

Ville Ilves

# Tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus ja muistilista

---

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

Tekijä Otsikko	Ville Ilves Tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus ja muistilista
Sivumäärä Aika	42 sivua + 2 liitettä 16.8.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Tuotantoinisinööri Minna Kataja Lehtori Jouni Ruotsalainen
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Helsingin Kaupungin rakentamispalvelu Staran Rakennustekniikkayksikköön kuuluvalla korjausrakennustoimistolle. Tarkoituksena oli löytää tiivistyskorjaushankkeen kriittiset tehtävät ja luoda näiden pohjalta sisäilmaongelmien korjaamiseksi tehtävän tiivistyskorjauksen prosessikuvaus ja muistilista hankkeen hallinnan, ohjauksen ja läpiviennin seurannan apuvälineeksi.</p> <p>Sisäilmaongelmien korjaamiseksi toteutettavat tiivistyskorjaukset ovat jatkuvasti kasvava korjausrakentamisen osa-alue ja niiden onnistuminen on ollut hyvin vaihtelevaa. Osasyynä tähän on ollut se, että tiivistyskorjausten tuotantomenetelmistä, tuotantoprosesseista ja tuotannonohjauksen toimenpiteistä ei ole ollut olemassa yhtenäisiä ohjeistuksia. Tarve tälle insinöörityölle syntyi työn tilaajan tarpeesta saada tiivistyskorjaushankkeen ohjaukselle ja seurannan läpiviennille toimiva ja selkeä apuväline.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kirjallisuustutkimuksena. Tutkimuksessa paneuduttiin tiivistyskorjausten lähtökohtiin ja olemassa oleviin tuotantomenetelmiin. Lisäksi tutkittiin Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmään kuuluvia korjausrakennushankkeen sisältöä ja tehtäviä kuvaavia osia. Kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa tiivistyskorjaushankkeen läpiviennin kannalta kriittiset ja tärkeät tehtäväkokonaisuudet ja niiden sisältö. Kriittisten tehtävien kartoittaminen toimi pohjana prosessikuvausten ja muistilistan luomiselle.</p> <p>Insinöörityön tuloksena syntyi tiivistyskorjaushankkeen kriittiset tehtävät sisältävä prosessikuvaus ja muistilistan yhdistelmä, jonka tuella tiivistyskorjaushankkeen kokonaisuuden hallinta on johdonmukaisempaa ja selkeämpää.</p>	
Avainsanat	Korjausrakentaminen, Tiivistyskorjaus, Sisäilma

Author Title	Ville Iives Process description and checklist of a sealing repair project
Number of Pages Date	42 pages + 2 appendices 16 August 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and site Management
Instructors	Minna Kataja, Production Engineer Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer
<p>This thesis was made for Stara Rakennustekniikka renovation office. Stara Rakennustekniikka is a bureau that provides building and renovation services for the City of Helsinki. The purpose of this thesis was to survey critical phases affecting the overall success of a sealing repair project and create a process description and a checklist to help in controlling, directing and monitoring the implementation of the project.</p> <p>Sealing repairs, which are carried out to repair poor indoor air quality problems, are a constantly growing subarea of renovating. These repairs have succeeded variably in the past. One of the reasons that have led to this has been the lack of harmonized instructions concerning the production methods, production processes and production management of sealing repairs. The client of this thesis had come to a conclusion that a distinct process description and a checklist for a sealing repair project would help to achieve the goals set for sealing repair projects.</p> <p>The study was conducted as a literary research using existing data and studies concerning sealing repair projects. During the study the bases, objects and production methods of sealing repairs were inspected in addition to the quality system 2016 of Stara Rakennustekniikka. The data gathered during the study was used to create a process description and a checklist of a sealing repair project.</p> <p>On the grounds of the study and the data gathered a combination file of a process description and a checklist was created. The file includes the critical phases and tasks of a sealing repair project. With the support of this file managing a sealing repair project is more consistent and clear.</p>	
Keywords	Renovation, Sealing repair project, indoor air quality

## Sisällys

### Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn toteutustapa	3
2	Tiivistyskorjaustarpeeseen johtavat sisäilmaongelmat	4
2.1	Mineraalikuidut	5
2.2	Haitta-aineet	7
2.3	Mikrobit	9
3	Tiivistyskorjausten tarkoitus ja lähtökohdat	11
3.1	Tiivistyskorjausten tarkoitus	12
3.2	Tiivistyskorjaustyypit	13
3.3	Tiivistyskorjausten lähtökohdat	13
3.3.1	Kuntotutkimus	14
3.3.2	Korjaussuunnitelma	14
4	Tiivistyskorjausmenetelmät	15
4.1	Vedeneristemenetelmä	16
4.2	Pinnoitteet	17
4.3	Liitosnauhat	17
4.4	Elastiset massat ja pohjanauhat	17
5	Tiivistyskorjausratkaisut	18
5.1	Ulkoseinän ja alapohjan väliset liittymät	18
5.2	Ulkoseinän ja yläpohjan väliset liittymät	19
5.3	Ulkoseinän ja ikkuna- sekä ovikarmien väliset liittymät	19
6	Korjausrakennushankkeen vaiheet ja tehtävät – Laatujärjestelmä 2016	21
6.1	Tuotannon aloituksen valmistelu	22
6.2	Työmaan laadunohjauksen suunnittelu	24
6.3	Tuotannosuunnittelu	25
6.4	Tuotannonohjaus	26
6.5	Työvaiheen laadunohjaus	28
6.6	Turvallisuuden ohjaus	29

6.7	Kokoukset, katselmukset ja dokumentointi	31
6.8	Luovutus	32
7	Tiivistyskorjaushankkeen vaiheet ja toimenpiteet	33
7.1	Tuotannon aloituksen valmistelu	33
7.2	Laadunohjauksen suunnittelu	34
7.3	Tuotannonsuunnittelu	35
7.4	Tuotannonohjaus	35
7.5	Työvaiheen laadunohjaus	36
7.6	Turvallisuuden ohjaus	37
7.7	Kokoukset, katselmukset ja dokumentointi	37
7.8	Luovutus	38
8	Tutkimustulokset	38
9	Yhteenveto	40
9.1	Jatkokehitysehdotukset	41
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus	
	Liite 2. Tiivistyskorjaushankkeen muistilista	

## Lyhenteet

HKR *Helsingin kaupungin rakennusvirasto*, joka vastaa Helsingin katujen ja viheralueiden suunnittelusta, rakennuttamisesta ja hoidosta, kaupungin toimitilojen suunnittelusta ja rakennuttamisesta sekä pysäköinninvalvonnasta.

HSY *Helsingin seudun ympäristöpalvelut*. Kuntayhtymä, joka tuottaa vesi- ja jätehuoltopalveluita Helsingissä, Vantaalla, Espoossa ja Kauniaisissa.

### PAH-yhdisteet

*Polysykliset aromaattiset hiilivedyt*. Ympäristö- ja terveyshaittoja aiheuttavat yhdisteet, jotka syntyvät orgaanisen aineen epätäydellisen palamisen seurauksena

### PCB-yhdisteet

*Polychlorinated biphenyls. Polyklooratut bifenyylit*. Ympäristö ja terveyshaittoja aiheuttavia orgaanisia yhdisteitä.

### VOC-yhdisteet

*Volatile Organic Compounds*. Haituvat, rakennusmateriaaleista peräisin olevat yhdisteet jotka aiheuttavat terveyshaittoja.

### VVOC-yhdisteet

*Very Volatile Organic Compounds*. Kts. VOC-yhdisteet.

## 1 Johdanto

Sisäilmaongelmien korjaaminen rakenteita tiivistämällä eli tiivistyskorjaaminen on jatkuvasti kasvava korjausrakentamisen osa-alue. Tämä johtuu osittain siitä, että sisäilman laatuun on alettu viime vuosina kiinnittää enemmän huomiota. Vaikka viime vuosina onkin tehty joitain tiivistyskorjauksia käsitteleviä opinnäyte- ja diplomitöitä, sisäilmaongelmien korjaamisesta rakenteita tiivistämällä on saatavissa rajallisesti tutkittua tietoa. Lisäksi korjausmenetelmiä, tuotantoprosesseja ja laadunvarmistusta koskevat yhtenäiset ohjeistukset ja säännökset ovat puuttuneet. Tämä on johtanut siihen, että hankkeille asetettuihin tavoitteisiin on päästy vaihtelevalla menestyksellä. [1.]

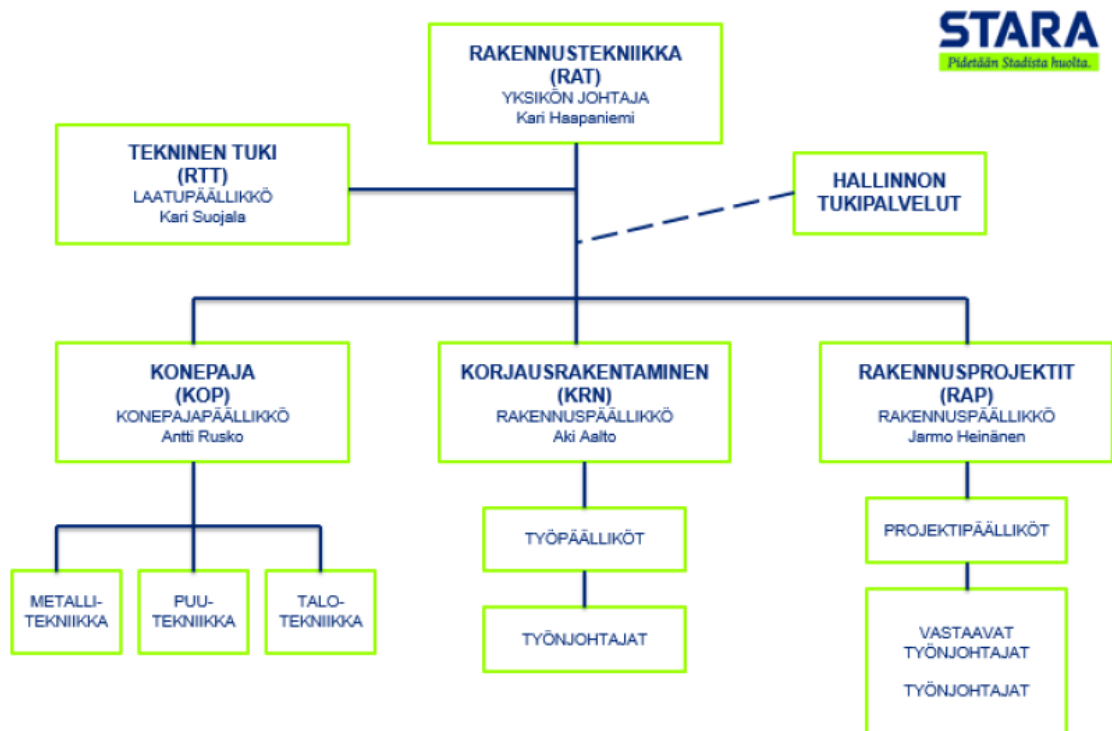
Työn tilaaja on kokenut, että selkeän ja yksityiskohtaisen tiivistyskorjaushankkeen toteutusvaiheen prosessikuvauksen ja muistilistan avulla hankkeen ohjaus sekä läpiviennin seuranta ovat selkeämpiä ja asetetut tavoitteet ovat täten varmemmin saavutettavissa.

### *Työn tilaaja*

Stara on Helsingin kaupungin rakentamis-, ympäristönhoito- ja logistiikkapalveluita tuottava virasto, jonka toimintaa ohjaa ja valvoo teknisen palvelun lautakunta. Staran historia ulottuu aina vuoteen 1878, jolloin perustettiin rakennuskonttori huolehtimaan kaupungin kiinteästä omaisuudesta. Stara on toiminut itsenäisenä virastona vuodesta 2009 saakka ja Stara-markkinointinimi otettiin käyttöön vuonna 2010. [2.]

Stara työllisti vuonna 2015 keskimäärin noin 1500 työntekijää kuudessa eri yksikössä. Kesäkuukausien ajaksi henkilöstömäärä kipusi noin kahteen tuhanteen kausityöntekijöiden ansiosta. Viraston liikevaihto samana vuonna oli noin 207 miljoonaa euroa ja tulos kulujen ja poistojen jälkeen noin 4,9 miljoonaa euroa. Staran suurimpia asiakkaita vuonna 2015 olivat HKR:n katu- ja puisto-osasto, Kiinteistöviraston Tilakeskus, HKR-Rakennuttaja, HSY:n vesihuolto sekä Liikuntavirasto. [3.;4.]

Tämä opinnäytetyö tehdään Stara Rakennustekniikkaan kuuluvan korjausrakentamisen-toimiston toimeksiannosta. Rakennustekniikan liikevaihto vuonna 2015 oli noin 61 miljoonaa euroa ja yksikössä työskentelee noin 330 henkilöä. Yksikkö koostuu kolmesta tuottavasta toimistosta, jotka ovat rakennusprojektit, korjausrakentaminen sekä konepaja. Lisäksi yksikköön kuuluu teknisen tuen toimisto, joka tarjoaa nimensä mukaisesti erilaisia teknisiä tukipalveluita kuten hankintakilpailutuksia, kustannuslaskentaa sekä koulutussuunnittelua yksikön tarpeiden mukaan.



Kuva 1. Stara Rakennustekniikan organisaatio.

Korjausrakentaminen työllistää noin 120 henkilöä, joista noin 20 työskentelee esimiestehtävissä ja sen liikevaihto vuonna 2015 oli noin 20 miljoonaa euroa. Osasto on erikoistunut kaupungin omistamien tilojen ylläpitoon ja käytönaikaisiin korjauksiin

Osaston ydinosasta ovat sisäilma- ja kosteusvauriokorjaukset, leikkivälineiden asennukset ja korjaukset sekä tukivälineasennukset. Osastolta tilattavien töiden laajuus vaihtelee yksittäisten saranoiden vaihdoista koko rakennuksen kattaviin laajoihin tiivistyskorjaushankkeisiin sekä peruskorjauksiin ja -parannuksiin.



### *Opinnäytetyön tavoitteet, näkökulma ja rajaukset*

Tämän insinöörityö tavoitteena on kartoittaa ja nimetä tiivistyskorjaushankkeen onnistumisen kannalta kriittiset tehtävät ja laatia niiden pohjalta prosessikuvaus ja muistilista tuotannonohjauksen ja hankkeen läpiviennin seurannan apuvälineeksi. Lisäksi pyritään löytämään tiivistyskorjaushankkeen tuotantoprosessista sellaisia osa-alueita, joissa on kehitettävää hankkeen tavoitteiden täyttymisen näkökulmasta.

Näkökulma on tiivistyskorjaushankkeen pääurakoitsijan tuotantoteknisissä osa-alueissa. Hankkeen vaiheista tarkastelun ulkopuolelle rajataan urakkalaskenta- ja tarjousvaiheet sekä takuuajan toimenpiteet. Tiivistyskorjaushankkeiden kustannus- ja suunnitteluteknisiin osa-alueisiin ei tässä insinöörityössä myöskään oteta kantaa.

#### 1.1 Työn toteutustapa

Tämä insinöörityö toteutetaan kirjallisuustutkimuksena ja tukena käytetään työn tekijän omia kokemuksia tiivistyskorjauksista.

#### *Esitutkimus*

Esitutkimuksen tarkoituksena on alustaa työn lopputuloksena syntyvien muistilistan ja prosessikuvauksen laatimista. Esitutkimusvaiheessa etsitään tietoa tiivistyskorjauksen tarpeeseen johtavista sisäilmaongelmista ja niiden korjaamisesta rakenteita tiivistämällä. Lisäksi perehdytään laajan tiivistyskorjaushankkeen vaiheisiin ja olemassa oleviin tuotannonohjauksen välineisiin Stara Rakennustekniikan yksikössä. Ensisijaisina tietolähteinä käytetään tiivistyskorjauksiin liittyviä rakennusalan julkaisuita, tekijän omia kokemuksia sekä Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmää.

### *Prosessikuvauksen ja muistilistan laatiminen*

Esitutkimusvaiheessa kerättyjen tietojen perusteella laaditaan laajan tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus ja muistilista. Prosessikuvaukseen kuvataan tiivistyskorjaushankkeen vaiheet vuokaaviona ja sen avulla hankkeen kulusta voi muodostaa kokonaiskuvan. Prosessikuvaus luodaan Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla Stara Rakennustekniikan prosessikuvausmallia apuna käyttäen.

Muistilistaan kerätään tiivistyskorjaushankkeen tuotantovaiheen valmistelu-, tuotanto- ja luovutusvaiheiden tärkeät ja kriittiset tehtävät sekä tiedot kussakin vaiheessa laadittavasta dokumentaatiosta. Muistilista laaditaan Microsoft Word-tekstinkäsittelyohjelmalla Stara Rakennustekniikan asiakirjamalleja apuna käyttäen.

## **2 Tiivistyskorjaustarpeeseen johtavat sisäilmaongelmat**

Tässä luvussa käsitellään tyypillisimpiä tiivistyskorjaustarpeeseen johtavien sisäilmaongelmien aiheuttajia. Tässä insinööriyössä käsiteltävillä tiivistyskorjauksilla pyritään torjumaan sisäilmaongelmia, jotka johtuvat rakenteista ja rakennusmateriaaleista peräisin olevista epäpuhtauksista. Epäpuhtaudet voivat aiheuttaa viihtyvyyshaittojen lisäksi myös erilaisia fyysisiä oireita tilojen käyttäjille.

### *Sisäilma ja sisäilmasto*

Sisäilma ja sisäilmasto-käsitteet on helppo sekoittaa toisiinsa. Sisäilmalla tarkoitetaan ilmaa, jota rakennuksessa oleskelevat ihmiset hengittävät. Sisäilmastolla taas tarkoitetaan olosuhdekokonaisuutta, joka koostuu ilmanvaihdosta, lämpö- ja kosteusolosuhteista, kaasumaisista ja hiukkasmaisista epäpuhtauksista, mikrobi- ja allergeenipitoisuudesta, sähkömagneettisista kentistä, radioaktiivisuudesta, valaistuksesta sekä melusta. [5.]

## 2.1 Mineraalikuidut

Tiivistyskorjaustarpeen synnyttäviä sisäilmaongelmia aiheuttavat mineraalikuidut ovat peräisin rakennuksen eri osissa eristemateriaalina käytettävistä lasi-, mineraali-, ja kuonavilloista. Lasivillatuotteita valmistetaan keräyslasista, mineraalivillatuotteita emäksisistä kivilajeista ja kuonavillatuotteita metalliteollisuuden jalostusprosessien sivutuotteena syntyvästä kuonasta [6.].

Villoja käytetään alapohja-, yläpohja ja ulkoseinärakenteissa lämmöneristeenä sekä ilmanvaihtojärjestelmissä lämmön-, äänen- ja paloeristeenä. Lasi- ja mineraalivillatuotteita käytetään myös tilojen akustiikkaa parantavissa ratkaisuissa, kuten alakatoissa ja seinäpaneeleissa.

Kuidut eivät sitoutuneina aiheuta sisäilmaongelmia, mutta pinnoittamattomista eristeistä ilmavirtausten mukana tai mekaanisen rasituksen seurauksena irtoavat ja epätiivelyskohtien kautta sisäilmaan pääsevät kuidut voivat aiheuttaa silmä-, ylähengitystie- ja iho-oireita.



Kuva 2. Tiivistämätön ilmanvaihtoputken läpivienti rakennuksen yläpohjassa sekä lämmöneristeenä käytettyä mineraalipuhallusvillaa.

## 2.2 Haitta-aineet

Haitta-aineilla tarkoitetaan rakennuksen osissa ja rakennusmateriaaleissa esiintyviä terveydelle ja ympäristölle haitallisia aineita. Tyypillisimpiä tavattavia haitta-aineita ovat:

- asbesti
- PAH-yhdisteet
- raskasmetallit
- PCB
- VOC-yhdisteet.

Jos on syytä epäillä, esimerkiksi rakennusvuoden perusteella, että hankkeen kohteena oleva rakennus sisältää edellä mainittuja haitta-aineita, on hankkeen rakennuttajan tai kiinteistön omistajan teetettävä kohteessa asbesti- ja haitta-ainekartoitus. Haitta-ainekartoitus tehdään hankkeen suunnitteluvaiheessa ennen korjaustöiden aloitusta. [7, s. 3.]

### *Asbesti*

Asbestia on käytetty rakentamisessa laajalti vuosien 1910 ja 1990 välisenä aikana sen hyvien ominaisuuksien vuoksi [8, s. 1]. Asbesti kestää hyvin muun muassa kemiallista ja mekaanista rasitusta. Lisäksi se toimii erinomaisena lämmön, äänen ja paloeristeenä. Asbesti ei sitoutuneena ja ehjänä aiheuta terveysriskiä, mutta asbestipitoista materiaalia käsiteltäessä vapautuva asbestipöly voi aiheuttaa keuhkosyöpää, ja muita keuhkosairauksia [8, s.2].

Rakennusmateriaaleissa asbestia on käytetty esimerkiksi putkieristeenä, lattiamateriaaleissa, sementtituotteissa, laasteissa, tasoitteissa ja saumausaineissa [9, s. 4; 7]. Asbestin esiintyminen itsessään on harvoin tiivistyskorjaustarpeeseen johtava ongelma, mutta laajoissa tiivistyskorjaushankkeissa voidaan joutua purkamaan asbestipitoisia materiaaleja.

### *PAH-yhdisteet*

PAH-yhdisteitä eli polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä syntyy epätäydellisen palamisen seurauksena ja niitä voi esiintyä sisäilmassa kiinteinä hiukkasina tai kaasumaisina yhdisteinä [10; 11, s. 13]. Osa PAH-yhdisteistä aiheuttaa syöpää ja perimämuutoksia. Lisäksi PAH-yhdisteet aiheuttavat ihokosketuksessa erilaisia reaktioita. Altistuminen tapahtuu joko PAH-yhdisteitä sisältävää pölyä tai kaasuja hengittämällä tai ihokosketuksen kautta [11, s. 12].

PAH-yhdisteitä sisältävää kivihiilipikeä, eli kreosoottia on käytetty rakentamisessa laajalti 1890-luvulta aina 1950-luvulle saakka. Kreosoottia sisältäviä rakennusmateriaaleja ovat esimerkiksi kellarikerrosten lattiarakenteiden kosteuden- ja vedeneristeenä käytetyt bitumituotteet sekä puun kyllästeet [12]. Kreosootin käyttö on edelleen sallittua esimerkiksi veden- ja maanalaisissa rakenteissa [11, s. 12].

Sisäilmaongelmia aiheuttavat PAH-yhdisteet voivat rakennusmateriaalien lisäksi olla peräisin myös esimerkiksi kreosoottipitoisia rakennusmateriaaleja sisältäneen rakennuksen purkamisen seurauksena pilaantuneesta maaperästä.

### *Raskasmetallit*

Raskasmetalleja esiintyy maaleissa ja muoveissa pigmentteinä, saumamassoissa sekä puurakenteissa kyllästysaineina. Osa raskasmetalleista ovat myrkyllisiä jo hyvin pieninäkin pitoisuuksina. [11, s. 14; 15.]

### *PCB-yhdisteet*

Syöpää aiheuttavia ja ympäristölle vaarallisia PCB-yhdisteitä sisältäviä rakennusmateriaaleja on käytetty aina vuoteen 1990 saakka, jolloin niiden valmistaminen, maahan tuonti, myyminen ja luovuttaminen kiellettiin kokonaan. PCB-yhdisteitä voi esiintyä sisäilmassa joko kiinteinä hiukkasina tai kaasumaisina yhdisteinä. PCB-yhdisteitä on käytetty palon- ja kosteudenkesto-ominaisuuksien parantamiseksi maaleissa, liimoissa ja saumaussmassoissa. [11, s. 16.]

### *VOC- ja VVOC-yhdisteet*

VOC- ja VVOC-yhdisteet eli haihtuvat ja erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet ovat kaasumaisia ja niitä esiintyy sisäilmassa joissain määrin terveissäkin tiloissa. VOC- ja VVOC yhdisteet eivät aiheuta sisäilmaongelmia pieninä pitoisuuksina [13]. Suurina pitoisuuksina VOC- ja VVOC-yhdisteet aiheuttavat hajuhaittojen lisäksi erilaisia silmien ja limakalvojen ärsytysoireita sekä päänsärkyä [13].

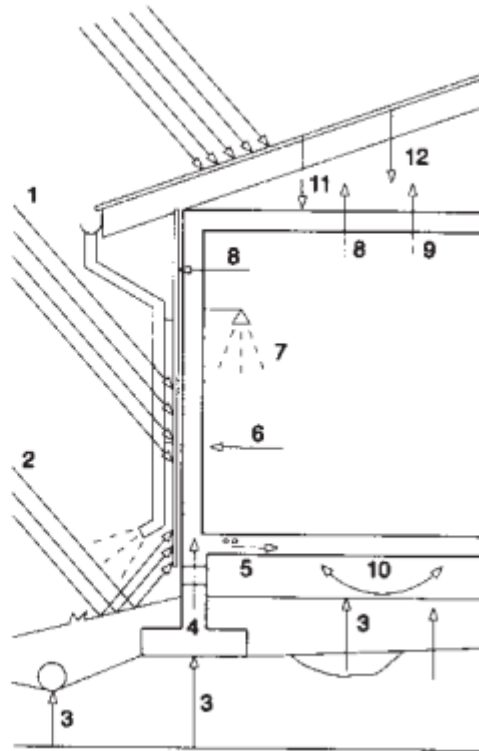
VOC-yhdisteitä vapautuu rakennusmateriaaleihin jääneiden liuotin- ja raaka-ainejäämien ja valmistusprosessien reaktio- ja hajoamistuotejäämien lisäksi myös huonekaluista, tekstiileistä ja toimistotarvikkeista [14]. VOC-yhdisteet voivat toimia myös kosteusvaurioindikaattorina; mikrobikasvustojen aineenvaihdunnan tuotteena syntyy VOC-yhdisteitä [14]. Mikrobeja käsitellään tarkemmin alaluvussa 3.3.

### 2.3 Mikrobit

Mikrobit ovat ulkoilmasta, maaperästä, kasveista, elintarvikkeista, ihmisistä ja eläimistä peräisin olevia homeita, hiivoja, sädesieniä ja muita bakteereita. Mikrobit kuuluvat normaaliin elinympäristöömme ja niitä esiintyy normaalitilanteessakin rakennusten sisäilmassa, rakennusmateriaaleissa ja rakenteissa [15].

Ongelma syntyy, kun jokin rakennuksen osa vaurioituu siihen kohdistuvan liiallisen kosteusrasituksen seurauksena. Kosteusvauriolla tarkoitetaan tilaa, jossa rakenteen kosteuspitoisuus kohoaa liian suureksi maaperästä siirtyvän kosteuden, suunnittelu- ja rakennusvirheiden, LVI-järjestelmien vikojen tai käyttäjien aiheuttaman kosteusrasituksen seurauksena [17, s. 2; 3]. Kuvassa 3. on esitelty rakennukseen kohdistuvia ulkoisia ja sisäisiä kosteusrasituksia.

1. Sade ja tuulenpaine
2. Roiskevesi ja pintavedet
3. Maaperän kosteus
4. Rakennekosteus ja kapillaarivesi
5. Putki-, yms. vuodot
6. Sisäilman kosteus
7. Käyttötavat
8. Diffuusio
9. Ilmavuoto
10. Puutteellinen tuuletus
11. Katto-, liitos- ja läpimeno- vuodot
12. Tuuletuksen puute ja kondensio



Kuva 3. Rakennuksen sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset [17, s.1].

Rakenteissa jo olevat mikrobit alkavat kasvaa (kuva 4), kun rakenteen suhteellinen kosteus on riittävän pitkän ajan yli 75 % [17, s. 3]. Lisäksi mikrobit tarvitsevat kasvaakseen lämpöä ja ravinteita.

Mikrobikasvustoista vapautuu ja haihtuu homesienten itiöitä, mykotoksiineja, VOC-yhdisteitä, allergeeneja sekä sienirihmastojen kappaleita. Ne voivat aiheuttaa tilojen käyttäjille hajuhaittojen lisäksi erilaisia hengitystieoireita ja infektioita sekä allergisia reaktioita.





Kuva 4. Tuuletuksen puutteen ja lämpövuotojen aiheuttamaa mikrobikasvustoa rakennuksen yläpohjarakenteessa.

### 3 Tiivistyskorjausten tarkoitus ja lähtökohdat

Sisäilmaongelmia on korjattu rakenteita tiivistämällä ensimmäisen kerran 1980-luvulla, jolloin ryhdyttiin tekemään tiivistyskorjauksia radonin torjumiseksi [18, s.11]. Radonin torjumiseen on kuitenkin nykyään olemassa useita menetelmiä, joilla päästään huomattavasti parempiin tuloksiin sisäilman radonpitoisuuden alenemassa [19]. Tiivistyskorjaukset ovatkin vakiintuneet 1990-luvulta lähtien muista epäpuhtauksista johtuvien sisäilmaongelmien korjausratkaisuksi [18, s.12].

Tässä luvussa määritellään aluksi, miksi tiivistyskorjauksia tehdään ja mitkä ovat lähtökohdat sille, että sisäilmaongelmia korjataan rakenteita tiivistämällä. Jäljempänä käsitellään eri menetelmiä ja materiaaleja, joilla epätiiveyskohtia on todetusti järkevintä korjata.

### 3.1 Tiivistyskorjausten tarkoitus

Rakenteissa olevat haitta-aineet ja muut epäpuhtaudet kulkeutuvat rakennuksen ulkopuolen ja sisäpuolen tai eri osien välisten paine-erojen synnyttämien hallitsemattomien ilmavirtausten mukana, rakenteiden epätiiveyskohtien kautta sisäilmaan. Tiivistyskorjausten ensisijaisena tarkoituksena on katkaista hallitsemattomat ilmavirrat ja näin ennaltaehkäistä tai poistaa ilmavirtojen mukana sisäilmaan kulkeutuvien epäpuhtauksien aiheuttamia sisäilmaongelmia.

Rakennuksen ulko- ja sisäpuolen sekä rakennuksen eri osien välisiä paine-eroja aiheuttavat savupiippuilmio, ilmanvaihto sekä tuuli.

#### *Savupiippuilmio*

Savupiippuilmio syntyy ulkoilman ja sisäilman välisen lämpötilaeron vaikutuksesta ja se on voimakkaimmillaan talvikuukausina, jolloin sisäilmaa lämmitetään. Ilman tiheys pienenee sen lämmitessä ja se pyrkii keventyneenä nousemaan ylöspäin. Tämä tekee tilojen alaosista ulkoilmaan nähden alipaineisia, jolloin ulkopuolen tiheämpi kylmä ilma pyrkii tilojen alaosista epätiiveyskohtien läpi sisälle. Neutraaliakselilla sisäilman paine on sama, kuin ulkoilman. Neutraaliakselin sijainti riippuu rakennuksen ovi-, ikkuna- ja muiden aukkojen sekä vaipan epätiiveyskohtien määrästä ja sijainnista. [20, s. 27; 28.]

#### *Ilmanvaihto*

Ilmanvaihdon aiheuttamat paine-erot riippuvat käytettävän ilmanvaihtojärjestelmän tyypistä, sen tehokkuudesta ja säädoistä. Rakennuksen ilmanvaihto voi olla kokonaan painovoimainen, koneellinen poistoilmanvaihto tai koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihto on suunniteltava rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi siten, että sisätilat ovat alipaineiset ulkoilmaan nähden. Fysiikan lakien mukaan paine-erot pyrkivät aina tasoittumaan, joka johtaa siihen, että ilmaa virtaa rakenteiden epätiiveyskohtien läpi alipaineisiin sisätiloihin.

## *Tuuli*

Tuulenpaineen aiheuttamat paine-erot riippuvat tuulen nopeudesta ja suunnasta sekä rakennuksen muodosta. Yleisesti tuulen puoleinen osa rakennuksesta on ylipaineinen ja tuulensuojan puoleinen osa alipaineinen.

### 3.2 Tiivistyskorjaustyypit

Tiivistyskorjauksia toteutetaan siirtävänä korjauksena, varsinaisena korjaustoimenpiteenä tai peruskorjauksen yhteydessä. Siirtävä korjaus tehdään tulevaa peruskorjausta silmällä pitäen; epätiiveyskohtia tiivistämällä varmistetaan, että kohteen sisäilma pysyy käyttäjien kannalta terveellisenä peruskorjaukseen saakka.

Varsinaisena korjaustoimenpiteenä tehtävässä tiivistyskorjauksessa kosteusvaurioituneet tai haitta-aineita sisältävät rakenteet jätetään paikalleen ja epätiiveyskohdat tiivistetään siihen tasoon, että epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan.

Tiivistyskorjauksia tehdään myös peruskorjauksen yhteydessä, jolloin kosteusvaurioituneet tai haitta-aineita sisältävät rakenteet uusitaan ja mahdolliset epätiiveyskohdat tiivistetään. Näin ennaltaehkäistään sisäilmaongelmien syntymistä. [1, s.1.]

### 3.3 Tiivistyskorjausten lähtökohdat

Luvussa 3 käsitellyt rakenteista peräisin olevat epäpuhtaudet eivät ole ainoita sisäilmaongelmia aiheuttavia syitä. Myös ongelmat ilmanvaihdossa, puutteet rakennuksen puhtaanapidossa, ilmansaasteet ja esimerkiksi tupakointi rakennuksen läheisyydessä voivat aiheuttaa samankaltaisia oireita ja seurauksia, kuin rakenteista ja rakennusmateriaaleista peräisin olevat epäpuhtaudet. Tämän vuoksi huolellinen selvitys- ja tutkimustyö on tärkeää ennen tiivistyskorjaushankkeeseen ryhtymistä.

### 3.3.1 Kuntotutkimus

Tiivistyskorjaushankkeeseen ryhdyttäessä sisäilmaongelman on selvitystyön perusteella todettu johtuvan rakenteista sisäilmaan kulkeutuvista epäpuhtauksista. Selvitysvaiheen jälkeen kohteeseen tehdään kokonaisvaltainen kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen tavoitteena on määrittää ongelman aiheuttaja, missä laajuudessa ongelma esiintyy ja mitä sen korjaamiseksi tulisi tehdä.

Jos sisäilmaongelman aiheuttaja on kosteusvaurioituneista rakenteista sisäilmaan kulkeutuvat mikrobit, määritellään vaurioiden laajuus, sijainti ja aiheuttaja. Jos taas sisäilmaongelman aiheuttavat rakenteissa olevista haitta-aineista peräisin olevat päästöt, määritellään mitä haitta-aineita rakenteissa on, missä määrin ja missä haitta-ainepitoiset rakenteet sijaitsevat. Kuntotutkimuksen tuloksena syntyvässä raportissa esitetään myös toimenpide-ehdotuksia todettujen ongelmien korjaamiseksi.

### 3.3.2 Korjaussuunnitelma

Kuntotutkimuksen havaintojen perusteella laaditaan korjaussuunnitelma, joka toimii tiivistyskorjauksen toteutussuunnitelmana. Korjaussuunnitelman sisältö koostuu korjaustyöselostuksesta, pohjapiirustuksesta, leikkauspiirustuksista sekä detaljipiirustuksista. Wise Group Finland Oy:n, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskuksen ja HKR-rakennuttajan yhteistyössä toteuttaman kehityshankkeen tuloksena syntyneen tiivistyskorjausten suunnitteluohjeen mukaan korjaustyöselostuksen tulee sisältää vähintään

- suunnitelman yleistiedot
- kohteen perustiedot
- hankkeen kuvauksen
- laadunvarmistukseen liittyvät asiat
- selityksen tarvittavista suojaus- ja purkutöistä
- tiivistyskorjauksen sisällön
- materiaalitaulukot
- selityksen purku- ja korjaustöiden jälkeisistä siivous- ja jälkitöistä
- takuuasiat
- selityksen jälkiseurannan toteutuksesta.

Korjaussuunnitelman osana olevassa pohjapiirustuksessa esitetään työalue, kaikki tiivistettävät rakenteet sekä leikkaus- ja detaljipiirustuksiin viittaavat merkinnät. Pohjapiirustuksen tekstiosassa selitetään käytetyt piirustusmerkinnät, annetaan sanallisia tiivistystyöohjeita sekä luetellaan piirustukseen liittyvät asiakirjat.

Leikkaus- ja detaljipiirustusten tarkoituksena on selventää pohjapiirustukseen merkittäviä tiivistettäviä rakenteita. Detaljipiirustuksessa annetaan lisäksi tarkentavia sanallisia tiivistystyöohjeita, määritellään kussakin tiivistysdetaljissa käytettävät materiaalit ja millä menetelmällä tiivistys pinnoitetaan sekä määritellään tiivistystyön jälkeen asennettavat pintamateriaalit asennustapoineen. [21, s.7;8.]

#### **4 Tiivistyskorjausmenetelmät**

Sisäilmaongelmien korjaamiseksi tehtävissä tiivistyskorjauksissa käytettävät menetelmät ovat tähän päivään mennessä alkaneet vakiintua. Menetelmät voidaan luokitella niissä käytettävien materiaalien tai materiaaliyhdistelmien mukaan.

Tiivistyskorjauksissa käytettäville materiaaleille ei ole olemassa sellaisia viranomaisten asettamia vaatimuksia, jotka koskevat niiden käyttöä tiivistyskorjauksissa. Materiaaleja koskevat kuitenkin samat yleiset vaatimukset, kuin muitakin rakennusmateriaaleja. Materiaalien tulee kuitenkin olla tiivistyskorjaamisessa testattuja ja siihen soveltuvia, turvallisia, vähäpäästöisiä, kemikaalikestäviä sekä yhteensopivia alustan ja päälle tulevien pintamateriaalien kanssa [18, s.46]. Lisäksi käytettävien materiaalien tulee olla CE-merkittyjä. Myös tiivistyskorjaussuunnitelmissa voidaan antaa vaatimuksia käytettäville materiaaleille ja niiden ominaisuuksille.

### *M1-päästöluokitus*

M1-päästöluokitus kertoo rakennustuotteen vähäpäästöisyydestä. Luokituksessa määritellään raja-arvoja asuin- ja työhuoneissa käytettävistä rakennustuotteista huoneilmaan kulkeutuville kemiallisille päästöille. On otettava huomioon, että M1-luokitus ei koske tuotteiden asennuksen aikaisia päästöjä. Luokiteltuja tuotteita on käytettävä ja huollettava valmistajan ohjeiden mukaan ja niitä tulee käyttää vain kohteissa ja olosuhteissa, joihin ne soveltuvat. [22.]

## 4.1 Vedeneristemenetelmä

Vedeneristemenetelmä on eniten käytetty yksittäinen tiivistyskorjausmenetelmä. Sitä käyttäen voidaan saavuttaa, oikein suoritettuna, korjattavan rakenteen hyvä tiiveys aikataulu- ja kustannustehokkaasti [5, s. 56]. Vedeneristemenetelmässä käytettävät tuotteet ja materiaalit ovat samoja, joita käytetään märkätilojen vedeneristysjärjestelmissä. Tiivistyskorjauksissa vedeneristysjärjestelmiä on käytetty jo lähes kolme vuosikymmentä. Vedeneristeistä on olemassa runsaasti tutkittua tietoa, niitä on testattu laajalti ja ne kuuluvat Teknologian tutkimuskeskus VTT:n sertifiointijärjestelmän piiriin. [18, s. 48.]

Vedeneristemenetelmän toiminta perustuu pohjusteen, itse vedeneristeiden ja vahvikenauhan yhdistelmään. Pohjusteen tarkoituksena on luoda vedeneristeelle oikeanlaiset tartuntaominaisuudet. Vahvikenauha mukautuu ominaisuuksiensa ansiosta rakenteiden pieniin liikkeisiin. Itse vedeneriste on kutistumaton sementtipohjainen materiaali.

## 4.2 Pinnoitteet

Erilaiset pinnoitteet ovat viime vuosina kasvattaneet suosiotaan tiivistyskorjausmenetelmänä ja ominaisuuksiensa ansiosta ne soveltuvatkin erinomaisesti tähän käyttötarkoitukseen. Pinnoitteet ovat erittäin elastisia, joten ne mukautuvat rakenteiden liikkeisiin. Niiden tarttuvuusominaisuudet ovat hyviä ja ne ovat myös kutistumattomia. Lisäksi ne toimivat pohjusteena esimerkiksi maaleille ja ne voidaan jättää jopa valmiiksi pintamateriaaliksi.

Eräät pinnoitteet ovat myös hajuttomia ja liuotteettomia, joten ne soveltuvat esimerkiksi elintarviketilojen tiivistyskorjauksiin erinomaisesti. Vedeneristemenetelmään verrattuna pinnoitteiden etuna on huomattavasti kevyempi asennusmenetelmä; pinnoitteet toimivat hyvin myös ilman vahvikenauhaa.

## 4.3 Liitosnauhat

Liitosnauhoja eli teippejä on aikaisemmin käytetty lähinnä ilmavuotojen tiivistämiseen höyrynsulkukalvoissa. Tänä päivänä markkinoilla on kuitenkin myös tiivistyskorjauksiin soveltuvia liitosnauhoja. Liitosnauhojen toiminta perustuu yhdellä tai molemmilla puolilla olevaan liimakerrokseen ja liimakerrosten välissä olevaan rakennekangaskerrokseen. Tiivistysnauhoja käytetään yleisimmin ikkuna- ja oviliittymien tiivistämisessä mutta ne soveltuvat myös ala- tai välipohja ja seinäliittymien tiivistyskorjauksiin.

Liitosnauhoja käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota asennuspintojen puhtauteen sekä noudatettava erityistä huolellisuutta itse asennustyössä. Asennettaessa on varmistuttava, ettei nauhaan jää poimuja.

## 4.4 Elastiset massat ja pohjanauhat

Elastisia massoja käytetään tiivistyskorjauksissa pääasiallisesti osana muita järjestelmiä. Kokemusten perusteella elastiset massat toimivat kyllä lyhytaikaisena tiivistyskorjausmenetelmänä mutta paras ja pitkäkestoisin tulos saavutetaan, kun pohjanauhan ja elastisen massan päälle asennetaan vielä joko vedeneriste tai pinnoite.

## 5 Tiivistyskorjausratkaisut

Tässä luvussa esitellään rakennetyypeittäin niitä tiivistyskorjausratkaisuita, jotka soveltuvat parhaiten rakenteissa olevien tyypillisten epätiiveyskohtien korjaamiseen. Tyypillisiä korjattavia rakennetyyppejä ovat eri rakennusosien väliset liittymät. Edellisessä luvussa todetaan, että pelkällä vedeneristemenetelmällä saavutetaan usein hyvä tiiveys. Eri menetelmiä yhdistelemällä päästään kuitenkin aina vielä parempaan lopputulokseen, joten tässä luvussa esitellyt korjausratkaisut ovat yhdistelmämenetelmällä toteutettavia.

### 5.1 Ulkoseinän ja alapohjan väliset liittymät

Ulkoseinän ja alapohjan välisiä epätiivittä liittymiä tiivistettäessä paras tiiveys saavutetaan käyttämällä pohjanauhan kanssa asennettavaa elastista massaa sekä vedeneristemenetelmää. Ennen tiivistystyötä puretaan jalkalista, pintamateriaaleja suunnittelijan määrittelemiltä etäisyyksiltä pysty- ja vaakasuunnassa sekä jyrkitään lattian olemassa olevaa tasoitepintaa siten, että uusi lattian pintamateriaali voidaan asentaa ilman pykällystä. Lisäksi liittymää avarretaan siten, että elastisen massan alle voidaan asentaa polyuretaaninen pohjanauha.

Itse tiivistystyö aloitetaan asentamalla pohjanauha avarrettuun liittymään. Pohjanauhan päälle asennetaan elastinen massa, joka tasoitetaan seinä- ja lattiapintojen tasolle. Tämän jälkeen pohjustetaan ne alueet, joille vedeneriste ulotetaan. Pohjustaminen tehdään korjaussuunnitelmien ja materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Pohjustustyön valmistuttua asennetaan itse vedeneristejärjestelmä luvun 5 alaluvussa 5.2 kuvattulla tavalla.

Tiivistämisen jälkeen alue, jolle vedeneriste on asennettu, tasoitetaan säilytettyjen pintojen tasolle. Lisäksi suoritetaan uusien pintamateriaalien vaatimat pohjustustyöt. Tasoitus- ja pohjustustöiden jälkeen asennetaan uudet pintamateriaalit sekä jalkalista. Jalkalista on asennettava asennusliimalla, jotta tiivistysmateriaali säilyy ehjänä.

Ulkoseinän ja alapohjan välisten liittymien tiivistyskorjausmenetelmä on havainnollistettu kuvassa 5. Kuvassa vasemmalla on korjattava rakenne ja oikealla korjattu rakenne.



Kuva 5. Ulkoseinän ja alapohjan välisen liittymän tiivistyskorjausratkaisu [21].

## 5.2 Ulkoseinän ja yläpohjan väliset liittymät

Ulkoseinän ja yläpohjan väliset liittymät tiivistetään vastaavalla menetelmällä, kuin ulkoseinän ja alapohjan väliset liittymät. Alapohjaliittymistä poiketen yläpohjaliittymissä ei yleensä jouduta purkamaan pintamateriaaleja eikä tasoitekerroksia. Sen sijaan iäkkäissä rakennuksissa voi ulkoseinän ja yläpohjan liittymässä olla koristelista. Sen osalta menetellään kuten alapohjaliittymien jalkalistojen kanssa.

## 5.3 Ulkoseinän ja ikkuna- sekä ovikarmien väliset liittymät

Epätiivitä ulkoseinän ja ikkunakarmin välisiä liittymiä voidaan tiivistää joko vedeneristemenetelmällä tai vaihtoehtoisesti liitosnauhoilla. Liitosnauhoilla tiivistettäessä voi olla vaikeampaa päästä samaan tiiveystasoon, kuin vedeneristemenetelmällä, mutta se on menetelmänä huomattavasti kevyempi ja soveltuu tämän ansiosta tiivistyskorjaushankkeisiin, joille on asetettu tiukat aikataulutavoitteet.

Vedeneristemenetelmää käytettäessä seinärakenteesta poistetaan pintamateriaalit ja alusta käsitellään pohjusteella kuten alapohjarakenteita tiivistettäessä. Karmista poistetaan kaikki tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet. Ikkunakarmin ja seinärakenteen välinen peitelista puretaan ja tilkeraosta poistetaan tilkemateriaalia niissä määrin, että pohjanauha ja elastinen massa saadaan ulotettua riittävän syvälle.

Itse tiivistäminen suoritetaan luvun 5. alaluvussa 5.2 kuvatulla tavalla. Tiivistämisen jälkeen tiivistetyt alueet tasoitetaan ja maalataan. Viimeiseksi asennetaan peitelistat asennusliimalla.

Ulkoseinän ja ikkunoiden välisten liittymien tiivistyskorjausmenetelmä on havainnollistettu kuvissa 6. ja 7. Kuvissa vasemmalla on alkuperäinen korjattava rakenne ja oikealla korjattu rakenne.

Kuva 6. Vaakaleikkaus ulkoseinän ja ikkunakarmin välisen liittymän tiivistyskorjausratkaisusta [21].

Kuva 7. Pystyleikkaus ulkoseinän ja ikkunakarmin välisen liittymän tiivistyskorjausratkaisusta [21].

Ulkoseinän ja ovien väliset epätiivit liittymät tiivistetään vastaavalla tavalla, kuin ulkoseinän ja ikkunakarmien väliset liittymät.

## **6 Korjausrakennushankkeen vaiheet ja tehtävät – Laatujärjestelmä 2016**

Tässä luvussa käsitellään Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmä 2016:sta hankkeen sisältöä kuvaavien osien mukaisia korjausrakennushankkeen eri osa-alueiden tehtäviä ja toimenpiteitä. Hankkeen vaiheet on jaettu Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmässä kolmeen päävaiheeseen, jotka ovat tuotannon valmistelu, tuotanto ja ta-kuuvaihe.

Tuotannon valmisteluvaihe koostuu laatujärjestelmän mukaan

- tuotannon aloituksen valmistelusta
- työmaan laadunohjauksen suunnittelusta
- tuotannosuunnittelusta

Tuotantovaihe taas koostuu laatujärjestelmän mukaan

- tuotannonohjauksesta
- rakennussuunnittelun ohjauksesta
- hankintojen ohjauksesta
- työvaiheen laadunohjauksesta
- viikkosuunnittelusta
- turvallisuuden ohjauksesta
- kokouksista ja katselmuksista
- luovutuksesta.

Laatujärjestelmässä esitellään hankkeen vaiheiden pääperiaatteet ja lisäksi vaiheiden sisällöstä annetaan syventäviä ohjeita.

Laatujärjestelmän hankkeen sisältöä kuvaavat osat on laadittu laajan peruskorjaushankkeen näkökulmasta. Tiivistyskorjaushankkeet ovat laajuudeltaan huomattavasti peruskorjaushankkeita pienempiä. Tämän vuoksi laatujärjestelmän hankkeen vaiheiden kuvaukset ei täysin vastaa tiivistyskorjaushankkeen kulkua ja sisältöä.

## 6.1 Tuotannon aloituksen valmistelu

Ennen tuotantovaiheen aloitusta suoritettavien toimenpiteiden tarkoituksena on luoda edellytykset tuotantovaiheen kokonaisuuden hallinnalle ja varmistaa ensimmäisen työvaiheen onnistuminen. Ennen tuotantovaiheen valmistelua tilaajalta on saatu lupa hankkeen aloittamiseen.

Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmä 2016:sta mukaiset hankkeen tuotannon valmistelun vaiheet on esitetty kuvassa 8.

Kuva 8. Tuotannon valmisteluvaiheen keskeiset tehtävät [23.]

Hankkeen aloituksen valmisteluvaiheessa koostetaan hankeorganisaatio, jonka avainhenkilöiden kesken perehdytään hankkeen aineistoon kuten lähtötietoihin ja suunnitelmiin. Hankkeen organisaation väliset tavoitteita koskevat vastuut jaetaan käynnistyspalaverissa. Palaverissa sovitaan myös tavoitteiden seurantamenettelyistä. Suunnitelmien läpikäymisen yhteydessä tarkastetaan niiden valmiustaso sekä hankitaan mahdolliset puuttuvat suunnitelmat.

Aloituksen valmistelun aikana käynnistetään myös hankkeen laatusuunnitelman laatiminen, johon liittyen kartoitetaan hankkeen onnistuneen läpiviennin kannalta merkittävimmät riskit. Riskien kartoittamisen tarkoituksena on löytää ja nimetä hankkeen hallinnan kannalta merkittävät riskit sekä etsiä toimenpiteitä, joilla niiden syntymistä voidaan ennaltaehkäistä. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi menneistä hankkeista saatuja kokemuksia. Nimetyt riskit kirjataan työmaan laatusuunnitelmaan.

Aloituksen valmistelun muita tehtäviä ovat

- työvoiman ja muiden resurssien käytön suunnittelu ja niihin liittyvien hankintojen teko
- rakennussuunnitelmien toimituskäytännöstä sopiminen
- tarvittavien lakisääteisten lupien, kuten rakennus- tai toimenpideluvan hankkiminen sekä tarvittavien ilmoitusten tekeminen
- aloituskokous ja siihen liittyvät tehtävät.

Hankkeen aloituksen valmistelun viimeinen tehtävä on työmaan perustaminen siten, että aikaansaadaan toimiva ja turvallinen ympäristö hankkeen käynnistämiseksi ja läpiviemiselle. Työmaa perustetaan laadittavan järjestelypiirroksen mukaan, jonka tarkoituksena on helpottaa ja selkeyttää järjestyksen ja yleisen turvallisuuden hallintaa.

## 6.2 Työmaan laadunohjauksen suunnittelu

Työmaan laadunohjauksen suunnittelun tavoitteena on hankekohtaisten laatuvaatimusten tunnistaminen ja toteutumisen varmistaminen. Työmaan laadunohjauksen keskeiset tehtävät on esitetty kuvassa 9.

Kuva 9. Työmaan laadunohjauksen suunnittelun keskeiset tehtävät [23.]

Laadunohjauksen suunnittelu alkaa hankkeen laatuvaatimusten selvittämisellä ja niiden asettamisella. Laatuvaatimusten perusteella suunnitellaan niiden täyttämisen varmistustoimenpiteet, kuten tuotannonohjaustoimenpiteet, työmaan valvonta ja tarkastuskäytäntö, kokous-, katselmus- ja dokumentointikäytäntö sekä aliurakoitsijoiden laadunvarmistuksen menettelyt.

Laadunohjauksen suunnittelun tuloksena syntyy työmaan laatusuunnitelma, jossa määritellään asiakkaan tarpeet huomioon ottaen hankkeen laadunohjauksen toimenpiteet. Laatusuunnitelmaa päivitetään tarvittaessa hankkeen edetessä. Laatusuunnitelma tulee sisältää ainakin seuraavat kohdat:

- laatusuunnitelman tarkoitus
- kohteen tiedot ja laatutavoitteet
- hankkeen organisaatio ja vastuunjako
- laadunohjauksen toimenpiteet
- katselmukset
- laadunvalvonnan toimenpiteet, kokeet ja mittaukset
- työmaan kokouskäytäntö
- laatusuunnitelman ylläpito.

Valmis laadittu laatusuunnitelma toimitetaan tilaajalle ja tarvittaessa muille hankkeen osapuolille ja se arkistoidaan liitteineen hankkeen valmistuttua.

### 6.3 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannon suunnittelun tarkoituksena on se, että löydetään ja pystytään ylläpitämään taloudellisesti edullisinta toteuttamistapaa turvallisuus-, laatu-, ja aikataulunäkökohdat huomioon ottaen. Lisäksi pyritään siihen, että hanke voidaan viedä läpi ottaen huomioon muiden hankkeiden vaikutukset osaston kapasiteettiin ja resursseihin. Laatujärjestelmän mukaiset tuotannonsuunnittelun keskeiset tehtävät on esitetty kuvassa 10.

Kuva 10. Tuotannon suunnittelun keskeiset tehtävät [23.]

Tuotannon suunnittelu jatkuu koko hankkeen ajan ja sen tuloksena syntyvät hankkeen aikataulu- ja kustannustavoitteet. Tuotannosuunnittelulla määritellään myös työvoiman ja tuotannossa tarvittavien koneiden ja laitteiden tarve sekä käytettävät työmenetelmät. Kaikkien tuotannon suunnittelun tuloksena syntyneiden suunnitelmien on oltava yhteensopivia toisiinsa nähden. Suunnitelmat toimivat hankkeen tuotannonohjauksen työkaluina.

#### 6.4 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksen tavoitteena on tuotantovaiheen merkittävien töiden yhteensovittaminen sekä aikataulutavoitteiden asettaminen niiden edistymiselle. Tuotannonohjausta toteutetaan tuotannon suunnitteluvaiheessa laadittujen suunnitelmien mukaisesti. Tuotannonohjauksella pyritään myös ennaltaehkäisemään poikkeamia tuotannossa sekä poikkeamien syntyessä palauttamaan tuotanto takaisin suunnitelmien mukaiseksi.



Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmä 2016 mukaiset tuotannonohjauksen keskeiset tehtävät on esitetty kuvassa 11.

Kuva 11. Tuotannonohjauksen keskeiset tehtävät [23.]

Tuotannonohjauksen toimenpiteet etenevät hankkeen eri vaiheiden mukaisesti. Alkuvaiheessa tarkennetaan tuotannon suunnittelussa laadittuja suunnitelmia. Suunnitelmien, pääasiassa yleisaikataulun perusteella suunnitellaan eri työvaiheiden työjärjestykset. Työjärjestyksen perusteella voidaan laatia työvaiheaikataulut huomioon ottaen myös menetelmävalinnat sekä yleisaikataulu. Työjärjestyssuunnitelmat ja työvaiheaikataulut toimivat urakoitsijoiden yhteistoiminnan järjestämisen ja ylläpidon työkaluina.

Hankkeen kustannus- ja aikataulutilanteesta tehdään kuukausittain tilannearvio. Tilannearviossa pyritään myös ennustamaan mahdollisia tulevia häiriötilanteita. Mikäli aikatauluissa tai kustannuksissa ilmenee häiriöitä tai poikkeamia, on syyt selvitettävä ja korjaaviin toimenpiteisiin ryhdyttävä välittömästi.

## 6.5 Työvaiheen laadunohjaus

Työvaiheen laadunohjauksen tavoitteena on estää laatuvirheiden syntyminen omissa töissä ja aliurakoissa sekä varmistaa hankkeen kustannus- ja aikataulutavoitteiden täytyminen.

Stara Rakennustekniikan laatu järjestelmä 2016 mukaiset laadunohjauksen keskeiset tehtävät on esitetty kuvassa 12.

Kuva 12. Laadunohjauksen keskeiset tehtävät [23.]

Laadunohjaukselle luodaan pohja selvittämällä ja sopimalla laatuvaatimuksista, urakkarajoista ja muista ehdoista rakennuttajan, suunnittelijoiden, omien työntekijöiden sekä aliurakoitsijoiden kanssa. Apuna käytetään sopimuksia, tuotesuunnitelmia sekä työselityksiä. Samassa yhteydessä todetaan olemassa olevien suunnitelmien yhdenmukaisuus ja toteuttamiskelpoisuus.

Omista töistä ja aliurakoista laaditaan työvaihesuunnitelmat, joissa esitetään käytettävät työmenetelmät, aikataulu- ja laatutavoitteet, laadunvarmistusmenetelmät, vaadittavat hyväksynnät sekä muut työvaiheeseen vaikuttavat seikat. Aliurakoitsijat osallistuvat omien työvaiheidensa työsuunnitteluun. Työvaihesuunnitelmat käydään läpi työvaiheiden aloituspalavereissa. Ennen työvaiheiden aloitusta on varmistuttava siitä, että aloitusedellytykset ovat olemassa ja tarvittavat resurssit saatavilla.

Mahdollisten laatupoikkeamien toistuminen pyritään estämään käymällä virheellisestä työsuorituksesta vastaavan työryhmän kanssa läpi poikkeamien syyt sekä etsimällä korjaavia toimenpiteitä, joilla poikkeaman toistuminen voidaan estää. Sovittujen toimienpiteiden noudattamista on valvottava ja mahdollisiin uusiin poikkeamiin puututtava välittömästi.

## 6.6 Turvallisuuden ohjaus

Turvallisuuden ohjauksen tavoitteena on varmistaa työturvallisuuden toteutuminen työmaatasolla, terveydenhuollon järjestelyt, ympäristönsuojelun huomioon ottaminen sekä käytön ja kunnossapidon vaatimusten huomioiminen tuoteturvallisuudessa.

Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmä 2016 mukaiset turvallisuuden ohjauksen keskeiset tehtävät on esitetty kuvassa 13.

Kuva 13. Turvallisuuden ohjauksen keskeiset tehtävät [23.]

Työmaan turvallisuustoiminnan huolellinen suunnittelu ja valmistelu ovat avainasemassa hankkeen työturvallisuusasioiden hallinnan kannalta. Apuna suunnittelussa käytetään tuotannon valmisteluvaiheessa laadittuja turvallisuussuunnitelmia.

Työturvallisuuden toteutuminen pyritään varmistamaan perehdyttämällä kaikki työmaalle tulevat työntekijät. Perehdyttäminen on tehtävä työturvallisuuslain mukaan siten, että työntekijät tuntevat työmaan olosuhteet, vaaratekijät, tuotantomenetelmät, käytettävät koneet ja laitteet sekä turvalliset työtavat [23, 14§]. Työturvallisuuden toteutumista valvotaan viikoittaisilla tarkastuksilla ja TR-mittauksilla.

## 6.7 Kokoukset, katselmukset ja dokumentointi

Kokousten, katselmusten ja dokumentoinnin tavoitteena on varmistaa tiedonkulku hankkeen osapuolten välillä ja ratkaista mahdolliset epäselvyydet sekä koota yhteen hankkeen laatutiedostot.

Kokousten, katselmusten ja dokumentoinnin laatujärjestelmän mukaiset keskeiset tehtävät on esitetty kuvassa 14.

Kuva 14. Kokousten, katselmusten ja dokumentoinnin keskeiset tehtävät [23.]

Työmaan kokous- ja katselmuskäytännöstä sovitaan yleensä jo ennen hankkeen aloitusta. Kokousten tarkoituksena on ylläpitää hankkeen eri osapuolten välistä tiedonkulkua ja päättää sopimusvelvoitteisiin liittyvistä asioista. Katselmuksin valvotaan hankkeen laatu-, aikataulu- ja turvallisuustavoitteiden täyttymistä. Kokouksista ja katselmuksista laaditaan aina pöytäkirjat, jotka arkistoidaan työmaan laatukansioon. Laatukansio

luovutetaan hankkeen päätyttyä tilaajalle ja se toimii myös pääurakoitsijan apuna seuraavan hankkeen tuotannon valmisteluvaiheen riskien kartoittamisessa.

## 6.8 Luovutus

Luovutusvaiheen ja sen suunnittelun tavoitteena on, että kohde luovutetaan tilaajalle virheettömänä sovitussa aikataulussa. Luovutusvaiheen toimenpiteistä laaditaan aluksi suunnitelma ja aikataulu, jotka hyväksytetään tilaajalla.

Laatujärjestelmän mukaiset luovutusvaiheen tehtävät on esitetty kuvassa 15.

Kuva 15. Luovutusvaiheen keskeiset tehtävät [23.]

Luovutusvaiheen tehtävät ja aikataulu suunnitellaan aluksi käyttäen apuna hankkeen aikana kerääntynyttä dokumentaatiota ja tietoja. Ennen viranomaistarkastuksia ja varsinaista vastaanottotarkastusta tehdään itselle luovutus, jossa kartoitetaan työkohteiden puutteet ja virheet. Havaitut puutteet ja virheet kirjataan ja niiden korjaustoimenpiteet aloitetaan välittömästi. Itselle luovutukseen osallistuvat ainakin omat ja aliurakoitsijoiden työnjohtajat. Tilaajan edustaja kutsutaan tarvittaessa osallistumaan.

Kun on varmistuttu kohteen valmiudesta ja toiminnasta järjestetään varsinainen vastaanottotarkastus. Tarkastuksen yhteydessä tilaajalle luovutetaan kaikki laatutarkastuksiin liittyvät asiakirjat. Lisäksi sovitaan mahdollisten keskeneräisten töiden loppuun saattamisesta ja niiden aikataulusta.

Luovutuksen yhteydessä tilaajalle luovutetaan myös luovutusaineisto, joka pitää sisällään tiivistyskorjauksiin ja materiaaleihin liittyvät takuutodistukset sekä mahdollisten uusien järjestelmien, laitteiden sekä pinta- ja muiden materiaalien käyttö- ja huolto-ohjeet. Ohjeet annetaan myös kohteen käyttäjälle ja tarvittaessa järjestetään käytönopastusta.

## **7 Tiivistyskorjaushankkeen vaiheet ja toimenpiteet**

Tässä luvussa käsitellään Stara Rakennustekniikan tiivistyskorjaushankkeen vaiheita ja vaiheiden kriittisimpiä tehtäviä. Tämän tarkastelun tarkoituksena on toimia tukena insinööriyön tuloksena syntyvien prosessikuvauksen ja muistilistan luomiselle.

Tiivistyskorjaushankkeen vaiheet jaotellaan tässä tarkastelussa edellisessä luvussa esitellyn laatujärjestelmän vaihejaon mukaan. Tiivistyskorjauksissa erityisen pieneen rooliin jäävät ja tarpeettomat hankkeen vaiheet ja tehtävät jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

### **7.1 Tuotannon aloituksen valmistelu**

Tiivistyskorjaushankkeessa tuotannon aloituksen valmistelun tärkeimpiä tehtäviä ovat korjaussuunnitelmien tason tarkistus, riskien kartoitus, töiden aloittamisen kannalta kiireellisten hankintojen tekeminen sekä työvoiman ja muiden resurssien käytön suun-

nittelu ja niihin liittyvien aliurakka- ja kalustohankintojen tekeminen. Tuotannon aloituksen valmistelu päättyy työmaan perustamiseen.

Huomioon otettavaa on, että tiivistyskorjaukset eivät ole maankäyttö- ja rakennuslaissa säädettyjen rakennus- tai toimenpideluvan alaista rakentamista. Tämän ansioista lakisääteisiä lupia ei tarvitse hakea eikä ilmoituksia tehdä. Lisäksi hankkeen aloituskokous ei perustu maankäyttö- ja rakennuslakiin, vaan sen järjestämisen tarpeellisuudesta päättää tiivistyskorjauksen tilaaja. Muilta osin tiivistyskorjaushankkeen tuotannon aloituksen valmistelun sisältö vastaa laatujärjestelmässä kuvattua.

## 7.2 Laadunohjauksen suunnittelu

Tiivistyskorjaushankkeen laadunohjauksen suunnittelu alkaa laatuvaatimusten määrittämisellä ja niiden asettamisella. Laatuvaatimuksia määritettäessä tulee ottaa huomioon omien laatuvaatimusten lisäksi tilaajan sekä tilojen käyttäjän tarpeet ja odotukset.

Laadunohjauksen toimenpiteiden suunnittelulla luodaan pohja asetettujen laatuvaatimusten toteutumisen varmistamiselle. Laadunohjauksen toimenpiteitä tiivistyskorjaushankkeessa ovat

- omat laadunvarmistustoimenpiteet
- tilaajan laadunvalvonnan toimenpiteet
- mallityöt
- laadunvarmistukseen ja -valvontaan liittyvät kokoukset ja dokumentointi
- aliurakoitsijoiden laadunvarmistus.

Laadunohjauksen huolellinen suunnittelu on ensiarvoisen tärkeässä asemassa tiivistyskorjaushankkeen näkökulmasta; puutteellinen laadunvalvonta on ollut yksi suurimmista syistä tiivistyskorjausten epäonnistumiselle.



### 7.3 Tuotannonsuunnittelu

Tiivistyskorjaushankkeen tuotannonsuunnittelua ei toteuteta laatujärjestelmässä esitetyssä laajuudessa. Toteutusmenetelmät määritellään pitkälti jo korjaussuunnitelmissa, joiden perusteella tiivistyskorjauksen tilaajalle annetaan kattohintainen tarjous. Tarjoushinta toimii samalla hankkeen tavoitebudjettina.

Tiivistyskorjaushankkeen tuotannonsuunnittelu alkaa työmaan laatu- ja muiden suunnitelmien laatimisesta sekä yleisaikataulun laatimisesta. Laatusuunnitelman ja työmaan kulku- ja aluesuunnitelman lisäksi laaditaan ainakin

- työmaan turvallisuus- ja ympäristösuunnitelma
- kosteudenhallintasuunnitelma
- pölynhallintasuunnitelma
- työvoimankäyttösuunnitelma.

Näitä työmaasuunnitelmia täydennetään hankkeen edetessä tarvittaessa erityissuunnitelmillä. Tiivistyskorjauksissa yleisin tarvittava erityissuunnitelma on asbesti- ja haitta-ainepurkusuunnitelma. Laaditut suunnitelmat tallennetaan hankkeen turvallisuuskansioon ja ne toimitetaan myös hankkeen tilaajalle.

Tuotannonsuunnitteluun kuuluu lisäksi tarvittavien työn aikaisten työmaahankintojen suunnittelu sekä laadittujen tuotantosuunnitelmien yhteensopivuuden tarkastaminen.

### 7.4 Tuotannonohjaus

Tiivistyskorjaushankkeen tuotannonohjauksen tärkeimmät tehtävät ovat työjärjestysten suunnittelu sekä urakoitsijoiden yhteistoiminnan järjestäminen. Eri työvaiheiden suoritusjärjestykset määritellään kriittisten alueiden osalta siten, että ne eivät vaurioita valmiita työkohteita. Työvaiheet on myös rytmittävä, jotta hankkeen eteneminen olisi jatkuvaa. Työjärjestyksiä määriteltäessä on tärkeää keskustella yhteisesti kaikkien hankkeen alirakoitsijoiden kanssa niiden toteuttamiskelpoisuudesta.

Pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden yhteistoiminnan järjestäminen on myös hankkeen etenemisen kannalta kriittinen tiivistyskorjaushankkeen tuotannonohjauksen tehtävä. Tiivistyskorjausten aikataulut ovat usein erittäin tiukkoja jonka vuoksi on varmistuttava, että kaikki urakoitsijat ovat sitoutuneet noudattamaan tuotannonsuunnitteluvaiheessa laadittua yleisaikataulua.

Jotta aikataulua olisi mahdollista noudattaa, on varmistettava, että työvaiheiden aikataulunmukainen aloittaminen ja eteneminen on järjestetty. Jokaiselle työkohteelle on hyvä olla varalla toinen työkohde, johon voidaan siirtyä, jos varsinaisen työkohteen eteneminen on estynyt.

Tiivistyskorjaushankkeen tuotannonohjauksen tehtäviin kuuluu myös kuukausittaisten tilannearvioiden laatiminen. Tilannearviossa selvitetään hankkeen kustannus- ja aikataulutilanne sekä mahdolliset tulevat poikkeamat ja häiriötilanteet.

## 7.5 Työvaiheen laadunohjaus

Pohja onnistuneelle tiivistyskorjaushankkeen laadunohjaukselle luodaan laadunohjauksen suunnitteluvaiheessa. Työvaiheen laadunohjauksen tueksi laaditaan työvaihesuunnitelmat sekä omille että aliurakoitsijoille kuuluvista töistä. Työvaihesuunnitelmat käydään huolellisesti läpi ennen töiden aloitusta pidettävissä työvaiheiden aloituspalaverissa.

Ensimmäiset valmiit työkohteet toimivat mallitöinä seuraaville työkohteille. Mallityöt hyväksytetään työn tilaajalla sekä suunnittelijoilla ennen rakenteiden sulkemista. Mallityöt tarkastetaan myös pääurakoitsijan omana laadunvarmistustoimenpiteenä ennen varsinaista tilaajan ja suunnittelun tarkastusta.

Työkohteet tarkastetaan koko hankkeen ajan ennalta sovitun tarkastuskäytännön mukaisesti. Laatupoikkeamien ilmetessä niihin reagoidaan välittömästi korjaavin toimenpitein. Laatupoikkeamien toistuminen ennaltaehkäistään käymällä poikkeamien syyt läpi työryhmän kanssa ja valvomalla, että sovitut korjaavat toimenpiteet toteutetaan.

## 7.6 Turvallisuuden ohjaus

Tiivistyskorjaushankkeen työturvallisuussuunnittelun sisältö vastaa laatujärjestelmän turvallisuuden ohjausta käsittelevässä osassa esitettyä. Tiivistyskorjaushankkeet sisältävät hyvin vähän erityisen vaarallisia työvaiheita ja työskentely tapahtuu usein lattiatasossa. Tästä huolimatta turvallisuuden ohjauksen toimenpiteitä ei pitäisi laiminlyödä.

## 7.7 Kokoukset, katselmuksot ja dokumentointi

Kuten aikaisemmin tässä insinööriyössä todettiin, tiivistyskorjaukset ovat vastanneet asetettuja tavoitteita vaihtelevasti. Osasyynä tähän on ollut puutteellinen laadunvalvonta. Tämän vuoksi sekä omat laadunvarmistustarkastukset, että tilaajan tekemät varsinaiset tarkastukset ovat hankkeen onnistumisen kannalta ensiarvoisen tärkeitä.

Tiivistyskorjaushankkeen aikana järjestettäviä kokouksia ovat työmaakokoukset, suunnittelukokoukset ja urakoitsijalaverit. Työmaakokouksissa käsitellään työmaan toimintaan ja hankkeen etenemiseen liittyviä yleisiä asioita. Työmaakokouksissa ovat läsnä hankkeen kaikki osapuolet. Myös tilojen käyttäjällä on työmaakokouksissa tilaisuus tuoda esiin omia näkökulmiaan ja tarpeitaan.

Suunnittelukokoukset taas ovat suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan välisiä kokouksia, joita järjestetään tarpeen mukaan esimerkiksi, jos toteutussuunnitelmat muuttuvat tai pääurakoitsijan tuotantomenetelmät eivät ole yhteensopivia suunnitelmien kanssa.

Urakoitsijalaverit ovat pää- ja aliurakoitsijoiden välisiä palavereita, joita järjestetään 1-2 viikon välein hankkeen edetessä. Palavereissa käsitellään

- seuraavan 1-2:n viikon työohjelma
- töiden kokonaistilanne
- aikataulu-, laatu-, ja turvallisuuspoikkeamat
- tehdyt katselmuksot ja tarkastukset
- alkavien työvaiheiden työvaihesuunnitelmat.

Lisäksi käydään läpi työmaa- ja suunnittelukokouksissa esille tulleet ja aliurakoitsijoiden töihin vaikuttavat asiat.

Tehdyistä ja hyväksytyistä tarkastuksista, kokeista ja mittauksista sekä korjaustoimenpiteistä laaditaan pöytäkirjat ja ne arkistoidaan muiden hankkeen asiakirjojen kanssa hankkeen päätyttyä.

## 7.8 Luovutus

Tiivistyskorjaushankkeen luovutusvaiheen sisältö vastaa, viranomaiskatselmuksia lukuun ottamatta, laatujärjestelmässä esitettyä. Tiivistyskorjaushankkeiden luovutusvaiheen tärkein tehtäväkokonaisuus on itselle luovutus. Itselle luovutuksen tavoitteena on se, että kohde on tilaajan vastaanottotarkastuksessa virheetön, puutteeton ja kokonaisuudessaan valmis.

Itselle luovutuksessa kohteen valmius tarkastetaan kokonaisuudessaan, havaitut virheet ja puutteet kirjataan ja niiden korjaamiselle asetetaan aikamääreet. Myös loppusivous kuuluu itselle luovutuksen toimenpiteisiin. Huomioon otettavaa on, että tarkastetut ja virheettömät sekä valmiit tilat asetetaan käyttökieltoon tarkastusten jälkeen. Näin estetään mahdollisten vaurioiden syntyminen ennen tilaajan vastaanottotarkastusta.

## 8 Tutkimustulokset

Tässä luvussa esitellään insinööriyön tuloksia. Esitutkimuksen perusteella kartoitettiin ja nimettiin tiivistyskorjaushankkeen onnistumisen kannalta kriittiset tehtävät, joiden pohjalta laadittiin tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus sekä muistilista. Prosessikuvauksen ja muistilistan tarkoituksena on toimia hankkeen hallinnan, ohjauksen ja läpiviennin seurannan apuvälineenä. Prosessikuvaus ja muistilista päädyttiin yhdistämään yhdeksi tiedostoksi, jolloin vältetään eri dokumenttien välillä siirtymiseltä ja niiden etsimiseltä.

Prosessikuvaus (liite 1.) laadittiin vuokaaviomuodossa Stara Rakennustekniikan laatu-järjestelmän hankkeen vaiheita ja niiden sisältöä kuvaavien osien pohjalta. Kaavioon koottiin Stara Rakennustekniikan laatu-järjestelmässä kuvatut korjausrakennushankkeen vaiheet, jotka ovat:

- tuotannon aloituksen valmistelu
- laadunohjauksen suunnittelu
- tuotannosuunnittelu
- tuotannonohjaus
- työvaiheen laadunohjaus
- turvallisuuden ohjaus
- kokoukset, katselmukset ja dokumentointi
- luovutus.

Jokaisen päävaiheen alle poimittiin tiivistyskorjauksen näkökulmasta kriittisimmät hankkeen tehtävät.

Muistilista (liite 2.) laadittiin Stara Rakennustekniikan laatu-järjestelmän hankkeen sisältöä kuvaavien osien pohjalta tiivistyskorjaushankkeen näkökulmasta. Hanke jaettiin laatu-järjestelmän mukaisiin vaiheisiin ja listaan koottiin tiivistyskorjaushankkeen läpiviemisen kannalta kriittisimmät tehtävät sekä laadittavat suunnitelmat, lomakkeet ja muut asiakirjat.

Lopuksi prosessikuvaus ja muistilistat yhdistettiin yhdeksi tiedostoksi, jossa prosessikuvaus on esitetty ensimmäisellä sivulla ja vaiheiden muistilistat sen alla prosessikaavion mukaisessa järjestyksessä. Prosessikuvauksesta tehtiin osin interaktiivinen siten, että hankkeen vaiheita klikatessa siirrytään kyseisen vaiheen muistilistaan. Lisäksi muistilistan sisältämät tekstikentät toteutettiin siten, että ne voidaan täyttää sähköisesti.

## 9 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli luoda Stara Rakennustekniikkaan kuuluvan korjausrakennustoimiston toteuttaman tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus sekä muistilista. Työn tilaaja oli kokenut, että toimivan ja selkeän hankkeen hallinnan, ohjauksen ja läpiviennin seurannan apuvälineen avulla tiivistyskorjaushankkeille asetetut aikataulu- ja laatutavoitteet ovat varmemmin saavutettavissa.

Esitutkimuksessa perehdyttiin sisäilmaongelmien korjaamiseksi tehtävien tiivistyskorjausten tarkoitukseen ja lähtökohtiin sekä tuotantomenetelmiin. Lisäksi tutkittiin Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmään sisältyvää hankkeen vaiheita ja niiden sisältöä kuvaavaa osaa. Hankkeen vaiheita tarkasteltiin tiivistyskorjaushankkeen sisällön näkökulmasta. Laatujärjestelmän osa on luotu laajan peruskorjaushankkeen näkökulmasta ja koska tiivistyskorjaushankkeet ovat laajuudeltaan peruskorjaushankkeita huomattavasti suppeampia, poimittiin laatujärjestelmästä tiivistyskorjaushankkeeseen sisältyvät kriittiset vaiheet ja tehtäväkokonaisuudet.

Esitutkimuksen perusteella luotiin prosessikuvauksen ja muistilistan yhdistelmä tiedosto, joka sisältää tiivistyskorjaushankkeen onnistumisen kannalta kriittiset vaiheet ja tehtävät. Tämän tiedoston tuella tiivistyskorjaushankkeen ohjaus, hallinta ja läpiviennin seuranta ovat johdonmukaisempaa ja selkeämpää.

Sisäilmaongelmien korjaamiseksi tehtäviä tiivistyskorjauksia tehdään tänä päivänä jatkuvasti kasvavassa määrin. Tämä johtuu osin siitä, että sisäilmaongelmiin on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota. Kuten tässä insinööriyössä on useaan otteeseen todettu, tiivistyskorjauksissa on alkuperäisten tavoitteiden näkökulmasta onnistuttu vaihtelevalla menestyksellä.

Tiivistyskorjausten itse korjaustoimenpiteitä edeltävä perusteiden ja lähtökohtien määrittely sekä huolellinen suunnittelu ovat omalta osaltaan avainasemassa hankkeiden onnistumisen kannalta. Sisäilmaongelmien kartoittaminen ja niiden korjaussuunnittelu ovatkin tällä hetkellä hyvällä tasolla viime aikoina tehtyjen tutkimus- ja kehitysprojektien ansiosta. Pelkkä esityö ei kuitenkaan riitä, vaan myös itse toteutus on suunniteltava siten, että se voidaan toteuttaa lähtökohdat ja asetetut vaatimukset huomioon ottaen.

Tämän insinööriyön tuloksena syntyneet prosessikuvaus ja muistilista mahdollistavat osaltaan sen, että hyvin suunnitellut tiivistyskorjaukset voidaan varmemmin viedä läpi siten että asetetut tavoitteet myös täyttyvät. Tämä insinööriyö toimii toivottavasti myös kannustimena sille, että tiivistyskorjausten tuotantoprosessia aletaan kehittää entistä enemmän.

### 9.1 Jatkokehitysehdotukset

Työn aikana todettiin, että tiivistyskorjaushankkeen laadunohjauksen suunnittelua ja sen toteutusta tulisi jatkossa kehittää vielä yksityiskohtaisemmalla tasolla. Yksi keino voisi olla tilaajan, suunnittelijoiden ja toteutusorganisaation yhteistoiminnan kehittäminen ja tuotantomenetelmiin liittyvien linjausten yhtenäistäminen.

Lisäksi tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota tämän insinööriyön ulkopuolelle rajatun urakkalaskenta- ja tarjousvaiheen toimenpiteisiin. Tällä hetkellä, kirjoittajan omien kokemusten perusteella, tarjouslaskenta on erittäin työlästä johtuen yhtenäisten oheistusten puuttumisesta.

Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmä 2016 on tälläkin hetkellä kattava sen hankkeen vaiheita ja sisältöä kuvaava osa mukaan lukien. Tällä hetkellä olemassa oleva osa on laadittu laajan peruskorjaushankkeen näkökulmasta. Koska tiivistyskorjaushankkeet tulevat lisääntymään tulevaisuudessa, olisi järkevää laatia samankaltainen osa, johon tämän insinööriyön tuloksena syntyneet prosessikuvaus ja muistilista voitaisiin sisällyttää, myös tiivistyskorjaushankkeen näkökulmasta.

## Lähteet

- 1 Sobott, Jimmy. 2014. Tiiveystarkastelut ja tiivistyskorjaukset liike- ja palvelurakennuksiin. Opinnäytetyö. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu
- 2 Staran esittely. Verkkosivu. 2015 Helsingin kaupunki. Saatavilla: <<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/> Viitattu 27.1.2016>
- 3 Stara lukuina. Verkkosivu. 2016. Helsingin kaupunki. Saatavilla: <<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/stara-lukuina/> Viitattu 6.9.2016>
- 4 Staran toimintakertomus 2015. 2016. Helsingin kaupunki. Saatavilla: <[http://www.starannvuosi.fi/wp-content/uploads/2016/04/Stara\\_TOKE\\_2015\\_RGB\\_lores.pdf](http://www.starannvuosi.fi/wp-content/uploads/2016/04/Stara_TOKE_2015_RGB_lores.pdf)> Viitattu 6.9.2016.
- 5 Sobott, Jimmy. 2015. Koulutustilaisuus: Tiivistyskorjaukset. Koulutusmateriaali. Helsinki: Wise Group Finland Oy
- 6 Mineraalikuitupäästöt. Verkkosivu. 2008. Helsinki: Sisäilmäyhdistys ry. Saatavilla: <<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/LVI-tekniikka-ja-muut-sisailmaongelmat/Mineraalikuitupaastot>> Viitattu 8.3.2016.
- 7 Haitta-ainetutkimus, tilaajan ohje. RT-kortti 20-11159. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 8 Asbesti, asbestikartoitus ja siitä aiheutuvat toimenpiteet. RT-kortti 08-10521. 1993. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 9 Heikkilä, P., Pirhonen, P., Riala, P. 1989. Asbesti Purkutoissa. Helsinki: Työterveyslaitos.
- 10 PAH-yhdisteet ja niiden esiintyminen. Verkkosivu. 2010. Helsinki: Työterveyslaitos. Saatavilla: <[http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista\\_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet\\_ja\\_niiden\\_esiintyminen/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet_ja_niiden_esiintyminen/Sivut/default.aspx)> Viitattu 13.3.2016.
- 11 Komulainen, Jarno. 2015. Koulutustilaisuus: Haitta-aineet rakennusmestarin näkökulmasta. Koulutusmateriaali. Helsinki: Vahanen Oy
- 12 Kivihiilipiki. Verkkosivu. 2015. Helsinki: Työterveyslaitos.
- 13 VVOC- ja VOC-yhdisteet. Verkkosivu. Helsinki: Baumedi Oy. Saatavilla: <<http://www.baumedi.fi/sisailmaongelman-aiheuttajat/vvoc-ja-voc-yhdisteet>> Viitattu 13.3.2016.



- 14 VOC-päästöt. Verkkosivu. Helsinki: Hengityслиitto. Saatavilla:  
<<http://www.hengityслиitto.fi/fi/sisailma/hiukkasmaiset-ja-kaasumaiset-epapuhautudet/voc-paastot>> Viitattu 13.3.2016
- 15 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Verkkosivu. 2015. Helsinki: Työterveyslaitos. Saatavilla:  
<[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma\\_ja\\_sisaymparisto/sisaymparistotekijat/sisailman\\_epapuhautudet/voc/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/sisaymparistotekijat/sisailman_epapuhautudet/voc/Sivut/default.aspx)> Viitattu 13.3.2016.
- 16 Miten kosteusvaurio syntyy?. Verkkosivu. 2016. Helsinki: Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. Saatavilla:  
<<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/hometalo-ja-kosteusvaurio/miten-kosteusvaurio-syntyy-miten-kosteusvaurio-syntyy>> Viitattu 14.3.2016
- 17 Palomäki, Eero. 2014. Kosteus- ja homevauriot. Verkkodokumentti. Helsinki: Rakennustieto Oy. Saatavilla:  
<<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s497.pdf>> Viitattu 14.3.2016
- 18 Laine, Katariina. 2014. Rakenteiden ilmatiivyyden parantaminen sisäilmakorjauksessa. Opinnäytetyö. Kuopio: Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate, Itä-Suomen yliopisto.
- 19 Radonkorjaukset. Verkkosivu. 2015. Helsinki: Säteilyturvakeskus.
- 20 Ympäristöopas 28. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Luonnos. 2014. Tampere: Ympäristöministeriö.
- 21 Tiivistyskorjausten suunnitteluohje. 2015. Helsinki: Wise Group Finland Oy, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskus, HKR-rakennuttaja. Julkaisematon
- 22 M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö. Verkkosivu. Helsinki: Rakennustieto Oy. Saatavilla:  
<<https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/rakennusmateriaalienpaastoluoitus/m1-vaatimuksetjaluoikiteltujentuotteidenkaytto.html>> Viitattu 25.5.2016
- 23 Stara Rakennustekniikan laatujärjestelmä 2016. Julkaisematon.
- 24 Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. 2003. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö

## **Tiivistyskorjaushankkeen prosessikuvaus**

## **Tiivistyskorjaushankkeen muistilista**















