

# Sisäilmakorjausten onnistumisen varmentaminen

Taija Poutiainen  
7.6.2017

**VAHANEN**

# Johdanto

- Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushanke kestää tyypillisesti 2-5 vuotta.
- Rakennuksen korjaaminen ja korjausten onnistumisen varmentaminen koetaan usein vaikeaksi, koska:
  - sisäilmaongelmiin voi olla useita syitä
  - korjausprosessi on laaja ja monivaiheinen
  - korjaustyössä on useita osapuolia
  - korjausten aikana voi tulla esiin uusia havaitsemattomia ongelmia
  - korjausten onnistumisen varmentamiseen ei ole olemassa selkeitä valtakunnallisia ohjeita ja
  - seuranta ei yleensä pitkäaikaisesti tehdä

# Aineisto ja menetelmät

- Korjaushankkeen eri vaiheille ja korjaustöille on olemassa erilaisia laadunvarmistuskeinoja ja korjausten onnistumista voidaan todentaa riittävän huolellisen valvonnan ja dokumentoinnin avulla.
- Korjausten jälkeistä seuranta ja onnistumisen varmentamista voidaan tehdä erilaisin kyselyin ja mittauksin, mutta seurantamenetelmiä ei ole usein ennakolta suunniteltu ja seuranta tehdään vain vähän.
- Tässä työssä on ollut tavoitteena esittää kirjallisuuteen ja kokemukseen perustuvia toimivia menetelmiä sisäilmakorjausten onnistumisen varmentamiseen.

# Sisäilmakorjausprosessin alkaminen

- Sisäilmakorjausprosessi alkaa käyttäjien havaitsemista vaurioista tai heidän kokemasta haitasta tai oireilusta, josta ilmoitetaan kiinteistön omistajalle.
- Tyypillisiä sisäilmaongelmien aiheuttajia ovat: veto, kylmät pinnat, korkea tai matala lämpötila, ilmanvaihdon puutteet, rakennus- tai sisustusmateriaalien kemialliset päästöt, pölyt, kuidut, ulkoilmasta tai ihmisten toiminnasta aiheutuvat epäpuhtaudet tai kosteusvaurion aiheuttama mikrobikasvusto.
- Virheellinen ylläpito tai siivouksen puutteet voivat myös heikentää sisäilman laatua.
- Selvitysvaiheen alussa kohteeseen tehdään katselmuskäynti ja laaditaan kohteen tutkimussuunnitelma.
- Käyttäjille voidaan tehdä myös käyttäjä- tai sisäilmastokysely.

# Tutkimukset ja hankesuunnittelu

- Sisäilmaongelmaisen rakennuksen sisäilma-, rakenne- ja talotekniset kuntotutkimukset ja selvitykset tehdään kattavin mittauksin ja näytteenotoin hankesuunnittelun aikana.
- Kuntotutkimusraportissa esitetään sisäilmaongelmien aiheuttajat, vaurioiden ja ongelmien laajuus sekä korjattavat asiat, korjausten laajuuden, kiireellisyyden ja altistumisolosuhteiden arvio sekä tarvittaessa lääkärin laatima terveydellisen merkityksen arvio.
- Vaurioiden ja sisäilmaongelmien syyn löytäminen, oikean laajuuden ja korjausmenetelmien määrittely muodostavat edellytykset korjausten onnistumiselle.
- Korjausten tavoitetaso, hankkeen laatuvaatimukset ja urakoitsijalta edellytettävät laadunvarmistustoimenpiteet sekä korjausten jälkeen tehtävä seuranta tulisi määrittää hankesuunnittelun aikana.

# Korjaussuunnittelu

- Korjaussuunnitelmista tulee selvittää korjattavat rakenteet, korjausten laajuus, korjaustapa sekä käytettävät materiaalit.
- Lisäksi esitetään materiaalien kuivumisajat, vaadittavat mallityöt, niiden laajuus ja hyväksymistapa, purku- ja muut katselmukset, laadunvarmistustoimenpiteet, suojaukset, osastoinnit, työnaikainen siivous ja loppusiivouksen taso.
- Suunnitteluvaiheessa asetetaan mitattavissa olevat tavoitteet korjaushankkeelle, sisäympäristön laadulle sekä korjausten jälkeiselle käyttäjien hyvinvoinnille laatimalla laadunvarmistus- ja seurantasuunnitelma.
- Laadunvarmistus- ja seurantasuunnitelmassa kuvataan työnaikainen laadunvarmistus, vastuut ja työvaiheiden dokumentointi, työmaanaikainen siivous, loppusiivouksen laadunvarmistus sekä korjausten onnistumisen seurantamenetelmät ja -mittaukset.

# Korjaustyöt

- Ennen korjaustöiden alkua tilaaja valitsee korjaushankkeelle vastuuhenkilöt.
- Korjaustyöhön valittavalla valvojalla tulisi olla kokemusta sisäilmaongelmaisista kohteista ja niiden korjaamisesta.
- Kohteeseen valittavalla urakoitsijalla tulisi olla kokemusta sisäilmaongelmien korjaustöistä ja niissä tarvittavista purku- ja korjaustyön osastoinneista ja suojauksista, purku- ja korjaustavoista sekä kosteudenhallinnasta ja siivouksesta.
- Urakoitsijan valinnan jälkeen tilaaja järjestää työn aloituskokouksen, johon osallistuvat tilaaja, pääurakoitsija, rakennuttaja, valvoja, suunnittelija ja hankkeesta riippuen materiaalitoimittaja ja aliurakoitsijoita.
- Aloituskokouksessa voivat olla mukana myös käyttäjien edustaja, korjaushankkeen sisäilma-asiantuntija ja kuntotutkimukset tehneet henkilöt.

# Korjaustöiden laadunvarmistus

- Korjaustyön aikainen laatu voidaan varmistaa valvonnalla, katselmuksilla, mittauksilla ja tutkimuksilla.
- Urakoitsijan vastuulla on korjaustyön laadunvalvonta.
- Valvoja huolehtii, että rakennushanke toteutetaan urakkasopimukseen kuuluvien kaupallisten ja teknisten asiakirjojen mukaisesti.
- Valvoja huolehtii myös, että mallityöt ja laadunvarmistus tehdään laadunvarmistusasiakirjojen mukaisesti ja muita työvaiheita tarkastetaan tarpeen mukaan.
- Lisäksi valvontaa suorittavat viranomaiset, urakoitsijat, suunnittelijat ja mahdolliset erikoisvalvojat.
- Korjaustyön laadunvarmistuksen tavoitteet ja vaatimukset tulee asettaa jo hankkeen alussa ja niiden toteutumista tulee seurata.
- Korjaukset tulee dokumentoida valokuvin sekä tarkastusmuistioilla ja pöytäkirjoilla.



# Korjaustyön onnistumisen varmentaminen

- Ennen kohteen valmistumista suoritetaan tarkistusmittaukset, joilla varmistetaan, että korjaukset on tehty asianmukaisesti ja laitteet ovat vastaanoton edellyttämässä kunnossa.
- Taloteknisten järjestelmien toimivuus tarkastetaan toimintakokein.
- Ilmanvaihdon tarkastelussa tulisi ilmamäärien lisäksi mitata myös rakennuksen painesuhteita ja varmistaa ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus.
- Rakenneteknisten korjausten osalta varmistus perustuu pääosin valmiin rakenteen katselmointiin ja puhtauden tarkastamiseen.
- Luovutusvaiheen aikana kootaan kohteen käyttö- ja huolto-ohjeet ja järjestetään omistajalle, huoltohenkilöstölle ja käyttäjille opastus rakennuksen käyttöön.
- Korjausten valmistuttua järjestetään hankkeen vastaanottotarkastus, jonka jälkeen rakentamisvaihe päättyy ja kohde luovutetaan käyttäjille.
- Rakennushanke päättyy takuutarkastukseen ja takuiden luovuttamiseen.
- Vastaanotto- ja takuutarkastukset ovat osa korjaustyön onnistumisen varmentamista.

# Sisäilmakorjausten jälkeinen seuranta ja korjausten onnistumisen varmentaminen

- Sisäilmakorjausten onnistumista tulee seurata korjausten valmistumisen jälkeen, sillä säännöllisellä seurannalla pystytään varmistamaan aiemmin havaittujen ongelmien poistuminen.
- Laadunvarmistusasiakirjoissa määritellään korjausten jälkeiset seurantatoimet, joiden tarkoituksena on varmentaa ja todentaa korjausten onnistuminen.
- Korjausten onnistumista voidaan arvioida aistinvaraisilla tarkastuksilla sekä erilaisilla mittauksilla ja käyttäjä- tai sisäilmastokyselyillä.
- Korjausten onnistumisen seurantamenetelmät, tarkastustiheys ja laadun tavoitetaso määritellään kohdekohtaisesti.
- Tuloksia verrataan ennen korjausta tehtyihin mittaustuloksiin ja havaintoihin sekä viranomaisten antamiin ohjeellisiin viitearvoihin sekä laadunvarmistus- ja seurantasuunnitelmassa määritettyihin tavoitteisiin.

# Korjausten onnistumisen seurantamenetelmiä

- Korjausten jälkeinen seuranta voi sisältää :
  - tilojen aistinvaraisen katselmuksen
  - käyttäjille tehtävän haastattelun
  - käyttäjä- tai sisäilmastokyselyn
  - ilmanvaihdon ja rakennusautomaation tarkastuksen
  - paine-erojen sekä sisäilmaolosuhteiden seurannan
  - rakenteiden tiiviyyden tarkastamisen merkkiainekokein
  - rakenteiden kosteuden seurannan sekä
  - pinnoilta tai sisäilmasta otettavia pöly-, mikrobi- tai kemiallisten yhdisteiden näytteitä kohteessa esiintyneistä sisäilmaongelmista riippuen

# Sisäilmakorjausten onnistumisen seuranta- ja arviointimenetelmiä sekä ajankohtia

Toimenpiteet korjausten onnistumisen arvoimiseksi korjausten valmistumisen ja tilojen käyttöönoton jälkeen	Seurannan ajankohta		
	Kahden kuukauden kuluttua	Yhden vuoden kuluttua	Viiden vuoden kuluttua
<b>Siivoustason tarkastus</b> silvämääräisesti, tarvittaessa pölymäärämittarilla ja/tai näytteenotolla (pyyhintäpölynäyte, geeliteippi)	x	x	x
<b>Rakenteiden ilmatiivys</b> aistinvaraisesti merkkiainetekniikalla, tarvittaessa lämpökamerakuvauksella	x	x	x
<b>Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus</b> ilmamäärämittaukset, painesuhteet, tuloilmakanaviston puhtauden tarkastus	tarvittaessa*	tarvittaessa	x
<b>Sisäilman kemialliset ja mikrobiologiset pitoisuudet</b> ilmanäytteenotto (mikrobit, VOC, NH <sub>3</sub> , jne.)	ei	tarvittaessa	Tarvittaessa

\* Ilmanvaihtojärjestelmä säädetään aina heti korjauksen jälkeen, joskus esim. olosuhdemittausten tulosten perusteella pitää säätää myöhemmin uudestaan. (Laine, 2014)

# Sisäilmakorjausten onnistumisen arviointi

- Sisäilmakorjausten onnistumisen arviointiperusteita on, että korjaukset tehdään ja dokumentoidaan suunnitelmien ja ohjeiden mukaan asetettuja laatutavoitteita vastaaviksi, sisäilmahaitta poistuu ja olosuhde- ja oirevalitukset vähenevät korjauksia edeltävään tilanteeseen nähden.
- Useimmiten korjausten onnistuminen voidaan varmuudella varmentaa ainoastaan rakennuksen kunnon ja olosuhteiden pitkäaikaisella seurannalla.
- Käyttäjiltä saatu palaute on tärkein arviointiperuste korjausten onnistumisen arvioinnissa, joka voidaan kerätä käyttäjä- tai sisäilmastokyselyillä ennen ja jälkeen korjausten.
- Tavoitteiden saavuttaminen ja korjausten onnistuminen voidaan todeta arvioimalla tehdyt korjaukset, seuraamalla sisäilman laatua sekä käyttäjien terveydentilaa ja kokemuksia tiloista, arvioimalla kiinteistöhuollon ja ylläpidon laatua sekä korjausprosessin aikaista viestintää.

# Sisäilmakorjausten onnistumisen arviointi



## KORJAUSTEN ARVIOINTILOMAKE

Tämä tarkastuslista on tarkoitettu sisäilmasto-ongelmien korjausten arviointiin, jossa tarkastellaan koko korjauksiin johtanutta prosessia ja korjausten aikaista toimintaa. Samalla tämä toimii muistilistana tarvittavista toimenpiteistä korjausten onnistumisen varmistamiseksi.

toimenpide	pvm	toteuttaja/arvioija	arvio tilanteesta *
<b>1 Tehdyt tutkimukset ja selvitykset</b>			
1.1 Sisäilmastokysely / Työterveyshuollon tekemä selvitys sairastuvuudesta tai oireilusta			
1.2 rakennustekninen selvitys			
1.3 Iv-tekniinen selvitys			
1.4 Mikrobiologinen näytteenotto			
1.5 Muut näytteet			
1.6 Viestintä (mm. tavoitteista ja seurannasta sopiminen)			
<b>2 Korjaussuunnittelu</b>			
2.1 Rakennussuunnittelu			
2.2 Iv-suunnittelu			
2.3 Työmaa- ja suojaussuunnittelu			
2.4 Muu tarvittava suunnittelu			
<b>3 Korjausten toteutus</b>			
3.1 Korjausten aikainen suojaus			
3.2 Tilan erillinen alipaineistus			
3.3 Ilmanvaihdon suojaus			
3.4 Vaurioituneen materiaalin poisto/käsittely			
3.5 Purkumateriaalin käsittely			
3.6 Vaurion aiheuttajan poistaminen			
3.7 Korjaustyön toteutus			
3.8 Ilmanvaihdon säätäminen			
<b>4 Korjausten jälkeinen siivous</b>			
4.1 Kaikkien pintojen imurointi (HEPA-suodatin)			
4.2 Kaikkien pintojen pyyhintä			
4.3 Suojausten purkaminen			
4.4 Irtaimiston puhdistus			
<b>5 Korjausten jälkeinen seuranta</b>			
5.1 Aiemmin sovitun seurannan toteuttaminen (ks. kohta 2.5)			
5.2 Sisäilmastokysely			
5.3 Mikrobimittaukset			
5.4 Iv-kanavien puhtauden arviointi			
5.5 Kuitumittaukset			
5.6 Ilmämäärien tarkastaminen			
5.7 Muut sovitut mittaukset			
5.8 Tiedotus			
5.9 Jatko seurannasta sopiminen			

\* Arviointi: kunnossa / puutteellinen / ei tehty / - (ei kuulu tarkastelun piiriin)

- Tehdyt tutkimukset ja selvitykset
  - Sisäilmastokysely, rakennustekninen ja iv-tekniinen selvitys, mikrobiologinen näytteenotto, muut näytteet, viestintä
- Korjaussuunnittelu
  - Rakennussuunnittelu, iv-suunnittelu, työmaa- ja suojaussuunnittelu, muu tarvittava suunnittelu
- Korjausten toteutus
  - Korjausten aikainen suojaus, alipaineistus, ilmanvaihdon suojaus, vaurioituneen materiaalin poisto ja käsittely, purkumateriaalin käsittely, vaurion aiheuttajan poistaminen, korjaustyön toteutus, ilmanvaihdon säätäminen
- Korjausten jälkeinen siivous
  - Kaikkien pintojen imurointi ja pyyhintä, suojausten purkaminen, irtaimiston puhdistus
- Korjausten jälkeinen seuranta
  - Seurannan toteuttaminen, sisäilmastokysely, mikrobimittaukset, iv-kanavien puhtauden arviointi, kuitumittaukset, ilmämäärien tarkastaminen, muut sovitut mittaukset, tiedotus, jatko seurannasta sopiminen

(Salonen ym, 2011)

# Tiedonkulku ja tiedottaminen

- Tiedonkulku sisäilmakorjausten eri osapuolten välillä on merkittävää hankkeen onnistumisen kannalta.
- Viestintämenetelmiä ovat kirjalliset tiedotteet, keskustelu- ja tiedotustilaisuudet sekä tutustumiskierrokset työmaalle.
- Yksiselitteisillä ja huolellisesti laadituilla tiedotteilla vältetään väärinymmärryksiä ja edistetään hankkeen edistymistä.
- Aktiivinen ja vuorovaikutteinen viestintä lievittää pelkoja ja käyttäjien tyytyväisyys korjauksiin kasvaa.
- Korjaustyön seurannalla ja onnistumisen arvioinnilla voidaan tehdä saavutetut parannukset kaikille näkyviksi, mikä rauhoittaa tilannetta ja vähentää epäluottamusta korjausten onnistumiseen.

# Yhteenveto

- Sisäilmakorjaushankkeen tavoitteena on poistaa ja korjata sisäilmaongelman aiheuttajat niin, että käyttäjien oireilu loppuu ja ettei vauriot uusiudu.
- Sisäilmaongelmien poistuminen ja korjausten onnistuminen riippuu siitä, onko sisäilma-ongelmien aiheuttaja tunnistettu, tehty laadukkaat suunnitelmat ja onko korjaukset toteutettu suunnitelmien mukaan.
- Laadunvarmistus ja korjausten onnistumisen varmentaminen on tärkeää ja tulee tehdä koko korjausprosessin ajan, jotta voidaan varmistaa sisäilmaongelmien aiheuttajien poistuminen.
- Korjausten onnistumisen varmentamista tehdään erilaisilla laadunvarmistustoimenpiteillä, valvonnalla, katselmuksilla sekä mittauksilla ja tutkimuksilla.
- Kokeneet ja asiantuntevat kuntotutkijat, suunnittelijat, urakoitsijat, valvojat sekä projektihenkilöt yhteistyössä toimillaan varmistavat korjausten onnistuneen lopputuloksen.



# Yhteenveto

- Korjaushanke on onnistunut, kun korjaukset ovat suunnitelmien mukaan tehty ja teknisesti toimivia, ja korjausten onnistuminen on varmennettu huolellisella valvonnalla ja dokumentaatiolla sekä tarkastuksilla ja mittauksilla.
- Ongelmallisissa sisäilmakohteissa korjausten jälkeisellä seurannalla voidaan saada hyödyllistä tietoa kohteen sisäilman laadusta ja taloteknisten järjestelmien toimivuudesta.
- Korjausten seurantamenetelmiä ovat käyttäjille pidettävä sisäilmastokysely, olosuhteiden jatkuvakestoinen mittaus, sisäilmanäytteiden otto, rakenteiden ilmatiivyyden tarkastus merkkiainekokeilla ja kosteuksien havainnointi.
- Yleensä korjausten onnistumista seurataan n. 2 kk kuluttua tilojen käyttöönotosta, toisen kerran ennen 2-vuotistakuutarkastusta ja mahdollisesti vielä 5 vuotta korjausten jälkeen.
- Käyttäjien kokemus tilojen sisäilmasta on merkittävä arviointiperuste, mutta täysin oireettomaan tilanteeseen on vaikea päästä.
- Korjausten jälkeisellä seurannalla voidaan viestiä käyttäjille, että korjaukset ovat onnistuneet ja kiinteistöstä pidetään huolta ja puutteisiin voidaan reagoida nopeasti.

# Kiitokset

- Kiitokset Miia Pitkärannalle, Katariina Laineelle, Katja Tähtiselle ja Helmi Kokotille, jotka ohjasivat opinnäytetyötäni.
- Lopuksi kiitos myös muille RTA2-kurssilaisille, Meri Hietalalle ja Arja Vainiolle, joiden kanssa RTA-opintoja ja opinnäytetöitä on yhdessä työstitetty.