

# Tulevaisuuden tilat ja paremmat sisäilmasto-olosuhteet (Future Spaces)

Antti Souto, Timo Vuolle, Sami Musakka ja Lari Eskola  
A-Insinöörit Suunnittelu Oy

## Tiivistelmä

Sisäilmasto-olosuhteisiin liittyvät ilmanvaihdon ja rakenteiden tutkimusten tulokset ovat vaikuttaneet tutkimusten suorittamiseen sekä tutkijoilta vaadittavaan pätevyyteen. Vaikka sisäilmastoon liittyviä ongelmia on pystytty ratkaisemaan, niin tästä huolimatta sisäilmaongelmat ovat yleisiä monissa rakennuksissa.

Sekä rakenteiden että ilmanvaihdon osa-alueiden tutkimusohjeistus on kehittynyt viimevuosikymmenen aikana erittäin paljon. Tutkimusten haasteeksi on noussut tutkijoilta vaadittava laaja-alainen osaaminen sekä ongelmien selvittämiseksi tarvittava koko kiinteistön kattavien laajojen tutkimusten tarve.

Tällä hetkellä erityisenä haasteena tutkimusten suorittamisessa on rakenteiden ja ilmanvaihtojärjestelmien ongelmien laaja-alaisuus sekä tarpeellisten tutkimusten kohdentaminen rakennuksessa.

Tampereen yliopiston Future Spaces -hankkeessa pyritään hakemaan uudenlaista lähestymistapaa tuottaen laadukas sisäilmasto kehitettävien katselmus ja mittausmenetelmien avulla.

## 1. Johdanto

Nykyisen rakennuskannan rakenteiden ja ilmanvaihdon ongelmien selvittämiseksi on tehty paljon erilaisia rakenteisiin ja ilmanvaihtoon liittyviä tutkimuksia 80-luvulta lähtien. Näiden tutkimusten avulla on pyritty selvittämään rakennusten rakennusfysikaalista toimintaa, koska käyttäjät ovat kokeneet rakennuksessa sen sisäilmastoon liitettyä oireilua. Tutkimusten perusteella on tehty useita ohjeita rakenteiden suunnitteluun ja korjaussuunnitteluun, rakennusten tutkimiseen ja niiden korjaamiseen liittyen.

Viimeisimmät tutkimus- ja korjausohjeet [123] tarjoavat laajan näkemyksen rakennusten sisäilmasto-ongelmien selvittämiseksi. Oppaiden ja ohjeiden avulla saadaan kokonaisvaltaisesti hyvä käsitys ongelmien moninaisuudesta ja niiden korjaamisen haastavuudesta. Mahdollisesti haastavimpana ongelmana tällä hetkellä on tutkimusten kohdistaminen oikeiden vauriokohtien ja niiden laajuuden tutkimiseen ja selvittämiseen.

Haasteena on myös, että rakennuksiin kohdistuvat laajamittaiset tutkimus- ja korjaustoimenpiteet eivät välttämättä kuitenkaan johda toivottuun lopputulokseen rakennuksen omistajan tai käyttäjien kannalta. Miten voidaan varmistaa sekä uusille että peruskorjattaville rakennuksille, että niiden tarjoamat sisäilmasto-olosuhteet ovat riittävän hyvät nyt ja tulevaisuudessa.

Tässä artikkelissa käsitellään ilmanvaihdon ja rakenteiden kuntotutkimusten tutkimusprosesseihin liittyvien haasteita sekä tuodaan esiin tutkimusten toteutukseen liittyviä näkökulmia.

Tutkimusprosessit on käsitelty tarkemmin lähdemateriaalissa [1,2]. Hyvään sisäilmaston luomisen haasteisiin pyritään löytämään ratkaisuja Tampereen yliopiston Future Spaces Co-innovation – hankkeessa.

Artikkeli liittyy Future Spaces tutkimushankkeeseen A-Insinöörit yrityksen osuuteen. Future Spaces hanketta rahoittavat hankkeeseen osallistuvat yritykset ja Business Finland.

## 2. Sisäilmasto-olosuhteiden hallinta: ilmanvaihto ja rakenteet

Ilmanvaihdon ja rakenteiden vaikutusta sisäilmaan on tutkittu lukuisissa tutkimuksissa. Tärkeinä tuloksina tähän mennessä ovat olleet käyttäjille oireilua aiheuttavat löydökset sekä niiden perusteella tehdyt uudet ohjeet rakenteiden ja ilmanvaihdon suunnitteluun ja toteutukseen. Tulosten avulla on mahdollista tavoitella parempaa sisäilmastoa.

Ilmanvaihdon osalta on pyritty riittävään ilmanvaihtoon [5] sekä vähentämään hallitsematonta vuotoilmanvaihtoa ottamalla huomioon rakennuksen painesuhteet [4]. Painesuhteiden hallinnalla pyritään kompensoimaan järjestelmien ja tilojen mittaamisen ja säädön epätarkkuutta. Painesuhteiden mittaamisella on myös mahdollista selvittää järjestelmien toimimattomuudesta sekä järjestelmien rikkoutumisesta johtuvia ongelmia ilmanvaihdossa. Myös SuLVIn ilmanvaihdon kuntotutkimusohjeet ovat tuoneet ilmanvaihdon kuntotutkimuksiin tarvittavaa kokonaisuuden hallintaa [1].

Rakenteiden osalta tilanne on tällä hetkellä haastavampi. Rakenteet vaikuttavat sisäilmaan ilmavuotojen mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien, materiaalipäästöjen ja mahdollisten vaurioiden kautta. Rakenteet vaikuttavat myös laajemmin sisäilmastoon yhdessä taloteknisten järjestelmien kanssa (esimerkiksi sisätilojen lämpöolosuhteisiin). [3]

Rakenteista sisäilmaan epäpuhtauksia aiheuttavat mm.:

- Mikrobit, radon, haitta-aineet.
- Alapohjissa ongelmana radon ja maaperän mikrobit.
- Vanhoja täytettyjä välipohjia.
- Rakenteissa on kosteus- ja vedenerityksinä ”Bitumisivelyitä”.

Rakenteissa ongelmien syytä on vaikeampi havaita ja paikallistaa, koska monesti vaurioituneet tai ongelmia aiheuttavat rakenteet sijaitsevat toisten rakenneosien sisällä. Myös vauriokohdan laajuutta on monesti mahdotonta määrittellä pelkästään yksinkertaisin aistihavainnoin tai rakenteen pinnalta tehtävillä mittauksilla. Ympäristöministeriön ohje Rakennuksen kosteus ja sisäilmatekninen kuntotutkimus [2] antaa tutkijoille hyvän lähtökohdan tehdä kokonaisvaltainen tutkimus rakennuksen ongelmista.

Rakenteiden korjaamisessa korostuu kokonaisuuden huomiointi, koska rakenneosien uusimisen kustannus on usein merkittävä. Lisäksi korjaukset tulisi kohdistaa oikein ja välttää ylikorjaamista sekä sovittaa rakennuksen muihin korjauksiin. Rakenteita korjattaessa on lähtökohtaisesti selvitettävä niiden jäljellä oleva käyttöikä ja tarkistettava koko rakennuksen peruskorjauksen arvioitu ajankohta. Rakennuksiin kohdistuvia tutkimuksia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon rakennuksen elinkaari sekä huomioida, että rakenteillakin on rajallinen elinkaari.

Yleisesti korjauksia tehtäessä pitäisi ottaa huomioon eri näkökulmia (mm. energiatehokkuus ja elinkaari). Osittaiset korjaukset voivat muodostaa huomattavia kustannuksia, mutta eivät välttämättä saavuta laajemman korjauksen laatutasoa sisäilmaston kannalta. Osittaisissa

korjauksissa tulisi aina varmistua kokonaisuuden toimivuudesta huomioimalla rakenteet sekä ilmanvaihto ja talotekniikka kokonaisuutena riittävästi. [3]

### 3. Rakennusten kuntotutkimukset

Kuntoarvio ja kuntotutkimus on määritelty seuraavasti [2]:

- Kuntoarviossa arvioidaan pääosin aistinvaraisin menetelmin tilojen, rakenneosien, järjestelmien ja ulkoalueiden kunto sekä korjaustarve. Osana kuntoarviota laaditaan ehdotus kunnossapitosuunnitelmasta. Kuntoarvio tulisi uusida tai päivittää viiden vuoden välein.
- Kuntotutkimuksen lähtökohtana ovat havaitut sisäilmaongelmat, vuoto- tai vauriohavainnot sekä peruskorjauksen suunnittelu. Kuntotutkimus tehdään tarvittavassa erikseen määriteltävässä laajuudessa ja usein käytetään rakenteita rikkovia menetelmiä tutkimusmenetelmiä.

SuLVIn Ilmavaihdon kuntotutkimus antaa tarkempia ohjeita ilmanvaihtojärjestelmiä koskien ja on määritelty seuraavasti:

- Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien ja laitteiden kunto selvitetään kuntotutkimuksilla (IV-kuntotutkimus). Samalla selvitetään järjestelmien soveltuvuus rakennuksen nykyisen tai rakennukselle suunnitellun käytön kannalta.

IV-kuntotutkimusmenettely liittyy usein myös rakennuksessa todetun sisäilmaongelman selvittämiseen ja sen edellyttämään korjausselvitykseen. IV-kuntotutkimus voidaan käynnistää myös rakennuksen energiatalouden parantamismahdollisuuksien selvittämiseksi. IV-kuntotutkimus täydentää ja syventää kuntoarvion ja energiakatselmuksen tuloksia ilmanvaihdon ja ilmastoinnin osalta. [1]

Haasteeksi on osoittautunut kuntotutkimuksen rajaaminen sekä tutkijoiden että tutkimuksen tilaajien osalta. Vaikeutta on lisännyt tutkimusohjeistuksen laaja kattavuus. Tutkimusta pitäisi pystyä rajaamaan järkevästi, jotta voidaan tuottaa riittävän laajasti tietoa iv-järjestelmän sen hetkisestä tilasta, että päätökset jatkotoimista pystytään tekemään.

IV-kuntotutkimus jakautuu kahteen osaan: perusosaan ja yksityiskohtaisiin tutkimuksiin. Perusosan tärkein tehtävä on ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien (IV-järjestelmien) yleisarviointi eli arviointi siitä, miten järjestelmä vastaa nykyisen tai suunnitellun käytön vaatimuksia. Yleisarvioinnin tuloksena saadaan suositukset siitä, mitä IV-järjestelmille on tehtävä vaatimusten saavuttamiseksi.

Ohjeistuksessa esitetään seuraavaa: jos on ilmeistä, että järjestelmä ratkaisuihin ei täytä tai ole korjattavissa vaatimuksia vastaavaksi, ei yksityiskohtaisia tutkimuksia ole tarpeen suorittaa. Mikäli rakennuksen käyttöä on kuitenkin tarkoitus jatkaa, niin harvoin tilaaja on varautunut taloudellisesti siihen, että koko ilmanvaihto järjestelmä on täysin elinkaaren lopussa. Yleensä joudutaan tekemään selvitys mitkä komponentit uusimalla järjestelmälle saadaan vielä muutama vuosi elinkaarta jatkettua, jotta uudelle järjestelmälle saadaan hankittua rahoitus sekä selvitettyä, että minkälainen uuden järjestelmän tulisi olla.

Rakenteiden osalta tavoitellaan elinkaaren jatkamista sisäilmaston kannalta. Tähän on jo nyt olemassa hyviä tutkimusohjeita ja menetelmiä [2,3].

#### 4. Rakennusten sisäilmastokatselmus

Katselmustoimintaa varten on luotava kevyempi menetelmiä, jotta voidaan varmistaa ja kohdentaa, että rakennuksen tarkemmat tutkimukset tulee tehtyä riittävän laajasti. Myös jaksottaisten huoltotoimenpiteiden ja eri ajanjaksoina tehtävät korjaukset on otettava huomioon rakennuksen elinkaarisuunnittelussa. Myös tilan käyttäjiltä saatavaa palautetta on käsiteltävä siten, että sen kautta voidaan kohdistaa erilaiset katselmus ja tutkimustoimenpiteet tarpeenmukaisesti.

Kun SuLVIn ilmanvaihdon kuntotutkimusta käytetään apuna sisäilmaongelmien ratkaisemiseksi, liittyy sisäilmaongelmiin tavallisesti tilan käyttäjien kokemaa puutteellinen sisäilmalaatu ja siihen liittyvät oireet. Ilma voi tuntua tunkkaiselta ja loppupäivästä särkeä päätä ja olla poikkeavaa väsymystä. [1]

Nykyisin käytössä olevat erilaiset kuntoarvion toimintamallit ovat pohjana, kun yritetään kehittää sopivaa toimintamallia sisäilman huomioonottavalle katselmus- ja katsastustoiminnalle. Mallissa pyritään rajaamaan tarkastelu sisäilmastoon vaikuttaviin tekijöihin. Tällä pyritään saamaan kuntoarvioita kevyempi ja laajemmin käyttökelpoinen selkeä toimintamalli. Toimintamallissa pyritään kuitenkin hyvään dokumentaatioon selvitettävien asioiden osalta, jotta lähtötiedot olisivat käytettävissä tutkimuksia ja muita jatkotoimenpiteitä suunniteltaessa.

Sisäilmastoon kohdistettavalla kuntoarviolla ja katselmuksella on tavoitteena tuottaa:

- Selkeää tietoa kiinteistön tilasta omistajalle ja käyttäjille.
- Selkeitä vaihtoehtoja rakennuksen sisäilmaston laatutason parantamiseen.

Ohjeet rakennusten kuntotutkimuksista ja korjauksesta ovat ongelmalähtöisiä ja painottuneet vaurioiden löytämiseen ja niiden korjaamiseen. Tällöin pyritään korjaamaan vaatimukset täyttävään vähimmäistasoon, mutta korjattaessa voi olla syytä harkita myös kattavampaa sisäilmaston laatutason parannusta. Tulevalla toiminnalla pyritään sisäilman laadun kannalta ennakoivaan toimintaan, jossa voitaisiin välttyä päätyä ongelmien asti.

Rakennesien osalta arvioidaan niiden kuntoa, käyttöikä sekä toimivuutta. Kunnan ja käyttäjien arviointiin on useita eri ohjeita mm. rakennesiirtain ja eri materiaaleille. Myös toimivuutta ja mahdollisuuksia parantaa rakenteen toimivuutta pitäisi arvioida esimerkiksi kosteusteknisestä näkökulmasta. Nykyisin on tiedossa, että tulevaisuuden ilmasto vaatii enemmän rakenteiden kosteustekniseltä toimivuudelta. Myös tästä näkökulmasta pitäisi nykyisin tarkastella rakennusten korjaustarvetta jo ennen vaurioiden syntymistä. Tällöin saavutetaan mahdollisimman pitkä elinkaari rakennuksille. Tietoa aiheesta saadaan jatkuvasti aihepiirin tutkimuksesta, mutta tietoa ei ole vielä kootusti saatavilla. Kerättävä tieto on tarkoitus siirtää myös rakentamisen ohjeistuksiin.

Käyttäjien kokemukset sisäilman laadusta ja rakennusten kunnosta ovat hyvin kirjavia. Katselmustoiminta antaisi paremman ja selkeämmän kuvan rakennuksen tilasta myös rakennusten käyttäjille.

Katselmuksessa tulee ilmi myös rakennuksen ylläpidon ja korjauksen suunnitelmallisuus. Katselmusmenettely toimii osaltaan myös rakennuksen ylläpidon ja huollon tarkastustoimintana, mikä mahdollistaa ylläpidossa mahdollisesti ilmenevien puutteiden korjaamisen riittävän ajoissa. Tuleva korjaustarve voidaan tuoda esille aikaisessa vaiheessa, jotta siihen pystytään varautumaan taloudellisin resurssein.

Mikä on se vaihe, jolloin ilmanvaihto järjestelmän kuntotutkimus on liian raskas menetelmä järjestelmän toiminnan arviointiin ja mitä järjestelmästä tulisi tietää ennen tutkimuksia? Haasteeksi nousee riittävien tietojen hankkiminen nykytilanteesta sekä lähtötietojen puutteet. Ilmanvaihtojärjestelmän soveltuvuutta rakennuksen ja käyttäjien tarpeisiin ei välttämättä ole selvitetty aiemmin ja ongelmat tulevat esiin käyttäjien havaintojen kautta. Pelkästään ilmanvaihdon kuntotutkimusmenettelyllä voi olla raskasta lähetä selvittämään ongelmien syytä, jos rakennuksessa ei ole aiemmin tehty minkäänlaisia tarkastuksia tai tutkimuksia.

Tällä hetkellä käynnissä olevalla FINVAC:in ilmanvaihdon katsastus menettely voisi tuoda tarvittavaa selvennystä lähtötietojen hankintaan perusosan tilanteen selvittämiseksi ennen kuin on tarpeen lähteä raskaampiin tutkimustoimiin.

Sisäilmastokatselmus ja -tutkimus tulisi jakaantua taulukossa 1 esitetyllä tavalla.

*Taulukko 1. Sisäilmastokatselmus- ja tutkimus*

Osa alue	Katselmus ja tarkastus	Tutkimus	Seuranta
Rakenteet	Rakentamisen aikana tehtävät vastaanotto-tarkastukset ja vuosikatselmukset. Elinkaarelle sijoittuvat katselmukset (2 v, 8 v, 10 v, 15 v 20 v.)	Rakennuksen kosteus- ja sisäilmastotekninen kuntotutkimus	Rakennekosteudet ja elinkaari
Ilmanvaihto	Vastaanottokatselmus ja toiminnan tarkastukset: ilmanvaihto ja painesuhteet, järjestelmän puhtaus Ilmanvaihtojärjestelmien katsastusmenettely	SuLVIn ilmanvaihdon kuntotutkimus	Jatkuvat mittaukset, rakennusautomaatio ja muut ilman laadun seurantamittaukset

Voisiko selkeällä katsastusmenettelyllä olla paikkansa, kun tulevaisuudessa arvioidaan rakenteiden ja ilmanvaihdon toiminnan tasoa ja niiden käytännön toimintaa verrattuna suunniteltuun. Seurantamittaukset ovat välttämättömyys, joko jatkuvana tai jaksottaisena, jos halutaan varmistaa rakennuksen terveellisyys käyttäjille elinkaaren aikana. Katselmus- ja tarkastusmenettelyille on kuitenkin luotava selkeä ohjeistus ja tavoitearvot.

## 5. Yhteenveto

Tulevaisuudessa halutaan parempaa sisäilmastoa ja toimivaa ilmanvaihtoa, mutta pystymmekö nykytiedolla määrittämään ne keinot, joilla hyvä sisäilmasto voidaan saavuttaa. Ilmanvaihdon ja rakenteiden kuntotutkimuksilla voidaan selvittää nykyisessä rakennuskannassa sisäilmastoon haitallisesti vaikuttavia tekijöitä paljon. Jatkossa tulisi kuitenkin pyrkiä siihen, että ilmanvaihdon ja rakenteiden toimivuus voidaan varmistaa jo ennen kuin ne aiheuttavat käyttäjille ongelmia sisäilmastoon liittyen.

Tarvitaan uudenlaisia varmistus-, tarkistus- ja katsastusmenettelyitä, jotta hyvä sisäilmasto voidaan taata koko rakennuksen elinkaaren ajan.

## Lähdeluettelo

- [1] Ilmanvaihdon kuntotutkimusoheet. SuLVI. <https://sulvi.fi/materiaalipankki/iv-kuntotutkimushanke/>
- [2] Miia Pitkäranta. Rakennuksen kosteus ja sisäilmatekninen kuntotutkimusYM 2016
- [3] Weijo, Inari; Lahdensivu, Jukka; Turunen, Timo; Ahola, Susanna; Sistonen, Esko; Vornanen-Winqvist, Camilla; Annila, Petri; Ala-Hakuni, Mikko; Hakanen, Janina; Häärkönen, Tyko. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus Ympäristöministeriön julkaisuja 18, Rakennustieto 2019. s 284 YM. Korjausopas
- [4] Rakennusten paine-erojen mittausohje, loppuraportti 11.10. 2019, kommenttiversio, <https://ym.fi/rakentamismaaraykset> (17.1.2021)
- [5] Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Asetuksen voimaantulopäivä 1.1.2018. Ympäristöministeriö 2017.