

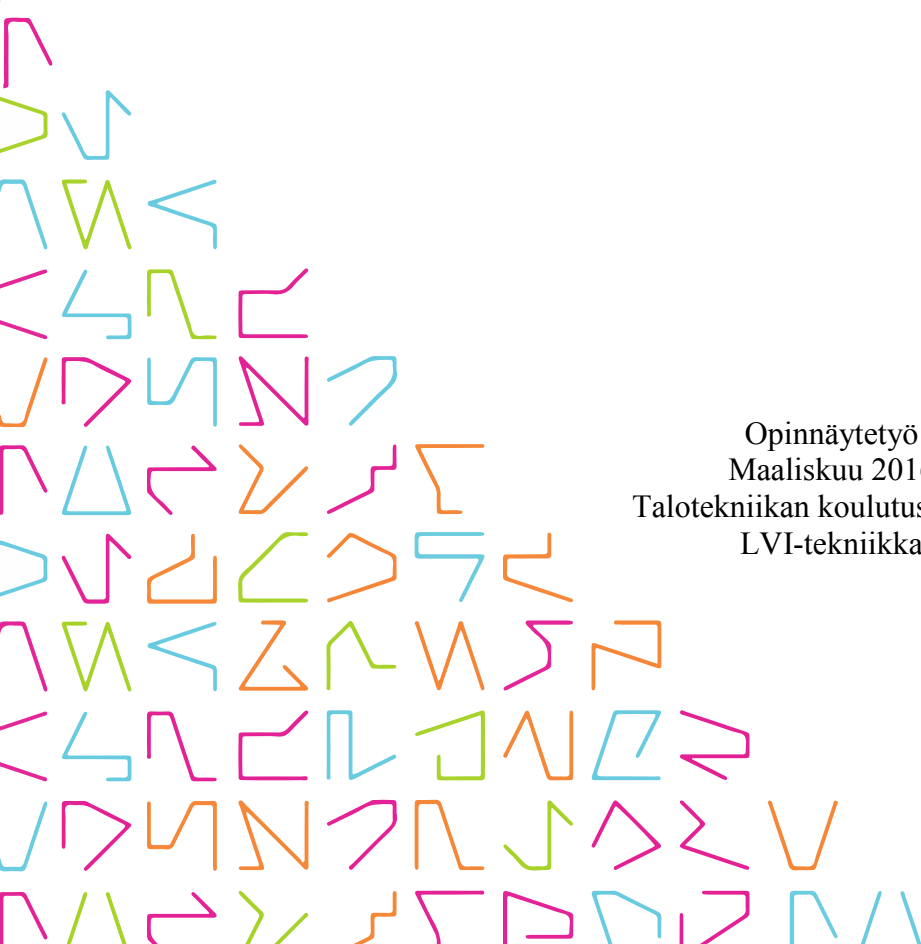


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TIETOMALLI LVI-SUUNNITTELUSSA TAMPEREEN TILAKESKUS LIIKELAITOKSESSA

Aki Ihanajärvi

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-tekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-tekniikka

IHANAJÄRVI AKI:

Tietomalli LVI-suunnittelussa Tampereen Tilakeskus Liikelaitoksessa

Opinnäytetyö 47 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Maaliskuu 2016

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Tampereen Tilakeskus Liikelaitoksen tilauksesta. Työn tavoitteena oli perehtyä nykyaikaisten suunnitteluohjelmistojen tarjoamaan tietomallintamisen tasoon ja koota tietoa sekä tärkeimpiä asioita tarjouspyyntöasiakirjojen päivittämistä varten. Työssä kuvataan lisäksi tilaajan näkökulma tietomallintamiseen hankkeen suunnitteluvaiheessa.

Työ rajattiin kertomaan yleisesti tietomallintamisesta ja sen tarjoamista hyödyistä suunnitteluvaiheen aikana, vaikka tietomallintamisesta saatavat hyödyt ulottuvat kiinteistön koko elinkaaren ajalle. Työssä perehdyttiin suunnittelun vaiheisiin ja selvitettiin minkälaisia tehtäviä eri osapuolille kuuluu tietomallipohjaisessa suunnitteluprojektissa. Lisäksi seurattiin Härmälän päiväkodin ja koulun suunnittelun alkuvaihetta.

Tilaajan kannalta tärkeimpiä asioita ovat muun muassa, että hankkeeseen valmistellut tarjouspyyntöasiakirjat ovat selkeitä ja että suunnitteluvaihetta seuraa ammattitaitoinen tietomallikoordinaattori. Kun tarjouspyyntöasiakirjat ovat selkeitä, tarjouspyyntöön vastaava suunnittelutoimisto osaa varata riittävästi aikaa ja resursseja suunnittelutyön toteuttamiseen. Tietomallin ansiosta suunnitelmat ovat entistä visuaalisemmat ja eri järjestelmien ja komponenttien väliset törmäykset on helppo poistaa suunnitteluvaiheessa. Olenaisista on, että suunnitteluvaiheessa törmäystarkasteluiden tulokset saadaan välittymään myös hankkeen seuraavaan vaiheeseen eli rakentamisvaiheeseen.

Tästä opinnäytetyöstä Tampereen Tilakeskus Liikelaitos saa hyödyllistä informaatiota tietomallintamisesta. Opinnäytetyössä selvitettiin, mitä asioita tilaajaorganisaation tulisi suunnittelijoille lähetettävissä tarjouskyselyissä erityisesti huomioida.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Name of the Degree Programme
Name of the Option

IHANAJÄRVI AKI:

Building Information Model in HVAC-planning in Tampere Real Estate Services

Bachelor's thesis 47 pages, appendices 2 pages

March 2016

This Bachelor's Thesis was commissioned by Tampere Real Estate Services. The aim of the Thesis was to obtain knowledge of building information modeling level with HVAC-planning programs today. Thesis is made from the point of view of a construction project subscriber during the planning period of construction project.

This study is restricted to tell the general information of Building Information Modeling, BIM, and the provision of benefits during the design phase, although BIM offers benefits during entire life cycle of the building. The thesis focuses on the phases of the construction project to find out what kinds of tasks different parties should undertake during a data model-based design project. Also the initial phase of Härmälä kindergarten and school planning stage is followed in this Thesis.

The most important things from the point of view of subscriber is that the documents connected with an invitation to tender are clear and that the design phase is followed by a professional BIM-coordinator. When the tender documents are clear, the subscriber will get offers where the right amount of time and resources are calculated in order to plan the building as the subscriber demands. The Building Information Model makes plans more visual and collisions between different systems are easy to remove at the planning stage. It is essential that the time spent on finding collisions from data model will review the transmission to the next step of building project, namely the construction phase.

Tampere Real Estate Services will gain a lot of useful information about Building Information Modeling from this Thesis. This Thesis will also help with updating the tender documents with the new demands of Building Information Modeling.

Key words: building information modeling, hvac planning, tender documents, building project

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TIETOMALLISUUNNITTELU	7
2.1	Tietomalli.....	7
2.1.1	Tietomallin hyödyntäminen käytännössä.....	7
2.2	Yleiset Tietomallivaatimukset 2012	8
2.3	IFC	9
2.3.1	Törmäystarkastelu yhdistelmämallin avulla	10
2.4	Energia- ja olosuhdesimulointi	12
2.5	Tietomallin hyödyntäminen massaluetteloiden tekemisessä	17
3	TIETOMALLIPOHJAINEN HANKE TILAKESKUKSESSA	18
3.1	Tarve- ja hankesuunnittelu.....	18
3.1.1	Vaatusmalli	18
3.1.2	Tilojen tunnistetiedot	19
3.1.3	Tietomallikoordinaattorin tehtävät hankesuunnitteluvaiheessa	20
3.1.4	Hankesuunnitelman sisältö Tilakeskuksen kohteissa.....	20
3.2	Rakennussuunnittelu	23
3.2.1	Talotekniikan tehtäväluettelo 2012	23
3.2.2	Ehdotussuunnittelu	24
3.2.3	Luonnossuunnittelu	25
3.2.4	Toteutussuunnittelu	25
3.2.5	Tietomallikoordinaattorin tehtävät rakennussuunnitteluvaiheessa	26
4	HÄRMÄLÄN PÄIVÄKOTI JA KOULU	28
4.1	Kohteen perustietoja	28
4.2	Suunnitteluohjelma	30
4.3	Suunnittelukilpailu.....	31
4.4	Suunnitteluvaihe	33
4.4.1	Suunnittelun aloitus.....	33
4.4.2	Tietomallipalaveri	34
4.4.3	Alustava energiatodistus	35
4.4.4	Yhdistelmämalli ja törmäystarkastelu.....	38
5	POHDINTA.....	40
5.1	Tilaaajan kannalta olennaisimmat asiat suunnitteluvaiheessa	40
5.1.1	Tarjouspyyntöasiakirjat ja tarjouskilpailu.....	40
5.1.2	Suunnitteluvaihe.....	41
	LÄHTEET.....	44
	LIITTEET	46

Liite 2. Esimerkki törmäystarkasteluraportin rakenteesta.....	47
---	----

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön on teettänyt Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. Tietomallintamisen vaatimustasoa nostetaan Tampereen Tilakeskus Liikelaitoksessa vastaamaan tämän päivän ohjelmistojen mahdollistamaa tasoa. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan millaisia hyötyjä tietomallintamisesta ja energia- ja olosuhdesimuloinnista saadaan hankkeen hankesuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheissa, mitä tietomallikoordinaattorina toimivalta henkilöltä vaaditaan ja seurataan Härmälän päiväkodin ja koulun tietomallisuunnittelun alkuvaihetta.

Tietomallintaminen lisää suunnittelutyöhön kuluvaan aikaan, mutta vastaavasti sen avulla tehtävän rakennuksen virtuaalisen kolmiulotteisen mallin avulla työmaa-aikaisilta törmäyksiltä voidaan välttyä. Olennaista on, että kolmiulotteiseen suunnitteluun ja törmäystarkasteluihin käytetty aika saadaan välittymään työmaakäyttöön päällekkäisyyksiä ja epäselvyyksiä poistavaksi tekijäksi.

Työssä arvioidaan tietomallintamisen ja ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin hyödyntämisen aiheuttamia kustannuksia suunnitteluvaiheessa ja vastaavasti hyötyjä hankkeen eri vaiheissa. Lisäksi selvitetään energiankulutukseen vaikuttamista ottamalla LVI-suunnittelija mukaan hankkeeseen jo hankesuunnitteluvaiheessa ja simuloimalla energiankulutusta ja olosuhteita heti hankkeen alkuvaiheessa. Vaikutusmahdollisuudet ovat hankkeen alkuvaiheessa parhaimmillaan, kun eri järjestelmiä ei ole vielä lyöty lukkoon.

Tietomallista on mahdollista saada hyötyä rakennuksen koko elinkaaren ajalle, mutta tämä työ on rajattu käsittelemään rakennushankkeesta suunnitteluvaihetta ja siihen sijoitettavia tietomallintamiseen ja tietomallikoordinaattorin toimintaan liittyviä asioita.

Tässä opinnäytetyössä Tilakeskuksella tarkoitetaan Tampereen Tilakeskus Liikelaitosta.

2 TIETOMALLISUUNNITTELU

2.1 Tietomalli

Tietomallilla (BIM, Building Information Model) tarkoitetaan rakennuksen tietomallintamista ja sen sisältämän tiedon hyödyntämistä eri prosesseissa rakennuksen elinkaaren aikana. Suunnittelijoiden ja tilaajan välisen yhteistyön kautta tuloksena syntyy rakennuksen kolmiulotteinen virtuaalimalli, joka sisältää tarkat tiedot rakennuksen tiloista, komponenteista ja materiaaleista oleellisten ominaisuustietojen kanssa. (Vuorinen 2011, 190)

Tietomallista saadaan runsaasti tila- ja materiaalitietoa, josta on hyötyä kaikille rakennushankkeen osapuolille hankkeen eri vaiheissa. Tilaaja määrittelee kohteisiinsa tason, jonka mukaan eri suunnittelulajien edustajat mallintavat kohteen vaatimukset täyttävien suunnitteluohjelmistojen avulla yhdeksi tietomalliksi. Arkkitehti suunnittelee rakennuksesta kolmiulotteisen mallin ja erikoissuunnittelijat piirtävät omat komponenttinsa arkkitehdin tekemään malliin. Olennaista on, että kaikki piirtävät samassa koordinaatistossa. Määräajoin hankkeen edetessä suunnitelmat kootaan yhteen tarkasteltavaksi ja tietomallia, johon on yhdistetty eri suunnittelulajien tuottamaa tietoa, kutsutaan yhdistelmämalliksi. Yhdistelmämalli tallennetaan yleensä IFC-formaatissa, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.3.

2.1.1 Tietomallin hyödyntäminen käytännössä

Virtuaalimallien avulla suunnitteluvirheitä on mahdollista välttää visuaalisemman näkymän mahdollistaman tarkastelun ja ohjelmistojen mallientarkastustoiminnon avulla. Tilaajan on hyödyllistä edellyttää sopimusehdoissaan suunnitteluryhmältä myös erityisiä tietomallipalavereita, joissa eri suunnittelulajien edustajat tekevät yhdistelmämallin avulla yhdessä törmäystarkasteluja oman alan suunnitteluryhmän sisäisten tarkastuksien lisäksi. Näin on mahdollista välttää työmaa-aikaisia törmäyksiä eri tekniikoiden komponenttien välillä edellyttäen, että myös urakoitsijat saavat mallin käyttöönsä. Tiedon välittymisen varmistamiseksi työmaan aloitusvaiheessa on pidettävä tietomallipalavereita myös kohteeseen valittujen urakoitsijoiden kanssa.

Tietomallintamisella saavutetaan muitakin kuin vain työmaa-aikaisia hyötyjä. Mallia voidaan käyttää muun muassa suunnitelmien havainnollistamisessa, määrä- ja kustannuslaskennassa, hankinnoissa sekä aikataulu-, kustannus- ja tuotannosuunnittelussa. Suurin osa näistä hyödyistä näkyy lopputuloksen parempana laatuna sekä tehokkaampana toimintana. Älykäs kolmiulotteinen malli tuo niiden lisäksi myös muita etuja, joita voidaan hyödyntää rakennusluvan saamisen nopeuttamiseksi, tilankäytön suunnittelussa, markkinoinnissa ja kohteen ylläpidossa. Asiakkaan on tietomallin pohjalta helpompi arvioida kohteen arkkitehtonista laatua ja tilojen toiminnallisuutta. Mallipohjaiset määrä- ja kustannuslaskelmat mahdollistavat lisäksi eritasoisten vaihtoehtojen vertailun ja arvioinnin nopeasti. Tietomalli tukee myös rakennuksen energiatavoitteiden saavuttamisessa. Käytännössä tietomalli ei siis ole pelkkä 3D-malli, vaan se mahdollistaa huomattavasti laajemman sisällön ja käyttömahdollisuudet. (Vuorinen 2011, 190)

2.2 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 on COBIM -kehittämishankkeen tulos. Tarve vaatimuksille johtui rakennusalalla nopeasti kasvavasta tietomallintamisen hyödyntämisestä. Rakennushankkeen kaikissa vaiheissa osapuolilla oli tarve määritellä täsmälliset pelisäännöt mitä ja miten mallinnetaan. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 koostuvat useista eri suunnittelualoille kohdennetuista osista. Talotekniikkasuunnittelua käsittelevä osa on YTV:n osa 4 ”Talotekninen suunnittelu” ja energia-analyyseihin liittyvät tietomallintamisasiat ovat osassa 10 ”Energia-analyysit”. Alla on lista kaikista Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 -julkaisuista, joita on 14 kappaletta. (Yleiset tietomallivaatimukset, osa 1, 2 ja 5)

- Osa 1, Yleinen osuus
- Osa 2, Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3, Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4, Talotekninen suunnittelu
- Osa 5, Rakennesuunnittelu
- Osa 6, Laadunvarmistus
- Osa 7, Määrälaskenta
- Osa 8, Havainnollistaminen
- Osa 9, Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä

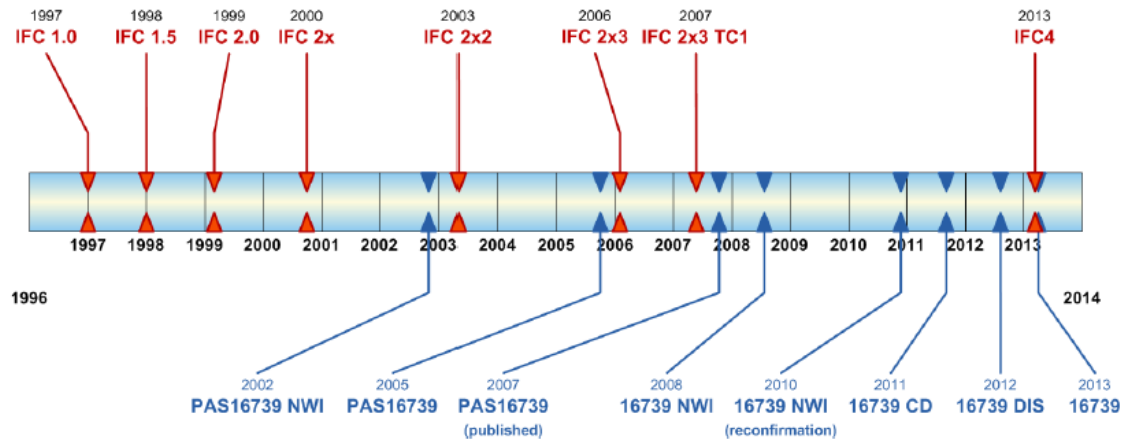
- Osa 10, Energia-analyysit
- Osa 11, Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12, Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13, Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
- Osa 14, Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 kattavat uudis- ja korjausrakentamiskohteiden lisäksi rakennusten käytön ja ylläpidon. Mallinnusvaatimukset esitetään vähimmäisvaatimuksina mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. Nämä vähimmäisvaatimukset ovat tarkoitettu noudatettaviksi kaikissa rakennushankkeissa, joissa tietomallivaatimuksia halutaan käyttää. Yleisiin Tietomallivaatimukseen kirjattujen vähimmäisvaatimusten lisäksi voidaan esittää lisävaatimuksia tapaus- ja hankekohtaisesti. Vaatimukset on joka tapauksessa esitettävä kaikissa suunnittelusopimuksissa ja -asiakirjoissa sitovasti ja yhdenmukaisesti. Hankkeen jokaisen osapuolen vaaditaan tutustuvan oman alansa osan lisäksi vähintään yleiseen osuuteen (Osa 1) sekä laadunvarmistuksen periaatteisiin (Osa 6). Projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön on hallittava Yleisten Tietomallivaatimusten periaatteet kokonaisuudessaan. (Yleiset Tietomallivaatimukset, osa 1, 5)

2.3 IFC

IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälisen International Alliance for Interoperability kehittämä avoin ISO-standardoitu (16739) XML-pohjainen tiedostomuoto, joka mahdollistaa rakennusosapohjaisen tiedonsiirron CAD-ohjelmistojen välillä sekä suunnittelijoiden välisessä kommunikoinnissa että kiinteistön ylläpidon ja viranomaisten tarkoituksiin. Kehittäjäjärjestö tunnetaan nykyisin nimellä BuildingSMART. Tiedostomuodon lyhenne tarkoittaa vapaasti suomennettuna rakennuselementtien ja objektien luokittelujärjestelmää, jonka tavoitteena on saavuttaa ohjelmistojen välinen objekti- ja parametriyhteensopivuus rakennusten suunnittelussa ja ylläpidossa sekä nostaa tiedonsiirron taso piirustuksiin nähden seuraavaan sukupolveen. Tämän pohjalta tilaaja voi edellyttää hankkeissaan tietomallipohjaista suunnittelua. Rakennusten tietomallinnus on alan suurin edistysaskel CADin tulon jälkeen. (YS.IFC.pdf, Archicad, 1)

Julkisissa hankkeissa sallitaan tällä hetkellä yleisesti kaikkien vähintään IFC 2x3 sertifioidujen mallinnusohjelmien käyttö, mutta hankekohtaisesti voidaan asettaa erityisvaatimuksia. IFC 2x3 on julkaistu vuonna 2007 ja uusi päivitetty versio, nimeltään IFC 4, on julkaistu maaliskuussa 2013. IFC 4 yleistyneenä tulevien vuosien kuluessa sen uusien ominaisuuksien ja parannuksien vuoksi. (YTV 2012, Osa 1, 2)



KUVA 1. IFC-formaatin kehitys. (BuildingSMART)

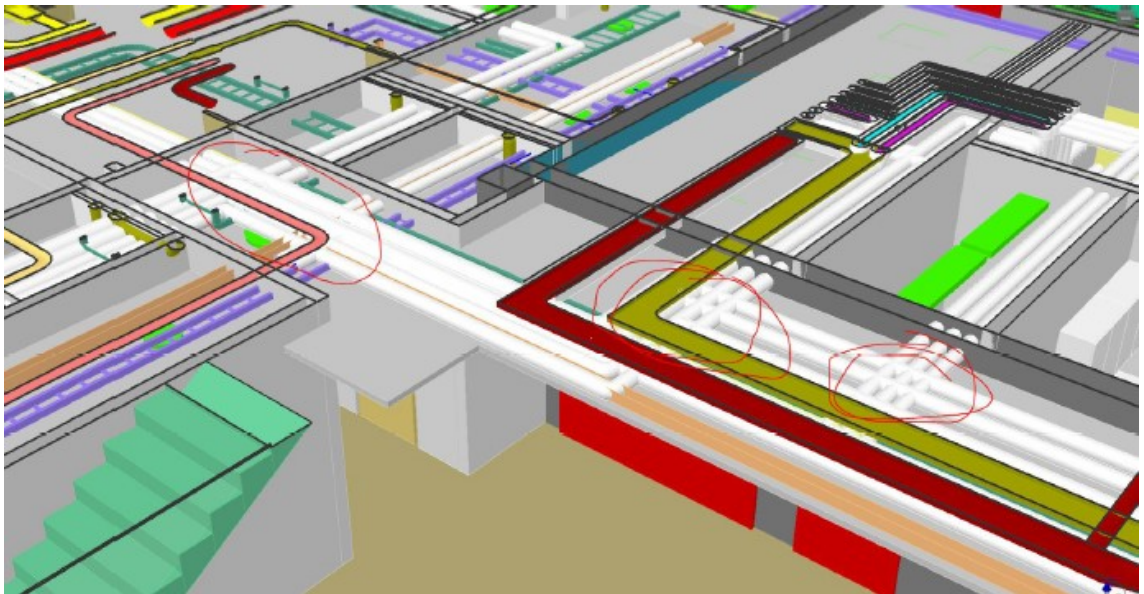
IFC 4 -formaattissa on parannettu aikaisemman 2x3 -version ominaisuuksia erityisesti arkkitehtoniselta, talotekniikan, rakenneosien ja geometrian osalta ja uusi IFC-versio korjaa edellisessä havaittuja teknisiä ongelmia. IFC 4:ään on lisätty muun muassa puuttuneita elementtejä, kuten aurinkosuojauksia ja -paneeleita, polttimia, viestintälaitteita ja sähköpuolelle ryhmä- ja pääkeskuksia. Lisäksi IFC 4:ssä on aikaisempaa paremmat mahdollisuudet energiankulutuksen ja ympäristövaikutusten arvioimiseksi ja energiasimulointien tekemiseksi sekä parannetut tuotekirjastot massaluetteloiden tekemiseen. (BuildingSMART IFC 4, What is new.pdf)

2.3.1 Törmäystarkastelu yhdistelmämallin avulla

Eri suunnittelualojen IFC -yhteensopivilla ohjelmistoilla luomat mallit yhdistetään yhdistelmämalliksi tarkastelua varten hankekohtaisesti sovituin väliajoin. Yhdistelmämallin yhteensovittamisesta vastaa Tilakeskuksen hankkeissa kohteen pääsuunnittelija tai ulkopuolinen tietomallikoordinaattori. Kokemusten perusteella suositeltavampaa isommissa

hankkeissa on käyttää erillistä tietomallikoordinaattoria joko omasta tilaajaorganisaatiosta tai sen ulkopuolelta, koska pääsuunnittelijalla ei usein riitä aika eikä välttämättä ammattitaitokaan tehtävän suorittamiseen. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin sisältyy laajalti erilaisia toimia, jotka täytyy suorittaa hankkeessa oikea-aikaisesti, jotta suunnittelutyössä saavutetaan tilaajan edellyttämä laatutaso ja pysytään hankkeen alussa hyväksytyssä aikataulussa. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin ja erillisen tietomallikoordinaattorin aiheuttamiin kustannuksiin palataan tarkemmin tässä opinnäytetyössä myöhemässä vaiheessa.

Suunnitteluajan säästämiseksi sovitaan jo alkuvaiheessa hankkeen osapuolten välisessä yhteistyössä mallihuoneet, jotka ovat rakennuksessa tyypillisesti esiintyviä erilaisia tiloja. Myös tekniikkareitit yhtensovitetään ja niiden toteuttamisesta tehdään pystyleikkaukset ennen suunnittelun aloittamista. Mallihuoneet mallinnetaan mahdollisimman paljon lopullista toteutusta vastaaviksi erityisen tarkasti ja muut tilat suunnitellaan vastaavasti, kun tilaaja on hyväksynyt mallihuoneiden ratkaisut. Näitä mallihuoneita suunnitteluryhmä esittelee tilaajalle ja käyttäjälle suunnittelutyön edetessä ja samassa yhteydessä toteutusta voidaan kommentoida. Tilaajan käytössä yhdistelmämallin tutkimiseen voidaan käyttää esimerkiksi Solibri Model Viewer -ohjelmaa.



KUVA 2. Kuvakaappaus Härmälän päiväkodin ja koulun yhdistelmämallista.

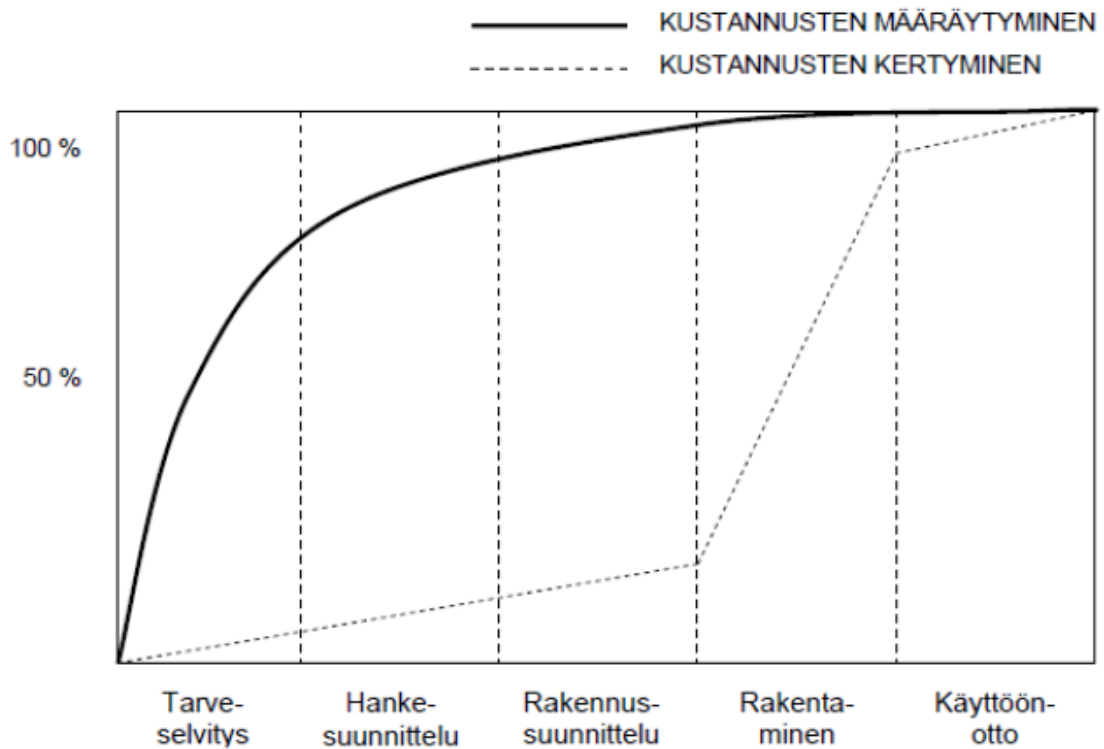
Kiinteistöstä luodun tietomallin sisällä voidaan kulkea virtuaalisesti, tutkia tarkemmin ja esimerkiksi Solibrin kehittyneemmässä versiossa, Solibri Model Checkerissä, voidaan tehdä törmäystarkasteluja koko kiinteistössä. Se kuuluu sekä suunnitteluryhmän että tietomallikoordinaattorin tehtäviin. Tärkeimpiä tutkittavia alueita ovat esimerkiksi lämmönjakohuoneen, ilmanvaihtokonehuoneen ja sähkökeskuksen läheisyydessä olevat tekniikkareitit ja mallihuoneet. Tietomallista saadaan huomattavasti perinteistä 2D-näkymää havainnollistavampi kuva eri tekniikoiden mahtumisesta ja sen avulla voidaan välttyä työmaa-aikaisilta törmäyksiltä ja ristiriitatilanteilta tekniikoiden välillä. Olennaista on saada tietomallintamiseen ja törmäystarkasteluihin käytetty suunnittelu-aika välittymään eteenpäin hankkeen eri vaiheisiin hyötynä työmaa-aikaan ja edelleen kiinteistön koko elinkaaren ajalle.

Risteilypalaverien merkitys kasvaa erityisesti esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa laskettaessa. Ilmanvaihtojärjestelmää kuvataan usein lyhenteellä SFP, Specific Fan Power. Nykyiset suunnittelu- ja mitoitusohjelmat mahdollistavat kanaviston ja oheislaitteiden tarkan mallinnuksen ja painehäviöiden laskennan. Mikäli SFP-luku on mitoitettu vain niukasti ilmanvaihtojärjestelmälle vaaditun $2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ tai koneelliselle poistoilmajärjestelmälle vaaditun $1 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ alle, saattaa vain hieman vaatimustason alittavaksi mitoitettu SFP-luku kasvaa rakennusvaiheessa yli määräystason mikäli kanavistoon joudutaan tekemään suunnittelemattomia supistuksia, mutkia tai suorakaidekanavaosuuksia. Kuitenkaan mahdollisimman alhaiseen SFP-lukuun ei saa pyrkiä sisäilmanston kustannuksella tai heikentämällä ilmanvaihdon tai rakennuksen energiatehokkuutta. Tietomallintamisen avulla järjestelmät voidaan sovittaa yhteen siten, että asentaminen onnistuu suunnitelmien mukaisesti. (LVI 30-10529, 3)

2.4 Energia- ja olosuhdesimulointi

Energia- ja olosuhdesimuloinnilla ohjataan arkkitehti-, rakenne- ja LVI-suunnittelua hankkeen alkuvaiheissa. Tietomallin avulla tehtävällä energia- ja olosuhdesimuloinnilla päästään energiatehokkaampiin ratkaisuihin ja voidaan tarkistaa erilaisten ratkaisujen vaikutusta lopputulokseen. Simulointia tulee hyödyntää jo hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin vaikutusmahdollisuudet lopputuloksen energiankulutukseen ovat parhaimmillaan. Muun muassa erilaisten passiivisten jäähdytys- ja lämmitystapojen optimoinnilla voidaan

päästä hyvin tuloksiin. Passiivisia tapoja voivat olla hankesuunnitteluvaiheessa esimerkiksi rakennuksen sijoittelun huomioiminen tontilla, ikkunaverhoukset ja ikkunapintojen koon määrittäminen. (Hyrkäs)

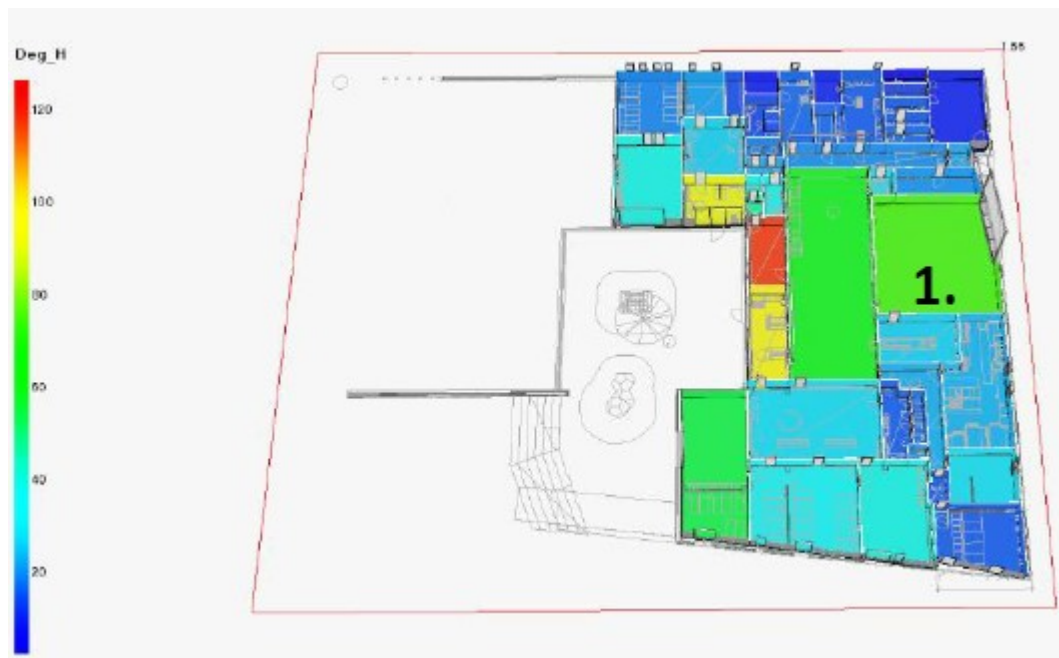


KUVA 3. Tyypillinen kustannusten määräytyminen ja vaikutusmahdollisuudet niihin hankkeen edetessä. (Haahtela, Y. 10)

Energiasimuloinnilla simuloidaan rakennuksen energiankulutus vuositasolla käyttäjän tekemien määritelmien mukaisesti. Energiasimulointia ei suoriteta Excel-pohjaisena ja simuloinnin tuloksena voidaan aina vaatia myös havainnollistavia kuvia kohteesta. Simulointi on mahdollista suorittaa koko rakennukselle tai sen osalle. Simuloinnin pohjana ovat kohteen tuntikohtaiset säätiedot, joiden perusteella lasketaan lämmitys- ja jäähdytystarpeet tilakohtaisesti. Lisäksi laskennasta saadaan sähköenergiankulutus. Simulointiohjelmilla voidaan tutkia energiankulutusta myös kuukausitasolla. Tulosten pohjalta voidaan vertailla erilaisia järjestelmävaihtoehtoja, julkisivuratkaisuja ja laskea kulutustavoite. Dynaamisia simuloinnin mahdollistavia ohjelmistoja ovat esimerkiksi IDA ICE ja Riuska. (Näränen, 39)

Olosuhdesimuloinnilla voidaan tarkastella tilakohtaisia olosuhteita haluttuna tarkasteluajankohtana. Yleensä simuloidaan käyttämällä suunnittelijan määrittelemiä ilmavirtoja ja jäähdytystehoja. Vaihtoehtoisesti voidaan antaa ohjelmiston laskea ne itse siten, että halutut olosuhteet ja sisäilman laatu saavutetaan. Tuloksista nähdään minkälaiset olosuhteet tilassa vallitsevat tarkasteluajankohtana tietyillä ilmavirroilla ja muilla asetetuilla lähtötiedoilla. Lähtöarvoja muuttamalla voidaan helposti vertailla erilaisia ratkaisuja ja päästä energiatehokkaampiin ratkaisuihin. (Näränen, 40)

Rakennusmääräyskokoelma D3:ssa on asetettu vaatimuksia kesäajan huonelämpötilalle. Määräyskokoelmassa vaaditulla tarkastelulla osoitetaan rakennuslupavaiheessa suunnitteluratkaisun kesäajan laskennallinen huonelämpötilojen vaatimustenmukaisuus tilojen standardikäytöllä ja säällä. Laskennallinen tarkastelu päivitetään kohteen valmistumisen yhteydessä osana energiaselvitystä. (D3 kesäajan lämpötilojen laskentaopas)



KUVA 4. Havainnekuva kesäajan huonelämpötilan tarkastelusta. (Härmälän päiväkotia ja koulu, suunnitteluasiakirjat)

Kesäajan huonelämpötilan täyttymiseksi tulee osoittaa dynaamisella laskentatyökalulla, että kesäaikana huonelämpötila ei ylitä jäähdytysrajan arvoa enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana. Eri kesälämpötilatarkasteluissa käytettävät käyttötarkoituksen mukaiset jäähdytysrajat esitetään taulukossa 1. Laskennassa

käytetään vakioituja säätietoja ja sisäisiä lämpökuormia, mutta huomioidaan kuitenkin kohteeseen suunnitellut ilmamäärät sekä passiiviset ja käyttötekniset lämpötilan hallintakeinot. Lämpötilalaskenta tehdään sellaisille tilatyypeille ja huoneille, joissa on suurin riski yllämpenemiselle. Huomionarvoista on, että tässä vaatimus koskee ainoastaan standardoidun käytön ja ulkoilmaolosuhteiden mukaisia lämpötilalaskelmia. Tämä tarkastelu ei välttämättä riitä varmistamaan rakentamismääräyskokoelman osan D2 kesäajan lämpötilavaatimuksen täyttymistä. Suunnitellun käyttötarkoituksen käyttöajan viihtyvyydestä tulee lämpöolosuhteita tarkastella rakennustyyppin käytön lisäksi myös tyyppitilojen suunnitellulla käytöllä. (D3 kesäajan lämpötilojen laskentaopas)

TAULUKKO 1. Käyttötarkoitukseluokan mukaiset jäähdytysrajat. (D3 kesäajan lämpötilojen laskentaopas)

Käyttötarkoitukseluokka	Jäähdytysraja °C
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	27,0
Asuinkerrostalo	27,0
Toimistorakennus	25,0
Liikerakennus	25,0
Majoitusliikerakennus	25,0
Opetusrakennus ja päiväkot	25,0
Liikuntahalli	25,0
Sairaala	25,0

Tilakeskuksessa otettiin vuonna 2015 kaikkiin hankkeisiin käyttöön sisäilmaluokitus S2:n käyttäminen ja se asettaa erityisvaatimuksia simuloinneille, kun huoneolosuhteiden ja -lämpötilojen tulee pysyä tietyissä rajoissa. Tosin kohteissa saatetaan erillisellä ohjeituksella sallia kesäajan huonelämpötilan nouseminen. Sisäilmastoluokassa S2 edellytetään myös puhtausluokkaa P1. Alla olevassa kuvassa on esitetty sisäilmastoluokituksen tavoitelämpötiloja. (Sisäilmastoluokitus 2008)

TAULUKKO 2. Sisäilmastoluokituksen tavoitelämpötilat. (Sisäilmastoluokitus 2008)

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			
$t_u \leq 10$ °C	21,5*	21,5	21
$10 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)^*$	$21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)$	$21 + 0,4 \times (t_u - 10)$
$t_u > 20$ °C	24,5*	24,5	25
Sallittu poikkeama tavoitearvosta [°C]	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]	$t_{op} + 1,5$	$t_u \leq 10$ °C: $t_{op} + 1,5$ $10 < t_u \leq 20$ °C: $23 + 0,4 \times (t_u - 10)$ $t_u > 20$ °C: 27	$t_u \leq 15$ °C: 25 $t_u > 15$ °C: $t_{umax} + 5$
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	20	20	18
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
• toimi- ja opetustilat	95 %	90 %	–
• asunnot	90 %	80 %	–

* S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

Taulukossa 3 on esitetty sisäilmastoluokituksen mukaiset korkeimmat hiilidioksi- ja radonpitoisuudet rakennuksissa. Lisäksi esitetään olosuhteiden pysyvyys eri tyyppisissä rakennuksissa. Olosuhteiden pysyvyys on ilmoitettu prosentteina käyttöajasta. (Sisäilmastoluokitus 2008)

TAULUKKO 3. Sisäilmastoluokkien mukaiset suurimmat hiilidioksi- ja radonpitoisuudet. (Sisäilmastoluokitus 2008)

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1 200
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	<100	<100	<200
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
• toimi- ja opetustilat	95 %	90 %	
• asunnot	90 %	80 %	

Taulukosta 4 löytyvät sisäilmastoluokituksen määrittämät vähimmäisilmavirrat eri luokissa.

TAULUKKO 4. Sisäilmaluokkien mukaiset vähimmäisilmavirrat. (Sisäilmastoluokitus 2008)

Käyttötilanne	Yksikkö	S1	S2	S3	Huom.
Normaali käyttö	dm ³ /s, hlö	12	8	6	I
Tehostustilanne, asuntokohtainen suurennusmahdollisuus	%	30	30	–	II
Käyttöajan ulkopuolinen perusilmavaihto	dm ³ /s,m ²	0,2	0,2	0,15	I,III

I Ilmavirrat mitataan esimerkiksi kiinteitä mittauselimiä, mittaussanturia, anemometrorvea tai pussimenetelmää käyttäen standardin SFS 5512 (LVI 014-10187, SFS-käsikirja 103) mukaisesti.

II Ilmavirtoja on voitava suurentaa tilapäisesti syntyvien epäpuhtauksien poistamiseksi. Asunnon ilmanvaihtoa on suositeltavaa tehostaa kokonaisuudessaan, ei pelkästään liesikuvun ilmavirtaa kasvattamalla, vaan on suositeltavaa suunnata tehostus pesuhuoneisiin ja WC-tiloihin.

III Normaalin käyttöajan ulkopuolella on rakennuksessa oltava perusilmavaihto, jonka avulla poistetaan rakennuksesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Tätä käyttöajan ulkopuolista perusilmavaihtoa saa asunnoissa käyttää vain pitkäkestoisten (yli 1 vrk) poissaolojen aikana, edellyttäen, että esim. märkätilat eivät jää kosteiksi.

2.5 Tietomallin hyödyntäminen massaluetteloiden tekemisessä

Massaluettelo on lista, johon on koottu ja yksilöity materiaaleja ja asennettavia laitteita sekä tarvikkeita. Se voi olla itsenäinen kokonaisuus, mutta nykyään se ymmärretään yleensä suunnitelmien perusteella muodostetuksi kohteen ”ostoslistaksi”. Kohteen massalaskenta on yleensä urakoitsijan tehtävä ja tarjouslaskentavaiheessa tehdään paljon tuottamatonta työtä, kun kaikki kohteen tarjoajat laskevat erikseen massat suunnitelmien perusteella. LVI-suunnitelmista tuotetaan usein laiteluettelot, mutta muilta osin laskenta on urakoitsijan vastuulla. (Haikka, s. 17)

Kun suunniteltavasta kohteen LVI-järjestelmistä muodostetaan tietomalli, voidaan suunnitteluohjelmistosta (esim. MagiCAD) parhaimmillaan tulostaa tarkat massaluettelot urakoitsijoiden tarjouslaskijoiden tueksi. Massaluettelosta tulee juuri niin kattava kuinka tarkasti tietomallinnus on tehty. Usein esimerkiksi putkikannakkeita ei saada massaluetteloon, eikä suunnitteluohjelmisto välttämättä ota kantaa liitostapoihin. Tietomallipohjaisella massaluettelolla voidaan kuitenkin saada suuria säästöjä, kun laajamittaista ja raskasta käsinlaskentaprosessia ei tarvita. Samalla tarjouskilpailuun saadaan kaikille tarjoajille vastaavat lähtötiedot pituuksista ja määristä. Toki suunnittelukustannukset nousevat vaadittaessa tarkempaa tietomallinnusta, mutta suunnittelukustannuksien nousemisesta aiheutuu koko rakennushankkeen kuluihin nähden verrattain vähäinen vaikutus. Ongelmia aiheuttavat toimijoiden välisten rajapintojen muuttuminen suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä sekä CAD-ohjelmistojen laite- ja komponenttipuutteet. (Olkku, s. 29)

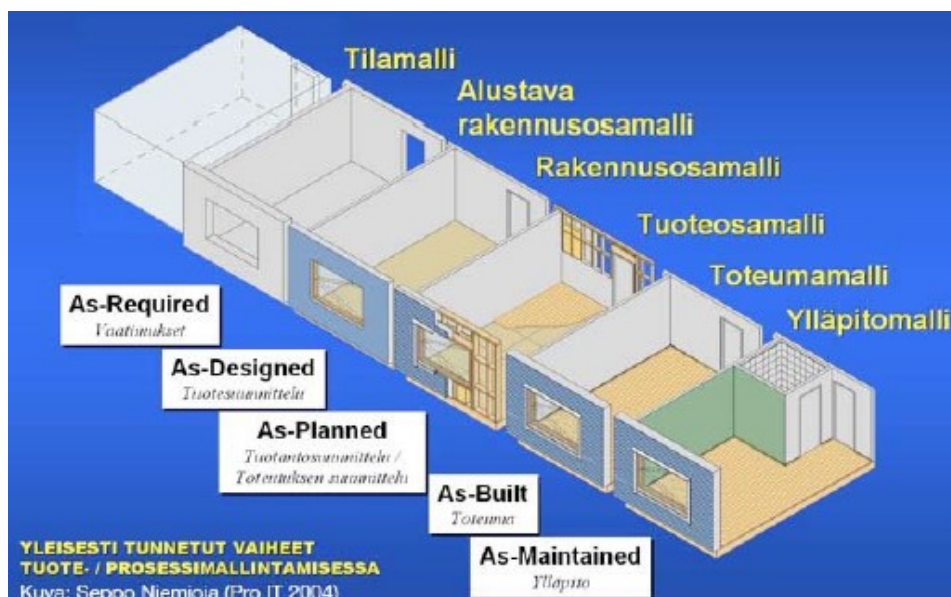
3 TIETOMALLIPOHJAINEN HANKE TILAKESKUKSESSA

3.1 Tarve- ja hankesuunnittelu

Tilakeskuksen hankkeissa hankearkkitehti tekee esiselvityksen ennen kuin hankkeesta tehdään tarveselvitys. Tietomallipohjaisen hankkeen tarveselvitysvaiheessa on harvoin geometristä muotoa. Tarveselvitysvaiheessa kartoitetaan tulevan käyttäjän ja omistajan tarpeet ja tavoitteet. Selvitysten perusteella arvioidaan vaihtoehdot ja tehdään päätökset tavoitteiden saavuttamiseksi. Tarveselvitysvaiheessa luodaan kohteelle vaatimusmalli, jossa keskeisimmät tilavaatimukset kirjataan sähköiseen muotoon ja se on osa tietomalli-prosessia. Vaatimusmallia on aiemmin kutsuttu tilaohjelmaksi. Oikein laadittuna vaatimusmallia voidaan käyttää läpi hankkeen. (Härmälän päiväkodin ja koulu, tarveselvitys; YTV2012, Osa 1, 11)

3.1.1 Vaatimusmalli

Yleisten Tietomallivaatimusten mukaan vaatimusmallin minimivaatimus on taulukko-muotoon koottu tilaohjelma. Tällainen tehdään aina Tilakeskuksen hankesuunnitteluvaiheessa ja se luo pohjan tietomallisuunnittelulle. Vaatimusmallin pohjalta suunnittelua lähdetään viemään eteenpäin kuvan 5 mukaan.



KUVA 5. Eri hankevaiheissa tarvittavien mallien määrittely. (ProIT)

Vaatimusmallissa esitetään tavoitteet ja vaatimukset rakennukselle, tiloille ja rakennusosille. Taulukkomuotoista tilaohjelmaa voidaan täydentää käyttäjän ja tilaajan vaatimuksilla. Vaatimusmallissa tulee lisäksi voida esittää koko rakennusta tai sen osia koskevia tavoitteita, kuten kokonaisenergiankulutusta tai jäähdytystarvetta. Vaatimusmallia tulee ylläpitää sähköisessä muodossa siten, että niiden avulla voidaan jatkossa verrata suunnitelmaa vaatimuksiin. (Freese, Penttilä, Rajala, 12)

Vaatimusmallissa esitettäviä asioita:

- Tilan nettoalatarve
- Tilan käyttö ja käyttäjät, keskeiset yhteydet ja vaikutukset muihin tiloihin
- Sisäilman olosuhteet, ääneneristys, valaistus, kuormitus, kestävyys, turvallisuus ja laatutaso
- LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, laitteet, tilan jako-osat, sisäpuoliset pintarakenteet

Tavanomaisesti vaatimuksia joudutaan tarkentamaan suunnittelun edetessä, joten on pidettävä huoli, että projektilla on jatkuvasti käytettävissä tehtyjen päätösten mukaiset ja ajan tasalla olevat vaatimukset. Tilaaja nimeää vastuuhenkilön vaatimusmuutosten kirjaajaksi. (YTV, Osa 1, 12)

3.1.2 Tilojen tunnistetiedot

Tila on suunnittelutyön perusyksikkö ja monet rakennusosat ovat tavalla tai toisella linkitetty tilaan ja sen tunnistetietoihin. On tärkeää, että tilat ovat helposti tunnistettavissa hankeprosessin eri vaiheissa ja että niihin tallennetut tiedot ovat systemaattisia. Tärkeimpiä tilakohtaisia tietoja ovat:

- Tilan tunniste, joka on kullekin tilalle annettu yksilöllinen tunniste
- Tilan käyttötarkoitus eli tilan toiminnallinen määrittely
- Tilan nimi eli kuvaava nimitys tilalle

On järkevää käyttää loogista tilanumerointia, koska tilan tunnistetietojen huolellista ja johdonmukaista käyttöä tarvitaan tietomallipohjaisessa rakennushankkeissa myös moniin tietoteknisiin tarkoituksiin, kuten tilapohjaiseen kustannuslaskentaan, suunnitelmien vertailuun, energia-analyyseihin ja kiinteistönhallintaohjelmistoihin. (YTV, Osa 1, 13)

3.1.3 Tietomallikoordinaattorin tehtävät hankesuunnitteluvaiheessa

Hankkeen alkuvaiheessa tietomallikoordinaattori laatii hankkeen tietomallintamisen tavoitteet ja koordinoi tietomallintamisen lähtötietojen saatavuutta. Olennaista on tarkistaa kohteen tietomallitavoitteet ja varmistaa, että aikataulussa on riittävästi aikaa varattuna tietomallintamista varten. Samalla täsmennetään kohteen erityisvaatimukset ja tarkistetaan, että kaikilla suunnittelijoilla on käytettävissä tarvittavat lähtötiedot. (YTV, Osa 1, 13)

Tilakeskuksen hankkeissa tietomallikoordinaattorina toimii pääsääntöisesti pääsuunnittelijaksi valittu arkkitehtitoimisto, mutta tehtäviä voi tehdä myös hankesuunnitelman laatija tai erillinen tehtävään palkattu konsultti. Suositeltavinta olisi yleensä erillisen tietomallikoordinaattorin käyttäminen, jonka tehtävänä on tasaisin väliajoin tarkistaa suunnittelijoiden tuottamat mallit ja samalla ohjeistaa sekä aikatauluttaa suunnittelijoiden työtä.

3.1.4 Hankesuunnitelman sisältö Tilakeskuksen kohteissa

Tämän kappaleen sisältöön on koottu aineistoa useammasta Tilakeskuksen tekemästä hankesuunnitelmasta. Hankesuunnittelun lopputuloksena saatava hankesuunnitelma sisältää tyypillisesti kohteesta hyvin paljon perustietoa ja alustavia pohjapiirustuksia sekä kolmiulotteisia näkymiä. Hankesuunnitelma lähetetään tarjouskyselyn liitteenä kilpailutettaessa erikoissuunnittelutyöt. Tyypillisesti hankesuunnitelmaan kirjataan seuraavat asiat:

- Tarveselvityksen lopputulos,
- Hankekortti,
- Talotekniikkaselvitykset LVIA-tekniikan, sähkötekniikan ja energiaselvitysten osalta,

- Tilaohjelma,
- Hankeaikataulu,
- Tavoitehinta-arvio ja
- Luonnokset

Tarveselvityksessä esitetään kohteelle asetetut pinta-alavaatimukset, sijaintitiedot, henkilömäärät, alustava kustannusarvio rakennustöille ja muut suunnittelutyön lähtötiedot. Härmälän päiväkodin ja koulun tapauksessa tarveselvitykseen on kirjattu lisäksi miksi vanhan Härmälän päiväkodin ja neuvolan tilalle joudutaan rakentamaan uusi rakennus ja kuka on tehnyt päätöksen uuden yksikön rakentamisesta. (Härmälän päiväkotia ja koulu, hankesuunnitelma; Niemenrannan päiväkotia, hankesuunnitelma; Metsäniityn pienten lasten yksikkö, hankesuunnitelma; Lielahden koulu ja nuorisotilat, hankesuunnitelma)

Hankekortti sisältää osin samoja tietoja kuin tarveselvityskin, mutta tarkennettuna. Hankekorttiin kirjataan hankkeen lähtötiedot, hankkeen kuvaus, laajuustiedot, rakennustöiden toteutus ja aikataulu, hankkeen tavoitekustannusarvio ja hankkeelle osoitetut määrärahat. Hankkeen kuvaus sisältää tietoja tontinkäytöstä, pysäköinnistä ja liikenteestä, tilaratkaisuksista, rakenteista ja julkisivuista. (Härmälän päiväkotia ja koulu, hankesuunnitelma; Niemenrannan päiväkotia, hankesuunnitelma; Metsäniityn pienten lasten yksikkö, hankesuunnitelma; Lielahden koulu ja nuorisotilat, hankesuunnitelma)

Talotekniikkaselvityksissä kuvataan järjestelmät ja niiden vaatimukset pääpiirteittäin. Järjestelmäkohtaisia kuvauksia kutsutaan LVIS-selostukseksi. Esimerkiksi LVI-tekniikan selostuksista hankesuunnitelmassa kerrotaan sanalliset tiedot liittymistä, lämmitysjärjestelmästä, vesijohdoista ja viemäreistä, ilmastoinnista, jäähdytyksestä ja rakennusautomaatiosta. Tietomallintamiseen ja simulointeihin liittyvistä asioista hankesuunnitelmassa määritetään muun muassa sisäilmastoluokka ja tavoitetasoksi asetettu energiatehokkuusluokka. (Härmälän päiväkotia ja koulu, hankesuunnitelma; Niemenrannan päiväkotia, hankesuunnitelma; Metsäniityn pienten lasten yksikkö, hankesuunnitelma; Lielahden koulu ja nuorisotilat, hankesuunnitelma)

Härmälän päiväkodin ja koulun hankesuunnitelmasta löytyvä tilaohjelma vastaa kohdassa 3.1.1 kuvailtuun Yleisten Tietomallivaatimusten minimivaatimusta vaatimusmallista muuten, mutta siinä ei ole käytetty lopullisia tilojen nimiä. Arkkitehti nimeää tilat

myöhemmässä suunnittelun vaiheessa. Tilaohjelma sisältää erityyppisten tilojen kuvaukset ja niiden pinta-alat eriteltyinä. Lopputuloksena saadaan bruttoala suunniteltavalle kohteelle. Taulukossa 5 on esimerkki Härmälän päiväkodin ja koulun tilaohjelman tiedoista. (Härmälän päiväkotiki ja koulu, hankesuunnitelma)

TAULUKKO 5. Tilaohjelmaan kirjattavia tietoja kohteesta. (Härmälän päiväkodin ja koulun hankesuunnitelma)

ASIAKIRJA TILAOHJELMA						
huoneetilat	tilantarve			hankesuunn		Huom!
	kpl	ä m2	yht.	kpl	yht. m2	
PÄIVÄKOTI 7 päiväkotiryhmää ä noin 20 lasta, yhteensä 140 lasta / kolme tuplaryhmää (= 3x 2 ryhmää) ja yksi yksittäisryhmä						
TUPLARYHMÄ 1 / 1.kerros						
ryhmätila / tupa	2	35	70	1	36	} lepohuoneiden välissä ovi
ryhmätila / tupa				1	30	
ryhmätila / lepohuone	2	35	70	1	40	
ryhmätila / lepohuone				1	35	} ryhmähuoneissa (ilukuovet ja muunneltavat hylit ja naukakot)
wo-pesuhuone ä 10m2	2	10	20	2	20	
varasto ä 2m2	2	6	12	2	4	
<u>tuplaryhmän yhteistilat</u>						
tuulikaappi / märkäeteinen	1	25	25	1	23	} eteinen ja pienryhmä samaa tilaa, pienryhmä erotettavissa irtokalustein. tilassa myös työpiste
eteinen	1	50	50	1	50	
pienryhmähuone	1	15	15	1	12	
varasto	1	6	6			lattiapinta: vähintään lattian päälle irrotettava tekstiilipalamoto

Hankesuunnitteluvaiheessa arkkitehti luonnostelee rakennuksen pohjan melko pitkälle ja hankesuunnitelmaan liitetään alustavia 3D-näkymiä kohteesta erikoissuunnittelijoiden tarjouskyselyn liitteenä. Tässä vaiheessa on tärkeää hyödyntää myös simulointiohjelmiä heti, kun ensimmäisiä malleja rakennuksesta on saatavilla. Tällöin muun muassa arkkitehtisuunnittelua voidaan ohjata energiatehokkaampaan suuntaan, saadaan luotettavammin laskettua alustava energiatodistus rakennukselle. Lisäksi tekniikkareittien sekä teknisten tilojen sijoitteluun ja riittävään kokoon voidaan ottaa kantaa heti hankkeen alkuvaiheessa.

Tyypillisesti aiemmin Tilakeskuksen hankkeissa LVI-suunnittelija on otettu suunnittelutyöhön mukaan toteutusvaiheeseen, koska LVI-suunnittelijaa on hankalaa kilpailuttaa koko suunnittelutyön ajalle ennen hankesuunnittelun aloittamista riittämättömien kohdetietojen vuoksi. Avustavissa simulointi- ja laskentatöissä voidaan kuitenkin hyödyntää Tilakeskuksessa niin sanottuja puitesopimuskumppaneita jo hankesuunnittelussa ilman raskasta kilpailutusmenettelyä.

3.2 Rakennussuunnittelu

Hankesuunnittelun jälkeen kohteesta on riittävät tiedot kilpailuttaa LVI-suunnittelija ja muut erikoissuunnittelijat rakennuksen suunnittelua varten. Rakennussuunnittelu jaetaan yleisesti kolmeen vaiheeseen, ehdotus-, luonnos- ja toteutussuunnitteluun. Vaiheen lopputuloksena saadaan koottua urakkalaskenta-aineisto. (RT 10-10387, 12)

3.2.1 Talotekniikan tehtäväluettelo 2012

Tilakeskuksessa päivitetään suunnittelutoimistoille lähetettäviä tarjouskyselyitä siihen suuntaan, että suunnittelijoilta vaadittava tietomallintamisen taso on selkeä jo tarjouskyselyvaiheessa. Yksi vaihtoehto on viitata tarjouskyselyssä RT-korttiin 10-11129 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12, jonka pääpiirteet kuvaan seuraavaksi. Toinen vaihtoehto olisi tehdä Tilakeskukselle oma tehtäväluettelo. Aikaisemmissa hankkeissa käytössä ollut versio on ollut TATE tehtäväluettelo vuodelta 1995, mutta sen kuvaama taso ei vastaa nykypäivän suunnittelutyötä.

Talotekniikan tehtäväluettelo 2012 on tarkoitettu rakennusta koskevien taloteknisten suunnittelutehtävien ja laajuuden määrittelyyn hankkeiden eri vaiheissa. Luetteloon sisältyy LVI-, RAU- ja sähkösuunnittelijoiden tehtävät ja se on tarkoitettu käytettäväksi uudis- ja korjaushankkeissa sekä erilaisten rakennusten ja järjestelmien suunnittelussa kaikkien hankinta- ja palkkiomuotojen kanssa. Tehtäväluetteloa käytetään suunnittelijalta vaadittavan tehtävälajuuden määrittelyssä, suunnittelukokonaisuuden hallinnassa sekä osana suunnittelun laadunvarmistusta ja se liitetään suunnittelusopimukseen. (RT 10–11129, 1)

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluetteloon voidaan perustason tehtävien lisäksi merkitä erikseen tilattavia tehtäviä. Tehtävät ovat eritelty tyypillisen hankkeen kulun mukaisesti jakaen eri vaiheisiin, tarveselvityksestä ja kohteen suunnittelun vaiheista rakennuksen käyttöönottoon sekä takuu-aikaan. Jokaisen eri suunnitteluvaiheen tehtävät ovat jaettu perustehtäviin ja erikseen tilattaviin tehtäviin. Perustehtävät sisältävät sellaisia töitä, jotka yleensä sisältyvät kaikkiin kohteisiin. Erikseen tilattavia tehtäviä voidaan sisällyttää suunnittelulaajuuteen, jos

- kohde on vaativa ja siinä halutaan painottaa jotain osa-aluetta, kuten energia- tai olosuhdevaatimuksia
- kyseessä on peruskorjauskohde
- halutaan käyttää suunnittelijaa laajemmin rakentamisaikaisiin ja ylläpitoon liittyviin tehtäviin.

TATE-suunnittelun järjestelmälaajuus valitaan tehtäväluettelon kohdassa C 2.1. Perustaso on rakennustyyppikohtainen oletuslaajuus vaihtoehto A ja vaihtoehto B tarkoittaa projektikohtaista laajuutta, jonka tarkempi sisältö täytetään liitteeseen 1. Liite 1 liitetään tarjousten ja sopimusten liitteeksi käytettäessä projektikohtaista tehtäväluettelon laajuutta. (RT 10–11129, 2)

Talotekniikan tehtäväluettelon lisäksi tietomallivaatimuksia sisältävän kohteen sopimuksissa kannattaa viitata myös Yleisiin Tietomallivaatimuksiin, josta löytyy selkeästi esitetty tietomallintamisen taso mitä missäkin hankkeen vaiheissa suunnittelijoilta vaaditaan. Molemmat ohjeet puhuvat rakennussuunnittelun kolmesta eri vaiheesta samoilla nimillä, joka helpottaa asiakirjojen vertailua.

3.2.2 Ehdotussuunnittelu

Yleisten Tietomallivaatimusten 2012 mukaan arkkitehtisuunnittelu etenee hankesuunnittelun lopussa ehdotussuunnitteluvaiheeseen, josta käytetään edelleen jonkin verran nimeä L1-vaihe. Ehdotussuunnittelun alkaessa arkkitehti on jo alustavasti mallintanut kohteen tilat, rakennuksen massoittelun ja ulkovaipan päätöksenteon kannalta riittävällä tarkkuudella. Talotekniikan suunnittelijoiden tehtäviin kuuluvat tässä vaiheessa alustavat järjestelmämallien laatiminen. Järjestelmämalleissa kuvataan järjestelmien pääreitit, tilaa vievät kanavat ja johtoreitit. Muita tietomallintamiseen liittyviä tehtäviä ovat palvelu-aluekaaviot, mallihuoneet, 2D-leikkaukset ja tilavaraukset. Lisäksi arkkitehdin mallista tehdään alustavia energia-analyyskejä, jotka kuuluvat tietomallipohjaisen hankeprosessin pakollisiin tehtäviin. Tilakeskuksen hankkeissa energia-analyysien tekeminen sisällytetään LVI-suunnittelijan tehtäviin, mutta tehtävään voitaisiin käyttää myös erillistä konsulttia. (YTV2012, Osa 1, 14)

Osa edellä mainituista LVI-suunnittelijan tehtävistä voidaan teettää Tilakeskuksen hankkeissa myös hankesuunnitteluvaiheen puitesopimuskumppanilla, koska rajapinta näissä hankkeen vaiheissa ei ole täysin selkeä.

3.2.3 Luonnossuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheen jälkeen siirrytään luonnossuunnitteluun, jota kutsutaan myös yleissuunnitteluksi, tai vielä osittain käytössä olevalla L2-vaiheen nimellä. Luonnossuunnitteluvaiheessa lähdetään kehittämään ehdotusvaiheessa valittua perusratkaisua, josta on jo olemassa arkkitehdin tietomalli. Tilaajan tehtävänä on tässä vaiheessa ohjata suunnittelua ja hyväksyä suunnitelma toteutussuunnittelua varten. Tilaajan päätöksentekoa helpottavat tietomallintamisen mahdollistama nopea ja havainnollinen visualisointi sekä analyysit energiankulutuksesta ja kustannuksista. (YTV2012, Osa 1, 15)

Talotekniikan suunnittelijat varmistavat luonnossuunnitteluvaiheessa järjestelmien tilantarpeet tietomallin avulla. Tähän sisältyvät muun muassa konehuoneiden tilantarpeet, pääkanavistot ja sähköjärjestelmien tilantarpeet. Varaukset esitetään siinä laajuudessa, että vaikutukset muuhun suunnitteluun voidaan arvioida. (YTV2012, Osa 1, 16)

Yleissuunnitteluvaiheessa aloitetaan tietomallien yhteistarkastelu eli suunniteltavasta kohteesta luodaan ensimmäiset yhdistelmämallit. Yhdistelmämallin kokoaminen ja aikatauluttaminen on kohteen tietomallikoordinaattorin vastuulla. (YTV2012, Osa 1, 16)

Arkkitehdin mallista tehdään yleissuunnittelun aikana alustavia energia-analyysejä, joiden avulla ohjataan suunnittelua siihen, että asetetut tavoitteet saavutetaan. Tavoitteita ohjaavat erilaiset määräykset ja kohteelle asetettu energialuokkatavoite. Yleissuunnittelussa energia-analyysien tietoja saadaan täydennettyä ja tarkennettua rakennuksen ulko-vaipan tiedoilla. (YTV2012, Osa 1, 16)

3.2.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelun lopussa kohde lähetetään urakkalaskentaan. Menettely tässä vaiheessa on sama kuin yleissuunnittelussakin, mutta tuotettavan tiedon tarkkuustaso kasvaa

merkittävästi. Suunnitelmista luodaan urakkatarjouspyyntöjen ja suunnittelualakohtaisten tietomallinnusohjeiden edellyttämää tarkkuustasoa vastaavat dokumentit ja projektista tehtävät mallit tarkentuvat yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla. Ajantasaisten mallien saatavuus varmistetaan Tilakeskuksen hankkeissa sopimalla riittävän tiheä tietomallien tallennusväli projektipankkiin. Toteutussuunnitteluvaiheessa sopiva tallennusväli on yksi viikko. (YTV2012, Osa 1, 17)

Tilaaajan tehtäviä toteutussuunnitteluvaiheessa ovat suunnittelun ohjaus ja suunnitelmien hyväksyminen ja tässäkin vaiheessa käytetään tietomallien mahdollistamaa visualisointia ja analyysyjä päätöksenteon apuna. Talotekniikkasuunnittelijoiden tietomallien tulee vastata arkkitehtimallia. Mallinnus keskittyy järjestelmämalliin ja tietomallia tulee voida käyttää sekä määrälaskennassa että suunnitelmien yhteensovittamisessa. (YTV2012, Osa 1, 17)

Suunnittelijoiden malleista tehdään yhdistelmämalli, jolla havainnollistetaan suunnitelmia. Toteutussuunnitteluvaiheessa havainnollistamista voidaan käyttää huomattavasti aikaisempia vaiheita paremmin, koska mallista löytyvät siinä vaiheessa jo hyvin kattavat tiedot. Tietomallin pohjalta luodaan määräluetteloita, kustannusarvioita, lopulliset energia-analyysit ja elinkaarikustannuslaskelmat. (YTV2012, Osa 1, 17)

3.2.5 Tietomallikoordinaattorin tehtävät rakennussuunnitteluvaiheessa

Suunnittelun alussa tietomallikoordinaattorin tulee järjestää mallien yhteensovittamiseksi, jolla varmistetaan eri suunnittelualojen koordinaatistojen ja korkojen yhteensopiavuus. Käytännössä arkkitehti mallintaa muutaman rakennusosan tulevan rakennuksen paikalle ja muiden suunnittelijoiden tehtävä on lisätä oman malliin oman suunnittelualansa työkaluilla muutama rakennusosa siten, että IFC-malli yhdistettäessä voidaan aukottomasti todeta kaikkien käyttävän samaa koordinaatistoa ja korkoasemia. Ehdotussuunnitteluvaiheessa tietomallikoordinaattorin tehtäviä ovat lisäksi

- Selvittää, mitä malleja hankkeen eri vaiheissa tarvitaan ja mitä eri suunnittelijoiden vastuulla on.
- Päivittää tietomallintamisen aikataulu ja tavoitteet.
- Tarkistaa, että sovitut tietomallit on tehty.

- Tarkistaa tietomallien yhteensopivuus ja ristiriidattomuus suunnittelutilanteen mukaisesti. (YTV2012, Osa 1, 15)

Suunnittelutyön edetessä tietomallin mahdollistamat hyödyt lisääntyvät kohteen tietomäärän kasvaessa ja tietomallikoordinaattorin tulee pysyä tilanteen tasalla ja toimia pääsuunnittelijan apuna varmistamassa suunnitelmien ristiriidattomuutta. Tietomallista on myös helpompi tunnistaa suunnitteluvirheitä ja tarkastella esimerkiksi maanpinnan muotojen soveltumista rakennuksen korkomaailmaan.

Toteutussuunnittelun aikana painotetaan usein työmaavirheiden ennaltaehkäisyä ja tietomallikoordinaattorin osuus korostuu suunnittelutyön loppuvaiheessa pääsuunnittelijaa avustavana tahona. Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on huolehtia pääsuunnittelijan apuna, että suunnitelmat ovat rakennettavissa ja ristiriidattomia. Muuten tietomallikoordinaattorin tehtävät ovat tässäkin hankkeen vaiheessa hyvin samantyyppisiä kuin aikaisemmissakin vaiheissa. (YTV2012, Osa 1, 18)

Tietomallikoordinaointia tarjoava Tietoa Finland koostaa tietomallikoordinaattorin käytämisestä rakennushankkeessa saatavat hyödyt seuraaviin seikkoihin:

- Tarjoaa sujuvuutta hankkeen etenemiseen
- Varmistaa ja opastaa, että kukin tekee oikeita asioita kuntoon kerralla
- Tunnistaa ongelmat ennalta ja tuo ne esiin ajoissa
- Esittelee vaihtoehtoja havainnollisesti ja ymmärrettävästi
- Sitouttaa hankkeen osapuolet päätöksiin ja prosessiin

(Tietoa.fi)

4 HÄRMÄLÄN PÄIVÄKOTI JA KOULU

4.1 Kohteen perustietoja

Uuden Härmälän päiväkodin ja koulun suunnitteluohjelman mukaan tarve rakentamiselle tuli, koska aiemmin samalla tontilla sijainneessa vuonna 1983 valmistuneessa Härmälän päiväkodissa ja neuvolassa paljastui vakavia sisäilmaongelmia. Rakennus todettiin korjaukskelvottomaksi ja se päätettiin purkaa. Tilalle päätettiin rakentaa uusi päiväkotihanalle tontille.

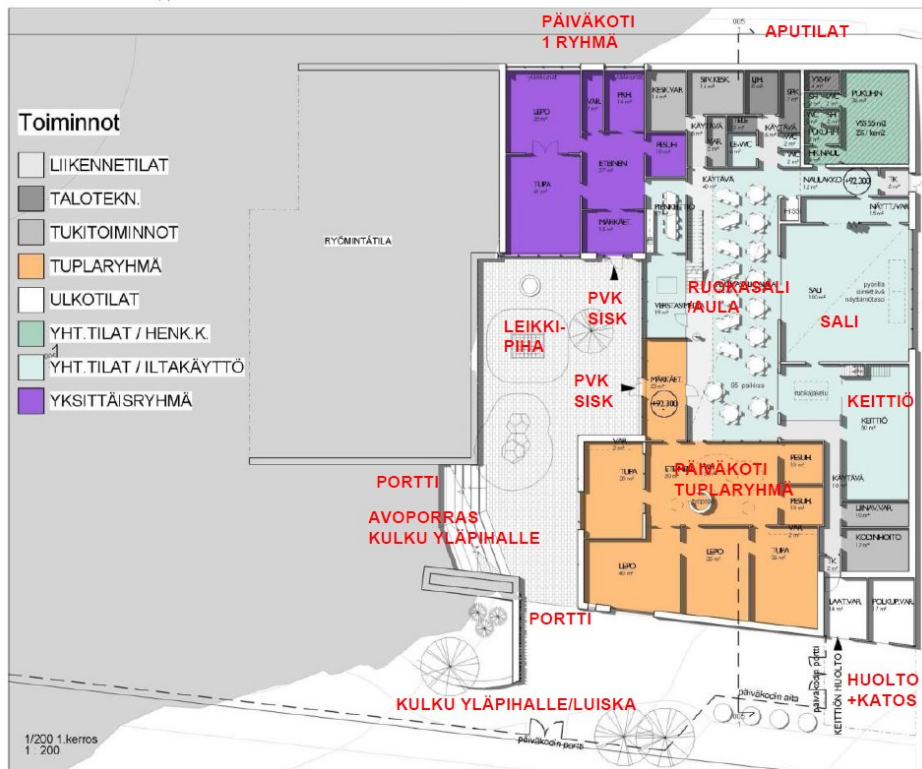


KUVA 6. Härmälän päiväkodin ja koulun julkisivunäkymä hankesuunnitelmasta.

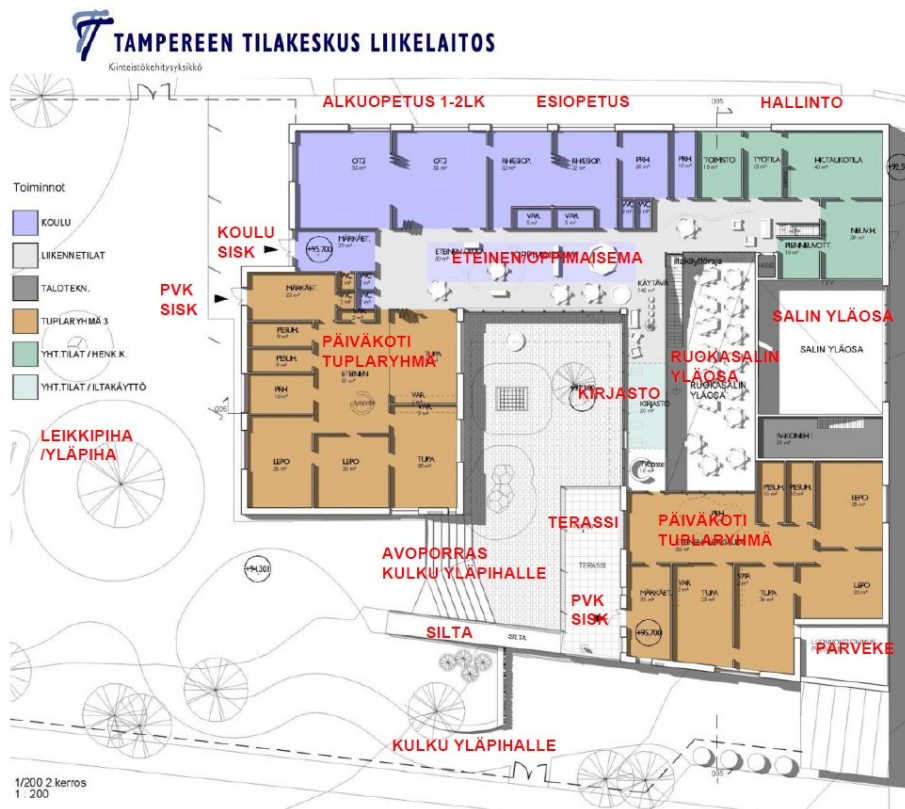
Härmälän päiväkodin ja koulun perustietoja:

- Bruttoala 2555 brm², kerrosala 2413 brm²
- Huoneistoala yhteensä 2109 brm²
- Tilavuus 10900 m³
- Lapsi- ja oppilasmäärä: päiväkodissa 140 lasta, oppilaita 0-2 lk 70 oppilasta
- Sisäilmastoluokka S2, mutta sallitaan lämpötilan nousu kesäaikana
- Puhtausluokka P1
- Energiatehokkuusluokkatavoite B

(Härmälän päiväkoti ja koulu, hankesuunnitelma 2.6.2015)



KUVA 7. Härmälän päiväkodin ja koulun 1. kerros hankesuunnitelmassa.



KUVA 8. Härmälän päiväkodin ja koulun 2. kerros hankesuunnitelmassa.

4.2 Suunnitteluohjelma

Suunnitteluohjelmassa määrätään suunnittelutehtävien laajuus. Kohteessa kaikille suunnittelualoille asetettiin aiempaa tarkemmin vaatimuksia tietomallintamisen osalta. Seuraavassa lainattuna katkelmia suoraan suunnitteluohjelmasta.

Kaikki suunnittelualat:

Suunnittelussa noudatetaan yleisiä tietomallivaatimuksia YTV 2012. Suunnitteluohjelmistojen vaatimustaso on Hanketietokortin HT12 (RT 10 - 11106) kohdan 2.2 mukaan taso 3 ”Suunnittelu tehdään CAD- ohjelmistolla tietomallipohjaisesti”. Tietomallinnusta hyödynnetään suunnitelmien visualisointiin ja yhteensovittamiseen. Arkkitehdin tilamallista, rakennemallista sekä LVI- ja sähkösuunnitelmien malleista kootaan yhdistelmämalli.

Tietomallinnusta käytetään mm. tilavarausten suunnitteluun, energialaskentaan, TATE- törmäystarkasteluihin, päätelaite- ja valaisinsimulointeihin sekä reikä- ja varaussuunnitteluun. Tarkempi määrittely tietomallin käytöstä, yhdistelmämallin päivittämisestä ja muusta mallintamiseen liittyvästä sovitaan ensimmäisessä suunnittelukokouksessa. Suunnittelijalla tulee olla käytössä ohjelmistot mallintamista ja tietomallien tarkistamista varten. Käytettävien ohjelmistojen tulee olla IFC- yhteensopivia ja tietomallien tiedonsiirto eri sovellusten välillä tapahtuu IFC- tiedostojen kautta. Pääsuunnittelija vastaa eri suunnitteluosapuolten IFC-mallien yhteensovittamisesta.

Suunnittelijat ja tilaaja kehittävät yhteistyössä suunnitteluratkaisujen suuntaviivat, joilla asetetut energiatehokkuustavoitteet pystytään saavuttamaan kustannustehokkaasti. Suunnittelijan tehtäviin kuuluu energiatarkasteluihin ja -todistuksiin liittyvien lähtötietojen toimittaminen laskelmien tekijälle oman suunnittelualan kaikissa eri vaiheissa.

Edellä lainattujen kaikkia suunnittelualoja koskevien asioiden lisäksi Härmälän päiväkodin ja koulun suunnitteluohjelma sisältää suunnittelualakohtaisia vaatimuksia, josta lainataan LVI-suunnitteluun liittyviä asioita seuraavaksi.

LVI-suunnittelu

LVI-suunnittelutehtävä on vaativuusluokaltaan RakMK A2 mukaista A-luokkaa. Projektipäälliköllä sekä LV- ja IV-suunnittelijoilla on oltava LVI-alan koulutus ja A-luokan pätevyys IV- tai KVV-järjestelmien suunnittelusta sekä vähintään kuuden vuoden suunnittelukokemus. Automaatiosuunnittelijalla tulee olla vähintään kolmen vuoden suunnittelukokemus.

LVI-suunnittelijan tehtävään sisältyvät TATE 95 (RT 10 - 10579) kohtien 3.1 - 3.11, 4.1 - 4.4, 5.2, 5.3, 5.5, 5.7, 7.3, 7.4, 7.8, 7.11, 7.15 ja 7.31 mukaiset LVI ja TJÄ/RAU- tehtävät. Tämän lisäksi LVI-suunnitteluun sisällytetään seuraavat tehtävät:

- energiatodistukseen liittyvien laskelmien tekeminen suunnittelun kaikissa eri vaiheissa (perustason pätevyysvaatimus)*
- työmaalla urakoitsijoiden kanssa yhteistyössä tehtävien reikien paikkojen tarkastaminen sekä tekniikan asennusten yhteensovittamisen tarkistus*
- tilatyypikohtaiset olosuhdesimuloinnit.*

Suunnitteluohjelmasta käy ilmi, että TATE2012 -tasoa ei vielä tähän kohteeseen ehditty päivittämään, vaan viitataan edelleen TATE95 – tehtäväkuvausluetteloon. Kuitenkin LVI-suunnitteluun lisäksi sisällytetyt tehtävät ovat kaikki uusia verrattuna aikaisempien kohteiden suunnitteluohjelmiin. LVI-suunnittelijalta edellytetään nyt myös olosuhdesimulointeja.

4.3 Suunnittelukilpailu

Härmälän päiväkodin ja koulun suunnittelijoille lähetettyihin tarjouskyselyihin lisättiin aiempaa korkeammat vaatimukset tietomallintamisen ja simulointien osalta. Kyseisen

kohteen LVI-suunnittelusta tuli tarjoukset kahdeksalta eri suunnittelutoimistolta, joka on tyypillinen määrä muihin tämän tyyppisiin kohteisiin verrattuna. Tietomallivaatimusten nostamisesta aiheutuvaa hintavaikutusta LVI-suunnittelun hintaan tutkittiin vertailemalla kahta vastaavan tyyppistä kohdetta vuodelta 2014. Nuo kaksi vertailukohdetta olivat Metsäniityn pienten lasten yksikkö ja Niemenrannan päiväkotit. Niiden suunnittelun kilpailutus toteutettiin vanhan suunnitteluohjelman mukaan eli tietomallintamista ei edellytetty. Vertailussa ei huomioida mahdollista eroa yleisessä markkinatilanteessa, joka saattaa hie- man vaikuttaa hintatasoon.

Vertailu toteutettiin merkitsemällä taulukkolaskentaohjelmaan kaikkien tarjonneiden suunnittelutoimistojen antamat hinnat suuruus- ja kohdejärjestyksessä. Hintoja verrattiin kohteiden bruttopinta-alaan, joista laskettiin neliökohtainen hinta. Neliöhinta on vertailu- kelpoinen kohteiden välillä. Vertailussa paljastui mielenkiintoisia seikkoja suunnittelu- kilpailusta ja varsinkin julkisen puolen pitkälti hintaperusteisesta valinnasta.

Tietomallivaatimusten nostaminen lisäsi suunnittelutyön hintaa 15-20 prosenttia, kun kat- sotaan bruttopinta-aloille laskettua keskiarvoa kaikkien tarjoajien kesken. Kun taas ver- taillaan Härmälän kohteeseen valitun halvimmän tarjouksen jättäneen suunnittelutoimis- ton hintaa muihin vertailukohteisiin, hinnannousu ei tuloksesta näy, vaan hinta vaihtelee suuresti ja valituksi tulevan tarjouksen hinta on usein huomattavasti keskiarvoa alhai- sempi. Tämän vaikutusta kohteen suunnittelutyön laatuun on vaikea arvioida, mutta on kuitenkin vääjäämättä selvää, että vaikutusta on. On erittäin todennäköistä, että halvim- malla vaihtoehdolla ei ainakaan jokaisessa hankkeessa päästä tilaajan vaatimaan loppu- tulokseen kaikilta osin. Esimerkiksi Niemenrannan päiväkodin tapauksessa ensiksi valittu suunnittelutoimisto jouduttiin vaihtamaan yrityksen konkurssin vuoksi kesken toteutus- suunnitteluvaiheen. Herää kysymys, pitäisikö urakoitsijavalinnoissa käytettäviä painotus- kertoimia muuttaa johonkin suuntaan, että se saattaisi muuttaa tarjoushintajärjestyksen toiseksi.

Härmälän päiväkodin tapauksessa suunnittelutyöhön valittu toimisto tarjosi noin 30 % keskiarvoa alhaisemman hinnan. Metsäniityn pienten lasten yksikön tapauksessa halvin hinta oli vain noin 3 prosenttiyksikköä keskiarvoa alhaisempi, eikä alimmalla ja korkeim- malla tarjouksella ollut juuri lainkaan hintaeroa. Niemenrannan päiväkodin kohteessa suunnittelutyön aloittanut toimisto taas tarjosi yli 60 prosenttia keskiarvon alle. Tutkittuja asioita on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Suunnitteluhintojen vertailu.

Vertailukohteet	Niemenranta	Metsäniitty	Härmälä
Bruttoala (m ²)	2050	2253	2555
Keskiarvohinta (€), alv 0%	33433	34950	48412
Hinta/brm ² (keskiarvo, €), alv 0%	16,31	15,51	18,95
Hinta/brm ² (valittu, €), alv 0%	9,76	15,09	14,68

4.4 Suunnitteluvaihe

4.4.1 Suunnittelun aloitus

Härmälän päiväkodin ja koulun toteutussuunnittelu ajoittui aikavälille elokuu 2015-tammikuu 2016 ja urakkalaskennan ajankohta merkittiin aikatauluihin helmi-maaliskuulle 2016. Kohteessa pidettiin suunnittelukokouksia noin kuukauden välein ja lisäksi suunnitteluryhmä sopi muista palavereista keskenään tarpeen mukaan. Ensimmäinen suunnittelukokous pidettiin 26. elokuuta 2015.

Tietomallipohjaisessa hankkeessa tilaajan tehtävä on ottaa vaadittava tietomallintamisen taso esille heti suunnittelun alussa ja tehdä se suunnitteluryhmälle selväksi, jotta suunnittelutyö lähtee heti oikeaan suuntaan. Tähän tehtävään voidaan kilpailuttaa avuksi ulkopuolinen tietomallikoordinaattori, jonka tehtävänä on seurata tietomallintamisen ja simulointien edistymistä ajallaan suunnitteluvaiheen aikana.

Härmälän kohteessa tietomallikoordinaattorin tehtävät olivat sisällytetty pääsuunnittelijan tehtäviin, mutta toisessa Tilakeskuksen hankkeessa, Koukkuniemen Toukolassa, käytettiin samaan aikaan ulkopuolista koordinaattoria. Koukkuniemen kohteessa tietomallikoordinaattorin käyttämisestä aiheutuneet kustannukset olivat 1,5 % suunnittelun kokonaishinnasta ja kokemukset erittäin positiivisia. Tilakeskuksen uudiskohteiden koko on aina niin iso, että ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin käyttämistä voidaan pitää hyödyllisenä. (Hyrkäs)

Härmälän päiväkodin ja koulun ensimmäisessä suunnittelukokouksessa tilaajan edustajat ottivat esille kohteen tietomallivaatimukset. Kokouksen perusteella todettiin, että asioiden käsittelemiseksi on parempi järjestää erillinen tietomallipalaveri, jossa paikalla on pelkästään suunnitteluryhmä. Keskustelun rajaaminen suunnittelukokouksessa käsittelemään pelkästään tietomallintamiseen liittyviä olennaisia seikkoja osoittautui haastavaksi, kun paikalla olivat kaikki hankkeen eri osapuolet, jolloin erillinen tietomallipalaveri osoittautui tarpeelliseksi. Kokouksen turhan venymisen estämiseksi on syytä järjestää tällainen suunnitteluryhmän tietomallipalaveri.

Suunnittelukokouksen jälkeen varsinainen suunnittelutyö alkoi arkkitehdin ehdotussuunnittelulla ja luonnossuunnittelulla. Luonnossuunnitteluvaihe valmistui aikataulun mukaisesti 6.11 eli noin 10 viikkoa ensimmäisestä suunnittelukokouksesta. Talotekniikkasuunnittelun kannalta olennainen päivämäärä on se, minkä jälkeen arkkitehtipohjaan ei enää tehdä muutoksia. Se sovittiin olevan 18.11. Tämän jälkeen talotekniikkasuunnittelijoilla oli noin kaksi kuukautta aikaa saattaa kohteen suunnittelu ja tietomallintaminen loppuun.

Ennen lopullista arkkitehtipohjaa LVI-suunnittelijan ei kannata tarkemmin sijoittaa päätelaitteita ja muita komponentteja lukuun ottamatta mallihuoneita, koska tiloissa tapahtuvat pohjan muutokset aiheuttavat turhaa työtä ja objektien siirtelyä. Alustavat mitoitus, tekniikkareittien mallintaminen yms. voidaan tehdä ja määrittää muun muassa tilakohtaiset tehontarpeet ja ilmavirrat, alakattokorkeudet, konehuoneiden ja teknisten tilojen koot ja sijainnit sekä ilmanvaihtokonekoot. Tässä vaiheessa tehdään myös alustava energiaselvitys ja tilakohtaisia olosuhdesimulointeja. (Hyrkäs)

4.4.2 Tietomallipalaveri

Suunnittelu-aika on niin lyhyt, että olennaista on saada tietomallintaminen käyntiin heti ja kaikille osapuolille selviksi perusasiat ja tilaajan vaatimukset kohteesta. Tietomallipalaveriin osallistuvat vain suunnitteluryhmä, tietomallikoordinaattori, mahdollinen rakennuttajakonsultti ja tilaajan edustajat sekä mahdolliset muut tahot, jota tietomallintaminen koskee. Tietomallintamiseen keskittyvä palaveri kannattaa järjestää jokaisen hankkeen alkuvaiheessa ja sen jälkeen tarpeen mukaan erikseen sovittavina ajankohtina. Heti alkuvaiheessa sovittavia asioita ovat muun muassa:

- Suunnittelussa käytettävä koordinaatisto,
- Origo eli missä kohdassa rakennus ja erikoissuunnittelijoiden komponentit sijaitsevat mallissa,
- Yhdistelmämallin päivittämisen aikaväli ja raportointi tilaajan suuntaan (tallentaminen projektipankkiin),
- Tekniikkareittien leikkauksien tekeminen,
- Mallihuoneet,
- Tietomallin nimeäminen,
- Alustavan energiatodistuksen laatimisen ajankohta,
- Tietomallikoordinaattorin tehtävien läpikäyminen ja aikataulu

Edellä mainittujen asioiden läpikäymisen lisäksi kullekin päätettävälle asialle tulee asettaa päivämäärä, johon mennessä asia on selvitetty ja päätetty, jotta työ tulee varmasti tehtyä. Aikajakso voi olla esimerkiksi viikko, kaksi viikkoa tai seuraavaan suunnittelukokoukseen mennessä, riippuen tehtävästä. Tietomallipalaveriin mennessä pyydettyjen kommenttien perusteella voi todeta, että Yleisten Tietomallivaatimusten liitteen 1 mukaista tasoa voidaan edellyttää suunnitteluryhmältä. Palaverissa suunnitteluryhmän antamien kommenttien perusteella se on suunnittelutyön perustaso tämän päivän suunnittelu-toimistoissa.

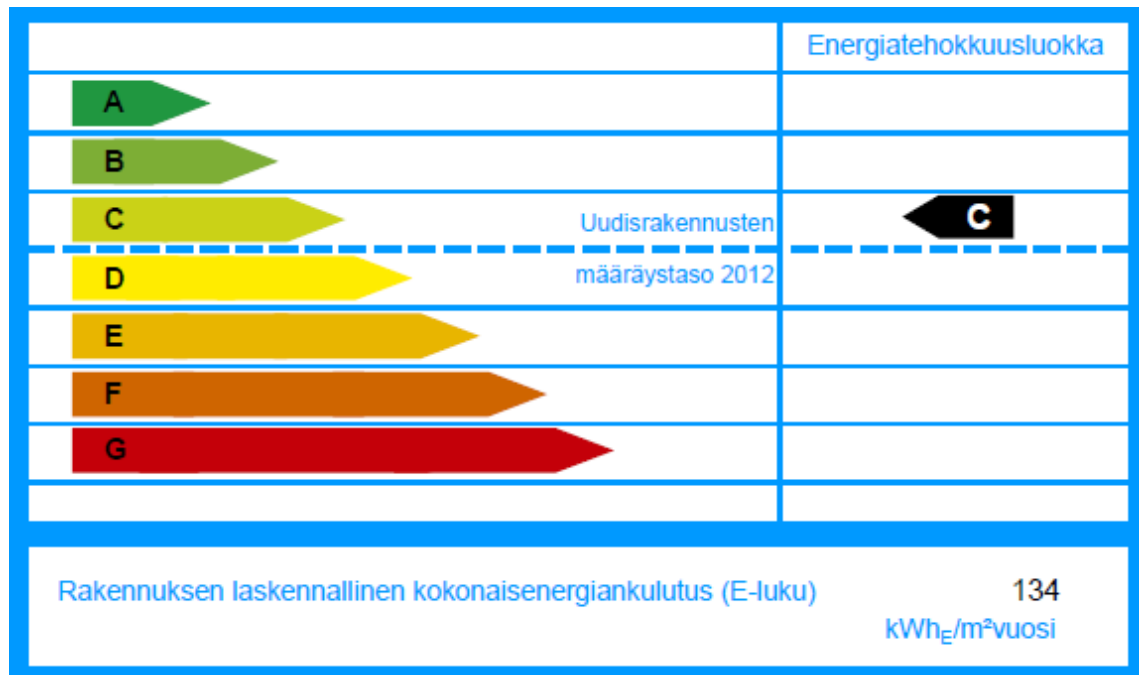
4.4.3 Alustava energiatodistus

Alustavalla energiatodistuksella ohjataan suunnittelua energiatehokkaaseen suuntaan ja on välttämätön ja vaatii päivittämistä, jotta saavutetaan sekä määräystaso että tilaajan asettamat vaatimukset. Härmälän kohteessa alustava energiatodistus laadittiin jo ennen rakennesuunnittelijan tarkempia rakennekuvia, jotta rakenteisiin voitaisiin tarvittaessa tehdä muutoksia helposti siten, että tavoitetaso saavutetaan. LVI-suunnittelijan alustava energiatodistus valmistui 4.11. Kohteen energiatavoiteluokkatavoitteeksi asetettuun tavoitteeseen B ei tällä aivan päästy. Rakennus meni C-luokkaan, vaikka luku olikin lähellä tavoitetta. Kuvassa 9 on esitetty E-luvun luokitteluasteikko opetusrakennuksille ja päiväkodeille ja kuvassa 10 alustavilla lähtötiedoilla laskettu energialuokka.

Opetusrakennukset ja päiväkodit

A: ...90	B: 91...130	C: 131...170
D: 171...230	E: 231...300	F: 301...360
G: 361...		

KUVA 9. E-luvun luokitteluasteikko (Härmälän päiväkotij ja koulu, alustava energiato-distus).



KUVA 10. Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (Härmälän päiväkotij ja koulu, alustava energiato-distus).

Kohteen energiankulutus oli alustavan energiato-distuksen mukaan 4-43 kWh/m²a hankesuunnitelmassa asetetun tavoitetaso yläpuolella. LVI-suunnittelijoilta pyydettiin arviota millä keinoilla tavoitteeseen päästään. Tilaajan puolelta nostettiin esille seuraavat asiat:

- Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-luku täyttää Rakennusmääräyskokoelman D3 määräyksen, joka on järjestelmän osalta 2 kW/m³/s. Hankesuunnitelmassa luku on esitetty konekohtaisena maksimiarvona. Kahden eniten sähköä kuluttavan ilmanvaihtokoneen SFP-luku vaadittiin laskettavaksi lukuun luokkaa 1,8 kW/m³/s.
- Energiato-distuksessa on käytetty ilmanvuotolukua 2. Hankesuunnitelmassa edellytetään rakennuksen olevan tiivis ja käytettäväksi lukua luokkaa 1.

- Ikkunoiden U-arvot alustavassa energiatodistuksessa ovat $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja $g_{\text{kohtisuora}}$ -arvot välillä 0,61-0,72. Vaadittiin kohteeseen ikkunat joiden U-arvo on 0,8 ja $g_{\text{koh-tisuora}}$ -arvot 0,3.
- Vaadittiin tarvittaessa parantamaan seinien ja ovien U-arvoja, jotka laskelmassa olivat D3:n määräysten tasolla.
- Pyydettiin selvitys onko energiatodistuksessa huomioitu kohteen tarpeenmukainen ilmanvaihto.

Edellä mainituilla keinoilla rakennus saatiin niukasti B-luokkaan, mutta energialaskijalta saadut vastaukset paljastivat muita ongelmia liittyen alustavaan energiatodistukseen. Energiatodistus lasketaan suurilta osin heikkojen lähtötietojen perusteella ja käyttäen määräyksissä annettuja lukuja. Se ei siis todennäköisesti vastaa tarkasti rakennuksen todellista kulutusta. Tästä syystä todistuksen tarkentaminen jatkuvasti kohteesta saatavien tarkentuvien lähtötietojen perusteella on erittäin tärkeää suunnitteluvaiheen edetessä, jotta päästään energiankulutukselle asetettuihin tavoitteisiin. Lisäksi kohdetta tulee simuloida ohjelmistoilla, jotka eivät käytä esimerkiksi E-luvun laskentaan käytettäviä määräyksissä annettuja lukuja vaan kohteen todellisia tietoja.

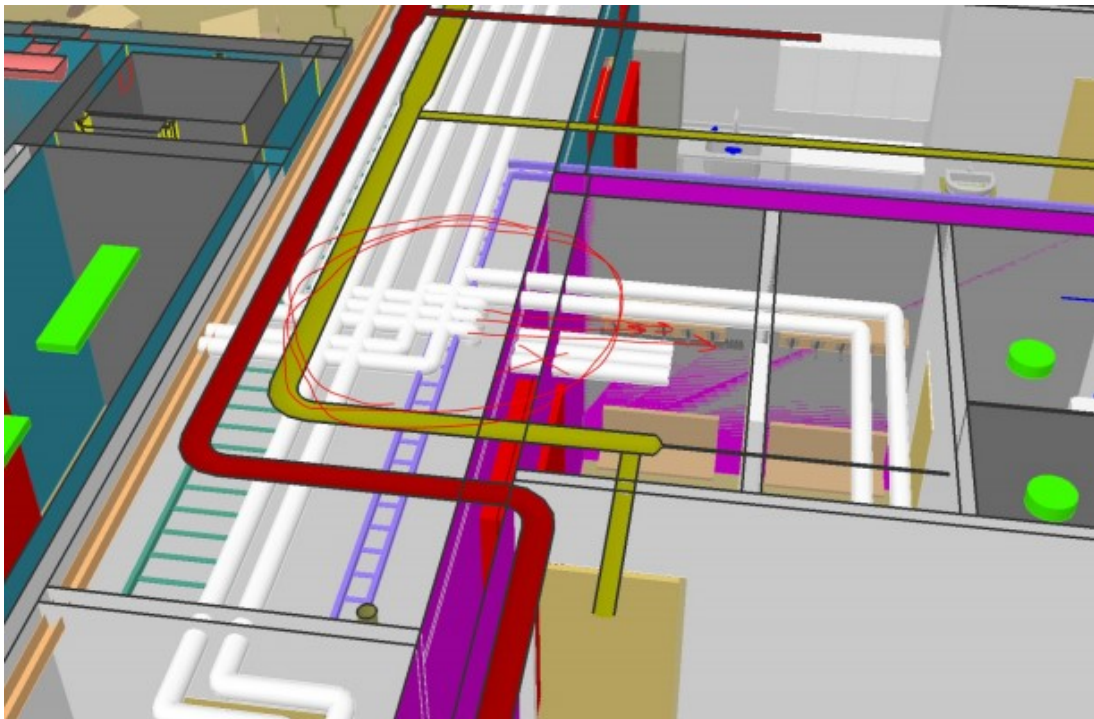
Energiatodistuksen laatijalta saadun vastauksen mukaan ilmanvaihtokoneita ei ollut tekoheikällä vielä valittu ja laskenta oli tehty laatijan tekemien painetaso- ja sähkötehoarvioiden perusteella. Tarpeenmukaista ilmanvaihtoa ei ollut käytetty laskennassa, koska energialaskija ja LVI-suunnittelija sanoivat sillä tulevan isompi energiankulutus kuin käyttämällä Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annettuja standardi-ilmavirtoja. Tilaaajan kannalta kiinnostavampaa olisi kuitenkin saada mahdollisimman todenmukaisia lukuja, eikä tietoa siitä minkälaisilla keinoilla luku saadaan mahdollisimman alhaiseksi. Lisäksi tuli esille myös se, että energiatodistuksen laatijan tietämystään ei välttämättä kata kaikkia laskentaan liittyviä seikkoja. Toisaalta tämä lisää vaatimustasoa myös tilaajaorganisaatiolle laskentojen tarkistajana. Alla olevan Rakennusmääräyskokoelman D3 kohdasta 3.2.4 otetun lainauksen mukaan tapauksessa olisi tullut käyttää tarpeenmukaisen ilmanvaihdon arvoja eikä standardi-ilmavirtoja.

Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla varustetuissa tiloissa käytetään kokonaisenergiankulutuksen laskennassa ilmamäärien suunnitteluarvoja ja taulukon 3 mukaisia käyttöaikoja. (Rakennusmääräyskokoelma D3, 18)

4.4.4 Yhdistelmämalli ja törmäystarkastelu

Arkkitehti kokosi kohteen ensimmäisen yhdistelmämallin 6.11.2015. Tietomallikoordinaattorinakin kohteessa toiminut arkkitehti ohjeisti IFC-mallin tasosta LVI-suunnittelijaa seuraavasti:

LVI-suunnittelijan tulee tässä vaiheessa varmistaa tietomallin avulla järjestelmien tilantarpeet ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön. Mallin tulee sisältää pääkanavistojen ja konehuoneiden tilantarpeet siinä laajuudessa, että tarvittavat tilavaraukset ja vaikutukset muuhun suunnitteluun voidaan arvioida. Tilavarauksien vaatimukset on määritelty tarkemmin tietomallivaatimusten osassa 4. Talotekninen suunnittelu. Mallia tulee voida käyttää suunnitelmien yhteensovittamisessa.



KUVA 12. Härmälän päiväkodin ja koulun törmäyksiä alakatossa ympyröitynä.

Suunnitteluryhmä piti ensimmäisen yhdistelmämallin törmäystarkastelun 15.12.2015 eli noin kuukausi ennen suunnitteluvaiheen päättymistä. Törmäystarkastelussa esille tulleista asioista ja löydettyistä törmäyksistä tehdään raportti, joka tallennetaan projektipank-

kiin. Jokaiseen löydettyyn tietomalliin liittyvään puutteeseen yhdistetään lisäksi kuva-kaappaus ongelmakohdasta ja tieto kenen suunnitteluosapuolen korjattavaksi virhe kuuluu. Lista olisi selkeyden vuoksi hyvä olla taulukkopohjainen ja kaikkien osapuolien muokattavissa verkossa eikä pitkä pdf-muotoon tallennettu lista pelkkiä kuvia ja kuvatekstejä. Taulukkomuotoinen törmäystarkasteluraportti mahdollistaa esimerkiksi korjaamiselle asetetun takarajan merkitsemisen helposti samalle riville ja erilaisten kommenttikenttien käyttämisen, joihin voidaan merkitä muun muassa milloin puute on korjattu tai muita huomautuksia. Esimerkki taulukkomuotoisesta törmäystarkastelun raportointipohjasta löytyy liitteestä 2.

Törmäystarkastelujen raportoinnin tasossa on eroa eri yritysten välillä, koska vakiintunutta yhteistä tapaa ei ole. Opinnäytetyön ohessa vertailtujen kahden kohteen törmäystarkasteluraporteista voi havaita selkeän eron tietomallikoordinaattorien raportoinnin tason välillä. Härmälän päiväkodin ja koulun kohteessa raportin teki pääsuunnittelija ja Koukkuniemen Toukolassa ulkopuolinen tietomallikoordinaattori.

5 POHDINTA

Tietomallintaminen on arkipäivää tämän päivän suunnittelutyössä ja sen hyödyntäminen tulee varmasti vielä lisääntymään tulevaisuudessa. Tietomallintaminen tarjoaa runsaasti hyötyjä kiinteistön koko elinkaaren aikana, kunhan tietomalli osataan laatia oikein ja tiedetään sen mahdollistamat hyödyt jo siinä vaiheessa, kun suunnittelutoimistoja kilpailutetaan hankkeeseen. Haasteita tietomallin hyödyntämiseen muiden rakennushankkeen vaiheiden kannalta ajateltuna aiheuttavat kuitenkin vielä ohjelmistojen puutteet luoda esimerkiksi täsmällisiä massaluetteloita urakkalaskijoiden tueksi ja käyttää suunnitteluvaiheessa luotua tietomallia rakennuksen käytön aikaisiin tarpeisiin.

5.1 Tilaajan kannalta olennaisimmat asiat suunnitteluvaiheessa

Tilaajan kannalta hankkeen suunnitteluvaiheen edistymisen kannalta olennaisimpia seikkoja opinnäytetyön tekemisen ohessa esille tulleiden asioiden valossa ovat tarjouspyyntöasiakirjat sekä suunnittelun etenemisen ja tarve- ja hankesuunnitteluvaiheissa asetettujen tavoitteiden saavuttamisen seuranta ja valvonta. Oikein laadituista tarjouspyyntöasiakirjoista LVI-suunnittelua tarjoavat toimistot saavat selkeän kuvan minkälaista tietomallintamisen, olosuhteiden ja energiankulutuksen tasoa tilaaja hankkeessa vaatii ja näin välttää väärinkäsityksiltä. Selkeästi laaditut sopimusasiakirjat mahdollistavat myös viittaamisen mahdollisissa epäselvissä tilanteissa kirjallisesti sovittuihin asioihin. Tällöin tarjouksien hinnat sisältävät riittävät resurssit vaaditun tason saavuttamiseksi.

5.1.1 Tarjouspyyntöasiakirjat ja tarjouskilpailu

Esiin nousseiden seikkojen pohjalta voidaan todeta, että tilaajaorganisaation tulisi jatkossa hyödyntää tarjouspyyntöasiakirjoissa uusinta Talotekniikan tehtäväkuvausluetteloa vuodelta 2012. Talotekniikan tehtäväkuvausluettelo 2012 sisältää valmiin pohjan koota suunnittelijoilta vaadittavat asiat hankekohtaisesti kohteen tarpeiden mukaan. Erilaisia vaatimuksia voidaan asettaa muun muassa tietomallintamiselle sekä energia- ja olosuhdesimuloinneille. Tätä mahdollisuutta ei ole Talotekniikan tehtäväkuvausluettelo

1995:ssä eikä se ota kantaa tietomallintamiseen tai simulointeihin. Valmiin luettelon käyttäminen on lisäksi helpompaa ja tulee kustannuksiltaan halvemmaksi kuin oman vastaavan tehtäväkuvausluettelon tekeminen. Tarvittaessa Talotekniikan tehtäväkuvausluettelo 2012:n tueksi voidaan liittää muitakin simulointeihin tai mallintamiseen liittyviä tarkennuksia. Mikäli kohteesta vaaditaan tehtäväksi dynaamisia olosuhde- ja energiasimulointeja on tilaajan syytä muistaa, että niiden tuloksista voidaan aina vaatia nähtäväksi havainnollistavampiakin tietoja kuin taulukkolaskentaohjelmilla tehtyjä taulukoita. Suunnittelijoille täytyy selvittää viimeistään aloituskokouksessa minkälaisia dokumentteja heiltä vaaditaan simulointien tuloksista, mutta vaatimukset voidaan lisätä jo tarjouskyselyihinkin kohtaan, jossa simulointiin liittyvät asiat on käyty läpi. Suomen rakennusmääräyskokoelma D3:n mukaan dynaamista laskentamenetelmää on käytettävä, mikäli rakennuksessa on jäähdytysjärjestelmä. (Suomen rakennusmääräyskokoelma D3, 26)

Työssä vertailtujen suunnittelukohteiden tarjoushintojen perusteella voi todeta, että tietomallivaatimuksien korottaminen nostaa LVI-suunnittelun tarjouksien keskihintaa noin 15-20 prosenttia. Kaikissa kappaleessa 4.3 vertailuissa hankkeissa Tilakeskus oli kuitenkin valinnut tarjoushinnaltaan halvimman tarjouksen, koska laatukriteereiden mukaisilla painotuskertoimilla hintajärjestys ei muuttunut. Valitun suunnittelutoimiston tarjous oli vertailukohteissa usein reilusti keskihintaa alhaisempi ja se saattaa olla laatua heikentävä asia pitkällä aikavälillä. Tästä voidaan vetää johtopäätös, että hintaperusteisessa suunnittelijavalinnassa käytettäviä painotuskertoimia ja laatukriteereitä olisi syytä tarkistaa, jotta tarjouksien hintajärjestys kääntyisi laadukkaampaa tietomallintamista tarjoavan suunnittelutoimiston eduksi. Hintaero voitaisiin voittaa rakennusvaiheessa tarkempina suunnitelmina ja käytön aikana säästöillä energiankulutuksessa sekä viihtyisämpinä olosuhteina.

5.1.2 Suunnitteluvaihe

Suunnittelutyön seurantaan ja valvontaan liittyvät läheisesti sovitut tallennusvälit projektipankkiin. Seuratussa kohteessa LVI-suunnittelija olisi mieluiten palauttanut suunnitteluryhmän nähtäville keskeneräisten sijaan liki valmiita dokumentteja ja siitä johtuen projektipankista löytyi varsin vähäisesti tietoa LVI-suunnittelun etenemisestä ennen suunnittelutyön loppuvaihetta. Tietomallipohjaisessa hankkeessa ajantasaisten suunnitelmien oleminen eri osapuolien saatavilla olisi kuitenkin ensiarvoisen tärkeää. Tässä onnistu-

mista voidaan jatkossa parantaa tekemällä heti hankkeen alussa selväksi, että projektipankin päätarkoitus tilaajan kannalta on helpottaa suunnittelutyön etenemisen seuranta ja että ajantasaiset suunnitteludokumentit ovat jatkuvasti näkyvillä kaikille osapuolille. Projektipankkiin ladattujen dokumenttien ei tarvitse olla vielä valmiita, vaan viitteessä voidaan korostaa dokumentin olevan lähetetty suunnitteluryhmälle kommentoitavaksi. Tilaajan tulee sopia hankkeiden suunnittelun aloituskokouksessa kuinka usein projektipankkiin tallennetaan siihen mennessä tuotettuja suunnitelmia. Tallennusväli voi olla esimerkiksi viikko tai kaksi viikkoa, mutta sen on syytä olla lyhempi kuin suunnittelukokouksien väli, joka on tyypillisesti Tilakeskuksessa yksi kuukausi. Liian pitkä tallennusväli hankaloittaa hankkeen seuranta ja lisää tilaajan epävarmuutta työn edistymisen pysymisestä aikataulussa.

Toinen tapa toteuttaa projektipankki olisi työskentely pilvipalvelun välityksellä, jota ei vielä ole hyödynnetty Tilakeskuksessa. Pilvipalvelun välityksellä suunnittelutyön eteneminen päivittyy reaaliaikaisesti ja uusien versio on jatkuvasti kaikkien palveluun kirjautuneiden henkilöiden saatavilla. Pilvipalveluun liittyy kuitenkin aina tietoturvariski, koska muokattava versio on kaikilla saatavilla. Tällaista palvelua hyödynnettäessä on muistettava säilyttää varmuuskopiot myös pilvipalvelun ulkopuolella.

Toinen tärkeä seurantaan ja valvontaan liittyvä asia on tietomallikoordinaattorina toimivan henkilön ammattitaito ja hänen tuottamien seurantaraporttien luettavuus ja taso. Isoissa Tilakeskuksen uudishankkeissa pääsuunnittelijan valjastaminen tietomallikoordinaattorin tehtävään ei ole järkevää. Parempaan lopputulokseen päästään, kun tietomallikoordinaattorin tehtävää hoitaa henkilö, joka on asiaan perehtynyt eikä ole suunnitteluvaiheen aikana kiireinen muiden tehtävien vuoksi. Ulkopuolisena konsultointina tarjoavia yrityksiä ei ole ainakaan vielä kovin monta, mutta niiden tuottamien raporttien, valvonnan ja ohjeistuksen taso on aivan eri luokkaa kuin vertailtujen hankkeiden pääsuunnittelijan ohella tietomallikoordinaattorin tehtäviä hoitaneilla osapuolilla. Kustannuksina ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin käyttäminen tarkoittaa noin 1-2 prosentin suunnitteluvaiheen hinnannousua, joka ei ole kovinkaan merkittävä koko hanketta ajatellen. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin kuuluu tehdä asiakirja törmäystarkasteluissa havaituista puutteista. Hyvä törmäystarkasteluraportti on rakenteeltaan selkeä, esimerkiksi taulukkomuotoinen ja sen ylätunnisteesta löytyvät vähintään seuraavat asiat:

- Kohteen perustiedot

- Yhdistelmämallin nimi
- Tarkastuksessa käytetty ohjelma
- Yhdistelmämalliin liitetyt osat ja niiden päivämäärät

Raportissa omille riveilleen kootaan löydetyt puutteet ja huomioitavat kohdat numeroituna. Lisäksi luodaan omat sarakkeet, joista löytyvät vähintään seuraavat tiedot:

- Huomioitavan kohdan tyyppi
- Päivämäärä
- Kuva yhdistelmämallin kohdasta
- Paikka tarkastajan kommenteille
- Vastuuhenkilö, eli kenen korjattavaksi kohta kuuluu
- Lisäksi suunnitteluryhmän eri osapuolille, tilaajalle ja rakennuttajalle oma paikka vastausta varten.

Sen lisäksi, että suunnitteluvaiheen tietomallintaminen antaa mahdollisuuden simuloida kohteen olosuhteita ja energiankulutusta, myös törmäystarkastelujen tekeminen tietomallipohjaisesti on huomattavasti perinteistä 2D-suunnittelua helpompaa. Törmäystarkastelussa voidaan hyödyntää sekä manuaalista törmäyksien etsintää että ohjelmistojen tarjoamia automaattisia törmäyksien etsimiseen tarkoitettuja toimintoja. Hankkeen kannalta on tärkeää, että suunnitteluvaiheessa suunnitteluryhmän törmäystarkasteluihin käyttämä työpanos saadaan välittymään edelleen seuraavaan vaiheeseen eli kohteen rakentajille vähintään työnjohtotasolle, jotta työmaallakin voidaan tarkastella kiinteistön tietomallia ja varmistaa esimerkiksi asennuskorkeuksia ja –järjestyksiä. Tämä voidaan varmistaa pitämällä rakennusvaiheen alussa tietomallipalaveri rakentajien edustajien kanssa ja antamalla luotu tietomalli heille käyttöön.

LÄHTEET

BuildingSMART. 2013. BuildingSMART IFC4, What is new. [pdf]. Julkaistu 21.3.2013. Luettu 14.10.2015. http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-release/buildingSMART_IFC4_Whatisnew.pdf

Freese, S., Penttilä, H., Rajala, M. Arvorakennusten korjaushankkeet ja tuotemallintaminen. 2007.

Haahtela, Y., Talonrakennuksen kustannustieto, Tampere Tammer-paino Oy 2005 388 s. ISBN 952-5403-06-8.

Haikka, Matti. 2006. Massaluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmista. Sähkösuunnittelijan näkökulma. Teknillinen korkeakoulu. Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto. Diplomityö.

Hankesuunnitelma, Härmälän päiväkotiki ja koulu. Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. 2015. Tampere.

Hankesuunnitelma, Metsäniityn pienten lasten yksikkö. Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. 2014. Tampere.

Hankesuunnitelma, Niemenrannan päiväkotiki. Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. 2014. Tampere.

Hyrkäs, Tapio. LVI-asiantuntija. 2015. Haastattelu 10.12.2015. Haastattelija Ihanajärvi, A. Tampere.

Hyrkäs, Tapio. LVI-asiantuntija. 2015. Haastattelu 6.10.2015. Haastattelija Ihanajärvi, A. Tampere.

LVI-30-10529. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP. 2013. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Näränen, J. Riuska-ohjelman käyttö ja arviointi -opinnäytetyö. 2011.

Olkku, Maria. 2010. Tietomallintamisen aiheuttamat muutokset ja hyödyt LVI-suunnitteluprosessissa sekä määrälaskennassa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Energiatekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

RT 07-10946. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-10579. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 95. 1995. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11066. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. Yleinen osuus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11069. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11071. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 Osa 6. Laadunvarmistus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11129. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 12. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT-10-10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. Helsinki. Rakennustieto Oy.

RT-10-11106. Hanketietokortti HT12. Helsinki: Rakennustieto Oy.
Suunnitteluohjelma, Härmälän päiväkoti ja koulu. Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. 2015. Tampere.

Suunnitteluohjelma, Lielahden koulu ja nuorisotilat. Tampereen Tilakeskus Liikelaitos. 2014. Tampere.

Tietoa Finland. <http://www.tietoa.fi/konsultointi/>. Luettu 10.12.2015.

Vuorinen, M. 2011. Rakentajain kalenteri. Rakennustieto Oy. 96.vuosikerta. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Vuorinen, Merja. 2010. Tulevaisuuden toimisto rakentuu tietomallintamisen (BIM) avulla. Rakennustieto Oy. Rakentajain kalenteri 2011. 95. vuosikerta. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Ympäristöministeriö. D3 kesäajan lämpötilojen laskentaopas. [pdf]. Julkaistu 14.9.2012. Luettu 24.11.2015. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

Ympäristöministeriö. Suomen rakennusmääräyskokoelma D3. [pdf]. Julkaistu 30.3.2011. Luettu 14.10.2015. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

LIITTEET

Liite 1. Ulkoilmavirtojen mitoitusarvoja.

Taulukko 2.4.3. Ulkoilmavirtojen normaalin käyttötilanteen mitoitusarvot tiloissa, jotka täyttävät erittäin vähäpäästöisen rakennuksen kriteerit. Huonelämpötilan hallinta tai varautuminen muuntojoustoon saattavat edellyttää suurempia ilmavirtoja.

Tila	Lattia-ala m ² /hlö	S1-luokka dm ³ /s per henkilö	dm ³ /s per nellö	S2-luokka dm ³ /s per henkilö	dm ³ /s per nellö	S3-luokka/D2 dm ³ /s per henkilö	dm ³ /s per nellö
Toimitila, normaali tilatehokkuus	12	16	1,5	13	1,5		1,5
Toimitila, suuri tilatehokkuus	8	14	2,0	11	1,5		1,5
Neuvotteluhuone	3	12	4,0	9	4,0	8	4,0
Taukotila, kahvio	1,5	11	7,0	8	5,0		5,0
Hotellihuone	10	15	1,5	12	1,0	10	1,0
Käytävä ja porrashuone			1		0,5		0,5
Hissikuilu			8		8		8
Luokkahuone	2	11	5,5	8	4,0	6	3,0
Luentosali	1	11	10,5	8	7,5	6	6,0
Käytävä, aula koulussa	2	11	5,5	8	4,0		4,0
Aula	6	13	2,0	10	2,0		2,0
Päiväkoti	3	12	4,0	9	2,5	6	2,5
Päiväkodin märkäeteinen (poisto)			5		5		5
Ruokala ja kahvila	2	11	6...8	8	5...6	6	5,0
Kuumennus- ja jakelukeittiö ¹⁾			10		10		10
Valmistuskeittiö ¹⁾			15...40		15...40		15
Astianpesuhuone ¹⁾			12...20		10...15		
Liiketila ¹⁾	6	13	2,5	10	2,0		2,0
Näyttelytila			4		4		4
Kirjasto			3		2	8	2
Salit (konsertti, teatteri, elokuva, koulun sali)		10		8		8	
Lämpö			5		5	0	5
Kuntosali			6,0		6,0		6,0
Liikuntasali			5,5		4,0		4,0
Liikunta- ja uimahalli, urheilijat			2,5		2		2
Liikunta- ja uimahalli, katsojat		10		8		8	
Lääkäriasema			3...4		2...3		
Sairaala (ei koske erikoistiloja) ²⁾			3...6		2...3		
Potilashuone		15	2,0	15	1,5	10	1,5
Leikkaussali ¹⁾			15...20		15...20		
Laboratorio ¹⁾			2...5		2...5		
Varasto, artkisto (poisto)			0,5		0,5		0,5
Kopiointi-, tulostushuone (poisto)			4		4		4
Työtilojen WC (poisto)		20		20		20	
Pesuhuone (poisto)			5		5		5
Pukuhuone			5		5		5
Löylyhuone			3		2		2
Siivoustila (poisto)			4		4		4
Jätehuone (poisto)			5...10		5...10		5

¹⁾ Prosessin aiheuttama ilmanvaihdon tarve tai yllämmön poistaminen tulee suunnitella tapauskohtaisesti.

²⁾ Sairaalatilojen sisäilmaston suunnittelusta ja ilmavirroista on tietoja raportissa *Sairaala-ilmanvaihdon suunnitteluohjeita* (Ryyänen 2007).

