electronics Oy. < <http://aanitaso-mittari.fi/sovellukset/huoneakustiikka/>>. Luettu 7.2.2022

Pölynhallinta ja P1-puhtausluokka rakennusprojektissa. 2021. Verkkoaineisto. Consair Oy. <<https://polynhallinta.consair.fi/polynhallinta-ja-p1-puhtausluokkarakennusprojektissa>>. Luettu 19.1.2022.

Siltasairaala. 2018. Verkkoaineisto. HUS Kiinteistöt Oy. < <https://www.hus.fi/tieto-meista/strategia-ja-vastuullisuus/rakennushankkeet/siltasairaala>>. Luettu 2.3.2022.

Siivouksen tekninen laatu. Mittaus- ja arviointijärjestelmä 2012 SFS 5994 INSTA 800.

Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2018 RT 07-11299. Rakennustieto Oy

Tiiveysmittauspalvelut. 2021. Verkkoaineisto. Paloniitty Oy. < <https://www.paloniitty.fi/tiiveysmittaus> >. Luettu 19.1.2022