



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Elisa Koskinen

Sisäilmaston huomioiminen korjausra- kentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohtokoulutus

Mestarityö

2.10.2019

Tekijä Otsikko	Elisa Koskinen Sisäilmaston huomioiminen korjausrakentamisessa
Sivumäärä Aika	61 sivua + 3 liitettä 2.10.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohtokoulutus
Ammatillinen pääaine	Talonrakennus
Ohjaajat	lehtori Tapani Järvenpää, Metropolia Ammattikorkeakoulu yksikön johtaja Ilkka Jerkku, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n korjausrakentamisen yksikölle.</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää, millaisia tavoitteita kahdessa tarkastellussa korjaushankkeessa on asetettu sisäilmastolle sekä kuinka tavoitteet on huomioitu ja saavutettu. Lisäksi tavoitteena oli kerätä parannusehdotukset Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n korjaustarveselvitykselle sekä laatia tehtäväluettelo, jota voi hyödyntää todentaessa rakennus terveelliseksi.</p> <p>Rakennuksen terveydellisten olosuhteiden arviointiperusteet, sisäilmaston tavoitetasot, korjaushankkeen kulku ja tiedonhallinta selvitettiin kirjallisuuslähteistä. Tutkimuksellisessa osuudessa tarkasteltiin kahta korjaushanketta 1 ja 2, joiden asiakirjoista tarkasteltiin hankkeen eri vaiheita käyttöönottovaiheeseen asti. Korjaushankkeiden aineisto etsittiin projektikirjastosta.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena todettiin, että korjaushankkeen 1 suunnittelussa huomioitiin korjaustarveselvityksessä esitetyt toimenpide-ehdotukset. Kaikkia rakennuksen rakenteita, joiden kosteustekniseen toimivuuteen liitettiin riski, ei korjattu. Hankkeen alussa ei asetettu sisäilmaston laadulle selkeitä tavoitteita. Kosteuden- ja puhtaudenhallintaa ei toteutettu kokonaisuudessaan suunnitellusti. Korjaushankkeessa 2 sisäilmastolle asetettiin mitattavissa olevat sisäilmaston tavoitteet jo hankesuunnittelussa. Suunnittelussa ja työn toteutuksessa huomioitiin korjaustarveselvityksessä ehdotetut toimenpiteet. Tavoitteiden saavuttamista mitattiin ja dokumentoitiin korjaushankkeen edetessä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena laadittiin tehtäväluettelo, jota hyödyntämällä voidaan saavuttaa terveellinen rakennus. Jatkokehityksaiheeksi ehdotetaan, että rakennuksen jälkiseuranta-suunnitelmaa ja seurantatapoja kehitetään. Lisäksi onnistuneelle korjaukselle tulisi laatia yksiselitteiset arviointiperusteet.</p>	
Avainsanat	Sisäilmasto, rakennusterveys, korjausrakentaminen, terve talo

Author Title	Elisa Koskinen Considering Indoor Climate in Renovation Work
Number of Pages Date	61 pages + 3 appendices 2nd October 2019
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Building Construction
Instructors	Tapani Järvenpää, Senior Lecturer Ilkka Jerkku, Business Unit Director
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to establish goals set for indoor climate in two renovation projects, and how these goals were achieved. In addition, the aim was to collect suggestions how to improve the renovation needs analysis, and to create a list to be used to verify a healthy building for Sweco Expert Services Ltd.</p> <p>Literature was used to establish criteria for assessing the health of a building, target levels for indoor climate, the steps of a renovation project, and information management. The two repair projects were studied up to the deployment phase through the project archives.</p> <p>It was seen that the repair proposals for one of the repair projects were taken into consideration. However, all building structures that were exposed to moisture risk were not repaired. There were no clear targets for the quality of the indoor climate, and the management of humidity and cleanliness was not fully implemented as planned.</p> <p>In the other renovation project, indoor climate objectives were set in project planning. The repair design considered the repair suggestions and the targets achieved in the repair were documented.</p> <p>The thesis resulted in a task list that can be used to achieve a healthy building.</p>	
Keywords	Indoor climate, healthy building, renovation, healthy house

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimusongelma	2
1.2	Tutkimuksen tavoite	2
1.3	Aiheen rajaus	3
1.4	Työmenetelmät	3
2	Rakennusten terveydelliset olosuhteet	4
2.1	Sisäilman laatua heikentävät fysikaaliset, kemialliset ja biologiset tekijät	4
2.2	Terveydellisten olosuhteiden arviointiperusteet ja vaatimukset	4
2.3	Sisäilmaston laatutavoitteiden määrittely	5
2.4	Rakennuksen todentaminen terveelliseksi ja turvalliseksi	7
3	Korjaushankkeen vaiheet ja tiedonhallinta	9
3.1	Korjaushankkeen kulku	9
3.1.1	Lähtökohtien selvittäminen	10
3.1.2	Korjaustarveselvityksen toteutus	11
3.1.3	Tarveselvitys	14
3.1.4	Hankesuunnittelu	15
3.1.5	Luonnos- ja toteutussuunnittelu	17
3.1.6	Rakennusvaihe	18
3.1.7	Käyttöönotto	20
3.1.8	Jälkiseuranta	21
3.2	Korjaushankkeen organisaatiomalli	22
3.3	Tiedonhallinta korjaushankkeessa	23
4	Korjausrakentamisen riskit ja korjausvaihtoehdot	25
4.1	Korjausrakentamisen riskit	25
4.2	Korjausvaihtoehtojen luokittelu ja valinta	26
4.3	Korjaus vai purku	27
4.4	Korjausten kiireellisyyden arviointi	28

5	Tarkasteltavat korjaushankkeet ja tehdyt selvitykset	29
5.1	Korjaushankkeiden rakenne- ja talotekniset lähtötiedot	29
5.1.1	Korjaushankkeen 1 esittely	29
5.1.2	Korjaushankkeen 2 esittely	30
5.2	Hankkeiden yleisimmät vauriot ja sisäilmaan liittyvät riskit	30
5.2.1	Korjaushanke 1	30
5.2.2	Korjaushanke 2	33
5.3	Korjaustarveselvityksessä esitetyt toimenpidesuosituks	34
5.3.1	Korjaushanke 1	34
5.3.2	Korjaushanke 2	36
5.4	Urakkarajaus	36
5.4.1	Korjaushanke 1	36
5.4.2	Korjaushanke 2	36
5.5	Palaute korjaustarveselvityksestä ja projektista	37
5.5.1	Korjaushanke 1	37
5.5.2	Korjaushanke 2	37
5.6	Sisäilmastolle asetetut tavoitteet hankesuunnitteluvaiheessa	37
5.6.1	Korjaushanke 1	37
5.6.2	Korjaushanke 2	38
5.7	Sisäilmaston huomioiminen suunnitteluvaiheessa	39
5.7.1	Korjaushanke 1	39
5.7.2	Korjaushanke 2	39
5.8	Sisäilmaston huomioiminen purkutyövaiheessa	40
5.8.1	Korjaushanke 1	40
5.8.2	Korjaushanke 2	42
5.9	Sisäilmaston huomioiminen paikallavalu- ja pinnoitustyövaiheissa	42
5.9.1	Korjaushanke 1	42
5.9.2	Korjaushanke 2	43
5.10	Sisäilmaston huomioiminen tiivistystyövaiheessa	43
5.10.1	Korjaushanke 1	43
5.10.2	Korjaushanke 2	44
5.11	Sisäilmaston huomioiminen ennen tilojen käyttöönottoa	44
5.11.1	Korjaushanke 1	44
5.11.2	Korjaushanke 2	44

6	Tulokset	45
6.1	Palaute korjaustarveselvityksestä	45
6.1.1	Korjaushanke 1	45
6.1.2	Korjaushanke 2	46
6.1.3	Sisäilmaston tavoitteiden toteutuminen suunnitteluvaiheessa	46
6.1.4	Korjaushanke 1	46
6.1.5	Korjaushanke 2	47
6.2	Sisäilmastotavoitteiden toteutuminen purkutyövaiheessa	48
6.2.1	Korjaushanke 1	48
6.2.2	Korjaushanke 2	49
6.3	Sisäilmastavoitteiden toteutuminen valu- ja pinnoitusvaiheissa	49
6.3.1	Korjaushanke 1	49
6.3.2	Korjaushanke 2	50
6.4	Sisäilmaston tavoitteiden toteutuminen tiivistystyövaiheessa	50
6.4.1	Korjaushanke 1	50
6.4.2	Korjaushanke 2	50
6.5	Sisäilmaston tavoitteiden toteutuminen ennen käyttöönottoa	50
6.5.1	Korjaushanke 1	50
6.5.2	Korjaushanke 2	51
6.6	Sisäilmastavoitteiden toteutuminen käyttöönottovaiheessa	52
6.6.1	Korjaushanke 1	52
6.6.2	Korjaushanke 2	52
6.7	Tarkastuslista sisäilmakorjaushankkeen onnistumisen arviointia varten	52
7	Yhteenveto	53
7.1	Johtopäätökset	55
7.2	Jatkokehityksaiheet	58
	Lähteet	59

Liitteet

Liite 1. Yleisimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät ja niiden aiheuttamat haitat ja oireet.

Liite 2. Sisäilmaston mittaus- ja analyysitulosten arviointiin käytettäviä keskeisiä ohjeita.

Liite 3. Rakennuksen terveelliseksi todentaminen

Lyhenteet

HTP-arvo	Hengitysilman epäpuhtauden haitalliseksi tunnettu pitoisuus
LVIS	Lämmitys-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmä
M1	Rakennusmateriaalien päästöluokitus (M1-luokka)
P1	Rakennustyön puhtausluokitus (P1-luokka)
PM _{2,5}	Pienhiukkanen (PM _{2,5}), jonka aerodynaaminen halkaisija on alle 2,5 µm
S1-S3	Sisäilmastoluokka (luokka 1-3)

1 Johdanto

Rakennuksen perusteellisempi korjaus on ajankohtaista, kun normaalit huolto- ja kunnossapitotoimet eivät riitä pitämään kiinteistöä käyttökunnossa, rakennuksessa on sisäilmaan liittyvä ongelma tai energiatehokkuus ei täytä vaatimuksia. [1.] Sisäympäristöongelman rakennuksen ongelmien selvittäminen ja korjauskohteiden priorisointi vaativat monipuolista asiantuntemusta ja eri asiantuntijan yhteistyötä [2]. Ennen korjaushankkeen aloittamista on selvitettävä mahdollisimman luotettavasti, mistä huono sisäilma johtuu ja perehdyttävä rakennuksen vaurio- ja korjaushistoriaan. [3.]

Rakennuksen korjaustarveselvityksellä saadaan hankesuunnittelua varten perusteltua tietoa rakennuksen korjaustarpeesta, korjaustarpeen laajuudesta ja korjausvaihtoehdoista. [3.] Päätökseen korjaustavasta ja -laajuudesta voi vaikuttaa korjaustarveselvityksestä saadun tiedon lisäksi muutkin näkökulmat, kuten huoli sisäilmaoireilun jatkumisesta, rakennushistorialliset näkökulmat, käyttötarpeen muutokset tai taloudellinen näkökulma. Määritelmä hyvästä sisäilmasta ja tavat, joilla sisäilman laatua huomioidaan korjauksissa vaihtelevat rakennushankkeissa.

Rakennuksen korjaustarveselvityksessä esitetyt sisäilman laatuun vaikuttavat riskitekijät voivat jäädä huomioitta suunnitteluvaiheessa tai työmaavaiheessa esimerkiksi hankkeen pitkän keston, laajan hankeorganisaation tai heikon tiedonhallinnan takia. [3.] Toisinaan sisäilmaan liittyvät riskitekijät yritetään poistaa kevyillä korjauksilla, jolloin korjaus ei ole pitkäkestoinen, mutta se on edullinen ja nopea toteuttaa. Toisinaan raskailla korjauksilla korjauksen laajuus ylimitoitetaan, hankkeen kustannukset ja kesto kasvavat.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n korjausrakentamisen yksikkö tuottaa sisäilman tutkimiseen, laadunvarmistamiseen ja korjaussuunnitteluun liittyviä palveluita, kuten rakennusten korjaustarveselvityksiä. Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:lla ei ole aiemmin arvioitu kirjallisesti, mitkä tekijät lopulta määrittivät korjaushankkeessa valitun korjausvaihtoehdon, korjauslaajuuden, sekä sisäilman laadulle asetetut tavoitteet. Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:ltä puuttuu myös palaute, kuinka nykyistä korjaustarveselvitysraporttia voisi kehittää suunnittelijoita ja työmaata hyödyttävämpään muotoon. Edellä mainitut asiat ovat vaikuttaneet tämän opinnäytetyön aloittamiseen.

Sweco on muodostunut useiden pienempien yritysten ostoista. Swecon emoyhtiö on Ruotsissa. Suomessa Swecolla on noin 2000 työntekijää ja Euroopan laajuisesti työntekijöitä on noin 14 000. Swecon markkina-alueet ja toiminta keskittyvät pohjoismaiden alueille. Suomessa toimistoja on 25 eri paikkakunnalla. Vuonna 2018 Swecon liikevaihto oli Suomessa 8,9 miljoonaa euroa. Toimeksiantoja on vuosittain noin 8000 kpl.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy kuuluu Sweco Finland -maayhtiöön. Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n palvelukokonaisuuksiin kuuluvat korjausrakentaminen, betonitutkimus, sisäilmasto- ja laadunhallinta, taloyhtiön rakennustekniset palvelut, tietomallipalvelut, kustannus- ja määrälaskenta. Korjausrakentamisen yksikössä sisäilmaston tutkimus- ja laadunhallinta osaston tärkeimpiä palveluita ovat korjaussuunnittelu, rakentamisen laadunhallinta sekä rakenteiden ja talotekniikan kuntotutkimukset. Osastolla on noin 30 työntekijää, joista osa on rakennesuunnittelijoita ja osa ympäristö-, rakennus- ja talotekniikan eri asiantuntijoita.

1.1 Tutkimusongelma

Tutkimusongelmana on, että hyvän sisäilmaston ja onnistuneen korjauksen määritelmät eivät ole yksiselitteisiä. Tällöin korjaushankkeen eri osapuolet eivät välttämättä ymmärrä yhtenäisesti sisäilmastolle määritettyjä tavoitteita ja hyvän sisäilmaston oletetaan syntyvän itsestään. Sisäilmastolle asetetut epäselvät tavoitteet tai tavoitteiden noudattamatta jättäminen heikentävät korjaushankkeen onnistumista. Toisinaan korjaustarveselvitysraportissa esitetty tieto välittyy heikosti suunnittelusta työmaatoteutukseen asti, jolloin sisäilman laatua ei huomioida korjaushankkeessa riittävästi.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää tarkastelluissa korjaushankkeissa, millaisia tavoitteita sisäilmaston laadulle on asetettu ja kuinka tavoitteet on saavutettu korjaushankkeessa. Opinnäytetyössä kerätään korjaushankkeista saadut parannusehdotukset korjaustarveselvitysraportille. Lisäksi opinnäytetyössä laaditaan tehtäväluettelo kirjallisuudesta, haastatteluista ja korjaushankekohteista saatavin tiedoin, minkä avulla korjattu rakennus voidaan todeta hankkeen päätyttyä terveelliseksi.

1.3 Aiheen rajaus

Opinnäytetyössä tarkastellaan kahta toteutunutta korjaushanketta korjaustarveselvitys-vaiheesta käyttööntöövaiheeseen asti. Tarkasteltavat kohteet ovat toimistorakennuksia. Tarkempia tunnistetietoja kohteista tai korjaushankkeen osapuolista ei ole esitetty tässä opinnäytetyössä. Ensimmäisenä tarkastellaan osittaista peruskorjaushankekohdetta ja toisena yhden auditoriotilan rakenteiden tiivistyskorjaushanketta. Lähtökohtana on, että tarkasteltavien kohteiden korjaustarveselvityksen on toteuttanut Sweco Asiantuntijapalvelut Oy. Tutkimusaineistona käytetään rakenne- ja taloteknisiä selvityksiä, suunnitelmia, pöytäkirjoja ja haastatteluja. Teoriatieto on koottu kirjallisuudesta.

1.4 Työmenetelmät

Teoriatieto laaditaan opinnäytetyöhön kirjallisuudesta. Teoriaosuudessa käsitellään rakennusten terveydellisiä olosuhteita ja sisäilmaston tavoitetasoja. Seuraavaksi käsitellään korjaushankkeen vaiheita ja hankeorganisaatiota. Teorian lopussa käsitellään korjausvaihtoehtojen tasoja ja mitkä asiat vaikuttavat korjausvaihtoehdon valintaan.

Opinnäytetyön tutkimuksellisessa osuudessa läpikäydään korjaushankkeiden korjaustarveselvitysraportti. Korjaustarveselvityksestä selvitetään pääasialliset sisäilmastoa heikentävät riskit ja todetut vauriot, jotka edellyttävät korjausta. Lisäksi selvitetään esitetyt korjausvaihtoehdot ja niiden perustelut. Korjaushankkeiden asiakirjoista etsitään, miten sisäilmastolle asetetut tavoitteet on huomioitu korjaushankkeessa. Korjaushankkeen asiakirjoja ovat suunnitteluaineisto ja työmaapöytäkirjat sekä henkilöhaastattelut. Kirjallisuudesta ja henkilöhaastatteluista saaduin tiedoin selvitetään, mitä korjaushankkeessa on huomioitava, jotta rakennus voidaan todeta terveelliseksi ja turvalliseksi. Selvityksen tuloksia verrataan kirjallisuudesta saataviin tietoihin.

2 Rakennusten terveydelliset olosuhteet

Luvussa tarkastellaan sisäilman epäpuhtaustekijöitä, rakennuksen terveydellisten olosuhteiden arviointiperusteita ja laatutavoitteiden määrittelyä. Lisäksi tarkastellaan, millä perusteilla rakennus on todennettavissa terveelliseksi.

2.1 Sisäilman laatua heikentävät fysikaaliset, kemialliset ja biologiset tekijät

Rakennuksessa koettuun sisäilman laatuun vaikuttavat useat fysikaaliset, kemialliset ja biologiset tekijät. [5.] Fysikaalisia tekijöitä ovat esimerkiksi sisäilman lämpötila, kosteus ja ilmavirtausten liike. Kemiallisia tekijöitä ovat esimerkiksi sisäilman kaasumaiset yhdisteet ja biologisia tekijöitä ovat esimerkiksi mikrobit. Koettuun sisäilman laatuun vaikuttavat myös rakennustekniikka, lämmitys, ilmanvaihto ja jäähdytyksen toiminta, käytetyt rakennusmateriaalit, rakennuksen käyttö ja huolto.

Toimistotyyppisten tilojen sisäilman epäpuhtauspitoisuudet ovat tuotantoympäristöä pienempiä. [6.] Asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisäilman epäpuhtauspitoisuudet ovat pääsääntöisesti toimistoympäristöä suurempia.

Sisäilmaongelmia aiheuttaa kosteuden aiheuttamat vauriot, mutta myös muut kosteudesta riippumattomat tekijät. [7.] Liitteessä 1 on esitetty Ympäristöoppaassa 2016 taulukoidut yleisimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät ja niiden aiheuttamat mahdolliset haitat ja oireet.

Hengitysilman epäpuhtauksille on haitalliseksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot 2016), jotka ovat sosiaali- ja terveysministeriön arvioita työntekijöiden hengitysilman epäpuhtauksien pienimmistä pitoisuuksista, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle tai lisääntymisterveydelle. [8,9.]

2.2 Terveydellisten olosuhteiden arviointiperusteet ja vaatimukset

Sosiaali- ja terveysministeriön on laatinut terveydensuojelulain nojalla asetuksen 525/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista. [10, 11.] Asetusta

voi soveltaa asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisten olosuhteiden valvontaan. Asetuksessa on säädetty arviointiperusteet ja toimenpiderajat yleisimmille fysikaalisille, kemiallisille ja biologisille tekijöille. Pykälän 3 mukaan rakennuksen tai sen osan korjauksessa voidaan soveltaa asetuksessa esitettyjä vaatimuksia, mutta tällöin on huomioitava erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski.

Työpaikoilla työhygieniaa liittyviä säännöksiä fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten riskitekijöiden arvioinnille on asetettu työturvallisuuslaissa 738/2002. [8, 12.] Työturvallisuuslain 738/2002 pykälän 10 mukaan työpaikoilla on tehtävä havaittujen haitta- tai vaaratekijöiden terveydellisen merkityksen arviointi. Altistumisolosuhteisiin liittyvän haitan ja vaaran terveydellisen merkityksen arvioinnin ja tarvittaessa lausunnon antaa työterveyshuolto sisäilmasto-ongelmiin perehtyneen työterveyslääkärin johdolla.

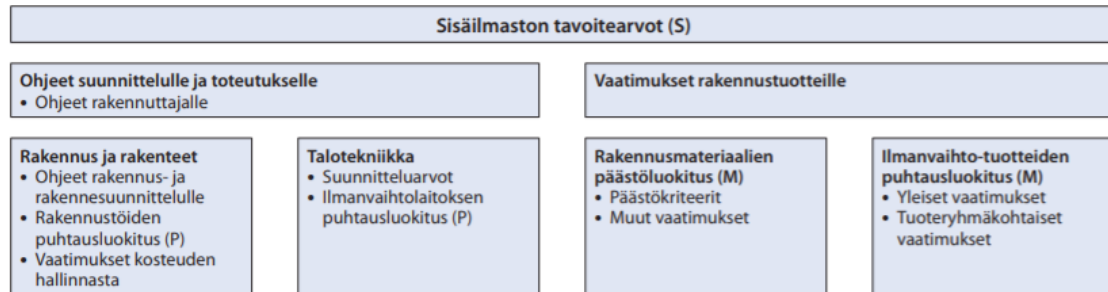
Sisäilmastoluokitusta käytetään yleisesti toimitilarakennusten sisäilmastotavoitteiden asettamisessa. [5.] Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu käytettäväksi valittaessa tai asettaessa tavoite- ja suunnitteluarvoja rakennus- ja talotekniseen suunnitteluun, urakointiin tai rakennustarviketeollisuuteen. Sisäympäristön tavoitearvot valitsevat rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tilaaja yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Sisäympäristön tavoitearvot on huomioitava rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa.

Erityyppisissä sisäympäristöissä käytetään mittaus- ja analyysitulosten arviointiin eri ohjeita. [6.] Liitteeseen 2 on esitetty Työterveyslaitoksen kokoamat keskeisimmät ohjeet sisäilmaston mittaus- ja analyysitulosten arviointiin.

2.3 Sisäilmaston laatutavoitteiden määrittely

Hyvä sisäilmasto on yksi rakentamisen keskeisistä tavoitteista. [5.] Sisäilmayhdistys ry on laatinut terveen talon kriteerit, joita toteuttamalla voidaan saada toimiva, terveellinen ja vaaditut sisäilmasto-olosuhteet täyttävä rakennus. [13.] Kriteeristö on koottu sisäilmastoluokituksen sisäilmasto-, puhtaus- ja materiaaliluokista. Kriteeristöä on mahdollista käyttää rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Terveen talon kriteereillä rakennuttaja ja tilaaja voivat asettaa vaatimuksia ja tavoitetasoja sisäilmastolle, suunnitteluratkaisuille, rakentamiselle ja sen valvonnalle sekä käytölle ja huollolle.

Sisäilmastoluokitus 2008 uudistui vuonna 2018, jolloin sisäilmastoluokituksessa uudistettiin ilmanvaihtoon, akustiikkaan ja lämpöolosuhteisiin liittyviä vaatimuksia. Kuvassa 1 on esitetty sisäilmastoluokituksen 2018 rakenne, joista sisäilmaston tavoitearvot koostuvat. [5.]



Kuva 1. Sisäilmaluokituksen rakenne. [5.]

Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen, jossa on laatuluokat S1, S2 ja S3. [5.] Sisäilmastoluokka S1 on luokituksen parhain laatuluokka. Kuvassa 2 on vuoden 2018 sisäilmastoluokituksessa esitettyjen sisäympäristön laadun tavoitearvot.

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]	< 350	< 550	< 800
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	< 100	< 100	< 200
PM _{2,5} [µg/m ³]	< 10	< 10	< 25
PM _{2,5} sisällä/ulkona	< 0,5	< 0,7	–
Ilman suhteellinen kosteus [% RH]	–	–	–
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	–
asunnot	90 %	80 %	–

*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Kuva 2. Sisäympäristön laadun tavoitearvot. [5.]

Sisäilmastoluokitusta ei ole tarkoitettu rakennuksen terveellisyyden arviointiin. [5.] Sisäilmastoluokituksessa on huomautettu, että tavoitearvojen alittuminen voi aiheuttaa oireita herkille ihmisille. Lisäksi sisäilmastoluokituksessa on huomautettu, että tavoitearvojen ylittyminen ei myöskään tarkoita nykytietämyksen mukaan välitöntä terveysvaaraa.

Sisäilmastoluokituksessa 2018 on ohjeistettu, että rakennuttajan tulee kirjata selkeästi sisäilmastotavoitteet kaikkien suunnittelijoiden tiedoksi. [5.] Tällöin kaikki suunnittelijat

ovat tietoisia rakennuttajan tavoitteista. Valitut sisäympäristötavoitteet ja niihin liittyvät tekniset erityisvaatimukset on esitettävä kaikissa asiakirjoissa. Sisäilmastoluokituksen mukaan urakkarajaliite on erityisen tärkeä asiakirja suunnittelun ohjauksessa.

Työterveyslaitos on asettanut kemiallisille, fysikaalisille ja biologisille haittatekijöille tai työympäristöön liittyville muuttujille tavoitetasot, joihin työolosuhteita kehittäessä pitäisi pyrkiä. [14.] Työterveyslaitoksen tavoitetasot ovat lainsäädännöllisiä tasoja alhaisemmat selkeiden terveysriskien välttämiseksi. Työterveyslaitoksen tavoitetasoilla tavoitellaan viihtyisää ja hyvää työympäristöä.

2.4 Rakennuksen todentaminen terveelliseksi ja turvalliseksi

Maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 pykälän 117 c mukaisesti rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. [15,16.] Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi.

Kosteus- ja hometalkoiden ohjekortistossa on esitetty, että terveydensuojeluviranomaiset ja työterveyshuolto ohjeistavat yleisesti, että korjaushankkeen jälkeen sisäilmahaittojen poistumista tai vähenemistä on seurattava. [16.] Yksityiskohtaisempia menettelytapoja ei kuitenkaan ole olemassa. Käyttäjäkokeusten ja tyytyväisyyden mittausten pelätään laukaisevan oireilukierteen uudestaan. Ohjekortistossa huomautetaan, että korjauksen jälkeistä oireilua ja sisäilmaston kokemusta arvioitaessa on ymmärrettävä, ettei nollatason oireiluun päästä koskaan.

Sisäilmaston kyselytuloksissa oireilun ja epämiellyttävien tuntemusten väheneminen korjausten jälkeen on merkki tilanteen etenemisestä oikeaan suuntaan. [16.] Herkimmin oireilevien henkilöiden ei suositella saapuvan korjattuun tilaan heti korjausten valmistuttua. Ensimmäinen seurantakysely on suositeltavaa tehdä noin puoli vuotta korjausten valmistuttua. Jos oiretasot ovat laskeneet, herkimmin oireilevat voidaan siirtää

korjattuihin tiloihin. Toinen sisäilmastokysely voidaan tehdä noin vuoden päästä korjauksesta ja tiloihin muutosta.

Sisäilmayhdistys ry:n mukaan korjausten onnistumisen seuranta on suunniteltava jo korjaussuunnittelussa. [17.] Korjausten onnistumista voi seurata esimerkiksi mikrobinäytteiden avulla tai sisäilmastokyselyllä. Muita tapoja ovat esimerkiksi rakennus- tai talotekninen seuranta, käyttäjähavaintojen seuranta tai oireiden ja sairauksien seuranta.

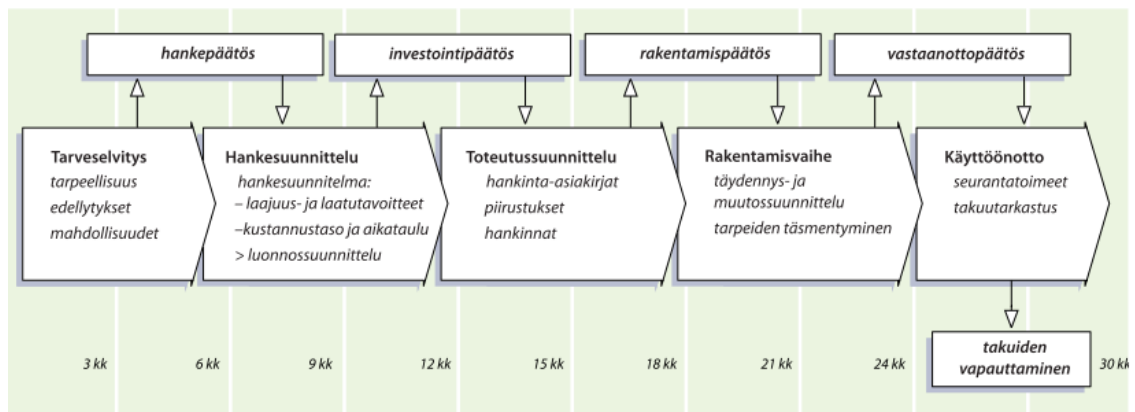
Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden korjausoppaan lausuntoversiossa on esitetty, että korjausten onnistumisen seuranta olisi jaettava käytönaikaiseen sisäilman olosuhteiden ja rakenteiden toimivuuden seurantaan. [18.] Kiinteistön käyttäjien seuranta tapahtuisi käyttäjä- ja sisäilmastokyselyillä. Seurantasuunnitelman toteutusjaksoina on käytetty 0-2 vuotta ja 2-5 vuotta.

3 Korjaushankkeen vaiheet ja tiedonhallinta

Luvussa käsitellään korjaushankkeen eri vaiheita, eri vaiheiden edellytyksiä ja sisältöä sekä hankkeen osapuolten tehtäviä sekä tiedotustapaa.

3.1 Korjaushankkeen kulku

Rakennushanke käynnistyy rakennuttajan-, kiinteistökehittäjän tai -sijoittajan aloitteesta. [19,20.] Rakennushankkeen vaiheina ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, toteutus suunnittelu, rakennusvaihe ja vastaanottopäätös. Kuvassa 3 on esitetty viitteellisessä aikataulussa rakennushankkeen eri vaiheiden kesto. [20.]



Kuva 3. Rakennushankkeen vaiheet. Esitetty aikataulu on viitteellinen ja eri vaiheet voivat toisiinsa edetä rinnakkain. [20.]

Tarveselvityksellä selvitetään lähtökohdat ja edellytykset korjaushankkeen tarpeellisuudesta. [20.] Hankepääätöksen jälkeen käynnistyy hankesuunnittelu, jossa määritetään laajuus ja laatutavoitteet, kustannukset ja aikataulu. Investointipääätöksen jälkeen aloitetaan toteutussuunnittelu ja laaditaan suunnitteluasiakirjat. Rakentamispääätöksen jälkeen alkaa rakentamisvaihe. Rakentamisvaiheessa täydennetään ja täsmennetään vielä suunnitelmia. Korjaushankkeen vastaanottopääätöksen jälkeen toteutetaan käyttöönottovaiheessa takuuajan tarkastukset ja seuranta.

3.1.1 Lähtökohtien selvittäminen

Rakennuksen korjaussuunnittelun tulee perustua perusteelliseen korjaustarveselvitykseen. [20.] Korjaustarveselvityksellä pyritään löytää kaikki rakenteissa vahingoittuneet ja korjaustarpeessa olevat osat ja järjestelmät. Korjaustarveselvitys edellyttää rakenteiden avaamista. Korjaustarve on selvitettävä kokonaisuudessaan ennen hankesuunnitteluvaihetta, jossa kiinnitetään suuri osa peruskorjauskustannuksista. Korjaustarveselvityksellä selvitetään rakenteiden turvallisuus ja tekninen kunto.

Energiatalous on yksi keskeinen asia perusparannushankkeissa, jonka takia on tutkittava rakennuksen elinkaareen ja energiatehokkuuteen liittyviä ekologisia tekijöitä. [20.] Muutoin tutkittavaksi riittäisi teknillistaloudelliset seikat. Energian kulutukseen ja rakennuksen aiheuttamiin päästöihin vaikuttavat teknisten järjestelmien kunnostus ja uusiminen. Rakennuksen ulkovaipan muutokset, kuten julkisivumateriaalin ja lämmöneristyksen muutokset voivat vaikuttaa huomattavasti rakennuksen lämpötalouteen.

Korjaushankkeessa suunnittelun lähtötietojen kokoaminen ja asetettujen tavoitteiden täyttäminen vaativat usein enemmän aikaa kuin varsinainen rakennusprosessi. [1.] Vaikeuksia voi tuottaa lähtötietojen löytäminen sekä tietojen määrä ja laadun vaihtelevuus. Korjaussuunnittelussa tiedon lähteitä on useita:

- rakennuksen fyysiset tiedot, kuten mitat ja rakenteet
- rakennusfysikaaliset selvitykset
- arkistotiedot, kuten viranomaisten tiedot
- kuntoarviot, kuntotutkimukset, huoltotiedot, korjaushistoria, katselmukset
- rakennustaiteelliset ja rakennustekniset historiatiedot
- toteutuneet käyttökustannukset
- sosiaaliset tiedonlähteet, kuten nykyiset ja aikaisemmat käyttäjät.

Vesiputkistojen ja viemäreiden sekä niihin liittyvien laitteiden kunto sekä tontin hulevesikaivojen ja salaojien kunto on tarkastettava korjaustarveselvitysvaiheessa. [20.] Tapauskohtaisesti korjaustarveselvityksessä arvioidaan ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus ja puhtaus. Vaihtoehtoina voivat olla vanhan ilmanvaihtolaitteiston toimivuuden parantaminen tai uuden ilmanvaihtojärjestelmän asennus. Ratkaisuun vaikuttavat:

- nykyisten järjestelmien kunto ja huollettavuus

- peruskorjauslaajuus ja käyttötarkoituksmuutokset
- järjestelmien tekninen käyttöikä ja ekologisuus
- rakennus- ja käyttökustannukset
- elinkaarikustannukset
- ympäristövaikutukset
- rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden vaatimukset.

Sähköiset järjestelmät sijoittelun käyttömukavuudessa ja huollettavuudessa on huomioitava myös vanhojen tilojen luonne. [20.] Arvokkaissa sisätiloissa on harkittava, sopivatko kaapelikanavat ja sähkökourut rakennuksen luonteeseen vai upotetaanko tekniikkaa rakenteisiin. Suojelukohteissa pinta-asennuksia pidetään rakenteisiin upottamista parempana ratkaisuna.

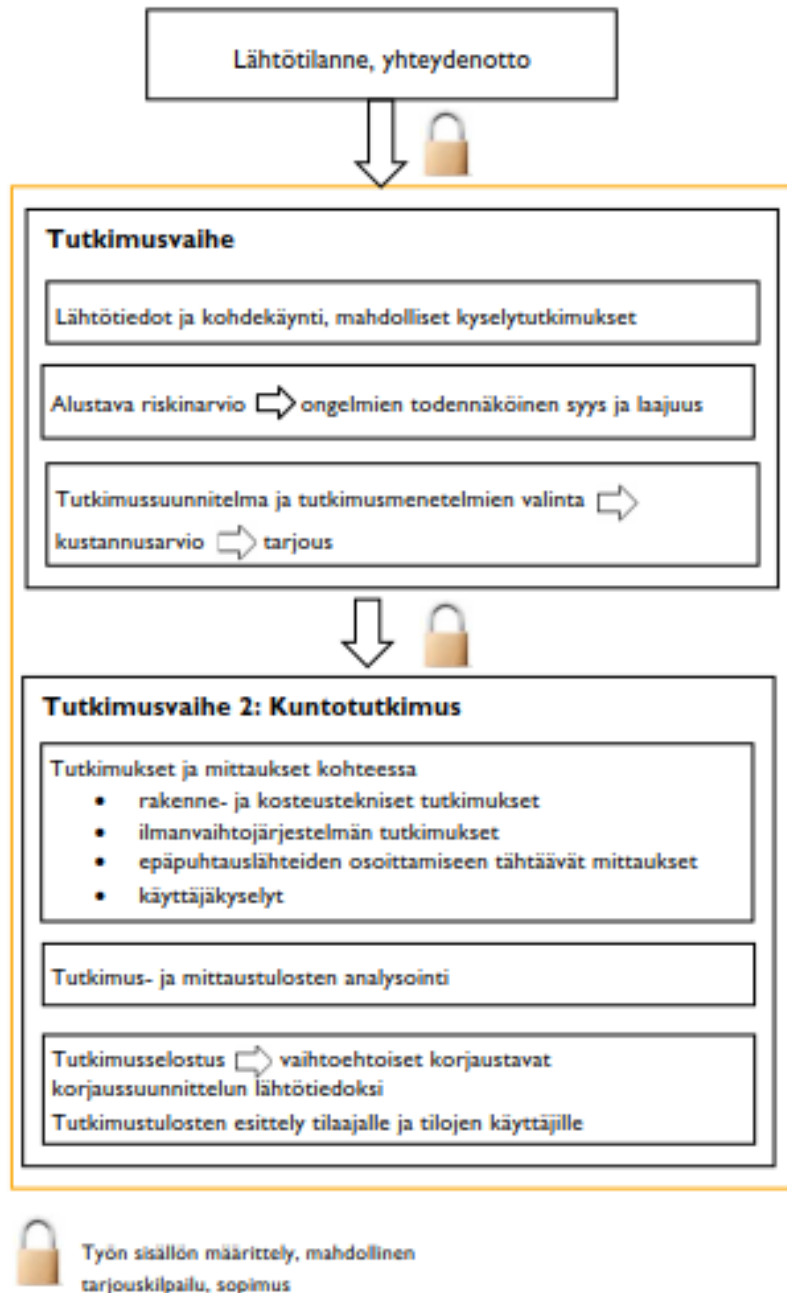
Korjaushankkeissa suunnittelun lähtökohdat muuttuvat lähes poikkeuksetta kesken rakennustöiden. [1.] Rakennustöissä voi ilmetä aikaisemmin tehtyjen onnistuneiden ja epäonnistuneiden korjausten jäljet tai rakenteiden avaamisessa tehdyt esinelöydöt. Rakennustöiden aikana paljastuvat ominaisuudet voivat vaikuttaa käyttöominaisuuksiin, henkiloturvallisuuteen sekä rakennushistorian tulkintoihin.

Lopulliset korjaustoimet toteutetaan rakennesuunnittelijoiden suunnitelmien pohjalta. [21.] Ulkonäköä muuttavissa korjauksissa tarvitaan lisäksi pätevää arkkitehtisuunnittelua.

3.1.2 Korjaustarveselvityksen toteutus

Rakennusten korjaustarveselvityksissä sekä kosteus- ja sisäilmateknisissä kuntotutkimuksissa tutkimusten toteutuksessa ja raportoinnissa noudatetaan usein Ympäristöoppaan 2016 mukaista työskentelyä ja raportointitapaa. [7.]

Kuvassa 4 on esitetty Ympäristöoppaassa 2016 esitetty kaavio sisäilmaongelmaisen rakennuksen kuntotutkimuksen vaiheista ja etenemisestä. [7.]



Kuva 4. Ympäristöoppaassa on esitetty rakennuksen kuntotutkimuksen vaiheet. [7.]

Ympäristöoppaassa on määritelty kuntotutkimuksen vaiheet, tutkimusten toteutus, tutkimusmenetelmät ja tulosten arviointitavat. [7.]

Työterveyslaitos on laatinut kuvassa 5 esitetyn ohjeistuksen *Tilaaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen*. [6.]



Kuva 5. Työterveyslaitoksen tilaaajan ohje sisäilmasto-ongelman etenemisestä vaiheittain. [6.]

Työterveyslaitoksen tilaaajan ohjeessa on käsitelty mm. sisäilmasto-ongelman selvittämisen vaiheet, osapuolet ja tavoiteajat, viestintä eri osapuolille, korjaussuunnittelu, korjausten toteutus ja seurantavaiheet. [6.]

Tutkijoiden kuntotutkimusraporttiin liittyviä ohjeistuksia on esitetty myös Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjausoppaassa 1. [3.] Oppaan mukaan raportin korjaustapavaihtoehdot ja toimenpiteet tulee esittää niin tarkasti, että niiden pohjalta voidaan tehdä alla olevan listan mukaiset asiat.

- laskea hankesuunnitteluvaiheen kustannusarvio
- antaa korjaustyö suunniteltavaksi
- tilata korjaussuunnittelu
- toteuttaa pieni kunnossapitotyö tai huoltotoimenpide.

Edellä mainitun listan asioissa on esitettävä arvio toimenpiteen laajuudesta ja kustannusten suuruusluokasta, arvio suunnittelutarpeesta sekä arviot erikoissuunnittelun tai laadunvarmistuskokeiden tarpeesta. [3.]

Korjaustapavaihtoehdoissa on esitettävä periaatteelliset ratkaisut, joilla varmistetaan rakenteiden moitteeton rakennusfysikaalinen toiminta. [3.] Toimenpide-ehdotukset voidaan jakaa kiireellisiin, normaaleihin ja viimeistään peruskorjauksessa tehtäviin toimiin. Eri korjaustavoille on esitettävä riskit ja onnistumisen todennäköisyys.

Korjaustarveselvityksessä voidaan esittää karkea arvio korjauskustannuksista, mutta korjaushankkeen budjetointi ja tarkempi määrälaskenta tehdään tarkemmin hankesuunnitteluvaiheessa. [21.] Lopullisiin kustannuksiin vaikuttavat monet tekijät, kuten valittu korjausmenetelmä, korjausten perusteellisuus ja suhdannevaihtelut

3.1.3 Tarveselvitys

Tarveselvityksessä määritetään korjaushankkeen tavoitteet, laajuus, tilojen käyttötarkoitus ja kustannusennuste. [12.] Tarveselvitysvaiheessa kiinteistön omistaja määrittelee rakennuksen käyttökätavoitteen. Esimerkiksi kouluhankkeissa tarveselvitysvaiheessa tilaaja tai omistajan edustaja määrittää käyttäjähallintokunnan kanssa olemassa olevan kouluverkon vaikutuksen sekä arvion väestönkehityksestä ja sijoittumisesta nyt ja tulevaisuudessa. [20.] Lisäksi tarkastellaan muiden palvelujen saatavuus ja hankkeen vaikutus ekologisesti, sosiaalisesti, taloudellisesti ja kulttuurillisesti kestävään kehitykseen. Tavoitteiden määrittelyn jälkeen hankkeelle valitaan rakennuttajakonsultti ja suunnittelu-ryhmä.

3.1.4 Hankesuunnittelu

Hyvä hankesuunnitelma tuo esille suunnittelutehtävän tavoitteet. [1.] Hankesuunnittelussa tehdään huomattava osa rakentamisen lopputulokseen vaikuttavista päätöksistä. [20.] Huolellinen hankesuunnittelu on rakennesuunnittelun perusta ja vähentää suunnitelmien muutostarvetta. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipäätös.

Rakennushankkeissa on oleellista hankkeen taloudelliset tavoitteet sekä tilojen käytettävyys ja joustavuus. [1.] Korjaushankkeissa voi olla rajoituksia esimerkiksi tilojen käytävyyden suhteen, mutta etuna voi olla rakennuksen keskeinen sijainti.

Hankesuunnitelmissa ja suunnittelun lähtötiedoissa esitetään lähinnä rakennushistoriaan ja maiseman historiaan liittyviä kulttuuritavoitteita. [1.] Korjauskohteen ominaispiirteet voivat vaikuttaa oleellisesti suunnittelutavoitteisiin. Suunnittelujohdon on selvitettävä, mitä korjauskohteen ominaispiirteet tarkoittavat suunnittelun kannalta ja päätettävä linjauksista.

Rakennusalalla asetetaan jatkuvasti parempaan energiatalouteen tähtääviä tavoitteita. [1.] Uudisrakentamisessa energiatavoitteet sisäistetään suunnitteluprosessiin. Korjausrakentamisessa energiatavoitteita ja elinkaaritavoitteita voidaan harvoin toteuttaa sellaisenaan vaan tavoitteiden täyttöön panoa tehdään yleensä siinä laajuudessa kuin uusimista tapahtuu. Korjausrakentamisessa elinkaaritavoitteiden saavuttamista voi rajoittaa rakennuksen todentamattomat rakennusfysikaaliset ominaisuudet sekä niiden tekniset ja terveydelliset riskitekijät, rakennustaiteelliset ja rakennustekniset historialliset tiedot, taloudelliset rajat ja uusien energiataloudellisten ratkaisujen tilantarve.

Suunnittelijat tekevät esityksen rakennuksen korjaustavasta, jonka pohjalta kiinteistön omistaja tekee lopullisen päätöksen. [3.] Korjaustavasta päätettäessä kiinteistön omistajalla on oltava tiedot korjaustapavaihtoehtojen teknisistä ominaisuuksista sekä niiden terveydellisistä ja taloudellisista vaikutuksista.

Peruskorjaus- ja sisäilmaongelmakohteisiin on kehitetty apuvälineeksi arviointimalli, jota voi käyttää suunnitteluvaiheessa eri korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyyden arvioimiseksi ja suunnitteluratkaisujen laadunvarmistamiseksi. [12.] Arviointimalli on laadittu Työsuojelurahaston tutkimus- ja kehittämishankkeena.

Korjaussuunnitteluratkaisua valittaessa on arviointimallin mukaisesti huomioita korjausratkaisujen vaikutukset sisäilmaan, korjausten laadunvarmistus ja onnistumisen seuranta suhteessa korjauksilla tavoiteltavaan käyttöikään. [12.] Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyden arviointimalli on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyden arviointimenetelmän eri vaiheet. [6.]

3.1.5 Luonnos- ja toteutussuunnittelu

Investointipäätöksen jälkeen rakennushankkeessa ryhdytään luonnos- ja toteutussuunnitteluun, jossa pääsuunnittelija käy asiakirjat läpi ja varmistaa niiden ajantasaisuuden. [20.] Asiakirjoissa ei saa olla ristiriitaisuuksia eri suunnittelualojen välillä ja niiden pitää täyttää tilaajan ja käyttäjän tarpeet sekä viranomaisvaatimukset. Toteutussuunnittelun pohjalta tehdään rakentamispäätös.

Ympäristöministeriö on antanut rakentamista koskevista suunnitelmista ja lupahakemukseen liittyvistä selvityksistä ohjeet, joita on noudatettava rakennushankkeessa. [22.] Rakentamista ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki, jotka asettavat ehdot rakentamista koskeville suunnitelmille ja rakennuslupahakemukselle. Rakennuslupahakemukseen on liitettävä pääpiirustukset. Pääpiirustuksiin kuuluu asemapiirros, pohjapiirustus, leikkauspiirustus ja julkisivupiirustus. Lisäksi rakennuslupahakemukseen on liitettävä perustamis- ja pohjaolosuhdeselvitys ja selvitys rakennuksen kunnosta. Hankkeen luonteesta riippuen voidaan vaatia myös selvitys esteettömyydestä.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa 151 § ja 17 § on esitetty rakennuttajavalvontaa ja valvontasuunnitelmaa koskevat velvoitteet. [23.] Rakennusvalvontaviranomainen voi rakennusluvassa tai aloituskokouksessa edellyttää rakennushankkeeseen ryhtyvältä erillistä lain 121 a § mukaista laadunvarmistusselvitystä rakentamisen laadun varmistamiseksi.

Korjaushankkeen erityisluonteesta riippuen suunnittelun tavoitteita joudutaan usein tämentämään rakennustyön aikana. [1.] Korjaushankkeen valintojen taustalta ei aina löydy tukea määräyksistä tai hankesuunnitelmasta vaan taustalla voi vaikuttaa myös arvomaailmaan liittyvät asiat. Vaativissa rakennushankkeissa päätöksiä on tehtävä usein ilman aikaisempien arvojen, ratkaisujen tai ohjeiden tukea. Talous on kuitenkin yleisin päätöksiin liittyvä kriteeri.

Korjaushankkeen suunnitteluun osallistuu yleensä useita suunnittelijoita, jotka vastaavat omista osasuunnitelmistaan. [3.] Laadituissa korjaussuunnitelmissa on esitettävä yksiselitteisesti korjattavat rakenteet, korjausten laajuus, korjaustapa ja korjauksessa käytettävät materiaalit. Suunnitelmissa on esitettävä kaikki seikat, jotka voivat vaikuttaa hankkeen kustannuksiin, toteutusaikatauluun ja työmenekkiin. Tällaisia seikkoja ovat mm. vaadittavat mallityöt, niiden laajuus ja hyväksymistapa.

Purku- ja suojaussuunnitelma edellytetään rakennuksen korjaus- tai muutostyössä. [22.] Purku- ja suojaussuunnitelma liittyy työmaajärjestelyihin, kosteudenhallintaan ja muiden purkutöiden aiheuttamien haittojen, kuten pölyn tai melun hallintaan. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmalla on esitettävä puolestaan tieto toimenpiteistä, joilla rakennusaineet ja -tuotteet sekä rakennusosat suojataan koko rakennushankkeen ajan sään aiheuttamilta vaikutuksilta.

Kosteusvaurion korjaussuunnitelman sisältövaatimukset on esitetty laissa 16 §. [23.] Kosteusvaurion korjaussuunnitelma on laadittava rakentamisen laadun parantamiseksi ja kosteusvaurion uusiutumisen ehkäisemiseksi.

Ympäristöministeriö on parhaillaan laatimassa ohjetta rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta, joka toimisi ohjeistavana lisätietona ympäristöministeriön asettaman kosteusteknisen toimivuuden ns. kosteusasetuksen 782/2017 rinnalla. [24.]

Kosteusasetukseen liittyvän ohjeen on tarkoitus tukea rakennushankkeeseen ryhtyviä, suunnittelijoita, urakoitsijoita ja rakennusvalvontaviranomaisia. [15.] Kosteusohjeen luonnosversion mukaan korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa yleisesti tunnetut riskirakenteet on korjattava, mikäli rakenteessa on todettu kosteus- ja mikrobivaurioita, ja rakenteesta on ilmayhteys sisäilmaan. Korjaustöitä vaativien rakenteiden osalta on huomioitava myös tekniset, taloudelliset ja toiminnalliset näkökulmat. Korjaustapa- ja laajuusvaihtoehtoja on ohjelunonoksen mukaan käsiteltävä jo hankesuunnitteluvaiheessa.

3.1.6 Rakennusvaihe

Korjausrakentamisessa tulee usein esille yllätyksiä, jotka vaikuttavat hankkeen aikataulu- ja kustannussuunnitteluun. [20.] Rakennustyön aikana tavanomaisten ja määräysten mukaisten tarkastusten lisäksi korjaustyömaalla tehdään useita muita tarkastuksia ja katselmuksia, kuten rakenteiden avaamiset, mittatietojen tarkastukset ja mallisuoritukset. [1.] Lisäksi käyttöön jäävien laitteiden kunto vaatii tarkastuksia, koekäyttöä ja huollettavuuden varmistamista.

Käytössä olevassa rakennuksessa turvallisuusvaatimukset korjaustöiden aikana, korjaustöiden vaiheistus voivat vaikuttaa suunnitelmien laadintajärjestykseen ja rajoittaa toteutuskelpoisia ratkaisuvaihtoehtoja. [1.] Suunnitelmat on tärkeä dokumentoida ja arkistoida rakennustyön aikana, jotta niihin on mahdollista palata tarvittaessa.

Korjaustyöhön valittu urakoitsija tekee työnsä suunnittelijoiden laatimien korjaussuunnitelmien mukaisesti. [3.] Urakoitsijan on ilmoitettava välittömästi suunnitelmissa havaituista puutteista, ennakoimattomista rakennevaurioista ja poikkeamista. Suunnittelija laatii tarvittavat muutossuunnitelmat, mutta vähäisistä muutoksista voidaan tehdä vain kirjaus työmaakokouspöytäkirjaan. Lisä- ja muutossuunnitelmat tilaa kiinteistön omistajan edustaja urakoitsijan, valvojan tai suunnittelijan ehdotuksesta.

Kosteusvauriokohteissa korjaustyöt vaativat erityistä huolellisuutta purkamisessa, osastoinnissa, suojaamisessa, tiivistämisessä ja siivouksessa. [3.] Urakoitsijan on huomioitava työn erityisluonne aikataulussa, mallitöissä ja hyväksymisprosesseissa. Rakennuttajan ja valvojan on tarkasteltava kriittisesti urakoitsijan aikataulusuunnitelmaa.

Urakoitsija vastaa työnsä laadusta ja urakoitsijan on suositeltava käyttää sisäistä laadunvalvontajärjestelmää. [3.] Sisäisessä laadunvalvontajärjestelmässä edellisen työvaiheen tekijä hyväksyy tekemänsä työvaiheen seuraavan työvaiheen tekijällä. Työn luovutuksesta ja vastaanottamisesta laadittava pöytäkirja luo myös kannustimen tehdä työ laadukkaasti.

Korjaustyön tekninen valvoja huolehtii mallitöiden ja laadunvarmistuskokeiden toteutuksesta ja hyväksynnästä asiakirjojen mukaisesti. [3.] Tekninen valvoja myös tarkastaa työvaiheita, antaa huomautuksia sekä kirjaa täydentävät työt muistioon. Suunnittelijan on suositeltava osallistua laadunvarmistustoimiin sekä lisä- ja muutostöiden suunnitteluun, jos ne ovat teknisen onnistumisen kannalta tärkeitä.

Mikrobivauriokorjaustöitä koskevia ohjeita, joita myös Valvira suosittelee käytettäväksi ovat Rakennustyöntekijöiden mikrobialtistuminen ja altistumisen vähentäminen rakennusten purku- ja korjaustöissä (*sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen työsuojeluosaston työsuojelujulkaisu 4/1997*) sekä Ratu-kortissa 82-0239 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. [25.]

3.1.7 Käyttöönotto

Lopputarkastuksessa selvitetään työn tekninen laatu ja asetettujen tavoitteiden saavutus. [1.] Sisäilman osalta voidaan selvittää mittauksin ja käyttäjäkyselyin ilman laadulle asetetut tavoitteet. Loppusiivous ja pintojen puhdistus on tuolloin saatettava täydellisesti valmiiksi ennen sisäilman laadun arviointia.

Korjaushankkeen käyttöönottovaiheessa tehdään toimintakokeet, kuten uudishankkeessa. [1.] Käyttöön jäävien sähkö- sekä muiden taloteknisten asennusten ja laitteiden toimintakokeet on tehtävä sellaisessa vaiheessa, jolloin voidaan vielä ryhtyä korjaus- ja korvaustoimenpiteisiin hankkeen yleisaikataulun rajoissa. Korjaushankkeeseen voi liittyä useita rakennusfysikaalisesti epävarmoja kohtia, jotka vaativat seuranta. Tällaisia seurattavia asioita ovat esimerkiksi halkeamien syntyminen ja akustiset ominaisuudet.

Rakennuskohteen käyttöönottoon liittyy tarkastuksia, jolloin tarkepiirustusten laadinta ja toteuman dokumentointi on suositeltavaa. [1.] Suunnittelujohdon on selvitettävä rakennushankkeeseen ryhtyvän, viranomaisten ja rakennushistoriallisten seikkojen kannalta tarkepiirustusten tarve ja kirjaustapa. Suunnittelujohdon tai pääsuunnittelijan on myös varmistettava, että tarkepiirustukset huomioidaan huoltokirjassa, energiatodistuksessa ja muissa määräysten edellyttämässä asiakirjoissa. Luovutusta varten suunnittelujohto tai pääsuunnittelija varmistaa myös silmämääräisesti, että kohde on sopimusten mukaisesti vastaanottokunnossa. Korjaushankkeessa käyttöönotto tapahtuu usein vaiheittain ennen lopputarkastusta.

Rakennusprojektin päättyessä pääsuunnittelijan vastuu viranomaisiin nähden päättyy lopputarkastukseen ja loppuleimaan. [1.] Suunnittelujohdon vastuu hankkeeseen päättyy tehdyn sopimuksen mukaisesti. Suunnittelujohdon tai pääsuunnittelijan sopimuksen mukaiset työt on tehty ja kirjattu rakennushankkeeseen ryhtyvältä pyydetään suunnittelutyön loppuselvitys. Loppuselvityksessä todetaan, että sovittu suunnittelutyö on suoritettu ja toimeksianto päättyy. Jäljelle jäävät suunnittelijoiden takuuajaiset tehtävät ja mahdolliset muut erikseen sovitut tehtävät.

3.1.8 Jälkiseuranta

Kiinteistön omistajan on suositeltava seurata korjaustyön onnistumista työn valmistumisen jälkeen. [3.] Seurannan toteutus voidaan sopia jo korjaustöiden suunnitteluvaiheessa. Jälkiseurantaan voi kuulua esimerkiksi sisäilmastokysely, sisäilmaan ja rakenteisiin liittyvät laadunvarmistusmittaukset. Jälkiseurantaa varten voidaan laatia erillinen jälkiseurantasuunnitelma, mutta selkeitä menettelytapoja seurannan toteutuksesta ei ole. [16.]

Jälkiseuranta on mitoitettava ongelman laajuuden ja vaikeusasteen mukaan. [28.] Korjaustoimenpiteille ja korjausten vaikutusten arvioinnille määritetään tavoitteet, jotka voidaan konkreettisesti mitata. Seuranta voidaan tehdä kolmesta eri näkökulmasta, kuten arvioimalla tehdyt korjaukset, seuraamalla käyttäjien terveydentilaa ja kokemuksia sekä arvioimalla kiinteistön huollon ja ylläpidon laatua.

RT-ohjekortin RT 18-11217 mukaan jälkiseurannassa voidaan arvioida toimenpiteiden onnistumista seuraavilla tavoilla: [28.]

- sisäilmastokysely (ennen ja jälkeen korjausten)
- korjausten suunnittelu- ja toteutusvaiheiden arviointi sekä dokumentointi
- suojausmenetelmien ja loppusiivouksen arviointi sekä dokumentointi
- kiinteistön huollon ja ylläpidon laadun arviointi, viestintä- ja ongelmaratkaisujen arviointi työpaikalla.

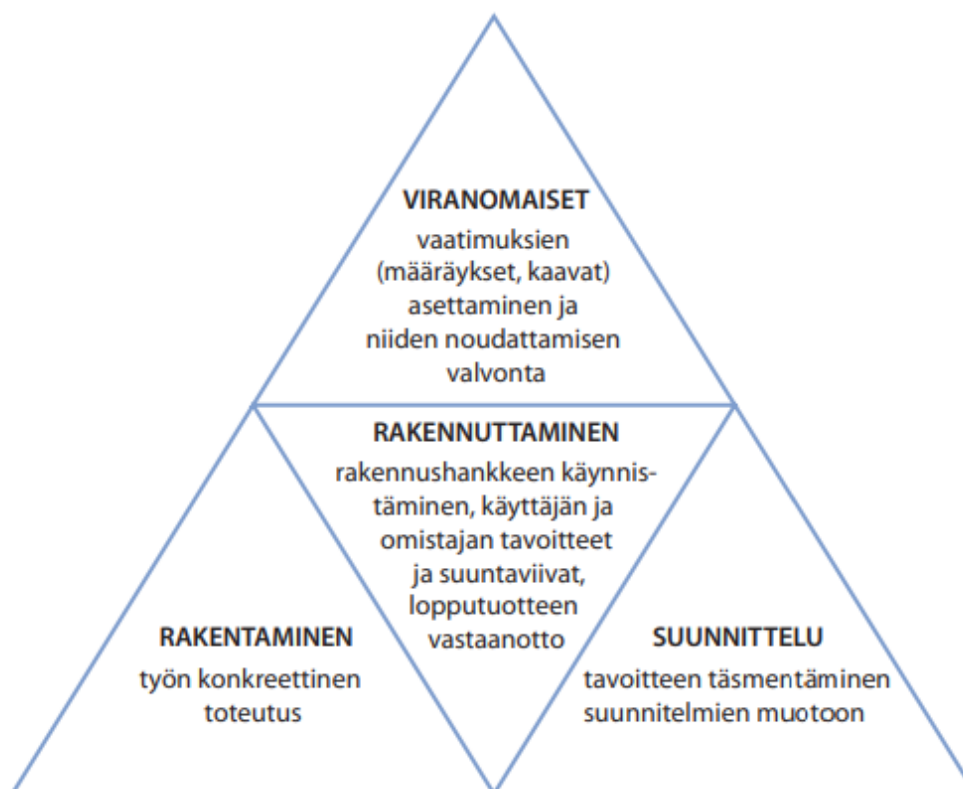
Valtionavustuslain myöntämissä sosiaali- ja terveydenhuollon kunnallisten toimintayksiköiden sisäilma- ja kosteusvauriohankkeissa, joihin on myönnetty valtionavustusta, on esitettävä raportti hankkeen jälkiseurannasta. [27.] Valtionavustuksen käytön ehtona on, että korjaushankkeen jälkiseuranta tehdään aikaisintaan kuusi ja viimeistään kymmenen kuukautta hankkeen valmistumisen jälkeen.

Vastaavasti hometalkoiden ohjekortiston mukaan jälkiseurannan ensimmäinen sisäilmastokysely tehdään noin puoli vuotta korjausten valmistumisen jälkeen. [16.] Toinen kysely tehdään noin vuosi takaisinmuuton jälkeen. Hometalkoiden ohjekortistossa on myös esitetty, että ylläpitovaiheessa kiinteistöhoitoon ja siivouksen laadun valvonta edesauttaa myös korjausten onnistumista. Hyväkin korjaus voi pilaantua, jos tilojen ylläpitoon liittyvät toimenpiteet laiminlyödään.

3.2 Korjaushankkeen organisaatiomalli

Rakennushanke on sosiaalinen prosessi, jossa projektiorganisaatioon kuuluvat asiantuntijat toimivat tehtävänsä mukaisesti ja koordinoitusti. [1.] Hankkeen lopputuloksena muodostuu asetettujen tavoitteiden mukainen rakennus.

Rakennushankkeen osapuolet voidaan jakaa karkeasti rakennuttamiseen, suunnitteluun, rakentamiseen ja viranomaisiin. [29.] Kuvassa 7 on esitetty korjaushankkeen organisaatiomalli ja organisaation toiminnot pääpiirteittäin.



Kuva 7. Hierarkkinen organisaatiomalliesimerkki, jolla kuvataan hankkeen sopimussuhteet. [29.]

Rakennushankkeen organisaatiota johtaa ns. johtoryhmä, johon kuuluvat rakennuttaja, käyttäjä, rakennuttajakonsultti ja pääsuunnittelija. [1.] Johtoryhmä ohjaa arkkitehtisuunnittelua, rakennesuunnittelua, taloteknistä suunnittelua ja geoteknistä suunnittelua. Korjaussuunnittelussa voidaan tarvita myös erityisasiantuntijoita esimerkiksi palotekninen asiantuntija ja ympäristövaikutusten asiantuntija.

Korjaushankkeen johtoryhmän tehtävänä on varmistaa suunnittelutyön eteneminen, elinkaaritavoitteet, motivoida työkokonaisuuksia, ottaa huomioon kunkin suunnittelijan ammattitaito, laatia hankekohtainen laatusuunnitelma ja ylläpitää viestinnällä vuorovaikutusta ja työtyytyväisyyttä. [1.] Korjaussuunnittelussa pääsuunnittelijalla ja rakennushankkeeseen ryhtyvällä on tehtävänä hankkeen suunnitteluratkaisujen esitarkastelu paikallisten viranomaisten kanssa johtuen korjaushankkeen määräysten tulkinnoista ja hankkeen luonteesta, ajankohdasta tai sijainnista.

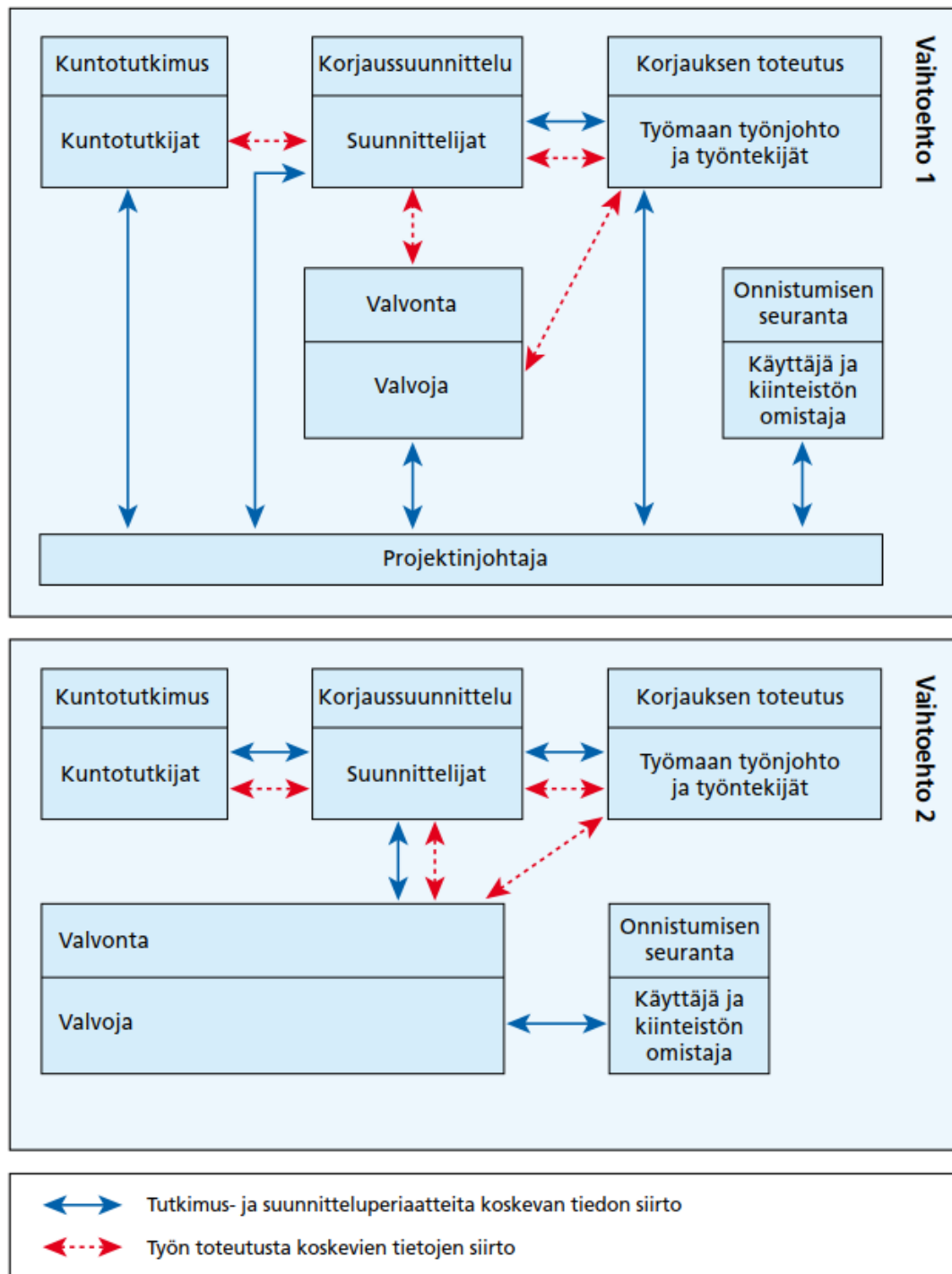
3.3 Tiedonhallinta korjaushankkeessa

Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjausoppaassa 1 on esitetty, että korjaushankkeen onnistuminen edellyttää oikean ja riittävän tietomäärän siirtymistä oikeille henkilöille. [3.] Kosteusvauriokohteen korjaushanke kestää tyypillisesti 2-5 vuotta, jolloin hankkeen pitkä kesto ja hankkeeseen osallistuvien osapuolten suuri määrä asettavat korkeat vaatimukset tiedonhallinnalle. Huonoimmissa tapauksissa toivottua lopputulosta ei saavuteta, koska kuntotutkijan tai suunnittelijan antamia ohjeita ei ole noudatettu tai kuntotutkimuksista johtuen on korjattu väärinä asioita.

Kuntotutkijan suositellaan esittävän kuntotutkimusraportin korjausehdotukset perustelluine suunnittelijoille erikseen järjestetyssä neuvottelussa. [3.] Suunnittelija puolestaan esittää korjaussuunnitelmaansa kuntotutkijalle ennen kuin korjauksista päätetään lopullisesti. Urakkaneuvotteluissa suunnittelija esittelee suunnitelmien oleelliset asiat urakoitsijaehdokkaille. Urakoitsijan valinnan jälkeen korjaussuunnitelmat on suositeltava läpikäydä uudelleen urakoitsijan työmaahenkilöstön ja rakennuttajan valvojan kanssa. Työtä tekevän henkilön on ymmärrettävä, miksi työ tehdään suunnitellulla tavalla.

Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjausoppaassa 1 on ehdotettu, että hankkeen alussa nimettäisiin vain yksi henkilö vastaamaan tutkimus- ja suunnittelutiedon siirtämisestä hankkeen eri osapuolille, jolloin väärinkäsitysten riski pienenee. [3.] Kuntotutkimus- ja suunnitteluvaiheessa työn laatua varmistaa hankkeen projektijohtaja. Kuiva- ketju10 mukaisesti kuntotutkimus- ja suunnitteluvaiheen laatua varmistaa kosteudenhallintakoordinaattori. [30.]

Kuvassa 8 on esitetty kaavio kahdesta vaihtoehdosta, joilla voi toteuttaa korjaushankkeen tiedonhallintaa. [3.]



Kuva 8. Kaksi tiedonhallintavaihtoehtoa sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushankkeessa. [3.]

4 Korjausrakentamisen riskit ja korjausvaihtoehdot

Korjausrakentamiseen liittyviä riskejä ja vertailtu eri korjausvaihtoehtojen valintaperusteita on esitetty luvun alussa. Luvun lopussa on tarkasteltu korjausten kiireellisyyden arviointiperusteita.

4.1 Korjausrakentamisen riskit

Korjaussuunnitelmat ovat näkemys tulevaisuudesta ja tavoitetilasta, josta on harvoin alkuvaiheessa täyttä varmuutta. [1.] Epävarmuuden takia korjaushankkeisiin liittyy riskejä. Korjaushankkeeseen kuuluu enemmän riskejä kuin uudisrakentamisessa, jonka takia suunnittelu ja sen johtaminen ovat myös erilaisia.

Korjausrakentamiseen liittyy teknisiä ja taloudellisia riskejä. [26.] Julkisuudessa on ollut useita esimerkkejä siitä, kuinka sisäilmaongelmat ovat jatkuneet, vaikka korjaukseen on käytetty suuria taloudellisia panostuksia. Vanhan rakennuksen korjaaminen voi synnyttää myös uusia ongelmia, joita rakennuksessa ei ole ollut ennen korjausta.

Hankkeen riskinhallinta korostuu korjausrakentamisessa. [1.] Esimerkiksi tarpeellisten lähtötietojen puuttuminen tai myöhästyminen lisäävät epäonnistumisen riskiä. Rakentamisen aikaisen muutossuunnittelun määrä voi vaikuttaa toteutusmuodon valintaan. Korjausrakentamisessa esiintyy runsaasti vaaraa aiheuttavia tilanteita ja tapaturman riskejä, joita on esitetty alla olevassa luettelossa:

- epämääräisten rakenteiden tunnistamisen vaikeus
- tuntemattomien rakenteiden avaus ja purkutyö
- rakenteiden heikot kohdat tuntemattomissa rakenteissa
- väliaikaisten tuentojen runsaus ja kuormien siirrot
- ylikuormitus, lahoaminen, korroosio, rapautuminen jne.
- aikaisemmat suunnittelu- ja toteutusvirheet
- virheelliset muutos- ja korjaustyöt
- piilevät haitalliset aineet
- kartoituksissa huomaamatta jääneet putki- ja sähköjohdot.

4.2 Korjausvaihtoehtojen luokittelu ja valinta

Rakennuksen korjaus- tai purkuvaihtoehtojen vertailu on usein haastavaa. [26.] Uotilan tutkimusryhmän Case-esimerkissä koulun korjausvaihtoehdot jaoteltiin kolmeen eri luokkaan korjausasteen perusteella. Lisäksi vertailussa oli mukana koulun purkaminen ja uudisrakennus. Tässäkin tapauksessa kokonaisvaltaisen arvioinnin ja korjaustavan valinnan lähtökohtana oli kattava kuntotutkimus. Taulukossa 1 on esitetty Uotilan tutkimusryhmän laatima taulukko korjausvaihtoehtojen luokittelusta.

Taulukko 1. Korjausvaihtoehtojen luokittelu ja soveltuvuus julkisissa rakennuksissa. [26.]

Korjausluokka	Kevyt korjaus	Keskiraskas korjaus	Raskas korjaus
Käyttöikä ennen seuraavaa peruskorjausta	Alle 10 vuotta	Yli 20 vuotta	Noin 50 vuotta
Tilamuutokset	Vähäisiä tilamuutoksia	Meiko paljon tilamuutoksia	Paljon tilamuutoksia tai teknisiä muutoksia
Korjauskustannukset	10-30 % uudisrakennuksen hinnasta	30-80% uudisrakennuksen hinnasta	Uudisrakennuksen tasoa
Soveltuva kohde	Lyhytaikainen tarve rakennuksen käytölle	Käyttötarkoituksen oletetaan säilyvän pitkään ennallaan	Rakennuksella merkittävää yhteiskunnallista arvoa.

Taulukossa 1 on esitetty korjausvaihtoehtojen soveltuvuutta eri julkisen rakennuksen korjaustarpeisiin sekä huomioitu korjausten laajuutta ja sisältö. [26.] Korjausvaihtoehdot on luokiteltu kevyeen, keskiraskaaseen ja raskaaseen korjaukseen.

Uotilan ryhmän Case-esimerkissä kevyillä korjauksilla tilojen käyttötavoitteeksi yritettiin saavuttaa noin kymmenen vuoden tavoite. [26.] Kevyessä korjauksessa tehdään toiminnan jatkamisen kannalta välttämättömimmät korjaukset. Kevyt korjaus arvioitiin perustelluksi silloin, kun rakennuksen käyttötarve on suhteellisen lyhyt. Keskiraskaan korjauksen käyttöikätaavoitteeksi arvioitiin kymmeniä vuosia ja sitä voisi edelleen uusia jatkamalla korjauksia. Raskaassa korjauksessa rakennus korjataan lähes uutta vastaavaan kuntoon, joka tarkoittaa käytännössä vain kantavan rungon ja portaiden säilyttämistä. Case-esimerkissä raskas korjaus oli kustannuksiltaan verrattavissa uudisrakennukseen.

Kuntotutkimuksen perusteella voidaan arvioida korjausastetta ja teknistä käyttöikää, mutta toiminnallisuutta on haastavampi arvioida. [26.] Päätökseen korjaustavasta voi vaikuttaa myös riski ja huoli sisäilmaoireilun jatkumisesta.

Korjausvaihtoehdot on luokiteltavissa kolmeen tasoon riippuen vaurioiden ja korjausten laajuudesta. [20.] A-taso on kevyin pysyväksi tarkoitettu korjaustaso, jossa kaikkea vaurioitunutta ainesta ei poisteta, vaan se jää rakenteen sisälle ja rakenne tiivistetään ilmatiiviiksi niin, ettei epäpuhtauksia pääse huoneilmaan. Vaihtoehto B tiivistyksen varmuutta lisätään hallitsemalla ilmanvaihtoa painesuhteilla. Vaihtoehdossa C vaurioituneet osat poistetaan ja korvataan uudella varmatoimisella rakenteella.

Korjaustason valintaan vaikuttavat materiaalien ja rakenteiden luonne. [20.] Esimerkiksi levyrakenne on helpompi purkaa kuin kivrakenne. Lisäksi vaikuttaa se, onko raskaalle korjaukselle muita perusteita esimerkiksi kantavuuden korjaaminen. Kolmanneksi, onko tila jatkuvassa vai toissijaisessa käytössä

4.3 Korjaus vai purku

Korjausinvestointipäätöksen tekemiseen vaikuttaa korjauksen kustannukset, elinkaari ja kiinteistön omistajan taloudelliset tavoitteet. [26.] Osittainen purkaminen on sopiva valinta kohteisiin, joissa tilojen toiminnallisuus ei vastaa nykykäyttöä, tilojen käyttötarve on oleellisesti muuttunut alkuperäisestä tai rakennuksen yksittäisen osan rakenteet ovat pahasti vaurioituneita. [26.] Täydellinen purkaminen on vaihtoehto, kun rakennus on teknisesti erittäin huonokuntoinen, rakennuksessa on merkittäviä toiminnallisia puutteita ja sillä ei ole rakennushistoriallista tai yhteiskunnallista arvoa.

Korjaus- ja purkuvaihtoehtojen kannattavuutta voidaan tarkastella toiminnallisesta, teknisestä, ja taloudellisesta näkökulmasta. [26.] Korjausvaihtoehtoihin liittyy riskejä, joten on huomioitava myös riskien todennäköisyys. Lisäksi on huomioitava terveellisyys näkökulma.

Korjauksen toiminnallisuutta arvioitaessa voidaan hyödyntää nykyistä tilaohjelmaa ja tulevaa käyttötarkoitusta. [26.] Korjauksen toiminnallisuuden arviointi antaa lähtötiedot korjausvaihtoehtojen tekniselle suunnittelulle. Korjauksen teknisessä tarkastelussa hyödynnetään tutkimusten ja selvitysten lähtötiedot, joiden avulla arvioidaan rakenteiden tulevat käyttöiät ja korjausaikataulua sekä energiankulutusta. Taloudellisuutta arvioitaessa vertaillaan korjausvaihtoehtojen purku- ja rakentamiskustannuksia sekä rakennuksen

ylläpitokustannuksia. Eri vaihtoehtojen hoito-, kunnossapito- ja energiakustannukset voivat vaihdella huomattavasti.

4.4 Korjausten kiireellisyyden arviointi

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL), Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ja Kuntaliiton toteuttamassa hankkeessa Avaimet terveelliseen ja turvalliseen rakennukseen (AVATER) on esitetty, että sisäilmaongelmaisessa kohteessa toimenpiteiden määrittelyssä ja kiireellisyyden arvioinnissa käytetään yleisimmin käyttäjien terveydentilaan ja altistumisen todennäköisyyteen liittyviä perusteita. [2.] Seuraavaksi yleisimpiä perusteita olivat rakennuksen tekninen kunto ja koetut sisäilmahaitat. Joissakin tapauksissa myös julkinen paine ohjasi toimenpiteiden kiireellisyyden arviointia.

Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, rakennukselle tai sen osille voidaan määrittää altistumisolosuhtetasot 1-4. [12.] Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään kosteus- ja sisäilmastoteknisen kuntotutkimuksen perusteella. Lisäksi altistumisolosuhteiden arvioinnissa huomioidaan ilmanvaihdon toimintakunto ja painesuhteet sekä soveltuvuus tilojen käyttötarkoitukseen.

Altistumisolosuhteissa tarkastellaan erityisesti seuraavia neljää asiaa: [12.]

- mikrobivaurioiden laajuus rakennusosissa
- ilmayhteydet ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan, paine-erot
- ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun
- rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet.

Altistumisolosuhteita voidaan arvioida neliportaisella asteikolla seuraavasti:

- taso 1, tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen
- taso 2, tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen
- taso 3, tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen
- taso 4, tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen.

5 Tarkasteltavat korjaushankkeet ja tehdyt selvitykset

Tässä luvussa esitetään tarkasteltavat korjaushankkeet. Korjaushankkeena 1 tarkastellaan toimisto- ja liiketilarakennuksen osittaista peruskorjausta. Korjaushankkeena 2 tarkastellaan toimistorakennuksen yhden tilan rakenteiden tiivistyskorjausta. Korjaushankkeiden projektipankkiin dokumentoiduista asiakirjoista on selvitetty korjaushankkeiden lähtötiedot, korjattavat rakenteelliset vauriot ja toteutetut korjaukset. Korjaushankkeen aineistosta on selvitetty sisäilmalle asetetut tavoitteet sekä toimintatavat, joilla hyvää sisäilman laatua on pyritty huomioida korjaushankkeiden eri vaiheissa.

5.1 Korjaushankkeiden rakenne- ja talotekniset lähtötiedot

5.1.1 Korjaushankkeen 1 esittely

Korjaushankkeena 1 tarkasteltiin toimisto- ja liiketilarakennusta, jonka kuusikerroksinen osa valmistui vuonna 1936. Seitsemäs kerros rakennettiin vaiheittain vuosina 1950-1959. Ensimmäisen kerroksen väestönsuoja rakennettiin vuonna 1963.

Toimistorakennuksen pohjakerroksen alla on osittainen kellarikerros. Kellarissa ja pohjakerroksessa on teknisiä tiloja. Pohjakerroksessa on myös varastoja ja väestönsuojatilat. Kahdessa ensimmäisessä kerroksessa on liike- ja toimistotiloja. Kerroksissa 3-6 on toimistotiloja ja kerroksessa 7 on ilmanvaihtokonehuoneita ja kylmää ullakkoa. Rakennuksessa on kiviaineisia (harkko-, tiili- tai betonirakenteisia) pystykuiluja ja pohjakerroksen alla on kanaalirakenteita.

Rakennuksen pystyrunko on kahdessa ensimmäisessä kerroksessa betonirunko ja ylemmissä kerroksissa muurattu massiivitiilliseinä. Ilmanvaihtokonehuoneen seinät ovat levyrakenteisia. Julkisivuna on kadun puolella punagraniitti ja sisäpihalla on lasitettu tiili-muuraus. Kellarin ja pohjakerroksen rakenteet ovat betonirakenteisia. Välipohjat ovat betonisia kaksoislaattarakenteisia välipohjia ja osittain alalaattapalkistoja. Yläpohja on betoninen kaksoislaattarakenteinen, jossa on eristetäyttö. Yläpohjan päällä on puiset katto-tuolit. Kuparinen vesikate ja sen aluskate bitumikermi on uusittu 2012.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy teki kohteen korjaustarveselvityksen maaliskokuussa 2017. Korjaushankkeen peruskorjaus kesti syyskuusta 2017 elokuuhun 2018 asti.

5.1.2 Korjaushankkeen 2 esittely

Korjaushankkeena 2 tarkasteltiin kolmikerroksisen toimistorakennuksen ensimmäisen kerroksen yksittäistä kokoustilaa. Rakennus on valmistunut vuonna 1975 ja peruskorjattu vuonna 2007 puhtausvaatimusten P1 mukaisesti. Yksittäisten tilojen käyttöön oli liitetty poikkeavia hajuhavaintoja, joiden takia korjaustöitä jatkettiin rakennuksessa laajemmin vuonna 2018. Rakennuksessa on betonirakenteinen pilari- ja palkkirunko. Tarkasteltuun tilaan rajoittuu osittain maanvastaiset betoniseinät, alapohjana on maanvarainen betonilaatta ja välipohja on teräsbetonirakenteinen.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy teki kohteen korjaustarveselvityksen maaliskokuussa 2015. Korjaushanke kesti rakennuksessa kokonaisuudessaan tammikuun-joulukuun 2018 asti.

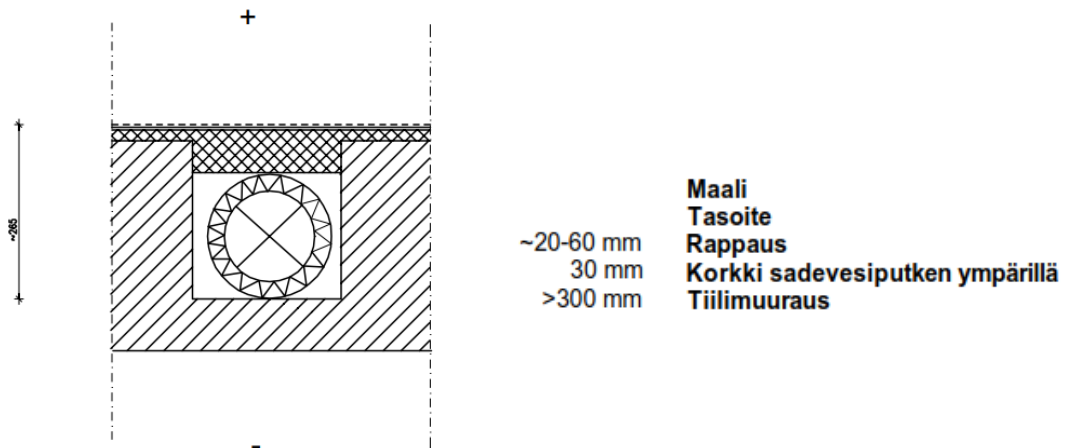
5.2 Hankkeiden yleisimmät vauriot ja sisäilmaan liittyvät riskit

5.2.1 Korjaushanke 1

Korjaustarveselvitysraportin mukaan kellarikerroksen betonirakenteinen alapohja oli märkä ja kosteus oli peräisin maaperästä. Pohjakerroksessa alapohja oli kuivempi kellarin ja kanaalirakenteiden päällä ja muutoin alapohja oli kostea. Kellari- ja pohjakerroksen sisäilman laatu oli heikkoa, koska kanaalirakenteista oli ilmavuotoja alapohjan liittymistä ja läpivienneistä. Osassa kellarikerroksen latioista oli vanha maali, jonka liiyyttöisyys ylitti kaatopaikalle toimitettavan jätteen raja-arvon.

Kellaritiloissa oli asbestia sähkökiskon suojalevyssä ja vanhan uuniluukun ympärillä olevassa levymateriaalissa. Myös vanhojen putkien eriste takakäytävässä sisälsi asbestia. Kolmannen kerroksen rakenneavauksessa löytyi asbestia sisältävää aaltopahvia seinän sisällä kulkevien patterilämpöputkien ympäriltä.

Kolmannesta kerroksesta ylöspäin ulkoseinissä oli mikrobivaurioitunut korkkieriste sadevesiviemärikuiluissa. Sadevesiviemärit vuosisivat vettä. Ulkoseinien kohdalla sadevesiviemärikuilurakenteiden liittymien ilmatiiveys oli heikko. Kuvassa 9 on periaateleikkaus sadevesiviemäristä ulkoseinässä.



Kuva 9. Sadevesiviemärin periaateleikkaus ulkoseinässä.

Kaksoislaattarakenteisten välipohjien kunto oli tyydyttävä tutkitulla paikallisella alueella kolmannessa kerroksessa. Välipohjista tutkituista materiaalinäytteissä ei todettu poikkeavaa mikrobikasvustoa. Kerrosten 3-6 välipohjarakenteisiin tehdyissä lisäavauksissa todettiin, että muottilaudat olivat monin paikoin homehtuneet ja lahonneet. Välipohjien orgaanisten täyttömateriaalien arvioitiin olevan riski sisäilman laadun kannalta.

Korjaustarveselvityksessä ei paikallistettu välipohjien vauriokohtia täydellisesti koko laajuudessa, koska se olisi vaatinut jokaisen välipohjaontelon avaamista ja useasta kohti. Välipohjan liittymät ja läpiviennit eivät olleet ilmatiiviit, jolloin välipohjan täytöstä saattoi kulkeutua epäpuhtauksia ilmapuotojen myötä sisäilmaan.

Kuvassa 10 on esitetty välipohjaontelon muottilaudoitus, jossa on valkoista homerihmas- toa ja lahovauriota.



Kuva 10. Välipohjaontelossa on rakentamisen aikainen muottilaudoitus, joka oli vaurioitunut.

Ilmanvaihtokonehuoneiden läpiviennit ja seinärakenteet kylmälle ullakolle eivät olleet il- matiiviitä. Kuilut eivät olleet ilmatiiviitä. Kolmannen kerroksen rakenneavauksessa lattian sisäpuolisista rakenteista löytyi tervapaperia, jonka PAH-yhdisteiden pitoisuus ylitti kaa- topaikalle sijoittamisen raja-arvon.

Yläpohja ei ollut ilmatiivis. Yläpohjassa oli runsaasti alalaatan paikkauksia, paikkaamat- tomia reikiä ja onteloiden muottilaudoituksen vanhoja puutappeja, joiden kautta yläpoh- jan onteloiden ilma pääsee huoneilmaan.

Taloteknisen korjaustarveselvityksen mukaan vanhojen ilmanvaihtokoneiden korvaami- nen uusilla arvioitiin tarpeelliseksi toteuttaa. Ilmanvaihtotekniikan uusimisella arvioitiin parannettavan tilojen jäähdytystä ja energiatehokkuutta sekä lisäävän ilmanvaihtoa

nykyistä käyttöä vastaavaksi. Nykyisissä ilmanvaihtokoneissa ei ollut jäähdytyspatteria eikä lämmöntalteenottoa. Nykyisten ilmanvaihtokoneiden huolto oli ollut ensimmäisessä kerroksessa hankalaa eikä koneiden kapasiteetti täyttänyt tämän päivän vaatimuksia. Kaksi ilmanvaihtokonetta voidaan jättää varakoneiksi, joita voi tarvittaessa käyttää lisäilman saamiseen.

5.2.2 Korjaushanke 2

Kokousteraan sisäilmassa, pilarien ja alapohjan liittymissä todettiin maaperään viittaavaa hajua. Kokousteraan alapohjan liittymät ulkoseiniin, pilarirakenteisiin ja läpiviennit eivät olleet ilmatiiivit merkkiainekeasulla tarkasteltuna. Hajuhavaintojen arvioitiin heikentävän sisäilman laatua ja edellyttävän toimenpiteitä. Sisäilman laadussa ei todettu selvää epäpuhtaustekijää, joka vaikuttaisi tilojen käyttäjäkokemuksiin. Alapohja- ja ulkoseinärakenteet olivat kuivat, eikä niiden rakenteissa ole orgaanisia eristekerroksia, jotka voisivat vaurioitua.

Tilaa palvelevan ilmanvaihtojärjestelmän laiteosien toimivuudessa ja puhtaudessa sekä ilmanvaihtojärjestelmän automaatioissa todetut ongelmat suositeltiin korjattavaksi. Korjaustarveselvitysvaiheessa ilmanvaihtojärjestelmä oli tarkoitus puhdistaa rakennuksen kaikkien korjaus- ja säätötöiden valmistuttua. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän säätötyöt oli tarkoitus viimeistellä, kun käyttäjämäärät ja siten tarvittavat ilmamäärät ovat varmistuneet.

5.3 Korjaustarveselvityksessä esitetyt toimenpidesuosituksukset

5.3.1 Korjaushanke 1

Korjaustarveselvityksessä esitetyt toimenpidesuosituksukset hankkeelle 1:

- Peruskorjauksessa kellariin tai pohjakerrokseen tehtävien tilamuutosten alaisiin rakenteisiin suositellaan tehtävän rakenneavaukset rakennetyyppien varmistamiseksi ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden määrittämiseksi.
- Kellarikerroksesta ja pohjakerroksesta on suositeltavaa poistaa kaikki tiiviit pinnoitteet (muovimatto ja linoleum) tilamuutosten yhteydessä.
- Tilamuutosten ja peruskorjauksen pinnoitteiden uusimisen yhteydessä kellari- ja pohjakerroksen lattiat suositellaan pinnoitettavan kosteutta kestäväällä hyvin vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella, kuten pienikokoisella kuivapuristelaatoilla tai klinkkerilaatalla. Tilamuutosten ja peruskorjauksen pinnoitteiden uusimisen yhteydessä maanvastaisten ulkoseinät on suositeltavaa pinnoittaa esimerkiksi sementtipohjaisiin rappauksiin ja normaalia enemmän kosteusrasitetuilla alueilla suolankeräyslaastein. Jos maanvastaisiin rakenteisiin tehdään vedeneristystä märkätiloja, on maaperästä tapahtuva kosteuden nousu otettava huomioon valittaessa vedeneristystä.
- Kaikki maanvastaisten rakenteiden liittymät, läpiviennit, tarkastusluukut ym. epäjatkuvuuskohdat tulee toteuttaa niin, että maapohjassa olevat epäpuhtaudet eivät pääse huonetiloihin.
- Kellarikerroksen ja pohjakerroksen alla kulkevien kanaalien alipaineistusta suositellaan. Alipaineistus vaatii reitin ulkoilmaan ja poistoilmapiuhaltimen. Kanaalien tarkastusluukkujen ilmatiiviyden parantaminen ja läpivientien tiivistys on suositeltavaa samassa yhteydessä.
- Ulkoseinän sisäpinnan rappauspinnan paikkakorjaukset.
- Ulkoseinässä kulkevissa sadevesiviemärikuilujen liittymien ilmatiiviyden parantaminen tiivistyskorjauksiin ja patterisyvennysten ilmatiiviyden parantaminen. Ilmatiiviyden parantamiskorjausten yhteydessä suositellaan tehtävän mallityö ja mallityön tarkastus merkkiainekokeella.
- Sadevesiviemärikuilujen hormivaikutuksen pienentämiseksi suositellaan hormin ala- ja yläpään ilmatiiviyden parantamista. Ullakolta sadevesiviemäriin tiivistäminen on vaikeaa, joten yläpää voidaan tiivistää kuudennen kerroksen tasalta.
- Patteriputkien ja asbestipitoisten eristeiden kapselointi seinärakenteeseen. Mahdollisten huolto- ja korjaustöiden yhteydessä asia on huomioitava. Jos vanhat lämpöjohdot jäävät rakenteeseen, putket on suositeltavaa tyhjentää vedestä.
- Kaksoislaattavälipohjaonteloista suositellaan poistettavan orgaaninen materiaali ja puhdistettavan. Betonipintaan mahdollisesti jäävät puusäleet tulee poistaa huolellisesti ja betonipinnan pölyäminen tulee estää pintakäsittelyllä. Tiiviillä kerroksella korvataan alalaatta.

- Purku tehdään rakennesuunnittelijan suunnitelman mukaan. Suunnitelmassa on otettava kantaa purkutapaan ja aukotuksen kokoon. Välipohjatyypin VP1 purku voitaneen tehdä ylälaatan kautta. Välipohjatyypin VP2 purku voitaneen tehdä alakautta.
- Toinen vaihtoehto tiivistää alalaatta ja välipohjan liittymät ulkoseiniin (katon rajasta ja lattian rajasta) ja kuiluihin. Tällöin orgaaniset epäpuhtaudet (muottilaudat, sahanpuru ja villaeristeet) voidaan jättää rakenteen sisään. Tiivistyskorjaus on erittäin vaativa ja tehtävä huolella. Tiivistyskorjaus vaatii onnistuakseen tiivistyskorjauksia tehneen suunnittelijan ja laadunvalvonnan. Laadunvalvonnassa tulee käyttää merkkiainekokeita ja mallityökatselmuksia laadun varmistamiseksi.
- Muilla korjausalueilla välipohjarakenteet tulee avata ja tarkastaa vastavalla tavalla ja varmistaa välipohjatyypin rakenteellinen toiminta purkutavan määrittämiseksi.
- Yläpohjarakenteeseen on suositeltavaa tehdä rakenneavaukset.
- Perusparannuksen yhteydessä on tehtävä ullakolla sijaitsevien konehuoneiden seinien perusteellisia korjauksia tai uusimisia ja läpivientien tiivistyskorjauksia.
- Kuilujen ilmatiiviuden parantaminen, alakattojen yläpuolisten osien rappaminen, läpivientien tiivistäminen ja yläpäiden ilmatiiviuden parantaminen sekä ovien uusiminen ilmatiiviiksi oviksi. Kuilujen erillistä alipaineistamista voidaan harkita.
- Ikkunakarmien liittymät ulkoseiniin on suositeltavaa tiivistää. Jos ikkunat uusitaan, on orgaaniset rive-eristeet poistettava kokonaan.
- Ikkunakarmirakenteeseen on suositeltavaa tehdä merkkiainekoe. Peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa irrottaa yksi ikkuna karmeineen ja tarkastetaan riveiden kunto.
- Ilmanvaihtotekniikan uusiminen ja jäähdytyksen lisäys
- Ilmanvaihtojärjestelmän uusimisen suunnittelussa tavoiteltavana paine-erona ulko- ja sisäilman välillä tulee olla 0...-5 Pa kaikilla ilmanvaihtojärjestelmän käyntiajoilla. Ilmanvaihtojärjestelmän säätämisen jälkeen on suositeltavaa mitata toteutuneet paine-erot vähintään viikon mittaisena ajanjaksona

5.3.2 Korjaushanke 2

Korjaustarveselvityksessä on ehdotettu, että alapohja-, ulkoseinä- ja liikuntasaumarakenteiden liittymät tiivistetään ilmatiiviiksi. Tiivistystyön laatu tarkastetaan merkkiainekaasukokeella.

5.4 Urakkarajaus

5.4.1 Korjaushanke 1

Peruskorjaus kohdistettiin pääosin kerroksiin 3-6, joissa uusittiin toimistotilat ja talotekniikkajärjestelmät. Hankesuunnittelun tavoitteena oli, että yksi kerros jaetaan viiteen osioon, joita palvelee hissiyhteys. Tilojen muuntojoustavuudella tähdättiin siihen, ettei raskaita purkutöitä tarvitsisi tehdä vuokralaisen vaihtuessa. Kiinteistön talotekniikka tarkasteltiin peruskorjauksessa kokonaisuutena, vaikka tämä tarkoitti muutoksia urakka-alueisiin kuulumattomilla alueilla. Osa kiinteistöä oli käytössä peruskorjauksen ajan, jolloin kiinteistön käyttäjien toimintaedellytyksistä oli huolehdittava hankkeen kaikkien työvaiheiden aikana. Muutosalueen kokonaisala oli 7460 m² ja korjausaste oli arviolta 40 %.

Kerroksissa 3-6 välipohjat suunniteltiin avattavaksi ja puhdistettavaksi muottilautoista sekä välipohjatäyhteistä. Välipohjien avaus suunniteltiin tehtäväksi kolmannen kerroksen lattiassa yläkautta ja muualla alakautta, lopuksi välipohjat ummistettaisiin rakennetyyppien mukaan. Hankkeessa päätettiin rakennuttaa uudet sosiaalitilat ja polkupyörien säilytystilat pohjakerrokseen, sekä uusi sisäänkäyntiaula. Hissit oli tarkoitus uusida vanhoihin kuiluihin. Tavarahissien kuiluun suunniteltiin tehtäväksi uudet oviaukot, jotta hissi palvelee kaikkia kerroksi.

5.4.2 Korjaushanke 2

Korjaus kohdistettiin lähes koko rakennukseen, mutta opinnäytetyössä tarkastellaan yhteen kokoustilaan kohdistuneita korjauksia.

5.5 Palaute korjaustarveselvityksestä ja projektista

5.5.1 Korjaushanke 1

Palaute korjaustarveselvityksestä kerättiin haastattelemalla korjaushankkeen pääsuunnittelijaa, rakennesuunnittelijaa ja rakennuttajan projektipäällikköä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin teemahaastattelua ja haastateltaviin otettiin yhteyttä puhelimitse. Haastattelut tehtiin kesäkuussa 2019.

5.5.2 Korjaushanke 2

Palaute korjaustarveselvityksestä kerättiin haastattelemalla korjaushankkeen pääsuunnittelijaa ja rakennesuunnittelijaa ja rakennuttajapäällikköä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin teemahaastattelua ja haastateltaviin otettiin yhteyttä puhelimitse. Haastattelu tehtiin maaliskuussa 2018.

5.6 Sisäilmastolle asetetut tavoitteet hankesuunnitteluvaiheessa

5.6.1 Korjaushanke 1

Hankesuunnitteluvaiheessa kiinteistökohtaiseksi tavoitteeksi asetettiin talotekniikan ja rakenteiden kunnan selvitys, jotta korjaus- ja uusimistarpeet voitaisiin huomioida peruskorjausprojektissa. Hankkeen valmistuttua kaiken tiloihin jäävän talotekniikan käyttöiän tulisi olla yli 20 vuotta. Taloteknisessä suunnittelussa sisäilmaolosuhteiksi asetettiin Sisäilmastoluokan S2 vaatimukset. Sisäilmaolosuhteiden parantaminen suunniteltiin tehtäväksi ilmanvaihdon ja jäähdytyksen uusimisella. Rakennusmateriaalien päästöluokaksi valittiin M1.

Rakennusselostuksen mukaan työmaan puhtauteen olisi kiinnitettävä erityistä huomiota. Työjärjestys olisi suunniteltava siten, ettei pölyäviä töitä tehdä tiloissa, joissa on valmiina ilmanvaihtoasennuksia, valaisimia tms. Rakennustöille ei asetettu erityistä puhtausluokavaatimusta. Hankesuunnitteluvaiheessa tilaaja vaati sisäilma- ja rakennusfysikaaliselta koordinaattorilta ohjeistuksen pölynhallintaan, jota urakoitsija voisi toteuttaa.

Urakoitsijan laatimassa kosteudenhallintasuunnitelmassa oli tavoite, että työmaalla sisäilman lämpötilan olisi oltava vähintään 15 astetta ja suhteellinen kosteus alle 60 %.

5.6.2 Korjaushanke 2

Kokoustilan korjaukselle asetettiin osana laajempaa korjaustyötä tavoitteet hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennusfysikaalinen asiantuntija laati laadunvarmistusselvityksen, jonka rakennuttajapäällikkö toimitti suunnittelijoille sekä liitti osaksi urakkatarjousasiakirjoja.

Laadunvarmistusselvityksessä painotettiin, että rakennuksen muutostöissä on kiinnitettävä erityistä huomiota tilojen sisäilmaolosuhteisiin ja käytettävien materiaalien terveellisyyteen. Uusien materiaalien oli oltava päästoluokitukseltaan M1. Purkutöiden ja pölyävien töiden jälkeen osastoidun tilan puhtausluokkavaatimus olisi oltava P1. Valmiiden tilojen sisäilman tulisi täyttää sisäilmaluokan S2 (Sisäilmastoluokitus 2008) ja puhtausluokan P1 asettamat vaatimukset. Rakennuttajan asettaman konsultin olisi seurattava työaikana kosteudelle, puhtaudelle ja ilmatiivyydelle asetettujen vaatimusten toteutumista.

Urakoitsijan tehtävänä oli laatia kosteudenhallintasuunnitelma ja puhtauden hallintasuunnitelma. Suunnitelmien tarkoituksena olisi varmistaa, että valmistuttuaan sisätilojen ilman laatu on asetettujen tavoitteiden mukainen.

Ennen korjaustöiden aloitusta urakoitsijan oli laadittava kosteudenhallintasuunnitelma, kosteusmittaussuunnitelma ja olosuhteiden hallintasuunnitelma. Vastaanotto- ja käyttöönottovaiheessa rakennuttajan edustajan (kosteuskoordinaattori) on tarkastettava rakenteiden kosteus ja ilmanvaihtolaitteiden toimivuus urakoitsijan omien tarkastusten jälkeen.

Korjaustöiden aikana osastoidun alueen ulkopuolella sisäilman hiukkaspitoisuudet eivät saaneet ylittää $PM_{2,5}$ ja PM_{10} hiukkaspitoisuuksille annettuja ohjearvoja. PM_{10} -hiukkaspitoisuuden ohjeellinen arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 tunnin keskiarvopitoisuutena. $PM_{2,5}$ -pitoisuuden ohjeellinen arvo on $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 tunnin keskiarvopitoisuutena. alipaineistajan ulospuhallusilman suodatus tulee olla hienopölysuodatintasoa (HEPA).

Tilojen loppusiivouksen tason tulisi tarkastaa rakennuttajan edusta urakoitsijan tekemän tarkastuksen jälkeen.

Rakenteiden ilmatiiveys tulisi tarkastaa rakennetyypeittäin, kun urakoitsija on tehnyt mallisuoritustyön valmiiksi. Ilmatiiveystarkastus olisi tehtävä ennen pinnoitustöiden aloittamista.

Hankesuunnitelmassa esitettiin myös, että korjatun tilan sisäilman laatu olisi tarkastettava sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta.

5.7 Sisäilmaston huomioiminen suunnitteluvaiheessa

5.7.1 Korjaushanke 1

Rakennuslupa ei edellyttänyt kosteudenhallintaan liittyviä lupamääräyksiä. Rakennuttaja nimesi kohteelle rakennusfysikaalisen asiantuntijan, joka tarkasti urakoitsijan kosteudenhallintasuunnitelman, tarkasti rakennesuunnitelmat sekä seurasi, että työmaa toteutetaan kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti.

Rakennesuunnitelmissa esitettiin, että välipohjien betonirakenteet puhdistetaan hiekkapuhalluksella ja katselmoidaan. Rakennusvalvontaa varten rakennusfysikaalinen asiantuntija laati lausunnon välipohjien korjauksesta ja puhtaudesta.

Urakoitsija laati korjaushankkeeseen riskikartoitusanalyysin, laadunvarmistusmatriisin, kosteudenhallintasuunnitelman sekä suunnitelman tiedon kulusta ja kokouskäytännöstä.

5.7.2 Korjaushanke 2

Rakennuttaja nimesi kohteelle sisäilmakoordinaattorin, joka tarkasti ja kommentoi rakennesuunnitelmat ja urakoitsijan kosteus- ja puhtaussuunnitelmat. Sisäilmakoordinaattori otti myös kantaa kohteeseen hankittaviin sisustusmateriaalien (akustiikkalevyt) materiaalipäästöluokitukseen ja viherkasvien allergisuuteen.

5.8 Sisäilmaston huomioiminen purkutyövaiheessa

5.8.1 Korjaushanke 1

Purkutyövaihetta ohjasi rakennusfysikaalinen asiantuntija, joka teki työmaakäyntejä noin viikoittain riippuen työvaiheesta. Työmaakäynneistä laadittiin muistiot rakennuttajakonsultille ja työmaan työnjohtajalle. Sisäilma- ja rakennusfysikaalinen asiantuntija teki ensimmäisen työmaakäynnin, kun kuudennen kerroksen tilat oli osastoitu ja siellä aloitettiin pintarakenteiden purkutyö. Muissa kerroksissa osastointityöt olivat vielä valmisteilla.

Kun purkutyö siirtyi viidenteen kerrokseen, työmaakäyntimuistion mukaan urakoitsijaa ohjeistettiin lisäämään viidennen kerroksen alipaineistusta. Ohjeistus perustui osastointin paine-eroseurannasta saatuun tietoon, jonka mukaan alipaineistus ei ollut riittävä. Viidennessä kerroksessa oli tuolloin käynnissä raskas purkutyö, jossa avattiin välipohjan onteloita ja purettiin muottilaudoitusta. Urakoitsija lisäsi tämän jälkeen viidennen kerroksen alipaineistusta.

Kerroksissa 3-5 päätettiin purkaa kokonaan kaksoislaattapalkistojen alalaatta ja muottilaudat muottilaudoituksen vaurioiden takia. Betonipinnat puhdistettiin hiekkapuhaltamalla, kuten Opetushallituksen ohjeessa Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaamisesta 2008, on esitetty. Ensin työmenetelmänä koettiin rakennesuunnittelijan ohjeistamana mekaanista puhdistamista, mutta mikrobivaurioitunutta ainesta ei tällöin saatu poistettua kokonaan.

Hiekkapuhallustyön laatu katselmoitiin kahdessa eri katselmuksessa urakoitsijan ja rakennusfysikaalisen asiantuntijan toimesta. Betonipinnalle tehtiin pölynsidontakäsittely. Betonia lävistävät pienet puukappaleet ylitasoitettiin. Betonipinnan puhtaus aiemman muottilaudoituksen alla varmistettiin pistokoemaisesti otetuilla mikrobinäytteillä. Näytteissä ei todettu mikrobikasvustoa. Myöhemmin hiekkapuhalluksen työn laatua on katselmoitu pistokoeluntoisesti työmaakierrosten yhteydessä.

Kuvassa 11 on esitetty hyväksytysti puhdistettu välipohjaontelo.



Kuva 11. Hyväksytysti puhdistettu välipohjaontelo.

Toisessa kerroksessa katon muottilautoja ei purettu. Rakenne kapseloitiin kolmannen kerroksen puolelta liittymineen ja läpivienteineen. Kapseloinnin ilmatiiveys varmistettiin pistokoemaisesti merkkiainekaasukokeella ja aistinvaraisesti.

Osa viidennen kerroksen kattorakennetta oli jo korjattu ennen peruskorjausta, jolloin sieltä oli jo poistettu muottilautoja. Tämän osan rakenteelle ei tehty tässä peruskorjauksessa lisätoimenpiteitä.

Purkutyövaiheessa työmaalla tapahtui pölyvahinkoja. Työmaan kuudennen kerroksen työmaa-alueella osa alipaineistajista oli hetkellisesti kytketty pois päältä. Kahdessa työmaan viereisissä porrashuoneissa todettiin pölyisiä jalanjälkiä, vaikka porrashuoneet oli tarkoitus pitää erillään työmaasta pölyn leviämisen estämiseksi.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen toimistotiloista, jotka eivät kuuluneet työmaa-alueeseen, työmaa sai ilmoituksen rakennuspölyn leviämisestä. Betonipölyä ja betonimurusia oli tippunut työtasoille mm. liikuntasauvan kautta. Pölyä oli kulkeutunut osastoidun alueen ulkopuolelle myös ylipaineisten kuilujen kautta, jotka olivat toistuvasti ylipaineisia puhtaisiin tiloihin nähden. Työmaa-alueen ulkopuolella pienhiukkasten PM_{2,5} pitoisuuden keskiarvo ylitti 24 tunnin mittausjakson aikana Asumisterveysasetuksen 2015 mukaisen 25 µg/m³ keskiarvopitoisuuden.

Porrashuoneissa oli käynnistetty korjaustyöt vanhojen pinnoitteiden poistolla. Porrashuoneiden ovia oli käytetty edelleen työmaan kulkemiseen ja osa ovista oli ollut kiilattuna auki työmaalle. Porrashuoneiden kohdalla ei ollut tehtynä osastointia ja alipaineistusta. Havainnot ilmoitettiin vastaavalle työnjohtajalle. Seuraavalla työmaakatselmuskerralla porrashuoneet oli alipaineistettu. Alipaineistajan muoviputket oli kuitenkin sidottu narulla kattoon, joka aiheutti muoviputkeen kulmia ja vähensi puhaltimen tehoa. Alipaineistajaa ei myöskään oltu asennettu tiiviisti suojaseinään. Tehdyt havainnot ilmoitettiin jälleen vastaavalle työnjohtajalle.

5.8.2 Korjaushanke 2

Kokoustilan osastointi tarkastettiin urakoitsijan ja sisäilmakoordinaattorin välisessä katselmuksessa ennen purkutyön käynnistymistä. Osastoinnin alipaineisuutta seurasi urakoitsija ja urakoitsija toimittivat seurantakuvaajat rakennusfysikaaliselle asiantuntijalle.

5.9 Sisäilmaston huomioiminen paikallavalu- ja pinnoitustyövaiheissa

5.9.1 Korjaushanke 1

Urakoitsija asensi työmaalle sisäilman olosuhteita seuraavia laitteita kerrokseen, joissa tehtiin betonivaluja. Laitteiden sijainnit määritti rakennusfysikaalinen asiantuntija. Rakennusfysikaalinen asiantuntija tai hänen tutkimusryhmä teki osan rakenteiden kosteusmittauksista. Muutoin työmaan kosteusmittaukset ja olosuhdeseurannan teki urakoitsijan alihankkijat.

Tiloihin tuotiin talviaikaan uusia rakennustarvikkeita. Rakennustarvikkeet oli suojattu kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti. Sisään nostettavien tavaroiden mukana kuitenkin havaittiin kulkeutuvan lunta, joka kasteli lattiapintoja. Työmaalle huomautettiin, ettei uusia betonivaluja saa kastella.

Työmaan aikana heinäkuussa 2018 kolmannen kerroksen työmaalla valui vettä kaksoislaattapalkiston onteloihin ja lattialle patteriputken liitoksen petettyä. Vesivahingon takia tilassa tehtiin kuivatuksia avaamalla ontelorakennetta ja poistamalla pintarakenteita. Kun betonipinnat mitattiin kuiviksi, lattia päällystettiin uudestaan. Vesivahinkoraportit ja

kosteusmittaukset toimitettiin hankkeen kosteudenhallintakoordinaattorille hyväksyttäväksi.

Rakennusfysikaalinen asiantuntija määrittä pohjakerroksessa sekä kerroksissa 4-6 lattian betonilaatan suhteellisen kosteuden RT-kortin 14-10984 mukaisesti näytepalamenetelmällä ennen pinnoitusten asentamista. Pohjakerroksessa lattiarakenteen suhteellinen kosteus ei alittanut raja-arvoja ja urakoitsija ei saanut aloittaa pinnoitusta. Kerroksissa 4 ja 5 lattiarakenteen suhteellinen kosteus alitti raja-arvot. Kuudennessa kerroksessa lattiarakenteen suhteellinen kosteus ei alittanut raja-arvoa, mikäli päällysteeksi valitaan tekstiilimatto tai parketti. Urakoitsija jatkoi rakenteiden kuivattamista ja määrittä aliurakoitsijan kautta loput kosteusmittaukset.

5.9.2 Korjaushanke 2

Kokoustilassa ei tehty valutöitä. Urakoitsija toimitti kosteusmittauspöytäkirjan rakennusfysikaaliselle asiantuntijalle, kun tasoitetyö oli tehty ja ennen kuin uusi lattiapintamateriaali asennettiin.

5.10 Sisäilmaston huomioiminen tiivistystyövaiheessa

5.10.1 Korjaushanke 1

Välipohja- ja yläpohjarakenteiden liittymät ja läpiviennit tiivistettiin ilmatiiviiksi. Tiivistystyön laatu määriteltiin suunnitelmien mukaisesti merkkiainekeasukokeilla tiivistystöiden mallitöiden osalta. Tiivistystyötavalle annettiin hyväksyntä ja työtä sai jatkaa, kun mallityö oli tarkastettu ja hyväksytty rakennusfysikaalisen asiantuntijan toimesta.

Pohjakerroksen rakenteiden tutkiminen oli rajattu pois korjaustarveselvitysvaiheessa niiden käytön takia. Kellari- ja pohjakerroksen rakenteiden korjaus eivät kuuluneet kokonaisuudessaan peruskorjausrakkaan. Pohjakerrokseen oli peruskorjauksessa suunniteltu uusittavan sosiaalitulat. Sosiaalituloissa havaittiin työmaavaiheessa edelleen mikro-biperäistä hajua. Hajuhaitan poistaminen päädyttiin korjaamaan tiivistämällä ympäröiviä rakenteita ilmatiiviiksi. Hajuhaitan syytä tai rakenteiden rakennustapaa ei selvitetty tarkemmin. Pohjakerroksen sosiaalitulojen ja ensimmäisen kerroksen välissä oli

rakennesuunnittelijan mukaan kaksoislaattarakenne, jossa oli muottilautoja. Alapohjana oli arviolta maanvarainen betonilaatta, mutta lattian alla voi olla kanaalirakenteita. Sosaalitulojen katossa oli paljon LVIS-tekniikkaa, joka oli laajempien korjausten edellä.

5.10.2 Korjaushanke 2

Urakoitsijan tekemän mallityön ilmatiiveys tarkastettiin merkkiainekeasukokeella ja tiivistyö hyväksyttiin.

5.11 Sisäilmaston huomioiminen ennen tilojen käyttöönottoa

5.11.1 Korjaushanke 1

Ennen tilojen käyttöönottoa ilmanvaihtokanavat puhdistettiin. Tulo- ja poistoilmakanavien sisäpintojen puhtaus tarkastettiin pistokoemaisesti.

5.11.2 Korjaushanke 2

Rakennusfysikaalinen asiantuntija tarkasti tilojen puhtaustason urakoitsijan tekemän tarkastuksen jälkeen. Vastaavasti ilmanvaihtokanavien sisäosien puhtaus ja tiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen puhtaus tarkastettiin.

6 Tulokset

Tässä luvussa läpikäydään tarkasteltujen korjaushankkeiden palaute korjaustarveselvityksestä. Korjaushankkeista esitetään, kuinka sisäilmalle asetetut tavoitteet saavutettiin korjaushankkeen eri vaiheissa. Luvun loppuun on laadittu tehtävälista, jota voi hyödyntää korjaushankkeen aikana, kun tavoitteena on onnistunut korjaus ja terveellinen rakenus.

6.1 Palaute korjaustarveselvityksestä

6.1.1 Korjaushanke 1

Korjaushankkeen pääsuunnittelijalta ja rakennesuunnittelijalta saadun palautteen mukaan kohteen korjaustarveselvitys oli riittävän selkeä suunnittelun lähtötiedoksi. Raportista kävi ilmi vauriot, vaurioiden aiheuttajat, sisäilman haitat ja korjaustapaehdotukset. Suunnittelijoiden mielestä oli lisäksi hyvä, että korjausratkaisuista pystyi keskustelemaan suunnittelukokouksissa rakennusfysikaalisen asiantuntijan kanssa, mikä vähensi sähköposti- ja puhelinviestintää. Suunnittelijoiden mukaan korjaustarveselvitykseen voisi liittää hankkeesta riippuen esim. pohjakuvan, jossa olisi hahmoteltu korjauslaajuus.

Korjaushankkeessa selvitettiin talotekniikan ja rakenteiden kunto korjaus- ja uusimistarpeiden selvittämiseksi, mikä oli yksi hankesuunnittelun tavoitteista. Rakennuttajan asettamien tavoitteiden mukaisesti korjaustarveselvitys rajattiin kerroksiin 3-6. Korjaustarveselvityksessä rakennuksen kellari- ja pohjakerroksen rakenteiden kunnolla arvioitiin olevan vaikutuksia ylempien kerrosten sisäilman laatuun.

Rakennuttajaa edustavan päällikön haastattelun mukaan kohteeseen ehdotetut korjaukset paransivat sisäilman laatua. Rakennuttajapäällikkö täydensi, että korjaushankkeessa ehdotettujen korjausten laajuus on harvoin pieni, kun rakentamisessa halutaan huomioida hyvä sisäilman laatu. Toisinaan sisäilmakorjaushankkeissa hankesuunnitelma voi saada ylikorostettuja piirteitä hyvän sisäilman tavoittamiseksi, mutta kaikkea ei aina voida toteuttaa. Rakennuttajapäällikkö näki hyvänä ajatuksena sen, että hankesuunnitteluvaiheessa kootaan selkeä tavoitelista sisäilman huomioimiseksi.

6.1.2 Korjaushanke 2

Tilaaajalta, rakennuttajapäälliköltä ja rakennesuunnittelijalta saadun palautteen mukaan tilaan kohdistettu korjaustarveselvitys, riskiarvio ja korjaustoimenpide-ehdotukset olivat hankesuunnittelun ja rakennesuunnittelun kannalta selkeästi esitetty.

6.1.3 Sisäilmaston tavoitteiden toteutuminen suunnitteluvaiheessa

6.1.4 Korjaushanke 1

Rakennetyyppi- ja rakennedetaljisuunnitelmiin tehtiin suunnitteluvaiheessa parannuksia rakennusfysikaalisen asiantuntijan kommentoinnin pohjalta. Suunnitelmien ensimmäisessä tarkastusvaiheessa suunnitelmiin esitettiin lisättäväksi tiivistysdetaljeja välipohjan alapintojen, liittymien ja läpivientien tiivistämisestä, kuilujen läpivienneistä, liikunta-saumoista, välipohjan alapinnan ja ulkoseinän liittymistä, alapohjan ja kantavien pystyrakenteiden liittymistä sekä ulkoseinän kuilujen liittymistä. Osassa levyjen liittymissä ja läpivienneissä esitettiin käytettäväksi elastisempia tuotteita kuin halkeiluherkkä akryylimassa.

Rakennesuunnitelmiin ehdotettiin lisättäväksi vaatimukset rakenteen ilmatiiveyden tarkastamiseksi työmaalla merkkiainekokeella. Märkätilojen detaljisuunnitelmiin esitettiin lisättäväksi kosteusmittauksien toteutus tekstiosioon. Rakennusfysikaalisen asiantuntijan kommentoinnin pohjalta rakenteiden ilmatiiveyden tavoitteeksi esitettiin kortin RT-11-11197 tasoa 2. Arkkitehdin rakennustapaselostukseen esitettiin lisättäväksi myös ilmatiiveyteen, mallihuoneiden merkkiainekokeisiin ja materiaalien päästöluokitukseen liittyviä parannuksia.

Urakoitsijan esittämään kosteudenhallintasuunnitelmaan tehtiin tarkastuksen jälkeen täydennyksiä. Kosteudenhallintasuunnitelmasta puuttui seuraavat asiat:

- toimenpiteet kosteusvahingon sattuessa
- olosuhdemittareiden sijainnit pohjakuvissa, tavoiteolosuhteet kuivumista varten
- käytettävä mittausmenetelmä.

Kosteudenhallintasuunnitelmaa täydentävästä kosteusmittausuunnitelmasta puuttui kosteusmittausvyvydet ja pinnoitettavuuden raja-arvot rakenteista, joille kosteusmittaus on sovittu tehtäväksi. Urakoitsija toimitti tiedot, kun kaikki pintamateriaalivalinnat olivat varmistuneet.

Urakoitsijan pyydettiin täydentämään pölynhallintasuunnitelmaan seuraavat asiat:

- työmaan alipaineistuksen toteutustavat
- osastoivien seinien sijainti pohjakuvissa
- työmaan alipaineisuuden seuranta
- toimenpiteet pölyvahingon sattuessa
- alakattojen yläpuolisten tilojen katselmointi niiden puhdistuksen jälkeen ja ennen sulkemista
- kaikkien pintojen puhtauden katselmointi ennen ilmanvaihdon säätöä.

Suunnitteluvaiheessa rakennusfysikaalinen asiantuntija esitti, että ilmatiiveysvaatimukseksi valittaisiin RT-kortin RT-11-11197 taso 2, jossa ilmatiiveyttä parannetaan merkittäväksi ja ilmapuotoja ei sallita alipaineessa -10 Pascalia. Suunnitteluvaiheessa asetettiin tavoitteeksi välipohjarakenteiden ilmatiiveyden tarkastus työmaalla sekä välipohjien betonirakenteiden katselmuksen hiekkapuhalluksen jälkeen.

6.1.5 Korjaushanke 2

Korjaushankkeessa 2 tilaaja vaati, että eri työvaiheille asetetut sisäilmaston tavoitteet olisi listattu erilliseen laadunvarmistusselvitykseen, joka voitaisiin liittää urakkatarjouspyyntöihin. Rakennusfysikaalinen asiantuntija laati laadunvarmistusselvityksen, joka hyväksyttiin hankesuunnittelukokouksessa.

Rakennusfysikaalinen asiantuntija tarkasti ja kommentoi kaikki rakennepiirustukset. Kokouksen kohdalla piirustuksissa ei ollut huomautettavaa. Urakoitsijan puhtaudenhallintasuunnitelmaan pyydettiin lisäämään laadunvarmistusselvityksessä esitetyt tavoitteet. Lisäksi huomautettiin, että purkujätteen kuljettimessa tulisi olla suojain. Puhtaudenhallintasuunnitelmaan tuli myös lisätä pölyttömäksi siivousohje, loppusiivouksen tason tarkastus ja käyttöönottovaiheen puhtaudenhallintavaihe. Urakoitsija täydensi huomioiden pohjalta puhtaudenhallintasuunnitelman ja se hyväksyttiin.

Urakoitsijan kosteudenhallintasuunnitelmaan rakennusfysikaalinen asiantuntija pyysi liittäväksi, että rakennekosteudet varmennetaan kosteusmittauksilla ennen tiivistystöitä. Kosteudenhallintasuunnitelmaan tuli lisätä myös työmaan aikaiset sisäilman olosuhdearvot. Kosteusmittausten mittauspöytäkirjat olisi tallennettava projektipankkiin ja toimitettava rakennusfysikaaliselle asiantuntijalle tarkastettavaksi.

6.2 Sisäilmastotavoitteiden toteutuminen purkutyövaiheessa

6.2.1 Korjaushanke 1

Korjaushankkeessa toimineen rakennuttajapäällikön haastattelun mukaan välipohjien puhdistus- ja korjaustoimenpiteet päädyttiin tekemään perusteellisesti, jotta hyvä sisäilman laatu toteutuu. Korjaustarveselvityksen toimenpide-ehdotusten ja hankesuunnitelman mukaisesti välipohjarakenteiden vaurioituneet orgaaniset täytöt ja muottilaudoitukset purettiin. Ulkoseinistä poistettiin vaurioituneet eristeet sadevesiviemäriputkien ympäriltä.

Rakennusfysikaalisen asiantuntijan työmaakerroksen aikana havaittiin paikoin, että purkamaton muottilautaa oli jätetty esimerkiksi kolmannen kerroksen kattoon kuilun kohdalle. Urakoitsija purki yksittäiset muottilaudat puhtaalle betonipinnalle työmaakerroksella annetun huomion jälkeen.

Hiekkapuhallettujen välipohjaonteloiden betonipinnoilla oli yksittäisiä puukappaleita, jotka olivat niin syvällä valun sisällä, ettei niitä saanut irti kuin piikkaamalla. Yksittäiset ja syvällä sijaitsevat puukappaleet hyväksyttiin jätettäväksi paikoilleen, kunhan puukappaleet tiivistetään rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti.

Viidennen kerroksen hiekkapuhalluksella ei päästy puhdistamaan palkkien sivujen alaosia. Hiekkaa todettiin myös jäävän onteloihin. Urakoitsijan ja rakennusfysikaalisen asiantuntijan tekemän katselmuksessa sovittiin, että puumateriaali ja hiekka on poistettava muilla tavoin. Katselmuksella urakoitsija poisti hiekan imuautolla huomioiden, että työmaa pysyy alipaineisena käytössä oleviin tiloihin nähden.

Purkutyön aikana puhtaudenhallinnan suunnitelmaa ja valvontaa ei noudatettu työmaalla kokonaisuudessaan. Huolimattomuudet pölynhallinnassa aiheuttivat pölyvahinkoja

työmaan aikana. Pölyä kulkeutui esimerkiksi puhtaisiin käyttötiloihin, kun purkutyöosastot eivät olleet jatkuvasti alipaineistettuja. Suunnittelusta poiketen urakoitsija teki myös yksittäisiä pölyviä töitä tiloissa, joissa oli jo ilmanvaihtoasennuksia.

6.2.2 Korjaushanke 2

Ennen purkutöiden käynnistymistä osastointi ja sen alipaineistus tarkastettiin urakoitsijan ja rakennusfysikaalisen asiantuntijan välisessä katselmuksessa. Osastointi oli tehty hyväksyttäväksi.

Osastoinnin alipaineistus pysyi vaaditulla tavoitetasolla koko purkutyön ajan. Urakoitsija toimitti osastoinnin paine-eroseurantatiedot ajallaan rakennusfysikaaliselle asiantuntijalle. Työmaan puhtaudenhallinta pysyi suunnitelmien mukaisena purkutyön aikana.

6.3 Sisäilmatavoitteiden toteutuminen valu- ja pinnoitusvaiheissa

6.3.1 Korjaushanke 1

Rakentamisessa käytettiin materiaalipäästöluokan M1 mukaisia rakennustarvikkeita. Tämän pohjalta hankkeen sisäilmalle asetettu tavoite saavutettiin.

Urakoitsijan laatimassa kosteudenhallintasuunnitelmassa asetettiin tavoitteeksi, että työmaalla sisäilman lämpötilan olisi oltava vähintään 15 astetta ja suhteellinen kosteus alle 60 %. Sisäilman olosuhteiden toteutumista ei seurannut ulkopuolinen asiantuntija. Sisäilman olosuhteiden toteutumisesta korjausurakan aikana ei ollut projektipankissa pöytäkirjoja. Urakoitsijan toteuttamien uusien betonivalujen suhteellisen kosteuden mittauksista ei myöskään ollut projektipankissa pöytäkirjoja. Työmaakokouspöytäkirjasta löytyy tosin maininta, että rakenteet on mitattu riittävän kuiviksi.

Rakennuttajapäällikön haastattelun mukaan viestintä ja tiedonvaihto sujuivat korjaushankkeessa kohtuullisen hyvin ja ongelmakohtista selvittiin keskusteluilla. Erimielisyyksiä oli kosteusmittausten suoritustavasta ja kosteusmittausten laajuudesta.

6.3.2 Korjaushanke 2

Kokoustilan lattiapinta tasoitettiin ja lattiapintamateriaali asennettiin vasta, kun tasoitepinta oli todettu kosteusmittauksilla kuivaksi.

6.4 Sisäilmaston tavoitteiden toteutuminen tiivistystyövaiheessa

6.4.1 Korjaushanke 1

Välipohja-, yläpohja- ja ulkoseinärakenteiden sekä niiden läpivientien tiivistys tehtiin suunnitelmien mukaisesti. Tiivistystöiden laatu tarkastettiin mallirakenteissa merkkiainekaasukokeilla.

Työmaan purkutyön päätyttyä ulkoseinään upotettujen sadevesiviemäreiden liittymistä lattiaan ja yläpohjaan ei oltu tehty tiivistyssuunnitelmaa. Korjaustyön jatkamiseksi työmaa odotti suunnitelman valmistumista.

Kolmannen kerroksen kapselointia ei oltu tehty ensimmäisellä kerralla suunnitelman mukaisesti. Läpivientejä oli jäänyt tiivistämättä. Urakoitsija viimeisteli tiivistyskorjaukset hyväksyttävästi merkkiainekaasutulosten jälkeen.

6.4.2 Korjaushanke 2

Kokoustilan alapohjan ja ulkoseinäliittymien ilmatiiveys tarkastettiin merkkiainekaasukokeella. Rakenteet todettiin ilmatiiviiksi ja urakoitsijan työ hyväksyttiin.

6.5 Sisäilmaston tavoitteiden toteutuminen ennen käyttöönottoa

6.5.1 Korjaushanke 1

Peruskorjauksessa uusittiin ilmanvaihtojärjestelmä ja asennettiin jäähdytys. Ilmanvaihtokonehuoneeseen asennettiin uusi ilmanvaihtokone, vaikka teräksisen tukirakenteen lämmöneristystyö oli kesken. Lämmöneristystyö aiheutti pölyä uuden ilmanvaihtokoneen

pinnoille. Jatkotoimenpiteenä työmaan kanssa sovittiin, että ilmanvaihtokone suojataan ja rakennustyö tehdään loppuun.

Työmaalla käynnistettiin ilmanvaihto, vaikka pölyäviä töitä oli vielä kesken. Osassa ilmanvaihtokanavistoa oli vielä suojaukset kiinnitettynä, mutta osassa kerroksia päätelaitteiden suojaukset oli poistettu. Työmaalle huomautettiin, että Ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti asetuksen 1009/2017 27§ mukaan *”Rakennuksen ja sen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava puhdas ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä sekä ennen järjestelmän käyttöönottoa”*.

Ennen tilojen käyttöönottoa ilmanvaihtojärjestelmää puhdistettiin ja ilmanvaihtojärjestelmän sisäosien puhtaus saavutti P1 puhtausluokan vaatimukset. Ennen tilojen käyttöönottoa urakoitsija teki loppusiivouksen, mutta muutoin sisäilman laatua ei määritetty. Siivoustyön tasoa ei tarkastettu.

Ilmanvaihtokanavien tarkastuksissa pölymäärät jäivät pääosin alle 0,7 g/m², mikä oli hyväksyttävällä tasolla. Yhdessä poistoilmakanavassa havaittiin edelleen runsaampaa pölykertymää, jonka takia kanava nuohottiin uudelleen.

Talotekniikka uusittiin Sisäilmastoluokituksen S2 vaatimuksia vastaavaksi, jolloin talotekniikan käyttöikä pidentyi, ilmanvaihtuvuus lisääntyi ja tiloihin saatiin jäähdytys. Rakennuttajapäälliköltä saatujen tietojen mukaan taloteknisillä uudistuksilla saavutettiin pääosin hyvät sisäilmaolosuhteet.

6.5.2 Korjaushanke 2

Kokoustilan pintojen puhtaustaso tarkastettiin geeliteippimenetelmällä ja katselmuksella, kun urakoitsija ilmoitti tehneensä käyttöönottosiivouksen. Alakaton seinän viereisissä kouruissa oli pölyä. Kourut esitettiin puhdistettavaksi. Urakoitsija suoritti puhdistuksen, jonka jälkeen tilan puhtaustaso hyväksyttiin.

Ilmanvaihdon ilmamäärät olivat tasapainossa. Ensimmäisessä kerroksessa kokoustilaa palvelevalla ilmanvaihdon palvelualueella alipaineisuus kasvoi ilta-yöaikaan ja

viikonloppuisin. Ilmanvaihdon käyntiaikoja suositeltiin muutettavan niin, ettei suuria painevaihteluita aiheudu vuorokauden aikana.

6.6 Sisäilmatavoitteiden toteutuminen käyttöönottovaiheessa

6.6.1 Korjaushanke 1

Korjaushankkeessa toimineen rakennuttajapäällikön haastattelun mukaan käyttäjiltä ei ole tullut palautetta sisäilman laadusta. Tämän perusteella peruskorjaushanke sujui kokonaisuudessaan hankesuunnitelman tavoitteiden mukaisesti. Välipohjien korjauksilla oli oletettua vähemmän vaikutusta akustisiin ominaisuuksiin, jonka takia korjauksen voidaan arvioida sujuneen oletettua paremmin.

Ilmanvaihtojärjestelmä säädettiin ja puhdistettiin ennen käyttöönottoa. Laitteosien puhtaudesta on esitetty pöytäkirja projektipankissa.

6.6.2 Korjaushanke 2

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet määritettiin, kun tilat oli kalustettu ja otettu käyttöön. Kokoustilassa sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus alittivat Työterveyslaitoksen toimistotyötiloja koskevan viitearvon. Näytteen yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla.

6.7 Tarkastuslista sisäilmakorjaushankkeen onnistumisen arviointia varten

Esimerkkikohteiden ja teoratiedon pohjalta laadittiin Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n käyttöön tehtävälista asioista, jotka tulisi selvittää, suunnitella ja valvoa korjaushankkeessa, kun tavoitteena on terveellinen rakennus. Tarkastuslista on esitetty liitteessä 3.

7 Yhteenveto

Hyvä sisäilmasto on yksi rakentamisen keskeisistä tavoitteista. Sisäympäristön tavoitteiden toteutus on huomioitava rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. Sisäilmaston laatu- ja tavoitteiden määrittelyyn on olemassa kriteerejä, jotka suositellaan huomioitavaksi jo hankesuunnitteluvaiheessa.

Rakennuksen korjaussuunnittelun tulee perustua perusteelliseen korjaustarveselvitykseen. Korjaushankkeessa suunnittelun lähtötietojen kokoaminen ja asetettujen tavoitteiden täyttäminen vaativat usein enemmän aikaa kuin varsinaisen rakennusprosessi. Korjaushankkeessa suunnittelun lähtökohdat voivat myös muuttua kesken rakennustöiden.

Korjaushanke on sosiaalinen prosessi, jossa projektiorganisaatioon kuuluvien osapuolten on toimittava tehtävänsä mukaisesti ja koordinoitusti. Korjaushankkeen onnistuminen edellyttää tiedonhallintaa, jossa oikea ja riittävä tieto siirtyy oikeille henkilöille. Tiedonhallinnan kulku ja tiedotettavat asiat on suositeltava sopia jo hankesuunnittelussa.

Korjaushanketta ohjaa myös muut tekijät kuin kosteusteknisesti toimivat rakenneratkaisut, kuten taloudelliset rajat, energiataloudellisten ratkaisujen tarve, rakennustaiteelliset ja historialliset tavoitteet. Korjaushankkeen onnistumista voidaan seurata hankesuunnittelussa laaditun jälkiseurantasuunnitelman mukaisesti. Selkeitä menettelytapoja jälkiseurannalle ei ole, mutta arviointi voi perustua esimerkiksi sisäilmastokyselyyn, korjausten arviointiin sekä kiinteistön ylläpidon ja huollon arviointiin.

Korjausrakentamiseen liittyy teknisiä ja taloudellisia riskejä. Vanhan rakennuksen korjaaminen voi synnyttää myös uusia ongelmia, joita rakennuksessa ei ole ollut ennen korjausta. Korjaushankkeessa riskienhallinta korostuu.

Korjausvaihtoehdon valintaan vaikuttavat korjauksella tavoiteltava käyttökätavoite, rakennuksen käyttötarve, toiminnallisuus ja korjauskustannukset. Kevyimmässä korjausvaihtoehdoissa vauriota ei poisteta, mutta epäpuhtauksien pääsy huoneilmaan estetään. Raskaimmassa vaihtoehdossa vauriot poistetaan ja korvataan uudella varmatoimisella rakenteella. Korjausvaihtoehdoissa on huomioitava siihen sisältyvien riskien todennäköisyys. Lopullisen päätöksen korjausvaihtoehdosta tekee kiinteistön omistaja.

Opinnäytetyön tutkimuksellisessa osuudessa tarkasteltiin kahta korjaushanketta korjaustarveselvitysvaiheesta käyttöönottovaiheeseen asti. Korjaushankkeista arkistoiduista asiakirjoista selvitettiin, kuinka korjaustarveselvityksessä esitetyt kosteustekniset vauriot ja todennäköiset riskit huomioitiin suunnittelussa. Lisäksi selvitettiin, kuinka hankesuunnittelussa sisäilmalle asetetut tavoitteet saavutettiin rakentamisen aikana ja millä laatutavoitteet arvioitiin saavutetuksi.

Korjaushankkeena 1 oli toimistorakennuksen osittainen peruskorjaus. Korjaushankkeessa 1 korjaustarveselvityksessä esitetyt vauriot ja todennäköiset riskit huomioitiin korjaussuunnittelussa selvityksessä esitettyjen toimenpide-ehdotusten mukaisesti. Laajin korjaus oli kaksoislaattarakenteisten välipohjien vaurioituneiden eristetäytökerrosten poistaminen ja uusien rakennekerrosten asentaminen. Korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa asetettiin sisäilmastoon vaikuttavia suunnittelutavoitteita. Korjaussuunnitelmat tarkasti rakennusfysikaalinen asiantuntija ja urakoitsijan oli laadittava kosteudenhallintasuunnitelma ja puhtaudenhallintasuunnitelma.

Rakentamisen aikana korjaushankkeessa 1 urakoitsija toteutti purkutyön suunnitelmien mukaisessa laajuudessa. Purkutyön laatu katselmoitiin ja hyväksyttiin. Rakenteiden tiivistyskorjausten laatu tarkastettiin merkkiaineekaasukokeilla ja työn laatu hyväksyttiin. Urakoitsijalle ei kuitenkaan asetettu tarkkoja sisäilmaston laatutavoitteita. Korjaustyössä ei noudatettu puhtaudenhallintasuunnitelmaa kaikilta osin, jolloin tapahtui yksittäisiä pölyvahinkoja. Kosteusmittausten toteutuksesta ja laajuudesta oli myös epäselvyyttä urakoitsijan ja asiantuntijoiden kesken.

Korjaushankkeessa 1 ei laadittu jälkiseurantasuunnitelmaa. Rakennuttajan edustajan haastattelun mukaan korjattujen tilojen käyttäjiltä ei ole kuitenkaan tullut kohteen sisäilmastosta.

Korjaushankkeena 2 tarkasteltiin yhden kokoushuoneen tiivistyskorjausta. Korjauksen kohteena oli tiivistää alapohjan rakenneliittymät, koska rakenneliittymien kautta oli havaittu ilmavuoja ja hajuja. Korjaushankkeen tavoitteeksi asetettiin jo hankesuunnittelussa sisäilmastoluokan S2 mukaisten tavoitteiden täytyminen. Rakennuttaja edellytti,

että urakoitsijalle toimitetaan laadunvarmistusselvitys urakkatarjousvaiheessa. Korjaushanke toteutettiin P1 puhtausluokan työnä purkuvaiheen jälkeen.

Korjaushankkeen 2 urakoitsija täytti rakentamisen aikana sisäilmastolle asetetut tavoitteet. Urakoitsija toimitti sovitusti ja ajallaan mittauspöytäkirjat työmaan olosuhdeseurannasta, rakenteiden kosteusmittauksista ja osastoinnin alipaineisuuden seurannasta. Urakoitsija myös tilasi sovitusti rakenteiden ilmatiiveysmittaukset. Korjaushankkeen 2 jälkiseurantasuunnitelmana oli määrittää haihtuvat orgaaniset yhdisteet sisäilmasta korjaustyön päätyttyä ja rakennuksen käytön aikana. Sisäilmamittauksissa ei todettu poikkeamia.

Korjaushankkeiden 1 ja 2 korjaustarveselvitykset palvelivat korjaussuunnittelua riittävästi. Kehitysideaksi ehdotettiin, että korjaustoimenpide-ehdotusten laajuus voitaisiin esittää esimerkiksi pohjakuvamerkintöinä.

Opinnäytetyössä tarkasteltujen korjaushankkeiden 1 ja 2 sekä teoriatiedon perusteella voidaan todeta, että rakentamisen ja sisäilmaston laadulle sekä jälkiseurannalle korjaustyön päätyttyä olisi laadittava konkreettiset tavoitteet heti hankesuunnitelman alussa. Tällöin korjaushankkeen organisaatio sitoutuu yhteisiin tavoitteisiin ja arkistoitava laadunvarmistuspöytäkirja kannustaa tekemään työn kunnolla.

Sisäilmastolle asetettujen tavoitteiden ja tehtyjen korjausten suunnittelutyön tulisi pohjautua korjaustarveselvitykseen. Tavoitteiden tulisi olla mitattavissa tai arvioitavissa ja tavoitteiden saavuttaminen tulisi kirjata laadunvarmistusdokumentteihin. Tällöin korjaustyön laatu olisi todennettavissa myös korjaustyön päätyttyä ja rakennuksen terveellisyydestä voitaisiin laatia tarvittaessa lausunto. Tehtäväluettelo edellytyksistä, joita vaaditaan terveellisen rakennuksen saavuttamiseksi, on laadittu osana opinnäytetyötä. Tehtäväluettelo voi hyödyntää rakennushankkeen aikana sekä laatiessa lausuntoa terveellisestä rakennuksesta korjaustyön päätyttyä.

7.1 Johtopäätökset

Korjaushankkeessa 1 sisäilman laadun huomioiminen korjaustarveselvityksen ehdottamassa laajuudessa ei täysin toteutunut. Korjaushankkeen 1 osittaisessa

peruskorjauksessa jäi osa rakennuksesta (kellari- ja pohjakerros, 2-kerros) korjaamatta, koska tilat olivat jo käytössä tai niitä ei oltu ottamassa käyttöön. Korjaustarveselvityksen mukaan rakenteiden kunnan selvitystyötä olisi kannattanut jatkaa kellari- ja pohjakerroksen tiloihin asti, koska rakenteissa epäiltiin olevan vaurioita ja haittatekijöitä, jotka heikentävät sisäilman laatua ylemmissä kerroksissa.

Korjaushankkeen 1 osalta voidaan todeta, että osittaisessa peruskorjauksessa ei voida täysin poissulkea korjaamattomien alueiden vaikutusta korjatun alueen sisäilmaan. Kiinteistön omistajan näkemys toteuttaa osittainen peruskorjaus on voinut pohjautua strategiaan, jossa on tärkeämpi saavuttaa taloudellisten tavoitteiden rajat kuin hyvä sisäilmasto.

Korjaushankkeen 1 suunnitteluvaiheessa rakennusfysikaalisen asiantuntijan mukana olo oli tärkeää, jotta suunnitelmissa tuli huomioitua kaikki sisäilmastolle laaditut tavoitteet. Suunnittelijoiden ja rakennusfysikaalisen asiantuntijan yhteistyö edellytti aktiivista vuorovaikutusta. Suunnitelmiin tehdyt muutokset menivät hyvän yhteistyön seurauksena myös urakoitsijan tietoon. Ilmatiiveydelle asetettu tavoitetaso asetti vaatimuksia rakenteiden tiivistystöissä käytettäville materiaaleille, tiivistystyön laadulle ja tiivistystyön laadunvarmistukselle. Rakenteiden ilmatiiveydelle asetettu tavoitetaso saavutettiin sisäilmalle asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Välipohjarakenteiden ilmatiiveys oli konkreettinen tavoite, joka oli mitattavissa ja arvioitavissa.

Korjaushankkeessa 1 osa sisäilmaston tavoitteista asetettiin korjaushankkeen edetessä hankesuunnittelun jälkeen. Rakentamisen aikana tavoitteiden mukaisesti ei toimittu kosteudenhallinnan ja pölynhallinnan osalta. Korjausten aikana aiheutui yksittäisiä pölyvahinkoja, vaikka ne olisi voitu välttää toimimalla pölynhallintasuunnitelman mukaisesti.

Rakennuttaja ei vaatinut korjaushankkeessa 1 kosteudenhallinnan ja pölynhallinnan toteutumisesta ja hyväksymisestä mittauspöytäkirjoja. Kosteusmittausten toteutumista kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti ei seurannut kukaan loppuun asti. Työmaapöytäkirjaan kirjoitettu lauselmä rakenteen riittävästä kuivuudesta on epätarkka tieto. Jos korjaushankkeessa ilmenisi jälkikäteen epäilyjä rakenteiden kuivuudesta, urakoitsijan olisi haastavaa näyttää todeksi toimineensa kosteusmittaussyöytäkirjan mukaisesti.

Urakoitsija olisi pitänyt velvoittaa jo korjaushankkeen 1 urakkatarjousvaiheessa noudattamaan ja seuraamaan työmaan aikaisia sisäilman olosuhteita. Kosteusmittauspöytäkirjat olisi pitänyt arkistoida projektipankkiin, josta ne ovat tarkastettavissa. Urakoitsijan ja rakennusfysikaalisen asiantuntijan eriävät mielipiteet rakenteiden kosteusmittaustulosten arviointiperusteista ja hyväksyttävistä kosteuslukuarvoista on asia, jota pitäisi rakentamisen alalla yleisesti täsmentää.

Korjaushankkeen 1 toteutumisen perusteella voi todeta, että sisäilmaston tavoitteiden toteuttaminen edellyttää koko korjaushankeorganisaatiolta sitoutumista. Tavoitteisiin sitoutuminen jo hankkeen alussa olisi saattanut kannustaa kaikkia korjaushankkeen osapuolia työskentelemään huolellisemmin yhteisen tavoitteen eteen.

Korjaushankkeessa 2 korjaustarveselvityksessä esitetyt tavoitteet huomioitiin hankkeen suunnittelussa. Hankkeen suunnitelmat tarkasti rakennusfysikaalinen asiantuntija ja korjaustyön laatu tarkastettiin ja dokumentoitiin. Rakennuttaja, hankkeen rakennuttajapäällikkö, suunnittelijat ja urakoitsijat tavoittelivat jokainen omalta osaltaan onnistunutta työsuoritusta. Korjaushankkeen organisaation yhteistyö tapahtui pääosin suunnittelukouksissa, työmaapalavereissa, sähköpostitse ja puhelimitse, mutta yhteistyö ja viestintä koettiin sujuvaksi.

Korjaushankkeen 2 alussa laadittu sisäilman laadunvarmistuslista koettiin tarpeelliseksi suunnittelussa ja urakoitsijan työn laadun arvioimiseksi. Laadunvarmistusselvityksen arvioitiin olevan myös käyttäjille osoittimena hyvän sisäilman laadun huomioimisesta jo suunnitteluvaiheessa. Käyttäjille olisi myös osoitettavissa muistioilla eri työvaiheiden laadunvarmistus ja niiden hyväksyntä, jos niiden toteutumisesta tulisi kysyttävää.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n nykyinen korjaustarveselvitysmalli palvelee nykyisellään hyvin korjaussuunnittelua. Selvitykseen voisi hankkeen laajuudesta riippuen lisätä korjaustoimenpide-ehdotukset pohjakuviin, jotta korjaustoimenpide-ehdotuksista saisi paremman kokonaisnäkömyksen.

Opinnäytetyössä laadittua tehtäväluetteloa rakennuksen terveelliseksi todentamiseksi (liite 3) voidaan hyödyntää korjaushankkeessa, kun tavoitteena on terveellinen rakennus ja rakennuksen terveellisyydestä halutaan korjaustyön päätyttyä laatia lausunto.

Tehtäväluettelo ja siinä esitettyjä dokumentointivaatimuksia on noudatettava hankkeen eri vaiheissa. Jos rakentamisen aikaista dokumentointia ei ole arkistoitu, lausunnon laatiminen korjaustyön onnistumisesta ja terveellisestä rakennuksesta hankaloituu.

7.2 Jatkokehitysaiheet

Jatkokehitysaiheeksi ehdotetaan, että rakennuksen jälkiseurantasuunnitelmaa ja seurantatapoja kehitetään. Jälkiseurantasuunnitelmaa noudattamalla voitaisiin varmistua korjaushankkeen valmistuttua, että rakennus säilyy terveellisenä ja sitä huolletaan oikein. Jälkiseurantasuunnitelmassa esitettäisiin toimintatavat ja toteutusajankohdat eri osa-alueiden seurannalle. Jälkiseurantaan voisi sisällyttää ainakin sisäilmaston olosuhteiden, rakenteiden kosteuden, ilmatiiveyden ja ilmanvaihdon toiminnan seurannan sekä ilmanvaihdon puhtauden arvioinnin. Lisäksi käyttäjäpalautteen seuranta voitaisiin toteuttaa kuuden kuukauden päästä korjaushankkeen valmistuttua sekä säännöllisesti 2-5 vuoden välein.

Työn luovutuksesta, vastaanotosta ja laadun tarkastuksesta laadittava pöytäkirja voisi kannustaa tekemään työn kunnolla. Eri osapuolilla hyväksytty pöytäkirja arkistoitaisiin hankkeen laadunvarmistuskansioon. Laadunvarmistusasiakirjat helpottaisivat lausunnon tekoa rakennuksen terveellisyydestä.

Onnistuneelle korjaukselle tulisi laatia yksiselitteiset arviointiperusteet. Lisäksi arviointiperusteissa tulisi käyttää yhtenäistä terminologiaa riippumatta rakennuksen käyttötarkoituksesta.

Lähteet

- 1 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT 13-11120 Suunnittelun johtaminen korjaushankkeessa*, 2013, Rakennustieto Oy
- 2 Ung-Lanki S., Turunen M etc, *Kuntien toimintatavat ja kipupisteet koulujen sisäilmaongelmien hoitamisessa*, THL, Sisäilmastoseminaari, 2017, s.19-24
- 3 Asikainen V, Opetushallitus, *Osa 1 Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmisten koulurakennusten kunnon tutkimiseen ja korjaushankkeisiin*, 2008
- 4 Internet-sivusto, Ympäristöministeriö, *Rakennuksen terveellisyys*, julkaistu 9.9.2013, luettu 28.6.2019 https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_terveellisyys_ja_esteettomyys/Rakennuksen_terveellisyys
- 5 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT 07-11299 Sisäilmastoluokitus 2018*, 2018, Rakennustieto Oy
- 6 PDF-dokumentti, Työterveyslaitos, *Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2016*, luettu 28.6.2019 https://ttk.fi/files/4715/Ohje_tyopaikkojen_sisailmasto-ongelmien_selvittamiseen.pdf
- 7 Pitkäranta M. *Rakennuksen kusteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*, Ympäristöministeriö, Ympäristöopas 2016
- 8 Internet-sivusto, Työturvallisuuskeskus, *Työhygienia*, 2015, luettu 28.6.2019 https://ttk.fi/files/4661/Tyohygienia_Kemialliset_biologiset_ja_fysikaaliset_haitta-tekijat.pdf
- 9 Internet-sivusto, Sosiaali- ja terveysministeriö, *HTP-arvot 2016*, 2016:8, luettu 28.6.2019 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79109/08_2016_HTP-arvot_suomi_22122016_netti_kansilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 10 Internet-sivusto, Finlex, *Asetus 545/2015*, julkaistu 23.4.2015, luettu 28.6.2019 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>
- 11 Internet-sivusto, Valvira, *Ohje 4/2017*, julkaistu 27.3.2017, luettu 28.6.2019 https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Ohje_asunnon_terveyshaitan_selvittamisprosessiin.pdf/3dcb1340-e769-f45a-6d8c-2087e7690a2d
- 12 Loppuraportti, Suomen Sisäilmakeskus Oy, *Korjaussuunnitteluratkaisujen terveellisyysden arviointimalli, 2017*, 2016:8, luettu 28.6.2019

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/236501/117118-loppuraportti-Painettu_TSR-loppuraportti2018_02_05liitteineenFinal_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 13 Internet-sivusto, Sisäilmayhdistys ry, *Terve Talo -kriteerit*, luettu 28.6.2019
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Terve-Talo-kriteerit>
- 14 Internet-sivusto, Työterveyslaitos, *Tavoitetasot*, luettu 28.6.2019
<https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/tavoitetasot/>
- 15 Internet-sivusto, pdf-dokumentti Ympäristöministeriö, *Rakennuksen kosteustekninen toimivuus ohjeluonnos 9.5.2019*, luettu 28.6.2019 <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=9825>
- 16 PDF-dokumentti, Kosteus- ja hometalkoot, *Sisäilmaongelman ratkaiseminen*, luettu 28.6.2019 <https://hometalkoot.fi/file/15922.pdf>
- 17 PDF-dokumentti, Ympäristöministeriö, Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden korjausopas, *lausuntoversio 3/2018*, luettu 28.6.2019 https://ttk.fi/files/4715/Ohje_tyopaikkojen_sisailmasto-ongelmien_selvittamiseen.pdf
- 18 Internet-sivusto, Sisäilmayhdistys ry, *Korjausten seuranta*, luettu 28.6.2019
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Korjausten-seuranta>
- 19 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT 10-11224 Talonrakennushankkeen kulku*, 2016, Rakennustieto Oy, s.1-4
- 20 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT 96-10983 Koulurakennus, korjausrakentamisen suunnittelu*, 2010, Rakennustieto Oy
- 21 Siltamäen kontaktikaupunki, *Inventointi, Arvotus, Kehittämisperiaatteet, Korjaustapaohjeet*, Helsingin kaupunki Kaupunkisuunnitteluvirasto, 2009,
- 22 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT YM2-21642 Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä*, 2015, Rakennustieto Oy
- 23 Internet-sivusto, Finlex, *Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999*, <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1999/19990132>
- 24 Internet-sivusto, Ympäristöministeriö, *Lausuntopyyntö, Ympäristöministeriön ohje rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta*, luettu 27.6.2019 <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=0188eae1-8c22-477a-beeb-1aa0ec11d97a>

- 25 Internet-sivusto, Valvira, *Kosteus- ja mikrobivaurioiden korjaaminen*, 22.2.2016 <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys/kosteusvauriot>
- 26 Uotila U, Teriö O, Kero P *Sisäilmaongelman koulun korjausvaihtoehtojen ja purkamisen vertailu – case tutkimus*, TTY, Rakennusfysiikkaseminaarijulkaisu s. 153-158, 2017.
- 27 Internet-sivusto, Finlex, *Valtioneuvoston asetus sosiaali- ja terveydenhuollon kunnallisten toimintayksiköiden sisäilma- ja kosteusvauriohankkeisiin myönnettävästä valtionavustuksesta, 1099/2013* <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131099>
- 28 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT 18-11217 Sisäilmasto-ongelman selvittäminen. Tilaajan ohje*, 2016, Rakennustieto Oy
- 29 Rakennustietosäätiö RTS, *Ohje RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku, rakennushankkeen osapuolet*, 2016, Rakennustieto Oy
- 30 Rakentamisen Laatu RALA ry, *Kuivaketju10*, 2018. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Tilaaminen_150313.pdf

Yleisimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät ja niiden aiheuttamat haitat ja oireet. Ympäristöopas 2016 taulukko 1.1 [7.]

Epäpuhtaus tai muu haittatekijä	Tavanomainen lähde/syy	Haitta / oire
Allergeenit	Koti- ja lemmikkieläimet, siitepölyt, kemikaalit, pöly- ja varastopunkit, mikrobikasvustot	Allerginen nuha, silmä-, astma- ja iho-oireilu
Ammoniakki	Materiaalien kosteusvauriot, viemärit, lemmikkieläimet, tupakointi	Hajuhaitat, ärsytysoireet
Asbestikuidut	Useat eri rakennusmateriaalit	Syöpäriskin kasvu, asbestoosi
Formaldehydi	Lastulevyn ym. materiaalien kosteusvauriot, sisustustuotteet, tekstiilit ja pesuaineet	Hajuhaitat, ärsytysoireet, kosketusihottuma, syöpäriskin kasvu.
Hiilidioksidi (CO ₂)	Ihmiset, lemmikkieläimet, heikko ilmanvaihto	Suuri pitoisuus viittaa tilojen käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Erittäin korkeissa pitoisuuksissa väsymys, päänsärky.
Hiilimonoksidi (häkä, CO)	Tulisijat, liikenne	Häkämyrkytys, tukehtumiskuolema
Häiritsevät hajut	Materiaalien kosteusvauriot, ilmapuodot rakenteista, materiaalit, kemikaalit, käyttäjät	Ärsytysoireet, epämukavuus
Vähäinen ilmanvaihtuvuus	Heikkotehoinen ilmanvaihto, IV-järjestelmän viat, ilmanjaon puutteet	Epäpuhtauksien kertymisestä aiheutuva oireilu ja epämukavuus
Liiallinen alipaineisuus rakennuksen ulkovaipan yli	Ulkoilmavirtoihin nähden liialliset poistomäärät	Epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan
Kuiva sisäilma	Kylmä ja kuiva ulkoilma	Ihon ja limakalvojen ärsytysoireet, oireiluherkkyden kasvu
Lämpötila, liian matala tai korkea, vetoisuus	LVI-järjestelmän puutteet ja säätövirheet, pintasäteily, ilmapuodot	Epämukavuus, sairastavuuden lisääntyminen
Mikrobit ja niiden aineenvaihdutustuotteet	Kosteus- ja mikrobivauriot, ilmapuodot rakenteista, IV-kanaviston epäpuhtaudet kosteissa järjestelmänosissa	Hengitystieärsytys, astma, allergiset sairaudet, hengitystieinfektioiden lisääntyminen, yleisoireet
Otsoni	Ilmanpuhdistimet, kopiokoneet	Hengitysteiden ärsytysoireet. Voimistaa allergeenien vaikutusta
PAH-yhdisteet	Vanhat kosteuseristeet, kivihiilipiki, polttotapahtumat	Hajuhaitat, syöpäriskin kasvu
PCB	Rakennusmateriaalit, mm. elementtisaumaussmassat ja maalit, lämmönsiirto-aineet	Syöpäriskin kasvu
Pienhiukkaset	Ulkoilma (teollisuus, liikenne), tupakan savu, kopiokoneet, kosteusvauriot, pienpoltto, kynttilät ja tulisijat	Viihtyvyyshaitat, sydän- ja hengityselinsairaudet, astma
Radon	Maaperä, rakennuksen alustäyttö	Keuhkosyöpäriskin kasvu
Teolliset mineraalivillakuidut	Lämmön- ja ääneneristysmateriaalit rakenteissa ja IV-järjestelmässä	Silmien ja hengitysteiden ärsytysoireet
VOC-yhdisteet (haihtuvat orgaaniset yhdisteet, engl. volatile organic compounds)	Kosteusvauriot, rakennusmateriaalit, sisustusmateriaalit, tekstiilit, pesuaineet, kosmetiikka, ihmiset ja lemmikkieläimet	Ärsytysoireet, astma
Öljyhiilivedyt	Rakennusmateriaalit (mm. valuasfaltti), öljyvahingot rakenteisiin ja maaperään rakennuksen alla	Hajuhaitat

Sisäilmaston mittaus- ja analyysitulosten arviointiin käytettäviä keskeisiä ohjeita.

Työterveyslaitos taulukko 7. [8.]

Sisäympäristö ja tilatyypit	Mittaus- ja analyysitulosten arviointi	Huom.
Toimistotyyppiset työtilat	<ul style="list-style-type: none"> Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisopas (tekeillä) Säteilyasetus 1991/1512 Rakentamismääräyskokoelma D2 Työterveyslaitoksen viitearvot Sisäilmastoluokitus 2008 	<ul style="list-style-type: none"> toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo viitearvo tavoitearvo
Asunnot ja muut oleskelutilat (Terveystuotetu- lain alaiset tilat)	<ul style="list-style-type: none"> Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisopas (tekeillä) Asuntojen huoneilman radon (STM 944/1992) Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2008 	<ul style="list-style-type: none"> toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo tavoitearvo
Koulut ja päiväkodit	<ul style="list-style-type: none"> Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisopas (tekeillä) Asuntojen huoneilman radon (STM 944/1992) Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2008 Koulurakennusten kosteus- ja homeauriot: opas ongelmien selvittämiseen 	<ul style="list-style-type: none"> toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo tavoitearvo vertailuarvo <p>Arvioidaan myös tilatyypit ja toimintakohtaisesti esim. oppilaitosten toimistot</p>
Terveystuotetu- tilat (terveystuotetu- viranomaiselle kuuluu yleiset tilat)	<ul style="list-style-type: none"> Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisopas (tekeillä) Asuntojen huoneilman radon (STM 944/1992) Työterveyslaitoksen viitearvot Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2008 Lisäksi erillinen lainsäädäntö ja ohjeistus puhdistiloille ja muille erityistiloille 	<ul style="list-style-type: none"> toimenpiderajat toimenpiderajat toimenpiderajat viitearvo ohjearvo tavoitearvo <p>Arvioidaan myös tilatyypit ja toimintakohtaisesti esim. toimistot, leikkaussalit</p>
Tuotannolliset tilat	<ul style="list-style-type: none"> HTP-arvot (haitalliseksi tunnetut pitoisuudet) Säteilyasetus 1991/1512 Valtioneuvoston asetus 798/2015 asbestityön turvallisuudesta Valtioneuvoston asetus 716/2000, työhön liittyvän syöpävaaran torjunta Valtioneuvoston päätös (1154/1993), lyijytyöstä sitova Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2008 	<ul style="list-style-type: none"> ohjearvo toimenpideraja raja-arvo raja-arvo raja-arvo ohjearvo tavoitearvo

Rakennuksen terveelliseksi todentaminen



LAATU2019@SWECO
28.8.2019

RAKENNUKSEN TERVEELLISEKSI TODENTAMINEN

Rakennuksen terveelliseksi todentaminen korjaushankkeen päätyttyä edellyttää riittävien lähtötietojen hankkimista korjaustarveselvityksellä, yksityiskohtaista suunnittelua sekä korjaustyön valvontaa ja dokumentoimista.

TEHTÄVÄLUETTELO

Alla olevassa luettelossa on esitetty kohdat, jotka on korjaushankkeessa selvittävät, suunniteltava, valvottava ja dokumentoitava.

TARVESELVITYS

➤ Korjaustarveselvitys

Korjaustarveselvityksellä selvitetään riittävät lähtötiedot korjaushankkeen suunnittelulle. Korjaustarveselvityksessä on esitetty kohteen osoitetiedot, yleiskuvaus, tutkimusajankohta, selvityksen laajuus ja selvityksessä käytetyt asiakirjat. Korjaustarveselvityksessä esitetään vähintään seuraavat asiat:

- todettu vaurio tai haitta
- vauriomekanismi
- vaurion tai haitan laajuus
- tutkimusmenetelmä, jolla vaurio tai haitta todettu
- kosteustekniset riskit ja niiden todennäköisyys
- LVIAS-tekniikan korjaustarve ja käyttöikä
- korjausvaihtoehdot ja arvio korjauksen onnistumisesta

HANKESUUNNITTELU

➤ Luonnossuunnittelu, rakennuslupa

Yksityiskohtaisilla suunnitelmilla poistetaan korjaustarveselvityksessä esitetyt vauriot ja haitat. Luonnossuunnitteluvaiheessa määritetään rakennukselle tavoiteltavat sisäilmaolosuhteet, jotka huomioidaan suunniteltavissa rakenneratkaisuissa, materiaaleissa ja ilmanvaihtojärjestelmässä.

- korjaustarveselvityksen esitys korjaussuunnittelijoille
- valitaan korjaustavat, joilla poistetaan korjaustarveselvityksessä esitetyt vauriot ja haitat sekä estetään riskien toteutuminen
- kosteustekniset suunnittelutavoitteet rakennusosittain ja -järjestelmittäin ja niiden arviointiperusteet
- rakenteiden laatusuhteet ja toiminnalliset tavoitteet sekä tavoitteiden arviointiperusteet
- käyttöikä- ja elinkaaritavoitteet
- tavoiteltava puhtaustaso eri työvaiheille
- tavoiteltava ilmatiiveyden taso ja tarkastustapa (energiatohokkuusvaatimus ja ilmatiiveyskokeet)
- LVIAS-järjestelmien suunnittelutavoitteet ja tarkastukset
- sisäilmaston tavoitetasot rakentamisen aikana (sisäilman olosuhteet, puhtaustaso, pölypitoisuus), lista voidaan liittää urakkatarjousasiakirjoihin
- sisäilmaston tavoitetasot käyttöönottovaiheessa (puhtaustasovaatimus, sisäilmaston laatu ja olosuhteet, rakenteiden ja

➤ Rakennuslupa

- kosteudenhallintakoordinaattorin ja / tai rakennusfysikaalisen asiantuntijan nimeäminen
- kosteudenhallintaselvitys

➤ Toteutussuunnittelu

- kosteudenhallintakoordinaattorin ja / tai laadunhallinnan asiantuntijan nimeäminen
- kosteudenhallintaselvitys
- kosteudenhallintakoordinaattori kommentoi suunnitelmat ja antaa parannusehdotukset
- laadunhallintaprosessille sovitua dokumentoituvaatimukset ja tarkastuspisteet
- laadunhallinta-asiantuntija hyväksyy toteutussuunnitelman

TERVEEN RAKENNUKSEN TOTEUTUS

- riittävät lähtötiedot korjaustarveselvityksellä
- tavoitteet asetettu sisäilmastolle ja rakentamiselle
- yksityiskohtainen suunnittelu
- suunnitelmien noudattaminen
- työvaiheiden laadunvalvonta ja dokumentointi
- rakennuksen ylläpito ja huolto

RAKENTAMINEN

➤ Rakentamisvaihe

Sisäilmaston tavoitearvot ja rakentamisen laatuavoitteet sisällytettävä urakkatarjousasiakirjoihin

- kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen
- kosteusmittausuunnitelman laatiminen
- purkusuunnitelman laatiminen
- puhtaudenhallintasuunnitelman laatiminen
- laadunvarmistustoimenpiteiden toteutuksen valvonta ja dokumentointi

➤ Työmaavaihe

Työmaan aikana valvotaan ja dokumentoidaan, että sisäilmastolle ja rakentamiselle suunnitelluja tavoitteita noudatetaan.

- puhtauden- ja kosteudenhallintaan liittyvät työmaakerrokset ja muistiot
- sisäilmastolle asetettujen tavoitteiden valvonta ja muistiot valvonnasta
- laadunvarmistuskokeet ja muistiot rakentamisen aikana. Muistiot tallennettava laadunhallintadokumentteihin.

KÄYTTÖÖNOTTO

➤ Käyttöönotto

Ennen rakennuksen käyttöönottoa tehtävät toimenpiteet

- tiöjen kosteusteknisen kunnan tarkastus
- loppusuivoustason tarkastus
- iv-järjestelmän puhtauden ja toiminnan tarkastus
- laatudokumenttien tarkastus
- laadunhallinta-asiantuntija tarkastaa ja kommentoi käyttö- ja huolto-ohjekirjan
- loppuraportin laatiminen ja rakennuksen terveelliseksi todentaminen

➤ Takuuaika

Terveellinen rakennus edellyttää ylläpitoa

- rakennusautomaation ja ilmanvaihtojärjestelmien tarkastukset määrävälein
- kosteus- ja sisäilmatekniset tarkastukset
- käyttäjäkyselyt
- huoltokirjan päivittäminen