

Jari Leppänen

TERVEEN OPETUSRAKENNUKSEN RAKENNUTTAMINEN

Opinnäytetyö
Rakennustekniikka

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät Jari Leppänen	Tutkinto Insinööri (AMK)	Aika Huhtikuu 2018
Opinnäytetyön nimi Terveen opetusrakennuksen rakennuttaminen		63 sivua
Toimeksiantaja Ruokolahden kunta		
Ohjaaja lehtori Anu Kuusela lehtori Sirpa Laakso toimialajohtaja Arja Villanen (Ruokolahden kunta)		
Tiivistelmä <p>Suomessa tulee opetusrakennuksia purkuun lisääntyvällä vauhdilla. Tähän on syynä rakennuskannan ikä ja se, että niiden suunniteltu elinkaari on tiensä päässä. Ennen purkupäätöstä näissä purettavissa rakennuksissa on usein ilmennyt sisäilmaongelmia. Rakennusten sisäilmaongelmat ovat avanneet näkemään rakentamisen laadun merkityksen aivan uudella tavalla. Kiinteistön laadullinen rakennuttaminen, suunnittelu, valvonta ja toteutus ovat saaneet uusia näkökohtia ja huomioon otettavia asioita koko rakentamisprosessin ajalle.</p> <p>Tämän tutkimustyön tavoitteena oli selvittää tapaustutkimuksen keinoin, miten rakennutetaan terve talo. Teoriaosuudessa selvitettiin, mitä asioita rakentamisprosessissa tulee hankkeen aikana huomioida tavoitteen saavuttamiseksi. Tutkimustulokset osoittavat miten hyvällä rakennusprosessin hallinnalla ja suunnittelulla terve talo pystytään toteuttamaan, kun hankkeen aikana ennakoidaan ja toteutetaan terveeseen rakennukseen tähtäävät oikeat toimenpiteet.</p> <p>Tutkimuksen kokonaisuuden avulla pystytään mieltämään se, että terveeseen rakennukseen pääsemiseksi on huomioitava koko rakentamisen ketju, aina hankesuunnittelusta rakennukseen käyttöön ja ylläpitoon asti. Myös koko rakennuksen elinkaari pitää huomioida. Missään hankkeen elinkaaren aikaisessa vaiheessa ei voi olla heikkoja lenkkejä. Avainasiana rakennuttajan tulee huolehtia siitä, että jokainen rakennusprosessissa työskentelevä henkilö suunnittelijasta rakentajaan ja loppukäyttäjään asti on ammattitaitoinen ja sitoutunut terveeseen rakennuksen tavoitteisiin.</p> <p>Yleinen uskomus on, että terveeseen rakennukseen päästään, kun huolehditaan rakentamisvaiheen kosteudenhallinnasta. Tämän tutkimustyön avulla ilmenee kuitenkin se, että terveeseen rakentamiseen tähtäävässä toiminnassa tulee ottaa huomioon monia muitakin asioita kuin vain rakennusaikainen kosteuden hallinta.</p>		
Asiasanat terve talo, sisäilma, rakennuttaminen, valvonta		

Author (authors)	Degree	Time
Jari Leppänen	Bachelor of Engineering	April 2018
Thesis Title		
Construction of healthy educational building		63 pages
Commissioned by		
Ruokolahden kunta		
Supervisor		
Anu Kuusela, Senior Lecturer		
Sirpa Laakso, Senior Lecturer		
Arja Villanen, Technical Director		
Abstract		
<p>Educational buildings are coming under deconstruction with increasing speed in Finland. The reasons for this are the overall age of the buildings and their planned life cycle which is coming to an end. Problems with the indoor air quality have often occurred before the decision of demolition, and these problems have put the significance of quality of construction in a whole new light. The qualitative construction, planning, supervision, and execution of property have gained new perspectives and details to consider during the entire construction process.</p>		
<p>The aim of this study was to solve through a case study how to construct a healthy building. The theoretical part discusses what needs to be considered during the construction process to accomplish the goal. The research results demonstrate how a healthy building can be accomplished through the correct management and planning of the construction process, as long as the proper measures leading to it are anticipated and implemented.</p>		
<p>Through the study it is shown that to reach a healthy building, the entire construction chain, all the way from the planning of the project to the usage and maintenance of the building must be taken into account. Attention must also be paid to the estimated life cycle of the building. There must be no weak links during any of the early stages of the life cycle of the project. The key for the building contractor is to take care that every person from the designer to the builder and the end user is a professional and committed to the aims of the building.</p>		
<p>It is a common belief that a healthy building can be achieved as long as the moisture is controlled during the construction phase. However, this study proves that when it comes to aiming to build a healthy building, it is important to consider various other details in addition to the moisture control during construction.</p>		
Keywords		
healthy building, indoor air, construction, supervision		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	RAKENNUSHANKE	3
3	RAKENNUSHANKKEEN TOTEUTTAMINEN JA VALVONTA	4
3.1	Rakennuttajavalvonta ja sen tavoitteet	5
3.2	Valvonnan toteuttaminen	6
4	TERVEELLINEN RAKENTAMINEN	7
4.1	Rakennushankkeen ja kosteudenhallinnan osapuolet	7
4.2	Rakennusprosessin vaiheet.....	8
4.2.1	Hankesuunnittelu	10
4.2.2	Rakennussuunnittelu.....	11
4.2.3	Rakentamisen valmistelu	12
4.2.4	Rakentaminen	12
4.2.5	Käyttöönotto, ylläpito ja käyttö.....	14
5	TERVEEN RAKENNUKSEN TAVOITTEIDEN JA KOSTEUDEN HALLINNAN TASON MÄÄRITTELY	16
5.1	Kosteusriskiluokka	16
5.2	Rakennuksen sisäilmastoluokka.....	18
5.3	Rakennusaikainen kuivaketju	20
5.4	Rakennusaikainen puhtausluokka ja käytön aikainen siivous.....	23
5.5	Rakennusmateriaalien päästöluokitus	27
6	RAKENNUSAIKAISET RESURSSIT SISÄILMANÄKÖKULMASTA	28
7	TUTKIMUS	30
7.1	Tutkimusmetodi ja aineiston analysointi	31
7.2	Lähtökohdat.....	31
7.3	Tutkimustulokset.....	34
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	52
	LÄHTEET.....	56

1 JOHDANTO

Opetusrakennuksia tulee purkuun lisääntyvällä vauhdilla, mikä johtuu pääosin siitä, että niiden suunniteltu elinkaari alkaa olla tiensä päässä. Tämä ilmenee esimerkiksi siten, että kyseisissä rakennuksissa on ympäri Suomen erittäin paljon sisäilmaongelmia. Etenkin 1970-luvulla rakennettuja opetusrakennuksia on usein erinäisten korjausyritysten jälkeen jouduttu hylkäämään. Tämän jälkeen opetustoiminta on jouduttu siirtämään väistötiloihin, vanhat rakennukset puretaan pois ja tilalle rakennetaan uudet ajanmukaiset opetusrakennukset. Vastaava ongelma ilmeni myös Ruokolahdella.

1970-luvun rakennusten ongelmiin ja elinkaareen päättymiseen vaikuttaa suuressa määrin se, että silloin tehtiin huonoimmat talot, joissa on paljon ongelmallisia rakenteita kuten lämmöneristykset, ilmanvaihto, julkisivut, saumaukset, tiiveys ja ääneneristys. Näissä rakennuksissa myös sisätilat ovat usein pieniä ja sokkeloisia. (Korhonen 2011.)

Rakentamisen heikon laadun lisäksi ongelmia on aiheuttanut myös korjausten epäonnistuminen. Heikkokuntoisia rakennuksia on ylläpidetty tekemällä vain pintakorjauksia, tiivistyksiä ja ilmanvaihtojärjestelmän uusimisia. Nämä korjaukset eivät ole kuitenkaan auttaneet rakennuksen sisäilmaolosuhteiden parantumiseen. (Putus ym. 2017, 18.)

Rakennuksen kuntoon vaikuttavia syitä ovat myös laiminlyönnit kunnossapidossa sekä rakenteiden luonnollinen kuluminen ja vaurioituminen, lähestyttäessä rakennuksen elinkaaren päätä. Erityisesti rakenteiden, talotekniikan ja materiaalien teknisen palveluiän päättymisen johtaa havaintojen mukaan sisäilmaongelmiin, joista terveydellisesti suurimmat osatekijät ovat kosteus- ja homevauriot. (Reijula ym. 2012, 11.)

Rakennusten uusimisen tarve aiheuttaa rakentamisen määrän kasvua lähi-vuosina huomattavasti. Viime aikoina myös uusissa rakennuksissa on ilmennyt sisäilmaongelmia. Uusissa rakennuksissa sisäilmaongelmien syiksi ovat usein paljastuneet riskejä sisältävät suunnitteluratkaisut, työmaatoteutuksen virheet, rakennusaikaisen kosteudenhallinnan puutteet ja käyttöönotto (Reijula ym. 2012, 11). Uudisrakentamisessa rakennusaikainen puhtaudenhallinta,

materiaalivalinnat ja käyttöönoton jälkeinen käyttäjien ammattitaitoinen toiminta ovat tärkeässä roolissa, jotta saavutetaan onnistunut lopputulos eli terve rakennus.

Uusien rakennusten toteuttamisessa tuleekin kiinnittää erityistä huomiota sisäilma-asioihin. Sisäilmaa heikentäviin tai pilaaviin seikkoihin pystytään saamaan merkittävää parannusta oppimalla huomioimaan rakennushankkeen suunnittelussa, toteuttamisessa ja valvonnassa näiden ongelmien estämiseen vaikuttavat asiat.

Tässä tutkimuksessa työn tilaajana toimi Ruokolahden kunta, jolla on tarvetta kehittää rakentamisen laatua sisäilmaongelmien välttämiseksi. Ruokolahti on noin 5200 asukkaan kunta, joka joutui luopumaan vuonna 1972 rakennetusta kirkonkylän koulusta sisäilmaongelmien vuoksi. Koulu purettiin kesällä 2015 ja uuden koko kuntaa palvelevan Ruokolahden koulun hankesuunnittelu alkoi kesällä 2015. Varsinainen rakennussuunnittelu alkoi joulukuussa 2015 ja valmistui urakkakyselyjä varten marraskuussa 2016. Urakoitsijoiden valinnan jälkeen varsinainen fyysinen rakentaminen aloitettiin 3.4.2017. Rakennuksen sopimuksen mukainen valmistumispäivä on 2.7.2018.

Tässä opinnäytetyössä tutkimusmetodina on kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä. Tutkimusstrategiana käytetään tapaustutkimusta, tutkimalla alan ohjeistuksia ja kirjallisia teoksia sekä havainnoimalla Ruokolahdelle rakennettavan uuden koulun rakennushanketta. Tapaustutkimuksen tavoitteena on ymmärtää ilmiötä syvällisemmin. (Kananen 2015, 34-35.)

Opinnäytetyön tavoite on kootusti määritellä rakennuttajan keskeisimmät toimenpiteet rakennusprosessissa, jotka tuottavat lopputuloksena terveen rakennuksen. Tutkimuskysymyksenä tässä työssä on, miten rakennuttaa terve rakennus? Opinnäytetyössä keskitytään erityisesti opetusrakennuksen rakentamiseen, mutta yhtä lailla se palvelee myös muuta rakennuttamista. Tämä opinnäytetyö rajoittuu uudisrakennushankkeen laadulliseen toteuttamiseen terveen rakentamisen näkökulmasta.

2 RAKENNUSHANKE

Rakennushankeen tarkoituksena on luoda tilan käyttäjille muuttuneeseen tilanteeseen tai tarpeeseen tarvittava rakenne tai verkosto. Päätettäessä rakentaa uusi tai korjata vanha tila, alkaa rakennushanke. Talonrakennushanke on projekti jonka vaiheet ajallisesti ovat:

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- rakennussuunnittelu
- rakentaminen
- käyttöönotto

(Kankainen & Junnonen 2013, 9.)

Tilantarpeen kehittymiselle on monia eri syitä. Julkisen sektorin tilantarpeeseen vaikuttavat esimerkiksi asetetut yhteiskunnalliset velvoitteet. Yksityisen sektorin tilantarpeeseen vaikuttavat taloudellisten toimintaedellytysten mahdollistaminen sekä liiketoiminnan muutokset ja kasvu, hankkeen toteuttaminen on yrityksen strateginen investointipäätös. Yksityisen ihmisen kohdalla tilantarpeeseen voi vaikuttaa perheeseen kasvu, varallisuus tai asuinpaikkakunnan muuttaminen. Lisäksi rakennushankeen voi käynnistää myös kiinteistösijoittaminen. (Kankainen & Junnonen 2013, 9.) Tilantarpeen kehittymiselle muuttuneeseen tilanteeseen voi olla syynä myös rakennuksen purkaminen esimerkiksi sisäilmaongelmien tai käyttöiän loppumisen vuoksi ja sen korvaaminen uudella ajanmukaisella käyttötarkoitukseensa sopivalla rakennuksella.

Kankaisen ja Junnoson mukaan tilantarpeen hankkiminen voidaan toteuttaa erilaisilla tilanhankintaratkaisulla kuten:

- rakennuttaminen omalle tontille tai rakennuspaikalle, joka on ennestään omistuksessa tai hankitaan tilantarvetta varten
- nykyisten tilojen käytön tehostamisen tai laajennus
- hankinta ostamalla; asunto tai kiinteistöyhtiön osakkeita, kiinteistö tai osa kiinteistöstä tai rakennusliikkeeltä tontti sille rakennettavalla rakennuksella

- vuokraaminen; vuokrasopimuksella tai pitkäaikaisella vuokrasopimuksella kiinteistösijoittajalta joka rakennuttaa tarvittavat tilat

(Kankainen & Junnonen 2013, 9.)

Lisäksi tilanhankintaratkaisuja voivat olla myös:

- elementtirakenteiset vuokrattavat väistötilat
- vanhan rakennuksen purkaminen tontilta ja uuden korvaavan rakennuksen rakentaminen
- rahoitusleasing

Rahoitusleasing vaihtoehtoja on monen tasoisia, esim. niin että tilojen tarvitsija rakennuttaa kiinteistön ja leasing on vain rahoitus, jolloin velka eikä omaisuus ole tilaajan taseessa. Tällöin käyttäjä maksaa käytännössä vuokraa leasing lainan antaneelle taholle esim. kuntarahoitukselle. Tässä opinnäytetyössä on rajattu hankkeen rahoitus pois.

3 RAKENNUSHANKKEEN TOTEUTTAMINEN JA VALVONTA

Rakentaminen täytyy valmistella. Valmisteluun kuuluvat rakentamisen organisointi, rakentamistehtävien kilpailutus, sopimusneuvotteluiden käyttäminen sekä urakka- ja hankintasopimuksien tekeminen. Näiden toimenpiteiden tuloksena syntyy rakentamispäätös. (Kiiras & Tammilehto 2014, 101.)

Rakentamispäätöksen varmistuttua, ja kun urakkasopimus on allekirjoitettu sekä rakentamisvaihe käynnistynyt, alkaa kohteen toteuttaminen ja valvonta fyysisesti. Rakennustöiden valvojan tehtävänä on toimia rakennuttajan, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden, käyttäjien ja muiden rakennushankkeen osapuolten välisenä yhdyshenkilönä. Valvonnan pääasiallinen tarkoitus on varmistaa, että urakoitsijoiden työsuoritus vastaa sopimuksissa sovittuja asioita ja rakennustyön lopputulokselle määriteltäviä vaatimuksia. Lisäksi ensisijaisiin tehtäviin kuuluu valvoa, että urakoitsija noudattaa hyvää rakennustapaa ja Suomessa noudatettavia lakeja, asetuksia ja viranomaismääräyksiä. (Kankainen & Junnonen 2013, 61.)

Rakennustöiden valvojan tehtäviin kuuluvat työmaan yleisvalvonta, turvallisuuden ja ympäristön valvonta, ajallinen valvonta, teknisen toteutuksen laadun

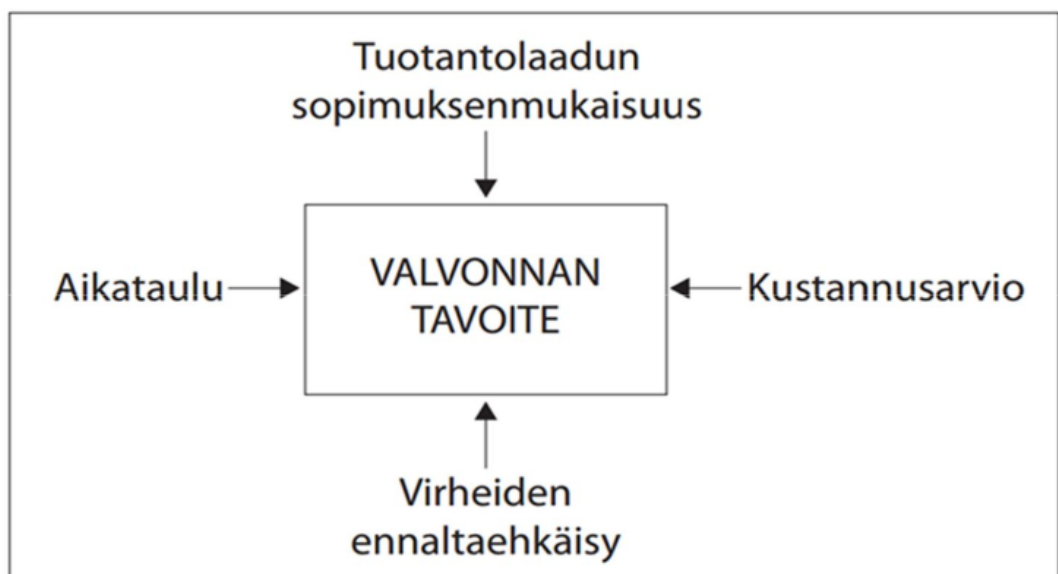
valvonta, taloudellinen valvonta, dokumentointi, käytönopastuksen valvonta, vastaanottomenettelyt, takuuajan tehtävä ja koordinoida maarakennus- ja talotekniikkatöiden valvontaa sekä muuta erikoisvalvontaa. Edellä mainitut rakennustöiden valvojan tehtävät on määritelty tarkemmin RT kortissa Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. (RT 16-11121 2013, 1.)

Rakennushankkeet, jotka edellyttävät rakennuslupaa, edellyttävät viranomaisvalvontaa. Viranomaisvalvonta ei kuulu rakennushankkeen valvojan tehtäviin, ellei siitä ole tehty erillistä rakennuttajavalvonnan sopimusta. Rakennuttajavalvontaa ei hyväksytä asuntorakentamisessa. (RT 16-11121 2013, 1.)

3.1 Rakennuttajavalvonta ja sen tavoitteet

Tilajaa edustavan rakennustöidenvalvojan tavoitteet rakennushankkeessa ovat pääpiirteittäin lueteltuina rakennusvirheiden ennalta ehkäisy, työlle määritellyn sopimusmukaisen laadun ja lopputuloksen sekä taloudellisen ja ajallisen toteutumisen varmistaminen. (Junnonen 2012, 1.)

Kankainen ja Kuoppamäki (1999) ovat esittäneet alla olevassa kuvassa 1 rakennusvalvonnan tavoitteiden muodostumisen. Näitä ovat tuotantolaadun sopimuksenmukaisuus, aikataulu, kustannusarvio ja virheiden ennalta ehkäisy. (Junnonen 2012, 58.)



Kuva 1. Rakennusvalvonnan tavoitteiden muodostuminen.

3.2 Valvonnan toteuttaminen

Rakennustyön valvojan tulee perehtyä hyvin urakka-asiakirjoihin. Perehtyminen on tärkeää, jotta valvoja saa selvän käsityksen työlle määritellystä lopputuloksesta.

Valvontatyön tulee olla suunnitelmallista ja tukea työn tehokkuutta ja tuloksellisuutta. Valvojan tulee valvoa urakoitsijan työsuoritusta ja ilmoittaa havainnoistaan urakoitsijalle oikea-aikaisesti, riittävän ajoissa. Näin ennaltaehkäistään ja minimoidaan rakennustyön virheet. Kohteeseen laaditussa valvontasuunnitelmassa määritellään rakennusteknisen valvonnan suoritustapa. (RT 16-11121 2013, 1.)

Valvojan valtuudet urakkaan nähden määritellään urakka-asiakirjoissa. Valvojalla ei ole oikeutta ilman erillistä valtuutusta määrätä tai sopia muutoksia urakkaan. Valvonta voi olla tarkastavaa tai kokeisiin ja mittauksiin pohjautuvaa. Valvojalla on oikeus tehdä tarkastuksia työn suorituspaikoissa tai rakennustarvikkeiden valmistuspaikoilla. Valvoja voi myös käyttää apunaan urakoitsijan mittaus- ja tarkastustietoja. (Kankainen & Junnonen 2013, 61.) Näitä voi olla esimerkiksi kosteus- ja puhtausmittaukset.

Suunnittelijoiden asiantuntijavalvonta täydentää valvojan suorittamaa valvontaa. Suunnittelijoiden valvontaan kuuluu suunnitelmien toteutumisen valvonta ja suunnitelmia täydentävä sekä tulkitsevien teknisten ohjeiden antaminen. Suunnittelijalla ei kuitenkaan ole muuttamisoikeutta suunnitelmiin eikä mallisuoritusten hyväksymisoikeutta ilman erillistä valtuutusta. (Kankainen & Junnonen 2013, 61.)

Rakennustöiden valvojalla tulee olla tehtävään tarvittava ammatillinen pätevyys sekä viranomaismääräysten ja yleisten sopimusehtojen tuntemus. Rakennusteknisten töiden työmaavalvonnan keskeisimmät tehtävät ovat RT 16-11121 mukaisesti seuraavat;

- yleisvalvonta
- työmaan turvallisuuden ja ympäristön valvonta

- ajallinen valvonta
- teknisten toteutusten laadunvalvonta
- taloudellinen valvonta
- dokumentointi
- käytönopastuksen valvonta
- muut valvontatoimenpiteet
- vastaanottomenettely
- takuuajan tehtävät.

4 TERVEELLINEN RAKENTAMINEN

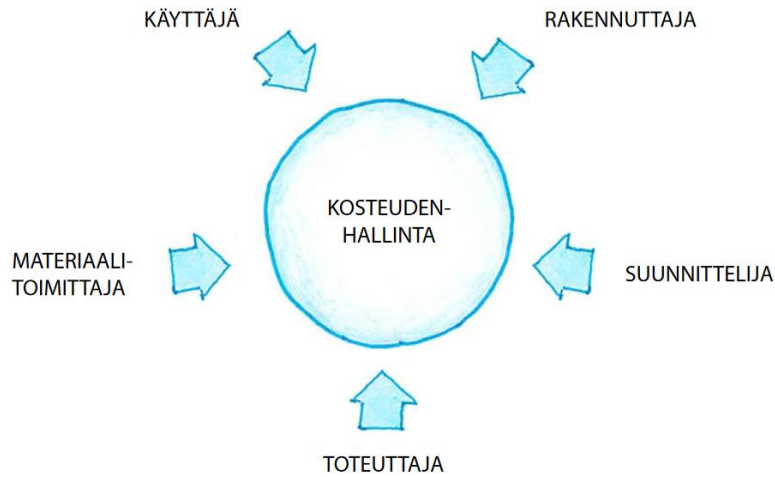
Rakennusten kosteus- ja homeongelmat ovat rakentamisen ja kiinteistönpidon merkittäviä riskejä. Jotta rakennushankkeessa vältetään kosteus- ja homeongelmat, on erityisen tärkeää, että kaikki rakennushankkeen osapuolet tähtäävät toiminnassaan hallittuun ja kuivaan rakentamiseen. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 4.) Tavoiteltaessa tervettä rakennusta, on huomioitava myös puhdas rakentaminen ja rakennetun kiinteistön oikeanlainen ylläpito, käyttö ja siivous.

Terveen rakentamisen tavoitteisiin pääsemiseksi on tärkeää, että rakennustöiden valvoja ymmärtää terveen rakentamisen tavoitteet ja niiden vaatimat toimenpiteet kaikissa rakennusprosessin vaiheissa, hankesuunnittelusta aina käyttöönottoon asti. Tästä syystä rakennustöiden valvojan tulee olla mukana hankkeessa jo hankesuunnittelusta lähtien. Rakennustöiden valvojan on myös huolehdittava siitä, että jokainen rakennushankkeen osapuoli on tietoinen ja sitoutunut terveeseen rakentamiseen tavoitteisiin. Käytännön keinona tähän on rakennusurakan sopimusasiakirjoissa sitouttaminen ja työntekijöiden koulutus.

4.1 Rakennushankkeen ja kosteudenhallinnan osapuolet

Rakentamisen osapuolet ovat omistaja, tilaaja, käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, rakennustuote- ja materiaalityöntekijät sekä viranomaiset (Kankainen & Junnonen 2013, 11). Sahlstedt ja Koskenvesan mukaan (2016) kaikki rakentamisen osapuolet vaikuttavat ja mahdollistavat rakentamisen hy-

vän kosteudenhallinnan ja terveen rakennuksen toteuttamisen. Heidän mukaansa kosteudenhallinnan osapuolet ovat rakennuttaja, suunnittelija, toteuttaja, materiaalityöntekijät ja käyttäjä (kuva 2).



Kuva 2. Kosteuden hallinnan osapuolet. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 6.)

Jokaisen rakennushankkeen osapuolen tehtävä rakennusprosessissa on tärkeä. Rakennushankkeen lopputulos määräytyy asunto-, energia- ja ympäristöministeri Tiilikaisen mukaan (2017) siitä, kuka tai mikä on rakennusprosessin heikoin lenkki. Lopputuloksen voi pilata yksikin heikosti toteutettu työvaihe, mitä on myöhemmin vaikeaa ja kallista korjata. Kyse on siis siitä, että jokaisella rakennushankkeeseen osallistuvalla tulee olla oma ammattitaitonsa. (Jaskari 2017.)

4.2 Rakennusprosessin vaiheet

Ympäristöministeriön asetus edellyttää 1.1.2018 alkaen, että rakennuslupaa vaativassa rakentamisessa on rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehdittava siitä, että rakennushankkeelle laaditaan kosteudenhallintaselvitys. Kosteudenhallintaselvitykseen tulee sisältyä hankkeen yleistiedot, hankkeen eri vaiheiden vaatimukset kosteudenhallinnalle, kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen liittyvät toimenpiteet ja kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Lisäksi selvitykseen tulee nimetä rakennushankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaava henkilö. Kun päästään rakennusvaiheeseen tulee työmaan vastaavan työjohtajan huolehtia kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuvan asetusten mukaisesta kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta. Työmaan

kosteudenhallintasuunnitelmaan on nimettävä myös vastuuhenkilöt, jotka vastaavat kosteudenhallinnasta. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017.)

Kosteudenhallinta.fi sivustolla oleva kuva 3 kuvaa koko rakennuksen elinkaaren aikaisen vastuullisen ja asiantuntevan kiinteistön rakennuttamisen ja kosteudenhallinnan pääkohdat, joihin kuuluu laadukas suunnittelu-, toteutus- ja ylläpitoprosessi.

Tärkeitä vaiheita rakennuksen kosteudenhallinnan kannalta ovat: hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentamisen valmistelu rakentaminen, käyttöönotto, ylläpito ja käyttö. (RIL 250-2011.)



Kuva 3. vastuullinen ja asiantunteva rakentaminen. (Kosteudenhallinta.fi.)

Vastuullinen rakentaminen ja rakennuksen ylläpito kattaa koko rakennuksen elinkaaren. Kuvassa 4 esitetään vastuulliseen ja asiantuntevaan rakentamiseen liittyvät kosteuden hallinnan pääkohdat kaavoituksen jälkeen, eli hankesuunnittelusta rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon asti.



Kuva 4. Kosteudenhallinnan pääkohdat. (Kosteudenhallinta.fi.)

Seuraavissa 4.2 alaotsikoissa käydään tarkemmin läpi nämä rakennusprossin tärkeät vaiheet, terveeseen rakennukseen tähtäävässä toiminnassa.

4.2.1 Hankesuunnittelu

Rakennushankkeessa terveeseen rakennukseen tähtäävän toiminnan tulee alkaa jo hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennuttaja määrittelee hankesuunnittelussa varsinaista suunnittelutyötä varten mm. tulevan rakennuksen kosteusriskiluokan, rakennusaikaisen kuivaketjun ja -puhtausluokan, valmiin rakennuksen sisäilmastoluokan sekä rakennusmateriaalien päästöluokan. Näiden määrittelyiden avulla tilaaja ja rakennuttaja asettavat vaatimukset ja tavoitteet sisäilmastolle, suunnitteluratkaisuille, rakentamiselle ja sen valvonnalle sekä käytölle ja huollolle. (Sisäilmayhdistys 2017.)

Rakennushankkeelle asetetaan hankesuunnitteluvaiheessa yksityiskohtaiset laajuus-, toimivuus-, kustannus-, laatu-, ajoitus- ja ylläpitotavoitteet. Valmistelutavoihin kuuluu toteutusmuodon alustava määrittäminen ja tarvittavien selvitysten tekeminen. (RT 10-11107 2013, 1.)

Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään hankkeen kosteudenhallinnalle asetettavat tavoitteet ja vaatimukset. Tässä vaiheessa kartoitetaan kosteusriskit alustavasti, asetetaan hankkeelle kosteudenhallinnan taso ja mietitään toimenpiteet ja menettelyt, kosteuden hallintaa varten. Näiden perusteella laadittavaan kosteudenhallintaselvitykseen määritellään kosteudenhallinnan vaatimukset ja tavoitteet, lähtötietoina rakennushankkeen suunnitteluun ja kosteudenhallintasuunnitelmalle. (Kosteudenhallinta.fi.)

Kosteudenhallinnan taso määritellään sopimusasiakirjoissa ja suunnitteluohjeissa. Tilaaja voi määrittellä sopimusasiakirjoihin kosteudenhallintaan liittyviä pakollisia toimenpide- ja tasovaatimuksia. Näitä voi olla esimerkiksi käytettävät sääsuojaus- ja tuotantomenetelmät. Näillä määrittelyillä tilaaja voi ohjata rakentamista riskittömään ja laadukkaaseen lopputulokseen. (Kosteudenhallinta.fi.)

4.2.2 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitteluun kuuluu luonnos- ja toteutussuunnittelu. Rakentamista ja rakentamispalveluhankintoja varten rakennussuunnittelussa luodaan mitoitettuja suunnitelmat ja tuotemääritelmät. Varsinainen toteutussuunnittelu käsittää tuote- ja järjestelmäosasuunnittelun. (Kosteudenhallinta.fi.)

Rakenteiden kosteustekninen toiminta ja niiden varmistaminen kuuluu rakennussuunnitteluvaiheen tärkeisiin tehtäviin. Riskirakenteet otetaan huomioon ja ne määritellään suunnittelijoiden toimesta rakennuttajan alkuun saattamaan kosteudenhallinta-asiakirjaan. Kosteudenhallinnan lisäksi rakennesuunnittelussa erityisesti huomioitaviin asioihin kuuluu, että rakennuksen ulkovaippa on tiivis eikä ilmayhteyksiä maaperään ole. Ulkopuolinen suunnittelijasta riippumaton taho tarkistaa suunnitelmien rakennus- ja kosteusteknisen toimivuuden.

4.2.3 Rakentamisen valmistelu

Rakentaminen organisoidaan rakentamisen valmisteluvaiheessa. Tähän valmisteluvaiheeseen kuuluu; rakentamistehtävien kilpailuttaminen, urakkasopimusneuvottelut, urakoitsijan valinta sekä urakka- ja hankintasopimuksien teko.

Rakentamisen valmisteluvaiheessa varmistetaan riittävät toimenpiteet tilaajan kosteudenhallinnalle asettamien rakennusvaiheen tavoitteiden toteuttamiselle. Lähtökohtana työmaalle laadittavaan kosteudenhallintasuunnitelmaan toimivat suunnittelijoiden laatima kosteudenhallintaselvitys sekä kosteudenhallinta-asiakirja. Tässä etukäteen laadittavassa kosteudenhallintasuunnitelmassa esitetään, miten rakennustyömaan kosteudenhallinta ja kuivana pito toteutetaan. Rakennuttaja on asettanut suunnitelmiin myös muita tavoitteita kuten rakentamisen puhtausluokan, mitkä siirretään tuotantosuunnitelmiin. Tuotantosuunnitelmissa suunnitellaan näiden tehtävien toteutus.

Urakkatarjouspyyntöasiakirjoihin tulee kirjata rakennuttajan urakoitsijalle asettama kosteudenhallintatoimenpiteiden taso ja laajuus vaatimukset sekä vastuunjako. Urakoitsijan tulee ottaa rakennustyömaan suunnittelussa huomioon tilaajan määrittelemät hankekohtaiset ohjeet kuten esimerkiksi rakennusmateriaalien ja rakennuksen sääsuojaukset.

4.2.4 Rakentaminen

Rakennusvaiheen aikana sopimuksen mukaisesti asetettujen tavoitteiden lopputulos varmistetaan. Rakennusvaiheessa varmistetaan myös asianmukaiset käytön- ja ylläpidon lähtökohdat. Vastaanottotarkastuksessa todetaan koko urakan sopimuksen- ja tavoitteiden mukainen valmistuminen.

Erityisen tärkeää rakennuksen terveen lopputuloksen varmistamiseksi on rakennusvaiheen kosteuden- ja puhtaudenhallinta. Onnistuneeseen kosteuden- ja puhtaudenhallintaan kuuluu oleellisena osana se, että jokainen rakennustyömaalla työskentelevä henkilö veloitetaan tiedostamaan ja huolehtimaan kosteuden- ja puhtaudenhallintaan liittyvät oleelliset vastuunsa ja sitoutumaan niihin. Tähän tavoitteeseen pääseminen mahdollistuu sillä, että rakennusvaiheessa järjestetään työntekijöille P1-rakentamiseen liittyvä koulutus. Koulutuk-

sen järjestäjänä tulee olla rakennuttaja, näin varmistetaan koulutuksen sisällön hengen vastaavan rakennuttajan tavoitteita. Kosteuden- ja puhtaudenthallintaan liittyvä koulutus tulee järjestää kaikille rakennushankkeeseen osallistuville työntekijöille, myös myöhemmin työmaalle tuleville. Näin huolehditaan jokaisen rakennuksella työskentelevän henkilön tietävän rakennushankkeelle asetetut kosteus- ja puhtaustekniset tavoitteet ja kuinka niihin päästään.

Rakennuskone.fi sivuston mukaan rakennushankkeen sisäiseen tiedotukseen ja koulutukseen P1-luokassa kuuluu seuraavat toimenpiteet ja tehtävät:

- 1. Rakennuttajan kohteelle asettamat sisäilmastotavoitteet ja niihin pääsemiseksi suunnitellut ratkaisut esitellään työmaan käynnistyessä pidettävissä rakennuttajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kokouksissa.*
- 2. Em. tavoitteiden ja ratkaisujen keskeiset kohdat kirjataan urakoitsijoiden laatusuunnitelmiin ja niiden toteutumista kohteessa seurataan.*
- 3. Kohteessa noudatettavista sisäilmasto-, puhtaus-, ja materiaaliluokista laaditaan kirjallinen tiedote, joka jaetaan työmaan jokaiselle työntekijälle.*
- 4. Sisäilmastoluokituksen sekä rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkien toteutumisen kannalta keskeisille urakoitsijoille (ainakin rakennus-, maalaus- ja LVIS-urakoitsijat) ja työntekijöille järjestetään ennen töiden aloittamista koulutustilaisuus, jossa heille selvitetään kohteen sisäilmastotavoitteet ja niiden toteutumiseksi noudatettavat ohjeet ja tehtävät. Koulutuksen järjestämisestä on sovittava esim. urakkarajaliitteessä. Myös hankkeeseen myöhemmin tulevien urakoitsijoiden ja työntekijöiden koulutuksesta on huolehdittava. (Rakennuskone.fi. s.a.)*

Jokaisen työntekijän tulee havaitessaan kosteudenthallintaan liittyvä riskitekijä ilmoittaa siitä välittömästi työnjohdolle. Tähän tulee työmaalla tehdä toimiva käytäntö. Kosteusteknisiin havaintoihin tulisi työmaalla asettaa samanlainen ilmoitusvelvollisuus kuin työturvallisuushavainnoissa on käytössä. (Kosteudenthallinta.fi.) Tähän voi olla toimintatapana esimerkiksi jokaiselta työntekijältä vähintään yksi pakollinen kosteudenthallintaan liittyvä havainto viikossa, jolloin työntekijä varmasti tarttuu huomaamaansa havaintoon, jotta saa pakolli-

sen tavoitteen täytettyä. Lisäksi tulee pakostikin pienempiä havaintoja ja kehitysideoita kyseisen työmaan kosteudenhallintaan. Havainnot voi olla myös sitottuja tulospalkkioon kannustaen runsaisiin havaintoihin.

Jos rakennusaikaisessa kosteuden- ja puhtaudenhallinnassa ilmenee epäkoh-
tia tai poikkeamia, tulee niihin reagoida asiaankuuluvine toimenpiteineen mah-
dollisimman nopeasti. Poikkeamat ja niiden korjaamiseksi tehdyt toimenpiteet
kirjataan myös rakennustyön tarkastusasiakirjaan, jotta niihin liittyvät epäilyt
voidaan jäljittää ja tutkia tarvittaessa myös jälkikäteen. Näin varmistetaan, että
kosteuden- ja puhtaudenhallintaa ei laiminlyödä eikä rakennusaikaisista poik-
keamista aiheudu terveydellistä haittaa rakennuksen tuleville käyttäjille. Jos
esimerkiksi poikkeamana on se, että rakennusmateriaali minkä ei ole kosteu-
denhallintasuunnitelmassa sallittu kastuvan, kastuu kuitenkin jostain syystä,
on toimenpiteenä oltava kyseisen vaurioituneen materiaalin vaihtaminen vauri-
oitumattomaan, uuteen materiaaliin. Rakennusaikaiset poikkeamat ja tapah-
tuma kirjataan tarkastusasiakirjaan. (Sisäilmayhdistys 2017.)

Kaikista mahdollisista poikkeustapauksista kuten esim. rakennusaikaisista
kastumisista ja niihin liittyvistä mittausdokumenteista, havainnoista sekä teh-
dyistä korjaavista toimenpiteistä tehdään asianmukainen dokumentointi pro-
jektipankkiin. Nämä rakennusaikana tehdyt dokumentit ovat avuksi rakennuk-
sen elinkaaren aikana. Jos esimerkiksi jollain valmiin rakennuksen alueella
havaitaan epämääräistä hajua tai käyttäjillä sisäilmaoireita, voidaan tehdystä
dokumentaatiosta etsiä mahdollisia rakennusaikaisia poikkeamia kyseisellä
alueella. Dokumentaation avulla voidaan selvittää havainnon syy ja tehdä tar-
vittavat korjaustoimenpiteet.

4.2.5 Käyttöönotto, ylläpito ja käyttö

Rakennuksen käyttöönottovaiheessa rakennuksen järjestelmien toimivuus tar-
kistetaan. Tuleville käyttäjille pidetään käytön opastus ja annetaan käyttäjälle
rakennuksen huoltokirja.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määrätty, että uudisrakennukselle, jota käy-
tetään työskentelyyn tai asumiseen, on laadittava käyttö- ja huolto-ohje eli

huoltokirja. Huoltokirja on oltava tehty ja tarkistettavissa rakennusvalvontaviranomaisen suorittamassa lopputarkastuksessa. (Ympäristöministeriö 2016.)

Huoltokirjasta tulee ilmetä rakennuksen käytön, kunnossapidon ja huollon lähtötiedot sekä niihin liittyvät tehtävät ja tavoitteet. Huoltokirjassa otetaan huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttötarkoitus. Myös laitteiden ja rakennusmateriaalien tai rakennusosien suunniteltu käyttöikä tulee huomioida huoltokirjassa. Erityisesti huomioitavia asioita kosteudenhallinnan näkökulmasta on salaojien ja sadevesiviemäreiden, vesikaton vesirännien, julkisivujen ja LVI järjestelmien toimivuus sekä oikeat siivoustavat. (Ympäristöministeriö 2016.)

Huoltokirja koostuu rakennusaikaisilta osapuolilta koottavista asiakirjoista ja ohjeista, jotka rakennuslupaan määritelty vastuuhenkilö luovuttaa rakennuksen käyttäjälle. Rakennuksen käyttäjä pitää huoltokirjaa käyttöohjeena ja se tukee rakennuksen hoito- ja huoltotyötä sekä niiden valvontaa. (Ympäristöministeriö 2016.)

Huoltokirjan asiantuntevalla ja asianmukaisella käytöllä päivittämisellä saavutetaan rakennukselle määritellyt terveet asumisolosuhteet, laitejärjestelmien ja rakenteiden suunnitellut käyttöiät sekä hyvä energiatalous, rakennuksen koko elinkaaren ajaksi. (Ympäristöministeriö, 2016.)

Ympäristöhallinnon mukaan käyttö- ja huolto-ohje suositellaan laadittavaksi siten, että siitä ilmenee:

- *kiinteistön omistus, laajuus, tilat käyttötarkoituksineen ja päärakenteet*
- *kiinteistön rakentamiseen osallistuneiden yhteisöjen ja henkilöiden yhteystiedot*
- *rakenteiden ja laitteiden hoidon, huollon ja kunnossapidon tehtävät*
- *keskeisten huoltokohteiden ja tilojen paikantamistiedot*
- *tavoitteelliset sisäolosuhteet, hoidon laatutason ja järjestelmien käyttöarvot*
- *sisä- ja ulkopuolisten rakenteiden pintamateriaalit*
- *käyttöikätaavoitteet kustannuksiltaan merkittävälle rakenteille ja rakennusosille*
- *kustannuksiltaan merkittävien kunnossapitokohteiden kunnossapitojaksot ja –tehtävät*
- *korjauspäiväkirjan ylläpito ja vuosikustannusten seuranta*
- *toimintaohjeet poikkeus- ja häiriötilanteissa.*

- *Lisäksi huoltokirjan liitteeksi kootaan kaikkien kiinteistöön asennettujen rakennusosien, materiaalien ja laitteiden hoito-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet paikantamistiedoin. Kuhunkin huoneistoon toimitetaan huoneiston käyttöohjeet ja huoltokirjan käyttöohjeet luovutetaan kiinteistön omistajalle*

(Ympäristöministeriö 2016.)

5 TERVEEN RAKENNUKSEN TAVOITTEIDEN JA KOSTEUDEN HALLINAN TASON MÄÄRITTELY

Rakennushankkeeseen ryhdyttäessä tulee määrittellä terveeseen rakennukseen tähtäävät tavoitteet ja rakennusprosessin aikana toteutettavat toimenpiteet.

Tavoitteiden määrittelyn tärkeitä asioita ovat; tulevan rakennuksen kosteusriskiluokka, rakennuksen sisäilmastoluokka, rakennusaikaisen kuivaketjun toteutuminen, rakennusaikainen puhtausluokka ja rakennusmateriaalien päästöluokka. (Rakennustieto.fi.)

Seuraavissa alaotsikoissa 5.1 – 5.5 käydään läpi nämä terveen rakennuksen tavoitteiden määrittelyt ja toimenpiteet tarkemmin.

5.1 Kosteusriskiluokka

Kosteudenhallinnan tavoitetaso määritellään kosteusriskiluokilla, joita on alla olevan kuvan 5 mukaisesti jaoteltuina kolme eri tasoa R1, R2 ja R3. Näiden riskitasoluokkien mukaisesti saadaan rakennushankkeen osapuolet kiinnittämään tarpeeksi huomiota rakennushankkeen oikeanlaiseen riskien hallintaan, sekä niiden selvittämiseen ja ymmärtämiseen.

Kosteusriskiluokat

<i>Hankkeen vaativuus</i>	<i>Kosteus-riskiluokka</i>	<i>Esimerkkejä</i>
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusrasitus (mm. uimahallit, kostutetut tilat, pakkasvarastot) tai ovat muuten kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erittäin vaativia.
Normaalia vaativampi	2	Normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Koulut ja päiväkodit.
Normaali	1	Tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennuksia (normaalimenettely) Rakennukset, joissa on ihmisiä vain satunnaisesti tai rakennuksen suunniteltu käyttökä elinkaari on normaalia lyhyempi (kevennetty normaalimenettely).

Kuva 5. Kosteusriskiluokat. (RIL 250-2011. 2011, 28.)

Kosteudenhallinta.fi sivuston mukaan kosteudenhallinnan vaativuusluokan määrittelyssä otetaan huomioon asiat mitkä vaikuttavat määriteltyyn turvallisuuteen kosteusvaurioiden välttämiseksi. Määrittelyn lähtökohtia ovat rakennuksen terveellisyys- ja sisäilmastovaatimukset, käyttöikätaavoite sekä korjauskohteiden vaativuus. Huomioitavia asioita ovat rakennuksen sisäpuolinen kosteusrasitus sekä ulkopuolinen kosteusrasitus kuten meri, kasvillisuus, viistosade ja rakennuksen muodot.

Kosteusriskiluokan mukaisesti määritellään rakentamisen kosteudenhallinnan tavoitteet. Näitä tavoitteita ovat mm. vaadittavat kosteudenhallintatoimenpiteet kuten suunnittelun- rakentamisen- ja sääsuojauksen taso.

Kosteusriskiluokassa R1 käytetään kosteudenhallinnassa normaalimenettelyä. Kosteusriskiluokassa R2 käytetään pääasiassa normaalimenettelyä ja tarvittaessa myös tehostettuja menettelytapoja. Kosteusriskiluokassa R3 tulee käyttää tehostettua menettelyä.

Toimenpiteet normaalissa menettelyssä ovat mm. seuraavat:

- kosteusriskiarvio ja -analyysi
- kosteudenhallintasuunnitelma
- suunnittelun ja toteutuksen tasot oltava hyviä
- normaali laadunvarmistus

- huolto-ohjeet ja niiden asiantunteva ja hyvä noudattaminen rakennuksen käyttövaiheessa
- käyttö on hyvin opastettu

Toimenpiteet normaalia suuremmissa kosteusriskiluokan rakennuksissa ovat edellä mainittujen lisäksi:

- syvällinen riskianalyysi ja analyysipohjainen kosteudenhallinnan suunnittelu
 - pätevyyden varmistaminen kaikilta toimijoilta (AA pätevyys)
 - teknisten ratkaisujen syvällinen suunnittelu sekä toteutus
 - rakennusvaiheen toteutuksessa käytetään ulkopuolista laadunvarmistusta
 - työmaan kosteudenhallinta on tehostettua
 - talotekniikan ja rakennustekniikan toimivuuden ja yhteensopivuuden analysointi eri suunnittelualojen kesken
 - ulkopuolinen taho tarkastaa suunnitelmat
 - ulkopuolinen laadunvarmistus rakennusosien ja valmisosien tuotannossa
 - käyttöönotto, käytönaikainen seuranta, valvonta ja huolto ovat tehostettua
 - tiedonkulku tehostettua
- (RIL 250-2011.)

5.2 Rakennuksen sisäilmastoluokka

Valmiin rakennuksen sisäilmastoluokka määritellään kolmeen luokkaan S1, S2 ja S3. Näistä luokka S1 on sisäilmastoluokaltaan vaativin. Sisäilmastoluokkien S1 ja S2 välisenä erona on lähinnä lämpöolosuhteet siten, että S1-luokassa ei yllämpenemistä synny ja tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sisäilmastoluokassa S1 tulee rakennuksessa olla koneellinen jäähdytys. Koulurakennus tulee olla sisäilmastoluokaltaan S1 tai S2. Usein koulurakennus missä ei ole suurempaa toimintaa koulujen kesälomien aikana määritellään luokkaan S2, koska koneelliselle jäähdytykselle ei juurikaan ole tarvetta. S3-sisäilmastoluokan rakennus voi olla esimerkiksi teollisuusrakennus.

Seuraavassa kuvassa 6 kuvataan S1, S2 ja S3 sisäilmastoluokille määritellyt olosuhteet.

Sisäilmastoluokkien kuvaukset.

S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista tai tarvittaessa määritellä jonkin suureen arvo.

Kuva 6. Sisäilmastoluokkien kuvaukset. (Säteri 2008.)

Tavoitetasot S1, S2 ja S3 määrittävät myös jo rakennuksen toteutusaikaisen vaatimustason kuten rakennustyön suorittamisen puhtausluokan tasoissa P1 tai P2. Seuraavassa kuvassa 7 ilmenee terveen talon tavoitetason S1 ja S2 vaatimustasot koko rakennushankkeen prosessin ajan. Taulukossa on esitetty vain tavoitetasot S1 ja S2, koska S3-tasolla ei suurempia vaatimuksia ole määritetty. S3-tasossa tulee kuitenkin huomioida sopimuksissa ja rakennusasiakirjoissa kuten esimerkiksi rakennusselostuksessa määritellyt rakennusai- kaiset toimintatavat. Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukainen hyvä ja huolellinen rakennustapa tulee toteutua S3-tasossa myös.



Kuva 7. Terveen talon tavoitetasot ja osakokonaisuuksien vaatimustasot. (Rakennustieto.fi.)

5.3 Rakennusaikainen kuivaketju

Rakennusprosessin kosteudenhallintaan on kehitetty toimintamalli, josta käytetään nimitystä **Kuivaketju10**. Kuivaketju10-toimintamallin mukaisesti rakennettaessa hallitaan ja todennetaan luotettavasti kosteusriskit kaikissa rakennusprosessin vaiheissa. Kuivaketjulla varmistetaan rakennuksen kosteusriskien hallinta materiaalien tuotantolaitoksilta aina valmiiseen käyttöönotettuun rakennukseen asti, käsittäen koko rakennuksen elinkaaren. Toimintamalliin sisältyy Kuivaketju10-riskilista ja toimintaohje missä esitetään kymmenen usein esiintyvää kosteusriskiä. Kuivaketju10 toimintamallia käyttämällä pystytään välttämään yli 80 % kosteusvaurioista ja niistä aiheutuvista välillisistä kustannuksista (Kuivaketju10.fi).

Tilaajan tehtävät Kuivaketju10-rakentamisessa ovat:

- tehdä päätös toteuttaa hanke Kuivaketju10-toimintamallin mukaisesti,
- hankkia rakennushankkeelle suunnittelusta ja urakoitsijasta ulkopuolinen kosteudenhallintakoordinaattori,
- määritellä Kuivaketju10-toimintamallin käyttö suunnittelu- ja urakke-tarjouspyyntöihin sekä sopimusasiakirjoihin pakollisena vaatimuk-sena,
- osan suunnittelupalkkiosta sitominen Kuivaketju10-toimintamallin onnistumiseen (käytetään poikkeuksellisen vaativissa hankkeissa),
- osan urakkapalkkiosta sitominen Kuivaketju10-toimintamallin onnis-tumiseen (käytetään poikkeuksellisen vaativissa hankkeissa),
- realistisen aikataulun antaminen suunnittelu-, työmaa- ja käyttöönot-tovaiheisiin.

Tilaaaja = rakennushankkeeseen ryhtyvä

Kuivaketju10.fi sivuston mukaan kuivaketjun riskilista on seuraava:

- | | | | |
|-----------|--|------------|--|
| 1. | Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita. | 6. | Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja. |
| 2. | Sadevesi pääsee tunkeutu-maan ulkoseinärakenteen sisälle. | 7. | Huonosti toteutetussa märkä-tilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet. |
| 3. | Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuoto-kohdista yläpohjaan. | 8. | Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltu-misen. |
| 4. | Kosteutta siirtyy ilmansulku-kerroksen vuotokohdista ulko-seinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi. | 9. | Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa raken-nuksen. |
| 5. | Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimää-räistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin. | 10. | Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti. |

Lisäksi riittämätön kokonaisaikataulu haittaa Kuivaketju10 tavoitteiden onnis-tumista merkittävästi. Kuivaketju10-toimintamallia käytettäessä saavutetaan

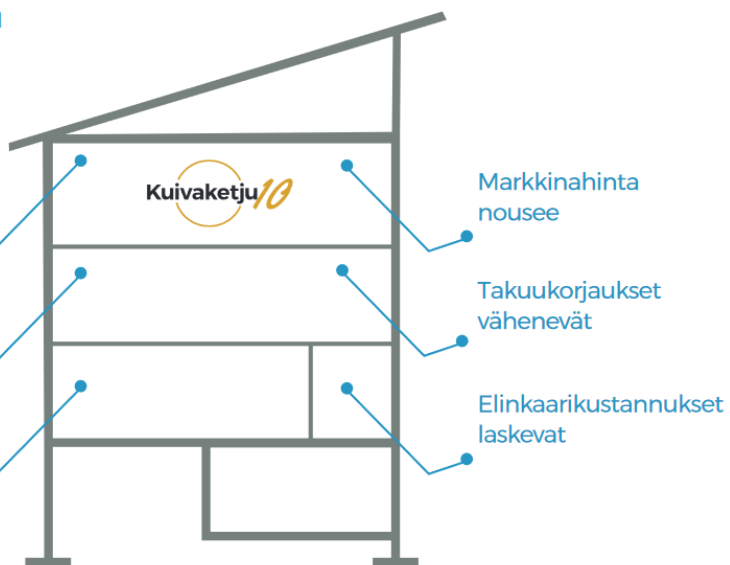
valmiiseen rakennukseen merkittäviä hyötyjä, kuten seuraavasta kuvasta 8 ilmenee.

Mitä Kuivaketju10:llä saavutetaan?

Estetään keskeisimmät kosteusriskit

Vältetään yli 80 % kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista

Kuivaketju10-taloissa merkittävästi vähemmän kosteusvaurioita



Kuva 8. Mitä kuivaketju10-toimintamallilla saavutetaan. (Kuivaketju10.fi.)

Kuivaketju10-toimintamallin mukainen kosteusriskien hallinta sisältää koko rakentamisprosessin, johon kuuluu oleellisena osana työmaa-aikainen kosteudenhallinta. Erityisen tärkeää on materiaalien varastointi ja rakennettavan rakennuksen sääsuojaus.

Tilaajan tulee määrittellä rakennettavan rakennuksen ja rakennusmateriaalien sääsuojaus urakka-asiakirjoihin toteutettavaksi pakollisena. Myös sääsuojauksen taso tulee määrittellä selkeästi rakennusselostuksiin ja piirustuksiin. Sääsuojauksesta on hyvä piirtää erillinen rakennuspiirustus, missä esitetään yksityiskohtaisesti suojauksen taso. Ratkaisevassa roolissa rakennustarvikkeiden kosteudenhallinnassa on myös rakennustarvikkeiden oikea-aikainen toimitus työmaalle.

Ruokolahden koululla tehdyn suunnitteluajankautaisen tutkimuksen ja muiden vastaavien työmaiden havainnoin mukaan rakennettavan rakennuksen sääsuojaukselle tulee määrittellä tarkka alkua- ja loppuajankohta, mitkä ovat sidottu etukäteen määriteltyyn rakennusvaiheeseen. Määritellyt ajankohdat voi vaihdella rakennuksen pääasiallisen rakennustavan mukaisesti. Sääsuojauksen

määritelty asennusajankohta voi olla esimerkiksi, kun yläpohjan ontelolaatat on asennettu ja vesikaton tekemistä varten tarvittavat materiaalit on nostettu ontelolaattojen päälle. Sääsuojausten purkamisajankohta kannattaa määrittellä siten, että rakennuksen ulkovaippa on täysin vedenpitävä. Vesikatto ja julkisivu tulee olla vesipellityksiä myöten rakennettu valmiiksi. Jos sääsuojausten alkua ja loppuajankohtaa ei ole asiakirjoihin määritelty, voi urakoitsija pitää sääsuojausta itse määrittelemänsä ajan, mikä tehtyjen havaintojen mukaan saattaa aiheuttaa riskejä rakentamisen laadulle. Urakoitsijan tulee kuitenkin joka tapauksessa rakentaa hyvien rakennustapojen mukaisesti.

5.4 Rakennusaikainen puhtausluokka ja käytön aikainen siivous

Rakennusaikaisen puhtausluokan tavoite on se, että varmistetaan rakennuksen tilojen olevan puhtaat tilaajalle luovutettaessa, eikä sisäilmaan kulkeudu rakennusaikaisia epäpuhtauksia käytön aikana.

Rakennusaikainen puhtausluokka voidaan määrittellä kahteen eri puhtausluokkaan, mitkä ovat P1 ja P2. Näistä P1-puhtausluokka on vaativampi, siinä on asetettu mm. käytettäville pölyntorjuntamenetelmille, siivoukselle, materiaalien varastoinnille ja valmiin rakennuksen puhtaudelle tarkkoja vaatimuksia.

Terve talo kriteerien mukaan sisäilmastoluokkaan S1 ja S2 määritelty rakennus tulee aina rakentaa P1-puhtausluokassa. Rakennusaikana työvaiheissa tehdään ilmanvaihtotöitä, tulee S1-tasossa rakentaa aina P1-puhtausluokassa (kts. kohta 5.2 rakennuksen sisäilmaluokka).

Rakennusaikaisen puhtausluokan toteutukseksi suoritetaan tarkastuksia, joissa mitataan pölykertymä prosenttia. Pölykertymämittauksissa voidaan käyttää apuna INSTA 800 standardin mukaista menettelyä. Tässä menetelyssä pintojen pölykertymä mitataan geeliteippimenetelmää apuna käyttäen. Luotettavan tuloksen saamiseksi pölykertymämittaus tehdään noin kaksi tuntia siivouksen jälkeen, jotta ilmassa oleva pöly ehtii laskeutua pinnoille. Alla olevasta kuvasta 9 ilmenee pölykertymämittauksen raja-arvot arvioitavilla pinnoilla sekä tarkastusajankohta. (Rakennuskone.fi.)

TARKASTUSAJANKOHTA	ARVIOITAVAT PINNAT	PÖLYKERTYMÄ %
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	<ul style="list-style-type: none"> Alakaton yläpuoli Pinnat yli 180 cm korkeudella Pinnat alle 180 cm korkeudella (pl. lattiapinnat) 	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none"> Pinnat yli 180 cm korkeudella Pinnat alle 180 cm korkeudella 	1,0
	<ul style="list-style-type: none"> Lattiapinnat 	3,0

Kuva 9. Pintojen pölytarkastus. (Rakennuskone.fi.)

Puhtausluokan P1 perusvaatimukset ja -ohjeet ovat seuraavat:

1. Ennen ilmanvaihdon päätelaitteiden suojausien poistamista ja toimintakokeiden aloittamista rakennus tulee olla puhdas.

Toimintakoe vaiheessa rakennettavissa tiloissa ei enää voi säilyttää rakennusmateriaaleja eikä jätteitä, mitkä vaikeuttavat pintojen puhdistamista. Myös pintoja suojaavat pahvit sekä muovit tulee olla poistettu, jotta pinnat voidaan tarvittavasti siivota. Toimintakoevaiheessa ei voi enää tehdä mitään pölyäviä töitä ilman erityistoimia. Sallittuja töitä on esimerkiksi paikkamaalaukset, alakattojen asennukset, ilmanvaihdon säädöt sekä -toimintakokeet ja loppusiivous.

Rakennus on vastaan- ja käyttöönotto vaiheessa niin puhdas, että rakennus voidaan ottaa käyttöön välittömästi, kun rakennus luovutetaan käyttäjälle. Tässä vaiheessa rakennus on kaikilta osiltaan puhdas eikä pinnoilla ole näkyvää likaa, pölyä, roskia tai tahroja.

2. Tarvikkeiden ja materiaalien käsittelyssä tulee ottaa huomioon se, että sisätiloihin tulevat rakennustarvikkeet ja -osat suojataan kastumiselta ja likaantumiselta kuljetuksen, varastoinnin sekä asennustyön ajan.

Rakennusmateriaalien, -osien ja tavaroiden säilytyksessä tulee huomioida hyvä varastointitapa, johon kuuluu mm., että varasto on irti maasta ja suojattu siten että sade- ja pintavedet eivät pääse vaurioittamaan varastoitavia materiaaleja. Suojaukset pidetään koko ajan ehjinä ja materiaalivalmistajien asettamat varastoinnin vaatimukset pitää täyttyä. Ma-

teriaalien asennustyöhön ryhdyttäessä on tilojen olosuhteiden ja alustojen suhteellisen kosteuden vastattava materiaalivalmistajien asettamia vaatimuksia. Tilojen olosuhteisiin kuuluu myös se, että ilma on riittävän kuiva ja puhdas. Myöskään ilmaa liikaavia töitä ei tule suorittaa rakennusosien asennuksien kanssa yhtä aikaa asennuspaikalla tai sen läheisyydessä.

Rakennusaikaiseen pölynhallintaan oleellisena osana kuuluu rakennuksessa suoritettavien eri puhtaustason työvaiheiden osastointi. Osastoinnissa tulee huomioida tarvittava ylipaineistus, jotta ympäröivistä eri puhtaustason tiloista ei kulkeudu pölyä P1-puhtausluokkaan osastoituun tilaan.

Ruokolahden koululla tehdyn etukäteistutkimuksen perusteella osastointitilaa ylipaineistettaessa tulee huomioida erityisesti se, mistä ilma otetaan ylipaineistettavaan tilaan, jos ulkona tehdään pölyäviä työvaiheita, kuten esimerkiksi maansiirtotöitä on vaarana, että pölyä kulkeutuukin ylipaineistuksesta sisälle. Työmaalla havaittiin ja ohjeistettiin myös, että osastoitavan tilan koko tulee pitää riittävän pienenä, jotta ylipaineistus voidaan hallita ja osastoitavassa tilassa ei suoriteta liian monia työvaiheita yhtä aikaa. Osastoitavan tilan tiiveys ja sinne saapumisen puhtaus tulee hallita ja huomioida erityisen hyvin koko osastoinnin ylläpidon ajan.

Jos osaston sisällä tehdään pölyäviä töitä, on käytettävä työkaluja mitkä on varustettu riittävän hyvällä kohdepoistolla. Tämän lisäksi on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta ja on tarvittaessa rakennettava osastoinnin sisään toinen pienempi osastointi mistä on pölynpoistimuri. Pölynpoistimuri tulee olla varustettu HEPA-suodattimella. Kaikki rakennusvaiheessa käytettävät pölyimurit tulee myös olla varustettu HEPA-suodattimilla.

P1-tiloiksi osastoidut alueet merkitään selkeästi näkyvällä ”P1-puhtausluokan tila” merkinnällä. On myös huolehdittava, että P1-puhtausluokan tilaa ei käytetä läpikulkuun.

Siivous ja loppusiivous

Rakentamisen puhtaustavoitteiden täytyminen varmistetaan riittävällä pölynhallinnalla ja rakennussiivouksella. Rakennussiivoukseen kuuluu työnaikainen siivous, missä käytetään pääasiassa karkean jätteen imurointiin tarkoitettuja

suurtehoimureita, lapioita, tai lastoja. Harjaa ei tule käyttää missään vaiheessa rakennustyömaan siivouksessa. Käytettävät imurit tulee olla varustettu HEPA-suodattimella, missä on vähintään 99,9 % suodatus 3 µm:n hiukkasille. (Rakennuskone.fi.)

Toimintakoevalmiudessa olevat tilat siivotaan aina kun tilassa on jostain syystä syntynyt pölyä. Kun P1-puhtausluokka on osastoitu, tulee pölyävissä töissä käyttää aina kohdepoistoa. Puhtautta arvioidaan ennen toimintakoetta myös niissä pinnoissa mitkä eivät jää valmiissa rakennuksessa näkyviin, kuten alakattojen yläpuolella olevat pinnat ja hormit. (Rakennuskone.fi.)

Loppusiivousvaiheessa tulee huomioida, että puhdistetaan myös kaikki ei näkyvissä olevat pinnat joihin kuuluu mm. sähköhyllyt, -kotelot, -kourut, hormit sekä alakattojen yläpuoliset tilat. Loppusiivouksessa tulee käyttää joko HEPA-suodattimella varustettua imuria tai keskuspölyimuria. Pintoja pyyhittäessä tulee noudattaa materiaalien valmistajien ohjeita. Kovien pintojen puhdistamisessa käytetään nihkeäpyyhintää. Käytettävät puhdistusaineet tulee olla vähäpäästöisiä ja hajusteettomia. Ennen rakennuksen luovutusta tarkistetaan kaikki näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat. (Rakennuskone.fi.)

Rakennuksen käytön aikainen siivous

Rakennuksen käytönaikainen siivous tulee suunnitella ja ohjeistaa asianmukaisin siivousalan ammattilaisen laatiman käyttöohjeen mukaisesti. Siivouksen ohjeistuksessa tulee huomioida millaisia pesuaineita saa käyttää ja mitä ne saavat sisältää, sekä mitkä ovat käytettävät siivousmenetelmät. Nykytutkimusten mukaan kosteus on vain yksi osatekijä, minkä on todettu aiheuttavan rakennuksen olosuhteiden muuttumisen myrkyllisiä toksiineja aineenvaihdunnassa tuottaville mikrobeille suotuisaksi. Suomi on moniin muihin maihin verrattuna todella kuiva maa ja sisäilman suhteellinen kosteusprosentti on täällä suurimman osan vuodessa todella alhainen. On todettu, että kuivissa olosuhteissa elävät hyvin kilpailukykyiset myrkylliset homeet, jotka ovat vastustuskykyisiä rakennuksessa käytettäville biosideille eli desinfioiville aineille jotka tappavat mikrobeja. Tutkimusten mukaan ongelmarakennuksille on tyyppillistä bakteerien vähyys tai niiden kokonaan puuttuminen, mikä viittaa run-

saaseen biosidien käyttöön. Onkin käynyt niin, että pahimpien toksiinien tuottajat pääsevät lisääntymään runsaasti, koska niiden kilpailijat on tapettu. (Ahtokivi 2017.)

Siivousaineiden kostutuskemikaalit alentavat veden pintajännitystä pienentämällä pisarakokoa. Tämä pirstoo kosteuden ja homeiden myrkkypisarot sekä desinfioivat biosidit ja aiheuttaa niiden leviämisen nestesumuna laajalle alueelle tiloissa. Ilmanvaihdon aiheuttamat ilmapirrat ja ihmisten ja tavaroiden liikuminen levittävät aineita tehokkaasti sisäilmaan. Tämä altistaa myös tilojen käyttäjien keuhkot, silmät ja ihon. Tilojen käyttäjät tuleekin luopua ohjeistuksen kautta tällaisista siivoustekniikoista ja aineista sisäilman laadun turvaamiseksi. (Ahtokivi 2017.)

Myös käytettävä siivoustekniikka vaikuttaa sisäilmaan. 1990-luvulta alkaen on otettu käyttöön siivoustekniikka missä siivousaineita ei huuhdota pois vaan ne jätetään kertymään sisäpinnoille kemikaalikuormaksi. Siivousaineiden kemikaalit ovat usein hitaasti haihtuvia tai haihtumattomia, ja ne eivät poistu edes tuulettamalla. (Ahtokivi 2017.)

5.5 Rakennusmateriaalien päästöluokitus

Rakennuksissa mitkä on määritelty toteutettavaksi sisäilmastoluokkaan S1 tai S2 on käytettäville rakennusmateriaaleille määritelty erityisiä päästöluokkavaatimuksia. Sisäilmastoluokkaan S1 ja S2 määritellyt rakennukset tulee toteuttaa siten, että rakennusmateriaalien päästöluokka tulee olla pääasiassa M1-luokan materiaaleja. S1-luokkaan määritellyssä rakennuksessa M2-luokan materiaaleja voidaan kuitenkin käyttää edellytyksellä, että niitä on korkeintaan 20 % huoneen sisäpinta-aloista ja korkeintaan 1 m² huoneen lattia-m² kohden. Luokan M3-materiaaleja voidaan myös käyttää S1-sisäilmastoluokassa, mutta vain vähäisessä määrin. Vapaasti voidaan käyttää pinnoittamattomia tiiliä, luonnonkiviä, keraamisia laattoja, laseja, metalleja ja kotimaisista puulajeista valmistettuja lauta-, ja hirsipintoja. (Rakennustieto.fi.)

S2-sisäilmastoluokkaan määritellyssä rakennuksessa tulee käyttää pääasiassa M1- ja M2-luokan materiaaleja. M3-luokan materiaaleja voidaan käyttää enintään 20 % huoneen sisäpinnoista, kuitenkin korkeintaan 1 m² huoneen lattia-m² kohden. Vapaasti voidaan käyttää pinnoittamattomia tiili-, luonnonkivi-

keraamisia laattoja-, lasi-, metalli-, sekä kotimaisista puulajeista valmistettuja lauta-, ja hirsipintoja. (Rakennustieto.fi.)

Luokkaan M3 kuuluvat kaikki muut materiaalit, joiden epäpuhtauspäästöt ylittävät luokan M2-vaatimukset. Testaamattomille materiaaleille ei myönnetä mitään luokitusmerkkiä. (Rakennustieto.fi.)

Materiaalit luokitellaan päästöluokkiin M1, M2 tai M3. Päästöluokat määräytyvät seuraavan kuvan 10 mukaisesti.

Taulukko 4. Luokan M1 vaatimukset.

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC) on alle 0,2 mg/m²h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
 - Formaldehydin (H₂CO) emissio on alle 0,05 mg/m²h.
 - Ammoniakkin (NH₃) emissio on alle 0,03 mg/m²h.
 - IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m²h.
 - Materiaali ei haise (hajuun tyytymättömien osuus on alle 15 %).
 - Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.
-

Taulukko 5. Luokan M2 vaatimukset.

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC) on alle 0,4 mg/m²h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
 - Formaldehydin (H₂CO) emissio on alle 0,125 mg/m²h.
 - Ammoniakkin (NH₃) emissio on alle 0,06 mg/m²h.
 - IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m²h.
 - Materiaali ei haise merkittävästi (hajuun tyytymättömien osuus on alle 30 %).
 - Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.
-

Kuva 10. Materiaalien päästöluokitusten määrittely. (Rakennustieto.fi.)

6 RAKENNUSAIKAISET RESURSSIT SISÄILMANÄKÖKULMASTA

Rakennuttajan tehtäviin kuuluu huolehtia siitä, että rakennushanke suunnitellaan ja rakennetaan niin, että tuleva rakennus välttyy sisäilmaongelmilta kuten kosteusvaurioilta. Rakennuttajan velvollisuuksiin kuuluu huolehtia, että käytössä on riittävä määrä osaavia hallinnollisia sekä teknisiä resursseja ja vastuhenkilöt on nimetty.

Hallinnollisiin tehtäviin kuluu mm. sopimustekniikka, tiedonkulku ja vastaanotomenettelyt. Teknisiin laatutekijöihin kuuluu mm. kaavoitus, kasvillisuus, tulevan rakennuksen vaipan tiiveys ja ilmanvaihtojärjestelmät ja niiden toimivuus. (Kosteudenhallinta.fi.)

Rakennuttajan on siis varattava asetettuihin laatuvaatimuksiin nähden riittävät resurssit rakennuksen suunnitteluun sekä toteutukseen. Kaikilla suunnittelu ja toteutusvaiheilla huomioidaan rakennushankkeen laajuuteen nähden osaava tekijä sekä laadunvarmistus. Rakennushankkeen osatekijöiden puhtaus- ja kosteudenhallinta muodostuu jokaisen osatekijän vastuusta. Rakennuttajan tulee antaa myös realistinen aikataulu sekä kustannusvaraus rakentamisen puhtauden- ja kosteudenhallintaan. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 12.)

Rakennuttajan tulee urakkakyselyvaiheessa varmistaa määriteltävillä kelpoisuusehdoilla, että valittavalla urakoitsijalla on hankkeen laajuuteen ja vaativuuteen nähden riittävä osaaminen, toimiva laadunhallintajärjestelmä ja tarvittavat resurssit. Urakoitsijan riittävä osaaminen voidaan määritellä referensseillä. Laadunhallinnan ja henkilöstön kelpoisuusvaatimuksia määritellään ympäristöministeriön ohjeissa sekä maankäyttö- ja rakennuslaissa. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 12.)

Kosteuden- ja puhtaudenhallinta on osa laadunvarmistusta mikä lähtee jokaisen rakennushankkeeseen osallistuvan vastuusta. Jokaisen rakennushankkeeseen osallistuvan toteuttajan tulee toimissaan huolehtia vastuullisesti kosteuden- ja puhtaudenhallinnasta.

Rakennuttajan tulee kuitenkin lisäksi nimetä hankkeelle hankkeen laajuuden ja vaativuuden mukaan riittävä määrä valvojia. Valvojien tehtäviin kuuluu muiden toimien ohella mm. puhtaus- ja kosteusteknisen toteuttamisen laadun valvonta. Jotta valvonta olisi tehokkaampaa on rakennushankkeelle syytä laatia erillinen valvontasuunnitelma.

Hankkeen laajuuteen ja vaativuuden arvioinnin kautta valvojia nimetään tarvittavasti rakennusteknisen rakennuttajan päävalvojan lisäksi erityisalueille, joita ovat LVIA- ja sähkö. Laajuus- ja vaativuusarvioinnin kautta hankkeelle nimitetään tarvittaessa myös ulkopuolinen kosteudenhallintakoordinaattori. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 12.) Kosteudenhallintakoordinaattorin käyttöä on syytä harkita jo melko pienessäkin rakennushankkeessa. Kosteudenhallinnan koordinaattorin tulee olla suunnittelusta ja urakoitsijasta riippumaton ulkopuolinen taho. Kosteudenhallintakoordinaattorilla tulee myös olla rakennusvalvojan

pätevyys tai suoritettu RTA tutkinto. Rakennushankkeen laajuuden ja vaatimuksen arvioinnin myötä rakennuttaja voi tarvittaessa lisäksi hankkia ulkopuolisen suunnitelmien tarkastajan.

Valvontaan kuuluu, että kosteudenhallintasuunnitelma on laadittu asianmukaisesti ja että sitä myös noudatetaan koko rakennusprojektin ajan. Valvojien tehtäviin kuuluu myös se, että suunnittelijat ja toteuttajat on noudatettavat määriteltyjä menettelyitä sekä asetettuja tavoitteita. Alla oleva kuva 11 esittää kosteudenhallintakoordinaattorin tehtäviä rakennushankkeessa.

Koordinaattorin tehtävänä on:	
✓ Valvoa ja ohjata Kuivaketju10:n toteutumista koko rakennusprosessin ajan.	✓ Osallistua säännöllisesti työmaakokouksiin.
✓ Varmistaa kirjaukset toimintamallin käytöstä suunnittelu- ja urakkatarjouspyyntöihin sekä lopullisiin sopimuksiin.	✓ Raportoida toimintamallin toteutuksen etenemisestä tilaajalle, rakennusvalvontaan ja RALAAan.
✓ Varmistaa ja hyväksyä suunnittelijoiden tarkentama riskilista ja todentamishje sekä todentamishjeen riittävä huomioiminen suunnittelussa.	✓ Varmistaa ja hyväksyä urakoitsijan suorittaman riskikohtien toteutuksen todentaminen ja dokumentointi.
✓ Osallistua pääurakoitsijan työmaaorganisaation perehdyttämiseen todentamishjeeseen ja siihen liittyviin suunnitelmiin.	✓ Arvioida yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa toimintamallin onnistuminen.

Kuva 11. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävät kuivaketju10-toimintamallin ja terveessä rakentamisessa. (Kuivaketju10.fi.)

7 TUTKIMUS

Tutkimusmenetelmän avulla on pyrkimys löytää vastaus tutkimuskysymykseen ja saada luotettavia tuloksia. Tutkimuskysymykseen saadaan parhaiten vastaus laadullisen tutkimuksen keinoin ja tutkimusstrategiaksi valikoitui tapaustudkimus.

Tutkimusstrategian valikoitumiseen oli syynä tutkimusongelma ja sen selvittämiseen käytettävissä olevat keinot. Tapaustudkimuksen tarkoituksena on ymmärtää jotain ilmiötä syvällisemmin (Metsämuuronen 2006, 91). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on pyrkiä luomaan näkemys terveeseen talon rakentamisesta Ruokolahden kunnalle.

7.1 Tutkimusmetodi ja aineiston analysointi

Aineiston hankkimisen metodiksi valittiin alan ohjeistukset, kirjalliset teokset sekä havainnointi ja rakennustyön aikana tapahtunut kehittäminen Ruokolahden uuden koulun rakentamisessa. Kerättävän aineiston on tarkoitus vastata tutkimuskysymyksen teemaan mahdollisimman tarkasti.

Kerättävä aineisto pyrittiin kohdentamaan mahdollisimman tarkasti tutkimuskysymykseen, miten rakennuttaa terve rakennus. Aineistoa tutkimalla ja lukeamalla pyrittiin saamaan esiin oikeat toimintatavat tavoitteeseen pääsemiseksi. Tutkimuksen luotettavuus ilmenee sillä, että tutkimustulokset vastaavat ilmiötä ja ovat näin totuuden mukaisia (Kananen 2015, 353). Luotettavuutta arvioidaan reliabiliteetin ja validiteetin avulla.

Reliabiliteetti tarkoittaa tulosten toistuvuutta. Tämä pystytään toteamaan sillä, että saadaan eri tutkimuslähteistä sekä havainnoimalla kohdetta samoja tuloksia ja näin pystytään minimoimaan tutkimuksen mahdolliset virheet (Metsämuuronen 2006, 58). Tässä työssä reliabiliteetti saavutettiin tutkimalla monia eri kirjallisuuden lähteitä sekä havainnoimalla tapaustutkimuksen kohdetta ja sen prosessissa ilmenneitä tutkimuskysymykseen liittyviä asioita huolellisesti. Tutkimuskysymykseen soveltuvat tutkimustulokset pyrittiin kirjoittamaan tutkimusraporttiin mahdollisimman tarkasti ylös, joka mahdollistaa sen tulosten todentamisen myöhemmin.

Validiteetilla taataan se, että tutkimuksella selvitetään täsmällisesti se mitä tutkimuksella on tarkoitus selvittää (Metsämuuronen 2006, 56). Tutkimusmenetelmä valittiin tutkimusongelman mukaan ja valitun menetelmän avulla saadaan luotettavia tuloksia, näin pyritään varmistamaan validiteetti.

7.2 Lähtökohdat

Case Ruokolahden koulu alkoi entisen, v.1972 rakennetun ja nyt jo puretun Ruokolahden kirkonkylän koulun sisäilmaongelmilla. Koulu oli saneerattu sisäpintojen ja IV-laitteiston osalta peruskorjausohjelmissa vuosina 1997 – 2009. Suurimmat korjaukset ajoittuivat vuosille 2007 – 2009 jolloin uusittiin talotekniikka liittyvine rakenteineen, liikuntasali, keittiö sekä kotitalous- ja teknisen

työn luokat. Peruskorjausohjelman lähtökohtana oli vuonna 2004 tehty rakennuksen kuntoarvio. Peruskorjauksen yhteydessä tuli myös pääosin painovoimainen ilmanvaihto saattaa määräyksissä vaadittavalle tasolle, toteuttamalla koneellinen ilmanvaihto. Peruskorjaukset tulivat maksamaan miljoonia euroja.

Muutama vuosi peruskorjauksen jälkeen ilmeni, että muutamat työntekijät ja oppilaat kokivat saneeratussa koulurakennuksessa sisäilmasta johtuvaa oireilua. Tämän johdosta koulun sisäilman laatua alettiin vuonna 2014 tutkia henkilöittäin kohdentuvalla oirekyselyllä. Oirekyselyjen perusteella todennettiin rakenteelliset jatkotutkimustarpeet. Tutkimukset kohdistuivat tilojen rakenteiden kuntoon, lisäksi sisäilman laatua tutkittiin aistinvaraisesti ja mikrobi- ja VOC-näyttein sekä rakenteiden tiiveysmittauksin. Myös ilmanvaihtojärjestelmää ja sen hygieniaa tarkasteltiin. Myöhemmin oirekysely toteutettiin myös oppilaille.

Tutkimustuloksina todettiin, että sisäilmaa heikensivät useat eri tekijät. Toimenpiteinä suositeltiin rakennuksen rakenteiden epäjatkuvuuskohtien tiivistystä, ilmanvaihdon tasapainotusta ja siivouksen tehostamista. Tulosten perusteella suositeltiin myös rakennuksen rakenteiden uusimista kosteusteknisesti toimiviksi. Tämän uuden sisäilma-asioita huomioonottavan kuntotutkimuksen perusteella vuonna 2015 käynnistettiin rakennukselle tarkempi korjaustarveselvitys.

Uuden korjaustarveselvityksen perusteella rakennukselle annettiin kolme eritasoista toimenpidevaihtoehtoa. Peruskorjausvaihtoehtoista kevyin vaihtoehto oli tiivistyskorjaus missä lähinnä rakenteiden pintapuolisia rakenteita olisi tiivistetty. Toinen vaihtoehto oli mittavampi peruskorjaus, jossa rakennus olisi purettu käytännössä runkoon asti ja rakennettu pääosin uudelleen, uusin toimivin rakenneratkaisuin. Kolmantena vaihtoehtona oli, että nykyinen koulurakennus puretaan kokonaan ja rakennetaan täysin uusi, ajanmukainen koulurakennus. Näistä kolmesta vaihtoehdosta jokainen tähtäsi rakennuksen eripituisen elinkaareen. Kevyin, rakennuksen tiivistykseen perustuva vaihtoehto olisi ollut lyhyen siirtymäkauden korjaus, jolla olisi voitu jatkaa rakennuksen elinkaarta muutaman vuoden, korjaamatta kuitenkaan varsinaisia sisäilmaongelmiin johtavia rakenteellisia syitä. Raskaan peruskorjauksen ja kokonaan uuden koulun rakentamisessa lähtökohtina oli toimiva terve rakennus, koko rakennuksen elinkaaren ajaksi. Raskas peruskorjaus vaihtoehto jättäisi kuitenkin edelleen

riskejä rakennukselle, eikä sen elinkaari olisi yhtä pitkä kuin kokonaan uudella rakennuksella.

Peruskorjausohjelman lähtökohdaksi vuonna 2004 tehty kuntotutkimus oli korjaussuosituksineen tehty muusta kuin sisäilmanäkökohdista. Nykytietämyksen mukaista osaamista sisäilma-asioihin rakennussuunnittelussa, rakentamisessa tai sen valvonnassa ei Suomessa vielä tuolloin ollut olemassa. Tästä johtuen tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa esitetty terveeseen rakentamiseen tähtäävä toiminta ei ollut peruskorjaussuunnittelun, eikä koulurakennuksen peruskorjauksen toteutuksessa millään tavalla huomioituja asioita. Tämän takia vuosina 2007 – 2009 suoritetun koulun peruskorjausohjelman jälkeen suoritetuissa uusissa sisäilma-asioita huomioivissa kuntotutkimuksissa ilmeni vanhan koulun rakenteissa paljon epäkohtia. Tämä johti uusien kuntotutkimusten valossa siihen, että Kirkonkylän koulun korjaus sisäilmaltaan terveeksi rakennukseksi vaatisi taas erittäin mittavan saneerauksen.

Kunnanhallitus ja -valtuusto käsitteli asian ja päätyivät viranhaltioiden esitettyä vaihtoehtot siihen, että oppilaille järjestetään mahdollisimman nopeasti väistötilat, vanha Ruokolahden kirkonkylän koulu puretaan ja rakennetaan samalle paikalle kokonaan uusi Ruokolahden koulu. Koulu päätettiin rakentaa entiselle paikalleen toiminnallisista syistä olevan päiväkodin, liikuntahallin, urheilukentän ja rakennettavan koko kuntaa palvelevan keskuskeittiön yhteyteen, muodostaen yhtenäisen toiminnallisen kampusalueen. Uuden koulun toteuttaminen mahdollisti suunnittelun lähtökohdaksi uusien opetussuunnitelmien mukaiset oppimisympäristöt, mitkä palvelevat Ruokolahden kunnan alueella asuvia kaikkia peruskoulun ja varhaiskasvatuksen oppilaita. Koulu on suunniteltu 400:lle oppilaalle ja sen kokonaisalaksi tulee 6394 m² ja tilavuudeksi 28730 m³. Lähtökohdiana suunnittelulle oli uusien opetussuunnitelmien mukaiset terveet oppimisympäristöt sekä koko koulurakennuksen monipuolinen käyttö vauvasta vaariin. Tehdyn taloudellisen selvityksen mukaan keskittämällä kunnan opetustoiminta yhteen kouluun saa kunta syntymään opetustoiminnassa säästöjä, joilla pystytään kattamaan osa rakennettavan uuden koulun kustannuksista. Uusi kampus turvaa yhdenvertaiset oppimisympäristöt kaikille ruokolahtelaisille perusopetusta saaville.

7.3 Tutkimustulokset

Nykyään rakennusten sisäilmaongelmat ovat avanneet näkemään rakentamisen laadun merkityksen aivan uudella tavalla. Laadullinen rakennuksen rakentaminen, suunnittelu, toteutus ja valvonta onkin saanut uusia näkökohtia terveen rakentamisen ymmärryksen lisääntymisen johdosta. Teoriaosuudessa käydyn kokonaisuuden avulla pystytään mieltämään se, että terveeseen rakennukseen pääsemiseksi on huomioitava koko rakentamisen ketju, aina hankesuunnittelusta rakennukseen käyttöön ja ylläpitoon asti, huomioiden koko rakennuksen elinkaari. Missään hankkeen vaiheessa ei voi olla heikkoja lenkkejä. Avainasiana rakennuttajan tulee huolehtia siitä, että jokainen rakennusprosessissa työskentelevä henkilö, suunnittelijasta rakentajaan ja loppukäyttäjään asti, on sitoutunut terveen rakennuksen tavoitteisiin.

Usein luullaan ja puhutaan, että terveeseen rakennukseen päästään, kun huolehditaan rakentamisvaiheen kosteudenhallinnasta. Tämän tutkimustyön tuloksena ilmenee kuitenkin se, että terveeseen rakentamiseen tähtäävässä toiminnassa tulee ottaa huomioon monia muitakin asioita kuin vain rakennusaikea kiven kosteuden hallinta.

Ruokolahden koulun rakentamisprosessissa huomioitiin terveeseen rakennukseen tähtäävä toiminta hankesuunnittelusta lähtien. Tähän tavoitteeseen vaikutti suuressa määrin se, että vanha koulu jouduttiin hylkäämään ja purkamaan rakennuksessa ilmenneiden rakenteellisten puutteiden ja sisäilma-ongelmien vuoksi. Suunnittelun lähtökohdiksi määriteltiin tulevan rakennuksen sisäilmastoluokka ja rakennusaikaisen toteutuksen taso sekä keskeisimmät toimenpiteet, joilla terve rakennus saavutetaan.

Suunnitteluvaiheessa pidettiin suunnittelukokouksen pöytäkirjoissa erillistä **terveellinen rakentaminen** pykälää. Näin saatiin suunnittelun aikana esiin tulleet terveellisen rakentamisen näkökohdat hallitusti huomioonotettua suunnitelmiin ja urakkalaskenta-asiakirjoihin. Suunnittelijat ottivat huomioon tilaajan hankesuunnittelussa asettamat ja suunnittelukokouksissa esiin tulleet terveen rakentamisen toimenpiteet. Näitä tilaajan hankesuunnittelussa asettamia toimenpiteitä oli esimerkiksi rakentaminen P1-tasossa ja sääsuojateltassa. Myös sisäilman kannalta nykyisin tiedossa olevia riskirakenteita ja -materiaaleja

määriteltiin vältettäväksi. Näitä ovat esimerkiksi sandwich-elementit, betoniin liimattavat muovimatot ja kaikki kuitupitoiset rakennusmateriaalit, kuten villapi-toiset akustiikkalevyt. Valtaosa koulun lattiaista toteutettiin betonin pinnoi-tusmenetelmin, alakaton akustiikkalevyt kuiduttomina M1-luokitelluin levyin ja ulkoseinien julkisivut tuulettuvilla tiili- ja levyrakenteilla. Jatkokehityksenä olisi-kin hyödyllistä tehdä suunnittelijoille ohjeistus, millaisia materiaaleja saa käyt-tää ja mitkä ovat kiellettyjä Ruokolahden kunnan kohteissa.

Rakennus määriteltiin lähtötiedoissa kengättömäksi kouluksi, sisäilmaston laa-dun turvaamiseksi. Kengättömän rakennuksen hyöty tulee, kun kengät jäte-tään vaate-eteisiin ja ulkoa ei kantaudu kosteutta, likaa tai muita epäpuhtauk-sia kenkien mukana sisälle. Kenkien mukana tulevat hiekat kuluttavat myös lattiamateriaaleja, jolloin materiaalien käyttöikä lyhenee ja aiheuttaa rakentei-den kulumista ja siivousvesien pääsemisen imeytymään rakenteisiin. Lisäksi käyttömukavuus ilman kenkiä lisääntyy. Tässä rakennuksessa vaate-eteisiin tehtiin myös lattialämmitys, mikä kuivattaa ulkoa kengissä ja vaatteissa tule-vaa kosteutta.

Suunnitteluvaiheessa Ruokolahden koulun rakentamisen resursseihin kilpailu-tettiin erillinen sisäilma- ja kosteudenhallinatakoordinaattori, jolla oli rakennus-terveysasiantuntijan tutkinto (RTA). Suunnitteluvaiheen loppupuolella ennen urakkalaskentavaihetta, kaikki tehdyt suunnitelmat tarkastutettiin tällä ulkopuo-lisella suunnittelijasta riippumattomalla sisäilma-asiantuntijalla. Suunnitelmien tarkastelussa ilmenikin joitakin korjattavia rakenteellisia asioita. Nämä liittyivät pääosin rakennuksen vaipan tiiveyteen, kuten esimerkiksi sokkelirakenteiden ilmayhteydet maaperään. Rakennesuunnittelija huomioi ja korjasi suunnitelmia rakennusterveysasiantuntijan havaintojen perusteella. Myös IV-suunnitelmat tarkastutettiin vastaavasti ulkopuolisella taholla. Suunnitelmien tarkastuttami-nen tapahtui hallitusti oikeaan aikaan ennen urakkalaskentavaihetta, jolloin näistä aiheutuvia lisä- tai muutostöitä ei enää rakennusvaiheessa tule esiin. Kaikkien suunnitelmien tarkastuttamien ulkopuolisella asiantuntijalla koettiin tärkeäksi vaiheeksi rakennushankkeessa ja siinä onnistuttiin hyvin. Tutkimus-tuloksena voidaan todeta vielä pidemmälle menevä kehitys Ruokolahden kun-nan toimintatapaan siinä, että ulkopuolisen sisäilma-asiantuntijan kannattaa pitää suunnittelijoille jo rakennussuunnitteluvaiheen alussa koulutus-/ohjeis-tustilaisuus niistä asioista, joissa hänen kokemuksensa perusteella joudutaan

eniten korjaamaan suunnitelmia. Näin saadaan myös tämä suunnitelmien korjaustyö vähenemään huomattavasti.

Rakentamisen valmisteluvaiheessa kiinnitettiin huomiota siihen, että valittavalle urakoitsijalle asetettiin kelpoisuusehdot, mitkä tukevat terveen rakentamisen tavoitteita. Urakan selvilleottolaisuudessa varmistettiin, että valittava urakoitsija täyttää kelpoisuusehdot ja on myös ymmärtänyt tilaajan terveeseen rakentamiseen asettamat tavoitteet ja sitoutuu noudattamaan niitä. Käytännössä tämä toteutettiin huomioimalla, että urakkasopimusneuvottelun pöytäkirjassa tärkeimmät terveen rakentamisen tavoitteet kirjattiin huolellisesti ylös ja pöytäkirja liitettiin sopimusasiakirjoihin. Tämän ansiosta terveeseen rakennukseen liittyvä yhteistyö rakennuttajan ja urakoitsijan välillä eteni rakennusvaiheen aikana ilman terveen rakennuksen tavoitteeseen liittyviä erimielisyyksiä tai niihin liittyviä suurempia lisätöitä. Tässä kuvattua terveen rakentamisen hankinnan toimintamallia ei Ruokolahden kunnalla aiemmin käytetty ja se toi huomattavan parannuksen rakennuttamisen toimintatapaan. Tällä toimintatavalla on suuri vaikutus rakennuksen käytönaikaiseen tekniseen taloudellisuuteen ja se vaikuttaa myös rakennuksen käyttöiän pidentymiseen. Tuloksena voidaan päätellä että, huomioimalla terve rakentaminen kaikissa hankkeen vaiheissa, saavutetaan kustannuksia alentava vaikutus, koko rakennuksen elinkaaren ajan mitattuna.

Merkittävä parannus aiempaan Ruokolahden kunnassa toteutettavaan rakennusprojektin hallintaan ja dokumentointiin tässä hankkeessa oli myös rakentamisen digitalisointi. Hankkeeseen otettiin käyttöön suunnitteluvaiheessa projektipankki, johon kaikki hankkeen suunnitelmat ja muut asiakirjat tallennettiin. Projektipankkiin tallennettiin myös hankkeen aikana havaitut kosteuden hallintaan liittyvät havainnot ja niille tehdyt toimenpiteet merkittyinä pohjapiirustuksiin sekä valokuvien. Myös hankkeen kosteudenhallintaan liittyvät mittaustulokset ja muut asiakirjat tallennettiin projektipankkiin. Projektipankki palvelee hallittua rakennuksen käyttöä ja ylläpitoa. Positiivisen kokemuksen vuoksi projektipankkia tullaan käyttämään jatkossa kaikissa Ruokolahden kunnalla toteutettavissa rakennuskohteissa.

Teoriaosuudessa esitetyn mukaisesti P1-luokassa rakentaminen tulee suorittaa puhtaassa ja kuivassa tilassa. Ruokolahden koulun rakentamisessa pidettiin ennen P1-työvaiheiden alkua tilaajan palkkaaman sisäilma- ja kosteudenhallinatakoordinaattori toimesta kaikille rakennushankkeessa työskenteleville työntekijöille ja työnjohtajille P1-rakentamisen koulutustilaisuus. Tällä varmistettiin se, että kaikki hankkeen osapuolet tietävät tilaajan asettamat terveen rakentamisen tavoitteet. Koulutuksen kesto oli noin 2-3 tuntia, lisäksi tuli sisäilma-asiantuntijan etukäteisvalmistelut ja matkat, joita kertyi lisäksi yhteensä noin 8 tuntia. Koulutus pidettiin rakennusvaiheen aikana tilaajan toimesta kolme kertaa. Hankkeen päätoteuttaja veloitettiin myös jo urakka-asiakirjoissa opastamaan P1-rakentaminen työntekijöiden perehdytyksessä. Koulutuksen kustannuksien todettiin olevan minimaaliset sen tuottamaan hyötyyn nähden. Nämä hyödyt vaikuttavat koko rakennushankkeen elinkaaren ajan. Tämä käytäntö todettiin erittäin toimivaksi ja otetaan myönteisten havaintojen perusteella käyttöön Ruokolahden kunnan rakennushankkeissa myös jatkossa.

Suunnitteluvaiheessa kohteen kosteudenhallintakoordinaattorin haastattelun perusteella rakentamisen sääsuojauksen ongelmaksi on aikaisemmissa kohteissa ilmennyt se, että sääsuojaukselle ei ole määritelty tarkkaa rakennusvaiheeseen määriteltyä pystyttämisen ja purkamisen ajankohtaa ja urakoitsijat ovat sääsuojauksen hinnan takia pitäneet rakennuksen sääsuojausta riskillään liian vähän aikaa. Haastattelun perusteella nämä riskit ovat usein konkretisoituneet rakenteiden kastumiseen ja kuivamisajat ovat tulleet ongelmiksi. Tämän tutkimuksen ansiosta tässä hankkeessa määriteltiin sääsuojaus onnistuneesti. Määritelmänä oli, kun betonirunkoisen rakennuksen ylimmät ontelolaa-tat on asennettu ja vesikaton rakentamista varten tarvittava materiaali nostettu niiden päälle, tulee rakennus suojata sääsuojateltalla, jossa on oltava sivusei-nät, alas asti. Sääsuojan purku määriteltiin rakentamisen vaiheeseen, jossa rakennuksen ulkovaippa on täysin vettä pitävä, kattorakenteineen, vesipeltei-neen, pielilautoineen ja saumauksineen. Sääsuojateltasta oli urakkalasken-taan myös piirretty toteutuspiirustus asianmukaisine selostuksineen. Näiden määritelmien ansiosta urakoitsija oli laskenut sääsuojateltan urakan kustan-nuksiin, tilaajan etukäteen määrittelemäksi ajaksi, eikä näistä kustannuksista

tai sääsuojan pystyttämisen tai purkamisen ajankohdasta tarvinnut urakoitsijan kanssa erikseen keskustella. Sääsuojaus oli näillä toimenpiteillä toimiva koko rakentamisen ajan.

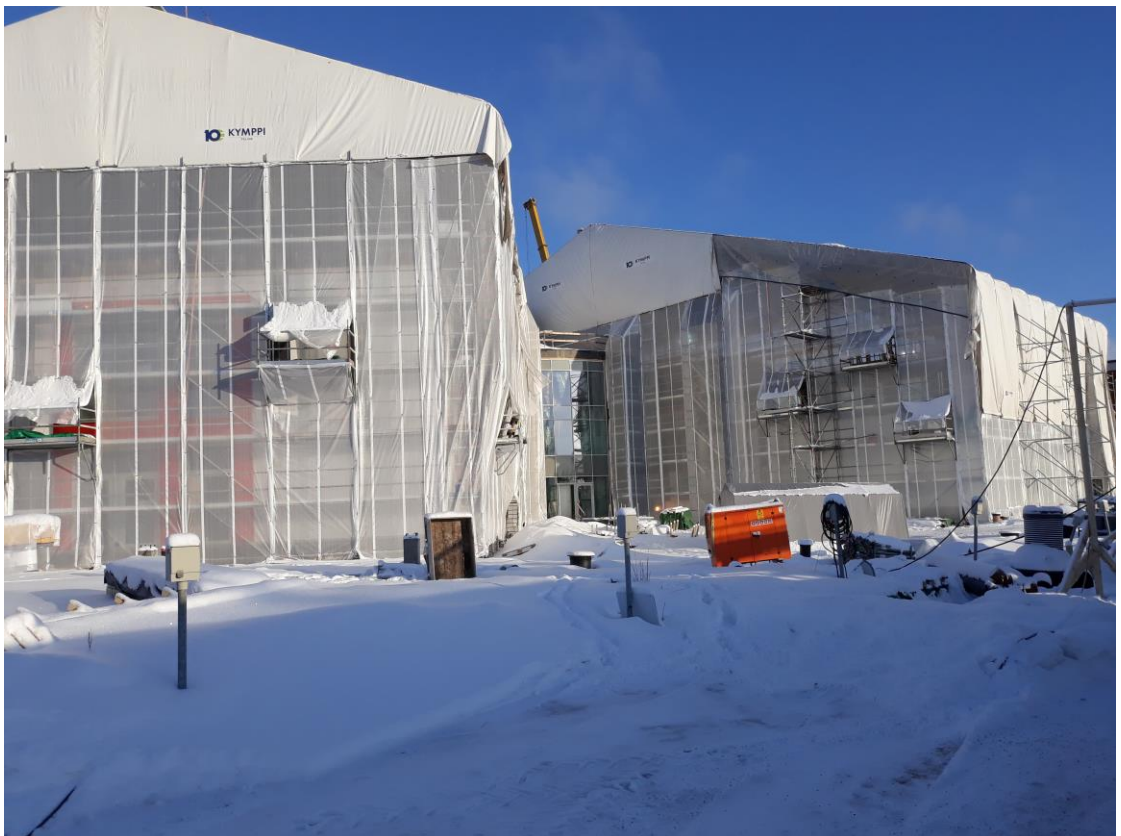
P1-työvaiheet pääsivät alkamaan teltan pystyttämisen jälkeen, kun rakennuksessa oli siihen vaadittavat olosuhteet saavutettu. Kuvassa 12, 13 ja 14 näkyvät rakentamisen sääsuoja ja sen asennusta. Rakennettava Ruokolahden koulu on kolme ”sakarainen” ja sääsuoja toteutettiin lohkoittain rakennuksen työvaiheiden mukaan.



Kuva 12. Sääsuoja lohkoon yksi asennettu ja lohkon kaksi sääsuojan sivuteliineet asennettu.



Kuva 13. Sääsuojan asennus lohkolle kolme, lohkon kaksi sääsuoja on paikoillaan.



Kuva 14. Lohkojen kaksi ja kolme sääsuojat ovat asennettuina.

Ruokolahden koulua rakennettaessa kesällä 2017 oli sää todella sateinen. Sääsuojista oli suuri apu rakentamisen kuivumisaikoihin ja muuhun toteuttamiseen. Jälkeenpäin todettiin, ettei rakennusta olisi pystytty rakentamaan terveeksi rakennukseksi vaaditussa aikataulussa, mikäli rakennukselle ei olisi määritelty sääsuojaa. Esimerkiksi seinien kuivumiset ja niiden tasoite- ja maa-laustyöt pääsivät alkamaan aikataulun mukaisesti sääsuojan ansiosta, kuten myös P1-rakentamiseen määritellyt työvaiheet. Sääsuoja mahdollistaa myös esimerkiksi vesikaton rakentamisen sekä ulkoseinien muuraus- ja levytystyöt kuivassa tilassa, ilman säästä johtuvia viivästyksiä. Lisäksi telineistä on hyötyä ulkoseinän rakentamisessa. Kuvassa 15 on sääsuoja juuri valmistunut, kuvassa näkyy myös vesikatolle nostettuja vesikaton asennukseen tarvittavia materiaaleja.



Kuva 15. Valmis sääsuoja ja vesikaton rakennusmateriaaleja suojan sisällä.

Kuvassa 16 tehdään vesikaton rakennustöitä sääsuojan sisällä talvella ja kuvassa 17 näkyy, että myös huopakaton asennus onnistuu talvella hyvin. Esimerkiksi lumitöitä ja erillisiä kuivatustöitä ei tarvitse tehdä ollenkaan, mikä helpottaa aikataulua ja tuo työvaiheeseen kustannussäästöjä.



Kuva 16. Vesikattorakenteiden rakentamista sääsuojassa.



Kuva 17. Huopakaton asennus sääsuojassa talvella.

Rakentamisvaiheessa ilmeni joitakin haasteita, mitkä vaativat erillisiä palaveri- ja selvitystilaisuuksia rakennuttajan ja urakoitsijoiden välillä. Nämä liittyivät P1-töiden yhteensovittamiseen asetetussa rakentamisen aikataulussa. Haasteelliseksi vaiheeksi koettiin, kun rakennuksen runkotyövaiheen ja sääsuojan asennuksen jälkeen päästiin aloittamaan rakennuksen sisällä tapahtuvia LVIS-työvaiheita. Tässä vaiheessa kaikkien erikoisalojen urakoitsijoiden pitää päästä aloittamaan työt sisätiloissa käytännössä yhtä aikaa. Haasteena oli, että P1-rakentaminen aiheuttaa rajoitteita päällekkäisiin työvaiheisiin, koska IV-asennukset tulee toteuttaa P1-puhtaustasossa jolloin mitään pölyäviä työvaiheita ei voi suorittaa osastoinnin sisällä yhtä aikaa. Näitä pölyäviä työvaiheita tässä vaiheessa on mm. LVI- ja sähkökannakkeiden asennukset, mitkä vaativat pölyäviä porauksia betonirakenteisiin. Tämä haaste saatiin käytännössä soviteltua neuvottelemalla ja maksamalla IV-urakoitsijalle alun viiveen aiheuttama resurssien lisäys ja ylityökustannukset aikataulun kiinnikuroimiseksi. Tämä P1-rakentamisen yhteensovittaminen helpottuu rakentamisen edetessä, kun eri alojen urakoitsijoille tulee vaihtoehtoisia asennuskohteita ja urakoitsijan suunnitteleminen tahdistaville resursseille on olemassa koko ajan keskeytymätöntä työtä. Kuvassa 18 näkyy P1-osastoinnin sisäänkäynti asianmukaisesti merkittynä.



Kuva 18. P1-osaston sisäänkäynti asianmukaisesti merkittynä.

Aikataulullisesti yhtä aikaa tehtäviä työvaiheita alussa on myös LVIS tekniikan vaatimien läpimenojen poraukset betonirakenteisiin, mitä ei P1-tilassa voi ilman erityisiä suojaustoimenpiteitä suorittaa. Tässä ilmeni hankkeen aikana ongelmia, koska kohteen IV-suunnittelija poistui LVIA-suunnittelutoimiston palveluksesta ja suunnittelutoimisto ei saanut resurssipulan takia tehtyä reikäkuvia lähtötiedoiksi siten, että ne olisivat ehtineet kiertämään reikäkiertoaikataulun mukaisesti kunnolla kommentoitavana. Reikien lähtötiedot eivät tästä syystä valmistuneet urakoitsijan, suunnittelijoiden ja rakennuttajan laatiman suunnitelma-aikataulun mukaiseen päivämäärään mennessä. Tähän vaikutti se, että suunnittelutoimisto ei saanut hankittua ajoissa korvaavaa suunnittelijaa, koska tällä alueella on alan osaavista suunnittelijoista pulaa. Reikäkuvat eivät ehtineet suunnitteluviiveen takia myöskään aina ajoissa elementtitehtaan tuotantoon ja elementtitehdas oli usein ongelmassa tuotannon kanssa. Tästä syystä reikien porauksia tuli ennakkosuunnitteluun verrattuna enemmän rakennustyömaalle, mikä aiheuttaa työmaalla hallittuja puhtaus ja kosteusteknisiä erityistoimenpiteitä rakennettaessa P1-tasossa.

Tämä suunnittelupuutteiden yhteensovittaminen hoidettiin työmaalla onnistuneesti siten, että kussakin rakennuksen osiossa ennen kyseisten tilojen LVISA-asennustöitä pidettiin työnjohdon ja asentajien välinen suunnitelmakatselmus, missä käytiin läpi asennustöiden järjestys ja yhteensovitus. Myös arkkitehti ja LVI-suunnittelija olivat näissä suunnitelmakatselmuksissa mukana. Suunnitelmakatselmuksissa huonetilojen alakattojen korkoja myös päivitettiin siten, että tekniikka saatiin mahtumaan alakaton yläpuolelle.

Alla olevassa kuvassa 19 näkyy tekniikkaa tulevan alakaton yläpuolella. Asennusjärjestys ja LVISA-tekniikassa ilmenneet yhteen törmäykset käytiin läpi suunnitelmakatselmuksessa, ennen kunkin tilan asennustöitä.



Kuva 19. Alakaton yläpuolisen tekniikan asennusta.

Suunnittelun toteuttaminen käyttämällä rakennuksen tietomallia helpottaisi huomattavasti rakennusaikaista yhteensovittamista, törmäysten välttämistä ja reikäpiirustusten toteuttamista. Tämä pitäisi kuitenkin ottaa jo suunnittelijoiden suunnitteluohjelmaan pakollisena suunnittelutarjouksia kysyttäessä. Tässä hankkeessa ei oltu hankesuunnitteluvaiheessa vaadittu suunnittelijoita tekemään tietomallinosta ja suunnittelutoimistoksi valikoitui kilpailutuksessa toimisto joka ei tietomallintamista työssään käyttänyt. Mallintaminen kuitenkin helpottaa työnaikaista toteuttamista ja sillä on työnaikaisia kustannuksia alentava vaikutus. Lisäksi työnaikaiset ennalta-arvaamattomat lisätyöt vähentyvät. Tietomallista olisi hyötyä myös yllä- ja kunnossapidolle. Tässä tulee kuitenkin kysymykseksi mallin päivittämien ja sen avautuminen päivittyvissä ohjelmissa. Tietomallintamisen osaaminen on tällä hetkellä kuitenkin jo yleistä ja useimmat suunnittelutoimistot suunnittelevat mallintamalla joka tapauksessa. Tutkimustuloksena todetaan, että jatkossa Ruokolahden kunnan vastaavanlaisissa hankkeissa vaaditaan tietomallintaminen suunnittelutyön laajuuteen.

Nykyään näiden ongelmien ratkaisuna on käytetty myös alakattojen kokonaan rakentamatta jättämistä. Tämä ratkaisu helpottaa rakennusaikaisia töitä ja laskee myös rakentamisen kustannuksia, koska alakaton rakentamisen kustannukset jäävät kokonaan pois. Lisäksi tulee myös monia välillisesti kustannuksia laskevia tekijöitä. Näitä on mm. se, että töiden yhteensovitus risteilyjen osalta helpottuu koska alakatto ei aiheuta rajoitteita. Hyötynä on lisäksi se, että alakaton yläpuolisia huolto, korjaus ja siivoustoimenpiteitä pystytään suorittamaan milloin vain rakentamisen ja rakennuksen käytön aikana. Toisaalta yläpölyjen kertyminen on ilman alakattoa suurempaa ja sen puhdistaminen työlästä ja siten myös kalliimpaa rakennuksen käyttökustannuksissa. Koulurakennuksessa yläpölyjen siivous pystytään toteuttamaan esim. koulun kesälomien aikana. Kuvassa 20. ja 21. on Espoon Martinkallion koulun sisätiloja, missä alakatot on jätetty kokonaan toteuttamatta. (Tutustumiskohde, Espoo 2017.)



Kuva 20. Alakatoton koulu 1.



Kuva 21. Alakatoton koulu 2.

Mahdollinen alakattojen pois jättäminen vaatii tilaajalta arkkitehtonisen hyväksynnän sille, että rakennuksen tekniikka on näkyvillä ja rakennuksen käytön aikaisen siivouksen kustannukset nousevat yläpölyjen siivouksen osalta. Akustiikkalevy asennetaan tässä tapauksessa ensin kattoon kiinni esimerkiksi liimaamalla ja tekniikka rakennetaan sen alle näkyviin. Tutkimustuloksena todetaan, että tätä vaihtoehtoa tulee jatkossa harkita käytettäväksi.

P1-puhtausluokassa rakennettaessa huomioon otettavaa on, että myös kaikki piiloon jäävät alueet kuten johtokourut, hormit ja rakennettavan alakaton yläpuolinen tila tulee puhdistaa. Puhtaustaso on mitattava asiaankuuluvalla tavalla ennen niiden sulkemista sisäilma- ja kosteudenhallintakoordinaattorin toimesta. Tämä huomioitiin Ruokolahden koulun rakennushankkeessa ja siinä onnistuttiin. Kuvassa 22 toteutetaan rakennusaikaista puhtauden ylläpitoa ja siivousta ennen alas lasketun katon rungon asennusta, rakennettaessa P1-

puhtausluokan rakennusta. Kuvassa olevassa rakennusvaiheessa ei ole asennettu vielä alakattoa tai sen runkoa ja siivoustyö on näin vielä mahdollista toteuttaa.



Kuva 22. Rakennusaikainen siivous ennen alas lasketun katon asennusta.

Edellä mainittujen piiloon jäävien tilojen puhtaus on tarkasti huomioitava ja myös mittauksin todennettava. Jos käytön aikana ilmenee sisäilmaongelmia mitkä todetaan johtuviksi rakennusaikaisesta epäpuhtaudesta esimerkiksi alakaton yläpuolella, missä sijaitsee paljon LVISA-tekniikkaa, olisi näiden puhdistamien jälkeenpäin todella hankalaa ja kallista. Kuvassa 23 näkyy, miten paljon alakaton yläpuolella on tekniikkaa.



Kuva 23. Tekniikkaa alakaton yläpuolella.

Pölyämättömät rakennusmenetelmät tulee huomioida kaikissa P1-rakentamisen sisätyövaiheissa. Kuvassa 24 suoritetaan lattian hiontaa pölyämättömällä menetelmällä.



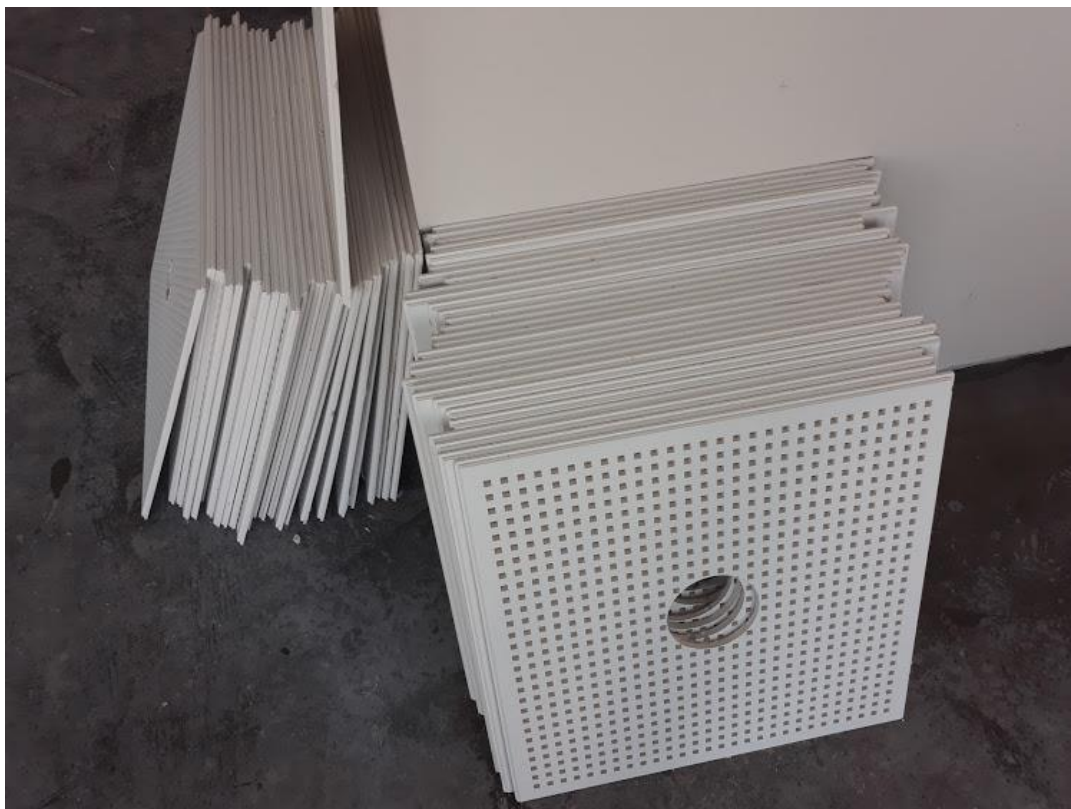
Kuva 24. Lattian hionta pölyämättömällä menetelmällä.

Kuva 25 ilmentää miten hankalaa alas lasketun katon yläpuolinen siivoustyö on enää siinä vaiheessa, kun alakaton runko on asennettu. Tämän takia puhtaustason ylläpitäminen tulee tärkeään rooliin. Pölyäviä työvaiheita ei saa sisätiloissa tässä vaiheessa enää suorittaa, ilman erityistoimenpiteitä. Ruokolahden koulun projektin tässä vaiheessa ko. tila oli siivottu ja puhtausluokan toteutuminen mittaamalla todennettu ja siinä onnistuttiin hyvin.



Kuva 25. Alakaton runko on asennettu ja yläpuolinen tila puhtaaksi todennettu.

Kuvassa 26 alakaton akustiikkalevyt ovat odottamassa paikalleen asennusta puhtaassa tilassa. Koska rakennus on tässä vaiheessa P1-puhtaustasossa pidettävä, tulee tarvittavat reiät levyihin kuten myös kaikki muut pölyävät työt tehdä muualla kuin tässä tilassa. Alakaton akustiikkalevyn materiaali on kuituvapaata M1 luokiteltua levyä.



Kuva 26. Alakaton materiaali on kuituvapaata.

P1-rakentamisen toimenpiteiden ohella huomiottiin rakennuksen vaipan tiiveys erityisellä tarkkuudella. Kaikki alapohjan ja yläpohjan läpimenojen ja liittymien suunnitelmien mukainen tiiveys varmistettiin tekemällä työn aikaisia tarkastuksia. Lisäksi rakennus tarkastetaan urakka-asiakirjoissa määritellysti hyväksytyllä tiiveysmittauksella ennen rakennuksen luovutusta tilaajalle.

Kosteudenhallinnan valvonnassa tilaaja käytti yleisten sopimusehtojen mukaisesti urakoitsijan mittaus- ja tarkastustietoja hyväkseen. Tässä kohteessa kosteusmittaukset määriteltiin otettavaksi myös seinistä, tällä varmistettiin seinätasotevalmistajien ohjearvojen täyttyminen. Työmaalla kehitetyn käytännön mukaisesti kosteudenhallintakoordinaattori määritteli pohjapiirustukseen kosteusmittauspisteet lattioihin sekä seiniin. Seinämittauspisteissä oli määritelty myös mittauspisteen korkeus. Tällä toimenpiteellä mittauspisteet määriteltiin rakenteissa paikkoihin, joissa kosteuden poistuminen oletettiin olevan hitainta. Paikat varmistettiin urakoitsijasta riippumattoman tahon toimesta. Urakoitsijalla ei ollut lupaa asentaa pintamateriaaleja ennen kosteudenhallintakoordinaattorin arviointia mittauksista. Tällä toimenpiteellä tilaaja varmisti kosteudenhallinnan toteutumisen. Kosteusmittauspisteet ja niiden mittaukselliset tulokset tallennettiin projektipankkiin erilliseen kosteudenhallintakansioon, josta ne

ovat työmaa-aikaisessa käytössä, ja sen lisäksi säilyvät dokumentoituna rakennuksen iän.

Mittaustulosten raportointi oli työmaan alkuvaiheessa toisinaan vaikeaselkoista ja siihen jouduttiin pyytämään selvennystä, koska mittaustulosraportit kirjoitettiin työmaalla ja siitä johtuen melko epäselvällä käsialalla. Tähän työmaalla kehitettiin käytäntö, jossa kosteudenmittauspöytäkirja tehtiin selkeästi tietokoneella täytettynä ja mittauspisteen paikkatieto sen liitteenä pohjapiirustukseen merkittynä. Tämä asiakirja tallennettiin urakoitsijan toimesta projekti-pankkiin.

Ruokolahden koululla lattioiden pintamateriaalit olivat lisäksi pääosin betonilattiatapinnoitteilla, joihin tilaaja oli määritellyt materiaalityyppien määrittelemiä kosteusarvoja alhaisemmat arvot jo urakkasopimusvaiheessa. Näillä jo suunnitteluvaiheessa ja työmaalla kehitetyillä valvontatoimenpiteillä, sekä tarkasti määritellyllä sääsuojauksella varmistettiin kosteudenhallinnan onnistuminen Ruokolahden koulun rakennustyössä. Näiden tilaajan toimenpiteiden lisäksi on huomioitavaa että, yleisten sopimusehtojen mukaan tilaajan valvonta ei vähennä urakoitsijan sopimuksenmukaista vastuuta eikä hyvän rakennustavan mukaista toimintaa.

Rakennuksen hyväksytyn vastaanoton jälkeen alkaa rakennuksen käyttö. Rakennuksen käytössä on tärkeää huomioida ammattitaitoinen ja osaava ylläpito. Ylläpidon merkitystä terveen rakennuksen tavoitteisiin pääsemiseksi ei voi väheksyä, joten tämäkään rakennusketjun lenkki ei saa olla muita heikompi. Jotta oikeanlainen ylläpito voidaan toteuttaa, tulee käyttäjille antaa rakennuksen käyttöön liittyvä opastus ja käyttöohjeet, sisältäen siivousohjeistus. Teoriaosuuden kohdassa 5.4. tutkitun mukaisesti siivoustyöohjeistuksessa tuulettumattomien siivousaineiden kerroksellista kertymistä kemikaalikuormaksi tulee ehkäistä ja bisideja sisältäviä siivousaineita ei tule käyttää rakennuksen käytönaikaisessa siivouksessa. Asiantuntevaan ylläpitoon kuuluu myös huoltokirjan osaava ja asianmukainen käyttö sekä päivittäminen. Tällöin saavutetaan rakennukselle määritellyt terveet käyttöolosuhteet, laitejärjestelmien ja rakenteiden suunnitellut käyttöiät sekä hyvä energiatalous, rakennuksen koko elinkaaren ajaksi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoite oli tutkia miten rakennuttaa terveellinen rakennus ja sen pohjalta kehittää Ruokolahden kunnan rakennuttamisen laatua. Työssä perehdyttiin rakennuttamiseen, sekä rakentamisen valvontaan ja sen erityispiirteisiin sisäilmaongelmien välttämiseksi. Työstä rajattiin rakennusajankäytön ohjeistus pois. Rakennusajankäyttöön ja ylläpitoon kuitenkin saatiin tutkimuksen yhteydessä hyviä lähtöarvoja, mitkä osoittavat tehtäviä jatkokehitystarpeita.

Tutkimus toteutettiin laadullisen tutkimuksen menetelmin ja tutkimusstrategiana käytettiin tapaustutkimusta. Tutkimuksessa hyödynnettiin olemassa olevaa teoriaa, sekä kerättiin tietoja ja havaintoja nykypäivän rakentamisesta. Teorian ja tapaustutkimuksen avulla tutkittiin mitä asioita nousee esille terveeseen rakennukseen pääsemiseksi. Tapaustutkimuksen avulla saatiin konkreettisia tuloksia, mitkä tuovat syvällisempää tietoa ja käsitystä terveeseen rakennukseen tähtäävään rakennuttamiseen ja rakennustyön valvontaan.

Opinnäytetyössä saavutettiin tutkimukselle asetettu tavoite ymmärtää terveeseen rakennuttamiseen tähtäävä toiminta. Työssä tutkittiin rakennuttamisen keskeisimmät huomioon otettavat seikat, joilla terveen rakennuksen tavoitteisiin päästään.

Keskeisimmät huomioon otettavat toimenpiteet tutkimustulosten perusteella ovat hankesuunnitteluvaiheessa rakennuksen kosteusriskiluokan, rakennusajankäytön kuivaketjun ja puhtausluokan sekä valmiin rakennuksen sisäilmasto- ja päästöluokan määrittäminen. Määrittelyt tulee huolehtia suunnitteluasiakirjoihin ja urakkasopimukseen liitettäväksi. Niiden tulee toimia aukottomasti koko rakentamisprosessin sekä rakennuksen elinkaaren ajan.

Suunnitteluvaiheessa rakennuttajan tulee hankkia sisäilma- ja kosteudenhallintakoordinaattori rakennuttajan resursseihin, joka toimii mukana projektissa rakennuksen käyttöönottoon asti. Suunnittelutyön alussa sisäilma- ja kosteudenhallintakoordinaattorin tulee antaa kokemuksiansa perusteella opastus suunnittelijoille terveeseen rakentamiseen mahdollistavista suunnittelun pe-

rusteista. Tällä toimenpiteellä pyritään takaamaan suunnittelutyön onnistuminen ilman myöhemmin tarvittavia korjauksia tai lisätöitä. Terveen rakentamisen rakenteellisia ratkaisuja voitaisiin tutkia syvällisemmin.

Rakentamisen valmistelussa huolehditaan sopimusteknisin toimenpitein valitavan urakoitsijan kelpoisuus ja sitoutuminen rakennuttajan asettamiin terveen rakentamisen tavoitteisiin. Hyvänä keinona todettiin urakkasopimusneuvotteluissa terveen rakennuksen keskeisimpien tavoitteiden läpikäynti ja näiden asioiden huolellinen kirjaaminen urakkasopimusneuvottelu pöytäkirjaan. Pöytäkirja liitetään urakkasopimukseen.

Rakentamisen aikana tulee P1-rakentamisen koulutus järjestää rakennuttajan toimesta pakollisena kaikille rakennushankkeeseen osallistuville henkilöille, myös myöhemmin tuleville. Tällä toimenpiteellä saadaan tilaajan asettamat terveen talon näkökohdat toteutettua. Rakennuttajan järjestämän työntekijöiden koulutukseen osallistuminen tulee määritellä jo urakkalaskenta aineistossa urakoitsijan velvollisuuksiin. Näin mahdollistetaan ja edesautetaan työntekijöiden sitoutumista tilaajan asettamiin terveen rakentamisen tavoitteisiin.

Tutkimustuloksena luotiin menettely missä työmaalle määritellään kosteudenhallintaan liittyvien havaintojen ilmoituskäytäntö. Käytäntönä jokaisen työmaalla työskentelevän henkilön pitää tehdä vähintään yksi pakollinen kosteudenhallintaan liittyvä havainto viikossa. Tällä ilmoitusmenettelyllä saadaan kosteuden hallinnan taso parantumaan työmaalla huomattavasti. Nämä havainnot johtavat isompien havaintojen poistuttua aina entistäkin tarkempiin havaintoihin ja toimenpiteisiin. Havainnot kirjataan ja niistä saadaan täsmällisiä työmaakohtaisia parannuksia kosteudenhallintaan, sekä myös laajempia kehitysideoita. Havaintojen määrä voi olla myös sidottu tulospalkkioon millä kannustetaan havaintojen tekemiseen.

Rakennuksen sääsuojaus sekä sen oikea-aikainen ylläpito todettiin avainasiaksi rakennettaessa tervettä rakennusta. Myös rakennusaikaisen kuivaketjun toteutuminen tulee onnistua aukottomasti. Näillä seikoilla vältetään rakennusaikaiset kosteusvauriot ja mahdollistetaan rakennuksen kuivuminen määritellyssä aikataulussa.

Rakennussiivouksen ja P1-tason puhtaana pysymisen tärkeys korostuu tutkimuksessa korkealle prioriteetille. Varsinkin piiloon jäävien alueiden oikea-aikainen puhdistus ja puhtauden toteaminen mittaamalla nousi usein tutkimuksessa esiin. P1-osastoinnin onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä on hyvä ennakkosuunnittelu, aikataulutusta ja töiden yhteensovittaminen. Erityisesti reikäkuvien tärkeys todettiin avainasiaksi. Jatkokehityksenä tulee Ruokolahden kunnan toteutettaviin kohteisiin vaatia suunnittelijoilta suunnitteluohjelmaan rakennuksen tietomallintaminen, joka edesauttaa töiden yhteensovittamisen, rakenteiden ja tekniikan törmäyksien sekä läpimenoreikien onnistumiseen ratkaisevasti.

Tutkimuksessa tuli esiin vaihtoehtoisena toimintatapana alakattojen kokonaan poisjättäminen, joka helpottaisi työnaikaista toteutusta ja onnistumista varsinkin P1-rakentamisessa. Tällä on myös monia hyötyjä rakennuksen käytön aikana, koska tekniikka on koko ajan havaittavissa ja helposti huollettavissa. Tosin alakatottomuus lisää käytönaikaista yläpölyjen siivousta ja siihen liittyviä käyttökustannuksia. Yläpölyjen siivous olisi kuitenkin koulurakennuksissa kesäloman aikana hyvin aikataulullisesti toteuttavissa. Tätä vaihtoehtoa tulee jatkossa hankekohtaisesti harkita.

Projektipankin käyttö suunnittelun alusta rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon asti havaittiin tärkeäksi asiaksi terveeseen rakennukseen pääsemiseksi. Projektipankkiin saadaan tallennettua kaikki rakentamiseen liittyvät asiakirjat sekä työn aikaiset dokumentit kaikkien hankkeeseen osallistuvien käytettäväksi. Tämä palvelee myös käytönaikaista ylläpitoa ja huoltoa. Projektipankki auttaa työmaalla kehitetyllä hyvin hoidetulla dokumentoinnilla myös hyvän kosteudenhallinnan toteuttamista, niin rakennustyön kuin käytön aikana.

Tutkimuksessa havainnoitavan rakennustyön aikana tuli esille monia rakennusmateriaaleja, joita terveeseen rakentamiseen pääsemiseksi tulee välttää. Jatkokehityksenä on Ruokolahden kunnalle tehtävä rakennussuunnittelijoille annettava ohjeistus, missä kielletyt materiaalit on lueteltu.

Ruokolahden koulusta suunniteltiin sisäilman laadun turvaamiseksi kengätön rakennus. Tämän ansiosta lika ei kantaudu sisätiloihin, siivoustyö helpottuu ja

lattiamateriaalien käyttöikä pidentyy, sekä rakennuksen käyttömukavuus parantuu.

Koska rakennuksen oikeanlainen ja asiantunteva käyttö ja ylläpito ovat tutkimustulosten perusteella terveen rakennuksen onnistumisessa yhtä tärkeää kuin oikeanlainen rakentaminen, tulee jatkotoimenpiteenä ennen Ruokolahden koulun valmistumista huolehtia rakennuksen käyttäjien opastus ja ohjeistus. Ohjeistuksessa tulee suunnitella mm. oikeanlaiset siivousmenetelmät ja siivousaineet.

Rakennuksen huolto-ohjekirjan käyttö ja sen ylläpito tulee olla asiantuntevaa. Huoltokirjaan laaditaan myös ennakkohuolto-ohjelma sekä rakennusmateriaalien ja talotekniikan käyttöikä tulee huomioida. Jatkotoimenpiteenä Ruokolahden kunnan teknisten palveluiden tulee tehdä myös henkilöstöratkaisut rakennettavan koulun ammattitaitoisen ylläpidon takaamiseksi. Talon käyttöönoton jälkeen talon terveyttä tulee seurata toiminnallisesti sekä tekemällä käyttäjille kysely miten terveeksi talo koetaan.

Uskon että tämän opinnäytetyön avulla pystytään ymmärtämään sisäilmaongelmiin johtaneita syitä syvällisemmin ja saadaan parannettua rakennuttamisen laatua sisäilmaongelmien välttämiseksi. Tutkimustuloksena saatiin Ruokolahden kunnalle terveeseen rakennuttamiseen tarvittava hankevaihekohtainen ohjeistus.

LÄHTEET

- Ahtokivi, I. 2017. Ei vain kosteus ja homeet - pilaamme sisäilman myös omin toimin. Verkkouutiset. Saatavissa: <https://www.verkkouutiset.fi/ei-vain-kosteus-ja-homeet-pilaamme-sisailman-myos-omin-toimin-69855/> [viitattu 9.3.2018].
- Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas, miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja.
- Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja.
- Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2013. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Jaskari, K. 2017. Rakentajan ammattilypeys kunniaan - Ministerin neljä lääkettä rakentamisen tason parantamiseen. *Yle uutiset*. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9915498> [viitattu 12.11.2017].
- Junnonen, J-M. 2012. Työmaavalvojan vastuut ja tehtävät teoksessa Rakentajainkalenteri 2012, 58. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120302.pdf> [viitattu 28.5.2017].
- Kiiras, J & Tammilehto, S. 2014. Kiinteistökehitys. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.
- Korhonen, P. 2011. 70-luvulla tehtiin kurjimmat talot - milloin parhaat. *Taloussanomat* 29.1.2011. Saatavissa <http://www.taloussanomat.fi/asuminen/2011/01/29/70-luvulla-tehtiin-kurjimmat-talot-milloin-parhaat/20111152/310> [viitattu 28.4.2017].
- Kosteudenhallinta.fi. Ympäristöministeriö, Rakennusteollisuus, Mittaviiva Oy, Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/> [viitattu 2.2.2018].
- Kuivaketju.fi. Ympäristöministeriö, Rakennustarkastusyhdistys RTY ry, Rakli, SKOL, Rakennusteollisuus, RALA. Saatavissa: www.kuivaketju10.fi [viitattu 2.2.2018].
- Metsämuuronen, J. (toim.) 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Putus, T., Länsikallio, R. & Ilves, V. 2017. Koulutus-, kasvatus- ja tutkimusalan sisäilmatutkimus 2017. Turun yliopisto ja Opetusalan ammattijärjestö. Saatavissa: <https://www.oaj.fi/cs/oaj/Sisailmatutkimus%202017> [viitattu 12.1.2018].
- Reijula, K., Ahonen, G., Alenius, H., Holopainen, R., Lappalainen, S., Palomäki, E. & Reiman, M. 2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Espoo: Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu.

Rakennuskone.fi. Teknisen kaupan ja palveluiden yhdistys ry. Saatavissa: <https://www.rakennuskone.fi/p1-koskevat-ohjeet/> [viitattu 12.1.2018].

Rakennustieto.fi. Rakennustieto Oy. Saatavissa: www.rakennustieto.fi [viitattu 12.12.2017].

RT 16-11121. Helsinki: Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11121> [viitattu 14.1.2018].

RT 10-11107. Helsinki: Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11107> [viitattu 14.1.2018].

Sahlstedt, S. & Koskenvesa, A. Kuivana rakentaminen – opas rakentamisen kosteudenhallintaan. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry.

Sisäilmayhdistys. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Terve-Talo-kriteerit> [viitattu 12.1.2018].

Säteri, J. Sisäilmaluokitus 2008 Sisäympäristön uudet tavoitearvot. Sisäilmayhdistys. Saatavissa: <http://whm12.louhi.net/~sisailma/wp-content/uploads/2013/03/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf> [viitattu 26.12.2017].

Ympäristöhallinto. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen/Kiinteiston_kaytto_ja_huoltoohje [viitattu 12.1.2018].

Ympäristöministeriö. Asetus 782/2017.

Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/> [viitattu 12.1.2018].

Ympäristöministeriö. Saatavilla: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/03/Kuivaketju10-Tilaaminen_20170308.pdf?x70712 [viitattu 12.1.2018].

Ympäristöministeriö. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen/Kiinteiston_kaytto_ja_huoltoohje [viitattu 2.2.2018].

KUVALUETTELO

- Kuva 1. Rakennusvalvonnan tavoitteiden muodostuminen. Sivu 5.
- Kuva 2. Kosteuden hallinnan osapuolet. Sivu 8.
- Kuva 3. vastuullinen ja asiantunteva rakentaminen. Sivu 9.
- Kuva 4. Kosteudenhallinnan pääkohdat. Sivu 10.
- Kuva 5. Kosteusriskiluokat. Sivu 17.
- Kuva 6. Sisäilmastoluokkien kuvaukset. Sivu 19.
- Kuva 7. Terveen talon tavoitetasot ja osakokonaisuuksien vaatimustasot. Sivu 20.
- Kuva 8. Mitä kuivaketju10-toimintamallilla saavutetaan. Sivu 22.
- Kuva 9. Pintojen pölytarkastus. Sivu 24.
- Kuva 10. Materiaalien päästöluokitusten määrittely. Sivu 28.
- Kuva 11. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävät kuivaketju10-toimintamallin ja terveessä rakentamisessa. Sivu 30.
- Kuva 12. Sääsuoja lohkon yksi asennettu ja lohkon kaksi sääsuojan sivutelineet asennettu. Sivu 38. Valokuvat Jari Leppänen.
- Kuva 13. Sääsuojan asennus lohkolle kolme, lohkon kaksi sääsuoja on paikoillaan. Sivu 39.
- Kuva 14. Lohkojen kaksi ja kolme sääsuojat ovat asennettuina. Sivu 39.
- Kuva 15. Valmis sääsuoja ja vesikaton rakennusmateriaaleja suojan sisällä. Sivu 40.
- Kuva 16. Vesikattorakenteiden rakentamista sääsuojassa. Sivu 41.
- Kuva 17. Huopakaton asennus sääsuojassa talvella. Sivu 41.
- Kuva 18. P1-osaston sisäänkäynti asianmukaisesti merkittynä. Sivu 42.
- Kuva 19. Alakaton yläpuolisen tekniikan asennusta. Sivu 44.
- Kuva 20. Alakatoton koulu 1. Sivu 45.
- Kuva 21. Alakatoton koulu 2. Sivu 46.
- Kuva 22. Rakennusaikainen siivous ennen alas lasketun katon asennusta. Sivu 47.
- Kuva 23. Tekniikkaa alakaton yläpuolella. Sivu 48.
- Kuva 24. Lattian hionta pölyämättömällä menetelmällä. Sivu 48.
- Kuva 25. Alakaton runko on asennettu ja yläpuolinen tila puhtaaksi todennettu. Sivu 49.
- Kuva 26. Alakaton materiaali on kuituvapaata. Sivu 50.