



Anusorn Bunyot

Terve Talon rakentamisen kustannusvaikutus rakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tutkinto-ohjelma

Rakennustekniikka

30.04.2021

Tekijä	Anusorn Bunyot
Otsikko	Terve Talo -rakentamisen kustannusvaikutus rakennushankkeessa
Sivumäärä	30 sivua
Aika	30.04.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Työpäällikkö Harry Mäkinen Työmaainsinööri Valtteri Leskinen Lehtori Markus Immonen
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana on YIT Suomi Oy toimitilat segmentti. Työn tarkoituksena oli tutkia, millainen vaikutus Terve Talo -rakentamisella on hankkeen kustannuksiin.</p> <p>Työssä perehdyttiin Keravajoen Monitoimitalon Terve Talo -toiminnan periaatteisiin ja niiden avulla pystyttiin erittelemään työvaiheita, joiden avulla laskettiin Terve Talo -rakentamisen kustannusvaikutusta. Tutkimuksessa tehtiin kustannusvertailua kuuden YIT:n hankkeiden välillä, joista kolme ovat Terve Talo -kriteerien mukaisesti toteutettuja. YIT:n hankelaskentayksiköltä saatiin kyselyiden avulla taustatietoa hankelaskennan perusteista ja työmaan työpäälliköltä hankkeiden budjetoinnista.</p> <p>Terve Talo -rakentamisen vaikutus hankkeen kokonaisbudjettiin on 1,4% ja tutkimuksessa huomattiin myös, että työmaan siivouksen budjetoinnissa on ollut systemaattinen virhe. Työssä pureuduttiin työmaalla konkreettisiin ryhdyttyihin toimenpiteisiin, prosenttiluku ei kerro suunnitteluun sekä materiaaleihin kuluneita kustannuksia.</p>	
Avainsanat	Terve Talo, Sisäilmastoluokitus, P1-puhtausluokitus

Author	Anusorn Bunyot
Title	Cost impact of Constructing a Healthy House
Number of Pages	30 pages
Date	30 April 2021
Degree	Bachelor Of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management of Construction
Instructors	Harry Mäkinen, Construction Manager Valtteri Leskinen, Site Engineer
<p>The thesis was commissioned by YIT Suomi Oy business premises segment. The purpose of this work is to study the cost impact of healthy house construction criteria compared to a normal construction.</p> <p>Thesis studies the healthy house principles of the Keravajoen Monitoimitalo. The principles were used to specify the work steps and to calculate the cost impact of the Healthy House construction. The study compared costs between six YIT projects, three of which have been constructed using the healthy house criteria. The surveys provided background information on the basics of project accounting and project budgeting. This information was provided by YIT's project accounting unit and the construction manager of Keravan Monitoimitalo.</p> <p>The results of the study shows that the impact of the healthy house construction on the total budget of the project is 1.4%. The study also found that there has been a systematic error in the budgeting of the site cleaning. The thesis focused on actual measures at the construction site, the above percentage does not include the cost of design and materials.</p>	
Keywords	Healthy House, indoor climate classification, P1-purityclass

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tilaaja	1
1.2	Taustaa ja tavoitteet	1
2	Terve Talo	2
2.1	Perusteet	2
2.2	Terve Talo -kriteerit	2
2.2.1	Terve Talo -toteutuksen vaiheet	4
2.3	Sisäilmastoluokitus	8
2.3.1	Sisäympäristön tavoitearvot (S)	9
2.3.2	Rakennustöiden puhtausluokitus (P)	10
2.3.3	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokitus (P)	10
2.3.4	Rakennusmateriaalien luokitus (M)	11
2.3.5	Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M)	12
2.4	Työmaan kosteudenhallinta	13
3	Kustannusten muodostuminen rakennushankkeessa	14
4	Keravajoen Monitoimitalo	17
4.1	Terve Talo toiminnan kuvaus	17
4.1.1	Kosteudenhallinta työmaalla	18
4.1.2	Pölynhallinta työmaalla	19
5	Terve Talo -rakentamisen kustannusvaikutus	19
5.1	Terve Talo -periaatteen työmaatoimintaa koskevat vaatimukset	20
5.1.1	Kosteudenhallinta ja suojaukset	20
5.1.2	Puhtaudenhallinta	24
5.1.3	Loppusiivouksen erillisvaatimuksia	26
6	Kustannusvertailu	26
6.1	Kyselyt	29
7	Yhteenveto	29
	Lähteet	31

1 Johdanto

1.1 Työn tilaaja

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Suomi Oy:n toimitilayksikkö. Yleinen Insinööri toimisto Oy (YIT) on perustettu vuonna 1912. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2019 3,4 miljardia euroa. YIT:n hallitus on täsmentänyt yrityksen strategia vuosille 2020-2022 ja sen päätavoitteena on kannattavuuden parantaminen sekä taloudellisen vakauden ylläpitäminen. YIT on Suomen suurin ja merkittävä pohjoismaalainen rakennusyhtiö. Se kehittää kaupunkeja, rakentaa asuntoja ja asumisen palveluja sekä rakentaa toimitiloja ja kokonaisias alueita. Lisäksi YIT on vaativan infrarakentamisen erikoisosaaja. YIT:llä työskentelee noin 7500 alan ammattilaista ja toimintaa on kymmenessä eri maassa. (1.)

1.2 Taustaa ja tavoitteet

Terve Talo -ohjeet sekä -kriteerit antavat hyvän perustan terveelliseen ja viihtyisään rakennukseen. Kriteerien täyttäminen vaatii kaikilta rakentamisen osapuolilta halukkuutta ja panostusta hyvään lopputulokseen. Rakentamisen aikataulu ovat nykyään kiristyneet sekä kustannukset pyritään pitämään mahdollisimman pieninä, kaikki nämä vaikuttavat rakentamisen laatuun. Tutkimuksessa pureudutaan esimerkkitapahtuman Keravajoen Monitoimitalon Terve Talo -toteutukseen taloudellisesta näkökulmasta. Työn tarkoituksena on pureutua Terve Talo -rakentamiseen liittyviin työvaiheisiin sekä niistä kertyneisiin kustannuksiin, jotka muodostuvat rakentamisen aikana. Teoriaosiossa käydään läpi yleisesti Terve Talo -toteutuksen edellytykset sekä lyhyesti rakennushankkeen kustannushallintaa. Tutkimuksessa vertaillaan keskenään Terve Talo -hankkeen ja tavanomaisen hankkeen kustannuksia. Tarkoituksena on saada aikaan vertailu työvaiheista ja niiden toteutuneista kustannuksista.

2 Terve Talo

2.1 Perusteet

Kosteus- ja homeongelmat ja niistä aiheutuneet terveydelliset haitat olivat voimakkaasti esillä julkisuudessa 1990-luvun puolessavälissä. Laajaan yhteiskunnalliseen ongelmaan piti saada ratkaisu. Tekes käynnisti vuonna 1998 viisivuotisen Terve talo -teknologiaohjelman, joka keskittyi sisäilma- ja rakennusfysikaalisen osaamisen ja niihin liittyvän terveystiedon nostamisen kansainväliselle tasolle. Rakennuksille ja niissä käytettäville tuotteille vaadittavat terveydelliset kriteerit sekä laatuluokitukset ja rakennuksien sisäilma- ja terveysominaisuuksien kehittämiseen. (2.)

Tutkimusryhmä on määrittänyt Terve Talo- käsitteen seuraavasti:

- Terve talo on rakennus, joka on suunniteltu ja rakennettu siten, että se tarjoaa kilpailukykyisesti terveelliset, turvalliset ja toiminallisesti tarkoitustaan vastaavat olosuhteet siellä asuville tai työskenteleville.
- Terveessä talossa on viihtyvyyttä ja työtehoa parantava hyvä sisäilmasto.
- Terve talo on rakennettu laadukkaaksi, kestäväksi ja taloudelliseksi
- Rakennusta käytetään ja hoidetaan siten, että sen ominaisuudet säilyvät. (2. S. 7.)

Terve Talo -rakentamisen tavoitteena on panostaa rakennuksen terveellisyyteen, keskittyen kosteuden- ja puhtaudenhallintaan sekä materiaalivalintoihin. (3.)

2.2 Terve Talo -kriteerit

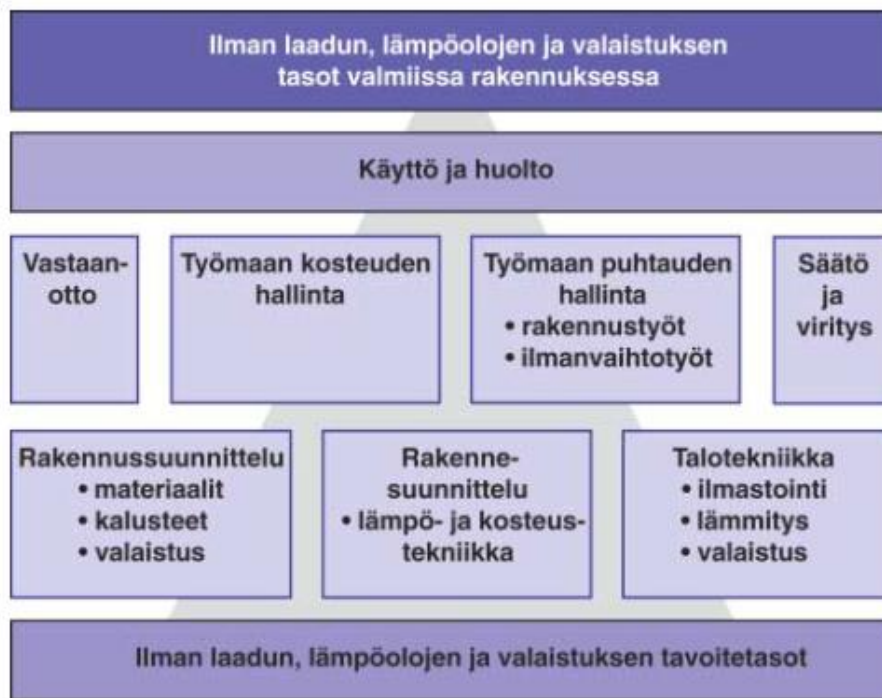
Kaikessa rakentamisessa tulee noudattaa hyvää rakentamistapaa. Käsite itsessään on hyvin laaja ja tulkinnan varainen. Terve Talo -kriteerit tukevat rakentamista, painottaen terveellisyyttä ja käyttötarkoitukseen sopivaa rakennustapaa. Rakennuttaja ja tilaaja pystyvät hankesuunnittelu- ja suunnitteluvaiheessa kriteerejä hyödyntäen laatimaan rakennukselle laatuvaatimuksia ja tavoitetasoja sisäilmastolla suunnitteluratkaisuille, rakentamiselle, valvonnalle sekä käytölle ja huollolle. Terve Talo -asioilla tarkoitetaan kaikkia rakennukseen liittyvää kosteus- ja sisäilmastoasioita, joilla on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveellisyyteen, viihtyvyyteen ja työn tuottavuuteen. (3.)

Terveen talon toteutusohje on rakennuksen terveellisyyden varmistamiseksi luotu työkalu. Kriteerit pohjautuvat terveellisen ja turvallisen talon toteutukseen. Kriteereihin on otettu mukaan Sisäilmastoluokitus 2000 sisäilmasto-, puhtaus- ja materiaaliluokitukset ja esittävät, miten sisäilmastoluokituksessa määritetyt laatutasot voidaan toteuttaa toimitilarakentamisessa. Sisäilmayhdistys ry on julkaissut toimitilarakentamiselle suunnatun oppaan Sisäilmaopas vuonna 2003 ja myöhemmin asuntorakentamiselle vuonna 2004. Terve Talo ei ole itsessään määräävä toteutustapa eikä siinä esitetä rakentamiseen liittyviä yleisiä vaatimuksia. Kriteerit toimivat hyvänä ohjenuorana rakentamisen toimintatapojen määrittelyyn sekä tavoiteasetteluun. Ohjeissa käsitellään rakentamisen ketjun osapuolien roolia koko rakentamisen prosessissa.

Rakentamista koskevat määräykset on maankäyttö- ja rakennuslaissa määrätty seuraavasti:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi. (4.)

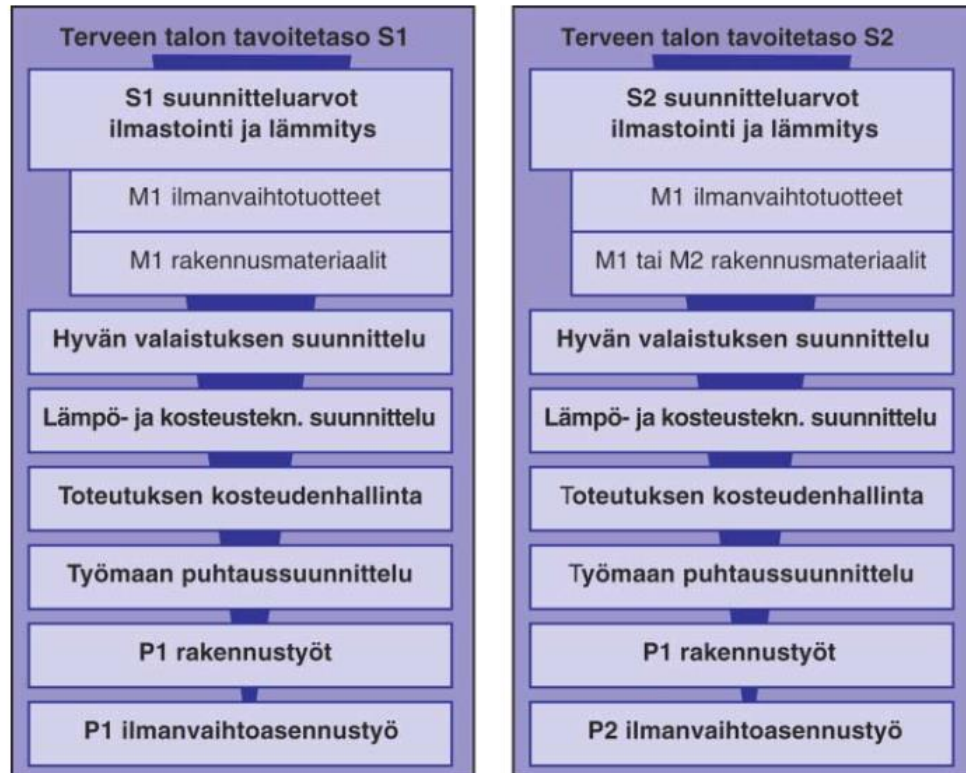
Terve Talo -kriteerit on laadittu käytettäväksi kaikissa rakennushankkeen vaiheissa. Vaaditun sisäilmasto-olosuhteen täyttävän ja terveellisen rakennuksen aikaan saamiseksi on ohjetta noudatettava tarkasti rakennushankkeen tavoitteiden asettamisesta aina rakennuksen vastaanottoon sekä käyttöönottoon ja huoltovaiheeseen. Koko rakentamisen ketju on sitoutettava terveellisen rakennuksen vaatimiin toimenpiteisiin eri rakennusvaiheissa.



Kuva 1. Terveen talon peruspilarit (5.)

2.2.1 Terve Talon toteutuksen vaiheet

Terve talon toteutuksen kriteerejä on laadittu rakentamisprosessin mukaan siten, että rakentamisen eri osapuolet voivat asettaa terveen talon vaatimukset ja tavoitetasot. Kriteereissä kuvataan, miten tavoitteet ja vaatimukset muutetaan toimenpiteiksi. Rakentajan tehtävänä on varmistaa Terve Talon asioiden viemistä suunnittelun ja rakentamisen asiakirjoihin, erityisesti urakkaohjelmaan ja urakkarajaliitteisiin. On erityisen tärkeää, että Terve Talon prosessin valvontaan panostetaan asiantuntijoiden ja valvojien toimesta. Terve Talon kriteerien sisällön tulisi olla keskeinen asiakokonaisuus, jota työmaalla vastuussa olevat henkilöt sisäistävät. (5.)



Kuva 2. Terveen talon tavoitetasot ja osakokonaisuuksien vaatimustasot. (5.s.2)

RT-kortissa 07-10805 on esitetty ne asiakokonaisuudet, joilla varmistetaan lopputuloksen hyvä sisäilmasto. Osakokonaisuuksien hallinnan toimenpiteet on esitetty tarkastuslistoina ja tekniikan alojen vaatimuksina rakentamisprosessin edistymisjärjestyksessä. (5. s. 2.)

Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa käsitellään Terve Talo -asioita yleisellä tasolla ja päättään, tullaanko noudattamaan tämän toteutuksen kriteeristöä vai ei. Tarkemmin ei Terve Talo -asioita tässä vaiheessa määritellä.

Rakennuttaja tai rakennuttajakonsultti on vastuussa Terveen talon kriteerien ja ohjeiden noudattamisesta asiantuntevien valvojen avulla tai hankkeeseen palkatun ulkopuolisen asiantuntemuksen avulla. (5. s. 3)

Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa tehdään lähes lopullisia arkkitehtuurisia ja muita suunnittelukokonaisuuksia. Tässä vaiheessa tulisi Terve Talo -kriteeristö ottaa huomioon ta-

loudellisesta näkökulmasta sekä vaihtoehtoisten ratkaisujen ja materiaalien kannalta. Sisäilmastoluokitus 2000:ssa on laadittu sisäilmastolle laatuluokat S1 tai S2. Terveen talon lähtökohta lopputuloksena on hyvä sisäilmasto. Kuvassa 2 on esitetty asiakokonaisuudet, joita tulisi hallita. Oleellisimman terveellisyyteen liittyvien riskien kannalta kosteuden- ja puhtaudenhallinta luokka ovat samat kummassakin sisäilman tavoitetasossa S1 ja S2. Lämpö- ja kosteusteknisen suunnittelun lähtökohta on tilojen vaativuus sisäilmaston tavoitetasosta riippumatta. Kahden laatutason välillä S1 tai S2 voidaan valita teknisten järjestelmien, kuten ilmastoinnin ja lämmityksen osalta. Keskeiset tarkastuslistan kohdat ovat seuraavia (5.s.3):

- Yleiset tavoitteet voidaan asettaa joko koko rakennukselle tai tilatyypikohtaisesti
- Rakennussuunnittelun tarkastuslista
- Rakennuspaikka
- Luonnossuunnitelmien tarkastus.

Toteutussuunnittelu

Toteutuksen suunnitteluvaiheessa päätetään lopullisia ratkaisuja. Tila- ja rakennekohdaiset tavoitteet tulee varmistaa. Viimeiset muutokset tulee tässä vaiheessa tehdä, sillä toteutussuunnittelun päättyessä muutokset ovat suuritöisiä ja vaikuttavat mahdollisesti lopulliseen hankekustannukseen. Lopullisten tilojen ja rakenteiden valintojen ratkettua voidaan varmistaa, että lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu tehdään riittävässä määrin kriittisten rakenteiden osalta.

Rakentamisenvalmistelu vaiheessa urakka-asiakirjaan sisällytetään Terve Talo - toteutuksen kannalta kaikki laadulliset ja aikataululliset suunnitelmat sekä puhtaus- ja kosteudenhallintasuunnitelmat.

Rakennussuunnittelussa varmistetaan, että käytettävät rakennustuotteet ovat M1-luokiteltuja. Arkkitehdin rakennusselostuksessa tulee olla maininta piiloon jäävien rakenteiden käsittelystä niin, ettei rakenteista irtoa haitallista rakennuspölyä myöhemmin käytön aikana. Alakaton yläpuoliset siivoukset ja muut piiloon jäävät P1-luokan puhtaustilat tarkastetaan ennen niiden ummistusta. Kaikki villalevyjen leikatut reunat tulee olla käsiteltyinä, etteivät niistä irtoa huoneilmaan kuituja. (5.s.5-6.)

Rakennesuunnittelussa tulee kaikki kriittiset rakenteet, liitokset ja läpiviennit esittää kattavasti suunnitelmissa leikkauksin ja detaljein. Rakennesuunnitelmien kattavuuden varmistamiseksi voidaan hyödyntää Teppo Lehtisen ja Martti Viljasen tekemää rakennesuunnittelun tarkistuslistaa. Rakenteiden lämpö ja kosteustekninen suunnittelu, Dok. no. TTL-C-1 ja C-2, TKK talonrakennustekniikan laboratorion julkaisuja 119. (5.s.6 ja 11-12.)

Taloteknisessä suunnittelussa lämpöolojen tavoitearvoilla on suuri merkitys rakennuksen käyttäjille viihtyvyyden kannalta ja erinaisten sairauksien ehkäisemisessä. Talvella ei saisi työpisteillä olla liian kylmä tai vetoisaa eikä kesäisin saisi olla liian kuuma. Tilat ja työpisteet varustetaan ilmastoinnille säätömahdollisuus, lisäksi huoneet tulee varustaa avattavalla ikkunalla. Korkeatasoisessakin ilmastointijärjestelmässä saattaa esiintyä haittana veto sekä liian korkea äänitaso ja tähän pyritään vaikuttamaan ääniteknisillä laskelmilla sekä päätelaitteiden valinnalla, jotta sisäilmaston kriteerit täyttyvät. Valaistuksia suunnitellaan tilakohtaisesti ja niitä tulee myös varustaa säätömahdollisuuksilla. (5.s.6-7.)

Rakentamisvaihe

Sisäilmaston riskien hallinta rakennusvaiheessa vaatii laadukasta työmaansuunnittelua. Pääurakoitsijan tulee noudattaa urakkarajaliitteessä esitettyjä laadunvarmistustoimenpiteitä, sekä luotava kattavasti suunnitelmia mm. kosteuden- ja puhtaudenhallintasuunnitelmat. Tarvittaessa työmaan henkilökunnalle on pystyttävä järjestämään koulutuksia Terve Talo -periaatteiden soveltamisesta käytännön rakentamiseen. Työmaan aikataulun laadinnassa on otettu huomioon mahdolliset päällekkäisyydet työvaiheissa ja esitettävä yksityiskohtaisesti tahdistavat sekä kriittiset työvaiheet. P1-luokan puhdistilat sekä IV-asennustyöt on esitettävä lohkoittain.

Runko- ja julkisivutöissä on varmistettava kosteudelle kriittisten rakennusosien suojaaminen kastumiselta sekä kosteudelle alttiilla materiaaleilla tulee olla varastotila, joka on säänsuojassa sekä irti maasta. Runkotyön ollessa ylimmän kerroksen loppuvaiheessa tulee varmistaa, että saadaan mahdollisimman nopeasti vedenpitävä rakenne asennettua ja vedenpoisto varmistettua talon lopullisilla sadevesipoistojärjestelmillä. Suunnitelmissa määritetyt tarkastettavat peittyvät- ja vedeneristysrakenteet tulee olla tarkastettu asianmukaisesti.

Sisätyövaiheessa P1-luokan alueet osastoidaan lohkoittain. Ennen osastointia varmistetaan, että pölyävät työt saadaan valmiiksi. Läpikulkukieltomerkeillä estetään säännöllinen kulku P1-alueille. P1-puhtaustason saavuttaneet tilat ovat vähintään imuripuhtaita, eikä niissä tiloissa saa tehdä enää pölyäviä töitä. Mikäli töitä joudutaan tekemään, on työkohde suojattava sekä käytettävä kohdepoistolla varustettuja työkaluja. (5.s.7-8.)

Viritys ja vastaanotto

Ennen rakennuksen lopullista vastaanottoa tulee käyttöorganisaatio olla selvillä. Avainhenkilöiden on hyvä olla mukana jo ennen ilmanvaihdon säätötöiden aloittamista. Lopullisille käyttäjille tulee huolehtia käyttöönotto-opastus, jota edellytetään rakennuksen virheettömään käyttöön. (5.s.9.)

Käyttö ja huolto

Huoltokirjaan kirjataan hyvän sisäilmaston ja rakenteiden moitteettoman lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden kannalta tärkeät asiat. Rakennuksen ylläpitohuoltoon kuuluvat asiat kuten rakennuksen kuivatukseen, sadevesipoistojärjestelmään ja rakenteiden kunnan arviointiin liittyvät huoltotoimenpiteet sekä LVIS-järjestelmiin huolto- ja käyttöohjeet. Erinaisten erityisten pintamateriaalien hoito- ja puhdistus ohjeet tulee myöskin olla esitettynä. (5.s.9.)

2.3 Sisäilmastoluokitus

Rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus julkaistiin vuonna 1995 ja myöhemmin se korvattiin vuosina 2001 ja 2008 päivitettyillä versioilla nimillä Sisäilmastoluokitus 2000 ja Sisäilmastoluokitus 2008 sekä uusimpana versiona Sisäilmastoluokitus 2018. Tämä on tarkoitettu käytettäväksi rakentamisen, suunnittelun ja rakennustarviketeollisuuden avuksi hyvän sisäilman tavoite- ja suunnitteluarvojen asettamiseksi. Sisäilmastonluokituksessa käsitellään sisäympäristöön vaikuttavia tekijöitä perustuen hyvään rakentamistapaan ja tutkimuksiin. Ohjekortissa käsitellään kolmessa luvussa niitä toimenpiteitä, joita vaaditaan, kun tavoitteena on terveellisempi ja viihtyisämpi sisäympäristö. (6.)

2.3.1 Sisäympäristön tavoitearvot (S)

Terveellisen ja viihtyisän sisäympäristön saavuttamiseksi tulee ottaa huomioon sisäilmastoluokituksen tavoitteet, vaatimukset sekä ohjeet jokaisessa rakennusvaiheessa. Rakennushankkeeseen ryhtyvä on yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa tehtävä valinta sisäympäristön tavoitearvoista hankekohtaisesti. Suunnittelijoiden tehtävänä on suunnitteluratkaisuissaan huolehtia siitä, että tavoitteet tulevat selkeästi esitetyksi piirustukissa ja selostuksissa. Rakentamisen suunnittelua ja ohjausta varten on valittava rakennustöiden-, ilmanvaihtojärjestelmien- ja ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokat sekä rakennusmateriaalien päästöluokat. (6.s.3.)



Kuva 3. Sisäilmastoluokituksen rakenne. (6.s.3)

Sisäilmastoluokitukselle on kolme luokkaa S1, S2 ja S3. RT-kortissa 07-11299 laatu-
luokat ovat määritelty seuraavasti:

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 käyttötarkoitukseen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet, ja hyviä valaistusolosuhteita on tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto Tilan sisäilmalaatu 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 sisäilmanlaatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain perusteella asetetut vähimmäisvaatimukset. Asetusten vaatimusten täytyminen ei välttämättä edellytä S3-luokan tavoitearvojen käyttämistä. S3-luokan arvot esitetään tässä ensisijaisesti vertailun tueksi. (6.s.5.)

Sisäilmastoluokitusta käytetään rakentamisosapuolten sekä suunnittelijoiden apuna sisäilmaston tavoitetasojen määrittämisessä eikä viranomaisohjeena tai sellaisen tulokintana. Luokituksissa mainitut asiat sitovat osapuolia siinä muodossa kuin ne ovat esitettyinä sopimusasiakirjoissa. (6.s.5.)

2.3.2 Rakennustöiden puhtausluokitus (P)

Rakennustöiden puhtausluokitukselle on yksi luokka, P1. Luokitusta P1 on suositeltavaa käyttää, mikäli rakennukselle asetetaan sisäilmastoluokka S1 tai S2. Tämän tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat puhtaat, kun ne luovutetaan lopullisille käyttäjille eikä käytön aikana sisäilmaan kulkeudu rakentamisvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. P1-luokan vaatimukset ovat seuraavia:

- Rakennuksen tulee olla puhdas ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja ilmanvaihtojärjestelmä käynnistää. tällöin pinnoille ei saa olla hienojakoista irtolikaa (esim. puu- betoni- tai kipsipölyä), joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana
- Tiloissa ei saa säilyttää rakennusmateriaaleja tai jätteitä, jotka estävät pintojen puhdistamista. Pintoja suojaavat muovit ja pahvit on poistettu. Tämän vaiheen jälkeen tiloissa voidaan ilman erityistoimia tehdä vain pölyämättömiä töitä, esim. paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöä ja viritystä sekä loppusiivous.
- Luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa, kuten roskia, irtolikaa (ml. pölyä), kiinnittynyttä likaa tai tahroja. (6. s. 12.)

Rakennustöiden puhtausluokituksen edellytykset voidaan täyttää RT-kortissa 07-11299 P1- luokan toteutusohjeita noudattamalla (6.s.13-14).

2.3.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokitus (P)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokitus määritellään suunnitelma-asiakirjoissa. Tämän tarkoituksena on varmistaa, että järjestelmien läpi virtaava tuloilma ei sisällä terveydelle tai viihtyvyydelle haitallisia aineita tai hajuja. Uuden ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksessa käytetään P1 puhtausluokkaa sisäilmastoluokissa S1 ja S2. RT-kortissa

07-11299 on kuvattu ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan P1 vaatimukset seuraavasti:

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistemateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaa M1 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään 0,7 g/m² suodatinmenetelmällä (Pasanen ym. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001). BM-Dustdetector-mittalaitteella mitattuna puhtausvaatimus ≤ 5%.
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita. (6.s.17.)

2.3.4 Rakennusmateriaalien luokitus (M)

M1-luokituksen kriteeristö julkaistiin ensimmäistä kertaa vuonna 1996. Tämä asettaa raja-arviot materiaalien ja kalusteiden orgaanisten haihtuvien yhdisteiden (VOct), formaldehydin ja ammoniakkin päästöille, lisäksi arvioidaan tuotteen hajun hyväksyttävyyden. Sen tarkoituksena on edistää vähäpäästöisten rakennusmateriaalien ja kalusteiden käyttöä. (7.) Huoneilmaan voivat vapautua rakennusmateriaaleista-, sekä sisustusmateriaaleista epäpuhtauksia. Ne voivat olla peräisin niissä käytetyistä materiaaleista tai niiden valmistuksessa tapahtuneesta virheestä. Huoneilmaan vapautuvien epäpuhtauksien määrään voidaan ilmaston lisäksi vaikuttaa käyttämällä vähäpäästöisiä rakennusmateriaaleja ja sisustusmateriaaleja. Rakennusmateriaalien luokitus on kolmiportainen M1, M2 ja M3. S1 ja S2 sisäilmastoluokkaan pyrkiessä on rajoitettava M2 ja M3 päästöluokkaan kuuluvien materiaaleiden käyttöä.

Tutkittavat ominaisuudet	M1 [mg/m ² h]	M2 [mg/m ² h]
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio. Yhdisteistä tunnistettava vähintään 70 %.	< 0,2	< 0,4
Yksittäinen VOC µg/m ³	≤ EU-LCI	≤ EU-LCI
Formaldehydin (HCOH) emissio	< 0,05	< 0,125
Ammoniakin (NH ₃) emissio	< 0,03	< 0,06
(EC) No 1272/2008 -luokittelun mukaisten luokkaan 1A ja 1B kuuluvien CMR-yhdisteiden emissio ¹⁾	< 0,005	< 0,005
Hajun hyväksyttävyyden	+0,0	+0,0

Kuva 4. M1- ja M2-luokkien vaatimukset rakennusmateriaaleille. (6.s.20)

Materiaalien luokitusta myöntää Rakennustietosäätiö RTS. Päästöluokitusta haetaan tähän tarkoitukseen laaditulla hakulomakkeella.

2.3.5 Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M)

Ilmanvaihtotuotteille on vain yksi puhtausluokka M1. Ilmanvaihtotuotteet eivät saa lisätä terveydelle tai viihtyvyydelle haitallisia epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmään eikä tuloilmassa, eivätkä saa tuottaa tuloilman laatua heikentäviä hajua tai kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia, sekä niiden tulee olla helposti puhdistettavissa. Edellä mainitut yleiset vaatimukset koskevat tällä hetkellä ilmastointikanavia ja niiden osia, säätö- ja palopeltiä, äänenvaimentimia sekä suodattimia.

Epäpuhtaus	Luokituskriteeri
Kanavien öljyisyys ¹⁾	0,05 g/m ²
Kanavaosien, päätelaitteiden, säätö- ja palopeltien öljyisyys ¹⁾	
• Leikkaamalla, taivuttamalla tai liittämällä valmistetut osat	0,05 g/m ²
• Syvävedetyt osat, öljyä vaativat prosessit	0,3 g/m ²
Ilmavirtaan irtoavat mineraalikuidut (MMVF) ²⁾	< 0,1 kpl/m ³
Pintapölyn määrä	< 0,5 g/m ²

Kuva 5. Puhtausluokituksen vaatimukset kanaville ja kanavanoille tehtaalla. (6.S.21)

2.4 Työmaan kosteudenhallinta

Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteena on estää kosteusvaurioiden syntymistä, varmistaa rakenteiden riittävän kuivumisen laaditun aikataulun puitteissa, vähentää kuivatus-tarvetta ja pienentää materiaalien hukkaa. Asetetuilla tavoitteilla pyritään saamaan käyttäjille terveydellisesti turvallinen rakennus. Kosteudenhallintaa voidaan jakaa viiteen osaan. (9.)

Kosteusriskien kartoituksessa tarkastetaan työmaan suunnitelmat ja eritellään rakenteet sekä rakennuksessa käytettävien materiaaleiden mahdolliset kosteustekniset riskit, jotka voivat rakentamisen aikana ja myöhemmin aiheuttaa kosteusvaurioita.

Rakenteiden kuivumisaika-arviot. Niille rakenteille, jotka päällystetään kosteusherkillä materiaaleilla, luodaan arviot erilaisissa toteutusolosuhteissa sekä määritetään rakenteosittain päällystettävyydelle kosteusraja-arvot. Erilaisten päällystysmateriaaleille kosteusraja-arvot voidaan tarkastaa mm. SisäRYL 2000:sta ja BY 45/BLY 7:sta. Mikäli kuivumisaika-arvioiden perusteella päällystettävyydelle ei aikataulun puitteissa pystytä varmistamaan voidaan muuttaa toteutuksen menettelytapoja. Erilaisia menettelytapoja ovat seuraavia:

- Kuivumisolosuhteiden parantaminen.
- Nopeammin kuivuvan betonilaadunvalinta.
- Päällystysmateriaalien vaihtaminen. (8.)

Työmaan olosuhdehallinta. Tällä tarkoitetaan rakennuksen rungon ja materiaalien suojausta säältä ja kosteudelta sekä rakenteiden kuivatusta. Rakennuksen rungon kastumiselta voidaan vähentää nostamalla runkoa mahdollisimman nopeasti ylös sekä huolehtimalla, että saadaan vedeneristävä kerros tehtyä holville. Läpivientien tiivistykset on oltava kunnossa ja mahdolliset viemärintiijärjestelmät otetaan käyttöön sadeveden ohjaamiseksi. Rakennusmateriaalien varastointiin tulisi panostaa lähtien tavarantoimittajasta. Materiaalien kuljetuksissa on otettava huomioon kuljetuksen aikainen säältä suojaaminen ja työmaalta materiaalit viedään heti asennus paikalle. Mikäli materiaaleja joudutaan väliaikaisesti varastoimaan, niiden on oltava irti maasta ja säältä suojattuna. Rakennuksen vaipan umpeen saattaminen ja lämmityksen aloittaminen luo hyvät edellytykset rakenteiden kuivumiselle. Olosuhteet rakenteiden kuivumiselle annetussa aikataulussa vaikuttavat mm. työmaa-aikataulu, kuinka paljon kuivumiselle on annettu ai-

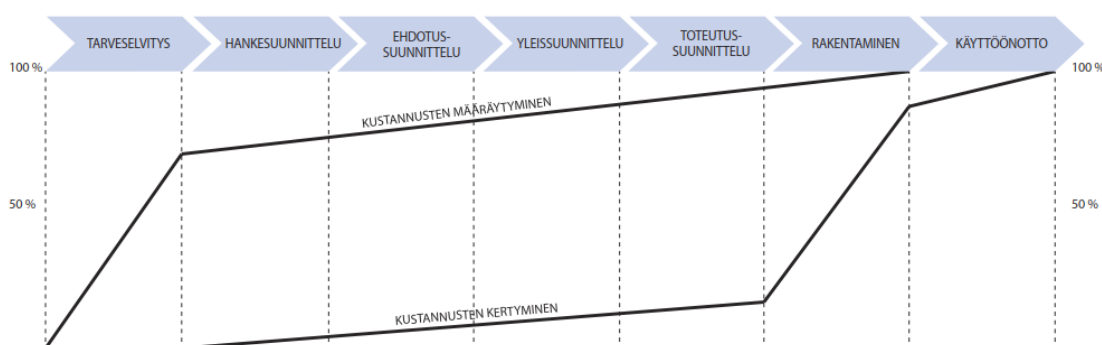
kaa, rakenteen kastuminen, materiaalien ja rakenteiden kuivumisominaisuudet. Periaatteet rakennuksen kuivatuksen suunnittelulle ja toteutukselle koostuvat kosteuden estämisestä kuivatettavaan tilaan, tilan riittävästä lämmityksestä sekä kostean ilman poistamisesta hallitusti. Kuivatuksen tehokkuutta voidaan seurata sisäilman lämpötila- ja kosteusmittauksilla sekä rakenteiden kosteusmittauksilla.

Kosteusmittaussuunnitelma laaditaan hankekohtaisesti. Suunnitelmasta tulee esittää mittausten menetelmä ja laitteisto, mittausten aikataulu ja tarvittavien mittapisteiden sijainti. Mittausta tulisi tehdä jo hyvissä ajoin heti kun saadaan lämpö päälle ja seuranta- mittausta suositellaan tehtävän 2-4 viikon välein. Lopullista mittausta tehdään ennen rakenteiden päällystämistä, jotta voidaan varmistua rakenteen riittävästä kuivumisesta. Lisätietoja ja ohjeita löytyy RT-kortista Betonin suhteellisen kosteudenmittaus, RT 14-10675.

Kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta. Kosteudenhallintaan liittyvät osapuolet on sovittava sopimusasiakirjoissa. Pääperiaatteena on, että jokainen huolehtii ja ymmärtää kosteusteknisesti tärkeät asiat ja pystyvät havaitsemaan mahdolliset riskipaikat kosteusvaurioille. (8.)

3 Kustannusten muodostuminen rakennushankkeessa

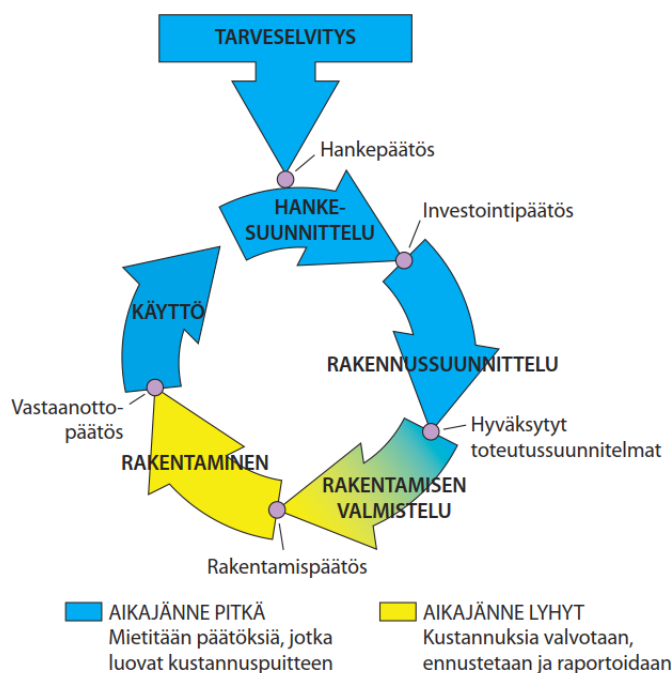
Kustannukset rakennushankkeessa määräytyvät pääosin hankkeen suunnitteluvaiheessa ja toteutuvat rakentamisen vaiheessa. Kustannustiedot ovat hankkeen alkuvaiheessa suuntaa antavia, mutta ne tarkentuvat suunnittelun edetessä.



Kuva 6. Ohjeellinen kuva kustannusten määräytymisestä ja kertymisestä rakennushankkeessa. (11)

Kustannuksen suuruus määräytyvät pääosiltaan rakennushankkeen laajuudesta, aikataulusta ja ajoituksesta suhteessa markkinasuhdanteeseen, urakoitsijoiden hankintavasta ja sopijapuolten riskinjaosta. Jo varhaisessa vaiheessa rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee asettaa kustannustavoite, jolla voidaan viedä tarkemmalle tasolle asetettaessa hankkeelle laatu- kustannus- ja ajalliset tavoitteet. Näitä edellä mainittuja tavoitteita tulee huomioida suunnittelussa sekä tehtäessä muita kustannuksiin vaikuttavia ratkaisuja.

Tarveselvityksessä laaditaan luettelo tiloista, niiden laajuudesta sekä niille asetettavat muut vaatimukset. Näiden perusteella voidaan harkita, miten tilantarvetta voidaan täyttää esimerkiksi tilan peruskorjaaminen tai laajentaminen taikka uusien tilojen rakentaminen. Tarveselvityksen lopputuloksena syntyy hyväksytty tarveselvitys ja hankepäättös. (11 s. 2-3.)



Kuva 7. Rakennushankkeen vaiheiden tuloksena syntyy päätöksiä, jotka tuottavat hankkeen kustannuspuitteen ja ohjaavat siinä pysymistä. (12)

Hankesuunnitteluvaiheessa voidaan eniten vaikuttaa hankkeen kustannuksiin. tässä vaiheessa hankkeelle määritetään sisältö mm. hankkeen laajuus ja laatutaso. Tavoite-kustannus määritetään alustavan hankkeen sisällön, erityisvaatimusten ja suunnittelutavoitteiden perusteella. Hankkeelle laaditaan budjetti riskivaroineen sekä sivukului-

neen. Tässä vaiheessa myös asetetaan investoinnille taloudelliset tavoitteet sekä hyväksytään sen tuottotavoitteet.

Suunnitteluvaiheessa pyritään täyttämään hankesuunnitteluvaiheessa määriteltyä kustannustavoitetta. Ehdotussuunnitteluvaiheessa suunnittelijoille annetaan palautetta suunnitteluvaihtoehdon tavoitteenmukaisuudesta. Suunnitteluratkaisulla on suuri merkitys lopullisen kustannuksen toteutumiseen. Tämän vaiheen lopputuloksena syntyy ehdotuksen valintapäätös ja suunnitteluratkaisu jatkosuunnittelun pohjaksi.

Mikäli rakennuttaja yleissuunnitteluvaiheessa halua muuttaa tavoitteitaan, muutoksia ei tule viedä suoraan suunnitelmiin ilman, että palaavat investointiselvitykseen. Investointiselvityksessä määritetään haluttujen muutosten kustannusvaikutukset. Tämän vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset, johon sisältyy toteutusvaihdot sekä edelleen kehitetyt tavoitteet.

Toteutusvaiheessa kustannusta kertyy menekeistä ja resurssien hinnoista. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa tuotantomenetelmien valinnoissa sekä tuotantoratkaisuilla. Liian tiukaksi asetettu rakennusaika vaikuttaa rakentamisen järjestelyihin, jotka kasvattavat kustannuksia ja toisaalta liian pitkä rakennusaika sitoo työmaan sekä mahdollisesti käyttäjien taloudellista resurssia. Toteutussuunnitteluvaiheen tuloksena syntyvät hyväksytyt toteutussuunnitelmat. Näiden suunnitelmien on tarkoitus vastata asetettuja taloudellisia sekä toiminnallisia tavoitteita.

Rakentamisen vaiheessa toteutuksesta vastaava urakoitsija valvoo suorituksestaan kustannuksia keräämällä tietoa toteutuneista kustannuksista ja vertaa niitä asetettuun tavoitteeseen sekä tarvittaessa reagoimalla poikkeamiin. (11.)

Yhteenvedona rakennushankkeen kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä:

- Hankeohjelma
 - Tilaajan ja käyttäjien tarpeet.
 - Olemassa olevan rakennuksen ominaisuudet.
- Olosuhteet
 - Kaavan mahdollisuudet ja vaatimukset.
 - Tontin olosuhteet.
 - Markkinatilanne.

- rakennuksen kunto ja käytetyt materiaalit.
- Rakennuksen kulttuurihistorialliset ominaisuudet.
- Suunnitteluratkaisut
 - Yleisratkaisu.
 - Rakenteista, järjestelmistä ja materiaalivalinnoista aiheutuvat erot.
 - Detaljeista aiheutuvat erot
- Toteutus- ja tuotantoratkaisut
 - Hankkeen toteutusmuoto.
 - Rakentamisen organisointi.
 - Tuotantoratkaisut
- Hintatekijät (12 s.21).

4 Keravajoen Monitoimitalo

Keravajoen Monitoimitalon hankkeen suunnittelu käynnistyi keväällä 2018. Rakentaminen alkoi kesällä 2019 vanhan koulu purkutoimilla ja hankkeen valmistuminen ajoittuu vuoden 2021 syyslukukaudelle. Keravajoen Monitoimitalo tulee korvaavaan Keravajoen yhtenäiskoulun Lapilan ja Jaakkolan toimipisteet. Uudessa Keravajoen monitoimitalossa tulee olemaan tilaa noin tuhannelle oppilaalle ja on kooltaan yli 10 000 bruttoneliometriä. Rakennuksessa toimii opetustoiminnan lisäksi valmistuskeittiö, joka pystyy valmistamaan 3000 ruoka-annosta päivässä sekä rakennuksen tilat palvelevat monipuolisesti kaupunkilaisten iltakäyttöä ja harrastustoimintaa. Hanke toteutetaan yhteistoiminnallisella allianssimallilla, jossa tilaaja, toteuttaja ja suunnittelijat muodostavat yhtenäistä projektiorganisaatiota. Allianssi ryhmään kuuluvat tilaaja Keravan Kaupunki sekä Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy, talotekniikan suunnittelusta ja energiatehokkuuskonsultoinnista vastaavat Granlund Oy ja Grandlund Consulting O, Caverion Suomi Oy vastaa talotekniikan toteutuksesta, rakentamisesta vastaa YIT Suomi Oy ja rakennesuunnittelusta vastaa WSP Finland Oy. Hankkeen toteutuksen ja suunnittelun päälähtökohtana ovat terveellisyys ja turvallisuus. Hankkeessa noudatetaan Terve Talon toteutuksen periaatteita ja täyttää RTS-ympäristöluokituksen vaatimuksia. (10.)

4.1 Terve Talo -toiminnan kuvaus

Hankkeelle on asetettu sisäilmastoluokituksen 2018 mukaisesti S2 sisäilmastoluokka ja kesäajan osalta tavoitellaan S3-luokan arvoja. Rakennustöiden sekä IV-asennuksen

puhtausluokaksi P1. Lähtökohta rakennusmateriaaleille on asetettu M1-päästöluokka ja poikkeavat vähäpäästöiset materiaalit tulee erikseen hyväksyttää.

Terve Talo -organisaatioon kuuluvien ryhmien tehtävien jako toimii seuraavasti:

Terve Talo -koordinaattori toimii allianssin asettamana työmaan Terve talo -asiantuntijana, joka ohjaa ja valvoo allianssin Terve Talo -vastaavia. Toimii suunnittelun ohjauksessa Terve Talo -asiantuntijana ja tarkastaa suunnitelmat sekä pääurakoitsijan esittämät työmaasuunnitelmat.

Terve Talo -vastaava vastaa Terve Talo -vaatimusten toteuttamisen ohjauksesta työmaalla sekä kosteuden- ja puhtaudenhallinnan tehtävistä.

Allianssiorganisaatio

Allianssin johtoryhmä (AJR) vastaa strategisesta johtamisesta, jossa on edustettuna jokainen sopimusosapuoli. Johtoryhmän ensisijainen tehtävänä on vastata Allianssin johtamisesta ja suorituskyvystä. Allianssin periaatteen mukaisesti kaikilla johtoryhmän osapuolilla on tasapuolinen sananvalta ja kaikkien johtoryhmän päätösten tulee olla yksimielisiä.

Allianssin projektiryhmä (APR) Vastaa urakan päivittäisestä johtamisesta ja hallinnosta. Projektiryhmä vastaa allianssin eri tehtävien toimeenpanosta, joten allianssin osapuolet ja sen keskeiset tehtäväalueet tulee olla edustettuina. (13.)

4.1.1 Kosteudenhallinta työmaalla

Pääurakoitsijan tehtävä on laatia kosteudenhallintasuunnitelma urakka-asiakirjoissa esitettyjen velvoitteiden mukaisesti ja asiakirjassa on esitettävä vähintään ne asiat, jotka ovat esitetty työmaan Terve Talo -toiminnan kuvauksessa. Suunnitelmaa luovutetaan valvojalle, rakennuttajalle, Terve Talo -koordinaattorille ja tilaajalle tarkastettavaksi. Kosteudenhallintasuunnitelmaan hyväksytetään Terve Talo -koordinaattorilla ja APR:llä. Työmaan edetessä pääurakoitsija päivittää suunnitelmaa työvaiheiden etene-
misen mukaan. Suunnitelmassa tulee olla esitettynä seuraavat asiat:

- Kosteusriskien selvitys

- Betonivalujen kuivumisaika-arviot
- Materiaalien ja tarvikkeiden käsittely
- Kastumisen estäminen ja sääsuoja
- Kosteudenhallinnan organisointi
- Kosteusmittaus suunnitelma ja tulosten dokumentointi (13).

4.1.2 Pölynhallinta työmaalla

Pääurakoitsija vastaa, että pölynhallinta ja osastointi ovat Sisäilmastoluokituksen 2018 periaatteiden mukaisia. Työmaa-alueiden osastointi suoritetaan kiintein rakentein mahdollisuuksien mukaan tai toteutetaan muovisilla suojaseinillä sekä kulkuovilla. Aukot tulee olla tiiviitä, ettei osastolta toiseen pääse leviämään pölyä. Ilmanvaihdon asennustyöt tehdään sellaisessa vaiheessa, jossa tilassa ei ole samanaikaisia työvaiheita, jotka mahdollisesti päästävät huoneilmaan rakennusaikaista pölyä. Ilmanvaihtoasennustöitä ei saa tehdä, mikäli tilassa tai IV-asennus lohkoissa ei ole tehtynä alakaton yläpuolisen katon pölynsidontamaalausta tai seinien ja katon tasoitusta sekä talotekniikan vaatimat läpiviennit tulee olla valmiina. Ilmanvaihdon asennustöiden alkaessa kyseisille alueille kulku estetään. Terve Talo -koordinaattori suorittaa tarkastuksen ilmanvaihdon asennustiloissa ennen töiden aloittamista, että tilat vastaavat töiden vaatimaa puhtaustasoa. Puhtaustaso tiloissa ylläpidetään siihen asti, kunnes asennustyöt ovat valmiit. P1-puhtaustasoksi julistetussa tiloissa siivousta suoritetaan päivittäin. Tilojen osastointia pidetään yllä niin kauan kuin ympäröivät tilat eivät täytä puhtaustasovaatimuksia. Tarvittaessa P1-alueella saa suorittaa asennustöitä, joista muodostuu pölyä, mutta työtä saa suorittaa ainoastaan VNa 205/2009 mukaisilla, kohdepoistolla varustetuilla työkaluilla. Tilojen jätehuoltoa tehostetaan ja kaikki jätteet toimitetaan heti niille tarkoitettuihin suljettaviin jäteastioihin. (13.)

5 Terve Talo -rakentamisen kustannusvaikutus

Tässä luvussa käsitellään, mitkä ovat ne seikat, jotka vaikuttavat olennaisesti Terve Talo -rakentamisen kustannuksiin rakentamisen vaiheessa. Terve Talo -periaatteiden toteuttamisen keulahahmona toimii hankkeessa Terve Talo -koordinaattori. Hänen tehtävänä on toimia asiantuntijana sekä valvoa ja tarkastaa työmaan suunnitelmien Terve Talo -periaatteiden mukaisuutta. Keravajoen Monitoimitalon Terve Talo -

toiminnan kuvauksessa on esitetty Terve Talo -vaatimukset ja tavoitteet sekä ohjeet niiden toteuttamiseen työmaan aikana.

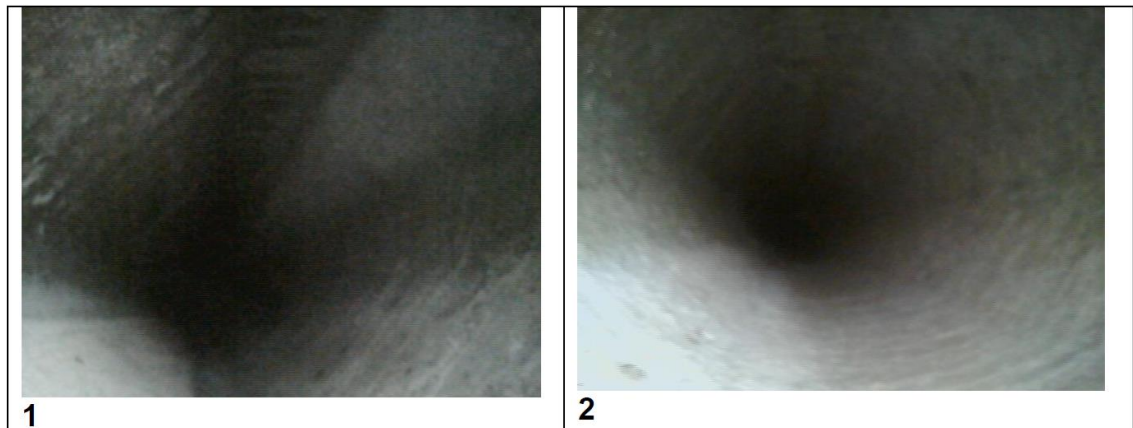
5.1 Terve Talo -periaatteen työmaatoimintaa koskevat vaatimukset

5.1.1 Kosteudenhallinta ja suojaukset

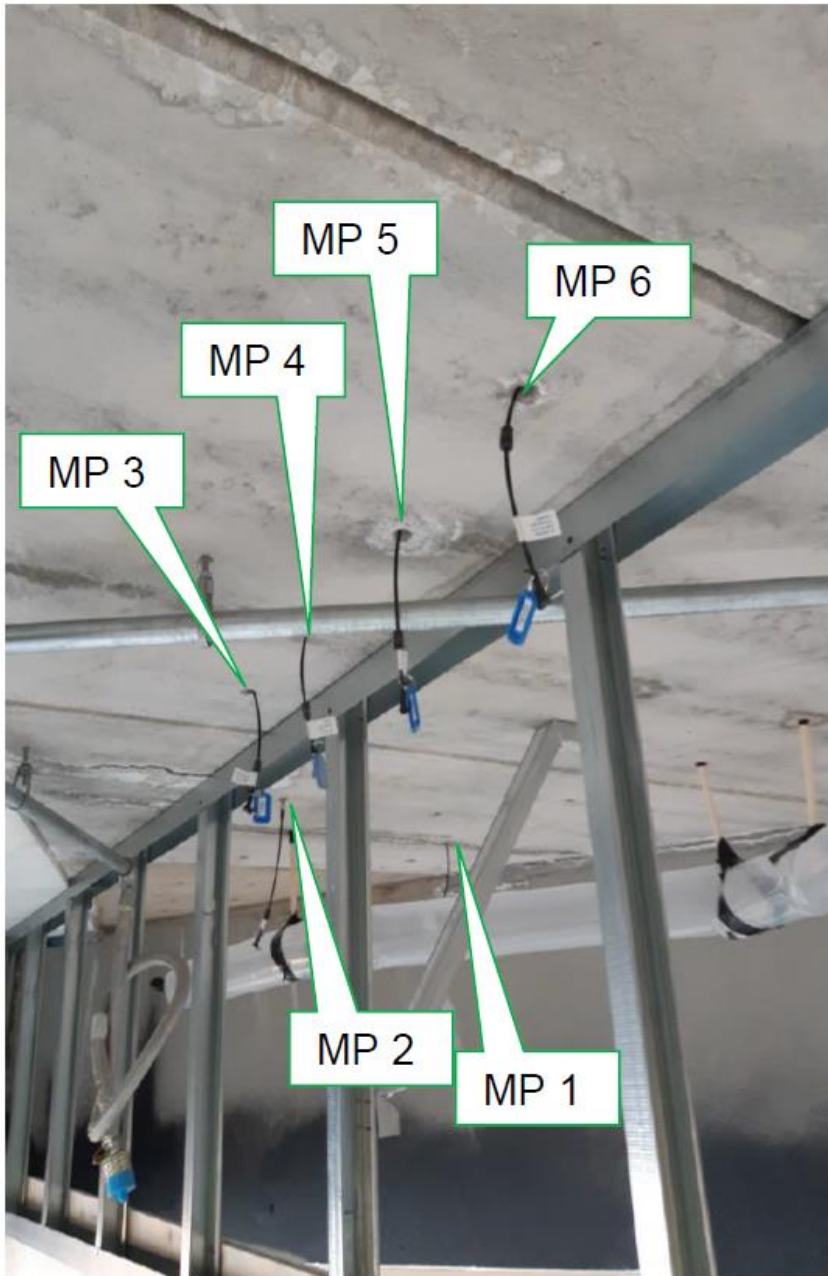
- Työmaan sisäilman olosuhdetta seurataan tallentavin mittalaittein.
 - Työmaalla pintabetonilattioiden betonointi vaiheessa valittu olosuhdeseurantalaitteeksi Wiiste IoT-anturit. Antureiden avulla seurataan pintabetonilattian kosteus- ja lämpötilatietoja sekä vallitsevan ympäristön olosuhdetta. Ennen betonointityötä olosuhdetta on varmistettu työhön sopivaksi.
- Tilojen olosuhteen hallinta.
 - Ikkuna- ja oviaukot ovat lopullisilla tai väliaikaisilla suojauksella ummistettuna. Kulkuaukkojen ovet ovat varustetut jousilla, jotka sulkeutuvat itsestään kiinni.
 - Rakennus on jaettu lohkoiksi ja lohkot ovat suojattu tiiviisti väliaikaisilla muoviseinillä.
- Laastiasema on rakennuksen ulkopuolella / aseman alla ja ympärillä on suojaus kosteuden leviämistä vastaan.
 - Työmaalle perustettu muuraus- ja tasoitustöitä varten sekoituspisteet molempiin kerroksiin. Sekoituspisteet ovat eristetty suojaseinillä ja on varustettu Consair camu -kohdepoistolaitteella.
- Materiaaleja ei ole varastoitu suoraan vasten betoniholveja.
- Elementtien aukot / päälliset on suojattu.
- Vesikaton aukot on suojattu.
- Sääsuoja on ehjä ja ummessa.
- Kohteella on riittävästi vesi-imureita.
 - Vesi-imureita on kohteessa ollut useita vähintään 2 kpl kerrosta kohti. työmaan siivoajaa sekä logistiikasta vastaavaa urakoitsijaa ovat perehdytetty toimimaan viipymättä, mikäli rakennuksessa esiintyy vesilätäköitä.
- Timanttisahaus / -poraustyöt
 - Työpiste suojataan niin, ettei sahauksesta tuleva lieju pääse leviämään rakenteisiin.
- Ulos varastoitujen materiaalien suojaus on asianmukainen.
 - Työmaalla varastoalue, joka on katettu muovipeittein. Materiaalit varastoituna kuormalavalla irti maasta.
- Vesipisteiden alla on vuotokaukalot.
- Käytettävät vesijohdot ovat ehjiä

- Työmaalla määrätty vesipiste, joka on eristettynä muista tiloista. Vesijohdot on vedetty alapohjan kautta, jolla vältetään rikkoutumiselta.
- Likaantumiselle herkät materiaalit ovat varastoituna sisälle / varastokonttiin.
 - Materiaalit otetaan työmaalle vai kahden viikon tarpeisiin. Herkät materiaalit haalataan suoraan sisälle ja ovat suojattuna suojapeitein. (14.)

Ontelolaattarakenteiden kuivatuksessa edellytetään, että kaikkien onteloiden vesireiät on avattu halkaisijaltaan 20 millimetrin kokoisella terällä. Ennen pinnoitustöihin ryhtymistä suoritetaan ontelolaattoihin pistokoeluontoisesti tarkastus veden varalta. Tarkastus suoritetaan endoskooppikuvauksena. Tarkastuksen suorittaa kosteuden mittaja. Tarkastuspisteitä oltava vähintään 2 kpl jokaista alkavaa 100 neliometriä kohden. (13.)

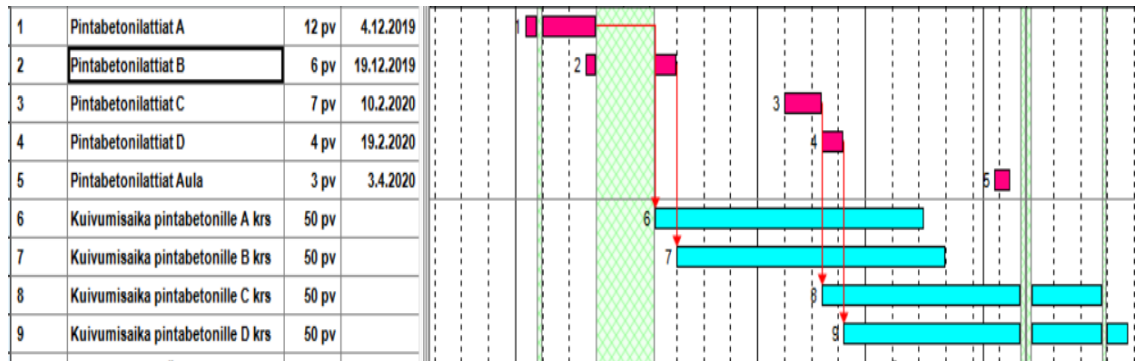


Kuva 8. Ontelokuvaus endoskooppi-kuvauslaitteella (16)



Kuva 9. Ontelon kuivatus ja mittaus (16)

Osana työmaan kosteudenhallintaa tulee kohteen yleisaikataulua laadittaessa tehdä betonoitaville rakenteille kuivumisaika-arviot. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjataan betonoitavat rakenteet ja niiden paksuudet, johon perustuen suunnitelmaan kuivumisaika-arviot lasketaan. Rakenteiden kuivumisajat lasketaan perustuen Suomen Betonitieto Oy:n julkaisemiin oppaisiin "Betoni rakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi" (2002) sekä "Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet" (2007).



Kuva 10. Päälystettäville pintabetonilattioille esitetty kuivumisaika-arvio.

Kohteessa kosteusmittaus suunnitelman on laatinut ulkopuolinen asiantunteva yritys, joka toimii samalla kosteus- ja olosuhdehallinnasta vastaavana urakoitsijana. Betonivalurakenteiden kosteudet mitataan RT-14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus (2010) -ohjekorttia noudattaen ja rakenteiden kosteusarvojen pitää täyttää pinnoitteen vaatimukset. Mikäli pinnoitteella ei ole tuotevalmistajan antamia raja-arvoja, noudatetaan pinnoituksessa Suomen Betonitieto Oy:n oppaan ”Betonirakenteiden päälystäminen ohjeet” (2007) raja-arvoja. Märkätilojen osalta on huomioitava, että rakenteen tulee täyttää samat vaatimukset kuin ympäröivien tilojen lattioiden, vaikka käytettävä pinnoite sallisi korkeamman kosteuden kuin ympäröivissä tiloissa. (13.)

Kosteudenmittausta suoritetaan kosteudenmittaus suunnitelman mukaisesti. Suunnitelmassa on esitetty kosteusmittauksen laajuus, joka on 1 mittapiste jokaista päälystettävän lattian neliometriä kohti. Tilaaja edellyttää Keravajoen Monitoimitalossa, että ennen pinnoitustyötä tulee betonilattian suhteellisen kosteuden olla kolme prosentti yksikköä matalampi kuin lähdekirjallisuuden ohje arvosta. Esimerkiksi jos rakenteen pinnoitettavuuden arvoksi on lähdekirjallisuudessa esitetty 85% RH arviointisyvyydellä ja pintaosissa 75% RH, on rakenteen kosteuden oltava mitattaessa arviointi syvyydellä 82% RH ja pintaosissa 72% RH, jotta rakenteen voidaan katsoa olevan pinnoitettavissa. (15.)



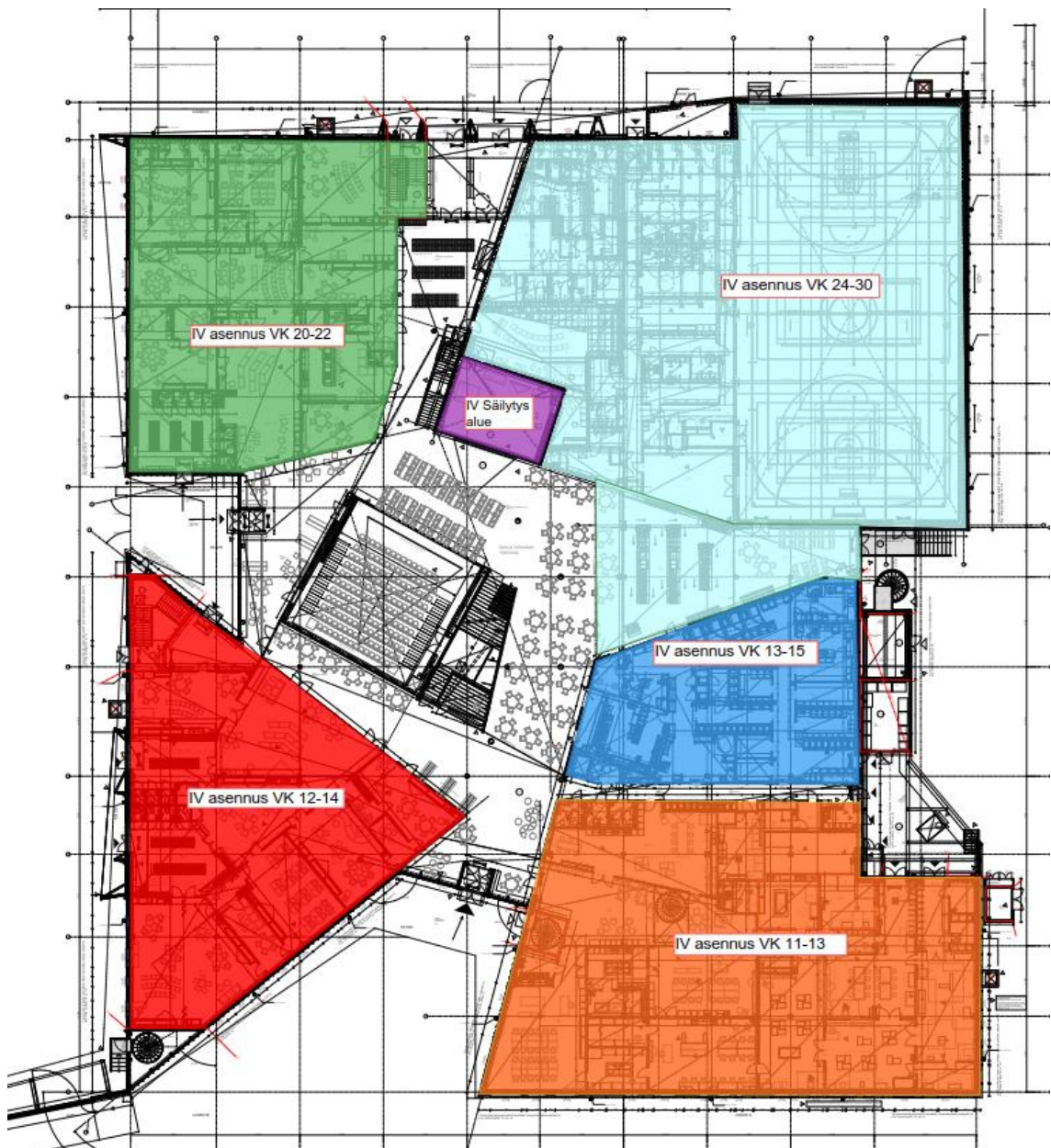
Kuva 11. Havainnekuva kosteusmittauspisteistä (16)

5.1.2 Puhtaudenhallinta

Ilmanvaihtoalueiden sekä toimintakoevaiheen puhtaustarkastuksen suorittaa Terve Talo -koordinaattori. Puhtauden hallinnan osalta alla olevat vaatimukset tarkastetaan viikkotarkastuksissa.

- Erikoisjätteiden käsittely.
- Työmaalla käytettävät sähkötyökalut ovat kohdepoistolla varustettuja.
- Rakenteessa ei saa olla eloperäistä jätettä tai likaa.
- Tupakointi kielletty muualla kuin niille osoitetulla paikalla.
- Työmaahenkilöstö ei lähtökohtaisesti käytä rakennuksen tiloja taukoti-loina.
- Alipaineistuslaitteistot ovat jatkuvasti päällä, kun alipaineistus työvai-heesta riippuen vaaditaan.
- IV-asennusalueiden puhtausvaatimukset on huomioitu.
- Siivoukseen ei käytetä harjaa.
- Runkovaiheen siivous on suoritettu asianmukaisesti.
- Sisärakennusvaiheen siivous on suoritettu vaatimusten mukaisesti.

- Kalustus- ja alakattovaiheen siivous on suoritettu vaatimusten mukaisesti.
- P1-siivottujen tilojen puhtaustasoa pidetään yllä.
- P1-alue on suljettu.
- P1-alueen asennustyöt ovat pölyämättömiä.
- P1-puhtausalueen jätehuolto on tehostettua. (14.)



Kuva 12. P1-puhtaustilojen osastointikartta (17)

Ennen ilmavaihdon asennustyötä suoritetaan tilojen puhtaustarkastus. Tarkastusta suoritetaan alueittain (kuva 12).

5.1.3 Loppusiivouksen erillisvaatimuksia

Seuraavat vaatimukset koskevat hankkeen loppusiivousta ja sen aikana tehtäviä töitä. Vaatimusten mukaisesti siivousta suoritetaan kaksivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa siivousta aloitetaan ennen toimintakokeita ja toisessa vaiheessa siivousta suoritetaan vastaanottoa varten.

- Vesikalusteita ei käytetä loppusiivouksessa.
- Rakennusmateriaaleja ei varastoida siivotuille alueille.
- Loppusiivouksen ollessa käynnissä, kaikki ovet ja ikkunat tulee pitää jatkuvasti suljettuina. Kaikkien työntekijöiden tulee käyttää puhtaita suoja, kun siivouksen toinen vaihe on käynnissä. (14.)

6 Kustannusvertailu

Kustannusvertailua tehdään kuudesta YIT:n toimitila sektorilta saaduista kustannustiedoista. Esimerkkikohteiksi saatiin yhteensä kuusi hanketta, joista kolme ovat Terve Talo -hankkeita. Terve Talo -kriteerien toteuttamisen kustannuksia on laskettu taulukossa työmaalla konkreettisesti toteutetuista töistä, eikä niissä ole huomioitu suunnittelun eikä myöskään materiaaliluokituksen aiheuttamia kustannuksia. Työmaan toiminnassa Terve Talo -rakentaminen keskittyy kosteuden- sekä puhtaudenhallintaan. Työvaiheet voidaan jakaa näistä toteutuneista kustannuksista kahteen pääryhmään.

Olosuhdehallinta

- Laadunvarmistusmittaukset ja -kokeet
- Rakentamisen sääsuojaus
- Käyttöaineet ja energia
- Työmaan lämmitys ja kuivaus.

Siivous ja puhtaanapito

- Työmaan puhtaanapito ja suojaus
- Työmaan siivous ja raivaus
- Loppusiivous.

Kustannusvertailussa selvittää, kuinka paljon hankkeisiin on varattu rahaa edellä mainittuihin pääryhmiin ja niiden todellinen toteuma hankkeen lopussa. Prosenttiluvut kertovat pääryhmien osuus hankkeen kokonaisbudjetista.

TERVE TALO ESIM. 1	Budjetti	Toteuma	ero budjet- tiin
Olosuhdehallinta	1,22 %	1,73 %	-0,51 %
Siivous ja puhtaanapito	1,58 %	3,89 %	-2,31 %
TERVE TALO ESIM. 2	Budjetti	Toteuma	ero budjet- tiin
Olosuhdehallinta	2,90 %	2,54 %	0,36 %
Siivous ja puhtaanapito	1,42 %	3,04 %	-1,62 %
TERVE TALO ESIM. 3	Budjetti	Toteuma	ero budjet- tiin
Olosuhdehallinta	1,97 %	3,45 %	-1,47 %
Siivous ja puhtaanapito	5,15 %	4,88 %	0,27 %
ESIM. 4	Budjetti	Toteuma	ero budjet- tiin
Olosuhdehallinta	1,77 %	1,40 %	0,36 %
Siivous ja puhtaanapito	1,45 %	4,39 %	-2,93 %
ESIM. 5	Budjetti	Toteuma	ero budjet- tiin
Olosuhdehallinta	1,58 %	0,91 %	0,67 %
Siivous ja puhtaanapito	1,78 %	3,61 %	-1,83 %
ESIM. 6	Budjetti	Toteuma	ero budjet- tiin
Olosuhdehallinta	0,87 %	1,29 %	-0,42 %
Siivous ja puhtaanapito	2,66 %	4,03 %	-1,37 %

Yksiselitteisesti ei voida taulukon laskelman perusteella vetää johtopäätöstä, että kustannukset olisivat johtuneet pelkästään Terve Talo -rakentamisen vaikutuksesta. Työmaan muilla erikoispiirteillä ja rakennuksen ympäristön sekä sääolosuhteet vaikuttavat työmaan olosuhdehallintaan. Laskelman avulla voidaan budjetin ja toteutuneiden kus-

tannusten keskiarvon perusteella vertailla kuinka paljon Terve Talo -rakentamisella on todellisuudessa vaikutusta hankkeen kokonaiskustannuksiin.

Terve Talo hankkeet	budjetti	toteuma
Olosuhdehallinta	2,0%	2,6%
Siivous ja puhtaanapito	2,7%	4,0%

Tavanomaiset hankkeet	budjetti	toteuma
Olosuhdehallinta	1,4%	1,2%
Siivous ja puhtaanapito	2,0%	4,0%

Toteutuneiden kustannusten keskiarvon perusteella Terve Talo -hankkeissa olosuhdehallintaan on kertynyt enemmän kustannuksia tavanomaisiin hankkeisiin verrattuna 1,4%. Keskiarvallisesti siivoukseen ja puhtaanapitoon on Terve Talo -hankkeissa varattu enemmän rahaa, mutta toteutuneissa kustannuksissa ei laskelman perusteella ole syntynyt lisäkustannuksia. Tarkastellaan tarkemmin pääryhmän siivous ja puhtaanapito kustannuksia. Työmaan siivous ja raivaus kustannukset voivat työmaan olosuhteista ja erikoispiirteistä johtuen vaihdella. Tämä seikka selittää sen minkä vuoksi siivous ja puhtaanapidon kustannuksissa ei ole keskiarvallisesti eroa Terve Talo -hankkeissa. Kun tarkastellaan työmaan loppusiivouksen osuutta siivous ja puhtaanapito pääryhmästä. Huomataan, että työmaan Terve Talo -toiminnan periaatteen asettama loppusiivouksen erillisvaatimuksella on suora vaikutus loppusiivouksen kustannuksiin. Terve talo -hankkeissa loppusiivousta tehdään kaksivaiheisena ja kustannusten kertymässä vaikutus on 0,5% kokonaisbudjetista eli melkein kaksi kertaa suurempi kuin tavanomaisissa hankkeissa.

Kustannusvertailun tuloksena huomataan, että työmaan olosuhdehallinnan sekä siivouksen budjetoinnissa olisi vielä parannettavaa. Keskimääräisesti työmaan siivoukseen toteutuneet kustannukset ylittyvät budjetista 1,63%. Luku vaikuttaa pieneltä, mutta esimerkiksi jos hankkeen kokonaisbudjetti olisi 50 miljoonaa euroa 1,63% on silloin 815 000€. Jos hankkeelle on asetettu 10% tuottotavoite silloin,

$$815\,000 \div 5\,000\,000 = 0,163$$

eli tuottotavoite pienenee 16,3 prosentilla.

6.1 Kyselyt

Tutkimuksessa haastateltiin YIT toimitilayksikön laskentapäällikköä ja Keravajoen Monitoimitalon työpäällikköä. Haastattelussa pääaiheena oli Terve Talo -rakentamisen huomioiminen hankelaskennassa.

1. Miten hankkeen erityisvaatimus kuten Terve Talo -rakentaminen huomioidaan hankelaskennassa?

Hankelaskennan lähtökohtana on, että Terve Talo rakentamisessa suunnittelijat ottavat huomioon tarvittavat vaatimukset materiaalien, menetelmien ja järjestelmien osalta jo suunnitteluvaiheessa. Kun vaatimukset on viety suunnitelmiin, niin hinnoittelussa tulee automaattisesti huomioiduksi kyseiset vaatimukset.

2. Mitä lähtötietoja laskennassa tarvitaan, kun kyseessä on Terve Talo -kohde?

Materiaalitiedot, Taloteknisten järjestelmien vaatimukset ja kosteudenhallintasuunnitelmat.

3. Rakentamisen säänsuojaus ja työmaan puhtaanapito ovat suuressa merkityksessä, kun hankkeessa noudatetaan Terve Talo -periaatteita. Tutkimuksen kustannusvertailussa näiden budjetit ovat järjestäen ylittyneet. Mitkä ovat laskennan lähtökohdat näiden osalta?

Budjetoinnista vastaa kunkin hankkeen työpäällikkö. Budjetointi perustuu yleisesti tilastotietoihin toteutuneista hankkeista. Hankkeen erityispiirteet sekä toteutustapa kustannusvaikutuksineen huomioidaan budjetoinnissa.

7 Yhteenveto

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää Terve Talo -rakentamisen kustannuksia. Työssä tutustutaan Terve Talo -kriteereihin ja niiden vaikutusta työmaan toimintaan sekä koko hankkeen kustannukseen. Tutkimalla Keravajoen Monitoimitalon Terve Talo -rakentamisen periaatteita, saatiin selville työmaata koskevat toimenpiteet ja niistä pysytettiin muodostamaan kustannusvertailua. Kustannusvertailussa hankkeiden välillä huomattiin myös järjestelmällistä virhettä budjetoinnissa.

Keravajoen Monitoimitalon Terve Talo -periaatteiden avulla muodostettiin lista työvaiheista, jotka liittyvät suorannaisesti liittyvät Terve Talo -rakentamiseen ja niiden kautta saatiin selville kuluneita kustannuksia. Kustannusvertailun avulla pystyttiin toteamaan, että Terve Talo -rakentamisella on jonkinlainen vaikutus hankkeen lopulliseen kustannukseen. Merkittävästä lisäkustannuksesta ei kuitenkaan ole kyseessä, kun ajatellaan, että millainen vaikutus Terve Talo -kriteerien noudattamisella on lopputulokseen. Rakentamisessa tulisi aina ajatella kustannusten edellä terveellisyttä ja viihtyvyyttä, johon Terve Talo -rakentaminen perustuu.

Lähteet

Lisää lähdeluetteloon opinnäytetyössäsi käytetyt lähteet aakkosjärjestyksessä. Käytä raportointiohjeen mukaisia merkintöjä. Jätä lähteiden väliin tyhjä rivi. Seuraavassa on esitetty kaksi vaihtoehtoista tapaa.

Oppivainen, O. 2020. Opinnäytetyön raportointiopas. Helsinki: Kaarikustantamo.

Aaltonen, P. 2017. Tutkiva kirjoittaja ammattikorkeakoulussa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

- 1 <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>. Luettu 28.12.2020
- 2 Terve talo -teknologiaohjelma 1998-2002. Luettu 29.12.2020
- 3 Sisäilmayhdistys ry 2008. Luettu 28.12.2020
- 4 Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2. 1999/132. Luettu 23.12.2020
- 5 Terveen talon toteutuksen kriteerit RT 07-10805. Luettu 23.12.2020
- 6 Sisäilmastoluokitus 2018. Luettu 5.1.2021
- 7 Rakennustietosäätien verkkosivut, <https://cer.rts.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus-m1/mika-on-m1/> Luettu 12.1.2021
- 8 Sisäilmayhdistyksen verkkosivut, <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Tyomaan-kosteudenhallinta/Kosteudenhallintasuunnitelma> Luettu 13.1.2021
- 9 Sisäilmayhdistyksen verkkosivut, <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Tyomaan-kosteudenhallinta> 13.1.2021
- 10 Projektiiutiset, <https://www.projektiiutiset.fi/keravanjoen-monitoimitalon-rakentaminen-kaynnistyy/> Luettu 14.1.2021
- 11 Talonrakennushankkeen kulku RT 10-11226 Luettu 30.1.2021
- 12 RATU Rakennushankkeen kustannushallinta 2018 Luettu 13.1.2021
- 13 Hankkeen projektipankki Keravajoen Monitoimitalo työmaan Terve Talo -toiminnan kuvaus. Luettu 10.01.2021
- 14 Hankkeen projektipankki Keravajoen Monitoimitalo Terve Talo -Rakentamisen periaatteet. 10.01.2021
- 15 Hankkeen projektipankki Kosteusmittaussuunnitelma. Luettu 10.01.2021

16 Hankkeen projektipankki Kosteusmittausraportti. Luettu 10.01.2021

17 Hankkeen projektipankki P1-alueen osastointi. Luettu 5.04.2021