



Annika Toivonen

Luovutusvaiheen dokumentoinnin hallinta asuinkerrostalokohteen IV- urakassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

20.11.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Annika Toivonen
Otsikko:	Luovutusvaiheen dokumentoinnin hallinta asuinkerrostalokohteen IV-urakassa
Sivumäärä:	34 sivua
Aika:	20.11.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-urakointi
Ohjaajat:	Lehtori Markku Leino Talotekniikka-asiantuntija Tapio Kare

Insinöörityössä perehdyttiin rakennuskohteen luovutusprosessiin ja ilmanvaihtourakan luovutusvaiheen dokumentteihin ja asiakirjoihin sekä niihin liittyvään teoretietoon ja määräyksiin. Insinöörityön pohjana hyödynnettiin sekä alan kirjallisuutta että määräyksiä, standardeja, lakeja ja ohjeita. Insinöörityössä korostui ilmanvaihdon luovutusvaiheen tärkeimmät osa-alueet, osapuolet ja asiakirjat.

Työn tavoitteena oli luoda laadukas kansiorakenne, joka selkeyttää ja helpottaa ilmanvaihto-osaston projektinhoitajien ja projektipäällikköjen ilmanvaihtourakan luovutusvaiheen hallintaa. Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksiköllä on ollut käytössä useita ilmanvaihdon luovutusvaiheeseen liittyviä asiakirjoja ja dokumentteja, joita oli tarpeen päivittää ja laatia lisää.

Insinöörityön lopputuloksena oli kopioitava, sähköinen kansiorakenne, joka sisältää sekä tarvittavat asia-/pöytäkirjapohjat että toimii muistilistana muista hankittavista dokumenteista.

Avainsanat: ilmanvaihto, luovutusvaihe, ilmanvaihtourakka

Abstract

Author: Annika Toivonen
Title: Management of Handover Phase Documentation in Ventilation Contract of Apartment Building
Number of Pages: 34 pages
Date: 20 November 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Contracting
Supervisors: Markku Leino, Senior Lecturer
Tapio Kare, MEP Expert

The purpose of the final year project was to build a comprehensive knowledge base of the regulations, standards, laws and guidelines regarding the necessary steps, approvals, and documents for a ventilation project handover. With the knowledge base, the goal was to create high-quality document templates and a folder structure to simplify and clarify the management of the handover phase. The aim was to update templates and instructions that were not easy to use.

The bachelor's thesis first studied the handover process of a construction site and the documents related to the handover phase of ventilation contract. Furthermore, information and regulations about them were collected. With the collected information, new and updated document templates, and a folder structure for managing them were created.

The result of the project was a folder structure with all necessary document templates in a user-friendly format. The folder structure serves as a memory list of the documents to be acquired. With the document templates and the folder structure, the unit's handover phase will be much smoother and clearer, enabling efficient work flow, thus saving project managers' time.

Keywords: ventilation, handover phase, ventilation contract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakennuskohteen luovutusprosessi	2
2.1	Rakennushankkeen osapuolet	2
2.2	Luovutusvaiheen dokumentointi	4
3	Ilmanvaihdon luovutusvaihe	5
3.1	Laitetoimittajaluettelo ja tuotehyväksynät	5
3.2	Suodattimet	5
3.3	Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyöt	7
3.3.1	Ilmavirtojen mittaus	8
3.3.2	Paine-ero ulkovaipan yli	9
3.4	Ilmanvaihdon tiiveyskoe	10
3.5	Ilmanvaihdon äänimittaukset	11
3.6	Ilmanvaihtokanaviston puhtaustarkastus	13
3.7	Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-laskelma	13
3.8	Paloturvallisuus	16
3.9	Savunpoisto	17
3.10	LVI-tuotteiden kelpoisuusluettelo	18
3.11	Toimintakokeet	20
3.12	Käyttöönottopöytäkirja	21
3.13	Ilmanvaihdon hätäpysäytys	22
3.14	LVIAS-käytönopastus	22
4	IV-luovutusvaiheen kansiorakenne	23
4.1	Päivitetyt dokumentit	25
4.2	Dokumenttipohjien käyttö	26
4.3	Ilmanvaihdon mittauspöytäkirjapohja	27
4.4	Äänimittauspöytäkirjapohja	28
4.5	Palopeltiluettelo ja asennustodistukset	29
4.6	Mahdolliset ongelmat	30
5	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on kehittää ja päivittää Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihtourakointiosastolle luovutusvaiheen dokumentoinnin hallintaa. Ilmanvaihto-osastolla on käytössä useita kohteen luovutusvaiheeseen liittyviä pöytäkirjoja ja dokumentteja, joista on käytössä useita eri versioita. Insinööriyössä perehdytään määräyksiin ja ohjeistuksiin liittyen rakennushankkeen talotekniikan dokumentteihin ja päivitetään käytössä olevat pöytäkirja- ja asiakirjapohjat. Niiden perusteella kartoitetaan olemassa olevien ilmanvaihdon luovutusasiakirjojen kehityskohdat ja tämän jälkeen paneudutaan niihin yksityiskohtaisesti.

Työn tavoitteena on kehittää luovutusvaiheen dokumenttien laatua ja vakinaistaa ne ilmanvaihto-osaston projektinhoitajien käyttöön, jolloin osaston luovutusvaiheen käytännöistä tulee yhtenäisempiä. Osaston käyttöön saadaan laadukas kansiorakenne, joka on jaettu useampaan alakansioon sisältäen tarvittavat luovutusasiakirjapohjat. Niiden avulla projektinhoitajien luovutusvaiheen hallinta selkeytyy ja samalla kansiorakenne toimii tukitoimintona sekä muistilistana projektin koko elinkaaren ajan.

Insinööriyön pohjana hyödynnetään muun muassa rakennustietokortistoa, ympäristöministeriön asetuksia, talotekniikkainfoa, lakeja sekä kirjallisuutta, jotta tietopohja olisi mahdollisimman kattava ennen dokumenttien päivittämistä.

Työssä hyödynnetään myös Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osaston käyttämiä pöytä- ja asiakirjapohjia.

2 Rakennuskohteen luovutusprosessi

Luovutusvaiheella tarkoitetaan rakennustyön vaihetta, jossa kohteen omistajuus ja vastuu siirtyvät rakentajilta rakennuttajalle tai käyttäjälle. Käytännössä tämä luovutusvaihe alkaa jo ennen rakennustöiden alkamista ja päättyy, kun takuutyöt on hyväksytty. (1, s. 16.)

Talotekniikkaurakoitsijan vastuulla ovat taloteknisten töiden luovutuksen valmisteluun liittyvät vaiheet. Näitä vaiheita ovat toimintakokeiden aloitusvalmiuden toteaminen, toimintakokeet, tarkastusmittaukset sekä loppukatselmointi viranomaisen kanssa. Ennen toimintakokeita talotekniikkaurakoitsijat suorittavat kuitenkin laite- ja asennustapatarkastukset, järjestelmien mittaus- ja säätötyöt sekä sisäiset toimintakokeet. Nämä työvaiheet edellyttävät pölyävien työvaiheiden päättymistä sekä rakennuksen tiiveyttä. Valvojan ja suunnittelijoiden vastuulla on tarkastaa mittaustulokset ennen kuin kohteessa pidetään viranomaiskatselmoiteja. (2, s. 57–58.)

2.1 Rakennushankkeen osapuolet

Rakennuskohteen rakennus- ja luovutusvaiheeseen liittyy useita osapuolia ja toimijoita. Luovutusprosessiin kuuluvia osapuolia ovat asiakas, pääurakoitsija, aliorakoitsijat, suunnittelutoimistot sekä viranomaiset. Jokainen osapuoli pitää sisällään keskeisiä toimijoita kuten valvojia, käyttäjiä, työpäälliköitä, työnjohtoa, työntekijöitä sekä suunnittelijoita. Luovutusvaiheen osapuolet ja keskeiset toimijat on esitetty tarkemmin taulukossa 1. (1, s. 18.)

Taulukko 1. Luovutusvaiheen osapuolet (1, s.18).

Osapuolet	Keskeiset toimijat
Asiakas	Valvojat Käyttäjät Rakennuttajainsinööri Isännöitsijät Asukkaat
Pääurakoitsija	Projektipäällikkö Työpäällikkö Työnsuunnittelija Vastaava työnjohtaja Talotekniikkakoordinaattorit Työntekijät
Aliurakoitsijat	Työnjohtajat Nokkamiehet
Suunnittelutoimistot	Suunnittelijat
Viranomainen	Tarkastajat

Rakennuksen käyttäjäksi voidaan lukea muun muassa asukas-, henkilöstö- ja asiakasryhmät. Käyttäjät eivät yleensä kerrostalokohteissa osallistu varsinaiseen rakennushankkeeseen, vaan heillä on yhteyshenkilö, jonka avulla tieto kulkee rakennuttajaorganisaation sekä käyttäjän välillä. (3, s. 3.)

Rakennushankkeen suunnittelusta vastaa suunnittelijaryhmä, joka pitää sisällään eri alojen suunnittelijoita. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määritelty suunnittelutehtävien vaativuusluokat, joita ovat vähäinen suunnittelutehtävä, tavomainen suunnittelutehtävä, vaativa suunnittelutehtävä ja poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä. Lisäksi rakennushankkeessa tulee olla pääsuunnittelija, jonka tehtäviin kuuluu vastata suunnitteluryhmän työn koordinoinnista sekä huolehtia rakentamista koskevien säännösten, määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimusten täyttymisestä. (3, s. 3–4.)

Rakennusvalvontaviranomainen valvoo rakennushanketta yleisen edun kannalta. Tämän lisäksi rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on huolehtia lakien ja sen nojalla säädettyjen määräyksien noudattamisesta. Rakennusvalvontaviranomainen osallistuu rakennuspaikan katselmointeihin ja tarkastuksiin. (3, s. 4.)

2.2 Luovutusvaiheen dokumentointi

Luovutusvaiheen aikana dokumentoidaan erilaisia tarkastuksia ja mittauksia, jotta välttyttäisiin ongelmilta tulevaisuudessa. Mikäli ongelmia ilmenee, luovutusvaiheen aikana tehdyt dokumentit ovat apuna ongelmatilanteiden ratkomisessa. Tämän vuoksi on tärkeää, että dokumentit sisältävät kaikki tarvittavat tiedot. (4, s. 23.) Skanska talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osastolla on käytössään useita pöytä- ja asiakirjamalleja, joita projektinhoitajat ja projektipäälliköt hyödyntävät ilmanvaihtourakan luovutusvaiheessa. (5.)

Kaikista mittauksista ja tarkastuksista tulee luoda muistio tai pöytäkirja. Asiakirjan varsinaisen sisällön lisäksi siitä tulisi selvittää asiakirjan tekijä, päivämäärä, jolloin asiakirja on tehty, asiakirjan nimi, sivunumero ja sivumäärä, päivämäärä, jolloin asiakirjan sisällön tehtävät on tehty, yhtiön/organisaation nimi, jonka työntekijä on kyseisen dokumentin tehnyt sekä hyväksyjän nimi, allekirjoitus ja päivämäärä. (6, s. 3.)

Puukon (4, s. 47) mukaan asuinkerrostalon talotekniikan luovutusprosessissa ongelmia luo muun muassa luovutusdokumenttien määrämuodottomuus. Urakoitsijalla ei välttämättä ole mallipohjaa kaikille dokumenteille, jolloin samantyyppisen dokumentin saattaa laatia useampi saman yrityksen työnjohtaja. Kun dokumentit eivät ole yhtenäisiä, niistä ei välttämättä aina käy ilmi kaikki vaaditut asiat. Dokumenttien määrämuodottomuus aiheuttaa haasteita erityisesti asukkaiden ilmoittamissa ongelmatilanteissa virhevastuuajana. Jos dokumentit on laadittu asianmukaisesti ja tarkasti, niistä on todennäköisempää löytää jälkikäteen ongelmatilanteissa haetut arvot ja tulokset.

3 Ilmanvaihdon luovutusvaihe

3.1 Laitetoimittajaluettelo ja tuotehyväksynnät

Rakennuksen taloteknisten töiden vastaanottomenettely alkaa jo ennen asennustöitä laite-, materiaali- ja järjestelmähyväksynnöillä. Kaikkien laitteiden ja materiaalin hyväksyttäminen tulee tehdä ennen niiden tilaamista ja asennusta. Laite- ja materiaalihyväksyntöjen tarkoituksena on valmistaa, että kyseiset tuotteet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Vaikka tuotehyväksyntöjä tehdään ennen asennustöiden aloittamista, on se silti osa kohteen vastaan- ja käyttöönoton tehtäviä. Tuotehyväksynnöissä on huomioitava myös suunnitelmien mukaisten laitteiden hyväksyttäminen. (6, s. 2–4; 7, s. 5.) Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osastolla on käytössä laitetuottajaluettelo, jonka avulla tuotehyväksynnät tehdään. Laitetoimittajaluetteloa päivitetään projektin edetessä ja se on osa luovutusmateriaalia. (5.)

Yleensä tuotehyväksynnän tekee rakennuttajan edustaja eli LVI-valvoja. LVI-suunnittelija osallistuu tuotehyväksyntöihin suunnittelusopimuksessa määritellyssä laajuudessa. Rakennuttajan vastuulla on myöntää hyväksyntäoikeus. Tuotehyväksyntäprosessissa urakoitsija esittää tuotteista asiakirjat rakennuttajan edustajalle, joka toimittaa ne LVIA-suunnittelijalle, jos näin on suunnittelusopimuksessa sovittu. LVIA-suunnittelijan hyväksytyä tuotteet rakennuttajan edustaja tekee oman arvionsa ja joko hyväksyy tai hylkää tuotteet. Jos tuote hylätään prosessin aikana, prosessi alkaa alusta. Tuotehyväksyntäprosessi dokumentoidaan sovitulla tavalla. (6, s. 4.)

3.2 Suodattimet

Sisäilman laadulla on suuri merkitys ihmisten terveyteen. Tutkimusten mukaan pienhiukkasten (PM) vaikutus on suurempi kuin minkään muun epäpuhtauden, sillä ne saattavat aiheuttaa muun muassa allergiaa, astmaa, keuhkosyöpää sekä sydän- ja verisuonitauteja. (8, s. 7.) Erityissuunnittelijan vastuulla on

huomioida tarvittava suodatuksen taso ulkoilman laadun sekä sisäilman laadulle asetettujen tavoitteiden mukaisesti (9, s. 5).

Ihmisten terveyden sekä energiatehokkuuden näkökulmasta on tärkeää huolehtia ilmanvaihtojärjestelmän suodattimien vaihdosta säännöllisesti. Suodattimeen kerääntyneet mikro-organismit pääsevät kasvamaan liian kosteassa suodattimessa, minkä vuoksi erityisesti ulkoilmasuodattimet tulisi suojata kastumiselta kammiorakentein tai säleiköillä, jotka erottavat hyvin vettä. (10, s. 19; 11.) Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (8, s. 3) määrittää käyttöajan sisäilman hetkellisen hiilidioksidipitoisuuden suunnitteluarvon korkeintaan 880 ppm (parts per million) suuremmaksi kuin ulkoilman pitoisuuden. Sisäilmassa ei siis saa esiintyä haitallisissa määrin terveydelle haitallisia epäpuhtauksia, kemiallisia, fysikaalisia tai mikrobiologisia tekijöitä.

Suodattimien likaisuus, tiiveys ja kunto tulee tarkastaa myös suodattimien vaihtojen välissä. Suodattimen ollessa erittäin likainen, kostea tai rikkoutunut, tulee se vaihtaa heti uuteen. Kuitusuodattimet vaihdetaan huolto-ohjelman tai LVI-suunnittelijan määrittelemän loppupainehäviön mukaisesti, kuitenkin vähintään kuuden kuukauden välein. Käytettäessä kaksiportaista suodatusta, vaihdetaan karkeasuodatin vähintään kuuden kuukauden välein ja hienosuodatin vähintään kerran vuodessa. (10, s. 19.)

Vuonna 2016 julkaistu ISO 16890 standardi korvasi aikaisemmin käytössä olleen standardin EN 779:2012 liittyen ilmansuodattimien testaukseen ja luokitteeluun. Ilmansuodattimilla on suuri vaikutus sisäilman laatuun ja sen myötä myös ihmisten terveyteen. Suodattimien avulla vähennetään hiukkasmaisten ainesten pitoisuuksia ilmassa. ISO 16890 -standardin avulla luotiin aivan uusi suodattimien luokitusjärjestelmä. (12, s. 3–5.) Taulukossa 2 on esitetty uuden standardin mukaiset ilmanpuhdistuslaitteiden hiukkaserotusasteet hiukkasille, joiden optinen halkaisija on $0,3 \mu\text{m} - x \mu\text{m}$.

Taulukko 2. Hiukkaserotusasteiden määrittelyn optiset hiukcashalkaisija-alueet (12, s. 5).

Hiukkaserotusaste	Kokoalue, μm
ePM₁₀	$0,3 \leq x \leq 10$
ePM_{2,5}	$0,3 \leq x \leq 2,5$
ePM₁	$0,3 \leq x \leq 1$

Luovutusvaiheessa luodaan kohteen ilmanvaihtokoneista suodatinluettelo huoltoyhtiötä varten. Tällöin huoltoyhtiö saa selkeän näkemyksen siitä, mitä suodattimia kyseisessä kohteessa käytetään sekä mistä suodattimet saa tilattua. Suodatinluetteloon merkitään yleisten tietojen lisäksi konetunnus, valmistaja, suodattimien luokka ja tarvittaessa koko sekä määrä. Lisäksi luetteloon merkitään valmistajan varaosakoodi tai mahdollinen muu tilaustapa. (5.)

3.3 Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyöt

Kohteen ilmamäärät tulee olla mitattu ja säädetty sekä ilmanvaihdon tulee olla toiminnassa ennen rakennuksen käyttöönottoa (9, s. 9). Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyöt voidaan aloittaa, kun rakennuksessa ei ole enää pölyäviä työvaiheita ja tilat on siivottu pölystä (6, s. 7, 16). Ilmanvaihdon mittaus- ja säätöuraakoitsijan tulee esittää käytettävistä laitteista voimassa olevat kalibrointitodistukset. Laitteiden kalibrointi suoritetaan yleensä vertailumenetelmällä, jossa kalibroitavan laitteen suureita verrataan mittanormaalilla saatuun arvoon. (13, s. 2–3.)

Ympäristöministeriön asetus 1009/2017 (9, s. 4) määrittää, että asuinhuoneistojen tulo- ja poistoilmavirrat tulee suunnitella siten, että niitä voi tehostaa vähintään 30 % normaalin käyttöajan ilmavirtoihin verrattuna. Ilmavirtojen tulee olla ohjattavissa joko rakennus- tai asuntokohtaisesti. Jos ilmanvaihto on säädettävissä asuntokohtaisesti, voivat asuinhuoneiston tulo- ja poistoilmavirrat olla ohjattavissa enintään 60 % pienemmäksi suunnitellun normaalin käyttöajan ilmavirroista.

Insinööriyössä laadittu laadukas ja toimiva mittauspöytäkirjapohja on esitetty tarkemmin luvussa 4.3. Samaan mittauspöytäkirjapohjaan on yhdistetty sekä ilmanvaihdon mittauspöytäkirja että ulkovaipan paine-eromittauksen pöytäkirja. Tavoitteena on luoda ulkovaipan paine-eromittauksesta selkeä osa mittausprosessia, jolloin mittaus tehdään samassa tilanteessa eikä yhtenä kokonaisuutena ilmanvirtojen mittaus- ja säätötöiden jälkeen.

3.3.1 Ilmavirtojen mittaus

Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtoja tulee voida mitata joko päätelaitteista, kanavien mittauslaitteista tai ilmastointikoneesta järjestelmän koon mukaisesti. Ilmavirtojen tulee myös olla säädettävissä päätelaitteilta, säätöpelleiltä ja ilmanvaihtokoneen puhaltimilta järjestelmän koon mukaisesti. Mittauksissa tulee ottaa huomioon sääolosuhteet sillä esimerkiksi painesuhteet vaihtelevat kylmällä ja lämpimällä ilmalla. (15, s. 114–115.)

Ilmamäärien mittauksissa sallitaan poikkeamia suunniteltuihin arvoihin nähden. Vaatimusten mukaisesti ilmavirrat saavat poiketa suunnitelluista järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti $\pm 10\%$, ja huonekohtaisesti $\pm 20\%$, kuitenkin aina vähintään $1 \text{ dm}^3/\text{s}$. Ilmavirtojen määrittämiseen voidaan käyttää mittauspaine-eroa. Mittauksen jälkeen ilmavirta voidaan laskea mitatusta paine-erosta kaavan 1 mukaisesti. (9, s. 9; 14, s. 115–116.)

$$q_v = k\sqrt{\Delta p_m} \quad (1)$$

q_v	on ilmavirta (dm^3/s)
k	on valmistajan ilmoittama k-arvo
Δp_m	on mitattu paine-ero (Pa)

Ilmavirtojen mittaus- ja säätötöistä tulee laatia pöytäkirjat, joista selviää mittausajankohta, urakoitsija, mittaaja, käytetyt mittarit, mittausmenetelmät, säädön ja mittauksen kohde (säädettävä kanavisto, tilan ja laitteen yksiköllinen tunnus), mittauspaikan tarkka sijainti, mittarin lukemat (jos tulos lasketaan lukeman perusteella) ja mitatut ja suunnitellut arvot sekä poikkeamaprosentit. Lisäksi

pöytäkirjaan merkitään mitattu säätö- tai päätelaite, ilmavirrat, ilman lämpötila, kertosäätölaitteiden ja vakiovirtaussäätimien tyyppi, koko ja säätöarvo. Ilmankäsitteykoneista merkitään suodattimien painehäviöt. Asuinrakennuksissa merkitään huoneistokohtaisesti mitattu paine-ero ulkovaipan yli. (6, s. 16.)

3.3.2 Paine-ero ulkovaipan yli

Asuinrakennuksissa mitataan huoneistokohtaisesti paine-ero ulkovaipan yli, jolloin voidaan varmistua asunnon alipaineisuudesta, jotta rakenteisiin ei tiivisty kosteutta (13, s. 7). Mittaustuloksen avulla voidaan arvioida muun muassa poisto- ja tuloilmavirtojen epätasapainoa ja ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa. Mittauksen aikana kaikkien ikkunoiden ja ulko-ovien tulee olla suljettuina. Mittaus tehdään noin metrin korkeudelta lattiapinnasta. Jos tilassa on tiiviitä väli-seinä- tai ovia, tulee mittaajan merkittävä pöytäkirjaan, missä tilanteessa mitaus on suoritettu. Yleispätevänä ohjeena on tehdä mitaus sekä väliovien ollessa kiinni että auki. (15, s. 25.)

Mittauksissa tulee huomioida sääolosuhteet, sillä niillä on vaikutusta myös painesuhteisiin. Ulkovaipan paine-eroa ei tulisi mitata ulkolämpötilan ollessa alle -15 °C tai tuulen keskinopeuden ollessa suurempi kuin 6 m/s tai tuulenpuuskien yli 10 m/s. Tiiviiden asuinrakennusten ulkovaipan paine-eron tavoitetasot on esitetty taulukossa 3. Vaativia kohteita ovat muun muassa yli 25 metriä korkea rakennukset sekä tuulelle alttiit paikat kuten meren rannalla olevat rakennukset. (15, s. 25.)

Taulukko 3. Ulkovaipan paine-eron tavoitetasot (15).

Rakennustyyppi	Normaalitilanne	Tehostus
Asuinpienitalo	0 ... -2 Pa	+2 ... -15 Pa
Asuinkerrostalo	0 ... -10 Pa	0 ... -15 Pa
Vaativa kohde	+5 ... -15 Pa	tapauskohtainen

Ulkovaipan paine-eron tavoitetasot asuinkerrostalokohteessa ilmanvaihdon normaalissa käyttötilanteessa ovat 0 ja -10 Pascalin (Pa) välillä ja tehostustilanteessa 0 ja -15 Pa välillä. Asuinpientaloissa normaalitilanteen tavoitetaso on 0 ja -2 Pa välillä ja tehostustilanteessa +2 ja -15 Pa välillä. Vaativissa, yli 25 metriä korkeissa rakennuksissa normaalitilanteen tavoitetaso on +5 ja -15 Pa välillä ja tehostustilanteessa maksimiarvo määritetään tapauskohtaisesti. (15.)

3.4 Ilmanvaihdon tiiveyskoe

Yhtenä osana ilmanvaihdon luovutusmateriaalia on ilmanvaihdon tiiveyskoe, joka on tehtävä aina ennen rakennuksen käyttöönottoa. Kuten toisessa luvussa mainittiin, alkaa rakennuksen luovutusvaihe jo ennen rakennustöiden alkamista. Ilmanvaihdon tiiveyskoe voidaan tehdä paljon ennen rakennustöiden loppuvaihetta. Kanaviston tiiveyskoetta ei kuitenkaan tarvitse tehdä, jos ilmanvaihtojärjestelmä palvelee ainoastaan yhtä tilaa tai asuntoa. Tällöin tiiveyskoe voidaan korvata kanaviston asennustapataarkastuksella edellyttäen, että kaikki kanaviston kanavat ja osat täyttävät tiiveysluokan C vaatimukset. (9, s. 9.)

Ilmanvaihtojärjestelmän tiiveysluokkia on viisi ja niiden sallitut vuotoilmamäärät ovat samat sekä pyöreissä että suorakaidekanavissa (16, s. 10; 17, s. 11). Painovoimaisen ilmanvaihdon sekä koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän rakennuksissa vaaditaan kanaviston tiiveysluokka B. Kanaviston tulee kuitenkin olla tiiveysluokkaa C, jos poistoilmassa on reilusti ei-ihmisperäisiä epäpuhtauksia. Tiiveysluokat ja kanaviston sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$) on esitetty tarkemmin taulukossa 4, jossa p_s on käytetty koepaine ilmoitettuna Pascaleina (Pa). (9, s. 7.) Insinööriyön luovutuskansioon laaditussa ilmanvaihtokanaviston tiiveyskoepöytäkirjassa näkyy selkeästi sallitut vuotoilmamäärät, mitatut vuotoilmamäärät sekä saavutettu tiiveysluokka.

Taulukko 4. Ilmanvaihtokanaviston tiiveysluokat.

Tiiveysluokka	Sallittu vuotoilma enintään q_{VIA} ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$)
A	$0,027 \times p_s^{0,65}$
B	$0,009 \times p_s^{0,65}$
C	$0,003 \times p_s^{0,65}$
D	$0,001 \times p_s^{0,65}$
E	$0,0003 \times p_s^{0,65}$

Kanaviston tiiveyskokeessa noudatetaan standardeja SFS-EN 12237 ja SFS-EN-1507. Tilanteessa, jossa kanavisto ei täytä tiiveysluokan vaatimuksia, tulisi mittausta laajentaa käsittämään prosentuaalisesti yhtä suuren osan kanaviston kokonaispinta-alasta. Jos tälläkään mittaustavalla ei päästä tiiveysluokan vaatimukseen, tulisi tiiveyskoe tehdä koko kanavistoon. (6, s. 5; 16, s. 14)

SFS-EN 12237 (16, s. 12) ja SFS-EN 1507 (17, s. 16) standardien mukaisesti tiiveyskoepöytäkirjasta tulee selvittää seuraavat mitatut arvot: kanaviston pinta-ala, kanaviston kokonaispituus, käytetty koepaine, vuotoilmavirta. Näiden lisäksi pöytäkirjassa ilmoitetaan laskemalla saadut arvot: ilmavuotokerroin, ilmavuodon raja-arvo mitatussa koepaineessa sekä saavutettu ilmatiiveysluokka.

3.5 Ilmanvaihdon äänimittaukset

Rakennuksen talotekniikka tulee suunnitella ja asentaa siten, ettei niistä tuleva äänitaso ylitä Ympäristöministeriön asetukseen määritettyjä arvoja. Tässä 796/2017 asetuksessa rakennuksen ääniympäristöstä on määritetty raja-arvot asuinhuoneen (makuuhuone/olohuone) sekä asunnon keittiön taloteknisten laitteiden aiheuttamille äänenpainetasolle. Asunnon muiden tilojen osalta käytetään edelleen kumotun Rakennusmääräyskokoelman (RakMK) osassa D2 esitettyjä ohjearvoja. (18, s. 2.) Jos eteinen, käytävä tai vastaava tila avautuu suoraan asuinhuoneeseen, käytetään äänitason vaatimuksena asuinhuoneen arvoja (19, s. 14). Asetuksen 796/2017 ja RakMK:n osan D2 (19, s. 25) mukaiset arvot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Taloteknisten laitteiden suurin sallittu äänitaso asunnossa.

Asuinhuoneiston tila	Keskiäänitaso $L_{A,eq,T}$ (dB)	Enimmäisäänitaso $L_{A,max}$ (dB)
Makuuhuone	28	33
Olohuone	28	33
Keittiö	33	38
Vaatehuone/varasto	33	38
WC	33	38
Kodinhuone	33	38
Kylpyhuone	38	43
Sauna	33	38

Taloteknisten laitteiden aiheuttamat äänitasorajat eivät koske esimerkiksi koe-käytettäviä laitteita kuten rakennuksen savunpoistoa. Oleskelualueilla sallittu äänitaso näillä taloteknisillä laitteilla on päiväsaikaan klo 7–22 keskiäänitasona 55 dB. Vaatimukset eivät myöskään koske laitteita, joihin asunnon käyttäjä voi vaikuttaa ja joista ei aiheudu haittaa rakennuksen muihin asuntoihin. Tällaisia laitteita ovat muun muassa asunnon liesituuletin tai liesikupu. Ilmanvaihdon tehostamisen aikana äänenpainetaso saa ylittää annetut arvot 10 desibelillä. (20, s. 29–30.)

Ilmanvaihtojärjestelmän hyvällä suunnittelulla ja asennustavalla voidaan vaikuttaa järjestelmän aiheuttamiin äänitasoihin. Esimerkiksi ilmanvaihdon päätelaitteiden sijoitustapa vaikuttaa sen aiheuttamaan äänenpainetasoon. Äänenpainetasoon vaikuttaa onko päätelaite asennettu kattoon vai seinään tai lähelle kulmaa tai huoneen nurkkaa. Melutasoon voidaan vaikuttaa myös erilaisilla koteiloilla, alas lasketulla ääntä eristävällä katolla sekä äänenvaimentimilla. Kanaviston jakautuessa useampaan tilaa, siihen tulee aina asentaa äänenvaimennin, jonka avulla voidaan vaimentaa puhetta, asumismelua ja muita ääniä. Suunnittelussa on myös huomioitava suorakaidekanavien huonompi ääneneristävyys pyöreään kanavaan verrattuna. (20, s. 25.)

3.6 Ilmanvaihtokanaviston puhtaustarkastus

Ennen ilmanvaihdon mittaus- ja säätötöitä tulee sekä tilojen että ilmanvaihtokanavien puhtaus tarkistaa ja todeta hyväksytyksi. Kohteen kanavien puhtauskriteerit ja puhtauden toteamismenetelmät on määritetty suunnitelmissa. Jos kanaviston puhtaus ei vastaa suunnitelma-asiakirjoja, tulee se puhdistaa ennen ilmanvaihdon mittaus- ja säätötöitä. LVI-suunnittelijan vastuulla on suunnitella järjestelmä siten, että se on helposti ja turvallisesti puhdistettavissa. Lisäksi koko rakennushankkeen ajan on huolehdittava kanavien, kammioiden sekä ilmanvaihtokoneiden suojauksesta. (6, s. 7; 7, s. 6, 7; 9, s. 8.)

Insinööriyössä laadittiin sekä ilmanvaihtokanavisto puhtaustarkastuksen että tilojen pölypuhtauden tarkastukseen liittyvät pöytäkirjat, jotka tulee laatia ennen ja jälkeen mittaus- ja säätötöiden. LVI-valvojan vastuulla on kuitata kanaviston ja tilojen puhtaus TATE01-lomakeeseen. Lomake on esitelty tarkemmin luvussa 3.12.

3.7 Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-laskelma

SFP-luku eli Specific Fan Power -luku tarkoittaa ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa. Ominaissähköteho lasketaan jakamalla rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän yhteenlaskettu sähköverkosta ottama teho järjestelmän mitoitusilmavirralla. Mitoitusilmavirraksi valitaan joko jäteilmavirta tai ulkoilmavirta riippuen siitä, kumpi on suurempi. Tämä järjestelmän SFP-luku kuvaa siis tarvittavan sähkötehon määrää yhden ilmakehän siirtämiseen sekunnissa. Mitä suurempi luku on, sitä enemmän sähkötehoa tarvitaan. (21, s. 1–2.)

Yksittäisen ilmakehäsittelykoneen tai puhaltimen ominaissähköteho lasketaan kaavalla 2. Ominaissähköteho lasketaan jakamalla puhaltimien yhteenlaskettu ottoteho koneen suuremmalla ilmavirralla.

$$SFP = \frac{P_{tulo} + P_{poisto} + P_{apulaitteet}}{q_{max}} \quad (2)$$

SFP	on ilmapuhaltimen omaa sähköteho (kW/m ³ /s)
P _{tulo}	on tuloilmapuhaltimen ottama sähköteho (kW)
P _{poisto}	on poistoilmapuhaltimen ottama sähköteho (kW)
P _{apulaitteet}	on taajuusmuuttajien ja muiden säätölaitteiden sekä LTO-pumppujen ja -moottoreiden sähköteho (kW)
q _{max}	on koneen ilmapuhaltimen suurempi (m ³ /s)

Yksittäisen puhaltimen omaa sähköteho lasketaan kaavalla 3. Omaa sähköteho lasketaan jakamalla puhaltimen ilmapuhaltimen sähköteho otta-
malla sähköteholla.

$$SFP = \frac{P_{puhallin} + P_{apulaitteet}}{q} \quad (3)$$

SFP	on ilmapuhaltimen omaa sähköteho (kW/m ³ /s)
P _{puhallin}	on puhaltimen ottama sähköteho (kW)
P _{apulaitteet}	on taajuusmuuttajien ja muiden säätölaitteiden ottama sähköteho (kW)
q _{max}	on puhaltimen ilmapuhaltimen suurempi (m ³ /s)

Koko ilmapuhaltimen omaa sähköteho saadaan kaavan 4 mukaisesti-
laskemalla yhteen koko järjestelmän sähköteho ja jaka-
malla se ilmapuhaltimen koko mitoitusilmapuhaltimella. Mitoitusilmapuhaltimiksi
valitaan joko jäteilmapuhaltimen tai ulkoilmapuhaltimen riippuen siitä, kumpi on suurempi.

$$SFP = \frac{P_{tulo} + P_{poisto} + P_{apulaitteet}}{q_{max}} \quad (4)$$

SFP	on ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho (kW/m ³ /s)
P _{tulo}	on tuloilmapuhaltimen ottama sähköteho yhteensä (kW)
P _{poisto}	on poistoilmapuhaltimen ottama sähköteho yhteensä (kW)
P _{apulaitteet}	on taajuusmuuttajien ja muiden säätölaitteiden sekä LTO-pumpujen ja -moottoreiden sähköteho yhteensä (kW)
q _{max}	on mitoittava jäte-/ulkoilmavirta (m ³ /s)

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (22, 30 §) määrittää koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähkötehon maksimiarvoksi 1,8 kW/(m³/s) ja koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähkötehoksi 0,9 kW/(m³/s). Ilmanvaihtolaitteen/-koneen suodattimien valinnassa tulee kiinnittää huomioita painehäviöihin ja ilmavirtoihin, sillä suodattimet vaikuttavat myös puhaltimien sähköenergian kulutukseen ja tällöin myös laitteen ominaissähkötehoon. (11.)

Asuinrakennuksissa ominaissähköteho määritetään tehostamattomalla ilmavirralla, sillä tehostusvaihe on lyhytaikainen ajanjakso. Tehostustilanteessa järjestelmän ominaissähköteho saa ylittää ympäristöministeriön antaman ohjearvon. (21, s. 3.)

SFP-laskelma tehdään yhteistyössä sähköurakoitsijan ja ilmanvaihtourakoitsijan kanssa. Sähkötoista vastaava henkilö mittaa laitteiston ottaman virta-arvon ja ilmoittaa sen ilmanvaihtourakoitsijalle, joka laskee järjestelmän ominaissähkötehon. Valvojan ja suunnittelijan vastuulla on tarkastaa tehty SFP-laskelma. (23.) Insinööriyön SFP-laskelmapohjaa laatiessa hyödynnettiin RT-kortiston Excel-pohjaa, joka löytyy RT-tietoväylän kautta ohjekorteista numerolla LVI 30048.

3.8 Paloturvallisuus

Rakennusosia jaetaan palonkestoajan mukaisesti eri luokkiin, jotka vaikuttavat myös ilmanvaihtokanaviston suunnitteluun ja asennukseen. Rakennusosiin kohdistuvia vaatimuksia luokitellaan kolmella eri merkinnällä: R = kantavuus, E = tiiviys ja I = eristävyys. Kirjainmerkinnän/-yhdistelmän (esimerkiksi EI) jälkeen merkintään rakennusosan palonkestävyysaika minuutteina jollain seuraavista luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. (24.) Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa edesauttaa palon tai siitä aiheutuvien savukaasujen leviämiseen siten, että siitä on vaaraa (25, s. 9).

Ilmanvaihtokanavat voidaan tarvittaessa paloeristää SFS-EN 1366-1 standardin mukaisesti testatuilla ja CE-merkityillä paloeristeillä. Paloeristykseen paksuus määräytyy palonkestävyyden perusteella. Eristettä valitessa tulee kuitenkin huomioida, että paksuus voi vaihdella eri tuotteilla ja valmistajilla. Paloeristykset tulee asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti siten, että saumojen kohdalle ei jää rakoja. Erityissuunnittelija valitsee paloluokkaan sopivan paloeristysratkaisun. (24; 26; 27, s. 5.) Paloeristyksistä tehdään erillinen asennustodistus, joka luovutetaan rakennuttajalle osana luovutusmateriaalia (5).

Ilmanvaihtojärjestelmässä voidaan myös käyttää sulkeutuvaa palonrajoitinta, palopeltiä. Palopeltien tulee olla CE-merkittyjä ja käytetyn palopellin tulee täyttää vähintään sama palonkestävyysluokka, kuin rakenteen, jonka palopellin suojaama ilmanvaihtokanava lävistää. Asennuksessa noudatetaan valmistajan ohjetta, jotta voidaan varmistua testitulosta vastaavan paloluokan saavuttamisesta. Jokaisen palopellin asennuksesta tulee tehdä kirjallinen palopellin asennustodistus, joka liitetään luovutusmateriaaliin. (6, s. 5; 28.) Kuvassa 1 on esimerkki FläktGroup Finland Oy:n ETPR-palopellin asennustodistuksesta, joka on vapaasti ladattavissa FläktGroupin verkkosivuilta.

ASENNUSTODISTUS
(Liitetään rakennustyön tarkastusasiakirjaan)

FläktGroup

TUOTE

Tyyppi/Tuotenimi Sulkeutuva palopelti ETPR
Suoritusasointo 013CPR2021-08-31
Paloluokitus E1 60 (ve ho) S
E1 90 (ho) S

Standardit SFS-EN 1366-2, SFS-EN 13501-3, SFS-EN 15650:2010

Valmistaja FläktGroup Finland Oy, Rydönnotko 1, 20360 Turku

Valmistusvpm. _____

Asennuskohde: _____

Osoite: _____

Asennusliikkeen tiedot:

Nimi:	
Osoite	
Puhelin/faksi	
Sähköposti / yrityksen Internet-osoite	

Asentaja	
Asennusajankohta	
Tuotetyyppi, koko, muut oleelliset tunnistetiedot	
Asennuspaikan tunnistetiedot (rakennuksen osa/kerros, huone/huoneet)	
Lisätietoja:	

Tuotteet on asennettu noudattaen valmistajan asennusohjetta *Palopelti ETPR, Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje, DC_9938FI 20210819_R3*.

Paikkakunta ja päiväys: _____, _____. 20____

Allekirjoitus: _____

Nimen selvennys: _____

Asennustodistukset internetistä: <http://www.flaktgroup.fi/palopellit>

FläktGroup Finland Oy Rydönnotko 1, 20360 Turku p 020 442 3000 f 020 442 3010 w www.flaktgroup.fi

Kuva 1. FläktGroup Finland Oy:n ETPR-palopellin asennustodistus (29).

Skanska Talonrakennuksen IV-osastolla tehdään jokaisen kohteen palopelleistä palopeltiluettelo sekä palopeltien sijaintikartta huoltoyhtiötä varten ja nämä luovutetaan asennustodistusten kanssa luovutusmateriaalissa (5). Luovutuskansi-oon laadittu palopeltiluettelo on esitetty tarkemmin luvussa 4.5.

3.9 Savunpoisto

Savunpoistolla tarkoitetaan palotilanteessa syntyvän kaasun, savun ja lämmön poistamista painovoimaisesti tai koneellisesti, jolloin sammutus- ja pelastustoiminta helpottuu ja tehostuu. Savunpoiston tarkoituksena on myös turvata

henkilöiden turvallinen poistuminen palotilanteessa sekä vähentää omaisuus- ja ympäristövahinkoja. (25, s. 2, 19; 30, s. 2.)

Savunpoistoon kuuluu esimerkiksi turvalliset poistumisreitit sekä passiiviset rakenteelliset järjestelyt kuten palo-osastointi, savulohkot ja savusulut. Näiden lisäksi savunpoisto voidaan järjestää teknisillä järjestelmillä kuten savunpoistoluukuilla, -ikkunoilla ja -puhaltimilla. Lisäksi huoneen yläosaan voidaan asentaa helposti avattava ikkuna. (30, s. 2.)

Savunpoistojärjestelmän toimivuus on testattava ennen kohteen luovutusta. Savunpoistojärjestelmän toimintakoe tehdään yhteistyössä pääurakoitsijan, sähköurakoitsijan ja ilmanvaihtourakoitsijan kanssa. (4, s. 30.) Toimintakokeesta ja mahdollisista mittauksista tehdään oma pöytäkirja. Insinööriyön luovutusmateriaaliin päivitettiin savunpoistojärjestelmän käyttöönottopöytäkirjan ja savunpoiston mittauspöytäkirjan lisäksi savunpoistojärjestelmän tiivistetty huolto-ohjelma. Tiivistetyn huolto-ohjelman avulla huoltoyhtiö näkee nopealla vilkaisulla kohteessa käytetyt savunpoistoon liittyvät laitteet sekä niihin liittyvät huolto-ohjeet. Tarkemmat, valmistajan ilmoittaman käyttö- ja huolto-ohjeet toimitetaan myös luovutusmateriaalissa. (5.)

3.10 LVI-tuotteiden kelpoisuusluettelo

Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (31, 2 §) määrittää rakennustuotteiden kelpoisuuden toteamiseksi kolme menettelytapaa: tyyppihyväksynnän, varmennustodistuksen ja valmistuksen laadunvalvonnan. Näitä menettelytapoja käytetään rakennustuotteiden kelpoisuutta todettaessa, jos rakennustuote ei kuulu harmonisoidun tuotestandardin soveltamistalaan (CE-merkintä). Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (31, 4 §) määrittelee rakennustuotteen seuraavasti:

Rakennustuotteella sellaista pysyvää rakennusosaa, rakennetta taikka rakennuskohteeseen kiinteästi liittyvää tarviketta, tuotetta tai laitetta, jolle on säädetty maankäyttö- ja rakennuslaissa tai sen nojalla olennaisia teknisiä vaatimuksia tai edellä tarkoitetun tuotteen asentamista varten tarvittavaa osaa.

Rakennusteollisuus RT, LVI-talotekniikka-teollisuus, RAKLI, SKOL, ATL ja rakennusvalvonta ovat yhdessä laatineet sähköisen: ”Tarkastusasiakirjan liitelomake rakennustuotteet Versio 2.9” -Excel-lomakkeen helpottamaan rakennustuotteiden tuotekelpoisuuden toteamista rakennushankkeen aikana. Kuvassa 2 on ote kyseisestä vapaasti ladattavasta lomakkeesta. (32.)

Rakennuskohde, osoite:																		
Rakennusvaihe	Pientalon tyypilliset rakennustuotteet	1. Tuote	Lisätietoja	2. Tuote liittyy seuraaviin rakennuksen olennaisiin teknisiin vaatimuksiin										3. Kelpoisuuden toteutusmenetelmä				
				Ohje luku 2										Ohje luku 1				
				Luku 1 ja vaara	Paloturvallisuus	Terveellisyys	Ajatteluvallisuus	Muuntokäytön ja lisätoimet	Energiatehokkuus	Pakollinen CPR CE-merkintä (REI(D)P)	Vapaaehtoinen CPR CE-merkintä (ET(A)D)P)	Ecodesign CE-merkintä (osa- tai kokonaisuus)	4 CE-merkintä muiden direktiivien perusteella (DoC)	Tyypiphytyksen	Varmennusohjeistus	Valmistuksen laatuvaatimukset	Rakennuspaikkatarkastus	
	Huom. Tuotteita voidaan käyttää myös muiden rakennusvaiheiden (esim. runko-materiaalien) kanssa kuin mihin ne tässä taulukkopohjassa on yhdistetty.	P = pientalon rakennustuotteet PBetoni = betonirungon rakennustuotteet PPuu = puurungon rakennustuotteet	Rakennushankkeen rakennustuotteet (tuoteryhmittäin), joihin kohdistuu olennaisia teknisiä vaatimuksia															
ilmanvaihtolaitteet	P	ilmakanavat ja kanavaosat (kanavien paloeristys kohdassa tekniset eristeet)	osalle tyypiphyksyntöjä vanhan asetuksen perusteella							X								X
ilmanvaihtolaitteet	P	ilmanvaihtokanavien ja laitteiden kannatukset		X									X					X
ilmanvaihtolaitteet	P	kokoajalaatitot ja kammiot			X													X
ilmanvaihtolaitteet	P	tekniset eristeet		X	X					X	X							
ilmanvaihtolaitteet	P	eristettyjen putkistojen ja kanavien ym. päällysteet		X	X													X
ilmanvaihtolaitteet	P	säätöpellit			X													X
ilmanvaihtolaitteet	P	palopellit		X	X					X								
ilmanvaihtolaitteet	P	äänenvaimentimet	osalle tyypiphyksyntöjä vanhan asetuksen perusteella			X			X						X			X
ilmanvaihtolaitteet	P	puhdistusluukut			X													X
ilmanvaihtolaitteet	P	tulo- ja poistoilmaventtiilit, ulkoilmaventtiilit	osalle tyypiphyksyntöjä vanhan asetuksen perusteella		X										X			X
ilmanvaihtolaitteet		erilliset savunrajottimet																X
ilmanvaihtolaitteet	P	liesikuvut ja liesituulettimet	liesituulettimille ekodesign CE-merkintä ja energiamerkit			X						X	X					X
ilmanvaihtolaitteet	P	säleiköt	ks. palosuojatuotteiden antoitoenusteet			X											X	

Kuva 2. Tarkastusasiakirjan liitelomake rakennustuotteiden kelpoisuudesta, versio 2.9 (32).

Tarkastusasiakirjan kolmannessa kohdassa on esitetty rakennustuotteen kelpoisuuteen soveltuvat toteutusmenetelmät. Asiakirjan ensimmäisessä kohdassa on lueteltu tuoteryhmittäin ne rakennustuotteet, joihin on kohdistettu olennaisia teknisiä vaatimuksia. Tuotteet on jaoteltu rakennusvaiheen mukaan kuten lämmitys- ja jäähdytyslaitteet, ilmanvaihtolaitteet, sisävalmistusvaihe ja julkisivut. (32.) Skanska Talonrakennus Oy:n ilmanvaihto-osastolla on ollut käytössä kelpoisuustaulukosta oma versio, jossa on näkyvillä ainoastaan talotekniikkaan liittyvät tuotteet. Tämä LVI-tuotteiden kelpoisuustaulukko täytetään yhteistyössä putkiurakoitsijan kanssa. (5.)

3.11 Toimintakokeet

Ennen rakennuksen käyttöönottoa tulee sen taloteknisten järjestelmien toiminta varmistaa sekä talotekniikkaurakoitsijoiden suorittamalla toimintatarkastuksilla että rakennuttajan järjestämällä toimintakokeilla. Talotekniikkaurakoitsijan suorittamat järjestelmien toimintatarkastukset ovat edellytyksenä rakennuttajan toimintakokeille. (7, s. 6.)

Talotekniikkaurakoitsijan tulee tehdä rakennuskohteeseen yksilöity, järjestelmäkohtainen ja vaiheittainen toimintatarkastussuunnitelma yhteistyössä talotekniikkaurakoitsijoiden ja pääurakoitsijan kanssa. Pääurakoitsija, talotekniikkaurakoitsijat sekä talotekniikkavalvojat kommentoivat ja hyväksyvät suunnitelman. Tarvittaessa suunnitelmaan voidaan pyytää LVI-suunnittelijan kannanotto. Urakoitsijan toimintatarkastuksiin kuuluu asennettujen tuotteiden toimintatarkastukset. Ennen tarkastusta tulee olla tehtynä asennustapatarkastukset, paine- ja tiiveyskokeet ja lisäksi tilojen tulee olla puhtaat. Urakoitsijan toimintatarkastuksista laaditaan pöytäkirja, joka voi toimia pohjana rakennuttajan toimintakokeissa. (7, s. 6.)

Myös rakennuttajan toimintakokeissa on tarkoituksena varmistua, että järjestelmät toimivat suunnitellusti. Niiden ajoitus ja toteutus on suunniteltava huolella ja tarvittavista edellytyksistä ja mahdollisista esteistä tulisi laatia lista. Toimintakoesuunnitelma tulee hyväksyä rakennuttajan johdolla ennen varsinaisia toimintakokeita. Lisäksi sopimusasiakirjojen mukainen tilojen puhtausluokka tulee saavuttaa ennen toimintakokeita. Toimintakokeista laaditaan pöytäkirja, josta selviää tarkastetut kohteet sekä mahdolliset puutteet. (1, s. 30; 7, s. 6.) Rakennuttajan edustajan tehtäviin kuuluu hyväksyä toimintakokeet (6, s. 3). Insinöörityössä ei laadittu valmista toimintakokeiden pöytäkirjapohjaa, sillä toimintakokeiden sisältö ja laajuus vaihtelevat suuresti eri kohteiden välillä.

3.12 Käyttöönottopöytäkirja

Ennen rakennuttajan vastaanottotarkastusta tulee suorittaa viranomaistarkastukset. LVI-urakoitsijoiden vastuulla on hoitaa yhteydenpito rakennusvalvonnan viranomaisiin. Rakennusluvan mukaisesti viranomaistarkastuksiin kuuluu muun muassa KVV/IV-loppukatselmointi, joihin Helsingissä tulee täyttää järjestelmän käyttöönottolomake (TATE01), joka ilmanvaihdon osuus on esitetty kuvassa 3. (6, s. 9; 7, s. 8.)

ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO Rakennushankkeeseen ryhtyvän tarkastusasiakirja

Kohteen tiedot
Rakennuslupatunnus _____
Osoite _____
IV-mittaja _____

Loppupiirustukset on toimitettu lupapisteeseen ei tarpeen toimitettu toimittamatta

Seuraavat kohdat allekirjoitetaan kun kukin osa-alue on valmis

	VASTUUHENKILÖ	ALLEKIRJOITUS	PVM.	LIITE
Urakoitsijan tarkastusasiakirjakokonaisuus on varmistettu				
Kanaviston tiiveys on suunnitelman mukainen				
Rakennuksen puhtaus on varmistettu ennen säätöä, vtj ja valvojat				
Puhtaus, koneet/kanavisto on tarkastettu ennen säätöä				
Puhtaus, koneet/kanavisto on tarkastettu ennen järjestelmän käyttöönottoa				
Paloturvallisuus (palopellit, -eristykset yms.) on tarkastettu ja testattu				
Kuristimina toimivat venttiilit/säätöpellit on lukittu				
Eriilispistot (vetokaapit, pakokaasunpoisto, ahjot, purunpoisto, rasvapoisto)				
Ilmavirrat eri käyttötilanteissa on säädetty, mitattu ja venttiilit lukittu				
Äänitasot sisällä on mitattu				
LVI-laitteiden äänitasot ulkona on mitattu				
SFP-luku				
Toimintakokeet on pidetty hyväksytysti				
Yhteiskoeikäyttö on suoritettu hyväksytysti				
Käyttö- ja huolto-ohje on luovutettu				
Käytönopastus on pidetty				
Paine-ero rakennuksen vaipan yli on mitattu (ulkolämpötila, ilmanpaine, tuulen suunta)				
Ilmanvaihtojärjestelmä on suunnitelmien mukainen				

Kuva 3. Helsingin rakennusvalvonnan TATE01-käyttöönottolomake (33).

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tarkastusasiakirjaan liittyvä vastuuhenkilö on siis rakennushankkeeseen ryhtyvä henkilö, ei esimerkiksi ilmanvaihtourakan vastaava työnjohtaja. Rakennushankkeeseen ryhtyväksi henkilöksi katsotaan viranomaisen kannalta se henkilö, jonka nimissä rakennuksen rakentamiseen liittyvät luvat haetaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi kuitenkin siirtää velvoitteita myös muille osapuolille, mutta velvoitteisiin liittyvä huolehtimisvelvollisuus säilyy kuitenkin rakennuttamishankkeeseen ryhtyvällä. (3, s. 1.) Lomake toimii myös muistilistana työnjohtajille ja valvojalle tarkastettavista kohteista järjestelmän käyttöönottamiseksi. Skanska Talonrakennus Oy:n

talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osastolla on ollut käytössä versio, jossa sekä LVI-valvoja että vastaava IV-työnjohtaja kuittaavat TATE01-lomakkeen. (5.)

3.13 Ilmanvaihdon hätäpysäytys

Hätäpysäytyksen tarkoituksena on estää tai pienentää henkilöihin kohdistuvia vaaroja ja koneisiin sekä työprosessiin kohdistuvia vahinkoja. Hätäpysäytyksen tulee käynnistyä yhdellä toimenpiteellä ja sen tulee pysyä käynnissä, kunnes se kuitataan käsikäyttöisesti. Toiminnon tulee olla käytettävissä ja toiminnassa koko ajan. (34, s. 7.)

Hyvästä suunnittelusta huolimatta hätäpysäytykselle voi tulla tarvetta yllättävän tai vaarallisen tilanteen sattuessa. Tulee kuitenkin muistaa hätäpysäytyksen olevan suojaustoimenpide eikä varsinainen turvatoiminto. Hätäpysäytystä käytetään muita suojausteknisiä toimenpiteitä täydentävänä keinona. (35, s. 280.) Hätäpysäytyksen toiminnasta tehdään toimintatestauspöytäkirja yhdessä ilmanvaihto-, sähkö- ja automaatiourakoitsijoiden kanssa. Pöytäkirja liitetään osaksi ilmanvaihtourakan luovutusmateriaalia. Insinööriyössä päivitettyyn ilmanvaihdon hätäseispöytäkirjapohjaan lisätään sekä ilmanvaihto-, sähkö-, että automaatiourakoitsijoiden kiittaukset ja yhteystiedot. Pöytäkirjapohjassa kerrotaan hätäpysäytyspainikkeen/-painikkeiden sijainti/sijainnit sekä urakoitsijoiden vaakuutus näiden toimintojen toimivuudesta suunnitelmien mukaisella tavalla. (5.)

3.14 LVIAS-käytönopastus

Käyttöönnotossa vastuu rakennuksesta siirtyy kiinteistön omistajalle, kiinteistön ylläpidosta vastaavalle henkilölle sekä kiinteistön tiloja käyttäville henkilöille. Rakennushankkeen luovutusvaiheeseen kuuluu rakennuksen loppukäyttäjille pidettävä taloteknisten järjestelmien käytönopastus, joka on talotekniikkaurakoitsijoiden vastuulla. Käytönopastukseen kuuluu taloteknisten järjestelmien ja laitteiden toiminnan opastaminen sopimusasiakirjoissa esitetystä laajuudesta. Loppukäyttäjille opastetaan, kuinka rakennuksen talotekniset järjestelmät toimivat ja miten loppukäyttäjät voivat vaikuttaa järjestelmiin. Lisäksi käytönopastuksessa

annetaan toimintaohjeet ongelmatilanteita varten. Käytönopastus tehdään yleensä monivaiheisesti ja se saattaa jatkua myös rakennuksen vastaanottotarkastuksen jälkeen. Käytönopastuksesta täytetään pöytäkirja, jonka loppukäyttäjän ja huolto-organisaation edustajat kuittaavat. (7, s. 2, 9.)

4 IV-luovutusvaiheen kansiorakenne

Insinööriyön yhtenä tarkoituksena oli luoda Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osastolle luovutusvaiheen hallintaa helpottava kansiorakenne, josta löytyy kootusti luovutusvaiheessa tarvittavat dokumentit ja asiakirjat. Insinööriyön aikana laadittu kansiorakenne on esitetty tarkemmin kuvassa 4.

- 1. Kansilehti ja yhteystiedot
- 2. Laitetoimittajaluettelo
- 3. Tekniset esitteet
- 4. Huolto- ja käyttöohjeet
- 5. Tuotehyväksynnät
- 6. Suodatinluettelo
- 7. Tiiveyskoepöytäkirjat
- 8. Kanaviston puhtaustarkastuspöytäkirjat
- 9. Mittaus- ja säätöpöytäkirjat
- 10. Äänimittauspöytäkirjat
- 11. IV-järjestelmän SFP-laskelma
- 12. Paloturvallisuus
- 13. Savunpoistojärjestelmän mittaus- ja käyttöönottopöytäkirja
- 14. IV-hätäseis
- 15. LVI-tuotteiden kelpoisuusluettelo
- 16. Toimintakoepöytäkirjat
- 17. IV-järjestelmän käyttöönottopöytäkirja
- 18. LVIAS-käytönopastusmuistio
- 19. Tarkastusasiakirjan yhteenveto (MRL 1505)
- 20. Muokattavat versiot

Kuva 4. Ilmanvaihtourakan luovutuskansion kansiorakenne.

Kansiorakenteen tarkoituksena on myös toimia muistilistana suoritettavista tehtävistä ja mittauksista samalla luoden osaston projektinhoitajille yhtenäisen toimintatavan kohteiden luovutusprosesseissa. Näin yksikön toimintatavat selkiytyvät ja pöytäkirjat sisältävät nykyisiin määräyksiin liittyvät vaatimukset. Kansiorakenteen sisältämät pöytäkirja- ja dokumenttipohjat on esitetty tarkemmin luvussa 4.1.

Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osastolla on ollut käytössä jo ennestään luovutuskansiorakenne, johon tehtiin tämän insinööriyön aikana täsmennyksiä ja muutoksia aiemmin työssäoppimisessa tehtyjen havaintojen perusteella. Kansiorakenne ei ole ollut kuitenkaan yhtä kattava eikä se ole pitänyt sisällään valmiita pöytäkirjapohjia.

Luovutusvaiheeseen liittyy myös paljon dokumentteja, jotka eivät ole varsinaisia pöytäkirjoja. Myös näistä dokumenteista tehtiin päivitetty pohjat. Tällaisia dokumentteja ovat muun muassa kansilehti, yhteystietoluettelo, takuuajan yhteystiedot ja laitetoimittajaluettelo. Näiden lisäksi kansiorakenteesta löytyy useampi dokumenttipohja huoltotoimiin liittyen. Tällaisia pohjia ovat muun muassa takuuajan huoltosuunnitelma, takuuajan yhteystiedot, savunpoistojärjestelmän huolto-ohjelma sekä suodatinluettelo.

Ilmanvaihdon luovutuskansio sisältää myös kansioita, joihin kerätään kohteessa käytettyjen laitteiden ja materiaalien tekniset esitteet, käyttö- ja huolto-ohjeet sekä tuotteiden kelpoisuuteen liittyvät asiakirjat. Nämä alakansiot muistuttavat luovutuskansion käyttäjää keräämään kyseiset luovutusvaiheessa vaaditut esitteet ja ohjeet.

Viimeiseksi alakansioksi on merkitty ”muokattavat versiot”, jonne siirretään Word- ja Excel-pohjat, kun niistä on tehty PDF-versio oikeaan alakansioon. Tällöin koko kansiorakenne on helposti kopioitavissa ilman, että kansion vastaanottaja saa asia- ja pöytäkirjojen muokattavia versioita. Omassa alakansiossaan muokattavat versiot kuitenkin pysyvät tallessa, jos niihin on tarvetta tehdä muutoksia tai päivityksiä luovutusprosessin edetessä.

4.1 Päivitetyt dokumentit

Insinööriyössä tehtiin ja päivitettiin yhteensä 23 dokumenttia, joista kaksi oli valmiita internetistä löytyviä pohjia, joihin tehtiin pieniä muutoksia. Lisäksi kansiorakenteeseen vietiin Helsingin kaupungin verkkosivuilta löytyvä ”Talotekniikan tarkastusasiakirja MRL 150 f §” -Word asiakirja. Luovutuskansiosta löytyvät uudet asiakirjat ovat:

- kansilehti
- yhteystietoluettelo
- laitetoimittajaluettelo
- takuuajan huollon yhteystiedot
- takuuajan huoltosuunnitelma
- suodatinluettelo
- ilmanvaihdon tiiveyskoepöytäkirja
- ilmanvaihtokanaviston puhtaustarkastuspöytäkirja
- tilojen puhtaustarkastuspöytäkirja
- ilmanvaihdon mittauspöytäkirja asuntokohtaisilla LTO-koneilla
- ilmanvaihdon mittauspöytäkirja keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä
- ilmanvaihdon mittauspöytäkirja kanavapuhaltimille ja huippuimureille
- ilmanvaihdon äänimittauspöytäkirja
- SFP-lukulaskelma
- palopeltien yhteenvetoluettelo ja asennustodistukset
- rasvakanavan asennustodistus
- savunpoistojärjestelmän huolto-ohjelma
- savunpoistojärjestelmän mittauspöytäkirja
- savunpoistojärjestelmän käyttöönottopöytäkirja
- ilmanvaihdon hätäseis toimintatestaus
- LVI-tuotteiden kelpoisuusluettelo
- ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönottopöytäkirja TATE01
- LVIAS-käytönopastusmuistio
- talotekniikan tarkastusasiakirja MRL 150 f §.

4.2 Dokumenttipohjien käyttö

Excel- ja Word-dokumenteista tehtiin mahdollisimman yhtenäisen näköisiä, jotta niillä saadaan luotua selkeä kansiorakenne. Excel-pohjat pitävät sisällään toimintoja, jotka nopeuttavat pöytäkirjan tekijää. Tällöin myös kirjoitusvirheiden mahdollisuus pienenee, koska kertaalleen täytetyt tiedot kopioituvat automaattisesti seuraaviin taulukoihin tai sivuihin. Yhtenä esimerkkinä tällaisesta sivusta on ilmanvaihdon mittauspöytäkirjapohjat, joihin on luotu ”kohteen tiedot” -taulukosivu. Tämä taulukkosivu on esitetty kuvassa 5. Muutamia Excel-pohjaisia dokumenttipohjia on esitelty tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Syöttötietosolu			
2		Kohteen tiedot						
3		Kohde:	Kohteen nimi					
4		Osoite:	Kohteen osoite					
5								
6		Mittaaja:	Etunimi Sukunimi					
7		Mittari:	Laitetieto ja kalibroinnin voimassaoloaika					
8		Mittauspäivä:	päivämäärä					
9								
10								
11								

Kuva 5. Mittauspöytäkirjan taulukkovälilehdet.

Word-dokumenteissa on samaan pohjaan tehty aloitussivu, jolloin kansiorakenteen tyyli on yhtenäinen ja selkeä. Aloitussivulla on ilmoitettu yrityksen nimi, asiakirjan nimi, kohteen tiedot, asiakirjan laadintapäivämäärä sekä dokumentin sivumäärä. Dokumentin sisällön mukaan etusivulla voi olla muun muassa tarkastajan nimi ja tarkastettava kohde. Word-aloitussivun esimerkki on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Savunpoistojärjestelmän käyttöönottopöytäkirjan aloitussivu.

4.3 Ilmanvaihdon mittauspöytäkirjapohja

Ilmanvaihdon mittauspöytäkirjapohjiin on luotu oma taulukko kohteen tarkempia tietoja varten. Nämä syöttötietosoluihin kirjatut tiedot siirtyvät automaattisesti mittauspöytäkirjapohjiin, joita on luotu valmiiksi seuraavalle taulukkosivulle. Tätä samaa logiikkaa on käytetty myös muissa pöytäkirjapohjissa, jossa dokumentin käyttäjän tarvitsee kirjata kohteen tiedot vain kertaalleen. Kuvassa 7 on esitetty keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän mittauspöytäkirjapohja.

SKANSKA ILMANVAIHDON MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Kohde: Kohteen nimi _____
 Osoite: Kohteen osoite _____
 Mittari: Laitetieto ja kalibroinnin voimassaolo _____
 Mittaaja: Etunimi Sukunimi _____
 Mittauspäivä: päivämäärä _____

Asunto:

Mitoitusilmavirta: +0 / -0

Huone / Tila	Tuloilma									Poistoilma									
	Tuloilmaelin	Koko	Kpl	Suunniteltu dm ³ /s	Mitattu dm ³ /s	Mittausero %	Paine-ero Pa	Säätö- asento	k-arvo	Poistoilmaelin	Koko	Kpl	Suunniteltu dm ³ /s	Mitattu dm ³ /s	Mittausero %	Paine- Pa	Säätö- asento	k-arvo	
Makuuhuone 1				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
Makuuhuone 2				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
Olohuone				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
Kuusi				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
WC				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
KHt				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
Kylpyhuone				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
Sauna				0,0		#JAKO/01							0,0		#JAKO/01				
Yhteensä				0	0,0	#####							0	0,0	#####				

Koneen asettelu	Tulo	Poisto	Ulkovaipan paine-ero (Pa)
Kotona			
Poissa			
Tehostus			
Korjauskerron			

Kuva 7. Ilmanvaihdon mittauspöytäkirjapohja.

Ilmanvaihtojärjestelmän mittauspöytäkirjapohjaan on lisätty automaattiset kaavat, jotka laskevat päätelaitteen ilmavirran mitatun paine-eron ja valmistajan ilmoittaman k-arvon avulla. Taulukko laskee myös automaattisesti suunnitellun ja mitatun ilmavirran mittauseron prosentteina sekä päätelaite- että asuntokohtaisesti. Mittaus- ja säätötyön suorittava henkilö täyttää huonekohtaiset suunnitellut ilmavirrat niille tarkoitetuille kohdille, jolloin kaava laskee nämä automaattisesti yhteen. Mitoitusilmavirta-kohtaan siirtyy tieto yhteenlasketuista ilmavirroista ja soluun on muokattu valmiiksi tuloilmavirralla plusmerkki (+) ja poistoilmavirralla miinusmerkki (-). Näitä saatuja arvoja verrataan ilmanvaihdon suunnitelmassa ilmoitettuihin mitoitusilmavirtoihin.

4.4 Äänimittauspöytäkirjapohja

Projektin aikana laadittuun äänimittauspöytäkirjaan on merkitty taloteknisten laitteiden aiheuttamat sallitut äänitasot, jotta dokumentin lukija näkee yhdellä silmäyksellä, onko mitatut arvot sallituissa rajoissa. Laadittu äänimittauspöytäkirja on esitetty tarkemmin kuvassa 8.

Myös ilmanvaihdon äänimittauspöytäkirjan Excel-pohjassa on hyödynnetty ”kohteen tiedot” -taulukkosivua. Tämän lisäksi pohjassa on kaksi erillistä taulukkosivua, toinen mitatuille sekä toinen –3 desibelin arvoille. Viimeisimpään taulukkoon siirtyy automaattisesti kaikki tiedot sekä kohteen tiedot että äänitaulukko välilehdiltä.

SKANSKA																																							
ILMANVAIHDON ÄÄNIMITTAUSPÖYTÄKIRJA																																							
Kohde: Kohteen nimi _____											A-taajuuspainotetut äänimittausten ohjearvot <table border="1"> <thead> <tr> <th>Huone</th> <th>Keskiaänitaso $L_{Aeq,T}$</th> <th>Enimmäisäänitaso $L_{Amax,T}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Olohuone</td> <td>28 dB</td> <td>33 dB</td> </tr> <tr> <td>Keittiö</td> <td>33 dB</td> <td>38 dB</td> </tr> <tr> <td>Makuuhuone</td> <td>28 dB</td> <td>33 dB</td> </tr> <tr> <td>Kylpyhuone</td> <td>38 dB</td> <td>43 dB</td> </tr> <tr> <td>WC</td> <td>33 dB</td> <td>38 dB</td> </tr> <tr> <td>Vaatehuone/varasto</td> <td>33 dB</td> <td>38 dB</td> </tr> <tr> <td>Sauna</td> <td>33 dB</td> <td>38 dB</td> </tr> <tr> <td>Kodinhoituhuone</td> <td>33 dB</td> <td>38 dB</td> </tr> </tbody> </table>		Huone	Keskiaänitaso $L_{Aeq,T}$	Enimmäisäänitaso $L_{Amax,T}$	Olohuone	28 dB	33 dB	Keittiö	33 dB	38 dB	Makuuhuone	28 dB	33 dB	Kylpyhuone	38 dB	43 dB	WC	33 dB	38 dB	Vaatehuone/varasto	33 dB	38 dB	Sauna	33 dB	38 dB	Kodinhoituhuone	33 dB	38 dB
Huone	Keskiaänitaso $L_{Aeq,T}$	Enimmäisäänitaso $L_{Amax,T}$																																					
Olohuone	28 dB	33 dB																																					
Keittiö	33 dB	38 dB																																					
Makuuhuone	28 dB	33 dB																																					
Kylpyhuone	38 dB	43 dB																																					
WC	33 dB	38 dB																																					
Vaatehuone/varasto	33 dB	38 dB																																					
Sauna	33 dB	38 dB																																					
Kodinhoituhuone	33 dB	38 dB																																					
Osoite: Kohteen osoite _____																																							
Mittauskohde Mittattava osa _____																																							
Yritys: Urakoitsija _____																																							
Mittaaja: Etunimi Sukunimi _____																																							
Mittari: Mittalaitte ja kalibroinnin voimassaolopäivä _____																																							
Päivämäärä: xx.xx.xxxx _____																																							
Kellonaika: mittauksen kellonaika _____																																							
Lisätieto: Mittauksissa -3 dB vähennys _____																																							
A-taajuuspainotettu keskiäänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB)																																							
Kerros	Asunto	OH	K	MH1	MH2	MH3	MH4	KPH	WC	VH/VAR	MUU	S	Huomioitavaa																										
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						
0	0																																						

Kuva 8. Ilmanvaihdon äänimittauspöytäkirjapohja.

Kumotun rakentamismääräyskokoelman C1-osan (36, s. 8) mukaisesti tyhjän huoneen äänimittaus tulokset ovat keskimäärin 3 dB korkeammat kuin kalustetun huoneen. Tämän vuoksi äänimittauspöytäkirjapohjaan on luotu myös näille arvoille oma taulukkosivu. Solut laskevat automaattisesti edellisen sivun

tuloksista -3 dB arvon, jos viitattuun soluun on kirjoitettu jokin luku. Jos solu on tyhjä, jää myös -3 dB -taulukon solu tyhjäksi.

4.5 Palopeltiluettelo ja asennustodistukset

Insinööriyössä laadittiin automatisoitu palopeltien yhteenvetoluettelo sekä luetteloon liittyvät palopeltien asennustodistukset. Palopeltien yhteenvetoluetteloon lisätyt tiedot siirtyvät soluviittauksien avulla palopeltien asennustodistuksiin. Kaikki palopeltien asennustodistuksissa olevat tiedot siirtyvät joko kohteen tiedot tai palopeltiluettelo -taulukkosivuilla. Luetteloa laatiessa hyödynnettiin soluviittauksia sekä JOS/IF-funktioita. Lopputuloksena on valmiit palopeltien asennustodistukset, jotka tarvitsevat ainoastaan allekirjoitukset.

Palopeltien yhteenvetoluetteloon lisätään kohteen sekä vastuuhenkilöiden tietojen lisäksi jokaisen palopellin tunnus, sijainti, vaikutusalue, valmistaja, kanavakoko, palopellin tyyppi, ilmanvaihtojärjestelmän tyyppi (tulo/poisto/jäte/raitis/korvaus) sekä huomiotieto. Näiden lisäksi lisätään tieto IV-koneesta/kanavapuhaltimesta/huippumurista, jonka kanavajärjestelmään palopelti on asennettu. Esimerkkitaupauksessa (kuva 9) on käytetty palosulakkeellista palopeltimallia.

IV-kone	Tunnus	Sijainti	Vaikutusalue	Valmistaja	Koko	Tyyppi	Järjestelmä	Huom.
IVK2	PP30.1	ulakko	kellari	Fläkt Group Oy	Ø160	ETCE-EI120	TULO	palosulake +70 °C, CE-merkitty
IVK3	PP30.2	ulakko	kellari	Fläkt Group Oy				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>SKANSKA</p> <p>Kohde: Kohteen nimi Osoite: Kohteen osoite, postinnumero, postitoimipaikka Vastuuhenkilö: Etunimi Sukunimi, Yrityksen nimi, puhelinnumero IV-asentaja: Etunimi Sukunimi, Yrityksen nimi, puhelinnumero Päivä: xx.xx.xxxx</p> <p>Jokaisen palopellin toimivuus on tarkistettu ja ne ovat kunnossa. Palopeltien erilliset asennustodistukset jätetään tilaajalle annettavaan IV-juovutuskansioon. Kunkin palopellin asennus on tarkistettu.</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <p>PALOPELTIEN YHTENNETULUETTELO</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>Sivu</p> </div> </div>								
<p>ASENNUSTODISTUS (Litetään rakennustyön tarkastusasiakirjaan)</p> <p>TUOTE</p> <p>Tyyppi / Tuotenimi: Sulkeutuva palopelti ETCE Tyyppiväkyntä, Dno: 011CPR2022-09-30 Puheluohje: EI 60 (ve no) S, EI 90 (ve no) S, EI 120 (ve no) S Tarkastusohje: SFS-EN 1366-2, SFS-EN 13501-3, SFS-EN 19950:2010 Valmistaja / Toimittaja: FläktGroup Finland Oy, Rytöläntie 1, 20360 Turku Valmistusvpm: 2022</p> <p>Asennusohje: Kohteen nimi Osoite: Kohteen osoite, postinnumero, postitoimipaikka</p> <p>Asennusliikkeen tiedot: Nimi: Skanska Talotekniikka Osoite: Isäntäkatu 8, 00230 Helsinki Puhelin / faksi: 020394337 Sähköposti / yrityksen internet-osoite: info@skanska.fi Asentaja: Etunimi Sukunimi Asennusajankohda: 2022-2022 Tuotetyyppi: kello, muut osat: ETCE-EI120, koko: Ø160, tumma Asennuspäivän tunnistetiedot (rakennuksen): Sijainti, ulakko, Vaikutusalue, kellari Lisätietoja: palosulake +70 °C, CE-merkitty</p> <p>Tuotteet on asennettu noudattaen valmistajan asennusohjetta Palopelti ETCE ja ETCS, asennus-, käyttö- ja huolto-ohje, DC_3503PI_00220926_R0</p> <p>Palkkuna ja päiväys: Helsinki, xx.xx.xxxx</p> <p>Allekirjoitus: Nimensevenny: Etunimi Sukunimi Etunimi Sukunimi</p>								
<p>Kohteen tiedot Palopeltiluettelo Asennustodistus 1-20 Asennustodistus 21-40 Asennustodistus 41-60 Asennustodistus 61-80</p>								

Kuva 9. Palopeltiluettelo ja palopellin asennustodistus.

4.6 Mahdolliset ongelmat

Dokumentteja ja pöytäkirjapohjia testattiin ja hyödynnettiin työn aikana käynnissä olevissa luovutusprosesseissa. Tämän ansiosta pöytäkirjoihin saatiin tehtyä vielä hyödyllisiä muokkauksia, jotka helpottavat pohjien käyttöä entisestään. Erityisesti Excel-pohjiin on kirjattu ohjeet pohjien täyttämiseksi, jotta soluviittaukset ja pöytäkirjapohjien toimintaideat säilyvät. Word-dokumenteissa on kirjattu punaisella kohdat, jotka tulee täyttää kohteeseen liittyvillä tiedoilla.

Koska erityisesti Excel-dokumenteista on tehty mahdollisimman automaattisia, voi se luoda osalle käyttäjistä haasteita. Valmiiden pöytäkirjapohjien käyttö tulisi olla loppukäyttäjille selkeää ja tämän vuoksi pohjien käyttö tulisi käydä läpi Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihto-osaston projektihoitajien kesken.

Insinööriyötä tehtäessä huomattiin muun muassa ongelma äänimittauspöytäkirjapohjan käytön kanssa. Käyttäjä ei ollut sisäistänyt äänimittaus tulokset sekä -3 dB taulukkovälilehden soluviittausidea vaan tiedot oli suoraan täytetty -3 dB välilehdelle, vaikka kyseessä olivat huoneessa mitatut arvot. Pöytäkirjapohjaan oli kirjattu ohjeet sen käytölle.

5 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli kehittää ja päivittää Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikön ilmanvaihtourakointiosaston luovutusvaiheen dokumentoinnin hallintaa. Tavoitteena oli laatia laadukas, sähköinen luovutusvaiheen kansiorakenne, joka sisältää ilmanvaihtourakan luovutusvaiheessa tarvittavat pöytäkirja- ja dokumenttipohjat.

Ilmanvaihtourakan luovutusvaiheeseen liittyy monia eri työvaiheita, joista laaditaan pöytäkirja. Insinööriyöllä saatiin selkiytettyä ilmanvaihto-osaston projektihoitajien ja -päällikköjen luovutusvaiheen dokumentoinnin hallintaa luomalla sähköinen luovutusvaihekansio. Lopputuloksena oli suunnitelman mukaisesti

valmis kansiorakenne, joka sisältää ilmanvaihdon luovutusvaiheeseen liittyvät asiakirjat sekä pöytäkirjapohjat. Lisäksi kansiorakenne toimii projektinhoitajien ja projektipäällikköjen muistilistana.

Luovutusvaihetta ohjaavat erilaiset määräykset, asetukset sekä lait, joita hyödynnettiin insinööriyössä laadituissa pöytäkirjapohjissa. Työstä on mahdollista saada selkeä kuva määräyksien ja asetusten toteutumisesta, kun määräyksien mukaiset vaatimukset on esitetty pöytäkirjassa.

Aikaisemmin käytössä ollut luovutuskansiopohja ei pitänyt sisällään valmiita dokumenttipohjia, jolloin kansiorakenne ei toiminut projektinhoitajien työn tukena. Jokaisen kohteen luovutusvaiheen hallinta tulee uuden kansiorakenteen avulla selkeämmäksi, sillä se on hyödynnettävissä koko projektin ajan yksikön yhteisessä Sharepointissa.

Lähteet

- 1 Koski, Hannu. 2004. Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen. Verkkoaineisto. VTT. <<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2236.pdf>>. Luettu 12.7.2023.
- 2 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. RATU KI-6031. Rakennustieto.
- 3 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet. 2016. RT 10-111222. Rakennustieto.
- 4 Puukko, Aleksi. 2017. Asuinkerrostalohankkeen hallittu talotekniikan luovutusprosessi. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta.
- 5 Luovutusaineisto. Yrityksen sisäinen aineisto. Skanska Talonrakennus Oy.
- 6 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. RT 10-11302. Rakennustieto.
- 7 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. Rakennustieto.
- 8 Ilmansuodattimen EN ISO 16890 -luokituksen mukaisen suodatinluokan valinta yleisilmanvaihdon sovelluksiin. 2020. Verkkoaineisto. Eurovent European Industry Association. <<file:///C:/Users/ToivonenaN/Downloads/Eurovent%20REC%204-23%20-%20Selection%20of%20EN%20ISO%2016890%20rated%20air%20filter%20classes%20-%20Third%20Edition%20-%202020%20-%20FI%20-%20Web.pdf>>. 1.11.2020. Luettu 24.7.2023.
- 9 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. 1009/20.12.2017.
- 10 Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2018. RT 07-11299. Rakennustieto.
- 11 Ilmansuodatus. 2020. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/12-ilmansuodatus>>. 22.9.2020. Luettu 24.7.2023.

- 12 SFS-EN ISO 16890-1. 2016. Yleisilmanvaihdon suodattimet. Osa 1: Tekniset määritelmät, vaatimukset ja hiukkasmaisen aineksen erotusasteeseen perustuva luokitusjärjestelmä (ePM). Suomen Standardisoimisliitto.
- 13 LVI-laitosten mittaukset. 1999. LVI 014-10290. Rakennustieto.
- 14 Ilmastointilaitoksen mitoitus. 2014. Ilmastointitekniikka osa 2. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 15 Björkroth, Marko & Eskola, Lari. 2019. Rakennusten paine-erojen mitausohje-projektin loppuraportti. Verkkoaineisto. A-insinöörit. <https://talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/rakennusten_paine-erojen_mitausohje_2019-10-11.pdf>. 14.10.2019. Luettu 25.7.2023.
- 16 SFS-EN 12237. 2003. Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut pyöreät kanavat ja kanavan osat. Lujuus. Suomen Standardisoimisliitto.
- 17 SFS-EN 1507. 2006. Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut suorakaidekanavat ja kanavan osat. Lujuus- ja tiiviysvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto.
- 18 Ilmanvaihtolaitteiden äänitekniinen suunnittelu ja äänenvaimennus asuinrakennuksissa. 2002. LVI 30-10333. Rakennustieto.
- 19 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012 Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 20 Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 21 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP. 2013. LVI 30-10529. Rakennustieto.
- 22 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. 1010/20.12.2017.
- 23 Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmanmukaisuuden toteaminen. 2020. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/27-ilmanvaihtojarjestelman-suunnitelmanmukaisuuden-toteaminen>>. Luettu 24.7.2017
- 24 Rakennusosien paloluokitus. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/62-rakennusosien-paloluokitus>>. 23.12.2019. Luettu 17.7.2023.

- 25 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2020. RT 103311. Rakennustieto.
- 26 Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen. 2020. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/25-ilmanvaihtojarjestelman-eristaminen>>. 10.6.2020. Luettu 12.7.2023.
- 27 Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus. 2003. LVI 50-10344. Rakennustieto.
- 28 Palopellit. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/65-palopellit>>. 23.12.2019. Luettu 26.7.2023.
- 29 ETPR asennustodistus. Verkkoaineisto. <<https://www.flaktgroup.com/api/v1/Documents/8c5ed5c7-ae02-469f-bc96-d6a2117c09e9?analytics=0>>. Luettu 27.7.2023.
- 30 Rakennusten savunhallinta ja savunpoistolaitteistojen kunnossapito. 2020. RT 103310. Rakennustieto.
- 31 Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä. 2012. 954/21.12.2012
- 32 Tuotekelpoisuuden tarkastaminen. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennustieto.fi/materiaalipankki/tuotekelpoisuuden-tarkastaminen>>. Luettu 27.7.2023.
- 33 Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet. Verkkoaineisto. Taloteknisten järjestelmien käyttöönottolomakkeet, TATE01 (xlsx). <<https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/tontit-ja-rakentamisen-luvat/rakennusluvan-hakeminen/rakennusvalvonnan-ohjeet-ja-lomakkeet>>. Luettu 27.7.2023.
- 34 Siirilä Tapio. 2009. Koneturvallisuus. Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. Keuruu: Inspecta Koulutus Oy.
- 35 SFS-EN ISO 13850. 2015. Koneturvallisuus. Hätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. Suomen Standardisoimisliitto.
- 36 Ääneneristys ja meluntorjunta. 1998. Suomen rakentamismääräyskoelma, osa C1. Ympäristöministeriö.