

# TERVE TALO -KOORDINAATTORIN TYÖKALU

Otto Kannainen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2012

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) KANNIAINEN, Otto	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 02.04.2012
	Sivumäärä 55	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi TERVE TALO -KOORDINAATTORIN TYÖKALU		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KONTTINEN, Jukka		
Toimeksiantaja(t) Finmacon Oy Keski-Suomi		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tavoitteena oli luoda terve talo -koordinaattorin työkalu, apuväline, jolla voidaan varmistaa terveen talon kriteerien toteutumista rakennushankkeessa. Työkalua voidaan käyttää sekä uudis- että korjausrakennushankkeiden laadunvarmistuksessa. Työn toimeksiantajana oli Finmacon Oy Keski-Suomi, rakennetekniikkaan erikoistunut konsulttitoimisto. Opinnäytetyön tuloksena syntyvää työkalua oli tarkoitus käyttää ensimmäisen kerran heti sen valmistuttua Huh-tasun koulukeskuksen rakennushankkeessa.</p> <p>Työn alussa on käsitelty terveen talon toteuttamisen osatekijöitä. Kulmakivenä työlle ovat oppaat Terveen talon toteutuksen kriteerit 2003 sekä Sisäilmastoluokitus 2008.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi työkalu, joka koostuu terve talo -koordinaattorin työssä tarvittavista tarkastuslistoista ja materiaalista, jota tarkastuslistojen tarkastamisessa tarvitaan. Kaikki materiaali on koottu sähköiseen hakemistoon ja se on linkitetty Excel-pohjaisiin tarkastuslistoihin, jolloin se on helposti käytettävissä. Työkalu on omiaan tehostamaan terve talo -koordinaattorin työtä. Se toimii samaan aikaan sekä tietopankkina, tarkastustyökaluna että dokumentointivälineenä.</p> <p>Työkalua tullaan käyttämään jatkossa mahdollisesti laajemminkin Fmc Groupin, konsernin, johon Finmacon kuuluu, sisällä. Työkalu on omiaan lisäämään toimeksiantajan kilpailukykyä terve talo -asiantuntijapalveluita tarjottaessa. Siitä olisi myös helppo kehittää versio rakennesuunnittelijoiden käyttöön ohjeeksi ja materiaalipankiksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat)  Terve talo, sisäilmasto, sisäilma, kosteudenhallinta, puhtaudenhallinta		
Muut tiedot Liitteenä opinnäytetyössä syntyneet tarkastuslistat, 14 sivua. Varsinainen opinnäytetyössä syntynyt työkalu on tarkoitettu vain toimeksiantajan käyttöön, joten se jätetään salaisena julkaisematta.		



Author(s) KANNIAINEN, Otto	Type of publication Bachelor´s Thesis	Date 02.04.2012
	Pages 55	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title TOOL FOR HEALTHY HOUSE COORDINATOR		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) KONTTINEN, Jukka		
Assigned by Finmacon Oy Keski-Suomi		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to create a tool which can be used in building projects to ensure the quality in accordance with the targets of healthy house. The tool can be used in both new buildings and reconstruction projects. The assigner of this study was Finmacon Oy Keski-Suomi, engineering office which is specialized in structural engineering. The company's purpose was to use this tool first time in the building project of the Huhtasuo school centre. The building work of Huhtasuo school centre started early in the year 2012.</p> <p>The components of healthy house building have been described in the beginning of the thesis. The keystones of the thesis are the following sources: Terveen talon toteutuksen kriteerit 2003 and Sisäilmastoluokitus 2008.</p> <p>The outcome of the thesis was a tool that consists of material and checklists needed in healthy house coordinator´s work. All the material has been put together to a directory. The material has been connected with the Excel formed checklists, which means the material can be used easily and it is better available. The tool will help the coordinator of healthy house to work more effectively than earlier. It can be used for three different purposes at the same time: it works as a databank, checking tool and documentation system.</p> <p>Finmacon Oy Keski-Suomi is a part of Fmc Group. The tool created during this thesis will be used in the whole concern in the future. The purpose of the tool is to raise competitiveness of the company in accordance with offering healthy house expert services.</p>		
Keywords  Healthy house, microclimate of room, indoor air, humidity control, purity control		
Miscellaneous The checklists created in this thesis are in appendixes, 14 pages. The proper tool created in this thesis is destined for assigner´s use only. That´s why it is not published with thesis.		

## SISÄLTÖ

1	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	4
1.1	Työn toimeksiantaja ja tarve.....	4
1.2	Terve talo -koordinaattorin asema rakennushankkeessa .....	4
1.3	Opinnäytetyön tavoite.....	5
2	TERVEEN TALON TOTEUTTAMINEN.....	6
2.1	Yleistä .....	6
2.2	Sisäilmaston tavoitearvot .....	7
2.3	Sisäilmastoluokat .....	9
2.4	Terveen talon kriteerit.....	10
2.5	Hyvän sisäilman osatekijät .....	11
2.5.1	Kosteudenhallinta .....	11
2.5.1.1	Yleistä .....	11
2.5.1.2	Kosteudenhallintasuunnitelma .....	12
2.5.1.3	Eri suunnittelualojen merkitys kosteudenhallinnassa .....	13
2.5.1.4	Kosteudenhallinta hankkeen vaiheissa .....	14
2.5.2	Työmaan puhtaudenhallinta.....	17
2.5.2.1	Yleistä .....	17
2.5.2.2	Rakennus- ja ilmanvaihtotöiden puhtaudenhallinta.....	18
2.5.2.3	Puhtaudenhallintasuunnitelma .....	19
2.5.3	Päästöluokiteltujen materiaalien käyttö.....	20
2.5.4	Ilmanvaihto .....	20

2.6	Osapuolten vastuut terveen talon toteuttamisessa.....	21
2.6.1	Rakennuttaja.....	21
2.6.2	Suunnittelijat .....	22
2.6.3	Pääurakoitsija .....	22
3	TERVE TALO- KOORDINAATTORIN TYÖKALUN RAKENTAMINEN ....	22
3.1	Lähtötilanne.....	22
3.2	Tarkastuslistojen laatiminen .....	24
3.2.1	Tarkastuslistojen luonnostelu.....	24
3.2.2	Hankesuunnitteluvaiheen tarkastuslista.....	25
3.2.3	Suunnitteluvaiheen tarkastuslista .....	26
3.2.3.1	Yleiset asiat.....	26
3.2.3.2	Perustukset, alapohja ja piha-alueet .....	26
3.2.3.3	Välipohjat .....	27
3.2.3.4	Vesikatot .....	27
3.2.3.5	Ulkoseinät .....	28
3.2.3.6	Ikkunat ja ovet .....	28
3.2.3.7	Pintamateriaalit ja kalusteet .....	29
3.2.3.8	Märkätilat.....	29
3.2.3.9	Talotekniikka .....	30
3.2.4	Rakentamisen valmistelu- / rakentamisvaiheen tarkastuslista ....	30
3.2.5	Rakentamisvaiheen tarkastuslista .....	31
3.3	Materiaalin kerääminen .....	32
3.4	Materiaalin ja tarkastuslistojen yhdistäminen .....	33

4	POHDINTA JA YHTEENVETO.....	36
4.1	Haasteet.....	36
4.2	Tavoitteiden toteutuminen .....	37
4.2.1	Opinnäytetyön onnistuminen .....	37
4.2.2	Oma ammatillinen kehittyminen.....	38
4.3	Työkalun käyttö ja jatkokehitys.....	39
	LIITTEET .....	42
	Liite 1 TARKASTUSLISTA NRO 1 .....	42
	Liite 2 TARKASTUSLISTA NRO 2 .....	43
	Liite 3 TARKASTUSLISTA NRO 3 .....	50
	Liite 4 TARKASTUSLISTA NRO 4 .....	53
	 KUVIOT	
	KUVIO 1. Terveen talon peruspilarit .....	8
	KUVIO 2. Tarkastuslista nro. 1.....	25
	KUVIO 3. Lähdemateriaalin hakemistorakenne.....	34
	KUVIO 4. Esimerkki lähdetiedostojen nimeämisestä.....	35
	KUVIO 5. Lähdemateriaalin yhdistäminen tarkastuslistoihin .....	36

# 1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1 Työn toimeksiantaja ja tarve

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli rakennetekniikkaan erikoistunut konsultti-toimisto Finmacon Oy Keski-Suomi. Yrityksen toimialaan kuuluvat uudis- ja peruskorjaushankkeiden rakennesuunnittelu sekä asiantuntijapalvelut. Suoritin rakennusinsinööri opintoihini liittyvän toisen harjoittelu- ja kesätyöjakson Finmaconilla, joten oli luontevaa aloittaa opinnäytetyön tekeminen samaan yritykseen, kun sitä mahdollisuutta tarjottiin.

Finmacon on ollut mukana useissa terve talo -hankkeissa rakennesuunnittelijana. Opinnäytetyön laatimishetkellä Finmacon oli mukana mm. Huhtasuon koulukeskuksen rakennushankkeessa sekä rakennesuunnittelijana että terve talo -koordinaattoripalvelun tarjoajana. Tämän opinnäytetyön tuloksena syntyvää terve talo -koordinaattorin työkalua oli tarkoitus käyttää jo kyseisessä hankkeessa.

Terve talo -koordinaattorin keskeisenä materiaalina, johon koko työ perustuu, ovat Sisäilmayhdistyksen laatimat sisäilmastoluokitukset ja terveen talon toteutuksen kriteeristö. Ne ohjaavat ratkaisuihin, joilla saavutetaan hyvä sisäilma. Oikeiden ratkaisujen saavuttamiseksi tarvitaan kuitenkin tueksi paljon muuta materiaalia, jota ovat mm. RT-kortisto, rakentamismääräyskokoelma ja RIL:n julkaisut. Hankkeen edetessä huomattiin, että terve talo -koordinaattorin työn suorittamisessa tarvittavan materiaalin hallinta on haasteellista sen runsauden ja hajallaan olemisen vuoksi.

## 1.2 Terve talo -koordinaattorin asema rakennushankkeessa

Rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa on päätettävä terve talo -asioista yleisellä tasolla eli tullaanko hankkeessa noudattamaan terveen talon toteutuksen kriteereitä ja ohjeita. Kun päädytään ratkaisuun, jossa valmiin ra-

kennuksen sisäilmaston laatutason halutaan täyttävän terveen talon sisäilmaston tason S1 tai S2, on rakennuttaja vastuussa tämän toteutumisesta. Rakennuttajan avuksi voidaan palkata ulkopuolinen asiantuntija, joka huolehtii, että terveen talon toteutuksen kriteereitä noudatetaan rakennushankkeessa. (RT 07-10805 2003, 3.) Tähän tehtävään palkatusta ulkopuolisesta asiantuntijasta käytetään usein termiä terve talo -koordinaattori, jota termiä käytetään myös tässä opinnäytetyössä.

Käytännön tehtäviä, joilla kriteereiden noudattamista voidaan varmistaa, ovat eri osapuolten ohjeistaminen, suunnitelmien tarkastaminen alkaen tavoitteiden asettamisesta sekä työmaalla tehtävät tarkastukset. Ohjeistaminen voidaan jakaa suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja työmaahenkilökunnan ohjeistamiseen. Suunnitelmien tarkastaminen koskee kaikkien suunnittelualojen suunnitelmien tarkastamista mukaan lukien pääurakoitsijan tuotantosuunnitelmat. Työmaalla tarkastetaan suunnitelmien ja toteutuksen yhdenpitävyys sekä suoritetaan puhtauskokeet. (Tanttu 2011.)

### 1.3 Opinnäytetyön tavoite

Tämän työn tavoitteena oli saada toimeksiantajana olevan yrityksen käyttöön työkalu, joka yksinkertaistaa terve talo -koordinaattorina toimivan henkilön työtä ja parantaa yrityksen kilpailukykyä kyseisen asiantuntijapalvelun tarjoamisessa terve talo -kohteisiin. Työkalun tulisi koostua suunnitelmien ja työmaakäyntien tarkastuslistoista, joita terve talo -koordinaattori voi muokata kohdekohtaisesti sopiviksi. Tavoitteena oli, että työkalu on yksinkertainen käyttää ja tarvittava tieto löytyy helposti. Sen vuoksi päätettiin tehdä yksi Excel- tiedosto, jonka avulla tarvittavat asiat voidaan tarkistaa ja dokumentoida hankkeen eri vaiheissa.

Toisena tavoitteena oli saada asioiden tarkastamisessa tarvittava materiaali yhdistettyä tarkastuslistoihin, jolloin se olisi helposti käytettävissä. Käytännössä tämä tarkoitti materiaalin kokoamista sähköiseen muotoon yhden selkeän hakemiston alle. Sähköisessä muodossa oleva materiaali voidaan linkittää

Excel- tiedostoon, jolloin käyttäjän ei tarvitse hakea tietoa erikseen hakemis-  
tosta vaan tarvittava materiaali on aina saatavilla ja helposti käytettävissä.

Tarkastuslistojen tarkoituksena on kuvata mahdollisimman tarkasti, mitä asioi-  
ta on otettava huomioon ja tarkastettava, jotta voidaan päästä haluttuun lop-  
putulokseen. Tarkastuslistojen avulla huolehditaan, että rakennushankkeen eri  
osapuolet ovat noudattaneet terveen talon toteutuksen kriteerejä ja että kaikki  
tarpeellinen tulee huomioituksi.

## 2 TERVEEN TALON TOTEUTTAMINEN

### 2.1 Yleistä

Terve talo on käsitteenä kohtuullisen laaja. Vaikka rakennettaisiin ”Terve talo”,  
se ei yksistään takaa sitä, että sen käyttäjät pysyisivät terveinä. Henkilöiden  
terveyteen kun vaikuttavat monet muutkin asiat kuin rakennuksen terveelli-  
syys. Terve talo on kuitenkin sellainen, joka ei omalta osaltaan ole aiheutta-  
massa henkilöiden sairastumista.

Kun puhutaan terveen talon toteuttamisesta, tarkoitetaan sillä sellaisen raken-  
nuksen toteuttamista, jonka käyttäjät ovat tyytyväisiä olosuhteisiin ja joissa  
viihtyvyys, työssä jaksaminen ja tuottavuus ovat korkealla tasolla (RT 07-  
10805 2003, 2). Nämä asiat voidaan varmasti rinnastaa käyttäjien terveyteen.  
Jos rakennushankkeessa asetetaan tavoitteiksi edellä mainitut asiat, kuinka  
niihin voidaan päästä?

Kyseiset tavoitteet voidaan saavuttaa, kun rakennukseen saadaan luotua riit-  
tävän hyvä sisäilmasto. Terveen talon toteuttamisen lähtökohtana onkin saada  
aikaiseksi vähintään hyvä sisäilmasto (RT 07-10805 2003, 3). Sisäilmaston  
laadun arvioimiseksi on olemassa Sisäilmayhdistys ry:n laatima asiakirja Si-  
säilmastoluokitus 2008, jonka avulla rakennukselle voidaan asettaa sisäilmas-  
ton tavoitearvoja vähintään hyvän sisäilmaston saavuttamiseksi.

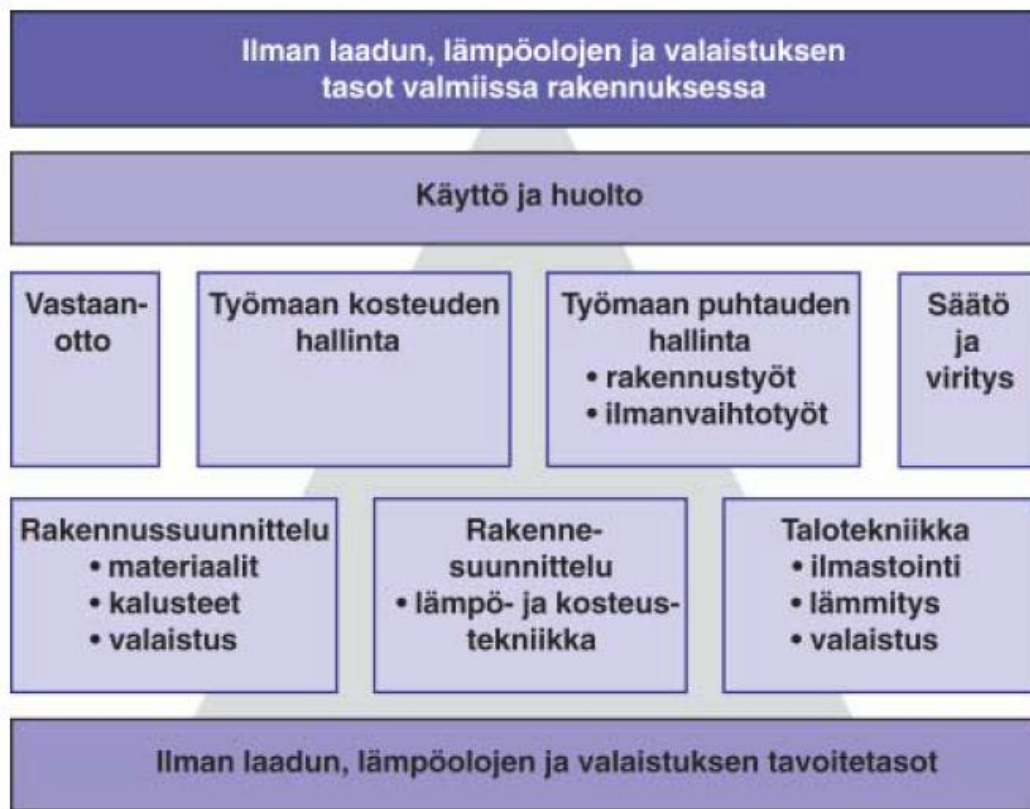
Ei kuitenkaan riitä, että asetaan tavoitteeksi saada aikaiseksi vähintään hyvä sisäilmasto rakennettavaan rakennukseen. On mietittävä mitä käytännön toimia rakentamisessa on tehtävä, jotta tavoitteeseen päästään. Tähän tarkoitukseen on olemassa Sisäilmayhdistyksen laatima opas Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet löytyvät sekä asunto- että toimitilarakentamiselle.

## 2.2 Sisäilmaston tavoitearvot

Sisäilmaston tasoa arvioidaan sisäilmaston teknisten tavoitearvojen perusteella. Sisäilmaston tavoitearvot määritellään rakennushankkeen luonnossuunnittelun yhteydessä valitun sisäilmastoluokan mukaisiksi. (RT 07-10946 2009, 5.)

Sisäilmaston tekniset tavoitearvot jaetaan viiteen osaan, joita ovat lämpöolosuhteiden, ilmanlaadun, ääniolosuhteiden, valaistuksen ja ilman liikenopeuden tavoitearvot. Tavoitearvotaulukot löytyvät oppaasta Sisäilmastoluokitus 2008. Tavoitearvojen saavuttamiseksi tarvitaan kaikkien suunnittelualojen sekä urakoitsijoiden välistä yhteistyötä.

Kuvio 1 havainnollistaa, minkä tekijöiden kautta ilman laadun, lämpöolosuhteiden ja valaistuksen tasoihin voidaan vaikuttaa.



KUVIO 1. Terveen talon peruspilarit (RT 07-10805 2003, 1)

Hyvän ilman laadun saavuttamisessa ilmanvaihdon lisäksi hallitsevana tekijänä on koko rakennushankkeen kosteudenhallinta, joka on otettava huomioon niin suunnittelussa kuin toteutuksessa. Muita tekijöitä ovat puhtaudenhallinta sekä päästölukiteltujen materiaalien ja kalusteiden käyttö päästölukissa M1 tai M2 asetettujen tavoitteiden mukaan.

Lämpöolosuhteisiin vaikuttavat kaikkien suunnittelualojen ratkaisut, myös rakennussuunnittelun, vaikka se ei edellä mainitusta kuviosta ilmenekään. Lämpöolosuhteiden suunnittelu tulisi alkaa jo siinä vaiheessa, kun rakennuksen sijoittamista tontille mietitään, sillä auringon ja tuuliolosuhteiden vaikutus on lämpöolosuhteille merkityksellinen.

Myös valaistukseen liittyvät asiat tulisi ottaa huomioon jo rakennussuunnittelussa. Asioita, joihin siinä vaiheessa voidaan vaikuttaa, ovat mm. päivänvalon hyödyntäminen valaistuksessa ja auringosta johtuvan häikäisyn estäminen. Muilta osin valaistuksen riittävä taso saavutetaan taloteknisin ratkaisuin suun-

nittelemalla se standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti (RT 07-10946 2009, 5).

Tavoitteiden mukaisten ääniolosuhteiden saavuttamiseksi on otettava huomioon sekä rakennuksen sisäisten että ulkoisten äänien vaikutukset. Hyvien ääniolosuhteiden luomisessa on otettava huomioon rakenteiden ja läpivientien riittävä ääneneristävyys sekä LVI-laitteista ja -kanavista aiheutuvat äänet.

### 2.3 Sisäilmastoluokat

Sisäilmasto-olosuhteet on jaettu kolmeen luokkaan sisäilmaston tavoitearvojen perusteella. Sisäilmastoluokat ovat S1, S2 ja S3. Näistä S1 ja S2 ovat vähintään hyvää tasoa ja S3-sisäilmastoluokalla saavutetaan vain tyydyttävä taso. S3-sisäilmastoluokka saavutetaan, kun rakentamisessa täytetään rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. (RT 07-10946 2009, 4.)

Sisäilmastoluokat on määritelty Sisäilmastoluokitus 2008:ssa seuraavasti:

#### *S1: Yksilöllinen sisäilmasto*

*Tilan sisäilmanlaatu 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. (RT 07-10946 2009, 4.)*

### *S3: Tyydyttävä sisäilmasto*

*Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. (RT 07-10946 2009, 4.)*

On hyvä huomata, että vähintään hyvän sisäilmaston saavuttamiseksi ei siis riitä rakentamismääräysten vähimmäisvaatimusten noudattaminen vaan terveen talon toteuttamisessa on päästävä paremmalle tasolle eli luokkaan S1 tai S2.

S3- sisäilmastoluokkaan kuuluvissa rakennuksissa ei kuitenkaan nykytiedämyksen mukaan aiheudu terveyshaittaa terveille henkilöille. Tämä kuitenkin edellyttää ilmavaihdon toimivuutta suunnitellulla tasolla ja ettei tiloissa ole erityisiä epäpuhtauslähteitä. (RT 07-10946 2009, 4.)

## 2.4 Terveen talon kriteerit

Kuten edellä (luvuissa 2.1 ja 2.3) todettiin, terveen talon toteuttaminen perustuu sisäilmastoluokkien S1 tai S2 saavuttamiseen. Valitun sisäilmastoluokan mukainen laatutaso taas saavutetaan, kun sisäilmaston tekniset tavoitearvot toteutuvat rakennuksessa. Valitun sisäilmaston laatutason saavuttamiseksi on toteutuksessa oltava hankkeen eri osapuolille selkeät ohjeet. Kaikkien hankkeen osapuolten on voitava asettaa todennettavissa olevat vaatimukset ja tavoitetasot mihin heidän on omalta osaltaan päästävä (RT 07-10805 2003, 2). Tätä varten on laadittu Terveen talon toteutuksen kriteerit, joita noudattamalla varmistetaan valittujen tavoitearvojen toteutuminen valmiissa rakennuksessa.

Terveen talon toteutuksen kriteerit -opas on laadittu Terveen talon kriteerit-projektissa ja se pohjautuu Sisäilmastoluokitus 2000: een (RT 07-10805 2003, 2). Tämän jälkeen on kuitenkin ilmestynyt Sisäilmastoluokitus 2008, joka korvaa Sisäilmastoluokitus 2000:n.

Terveen talon toteutuksen kriteereissä on esitetty, mitkä asiat tulee ottaa huomioon ja toteuttaa rakennushankkeen eri vaiheissa. Oppaassa on rakennushanke jaettu vaiheisiin seuraavasti:

- Hankesuunnittelu
- Luonnossuunnittelu
- Toteutussuunnittelu, jonka osat ovat:
  - o Rakentamisen valmisteluvaihe
  - o Rakennussuunnittelu
  - o Rakennesuunnittelu
  - o Talotekninen suunnittelu
- Rakentamisvaihe
- Mittaus ja säätö sekä vastaanotto
- Käyttö ja huolto. (RT 07-10805 2003, 3-9.)

Kussakin vaiheessa tehtäväksi ja tarkastettavaksi vaaditut asiat on esitetty tarkastuslistamaisesti ja osoitettu kenen kuuluu niistä huolehtia.

## 2.5 Hyvän sisäilman osatekijät

### 2.5.1 Kosteudenhallinta

#### 2.5.1.1 Yleistä

Kosteudenhallinta on yksi niistä tekijöistä, jotka mahdollistavat hyvän ilman laadun saavuttamisen valmiissa rakennuksessa (RIL 250-2011 2011, 28). Siksi siihen on panostettava. Avainasemassa on kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen, mikä aloitetaan jo tavoiteasetteluvaiheessa ja täydennetään

ja noudatetaan sekä suunnittelu- että rakentamisvaiheessa (RIL 250-2011 2011, 20).

Kosteudenhallinta on prosessi, joka alkaa jo hankesuunnitteluvaiheessa ja kestää läpi rakennushankkeen. Prosessilla on tehtäviä kaikissa rakennushankkeen vaiheissa (ks. luku 2.4). (RIL 250-2011 2011, 19-20.)

Helposti ajatellaan, että kosteudenhallinta koskettaa lähinnä rakentamisvaihetta. On totta, että kosteudenhallinta kuitenkin pitkälti kulminoituu rakentamisvaiheeseen, sillä jos siinä vaiheessa kosteudenhallinta pettää, se voi viedä pohjan koko prosessin onnistumiselta. Hyvään lopputulokseen pääsemiseksi on onnistuttava kaikissa hankkeen vaiheissa kosteudenhallinnan osalta.

#### 2.5.1.2 Kosteudenhallintasuunnitelma

Kosteudenhallinta rakentuu vaihe vaiheelta alkaen hankesuunnitteluvaiheessa, kuten edellä on todettu ja sen täydentämistä jatketaan aina rakentamisvaiheeseen saakka. Sen rakenne muodostuu kosteudenhallintaprosessin vaiheiden kautta ja toimii prosessissa käytännön työkaluna (RIL 250-2011 2011, 36.) Rakenne on seuraavanlainen:

- A. Hankkeen yleistiedot
- B. Rakennuttajan kosteudenhallinnan laadun tavoitetaso
- C. Kosteusriskien arviointi
- D. Rakenteiden kuivumisaika-arviot
- E. Työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu
- F. Kosteusmittaussuunnitelma. (RIL 250-2011 2011, 36.)

Kosteudenhallintasuunnitelman rakentumisesta hankkeen eri vaiheissa kerrotaan jäljempänä luvussa 2.5.1.4 kosteudenhallinta hankkeen vaiheissa.

### 2.5.1.3 Eri suunnittelualueiden merkitys kosteudenhallinnassa

Arkkitehdin tulee hallita rakennuksen toiminnallisuuden ja arkkitehtuurin sekä rakennusfysikaalisen toimivuuden yhteensovittaminen (RIL 250-2011 2011, 47). Toimiva ja arkkitehtuurisesti hieno rakennus ei ole tarkoituksenmukainen, jos se menettää käytettävyytensä kosteusteknisen toimimattomuuden seurauksena.

Rakennussuunnittelulla vaikutetaan erittäin paljon rakennuksen ulkoisen kosteusrasituksen määrään. Arkkitehdin valinnoilla luodaan perusta kosteudenhallinnalle. Heti rakennussuunnittelun alkuvaiheessa on otettava huomioon piha-alueen ja maapohjan kuivatus sekä rakennuksen korkeusasema siten, etteivät tontilla valuvat pintavedet uhkaa rakennusta. Nämä ovat perusasioita, joiden on oltava kunnossa. (RIL 250-2011 2011, 50-52.)

Rakennuksen vaipan on suojattava rakennusta ulkoiselta kosteusrasitukselta. Tässä on otettava huomioon julkisivumateriaalien vedenpitävyys sekä rakenteiden ulko-osien tuulettavuus ja kuivumismahdollisuus. Kattokaltevuuden ja räystäiden tulee olla sellaiset, etteivät ne aiheuta kosteusteknistä riskiä. (RIL 250-2011 2011, 51-52.)

Rakennesuunnittelijan merkitys kosteudenhallinnassa korostuu, sillä hänen tehtävänä on laatia rakennusosakohtainen kosteusriskiarvio, joka on perustana rakenteiden kosteusteknisten ratkaisujen määrittelyssä. Lisäksi rakennesuunnittelijan täytyy ottaa huomioon työmaa-aikaisen sääsuojauksen tarpeet esim. elementtien asennussuunnitelmia laatiessaan.

LVI-asennukset aiheuttavat paljon läpivientejä eri rakennusosien läpi. LVI-suunnittelussa tulisi ottaa huomioon läpivientien toteutettavuus vesitiiviiden kannalta.

#### 2.5.1.4 Kosteudenhallinta hankkeen vaiheissa

##### Hankesuunnittelu

Kosteudenhallintaprosessi alkaa hankesuunnitteluvaiheessa kosteudenhallintaan liittyvien tavoitteiden asettamisella, minkä hoitaa rakennuttaja. Tässä vaiheessa aloitettava kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen alkaa tavoitteiden kirjaamisella. (RIL 250-2011 2011, 20.) Tavoitteita voidaan asettaa esim. projektihallinnolle, suunnitteluratkaisuille, työmaan olosuhdehallinnalle sekä ylläpidolle ja käytölle, ks. lisätietoja RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 25-27.

##### Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija laatii alustavan kosteusriskiarvion. Se tehdään määrittämällä kosteusteknisesti kriittiset laatutekijät ja kosteusriskiluokka. Määrittelemällä kosteustekniset kriittiset laatutekijät voidaan määrittellä, mitkä rakenteet tai toimenpiteet voivat muodostaa kosteusvaurioriskejä. Näin saadaan alustava riskiarvio. Alustavalla riskiarviolla määritellään hankkeen kosteustekninen vaativuus, joka on perusteena kosteusriskiluokan valinnalle. Kosteusriskiarvion tulokset kirjataan alustavaan kosteudenhallintasuunnitelmaan, ks. lisätietoja RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, sivut 21, 23, 24, 36. Kosteusriskiarvion perusteella rakennesuunnittelija suunnittelee alustavat toimivat kosteustekniset ratkaisut.

Rakennushankkeen kosteudenhallinnan menettelytavoista on myös päätettävä tässä vaiheessa. Kosteudenhallinnan menettelytavat voidaan jakaa kahteen vaihtoehtoon, jotka ovat normaalimenettely ja tehostettu menettely (RIL 250-2011 2011, 32). Terve talo -kohteissa lähtökohtana tulisi olla tehostetun menettelyn käyttäminen, josta valitaan toimenpiteitä sen mukaan mikä on hankkeen kosteusriskiluokka. Kosteudenhallinnan tehostetun menettelyn toimenpiteitä ovat (mts. 32)

- Toimijoiden pätevyyden varmistaminen
- Teknisten ratkaisujen syvällisempi suunnittelu ja toteutus
- Suunnitelmien ulkopuolinen tarkastus
- Rakennusosien työmaatoteutuksen ulkopuolinen laadunvarmistus
- Valmisosien valmistuksen laadunvarmistus
- Tehostettu käytönaikainen seuranta ja huolto
- Tehostettu tiedonkulku.

### Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään lähes lopulliset suunnitelmat kosteudenhallintaan liittyen. Niitä voidaan kuitenkin vielä päivittää rakentamisvaiheen aikana. Sekä talotekniset että rakenteelliset kosteustekniset ratkaisut suunnitellaan toimiviksi.

Rakennesuunnittelija tekee rakenteille kuivumisaika-arviot ja lisää ne kosteudenhallintasuunnitelmaan. Kuivumisaika-arvion pohjalta arvioidaan, missä ajassa on mahdollista saavuttaa päällystemateriaalin vaatima kosteuden raja-arvo. Rakennesuunnittelija määrittelee alustavat kosteusmittausmäärät.

Pääurakoitsija sovittaa kosteudenhallintasuunnitelman asettamat vaatimukset omaan tuotannonohjaukseen ja täydentää kosteudenhallintasuunnitelman omien tuotannollisten riskien ja niiden hallinnan osalta.

### *Rakentamisen valmistelu*

Pääurakoitsija laatii kosteusmittausuunnitelman, joka on osana kosteudenhallintasuunnitelmaa. Kosteusmittausten tarkoituksena on selvittää, ovatko rakenteet kuivuneet pinnoituskuntoon vai tarvitaanko lisäkuivatustoimenpiteitä

aikataulussa pysymiseksi (Merikallio 2002, 5). Kosteusmittaus suunnitelmasta tulee selvittää seuraavat asiat:

- mitä mittauksia kohteessa tehdään
- mittausmenetelmä ja laitteisto
- mittauslaitteiden kalibroinnin varmistus
- henkilösertifioitu kosteusmittaaja, jolla on riittävä mittauskokemus
- mittauksen aikataulu, laajuus ja tarvittavien mittauspisteiden sijainti (RIL 250-2011 2011, 106).

Sääsuojasuunnitelman laatiminen on myös pääurakoitsijan tehtävä. Suunnitelmasta tulee ilmetä, kuinka runko ja rakennusmateriaalit suojataan kastumiselta, keskeneräisten rakenteiden suojaus ja kuinka vesivahinkoihin varaudutaan. Koko rakennuksen kattavan sääsuojan rakentaminen on suositeltavaa, sillä se vähentää huomattavasti yksittäisten suojaustoimenpiteiden tarvetta rakentamisen aikana.

### Rakentamisvaihe

Rakentamisvaiheessa on jo käytössä kosteudenhallintasuunnitelma, joka sisältää kaikki ko. suunnitelman pääsisällöt, ks. luku 2.5.1.2 Kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelmaa noudatetaan käytännön toimenpiteillä. Työmaalla tulisi olla erikseen nimetty työnjohtaja / kosteusvastaava, joka vastaa työmaan aikaisesta kosteudenhallinnasta. Tämän lisäksi työmaalla tulisi tehdä ulkopuolista laadunvalvontaa. Ulkopuolisen laadunvalvonnan tulee kohdistua kosteudenhallintasuunnitelman mukaisiin riskitekijöihin kuten kosteusteknisesti vaativien rakenneratkaisujen toteuttamiseen, sääsuojauksen toimivuuteen ja kosteusmittauksen suunnitelman mukaiseen suorittamiseen.

Hyvät suunnitelmat ja niiden noudattaminen ovat edellytys rakentamisvaiheen kosteudenhallinnan onnistumiselle. Pääurakoitsija päivittää kosteudenhallintasuunnitelmaa rakentamisen aikana. Osana rakentamisvaiheen kosteudenhal-

lintaa ovat erilaiset tarkastukset, jotka kohdistuvat mm. kosteusteknisiä riskejä sisältävien rakenteiden toteutuksen tarkastuksiin ja olosuhderiskien hallinnan havainnointiin. Olosuhderiskeihin voidaan varautua esim. asianmukaisella sääsuojauksella.

### Käyttöönotto ja ylläpito

Käyttöönottovaiheessa olennaista on, että rakennuksen käyttäjät ja ylläpitäjät koulutetaan käyttämään rakennusta oikein. On varmistuttava siitä, että rakennukselle on valittu kiinteistöhuollosta vastaava organisaatio hyvissä ajoin ennen rakennuksen vastaanottoa. Rakennukselle laaditaan myös huoltokirja, joka on kiinteistön ylläpidon tukena kosteudenhallinnassa. Huoltokirjan laativat urakoitsijat ja suunnittelijat. (RIL 250-2011 2011, 113.)

Ylläpidon aikaisessa kosteudenhallinnassa on tärkeää, että kiinteistön huollosta vastaavat henkilöt tiedostavat ja ymmärtävät rakennuksen kosteusteknisen toiminnan, jotta vältetään kosteusriskeiltä, jotka aiheutuvat väärin kiinteistönhoidollisten ratkaisujen tai laiminlyöntien seurauksena.

## 2.5.2 Työmaan puhtaudenhallinta

### 2.5.2.1 Yleistä

Työmaan puhtaudenhallinta on yksi terveen talon toteuttamisen peruspilareista, (ks. kuvio 1 sivulla 8). Rakennustyömaan aikaisella puhtaudenhallinnalla on tarkoitus varmistaa, ettei valmiin rakennuksen sisäilmaan jäisi rakennusaikaisia epäpuhtauksia. Rakennusaikaisia epäpuhtausjäämiä voivat olla mm. mikrobit, kuidut ja hiukkaset (Kovanen 2011). Toisena näkökulmana puhtaudenhallintaan on rakennustyöntekijöiden terveellisten työskentelyolosuhteiden varmistaminen. Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta mukaan työnantaja on velvollinen huolehtimaan, ettei työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle aiheudu haittaa tai vaaraa pölyn tai kemiallisten aineiden seura-

uksena (A 20.5.2009/70). Rakennustyömailla pölynhallinta on ollut usein heikkoa, minkä johdosta terveyshaittaa on aiheutunut niin työntekijöille kuin työn vaikutuspiiriin kuuluvillekin (Hokkanen 2012).

Puhtaudenhallinta voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, jotka ovat rakennustöiden puhtauden hallinta ja ilmanvaihtotöiden puhtaudenhallinta. Terveen talon tavoitetason S1 saavuttaminen edellyttää sekä rakennus- että ilmanvaihtotöiden suorittamista puhtausluokan P1 mukaisesti. S2- tavoitetaso puolestaan edellyttää P1- luokan rakennustöitä, mutta ilmanvaihtotöiden puhtausluokka voi olla P2.

Pääurakoitsijan velvollisuutena on huolehtia puhtaudenhallinnan toteuttamisesta työmaalla. Tätä varten pääurakoitsija laatii puhtaudenhallintasuunnitelman, jolla osoitetaan, kuinka hankesuunnitteluvaiheessa asetetut puhtausluokkavaatimukset saavutetaan (RT 07-10805 2003, 23).

#### 2.5.2.2 Rakennus- ja ilmanvaihtotöiden puhtaudenhallinta

Rakentamisen aikaisia puhtaudenhallintaan liittyviä toimenpiteitä ovat mm.

- rakennustarvikkeiden varastointi ja suojaus kosteudelta ja liialta
- tilojen työnaikainen suojaus
- tilojen työnaikainen rakennussiivous (RT 91-10970 2009, 2).

Rakennustarvikkeet tulisi säilyttää niille varatussa tilassa asennukseen saakka. Niiden säilyttäminen työalueilla asennusten välillä lisää niiden likaantumisen riskiä. Suurin huomio tulisi kiinnittää ilmanvaihtokanavien ja -tarvikkeiden suojaamiseen, sillä jälkeempään niiden puhdistaminen on työlästä. Suojausmenetelmiä ovat mm kanavien tulppaaminen ja kanavaosien pakkaaminen tiiviisiin suljettuihin laatikoihin. (Kovanen 2011.)

Tilojen työnaikaisella suojauksella tarkoitetaan puhtaiden tilojen erottamista työn alla olevista tiloista eli osastointia. Korjausrakentamishankkeessa osa rakennuksesta voi olla normaalissa käytössä rakentamisen aikana ja tällöin

ko. tila täytyy suojata rakentamisesta johtuvilta epäpuhtauksilta. Usein rakentaminen etenee lohkoittain tai kerroksittain, jolloin osa rakennuksesta tulee toimintakoevalmiuteen jo silloin, kun osa rakennuksesta on vielä työn alla. Toimintakokeita voidaan suorittaa vasta, kun niiden alaisen tilan puhtaus on puhtausluokan P1 tasoa ja tila on osastoitu muista likaisemmista tiloista. Myös IV- konehuoneen tulee olla P1- tasoa. Tällöin on otettava huomioon myös ilmanvaihtokanaviston osastointi, jotta P1 osastoidun alueen ilmanvaihtokanavistoon ei joudu epäpuhtauksia muista tiloista. Ilmanvaihtokanavisto on osastoitava sulkupelleillä ja huolehtimalla että työn alla olevissa tiloissa sijaitsevat päätelaitteet on suojattu esim. muovikelmuilla.

Tilojen työnaikaisella rakennussiivouksella on olennainen merkitys P1 puhtausluokan saavuttamisessa. P2- luokka saavutetaan normaalilla hyvän rakentamistavan mukaisella käytännöllä. Terveen talon toteuttamisessa tavoitteena on kuitenkin P1-luokka, joten rakennussiivoukseen on kiinnitettävä enemmän huomiota. Karkean jätteen poistossa voidaan käyttää tavanomaisia menetelmiä, mutta esim. imureissa käytetään tavallista parempia suodattimia. Piiloon jäävät rakenneosat on puhdistettava ennen sulkemista eikä rakennustöiden aikana käytetä kuivaharjausta. Kun tila on siivottu toimintakoevalmiuteen, se siivotaan aina kun tilassa on syntynyt pölyä. (Kovanen 2011.)

### 2.5.2.3 Puhtaudenhallintasuunnitelma

Terveen talon toteutuksen kriteerien mukaan pääurakoitsijan tulee laatia työmaalle puhtausluokkien vaatimukset täyttävä rakennus- ja ilmanvaihtotöiden puhtausuunnitelma. Puhtausuunnitelmassa määritellään rakennustarvikkeiden kuljetus ja varastointi sekä tilojen työnaikainen osastointi ja siivous. Sillä osoitetaan, kuinka pölyävät ja likaavat työvaiheet voidaan tehdä loppuun ennen ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeita ja säätötyötä. Lisäksi siinä esitetään, kuinka ilmanvaihtokanavat ja kanavaosat voidaan asentaa ja suojata pölyävien työvaiheiden välissä.

### 2.5.3 Päästöluokiteltujen materiaalien käyttö

Yhtenä osana hyvän ilman laadun saavuttamisessa on päästöluokiteltujen materiaalien käyttö. Rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöluokat on jaettu niiden epäpuhtauspäästöjen mukaan kolmeen luokkaan, jotka ovat M1, M2 ja M3. Näistä M1 on vähäpäästöisin. Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan runsaasti päästöjä aiheuttavien materiaalien (luokat M2 ja M3) käyttöä on rajoitettava sisäilmastoluokissa S1 ja S2. (RT 07-10946 2009, 17.)

Irtokalusteiden hankinnassa on syytä varmistua että kaikki kalusteen osat täyttävät halutun päästöluokan mukaiset vaatimukset eli sallitut emissiorajat. Suomessa kalusteita valmistetaan paljon ulkomailta tuoduista materiaaleista, jotka vain pinnoitetaan M1- luokkaan kuuluvalla pinnoitteella. Maahantuodut kalustemateriaalit eivät välttämättä miltään osin täytä sisäilmastoluokitus 2008:n mukaisia päästövaatimuksia. Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan ”materiaaliyhdistelmän päästöluokka määräytyy siinä käytetyn huonoimman materiaalin mukaan”. Pelkkä M1- luokan pinnoitus ei siis vielä tee materiaaliyhdistelmästä M1- luokkaan kuuluvaa. Rakennusurakoitsijan tulisi vaatia kalusteita tilatessaan niiden toimittajalta selvitykset kalusteiden valmistuksessa käytettyjen materiaalien päästöistä. (RT 07-10946 2009, 17), (Rossi 2012.)

Vähäpäästöisten materiaalien käyttö ei kuitenkaan varmista hyvää ilman laatua, jos niitä käytetään väärässä käyttötarkoituksessa. Väärät käyttöolosuhteet saattavat saada M1- luokankin tuotteen emittoimaan epäpuhtauksia. Materiaaleja tulee käyttää niiden käyttöselosteiden mukaisissa olosuhteissa. (RT 07-10946 2009, 17.)

### 2.5.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto on olennainen osa hyvän ilman laadun saavuttamisessa. Sen avulla poistetaan ilman epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet ovat pääasiassa lähtöisin ihmisistä, mutta myös rakennusmateriaalit saattavat aiheuttaa epäpuhtauspäästöjä. Niiden vähäpäästöisyyteen on kuitenkin pyrittävä kuten edellisessä kappaleessa todetaan.

Jos rakennuksessa kuitenkin on paljon epäpuhtauslähteitä, ilmanvaihtoa lisäämällä tai tehostamalla voidaan ilman laatua pitää hyvänä tiettyyn rajaan saakka. Suunnittelussa lähtökohtana kuitenkin on vähäpäästöinen rakennus, joka toteutetaan terveen talon kriteerien mukaisesti. (RT 07-10946 2009, 13.)

Hyvän ilman laadun varmistamiseksi ilmanvaihdon suunnittelussa täytyy ottaa huomioon rakennuksen käytön aikana vaihtelevat olosuhteet. Ilmavirtoja täytyy pystyä säätämään esimerkiksi, jos tiloissa esiintyy tilapäisiä huomattavia epäpuhtauslähteitä. Jos rakennuksessa ei ole jatkuvaa käyttöä, voidaan ilmanvaihdon määrää pienentää, mutta ilmanvaihto on kuitenkin palautettava normaalille tasolle viimeistään kaksi tuntia ennen käyttäjien tuloa rakennukseen. (RT 07-10946 2009, 14.)

## 2.6 Osapuolten vastuut terveen talon toteuttamisessa

### 2.6.1 Rakennuttaja

Rakennuttaja on vastuussa siitä, että terve talo -asiat viedään Terveen talon kriteerien mukaisesti suunnittelun ja rakentamisen asiakirjoihin. Tärkeää on, että ne saadaan sisällytettyä urakkaohjelmaan ja urakkarajaliitteeseen, koska Terveen talon kriteerit ja ohjeet eivät ole viranomaissäännöksiä eivätkä ne sinällään velvoita rakennushankkeen eri osapuolia. (RT 07-10805 2003, 3.) Kun kriteerit ja ohjeet ovat sopimusasiakirjoissa kuten urakkaohjelmassa ja urakkarajaliitteessä, ne ovat rakennushankkeen eri osapuolia velvoittavia.

Kriteereiden ja ohjeiden toteutumisen seurannasta työmaalla on rakennuttaja niin ikään vastuussa. Rakennuttaja voi joko itse huolehtia tarvittavasta valvonnasta tai palkata tehtävään terve talo -asiat hallitsevan asiantuntijan. (RT 07-10805 2003, 3.) Jotta kriteerit ja ohjeet voivat toteutua työmaalla, on niiden toteuduttava myös suunnittelussa. Siksi on suositeltavaa, että käytetään asiantuntijaa, joka kykenee huolehtimaan sekä työmaan että suunnittelijoiden ohjeistuksesta ja valvomaan, että ohjeita myös noudatetaan.

## 2.6.2 Suunnittelijat

Suunnittelijoiden vastuu terve talo -asioiden osalta määräytyy sen mukaan, mitä suunnitteluohjelmaan ja -sopimukseen on kirjattu. Terve talo -hankkeissa tulisi suunnittelusopimuksissa mainita, että kohde suunnitellaan Terveen talon toteutuksen kriteerien mukaisesti ja että suunnitteluratkaisujen on täytettävä Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaiset vaatimukset. (Rossi 2012.)

## 2.6.3 Pääurakoitsija

Pääurakoitsija on vastuussa niistä asioista, jotka urakkaohjelmassa ja urakka-rajaliitteessä määritellään sen tehtäviksi. Näistä olennaisimmat ovat kosteudenhallintasuunnitelman ja puhtaudenhallintasuunnitelmien laatiminen sekä niiden noudattaminen käytännössä. Kosteuden- ja puhtaudenhallintasuunnitelmia on käsitelty luvuissa 2.5.1.2 kosteudenhallintasuunnitelma ja 2.5.2.3 puhtaudenhallintasuunnitelman. Pääurakoitsijan on myös osoitettava, kuinka ko. suunnitelmien toteutumista seurataan rakentamisen aikana.

Työmaan aikataulut on laadittava kosteuden- ja puhtaudenhallintasuunnitelmat huomioon ottaen (RT 07-10805 2003, 13).

# 3 TERVE TALO- KOORDINAATTORIN TYÖKALUN RAKENTAMINEN

## 3.1 Lähtötilanne

Opinnäytetyöprosessin työstäminen alkoi siitä, kun aiheesta sovittiin toimeksiantajan kanssa. Alkuperäisenä tavoitteena oli saada tehtyä terve talo-koordinaattorille työkalu, joka helpottaisi terve talo -koordinaattorin työtä. Työkalun

tulisi koostua sekä tarkastuslistoista että materiaalista, jonka avulla tarkastukset voitaisiin toteuttaa.

Aloitin työni keräämällä opinnäytetyön aiheeseen sopivaa materiaalia ja tutustumalla siihen. Huomasin, että terve talo -koordinaattorin työ kulminoituu terveeseen talon toteutuksen kriteereiden toteutumisen seurantaan ja varmistamiseen rakennushankkeessa.

Oli siis tarpeen selvittää tarkemmin, mistä terve talo -koordinaattorin työkalun tulisi koostua eli minkä asioiden toteutuminen tulisi varmistaa, että terve talo-hanke toteutetaan sisäilmastoluokituksen tavoitteiden mukaisesti. Terveen talon toteuttamisen teorian kirjoittaminen tapahtui samaan aikaan, kun tutustuin hankkimaani aineistoon ja jäsentelin aihetta. Teorian kirjoittamisen aikana selvisivät *terveen talon toteuttamisen päätekijät* joita ovat:

- kosteudenhallinta
- puhtaudenhallinta
- materiaalien päästöluokitukset
- sekä oikein toteutettu ilmanvaihto sekä lämpö- ja valaistustekniikka.

Nämä ovat siis päätekijät, jotka tulisi pystyä tarkastuslistojen avulla tarkistamaan. Näiden lisäksi on myös varmistettava ääniolosuhteiden hallinnasta.

Ennen työkalun rakentamisen aloittamista pidimme opinnäytetyön tilaajan edustajien eli yrityksen puolelta olevien opinnäytetyön ohjaajien kanssa palaverin, jossa hahmottelimme mikä olisi käytettävyyden kannalta järkevin tapa jaotella tarkastettavat asiat. Vaihtoehtoja oli oikeastaan kaksi: jaottelu osapuolten vastuualueiden mukaisesti tai jaottelu rakennusosittain ja asioittain. Päädyimme jälkimmäiseen vaihtoehtoon, johon kuitenkin yhdistetään vastuunjaon todettavuus. Päätöstä tarkastettavien asioiden tarkastelemisesta rakennusosittain puolsi se, että monista aiheeseen liittyvissä lähdemateriaaleista tieto on helpoiten löydettävissä juuri rakennusosittain. Vastuiden määrittämisessä on tärkeää, että jokaiselle yksittäiselle asialle löydetään joku, joka on siitä vastuussa.

Lisäksi todettiin, että selkeyden vuoksi olisi järkevää jakaa tarkastuslistat rakennushankkeen vaiheiden mukaan. Yhtenä tärkeänä asiana pidettiin myös sitä, että työkalua olisi mahdollisimman helppoa päivittää tarpeen tullen.

## 3.2 Tarkastuslistojen laatiminen

### 3.2.1 Tarkastuslistojen luonnostelu

Koska terve talo- hankkeessa onnistumiseksi tulee noudattaa terveen talon toteutuksen kriteerejä, lähtökohtana on, että kaikki nämä kriteerit sisällytetään tarkastuslistoihin. Osa kriteereistä on kuitenkin tarkastuslistojen kannalta lähinnä otsikkotasoa, erityisesti rakenne- ja rakennussuunnitelmien osalta. Siksi niitä pitää eritellä detaljitasolle epäkohtien huomaamiseksi. Tarkastettavien asioiden listaamisessa käytin apuna mm. RIL 250-2011:n liitettä 4, jossa on lueteltu kosteusteknisiä kriittisiä laatutekijöitä rakennusosittain. Siinä on kuitenkin vain kosteudenhallinnan näkökulma, joten lisäksi käytin Sisäilmayhdistyksen verkkosivuilta löytyvää materiaalia. Listoille tuli myös jonkin verran asioita, joiden on kokemukseräisesti todettu olevan merkityksellisiä terve talo-asioiden kannalta.

Aloitin tarkastuslistojen laatimisen hankkeen vaiheiden mukaisessa järjestyksessä eli tavoiteasettelun tarkastuslistan tekeminen oli työvaiheena ensimmäinen. Tässä vaiheessa täytyi miettiä myös tarkastuslistojen ulkoasu ja tulostettavuus, jotta samaa tarkastuslistapohjaa voisi käyttää muidenkin vaiheiden tarkastuslistana. Ajatuksena oli, että täytettynä ja tulostettuna tarkastuslistat toimisivat myös dokumentteina terve talo -koordinaattorin suorittamasta työstä, jolloin erillistä raportointia ei tarvita.

Tavoiteasettelun tarkastuslistan ollessa päälinjoiltaan valmiina kopioin sen uusille välilehdille seuraavien vaiheiden tarkastuslistojen pohjiksi. Seuraavan vaiheen tarkastuslistana on suunnitteluvaiheen tarkastuslista. Kun määrittelin suunnitteluvaiheessa tarkastettavia asioita, muotoutuivat myös seuraavissa vaiheissa tarvittavat tarkastuslistat, koska eteen tuli koko ajan asioita, joiden

tarkastaminen tulisi ajankohtaiseksi vasta seuraavassa vaiheessa. Näin ollen selvisi olevan tarvetta neljälle eri tarkastuslistalle, joilla terveen talon toteuttamisen noudattamista voidaan tarkistaa. Listojen jaotteluksi tuli seuraavanlainen:

- Tarkastuslista 1: Hankesuunnitteluvaihe
- Tarkastuslista 2: Suunnitteluvaihe
- Tarkastuslista 3: Rakentamisen valmistelu- / rakentamisvaihe
- Tarkastuslista 4: Rakentamisvaihe

Kuviosta 2 näkyy millaiseksi tarkastuslistojen ulkoasu muotoutui. Tarkastuslistat 1-4 löytyvät tämän raportin liitteenä.



**Rakennuskohteen nimi**  
Terve talo- palaveri xx.xx.2012  
Tarkastuslista nro. 1 : Hankesuunnitteluvaihe

Tavoiteasettelu								
V = Vastaa	Tilaaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit
Sisäilmaston laatuluokka S1/S2 - Lämpötilan tavoitearvot - Ilman laadun tavoitearvot - Ääniolosuhteiden tavoitearvot - Valaistuksen tavoitearvot - Ilman liikenopeuden tavoitearvot	V							
Rakennusmateriaalien päästöluokat M1/M2	V							
Rakennustöiden puhtausluokka P1/P2	V							
IV- töiden / järjestelmän puhtausluokka P1/P2	V							
IV- laitteiden puhtausluokitus	V							
Ulkopuoliset laadunvarmistustoimenpiteet - Suunnitelmien tarkastaminen - Tuotantosunnitelmien tarkastaminen - Työmaatarkastukset - Työmaahenkilökunnan perehdytys	V							
Kosteudenhallinta; sääsuojaus	V							

KUVIO 2. Tarkastuslista nro. 1.

### 3.2.2 Hankesuunnitteluvaiheen tarkastuslista

Koska tavoitteiden asettaminen luo pohjan koko hankkeelle, tulee siinä ottaa huomioon kaikki terveen talon toteuttamisen päätekijät. Ensimmäiseksi valittavaksi tavoitteeksi asetin sisäilmastoluokan, koska se vaikuttaa muiden tavoitteiden asettamiseen, kuten teknisten tavoitearvojen valintaan. Muita asioita

mitkä valittu sisäilmastoluokka määrittää, ovat rakennus- ja ilmanvaihtotöiden puhtausluokka ja materiaalien päästöluokat. Koska kosteudenhallinnalla on suuri merkitys hyvän sisäilman laadun saavuttamisessa, on tarpeen määrittellä toimenpiteet myös sen varmistamiseksi. Hyvä kosteudenhallinta voidaan varmistaa ulkopuolisella tarkastusmenettelyllä eli terve talo- koordinaattorin käyttämisellä rakennushankkeessa. Tässä vaiheessa on myös tarpeen miettiä millaista sääsuojasta rakentamisvaiheessa mahdollisesti tullaan käyttämään.

### 3.2.3 Suunnitteluvaiheen tarkastuslista

Suunnitteluvaiheen tarkastukset ovat laajin osa-alue. Niissä otetaan huomioon hankesuunnitteluvaiheessa asetetut tavoitteet sekä se, että suunnitelmat ovat vähintään määräysten ja hyvän rakentamistavan mukaisia. Lähtökohtana suunnitteluvaiheen onnistumiselle voidaan pitää sitä, että rakennuksen jokainen osa on suunniteltu detaljitasolle saakka huomioon ottaen terveen talon toteuttamisen päätekijät, ks. luku 3.1.

#### 3.2.3.1 Yleiset asiat

Perustan suunnittelulle ja rakennusosien hyvälle ratkaisuille luo rakennuksen sijoitteluun ja korkeusasemointiin liittyvät ratkaisut sekä kosteusriskiarvion laatiminen. Kosteusriskiarvio on tärkeä siksi, että sen avulla tiedostetaan rakennusosittain liittyvät riskit ja ne otetaan huomioon suunnittelussa. Rakennuksen oikea sijoittelu luo mahdollisuudet myös toimivalle ilmanvaihdolle ja esimerkiksi lämpökuormien hallinnalle.

#### 3.2.3.2 Perustukset, alapohja ja piha-alueet

Kun perusasiat ovat kunnossa, voidaan siirtyä tarkastamaan suunnitelmia rakennusosakohtaisesti. On loogista aloittaa perustusten ja alapohjan sekä piha-alueiden suunnitelmien tarkastamisella. Näiden rakennusosien suunnitteluratkaisuilla on merkitystä erityisesti kosteudenhallinnan kannalta, jonka lisäksi

on huomioitava radonin torjunnan ratkaisut. Piha-alueiden suunnitteluratkaisulla voidaan myös vaikuttaa huomattavasti rakennuksen käytön aikaiseen puhtaudenhallintaan.

### 3.2.3.3 Välipohjat

Välipohjissa kosteudenhallinnan kannalta kriittinen tekijä on veden joutuminen ontelorakenteisiin, kuten ontelolaatoissa ja teräspalkeissa. Ontelorakenteisiin jäänyt vesi voi aiheuttaa kosteusongelmia vasta vuosien kuluttua rakennuksen valmistumisesta. Siksi on huolehdittava, että ontelorakenteisiin päätyneen veden poistuminen suunnitellaan.

Toinen riski kosteudenhallinnan kannalta ovat kerrosvälipohjat, jos niiden sisälle eristekerrokseen jää vettä. Siellä olevaa vettä ei välttämättä havaita kosteusmittauksissa, koska kosteusmittaus ei ulotu eristekerrokseen. Jos sinne jää vettä, se aiheuttaa yläpuolisen pintavalun RH -tason nousua pinnoittamisen jälkeen, mahdollisesti yli sallitun pinnoitettavuustason.

Puhtaudenhallinnan kannalta välipohjien suunnittelussa on huomioitava mahdolliset piiloon jäävät pinnat, kuten alakattotilat. Niiden siivottavuus ja puhdistettavuus tulee varmistaa mm. puhdistusluukkujen ja sopivan pintakäsittelyn avulla. Jos välipohjissa käytetään vaimennusverhouslevyjä, tulee niiden olla sellaisia, ettei niistä pääse epäpuhtauksia huonetiloihin. (RT 07-10805 2003, 5-6.)

Välipohjien ääneneristyksen varmistamiseksi on tarkistettava läpivienteihin liittyvät detaljit. Samalla on syytä tarkistaa myös paloneristyksen vaatimukset.

### 3.2.3.4 Vesikatot

Vesikaton suunnittelussa merkittävimmissä roolissa on kosteusteknisten asioiden toimivuus. Vesi ja kosteus pitää saada johdettua pois katolta ilman, että se aiheuttaa haittaa rakennukselle ja ympäristölle (C2 Kosteus 1998, 12). Saavesien poisjohtamisessa on huomioitava katemateriaalien sopivuus katto-

kaltevuuden mukaan sekä sen pitkäaikais- ja kulutuskestävyys. Vedenpoisto on suunniteltava siten, että se toimii kaikissa olosuhteissa ja että vedelle on aina kaksi poistumismahdollisuutta esim. tulvatilanteiden varalta.

Läpiviennit ja liittyvien rakenteiden kiinnitykset ovat aina vuodoille riskialttiita paikkoja. Niiden suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota toteutettavuuteen asennusolosuhteet huomioon ottaen (RIL 107-2000 2000, 86).

### 3.2.3.5 Ulkoseinät

Ulkoseinärakenteiden suunnittelussa on kosteustekninen toimivuus niin ikään keskeisessä roolissa. Rakenteeseen kohdistuu sekä sisäisiä että ulkoisia kosteusrasituksia. Sisäisten kosteusrasitusten aiheuttama kondenssiriski poistetaan tekemällä rakenteesta riittävän vesihöyry- ja ilmatiivis sekä huomioimalla kylmäsiltojen vuoksi mahdollisesti aiheutuva kondensoituminen. Ulkoseinän käytännössä toimivilla tuuletusjärjestelyillä varmistetaan sekä sisä- että ulkopuolelta rakenteeseen tunkeutuneen kosteuden poistuminen rakenteesta.

Ulkopuolinen kosteusrasituksen, joka aiheutuu mm. viistosateen ja lumen kulkeutumisen vaikutuksesta, haitalliset vaikutukset estetään liitosdetaljiikalla.

*Ulkoseinän saumojen ja liitosten on oltava sellaisia, että niiden kautta pääsee mahdollisimman vähän vettä rakenteeseen. Jos rakenteessa käytetään esim. avosaumaratkaisuja, rakenne suunnitellaan siten, ettei mahdollisista vuotovesistä ole haittaa rakenteelle. Ulkoseinän saumojen suunnittelussa otetaan huomioon myös saumojen liikkeet. Ulkoverhouksen taakse mahdollisesti joutuneen vuotoveden on päästävä poistumaan rakenteesta haittaa aiheuttamatta. (RIL 107-2000 2000, 115.)*

Liitosten toteuttamiseen ohjeita löytyy esimerkiksi RT- kortista 80-10632 Rakennuksen suojapellitykset.

### 3.2.3.6 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ja ovet liittyvät ulkoseinärakenteeseen, joten niiden liittymissä pätevät samat lainalaisuudet kuin muidenkin rakennusosien liittymisessä ulkoseiniin.

Liitosten suunnittelussa tulee siis ottaa huomioon sekä sisäiset, että ulkoiset kosteusrasitukset, ks. luku 3.2.3.5 ulkoseinät.

Ikkunoilla ja ovilla on suuri merkitys sisäolosuhteiden kannalta. Vääränlaiset ratkaisut voivat vähentää viihtyvyyttä ja sitä kautta työssä jaksamista ja tuottavuutta. Viihtyvyyttä vähentäviä tekijöitä ovat mm. vedontunne, auringon häikäisy ja liian kova melutaso. Ne voidaan helposti poistaa, kun ne otetaan suunnittelussa ja toteutuksessa huomioon.

### 3.2.3.7 Pintamateriaalit ja kalusteet

Sekä kalusteiden että muidenkin pintojen materiaalivalinnoilla on paljon merkitystä valmiin rakennuksen sisäilmasto-olosuhteisiin. Materiaaleista peräisin olevat epäpuhtauspäästöt minimoidaan valitsemalla päästöluokiteltuja pintamateriaaleja. Tässä yhteydessä on myös varmistettava pintamateriaalien yhteensopivuus, ettei niiden keskenään reagoiminen aiheuta epäpuhtauspäästöjä.

Puhtaudenhallinnassa onnistumiseksi pintojen tulee olla sellaisia, että ne ovat helposti puhdistettavia ja kestävät hyvin puhdistustoimenpiteistä aiheutuva mekaanista rasitusta. *Lattiapinnoitteiden ja jalkalistojen valinnassa sekä asennuksessa tulee ottaa huomioon mm. lattianhoitokoneiden käytön aiheuttamat kosteusrasitukset* (Rossi 2012).

Kalusteiden päälle kertyvät pölyt tulee myös olla helposti siivottavissa tai niiden kertyminen on estettävä.

Kalusteiden sijoittamisessa tulee ottaa huomioon niiden vaikutus ilmanvaihtoon. Kalusteet vaikuttavat tuloilmavirtauksiin ja väärin sijoitettuina voivat olla aiheuttamassa vedontunnetta.

### 3.2.3.8 Märkätilat

Märkätilojen teknisesti kriittiset asiat ovat lähinnä kosteudenhallinnan piiriin kuuluvia. Märkätiladetaljiikassa on kuitenkin samalla huolehdittava mm. ilman-

vaihdon ja materiaalien yhteensopivuudesta osana hyvän ilman laadun varmistamisessa. Toimivan märkätilan kulmakivinä voidaan pitää riittäviä lattian kallistuksia sekä vesitiiviitä liitoksia ja läpivientejä. Ohjeita märkätilojen detailjen suunnitteluun annetaan oppaassa RIL 107-2000 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet ja RT- kortissa 84-10759 Märkätilojen rakenteet.

### 3.2.3.9 Talotekniikka

Taloteknisen suunnittelun keskeisiä tavoitteita ovat sellaisten ratkaisujen löytäminen, joilla saavutetaan tavoiteasetteluvaiheessa asetetut lämpötilan-, ilman laadun-, ääniolosuhteiden-, valaistuksen sekä ilman liikenopeuden tavoitearvot. S1 -luokassa tulee olla työpistekohtaiset säätömahdollisuudet lämpö- ja valaistusolosuhteille, mikä voidaan mahdollistaa vain hyvällä taloteknisellä suunnittelulla. Terveen talon toteutuksen kriteereissä on annettu melko yksityiskohtaiset ohjeet tarvittavista toimenpiteistä, joilla tavoitearvot saavutetaan talotekniikan osalta.

Talotekniikan suunnittelussa on otettava huomioon myös rakentamisaikainen puhtauden- ja kosteudenhallinta. Jos rakennus rakennetaan ja osastoidaan P1 -alueiksi lohkoittain, on myös ilmanvaihtolaitteisto pystyttävä osastoimaan sen mukaisesti. Kondenssiveden kanavistoon kertymisen ehkäisemiseksi on suunniteltava kanavistojen lämmöneristys tehtäväksi heti niiden asentamisen yhteydessä.

### 3.2.4 Rakentamisen valmistelu- / rakentamisvaiheen tarkastuslista

Rakentamisen valmisteluvaiheessa pääurakoitsijan tulee laatia työmaakohtaiset kosteuden- ja puhtaudenhallintasuunnitelmat sekä työmaan aikataulu (RT 07-10805 2003, 7). Kohdissa 2.5.1 Kosteudenhallinta ja 2.5.2 Työmaan puhtaudenhallinta on käsitelty tarkemmin ko. suunnitelmien sisältöjä.

Työmaan aikataulun on oltava sellainen, että siitä voidaan helposti havaita tahdistavat ja kriittiset työvaiheet kosteuden- ja puhtaudenhallinnan kannalta.

Tahdistavia asioita ovat esim. puhtaudenhallinnan kannalta pölyvien työvaiheiden sovittaminen IV -töiden ja P1 -osastoinnin suhteen ja kosteudenhallinnan kannalta kuivumisaikojen asettamat vaatimukset. Aikataulussa on lisäksi varattava riittävästi aikaa toimintakokeille ja säädöille sekä tilojen tuuletukselle, jotta voidaan varmistaa riittävän hyvä ilman laadun taso heti rakennuksen käyttöönottovaiheessa.

Rakentamisen alkuvaiheessa on myös varmistuttava siitä, että työmaahenkilökunta on saanut riittävän perehdytyksen terve talo -periaatteiden soveltamisesta käytännön rakentamiseen (RT 07-10805 2003, 7). On tärkeää, että työmaahenkilökunta tiedostaa terveen talon toteuttamiseen liittyvät laatusavoitteet ja ne käytännön keinot, joiden kautta tavoitteet voidaan saavuttaa. Avainasemassa epäkohtien huomaamisessa ovat juuri työmaahenkilöstö ja epäkohtiin puuttuminen työmaa-aikana on tehokkaampaa, jos ne ajoissa havaitaan.

### 3.2.5 Rakentamisvaiheen tarkastuslista

Rakentamisvaiheen tarkastuksissa pääajatuksena on todentaa, onko rakentaminen tapahtunut hankkeen aikaisemmissa vaiheissa laadittujen suunnitelmien ja tavoitteiden mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että rakentamisvaiheen tarkastuslista rakentuu edellisten vaiheiden tarkastuslistojen kautta. Rakentamisvaiheen tarkastuslistassa tarkastettavat asiat on jaettu kolmeen osaan: yleiset asiat, rakennedetaljit ja talotekniset asiat.

Yleisiksi asioiksi on listattu työmaalla tehtäväksi vaaditut yleiset kosteuden- ja puhtaudenhallinnan toimenpiteet. Kun työmaalle laadittujen kosteuden- ja puhtaudenhallintasuunnitelmien on todettu olevan asianmukaisia, voidaan niitä käyttää apuna toteutuksen tarkastamisessa.

Rakennedetaljien tarkastamisessa lähtökohtana on, että tarkastetaan niin paljon rakennetyiskohtia kuin on mahdollista. Pääasiassa tarkastukset tehdään silmämääräisesti arvioimalla, mutta tarvittaessa käytetään apuna erilaisia mittalaitteita. Joidenkin yksityiskohtien oikea toteuttaminen varmistetaan

niistä laadittujen dokumenttien kautta, kuten esimerkkinä työmaalta otettujen seulontanäytteiden tulokset ja vedeneristyksen paksuusmittaukset.

Talotekniikan asennuksista niin ikään todetaan yhdenpitävyys suunnitelmien kanssa. Tavoitteena on varmistaa sekä ilmanvaihtokanavien puhtaina ja kuivina säilyminen koko rakentamisen ajan että vesi- ja lämpöputkien toimintavarmuus valmiissa rakennuksessa. Tässäkään tapauksessa ei kaikkea pysty omien silmämääräisten havaintojen ja mittausten avulla toteamaan, vaan osa asioista on muiden asiantuntijoiden tarkastettavia. On kuitenkin varmistettava että tarvittavat ulkopuoliset tarkastukset tulee tehtyä ja niistä on saatavilla asianmukaiset dokumentit.

### 3.3 Materiaalin kerääminen

Yhtenä haasteena terve talo -koordinaattorin työssä on ollut sen hoitamisessa tarvittavan tiedon hallinta ja tehokas käytettävyys, koska se koostuu useista lähteistä. Kaikkea materiaalia ei ole ollut edes saatavilla sähköisessä muodossa. Kun lähdemateriaalia on paljon, saattaa yksittäisen tiedon löytäminen tuottaa paljon turhaa työtä.

Materiaalin keräämisen tavoitteena oli löytää tarkastettaviin asioihin liittyvät määräykset ja ohjeet, joilla voidaan varmistaa terveen talon kriteerien toteutuminen. Kuten aikaisemmin on mainittu, osa tarkastettavista asioista perustuu kokemuspäraseen tietoon, joihin ei välttämättä löydy varsinaisia määräyksiä ja ohjeita.

Tulin siihen tulokseen, että järjestys oikean tiedon löytämiseksi kunkin tarkastettavan asian osalta tulee olla seuraavanlainen:

1. Katsotaan mitä Terveen talon toteutuksen kriteereissä asiasta mainitaan
2. Katsotaan mitä ohjeita Sisäilmastoluokitus 2008 asiasta velvoittaa noudatettavaksi

3. Etsitään muista lähteistä asiaa koskevat määräykset ja ohjeet jos edellisissä lähteissä ei niitä yksiselitteisesti ole annettu.

Muita lähteitä, joiden avulla terveen talon toteuttamiseen liittyvien asioiden tavoitteidenmukaisuutta voidaan varmistaa, tärkeimpiä mainitakseni ovat Rakentamismääräyskokoelma, RIL:n julkaisut ja RT -kortisto.

Materiaalin keräämisen aloitin siinä vaiheessa, kun tarkastuslistat olivat lähes valmiit. Sitä varten loin sähköisen hakemiston, johon materiaalin eli eri lähteistä peräisin olevan tiedon voi poimia ja josta se on helposti löydettävissä. Lähdin käymään tarkastuslistojen asioita läpi yksi kerrallaan etsien niihin lähdetietoa edellä mainitussa järjestyksessä. Löytämistäni lähdetiedoista poimin aina kyseistä tarkastettavaa asiaa koskevan olennaisen tiedon, jonka pohjalta syntyi materiaalia tallennettavaksi sähköiseen hakemistoon.

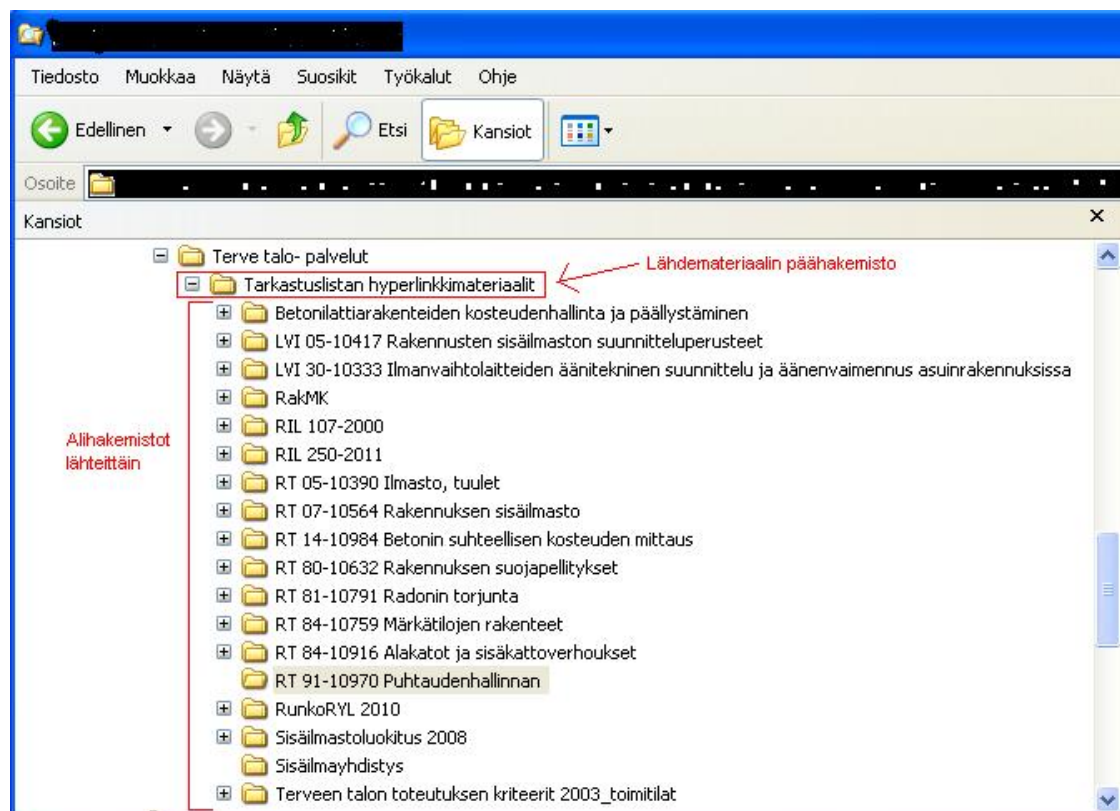
### 3.4 Materiaalin ja tarkastuslistojen yhdistäminen

Alkuperäisissä tavoitteissa oli määritelty, että tarkastuksissa tarvittava materiaali saataisiin yhdistettyä tarkastuslistoihin siten, että se olisi helposti ja tehokkaasti käytettävissä. Koska Excelissä on mahdollista luoda linkkejä toisiin tiedostoihin, päätin käyttää sitä ominaisuutta tässä tehtävässä. Ongelmana kuitenkin oli se kuinka saataisiin juuri kyseisestä lähteestä tarvittava tieto helposti näkyville ilman, että lähdemateriaalia täytyisi selata. Päädyin ratkaisuun, jossa lähdemateriaali pilkotaan useiksi tiedostoiksi, jolloin linkin kautta voidaan tarkasti päästä haluttuun kohtaan lähdemateriaalissa. Lisäksi, kun olin tulostanut lähdemateriaalin pdf -muotoon, muokkasin niitä pdf -käsittelyohjelmilla siten, että korostin niistä olennaisia asioita. Tällä tavalla sain tehostettua lähdemateriaalin käyttöä, kun huomio kiinnittyy heti oikeaan paikkaan avatussa linkissä.

Lähdemateriaalin pilkkomisesta seurasi uusi ongelma, joka aiheutui syntyvien tiedostojen runsaan määrään vuoksi. Tiedostojen runsaus vaatii täsmällisen tiedostojen nimeämislogiikan, jotta haluttu tiedosto on mahdollista tarvittaessa löytää myös muuta kautta kuin linkistä avaamalla. Tämä tulee kyseeseen esi-

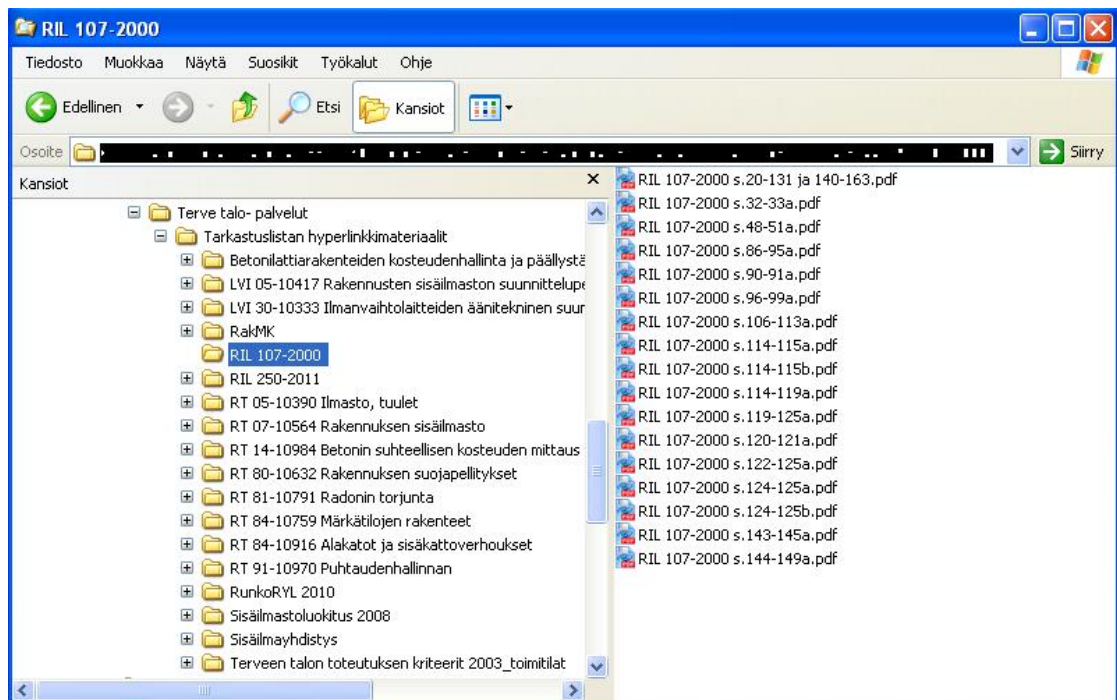
merkiksi silloin, kun lähdetiedostoa täytyy päivittää tai yhteys linkin ja tiedoston välillä jostain syystä pääsee katoamaan.

Runsaan lähdemateriaalin hallitsemiseksi loin lähdemateriaalien päähakemiston alle hakemistot jokaiselle eri lähteelle, joiden alle kokosin kaikki ko. lähteestä pilkotut tiedostot. Kuvio 3 havainnollistaa lähdemateriaalin hakemistorakennetta. Jatkossa siihen on helppo lisätä uutta materiaalia, mikäli siihen on tarvetta.



KUVIO 3. Lähdemateriaalin hakemistorakenne.

Pilkotut lähdetiedostot päätin nimetä niiden alkuperäisen lähteen nimen ja sivunumeroinnin mukaisesti. Koska joidenkin lähteiden samoja sivuja saattoi tarvita useiden eri asioiden tarkastamisessa, täytyi samoista sivuista ottaa useita eri pdf -tulosteita. Vaikka tulosteissa käytettiin täsmälleen samoja sivuja, niistä tuli muokkaamisen jälkeen erilaisia, koska niissä korostetaan eri asioita. Tällaisia tapauksia varten tiedostojen nimeämiseen piti ottaa lisäksi aakkoset erottamaan samasta sivusta / sivuista otetut tulosteet toisistaan, ks kuvio 4.



KUVIO 4. Esimerkki lähdetiedostojen nimeämisestä.

Seuraavana haasteena oli linkkien luominen ja asettelu excel- taulukkoon siten, että linkin nimen perusteella voidaan havaita mistä lähteestä on kyse. Aluksi nimesin linkit juuri samalla tavalla kuin sitä vastaava tiedosto, esim RIL 107-2000 s.120-121a (katso kuvio 4 yllä). Tämä vei kuitenkin taulukossa paljon tilaa varsinkin kun yhdelle riville eli yhtä tarkastuslistan asiaa kohti saattoi tulla useita linkkejä. Lisäksi taulukosta tuli tällä tavalla melko sekavan näköinen.

Muokkasin taulukkoa luettavammaksi siten, että loin jokaista lähdettä varten oman sarakkeen (katso kuvio 5), johon kyseiseen lähteeseen viittaavat linkit voi asettaa. Tällöin linkin nimeämisestä pystyi muuttamaan siten, että linkin nimenä oli vain vastaavan tiedostonimen loppuosa eli sivunumero ja kirjain. Tämä järjestely teki taulukosta huomattavasti selkeämmin luettavan. Nyt siitä on helposti luettavissa, mitä lähteitä missäkin tarkastuslistassa on käytetty ja siihen on helppo lisätä uusia sarakkeita uusia lähteitä varten aivan kuten lähdemateriaalien hakemistoonkin. Näin koko työkalusta tuli myös helposti päivitettävä, eikä sinne jää helposti vanhentunutta materiaalia roikkumaan.



Kokonaisuuden hahmottamiseen liittyvien haasteiden ratkaisemiseksi oli vain yksi tie: aiheeseen liittyvän kirjallisuuden etsiminen ja siihen tutustuminen sekä asiantuntijoiden eli tässä tapauksessa opinnäytetyön ohjaajien kanssa keskustelu. Kirjallisuudesta saadun tiedon avulla hahmottui, mitä kaikkea aiheeseen liittyy ja asiantuntijoiden kokemuksen kautta selkeytyi asioiden tärkeysjärjestys ja painoarvot.

Kun kokonaisuus oli hyvin omaksuttu, oli työn rajaaminen kohtuullisen helppoa ja oli hyvä pohja lähteä rakentamaan työkalua.

## 4.2 Tavoitteiden toteutuminen

### 4.2.1 Opinnäytetyön onnistuminen

Opinnäytetyön tuloksena syntyi työkalu terve talo -koordinaattorin käyttöön. Uskon työn tuovan lisäarvoa terve talo -asiantuntija tehtävässä toimimiselle ja parantavan toimeksiantajana olleen yrityksen kilpailukykyä ko. asiantuntijapalvelun tarjoajana.

Työkalu koostuu kahdesta osasta: Excel -pohjaisista tarkastuslistoista ja sähköisestä materiaalihakemistosta, joka on linkitetty tarkastuslistoihin. Tärkeitä työkalun ominaisuuksia ovat sen käytettävyys ja päivitettävyys. Päivitettävyys on olennaista, sillä normit ja ohjeet voivat muuttua sekä uutta tietoa aiheeseen liittyen varmasti tulee lisää.

Mielestäni molemmat ominaisuudet toteutuvat työkalussa hyvin. Tarkastuslistojen selaaminen ja lukeminen on helppoa. Lisäksi ne ovat hyvin tulostettavissa ja siten ne kommentoituina toimivat dokumentteina terve talo -koordinaattorin tekemästä työstä. Taulukon asetukset on asetettu sellaisiksi, että työkalun päivittäminen ei vaikuta tarkastuslistojen tulostettavuuteen. Työkalun käytettävyyttä lisää myös se, että se voidaan kopioida tietokoneesta toiseen eli sen käyttö ei ole paikkaan sidottu. Koko työkalun sähköinen tilan tarve kaikkine osineen oli sen valmistumishetkellä noin 110-120 Mb, joten se kulkee tarvittaessa kätevästi mukana vaikka muistitikulla.

Jokainen hanke, jossa työkalua tullaan käyttämään, on jollakin tavalla toisistaan poikkeava. Hankkeen vaativuus vaikuttaa siihen, mikä on terve talo - tarkastusten laajuus kussakin hankkeessa. Työkalua voidaan aina muokata hankekohtaisesti sopivaksi karsimalla tarkastuslistoista sellaisia asioita, jotka eivät koske kyseistä hanketta.

#### 4.2.2 Oma ammatillinen kehittyminen

Tavoitteisiin päästäkseni minun täytyi tutustua tarkasti terveen talon toteuttamiseen liittyvään kirjallisuuteen. Tavoitteena olikin näiden asioiden mahdollisimman hyvä hallinta opinnäytetyön valmistuttua. Terve talo- asiat tulevat työelämässä vastaan yhä enenevässä määrin, ja niiden osaajia tullaan jatkossa tarvitsemaan.

”Terve talo” oli tullut useaan otteeseen terminä vastaan jo ennen opinnäytetyön aloittamista. Sitä oli sivuttu silloin tällöin eri opintojaksojen yhteydessä. Lisäksi termi on esiintynyt lehtien palstoilla tasaiseen tahtiin viime vuosien aikana joidenkin julkisten hankkeiden yhteydessä. Sisäilma-asiat ja henkilöiden sisäilmaoireilu ovat muutenkin olleet paljon esillä viime aikoina. Opintojaksoilla käsitellyt, toisistaan irrallisiksi jääneet, sisäilman laatuun vaikuttavat asiat hahmottuivat opinnäytetyön aikana kiinteäksi kokonaisuudeksi, jossa jokaisella tekijällä on selkeä paikkansa.

Opinnäytetyön työstämisen aikana minulle selvisi, ettei terveen talon toteuttamiseksi tarvitse keksiä mitään uutta. Kaikki tarpeellinen tieto on jo saatavilla. Jollakin tavalla vain on varmistuttava, että uusin tieto ja käytännön tekeminen kohtaavat. Itselleni syntyi opinnäytetyön tekemisen kautta hyvä käsitys siitä, millä tuota asiaa voidaan teoriassa hallita.

### 4.3 Työkalun käyttö ja jatkokehitys

Valmistunut työkalu oli sellaisenaan heti valmis käyttöön. Oli kuitenkin selvää, että sitä käytettäessä tulee löytymään asioita, millä sitä voitaisiin kehittää. Työkalun käytettävyyys tulee siis varmasti vain paranemaan sen käytön myötä.

Terve talo -koordinaattorina toimiminen vaatii paljon asiantuntemusta ja kokonaisuuden hallintaa terve talo -asioissa. Siten työkalun, vaikka se sisältää paljon keskeistä materiaalia, käyttö ei tarjoa oikotietä terve talo -asiantuntijuuteen.

Työkalulle on olemassa myös toinen käyttötarkoitus. Se voi toimia opinnäytetyön toimeksiantajana olleen yrityksen rakennesuunnittelijoiden tietopankkina, josta löytyy ohjeita rakennedetaljien suunnitteluun ja niitä koskevia määräyksiä. Työkalu käy siihen tarkoitukseen sellaisenaan, mutta siitä voisi kehitellä myös version juuri kyseistä käyttöä varten. Silloin siihen voisi sisällyttää muitakin kuin terve talo -asioihin liittyvää materiaalia.

Terve talo -koordinaattorin toimenkuvaan sisältyy muitakin tehtäviä kuin mihin työkalun käyttö antaa mahdollisuudet, ks. luku 1.2. Työkaluun tai sen yhteyteen voisi jatkossa luoda materiaalia myös muiden tehtävien, kuten työmaa-henkilökunnan perehdyttäminen ja puhtauskokeiden suorittaminen, hoitamista varten.

## LÄHTEET

A 20.5.2009/70 . Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Viitattu 26.1.2012. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

C2 Kosteus. 1998. Määräykset ja ohjeet. Suomen rakentamismääräyskoelma. Ympäristöministeriö.

Hokkanen J. 2012. Tarkastaja. Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto. Luento 14.2.2012.

Kovanen K. 2011. Talotekniikan tutkuspäällikkö. Suomen sisäilmakeskus Oy. Luento 28.2.2011.

Merikallio T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

RIL 107-2000. 2000. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 250-2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Rossi, J. 2012. Projektipäällikkö. Finmacon Oy Keski-Suomi. Keskustelut 3.1.2012 ja 9.3.2012.

RT 07-10805. 2003. Terveen talon toteutuksen kriteerit. RT- ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS.

RT 07-10946. 2009. Sisäilmastoluokitus 2008. RT –ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS.

RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. RT- ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS.

RT 91-10970. 2009. Puhtauden hallinnan huomioonottaminen rakennussuunnittelussa. RT- ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS.

Tanttu, J. 2011. Toimitusjohtaja. Finmacon Oy Keski-Suomi. Keskustelu 1.12.2011.



## Liite 2 TARKASTUSLISTA NRO 2



Rakennuskohteen nimi  
Terve talo- palaveri xx.xx.2012  
Tarkastuslista nro. 2 : Suunnitteluvaihe

Suunnitelmien tarkastaminen									
	Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit	
V = Vastaa									
<b>Yleistä</b>									
Alustava kosteusriskiarvio		V							
Kosteusriskiluokan määrittely		V							
Kosteudenhallinnan menettelytavan määrittely	V								
Rakennuksen sijoitus ilmansuuntiin nähden		V							
Rakennuksen korkeusasema		V							
Rakennuspaikan maaperä (perustettavuus, kosteus, saastuneisuus)			V						
Liikenneyhdydet ( kevyt liikenne, saatto, huolto)		V							
Rakenteiden ääneneristysratkaisut tavoitteiden mukaiset		V							
Ympäristön tärinät			V						
Ilman sisäaerotto- / ulospuhalluspaikat		V		V					
Savunpoisto		V							
Työppihuoneen suunnittelu		V	V	V	V				
Tyypillisen käytäväleikkauksen tekeminen		V	V	V	V				

Suunnitelmien tarkastaminen									
	Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit	
V = Vastaa									
Terve talo- ohje laadittu	V								
Rakentamisvaiheen sääsuojausmahdollisuuksien huomioiminen suunnittelussa	V		V						
Rakentamisaikainen vedenpoisto			V						
Vedenpainekokeiden määritys vedenpaineelle alueille rakenteille			V						
Asemuslattioiden alapuolisten pintojen käsittely ja puhdistettavuus		V							
<b>Pihasuunnitelma ja pihantasa</b>									
Pintavedet ohjattu pois rakennuksesta ja pih-alueilta asianmukaisesti		V	V						
Sisäänkäynnit katettu		V							
Pihamateriaalit ja jalkineiden puhdistus sisätilojen puhtaanapidon kannalta		V							
<b>Perustukset ja alapohja</b>									
Radonin poisto			V	V					
Radon eristykset			V						
Toimiva salaojitus			V						
Sadevesiviemärinti, sadevesikaivot			V	V					
Pintavesien pääsyyntä estäminen salaojiin									
Täyttöjen kapillaarikatkot			V						

Suunnitelmien tarkastaminen							
Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit
V = Vastaa	V						
Ryömintätilan korkeus > 800mm		V					
Ryömintätilan tuuletus ja kuivatus		V	V				
Ryömintätilan maapohjan eristys		V					
Alapohjan alapuolisen maapohjan kallistukset		V					
Perusmuurien vedeneristykset		V					
Rakenteiden kapillaarikatkot		V					
Hissikuilun kuivanapito		V					
Maanvastaisen lattian lämmöneriste		V					
Lämpöpölkien sijainti maanvastaisen alapohjan alla			V				
Lattian pinnoitemateriaalien tiiviys olosuhteisiin nähden sopiva	V	V					
Kylmäsiilat							
Putkistojen vesivuotoriski huomioitu			V				
Kaivot ja ulos heittäjät	V						
<b>Välipohjat</b>							
Ontelorakenteiden vedenpoisto		V					
Läpimenojen palo- ja ääneneristykset		V					
Avomien alakattilojen pintakäsittely	V						
Avomien alakattilojen siivottavuus	V						
Vaimennusverhoisuuslevyit asianmukaisia	V						

Suunnitelmien tarkastaminen									
	Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit	
V = Vastaa									
<b>Vesikatot / yläpohjat</b>									
Katemateriaalit kaltevuuden mukaan		V							
Katemateriaalin kestävyys katolla tapahtuvalle toiminnalle		V	V						
Vedenpoiston mitoitus				V					
Kaksi poistomahdollisuutta joka katon osalla		V							
Liikuntasaumat			V						
Läpimenot, nostot			V						
Kattokaivot			V						
Sadevesiviemärit		V	V	V					
Räystäsdetaiitit		V	V						
Kattovarusteiden kiinnitys			V						
Katto-ontelon tuuletus			V						
Lämmöneristys									
<b>Ulkoseinät</b>									
Vilistosateen ja lumen kulkeutuminen			V						
Seinän tuuletusrako			V						
Tuuletusaukot			V						
Kondenssiriski			V						
Eri materiaalien liitokset		V							
Läpimenojen tiiviys			V						
Liittyvät rakenteet, katokset, tiiviys			V						

Suunnitelmien tarkastaminen							
Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit
V = Vastaa		V					
Lämmöneristys							
<b>Ikkunat ja ovet</b>							
Aurinkosuojaus	V						
Naapuritalojen heijastukset	V						
Työpisteen näköyhteys ikkunaan	V						
Huoneilassa avattava tuuletusikkuna	V						
Ääneneristys	V						
Liitosdetaljit, tiiviys	V						
Vedontunne laajoissa ikkunapinnoissa		V					
Lämmöneristys	V						
<b>Alakatot</b>							
Alakaton yläpuolisten tilojen pinnoitus ja siivottavuus	V						
Villa-alakattolevyt ympäri pinnoitettuja	V						
Huoltoluukut talotekniikan tarpeiden mukaan	V						
<b>Pintamateriaalit</b>							
Materiaalien päästöluokat	V						
Materiaalien yhteensopivuus (tasoiitteet, liimat)		V					
Pintojen puhdistettavuus	V						

V = Vastaa	Suunnitelmien tarkastaminen							
	Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit
<b>Kalusteet</b>								
Materiaalien päästöluokat	V							
Pintojen puhdistettavuus	V							
Yläpölyt	V							
Työpisteiden vedottomuus			V					
Kalusteiden vaikutus ilmanvaihtoon			V					
<b>Märkätilat</b>								
Lattian kallistukset		V						
Pintamateriaalit ja tasoitteet sopivia		V						
Vesieristys		V						
Nurkkien ja kynnysten vesieristys		V						
Katot, wc-istuimet, läpimenot		V						
Kiinnitys vesieristeen läpi		V						
Wc-istuimen malli		V						
Ilmanvaihto		V						
<b>Talotekniikka</b>								
Teknisten tilojen tilantarpeet	V							
Runkokanavien koot ja reitit			V					
IV- koneiden haalaus ja vaihto								
Liittymien paikat ja mitoitus			V					
Lämpöläskelmat valittujen järjestelmien			V					

Suunnitelmien tarkastaminen							
	Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	Kesken	Kommentit
V = Vastaa							
mukaan							
Kanavien kondenssivaara eri rakennusvaiheissa			V				
IV- laitteiden päästöluokkia M1			V				
Koneiden ja laitteiden äänitaso			V				
Läpimenojen tiiviisyys		V					
Ilmanottoaukkojen suojaus			V				
Tuloilman suodatus			V				
Poikkeukselliset sisäilmolosuhteet							
Ilmasuihkujen teillä ei ole esteitä			V				
P1- alueet erotettu suikupelleillä			V				
Lämmönsäätömahdollisuudet eri tiloille			V				
Ikkunoiden alla lämmityslaitte			V				
Huomioitu suuret ikkunapinnat			V				
Puhdistusluukkujen määrät ja paikat			V				
Märkätilojen lattialämmitys			V				
Rakennusaikainen lämmitys ja tuuletus			V	V			
Valaistuksen työpistekohtainen säätömahdollisuus					V		
Luminanssijakauma työpisteen ympäristössä sopiva					V		
Häikäisy huomioitu					V		
Tasainen valaistusvoimakkuus työalueella					V		



Suunnitelmien tarkastaminen									
	Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit	
V = Vastaa									
- Vesivahinkoihin varautuminen ja niiden ehkäiseminen									
Kosteusmittausuunnitelma						V			
Kosteudenhallinnan valvonta järjestetty	V					V			
<b>Puhtaudenhallintasuunnitelma</b>									
Rakennusarvokkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus						V			
Syntyvän pölyn vähentäminen / sitominen						V			
Pölyn leviämisen estäminen rakennusalueen ulkopuolelle						V			
P1-osastointi						V			
Siivous						V			
<b>Aikataulut</b>									
Pölyäviä töitä ei yhtä aikaa IV-töiden kanssa						V			
Pölyävät työt tehty ennen P1-vaihetta						V			
Toimintakokkeille ja säädböille varattu riittävästi aikaa						V			
Rakenteiden kuivumisajat huomioitu						V			
Alakattojen yläpuolisten rakenteiden pinnoitus huomioitu aikataulussa						V			

Suunnitelmien tarkastaminen										
		Tilaaja	Ark	Rak	LVI	S	RU	Kesken	Kommentit	
V = Vastaa								V	n. 1. kuukausi	
Tilojen tuuletukselle on varattu riittävästi aikaa ennen käyttöönottoa										

## Liite 4 TARKASTUSLISTA NRO 4



Rakennuskohteen nimi  
Terve talo- palaveri xx.xx.2012  
Tarkastuslista nro. 4 : Rakentamisvaihe

Työmaataarkastukset, toteutuksen ja suunnitelmien yhdenpitävyys		Ark	Rak	LVIU	SU	RU	Kesken	Kommentit
V = Vastaa	Tilaja							
<b>Yleistä</b>								
Rakennustarvikkeiden varastointi ja suojaus					V	V		Lattioille varastoitavien tavaroiden alle ja väliin jäätävä riittävät tuuletusvälit
Rungon sääsuojaus					V	V		Sääsuojauksista erillinen suunnitelma
Keskeneräisten rakenteiden sääsuojaus					V	V		
Vesivahinkoihin varautuminen					V	V		
Suojaseinämät osastojen välillä					V	V		
Siisteys, pölyttömyys					V	V		
Ryömintätila puhtas rakennusjätteistä					V	V		
Ontelorakenteiden vedenpoisto					V	V		
Avomien alakattilojen pintakäsittely					V	V		
Kosteusmittaukset					V	V		
Rakennekosteus vaaditulla tasolla ennen pinnoitusta					V	V		
Kalusteiden päästöluokitus varmistettu kalusteioimittajalta					V	V		
<b>Rakennedetailit</b>								
Maanpinnan kallistukset					V	V		
Radon eristykset					V	V		
Salaojat					V	V		
Piha-alueen sadevesikaivot					V	V		
Syöksytörvet, ulosheittäjät					V	V		
Alapohjan alapuolisen maapohjan kallistukset					V	V		

Työmaatarkastukset, toteutuksen ja suunnitelmien yhdenpitävyys								
	Tilaaja	Ark	Rak	LVIU	SU	RU	Kesken	Kommentit
V = Vastaa								
Perusmuurien vedeneristykset						V		
Kapillaarikatkot						V		Seulontanäytteet työmaalta
Vesikaton läpiviennit ja nostot; tiiviys						V		
Veden poistuminen katolta						V		
Kattovarusteiden kiinnitys						V		
Seinän tuuletusrako ja tuuletusaukot						V		
Seinän läpiviennit; tiiviys						V		
Seiniin liittyvien rakenteiden tiiviys						V		
Ikkunalitosten tiiviys						V		
Läpimenojen palo- ja ääneneristykset						V		
Ilman- / höyrynsulun liitokset						V		
Villa-alakattolevyt ympäri pinnoitettuja						V		
Alakaton huoltoaukkojen käytettävyys		V						
Märkätilojen lattian kallistukset						V		
Märkätilojen vesieristykset (nurkat, kynnykset, nostot)						V		
Märkätilojen läpivientien ja kiinnitysten tiiviys						V		
<b>Talotekniikka</b>								
Avomien kanavaosien suojaus			V					
Kanavien lämmöneristykset			V					
Läpivientien tiiviys						V		
Ilmanottoaukkojen suojaus			V					
P1 - alueet erotettu sulkupeleillä			V					

Työmaatarkastukset, toteutuksen ja suunnitelmien yhdenpitävyys									
	Tilaja	Ark	Rak	LVIU	SU	RU	Kesken	Kommentit	
V = Vastaa ja lisäsuojauksilla									
Huoltoluukkujen määrä alakatoissa riittävä			V					Kts. Lvi- suunnitelmat	
Lämpö- ja vesijohtojen liitokset tarkastettu ja painekokeet pidetty			V					Kts. Lvi- suunnitelmat	