

Tietomallihankkeen tarkastuspisteet

Kerrostalokohde

Michael Niemi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2020
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

| | | |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä(t) Niemi, Michael | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä Toukokuu 2020 |
| | Sivumäärä 69 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi Tietomallihankkeen tarkastuspisteet Kerrostalokohde | | |
| Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka | | |
| Työn ohjaaja(t) Marko Viinikainen, Jukka Konttinen | | |
| Toimeksiantaja(t) Ramboll Oy, Heikki Arvio | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Työ tehtiin Ramboll OY:lle. Työn tarkoituksena on vakiinnuttaa tietomallitarkastuksia asuinkerrostalon tietomallihankkeelle. Työn tavoitteena on selvittää asuinkerrostalotietomallinnuksen tarkastuspisteiden sijainnit mallinnusprosessissa sekä määrittää tarkastuspisteille vaadittu sisältö yhdistelmämallille. Työssä tarkastellaan arkkitehti-, rakenne-, LVI- sekä sähkötietomallit. Työssä määritellään jokaiselle tietomallille tarkistettava sisältö tarkastuspisteittäin.</p> <p>Työ toteutettiin tutkimalla yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) ja keräämällä tietoa ja teoriantaustaa tietomallihankkeen kulusta, laadunvarmistuksesta sekä tarkastuksista. Tarkastuspisteiden määrä ja ajankohdat määräytyvät YTV2012:n sekä Ramboll oy:n BIM- ja tietomalliasiantuntijoiden avulla. Tarkastuspisteiden sisältö arkkitehti-, rakenne-, LVI-, sekä sähkötietomalleille koottiin ensin YTV2012:n mukaan. Tarkastuspisteiden sisällöstä karsittiin sekä lisättiin tarkistettavia asioita tietomallikoordinaattoreitten, pääsuunnittelijoiden sekä BIM-osaajien haastatteluiden perusteella.</p> <p>Työssä avataan jokaisen kuuden tarkastuspisteen tarkoitus, sisältö sekä vaatimukset Jokaiselle tarkastuspisteelle on kasattu liitteeksi vaadittu tietomallisisältö suunnittelualoittain.</p> <p>Määrittämällä ja vakiinnuttamalla tarkastuspisteet sekä niiden sisältö saadaan tietomallitarkastusprosessista aika- ja kustannustehokas.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) tietomallikoordinaattori, tietomallinnus, BIM, tarkastuspiste, tietomallin tarkastusprosessi | | |
| Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet) | | |

| | | |
|--|--|---|
| Author(s) Niemi, Michael | Type of publication Bachelor's thesis | Date May 2020 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 69 | Permission for web publication: x |
| Title of publication BIM quality assurance checkpoints Apartment building | | |
| Degree programme Construction and Civil Engineering | | |
| Supervisor(s) Viinikainen, Marko and Konttinen, Jukka | | |
| Assigned by Ramboll Oy, Heikki Arvio | | |
| Abstract <p>The thesis was assigned by Ramboll Finland Oy. The objective was to establish a consistent quality assurance process for a project of apartment building information models. The objective was to find the locations of the quality assurance checkpoints within the modeling process and then define the required content for the merged model. The thesis covers the required content by checkpoint for architectural, structural, HVAC and electrical models.</p> <p>The thesis was conducted by examining the common BIM requirements 2012 and collecting information on the process of the building information modeling project, quality assurance and checkpoints. The six checkpoints were defined using both common BIM requirements 2012 and the BIM experts at Ramboll Finland OY. The content for architectural, structural, HVAC and electrical model checkpoints was compiled from the common BIM requirements 2012. Based on the interviews of information model coordinators, lead/head designers, and BIM experts, some requirements were removed from or added to the checkpoint content.</p> <p>The thesis covers the purpose, content and requirements of all six of the defined quality assurance checkpoints. The requirements for all the design fields by checkpoint are listed in the attachments.</p> <p>By defining and establishing a consistent quality assurance process and the contents of the checkpoints we it is possible to make the process time and cost-efficient.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) BIM coordinators, Building information modeling, BIM, quality assurance, BIM checkpoints | | |
| Miscellaneous (Confidential information) | | |

Sisältö

| | |
|--|-----------|
| Käsitteet | 3 |
| 1 Johdanto..... | 5 |
| 2 Yleisesti tietomalleista ja päätavoitteista | 7 |
| 3 Tietomallinnuksen prosessi | 9 |
| 3.1 Tarveselvitys | 9 |
| 3.2 Hankesuunnittelu ja suunnittelun valmistelu | 10 |
| 3.3 Ehdotussuunnittelu..... | 11 |
| 3.4 Yleissuunnittelu | 12 |
| 3.5 Hankintoja palveleva suunnittelu..... | 18 |
| 3.6 Toteutussuunnittelu..... | 19 |
| 3.7 Toteumamalli..... | 20 |
| 4 Tietomallinnuksen tarkastuspisteet | 21 |
| 4.1 Tarkastuspisteiden tarkastusprosessi..... | 24 |
| 5 Tarkastuspiste 1..... | 25 |
| 6 Tarkastuspiste 2..... | 27 |
| 6.1 ARK..... | 28 |
| 6.2 RAK..... | 29 |
| 6.3 Sähkö..... | 30 |
| 6.4 LVI..... | 31 |
| 7 Tarkastuspiste 3..... | 32 |
| 7.1 ARK..... | 33 |
| 7.2 RAK..... | 34 |
| 7.3 Sähkö..... | 35 |
| 7.4 LVI..... | 35 |
| 8 Tarkastuspiste 4..... | 36 |
| 8.1 ARK..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| | 2 |
| 8.2 RAK | 37 |
| 8.3 Sähkö..... | 38 |
| 8.4 LVI..... | 39 |
| 9 Tarkastuspiste 5..... | 40 |
| 10 Tarkastuspiste 6..... | 41 |
| 10.1 Ark..... | 42 |
| 10.2 RAK..... | 42 |
| 10.3 TATE | 43 |
| 11 Pohdinta | 44 |
| Lähteet | 47 |
| Liitteet | 49 |
| Liite 1. Tarkastuspiste 1. sisältövaatimukset..... | 49 |
| Liite 2. Tarkastuspiste 2. sisältövaatimukset..... | 51 |
| Liite 3. Tarkastuspiste 3. sisältövaatimukset | 56 |
| Liite 4. Tarkastuspiste 4. sisältövaatimukset..... | 61 |
| | |
| Kuviot | |
| | |
| Kuvio 1. Tilamallitaso 1 | 11 |
| Kuvio 2. Tilanvarausmalli | 16 |
| Kuvio 3 Esimerkki mallihuone tai alue | 18 |
| Kuvio 4 Esimerkki rakennemallin tarkkuus hankintoja palveleva suunnittelu | 19 |

Käsitteet

| | |
|--------------------------|---|
| YTV 2012 | Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Senaattikiinteistöjen laatima tietomallinnusvaatimuskoeloelma. |
| Tietomalli | 3D digitaalinen kuvaus, joka sisältää rakennuksen tiedot. |
| Tietomallikoordinaattori | Projektiin nimetty pätevä henkilö, joka vastaa eri suunnittelualojen tietomallinnustehävien koordinoinnista sekä tietomallitarkastuksista. |
| BIM | Building information model. Englanninkielinen yleisnimi tietomallille. |
| ARK | Arkkitehti |
| RAK | Rakenne |
| TATE | Talotekniikka. Käsittää sähkö- sekä LVI-tekniikkaa. |
| Yhdistelmämalli | Eri suunnittelualojen IFC-tietomalleja yhdistetään yhdeksi tietomalliksi, jolla voidaan havainnollistaa suunnitelmia ja tarkastella suunnitelmien yhteensopivuutta. |

| | |
|---------------------|--|
| Tarkastuspiste | Etukäteen sovittu kohta, jolloin yhdistetään eri suunnittelualojen tietomallit ja tehdään laadunvarmistustarkastukset. |
| Automaattitarkastus | Tarkastukset on automatisoitu ja tarkastaminen tapahtuu ohjelmallisesti. |
| Törmäystarkastelu | Ohjelmallisesti tapahtuva tarkastus, jossa tarkastellaan komponenttien sekä rakennosien välisiä törmäyksiä. |
| IFC | Industry Foundation Classes. Kansainvälinen tiedonsiirtostandardi. |
| Reikävaraus | 3D-mallinnettu reikäobjekti, jolla TATE-suunnittelija varaa itselle läpivientipaikan. |
| Tietomalliseloste | Raportti, jossa ilmoitetaan tietomallin lähtötiedot, taustaa, tavoitteita ja sisältöä. |
| Määrätieto | Tietyn rakennushankkeen tarkka rakennusosa- /materiaalimäärä. |

1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittää kerrostalotietomallihankkeen laadunvarmistuskohtien määrittämisen YTV:n mukaan sekä tarkastuspisteiden sisällön. Työn tavoite on määrittää kerrostalotietomallihankkeeseen tarkastuspisteitä, joilla voidaan tarkistaa kerrostalotietomallihankkeiden mallia ja vakiinnuttaa tarkastusprosessia. Tarkastuspisteet ovat oleellisia asioita mallien ja suunnitelmien laadunvarmistuksessa.

Koska kohteiden tietomallintaminen on nykyään yleistä, korostuu, että on tärkeää kehittää keino, jolla voi aika- ja kustannustehokkaasti tarkistaa mallia sen eri vaiheissa. Ramboll haluaa tällä opinnäytetyöllä tutkia kerrostalotietomallihanketta ARK-, RAK-, LVI- ja sähkötietomallien kautta ja etsiä ne asiat, joita malleista tulisi tarkistaa sekä milloin kyseisiä asioita olisi järkevä tarkistaa. Koska tarkastuspisteet ja niiden sisällöt eivät ole vakiintuneita, mallien tarkastuksissa voidaan tarkistaa liikaa liian ajoissa. Ylimääräisiä ilmoituksia tulee useita ja se vie tietomallikoordinaattorilta sekä tarkastusryhmältä ylimääräistä aikaa.

Tavoite ja tausta

Opinnäytetyön tavoitteena on vakiinnuttaa Ramboll Finland Oy:n tietomallin tarkastusprosessia tekemällä valmiit tarkastuspisteet sekä määrittämällä niiden sisältö. Ongelma nykyisessä prosessissa on se, että tarkastuspohjat ja niiden sisällöt eivät ole suunnattuja tietyille tarkastuspisteille. Kerrostalohankkeen tietomallintamisessa on sen aloituksesta luovutukseen useita eri vaiheita, joissa tulee tehdä tarkastuksia. Vakiinnuttamalla tarkastuspisteet ja niiden sisällöt voidaan säästää tarkastusprosessiin kuluva aikaa, kun ei tarkisteta muuta kuin oleelliset asiat, joita kyseisellä tarkastuspisteellä tulee tarkistaa. Tavoitteena on ensin määrittää ne pisteet, joissa olisi tärkeää tehdä tarkastuksia sekä varmistaa, että malli sisältää ne tiedot, jotka sen tulee kyseisessä vaiheessa sisältää, jotta tarkastuksista saataisiin maksimaalinen hyöty.

Tietomallille tulee määrittää selkeät tarkastuskohdat sekä mitä niissä tulee tarkistaa. Tarkastuspisteiden kohdat sekä niiden sisällöt tulee määrittää YTV2012:n (Yleiset tietomallivaatimukset) sekä Ramboll Finland Oy:n opinnäytetyön ohjausryhmän avulla

ja haastatteluihin perustuen. Mallille voidaan näin tehdä helposti tarvittavat laadunvarmistukset sekä olla varma, että malli sisältää tarvittavat tiedot.

Tarkastuspisteiden määrittämisen jälkeen on tutkittava mallin mallintamistaso ja määritettävä kaikki asiat, jotka mallin tulee kyseisellä tarkastuspisteellä sisältää. Tietomallit (arkkitehti-, rakenne-, talotekniikka- sekä sähkömalli) tulee tarkastella erikseen ja etsiä YTV:stä ne vaatimukset, jotka koskevat mallia siinä vaiheessa ja jotka tulisi tarkistaa.

Toimeksiantaja

Tutkimuksen toimeksiantajana on Ramboll Finland oy. Ramboll Finland Oy on kansainvälisen Ramboll-konsernin suomalainen tytäryhtiö. Ramboll on yksi Suomen suurimmista suunnittelu- ja konsulttialan yrityksistä ja Suomessa siellä työskentelee noin 2500 asiantuntijaa. Ramboll tarjoa teknistä suunnittelua, konsultointia, tuotekehitystä sekä liiketoiminnan palveluja useilla toimialoilla. Rambollilla on tavoitteena kehittää tietomallintamista ja edistää digitaalisuutta toiminnoissa (Ramboll Suomi.)

Tutkimuskysymykset

Tärkeimmät kysymykset, joihin haetaan opinnäytetyössä vastauksia ovat:

-Mitkä ovat ne vaiheet kerrostalotietomallihankkeissa, jossa tietomallia tulisi yhdistää yhdistelmämaliksi ja tehdä laadunvarmistustarkastuksia?

-Miksi on järkevää niissä kohdissa yhdistää mallia?

-Mitkä ovat ne asiat, joita tietomalliin tulisi sisältää jokaisen tarkastuspisteen kohdalla?

-Miten tietomallikoordinaattori voi toiminnallaan auttaa pääsuunnittelijaa suunnitelmien yhteensovittamisessa?

Tutkimuksella pyritään vakiinnuttamaan kerrostalotietomallien tarkastusprosessia.

Rajaus

Työssä käsitellään vain kerrostalotietomallihankkeita ja muut hankkeet rajataan pois. Työssä tarkastetaan vain arkkitehti-, rakenne-, talotekniikka- sekä sähkötietomallit. Työtä on mahdollista jatkaa jatkossa ja tehdä tarkistus pohja muille hankkeille, mutta tarkoitus on tässä vaiheessa keskittyä asuinkerrostalotietomalleihin. Työssä tehdään myös oletus, että rakennesuunnittelija tekee myös elementtisuunnittelun.

Tutkimusmenetelmät

Työssä tehdään ensin kirjallinen katsaus YTV 2012:sta ja haetaan teorian tueksi tietoa BIM-asiantuntijoiden ja pääsuunnittelijoiden haastatteluiden kautta. Työn kautta tutustutaan arkkitehti-, talotekniikka-, rakenne- sekä sähkötietomalleihin ja tietomallien yhteen sovittamiseen. Tutkitaan, mitä kunkin mallin tulee sisältää eri mallinnusvaiheissa ja mitkä laadunvarmistusmenetelmät tulee tehdä saadakseen laadukkaan tietomallin asiakkaalle. Alustavat tarkastuspisteiden sisällöt saadaan YTV 2012:stä ja niitä sovelletaan ja muokataan haastatteluiden kautta tulevan tiedon mukaan.

2 Yleisesti tietomalleista ja päätavoitteista

Rakennuksen tietomalli on 3D digitaalinen kuvaus, joka sisältää kaikki rakennuksen tiedot. Tietomallin kautta saadaan tuotettua rakennusalaakohtaisia suunnitelmia. Tietomallinnus mahdollistaa eri suunnittelualojen suunnitelmien jakamisen yhteisesti. Tietomalleja hyödynnetään tukemaan investointipäätöksiä, kun voidaan verrata eri suunnitteluratkaisujen toimivuutta sekä kustannuksia. Tietomalleilla verrataan energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysiratkaisuja, sekä suunnittelun ja ylläpidon tavoite-seurantaa (Henttinen 2012, 5-6.)

3D-kuvaus havainnollistaa rakennuksen ja sen kautta voidaan analysoida sen rakennettavuutta. Tietomallit parantavat tiedonsiirron suunnittelualojen välillä ja tehostavat sen kautta koko suunnitteluprosessia, tämä edellyttää sen, että tietomallin sisältöön ja laatuun kiinnitetään huomiota alusta alkaen (Henttinen 2012, 5-6.) Tilaajalle on varsinkin tärkeää, että voi seurata hankeen etenemistä ja että eteneekö hanke tavoitteiden mukaisesti. Tietomalli auttaa havainnollistamaan hanketta, joten sen seuranta helpottuu.

Suunnitelmien laadunvarmistus ja yhteensovittaminen itsessään eivät ole uusia käsitteitä. Suunnitelmien yhteen sovittamista ja laadunvarmistusta on tehty 2D-suunnitelmien kanssa. Tämä prosessi on kuitenkin ollut hidas, työläs ja paljon epävarmuuksia sisältävä etenkin silloin, kun suunnitelmiin tehdään muutoksia. Usein käy niin, että ei huomata ristiriitoja suunnitelmissa, kun vasta työmaalla, jolloin niiden korjaaminen tai uudelleen suunnittelu on usein kallista (Kulusjärvi 2012, 4.)

Mallintaminen mahdollistaa sen, että voidaan visuaalisesti nähdä muutoksia ja niiden seurauksia muihin suunnitelmiin. Näin voidaan vaikuttaa ongelmakohtiin jo suunnittelun alkuvaiheessa. Tietomallinnus myös mahdollistaa sen, että voidaan ajaa tietomalleihin automaattitarkastuksia, joten suunnitelmien tarkistaminen ja yhteen sovittaminen tehostuu (Kulusjärvi 2012, 4.)

Tietomallinnuksen havainnollistamisen mahdollistaa se, että iso osa suunnittelupäätöksiä ja ratkaisuja tehdään jo suunnittelun alkuvaiheessa. Tietomallihankkeissa on havaittu, että suunnittelun aikataulutus muuttuu merkittävästi. Pääsääntöisesti tietomallihankkeissa yleissuunnitteluvaiheeseen vaaditaan enemmän työtä, joten sen aika myös pitenee. Tämä kuitenkin mahdollistaa sen, että voidaan havaita ongelmakohtia ja tehdä isoja muutoksia jo yleissuunnitteluvaiheessa. Kuitenkin yleissuunnitteluvaiheen lopussa malli sisältää suurin osa toteutussuunnitteluun vaadittu sisällöstä, joten toteutussuunnitteluvaihe lyhenee (Karjula 2012, 14.) Tietomallin käyttö ja hyöty ei rajoitu vain rakennusprosessin aikaan vaan sitä voidaan hyödyntää rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. (Henttinen 2012, 5-6.)

Yleisissä tietomallivaatimuksissa 2012 (YTV 2012) asetetaan tietomalleille tavoitteita. Tavoitteet ovat:

- tukea hankkeen päätöksentekoprosessia
- sitoa eri osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallin avulla
- suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
- tehostaa suunnittelun ja suunnitelmien yhteensovittamista
- varmistaa rakennusprosessin ja rakennuksen laatu
- parantaa rakentamisaikaista turvallisuutta
- tukea rakennuksen elinkaariajattelua.

(Henttinen 2012a, 5.)

Laadukkaalla mallinnuksella sekä tietomallikoordinoinnilla on mahdollista saavuttaa tietomallinnuksen tavoitteita. Laadukas tietomalli palvelee kaikkia rakennuksen osapuolia, suunnittelijoita, rakennuttajaa, tilaajaa yms., koko rakennusprosessin ajan sekä palvelee vielä käytön ja elinkaaren ajan. Laadukas tietomallihankkeen läpivienti vaatii hyvää organisointia, suunnittelua, aikataulutusta sekä koordinoitua. (Henttinen 2012a, 6-7.)

3 Tietomallinnuksen prosessi

3.1 Tarveselvitys

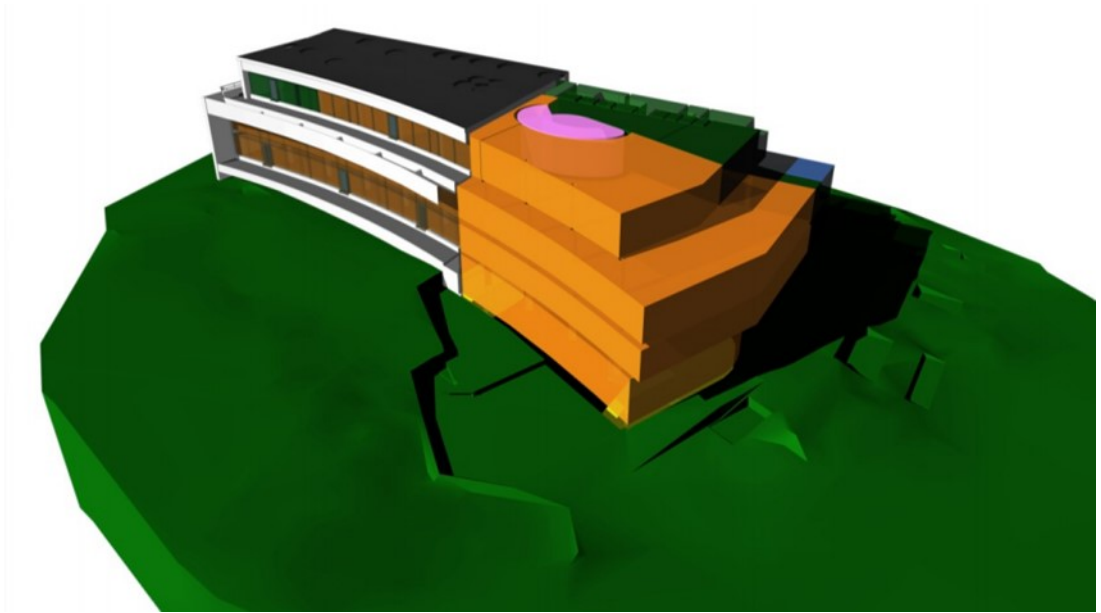
Tietomallihankkeiden suunnitteluprosessi alkaa tarveselvityksellä. Tarveselvityksessä selvitetään tilaajan ja käyttäjän tarpeet rakennukselle ja ylipäättänsä hankkeen tarpeellisuus. Hankkeesta tehdään arkkitehdin toimesta alustava vaatimusmalli, joka on vähintään taulukkomuodossa oleva tilaohjelma, joka sisältää kaikki rakennukseen tulevat tilat ja niiden vaatimukset. Vaatimusmallia ei yleensä mallinneta, vaikka se onkin osa tietomallinnuksen prosessia. Vaatimusmallia voidaan joissakin tapauksissa

mallintaa arkkitehdin toimesta. Tilaohjelman tarkoitus on päästä ymmärrykseen rakennuksen tiloista sekä vaatimuksista ja sen kautta päästä vertaamaan eri suunnitteluratkaisuja ja niiden kustannuksia. Tilaohjelma pitää tehdä alusta alkaen laadukkaasti, koska oikein laadittua tilaohjelmaa voidaan käyttää läpi hankkeen suunnittelu-prosessia tarkistamaan tilojen vaatimuksia. Tarveselvityksen lopputuloksena on hankkeen päätös. (Henttinen 2012b 10; Henttinen 2012a 9.)

3.2 Hankesuunnittelu ja suunnittelun valmistelu

Hankesuunnittelu perustuu tarveselvitykseen sekä hankeselvitykseen. Vaiheessa selvitetään mitkä ovat eri tavat ja mahdollisuudet, joilla voidaan toteuttaa hanketta. Tässä vaiheessa yleensä kilpailutetaan suunnittelu ja valitaan suunnittelijat. Tietomallikoordinaattori, joka vastaa tietomallituksen laadusta, voidaan jo tässä vaiheessa nimetä. Tietomallikoordinaattori teettää hankkeen tietomallintamiseen tavoitteet yhdessä rakennuttajan tai hankkeen projektijohdon kanssa ja koordinoi tietomallintamisen lähtötietojen saatavuutta sekä varmistaa, että jokaisella suunnittelualalla on käytettävissä tarvittavat lähtötiedot (Henttinen 2012a 13.) Kun suunnittelijat ovat valittu, heidän kanssa tehdään suunnittelusopimukset sekä sovitaan yhteiset pelisäännöt hankkeen suunnitteluun sekä mallintamiseen. Lähtötietomalli teetetään tässä vaiheessa, jos se ei ole tehty jo tarveselvitysvaiheessa.

Hankesuunnittelun ja suunnittelun valmisteluvaiheessa sovitaan käytettävä suunnittelukoordinaatisto, johon kaikki eri suunnitteluosapuolet mallintavat. Tontin malli mallinnetaan kolmiulotteisesti, tehtyjen mittausten avulla. Hankesuunnitteluvaiheessa käytetään arkkitehdin teettämää tilamallia, joka koostuu tilakappaleista, (kuvio 1) vertaamaan eri suunnitteluvaihtoehtoja ja mitä kustannuksia ne tuottavat. (Henttinen 2012b, 12.) Hankesuunnittelu voidaan myös joissakin tapauksissa tehdä ehdotussuunnittelutasoon, jolloin se mallinnetaan rakennusosamallitasoon (Rajala 2012, 18).



Kuvio 1. Tilamallitaso 1 (Rajala 2012, 14)

3.3 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa on tarkoitus käydä läpi vaihtoehtoisia ratkaisuja ja valita niistä toimivin. Arkkitehdin tietomallien avulla laajuus-, kustannus- ja elinkaarimomintaisuuksia voidaan vertailla yhdessä tilaajan ja käyttäjän kanssa (Karjula 2012, 16.) Suunnitteluvaiheen alussa on varmistettava, että kaikilla suunnittelijaosapuolilla on käytössä sama koordinaatisto. Tietomallikoordinaattori vastaa tästä ja teettää mallien yhteensovittamisen. Yhteensovituksessa varmistetaan, että kaikki suunnittelualat käyttävät samoja korkoja ja koordinaatistoa (Henttinen 2012a, 17.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehti teettää tilamallin. Tilamalliin mallinnetaan kaikki rakennukseen tulevat tilat ja rakennuksen ulkovaippa. Mallintamisen on oltava riittävän tarkka niin, että mallin perusteella voidaan tehdä päätöksiä ja ratkaisuja. Arkkitehdin mallista tulee saada tietoa rakennuksen kokonaistilavuudesta sekä tilojen käyttötarkoitus ja pinta-alat (Henttinen 2012a, 14.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa mallista tehdään alustavat kustannusarviot, jotka perustuvat tilojen käyttötarkoitukseen sekä pinta-alaan. Arkkitehdin eri vaihtoehtoista voidaan vertailla, mikä tulee olemaan kustannustehokkain vaihtoehto. Tilapohjainen

kustannuslaskenta on pakollinen mallipohjaisen prosessin mukaan (Henttinen 2012a, 14.)

Energia-analyysit ja elinkaarikustannusten laskenta kuuluvat myös mallipohjaisen prosessin pakollisiin tehtäviin (Henttinen 2012a, 14.) Alustavia energia-analyyskejä sekä elinkaarikustannusarvioita arkkitehdin vaihtoehtoista voidaan tehdä ehdotussuunnitteluvaiheessa pinta-alojen ja tilaluokkien perusteella.

Rakennesuunnittelun ensisijainen tehtävä ehdotussuunnitteluvaiheessa on arvioida arkkitehdin ehdotuksien toteutettavuutta (Kautto 2012, 9.) Rakennesuunnittelijalla ei ole YTV 2012 mukaan varsinaisia suunnitteluvaatimuksia, mutta projektikohtaisesti rakennesuunnittelija voi teettää myös rakenneosamallin. Rakenneosamalli mallinnetaan arkkiehdimallin pohjalta ja se sisältää koko rakennuksen kaikki kantavat rakenteet. Ehdotussuunnitteluvaiheessa teetetty rakenneosamalli tulee mallintaa yleissuunnittelutasoiseksi (Henttinen 2012a, 14.)

Talotekniikkasuunnittelu ehdotussuunnitteluvaiheessa on enimmäkseen arkkitehti- ja rakennesuunnittelun tukemista. TATE pyrkii tuottamaan rakennesuunnittelijalle sekä arkkitehdille tarvittavat tiedot, jotta he saavat mallit tehtyä. YTV2012 Yleisen osuuden mukaan TATE:n tietomallitehtäviin kuuluvat ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa palvelualuekaaviot, 3D-mallihuoneet, 2D-leikkaukset ja tilavaraukset. Sähkö- ja LVI-järjestelmämallia ei yleensä vielä ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdä. TATE keskittyy näissä vaiheissa järjestelmien valintaan, niitten palvelualuekaavioihin sekä tilavarauksiin. TATE tarkistaa eri vaihtoehtoisia ratkaisuja TATE-tehtävälueetelmämukaisesti. TATE:lla ei ole tarvetta mallintaa ehdotussuunnitteluvaiheessa, jos tarvittavat tiedot saadaan ilman tietomallinnusta (Järvinen 2012, 9.)

3.4 Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelussa on tarkoitus kehitellä ehdotussuunnitteluvaiheessa tehtyjä ratkaisuja. Tilaaja ohjaa suunnittelun ja hyväksyy tehtyjä päätöksiä ja ratkaisuja toteutus suunnittelua varten. Malli mahdollistaa ratkaisujen havainnollistamisen, joten pää-

töksen teko tehostuu, kun ratkaisuja voidaan visuaalisesti tarkastella. Yleissuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä jo isoja merkittäviä muutoksia suunnitelmiin. Tästä syystä on tärkeää, että jokainen suunnitteluala tallentaa omat ajantasaiset tietomallit projektipankkiin niin, että muut suunnittelualat voivat hyödyntää niitä omassa suunnittelussa. (Henttinen 2012a, 15-16.)

Yleissuunnitteluvaiheen aikana on viimeistään aloitettava tekemään yhteensovitus-tarkastuksia tietomallikoordinaattorin johdolla. YTV 2012-ohjeen mukaan on tehtävä rakenteiden ja järjestelmien yhteensovitus- ja törmäystarkastelu. Tarkastelut voidaan hoitaa joko automaattisesti ohjelmalla teettämällä törmäystarkastelu tai visuaalisella törmäystarkastelulla, joka on vähimmäisvaatimus. Tarkastuksien tavoitteena on varmistaa mallien yhteensopivuus, ja että rakenteet sekä tilanvaraukset sopivat yhteen. Mallin laatuun on kiinnitettävä erityistä huomiota jo yleissuunnitteluvaiheessa. Mallissa tulee tarkistaa määrätty sisältö mallinnusvaatimuksien mukaan, jotta mallista saadaan luotettavia määrälaskentatuloksia. Tarkistamisen laatu ja mallin virheettömyys on oleellista suunnitelmien hyväksymiseen sekä projektin jatkotoimenpiteisiin. (Henttinen 2012a, 16.)

Arkkitehti mallintaa Yleissuunnitteluvaiheessa rakennusosamallin ehdotussuunnitteluvaiheen ratkaisujen pohjalta. Mallin tulee olla tarvittavan tarkka niin, että mallista saadaan tuotettua kaikki viranomaisen rakennusluvan hakemiseen tarvittavat dokumentit. Arkkitehdin rakennusosamalli mallinnetaan yleensä tasoon 1. Joitakin rakennosia, joilla on tarvetta mallintaa tarkemmin, voidaan mallintaa tasoon 2. Mallinnustasot ovat listattu alla.

Taso 1 Käytetään suunnittelijoiden väliseen kommunikaatioon ja suunnitelmien yhteensovittaminen. Sijainti ja geometria tulee olla mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosille on annettu nimet.

Taso 2 Käytetään hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysiin ja rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosa pohjaiseen määrälaskentaan. Sijainti ja geometria

tulee olla mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määritetty ja oikein nimetty ja osat mallinnettu niin, että niiden kappalemäärät ja muu oleellinen tieto saadaan selville.

Taso 3 Käytetään työmaan aikataulutukseen ja hankintoihin. Sijainti ja geometria tulee olla mallinnettu vaatimusten mukaisesti. Hankintoja varten oleelliset tiedot pitää voida selvittää ja listata (esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, äänivaatimukset jne.). (Henttinen 2012b, 7.)

Arkkitehdin rakennusosamallissa tulee tilojen lisäksi esittää kantavat rakenteet: seinät, pilarit, palkit ja välipohjat. Mallista on pystyttävä erottamaan eri seinätyypit tasolla ulkoseinä, kevyt väliseinä, kantavaväliseinä jne. Ikkunoista sekä ovista ei ole tarvetta esittää tyyppitietoja, mutta niiden tulisi olla kuitenkin sijainnilta oikeissa paikoissa. Joissakin tapauksissa mallissa tulee esittää joitakin tietoja rakennuslupan hakemiseen, vaikka niitä ei yleensä ole tarvetta mallissa esittää. Arkkitehdin rakennusosamallista pitää saada tuotettua kaikki rakennuslupaan tarvittavat suunnitelmat. (Henttinen 2012b, 17.)

Rakennesuunnittelun yleissuunnitteluvaiheessa käytetään ehdotussuunnittelumallia hyödyksi ja mitoitetaan rakennuksen rakennejärjestelmä. Kantavat rakenteet tulee mallintaa sijainnilta ja perusgeometrialtaan oikein. Rakennesuunnittelijan tulee myös ottaa huomioon muitten suunnittelualojen vaatimuksia ja vaikutuksia kantaviin rakenteisiin. Olisi hyvä yleissuunnitteluvaiheessa yhdessä TATE-suunnittelijoiden kanssa tutkia ja tarkastella miten kantavat rakenteet ja talotekniikkajärjestelmät sopivat yhteen. Rakennesuunnittelijan mallista pitää saada tuotettua seuraavat piirustukset:

- perustuksien mittapiirustus
- alapohjan mittapiirustus
- tasojen mittapiirustukset

- yleisleikkauspiirustukset.

Piirustuksien lisäksi, YTV 2012 osassa 5 Rakennesuunnittelussa kerrotaan hyödyt, jotka rakennemallista tulee saada yleissuunnitteluvaiheessa. Nämä hyödyt ovat:

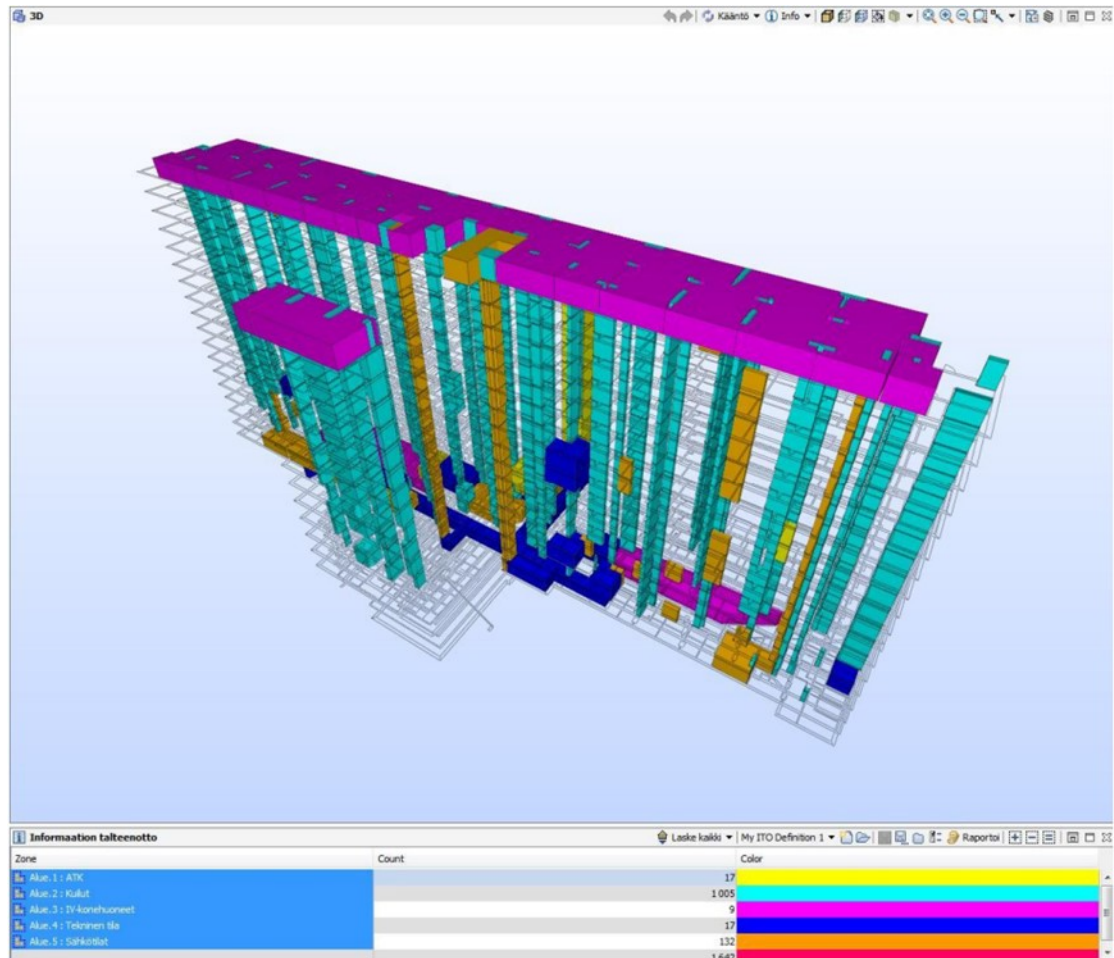
- visuaalinen tarkastelu mallista
- toimii lähtötietona määrä ja kustannuslaskennalle
- mallin perusteella voidaan tehdä alustava runkoaikataulus
- tarkastetaan suunnitelmien yhteensovittaminen
- toimii lähtötietona rakennesuunnittelijan lujuuslaskentamallille
- toimii lähtötietona toteutussuunnitteluvaiheelle.

(Kautto 2012, 9.)

Talotekniikka eli LVI ja sähkö tulee tässä vaiheessa suunnittelua mallintaa pääkanavistojen sekä pääjohtoreitit tilanvarausmalliin. Tärkeämpänä asiana on varmistaa yhteensopivuus keskenään sekä rakennesuunnittelijan kantavien rakenteiden kanssa, millä vältetään ristiriitoja ja ongelmia myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Pääkanavistojen lisäksi LVI-suunnittelijan tulee mallintaa konehuoneiden tilantarpeet, jotka arkkitehti voi sitten mallintaa tilanvievinä kappaleina hänen malliinsa. Sähkösuunnittelijan tulee tässä vaiheessa määrittää mallin avulla kaikkiin tiloihin tuleville sähkö-, puhelin- ja tietoliikennejärjestelmien tekniikan osille tilanvaraukset tilanvarausmalliin (Henttinen 2012a, 16.)

Talotekniikan tilanvarausmalli yleissuunnitteluvaiheessa voidaan YTV:n mukaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen osa on tilanvaraukset ja tilat, ja toinen osa on vaakasuuntaiset kerrosverkot. Tilanvaraukset koostuvat kaikista isommista tilanvievistä

kappaleista, jotka talotekniikka tarvitsee. Tilanvievä kappaleita voivat olla esimerkiksi tekniikkakuilut, konehuoneet, keskustilat, muuntamot tai muu sellainen. Kuvio 2:ssa esitetään tilanvarausmalliesimerkki. Talotekniikkasuunnittelijat mallintavat kaikki nämä kappaleet tilanvarausmalliin. Arkkitehti voi näitten tilanvarauksien perusteella varata talotekniikalle tarvittavia tiloja ja niitten tilojen sijainnin rakennuksessa (Järvinen 2012, 15.)



Kuvio 2. Tilanvarausmalli (Järvinen 2012, 15.)

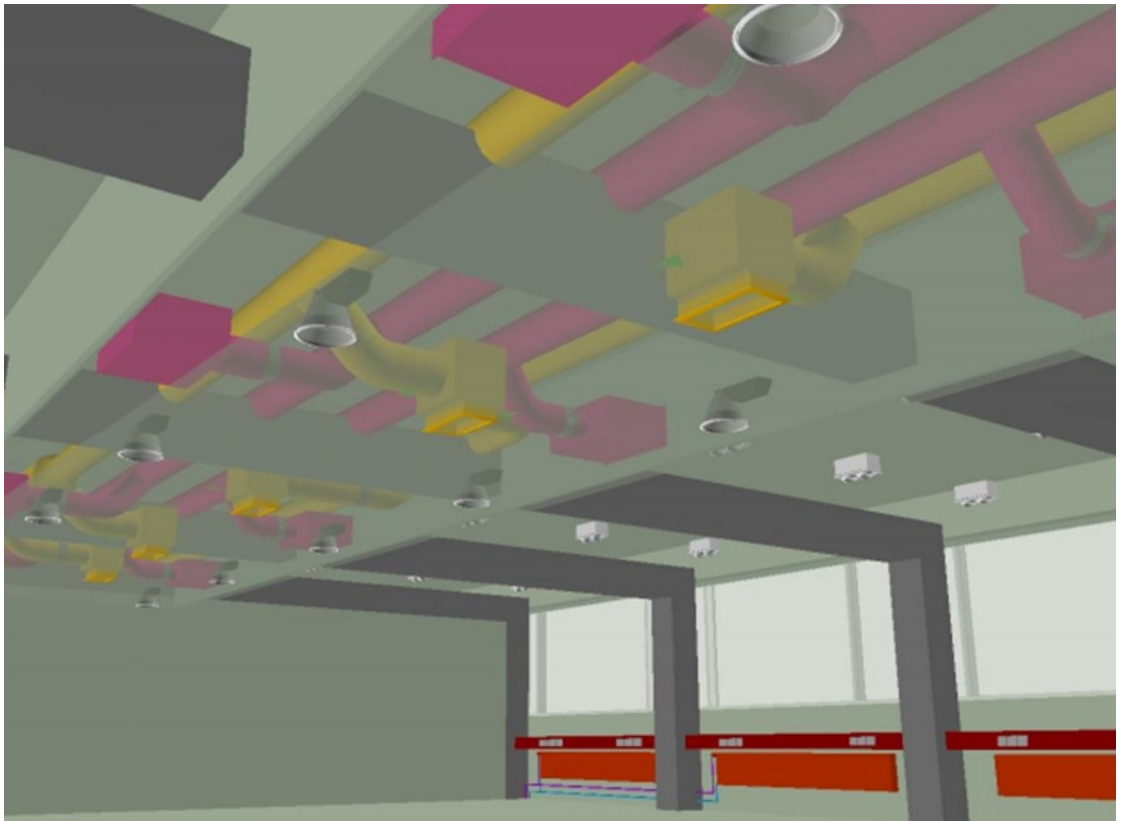
Vaakaasuuntaiset kerrosverkot kuten nimestä voi päätellä käsittelevät kaikki kerroksen vaakaasuuntaiset kanavistojen, putkistojen, kaapelihyllyjen sekä johtokourujen pääreitit. Objektit tulee mallintaa oikean kokoisena ja oikeille sijainneille. Objektien tietosisällölle ei ole asetettu vielä tässä vaiheessa erityisiä vaatimuksia, riittää että ne on esitetty oikean kokoisina ja paikoilla. Päättarkoituksena on havainnollistaa paljonko talotekniikan pääreitit vievät tilaa, mistä ne menevät, sekä havaita mahdollisia

ongelmakohtia kuten törmäyksiä keskenään. 2D-piirustuksista selviää loppu tarvittava tieto kuten miten kanavat tulee kannakoida sekä kanavien asennettavuus ja huolettavuus (Järvinen 2012, 16.)

Tilavarausmallin lisäksi yleissuunnitteluvaiheessa TATE-suunnittelijat tekevät mallihuoneen tai alueen. Katso kuva 4. Mallihuoneesta tai alueesta pitää olla tehty riittävät ARK- ja RAK-suunnitelmat, joiden perusteella TATE mallintaa omat komponentit. Tilaksi on hyvä valita semmoinen tila, joka toistuu monesti rakennuksessa, silloin mallihuoneesta saadaan suurin hyöty. Malliin mallinnetaan kaikki talotekniikka, jolla on tilanvarausta tai toiminnallinen merkitys. Tällaiset ovat esimerkiksi pistorasiat, päätelaitteet, kytkimet yms. (Järvinen 2012, 17-18.) Mallihuone mallinnetaan tarvittavaan tarkkuustasoon, jotta voidaan varmistaa, että kaikki komponentit mahtuvat tilaan.

Yleissuunnitteluvaiheen talotekniikkaan liittyy myös palvelualekaavion teettäminen. Palvelualekaaviossa esitellään ilmanvaihtokoneiden palvelualueet. YTV 2012 määrittää palvelualueen teettämiseen kahta eri tasoa. Taso 1 tarkoittaa, että palvelualueet esitellään perinteisiä dokumentteja käyttäen. Taso 2 tarkoittaa, että arkkitehdin mallia hyödynnetään ja tilaobjektit ryhmitellään yhteen eri palvelualueisiin. Palvelualueet tehdään vähintään ilmanvaihtokoneista mutta YTV 2012 suosittelee että ne tehdään myös seuraaville:

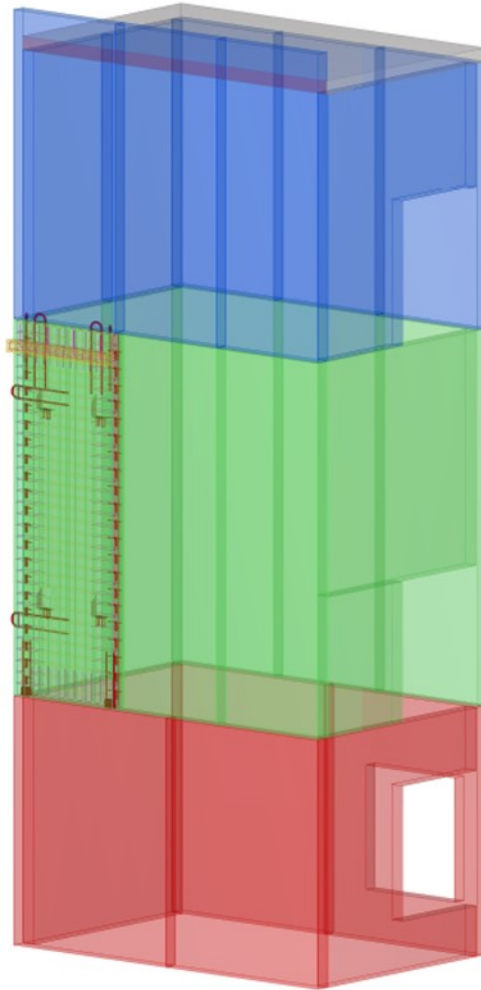
- erillisjäähdytyksen piirissä olevat alueet/huoneet
- tietoverkon palvelualueet
- sähkökeskusten palvelualueet
- energiamittausten palvelualueet. (Järvinen 2012, 18-19.)



Kuvio 3 Esimerkki mallihuone tai alue (Järvinen 2012, 18.)

3.5 Hankintoja palveleva suunnittelu

Hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen tarkoitus on kehittää mallia hankintatarjouspyynnön edellyttämälle tasolle. Mallista tuotetaan tarjouspyyntöasiakirjat, joiden perusteella hankintoja kilpailutetaan. Rakennemallissa esitellään kaikki kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet. Rakenteista on koko, laajuus, ja määrät saatava selville. Kaikki elementit tulee mallintaa geometrialtaan ja sijainniltaan oikein. Tämän lisäksi jokaisesta eri elementtityypistä tehdään tyyppielementti. Tyyppielementin tulee olla geometrialtaan ja sijainniltaan oikein, lisäksi tyyppielementistä tulee esittää liittymät, raudoitukset ja valutarvikkeet. Mallista tulee saada selville määrä jokaisesta elementtityypistä. Näiden tietojen perusteella voidaan kilpailuttaa eri hankintoja. (Kautto 2012, 11.)



Kuvio 4 Esimerkki rakennemallin tarkkuus hankintoja palveleva suunnittelu (Kautto 2012, 12.)

3.6 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallit viedään eteenpäin niin, että niitten sisältämän tiedon tarkkuustaso kasvaa yleissuunnitteluvaiheeseen verraten. Toteutussuunnitteluvaiheessa on tavoitteena viedä suunnitelmat urakkatarjouspyyntöjen edellyttämään tasoon. Koska mallin tarkkuustaso kasvaa, voidaan joutua tekemään isojaakin muutoksia ja on varsin tärkeä, että kaikki suunnittelualat kommunikoivat keskenään ja varmistavat, että niitten ajantasaiset mallit ovat kaikkien saatavilla ja käytettävissä. Tämä edellyttää sen, että ajantasaiset mallit tallennetaan projektipankkiin riittävän tiheästi. YTV 2012 suosittelee, että mallien tallennusväli toteutussuunnitteluvaiheessa on viikoittain (Henttinen 2012a, 17.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa tilaajan tehtävänä on ohjata suunnittelua ja hyväksyä suunnitelmia. Tietomallit helpottavat tätä, koska ne havainnollistavat suunnitelmat ja tehostaa sen kautta kommunikaatiota ja päätöksentekoa. Tietomalleja on mahdollista havainnollistaa korkealla tasolla toteutussuunnitteluvaiheessa. Tämä johtuu siitä, että mallien sisältämä tiedon määrä on riittävä korkeaan tasoiseen havainnollistamiseen. (Henttinen 2012a 18.)

Tietomalleja voidaan toteutussuunnitteluvaiheen aikana hyödyntää määrälaskentaan, kustannusarvioihin ja yhteensovittamiseen. Suunnitelmat tarkastetaan, että ne ovat ristiriidattomia ja ylipäättänsä toteutettavissa. Tämä on pääsuunnittelijan lainvelvollinen velvoite. Tietomallikoordinaattorin tehtävä on auttaa häntä onnistumaan tässä. Suunnitelmat hyväksytään tilaajan puolesta toteutussuunnitteluvaiheen lopussa niin, että ne sisältävät tarvittava tiedon ja ovat sellaisia, että rakennushankeen valmisteluvaihe ja urakkatarjouspyynnöt voi alkaa (Henttinen 2012a 17.)

3.7 Toteumamalli

Toteumamalli on myös tunnettu nimellä as-built-malli. Mallia voidaan hyödyntää esimerkiksi huoltokirjana käytön ja ylläpidon aikana sekä rakennuksen tilanhallintaan. Toteumamalliin tulee päivittää kaikki rakentamisen aikana tehdyt muutokset niin, että malli vastaa rakennettua rakennusta (Henttinen 2012a 20.)

Toteumamallin päivittäminen vaatii monesti eri määrän töitä eri suunnittelualoille. Esimerkiksi YTV:ssä kerrotaan, että rakennesuunnittelijan rakennemalli ohjaa rakennuksen rakentamista ja siksi sen tiedot ovat yleensä jo tarvittavalla tarkkuustasolla toteumamalliin nähden (Kautto 2012 19.) Haastattelu rakennesuunnittelijätietomalliasiantuntijan kanssa tuki tätä tietoa (Kuoppala 2020.)

Talotekniikkatoteumamalli on päivitetty versio järjestelmämallista. Talotekniikkatietomallien päivittäminen taas vie paljon aikaa ja vaatii hyvää yhteistyötä urakoitsijan kanssa. Jos TATE-mallia päivitetään urakoitsijatiedoilla, on urakoitsija ilmoitettava suunnittelijalle valituista tuotteista ja tai muutoksista (Järvinen 2012, 40.) Haastatte-

lussa taloteknisten tietomallisuunnittelija-asiantuntijoiden kanssa tuli ilmi, että yleisin ongelma TATE-toteumamallilla on se, että suunnittelija ei saa tietoa urakoitsialta valituista tuotteista, joten niitä ei voida päivittää (Nylund 2020.)

On kuitenkin toteumamalleissa muistettava mihin tietomallia tullaan hyödyntämään. Sellaista tietoa, jota ei tuota mitään lisäarvoa huoltokirjassa, käyttö ja ylläpidon aikana tai tilanhallinnassa on turha päivittää toteumamalliin. Esimerkiksi raudoituksen päivittäminen tai ylipäättänsä sisältäminen toteumamalliin ei tuota mitään lisäarvoa malliin (Kuoppala 2020.) Yleensä Rakennesuunnittelu ja rakentamista palvelevat mallit ovat liian raskaat ja kompleksiset hyödyntää suoraan käytön ja ylläpidon malleiksi (Henttinen 2012b, 40.)

4 Tietomallinnuksen tarkastuspisteet

Tietomallien tarkastuspisteillä ja laadunvarmistuksella on tarkoitus varmistaa, että tietomallit sisältävät vaatimuksen mukaiset asiat ja että ne ovat käyttötarkoituksiin sopivia. IFC- mallien sisältö on mahdollista tarkastaa kolmesta eri lähtökohdista: Teknisen tietomallisisällön tarkastelu (onko tietomalli muodostettu oikein), Tietomallin tietosisällön tarkastelu (sisältääkö tietomallit vaadittava tiedonsisältöä) ja Suunnitelman sisällön ja laadunarviointi eli törmäystarkasteluita (Kulusjärvi 2012, 3.)

Kerrostalotietomallin laadunvarmistukseen käytetään tarkastuspisteitä, jotka sovi- taan projektin alkuvaiheessa. Tarkastuspisteiden ajankohdat sovitaan yleensä aina projektikohtaisesti. Tarkastuspisteitä pitää sopia aina niin, että niistä saadaan hyötyä, teennäiset tarkastukset eivät ole hyödyllisiä (Skogström 2020.) Tarkastuspisteen ajankohta voi olla esimerkiksi ennen, kun mallista ollaan tuottamassa pääpiirustuksia ja/tai työpiirustuksia. Suunnittelun alkuvaiheessa tarkastuspisteiden ajankohtien laadinnassa on otettava huomioon tilaajan päätöksentekopisteet, tietomallien sisällön riittävyys päätöksentekopistettä varten sekä toimituksen oikea-aikaisuus päätöksentekopisteitä varten (Karjula 2012, 14.)

Tarkastuspisteiden tarkastamiseen tulee varata riittävästi aikaa suunnitelmien tarkistamiseen sekä myös mahdollisiin korjauskierroksiin. Tyypillinen kerrostalo tarkastuspisteen tarkastaminen suunnitteluvaiheesta ja kohteen koosta riippuen voi olla noin kaksi viikkoa (Suokka 2020.) Tästä syystä tulee varmistua siitä, että tarkastuspiste on tarpeellinen ja että se hyödyttää suunnittelua.

Suunnitelmien laadunvarmistus ja yhteensovittaminen ei ole uusia asioita. Suunnitelmien yhteen sovittamista ja laadunvarmistusta on tehty 2D-suunnitelmien kanssa. Perinteisellä 2D-suunnitteluprosessilla voidaan tarkastaa arvioiltaan 5-10% suunnitelmätiedoista, kun IFC-mallien avulla voidaan tarkastaa ja analysoida systemaattisesti noin 40-60% (Kulusjärvi 2012, 3.) Perinteinen suunnitelmien tarkastusprosessi on kuitenkin ollut hidas, työläs ja johtanut moniin epävarmuuksiin etenkin silloin kun suunnitelmiin tehdään muutoksia. Usein käy niin, että ei huomata ristiriitoja suunnitelmassa, kuin vasta työmaalla, jolloin niiden korjaaminen tai uudelleen suunnittelu on usein kallista.

Mallintaminen mahdollistaa sen, että voidaan visuaalisesti nähdä muutoksia ja niiden seurauksia muihin suunnitelmiin. Näin voidaan vaikuttaa ongelmakohtiin jo suunnittelun alkuvaiheessa ja suunnittelun edettäessä. Tietomallinnus myös mahdollistaa sen, että voidaan ajaa tietomalleihin automaattitarkastuksia, joten suunnitelmien tarkistaminen ja yhteen sovittaminen tehostuu (Kulusjärvi 2012, 4.)

Tietomallitarkastuspisteiden tarkastamista on mahdollista tehostaa ja saada kustannustehokkaammaksi. Jos tarkastuspisteiden sisältö ja tarkastettavat asiat saadaan vakiinnutettua, voidaan välttää turhien tarkastuksien tekemisestä ja turhien virheiden korjaamiselta. Tällöin tarkastuspisteen tarkastus ja korjaus syklin aika lyhenisi ja prosessi olisi kustannustehokkaampaa. Jokaisen tarkastuspisteen kohdalla on mietittävä mitä sen tarkoitus on, miten siitä halutaan hyödyntää ja onko asioita, joita voidaan jättää tarkistamatta, jos niistä ei ole hyötyä. Esimerkiksi putken törmäys kevyen väliseinän kanssa. YTV2012:stä löytyy tietomallien sisältövaatimukset arkkitehti-, rakenne-, LVI- sekä sähkötietomalleille. YTV:stä ei kuitenkaan anneta tietomalleille valmiita tarkastusajankohtia, joten niitä on sovittava projektikohtaisesti.

Tarkastamalla kerrostalotietomallihankkeen suunnitteluprosessia ohjausryhmän kanssa, koettiin järkeväksi tehdä ensimmäinen tietomallitarkastus ehdotussuunnitteluvaiheen lopussa. Tarkastuspisteessä yksi tarkastetaan arkkitehdin tekemä tilamallia.

Toiseksi tarkastuspisteeksi valittiin mallikerros, jonka kaikki suunnittelualat mallintavat yleissuunnittelutasoiseksi. Mallikerroksen kautta on mahdollista tarkastella tietomallien yhteensopivuus keskenään ja tarkistella TATE tilanvarauksien ja tekniikan mahtuminen yhdessä arkkitehdin- ja rakennemallin kanssa. Mallikerros on järkevää tehdä, koska tyypillisesti kerrostalohankkeissa kerrokset ovat keskenään samanlaisia.

Tarkastuspiste 3 valittiin ylimmän sekä alimman kerroksen yhdistelmämallin tarkastamiseen. Kerrostalohankkeissa ylin kerros sisältäen vesikatto ja alin kerros, jossa perustukset ovat aina erilaisia, kuin peruskerros. Tästä syystä on hyvä tarkistaa tietomallien yhteensovitusta keskenään. Tarkastuspiste 3. tulee tarkistaa myös yleissuunnittelutasoisena.

Tarkastuspisteeksi 4. valittiin koko rakennuksen yhdistelmämalli toteutussuunnittelutasoisena. Vaikka peruskerros sekä alin ja ylin kerros ovat tarkistettu, usein ei saada vielä poistettua kaikkia virheitä tai ongelmakohtia. Myös suunnittelun edetessä tulee suunnitelmiin muutoksia ja ne voivat vaikuttaa ketjureaktiona muihin suunnitelmiin. Tästä syystä on hyvä tarkistaa koko rakennuksen yhdistelmämalli ja tehdä tarvittavat korjaukset malleihin. Seuraavana tarkastuspisteen jälkeen on tarkistettava TATE ja rakennesuunnitelmien väliset reikävaraukset. Reikävaraukset on hyvä tarkastella yleensä erikseen, että niistä löytyvät tarvittava tieto ja että putket, kanavat ja kaapelit mahtuvat menemään reikävarauksien läpi. Yleensä kun reikävaraussuunnitelmaa tehdään, joudutaan muuttamaan reikävarauksien paikkoja, jolloin myös tekniikka siirtyy. Tästä syystä on hyvä taas tarkistaa koko talon yhdistelmämalli uudestaan eli tarkastuspiste 5.

Tarkastuspisteessä 5. tarkistetaan että kaikki TATE läpiviennit menevät reikävarauksen läpi ja että tekniikan muutoksien takia ei ole syntynyt uusia törmäyksiä rakenteiden tai tekniikan välillä.

Viimeinen valittu tarkastuspiste on as-built-mallin tarkastaminen. As-built-malli on tietomalli, johon on päivitetty kaikki tarpeellinen tieto niin, että tietomalli vastaa rakennettua rakennusta. Varsinkin TATE:n osalta tämä voi vaatia paljon töitä ja edellyttää sen, että urakoitsijalta tulee suunnittelijalle tietoa siitä mitä muutoksia on tehty suunnitelmiin ja mitä tuotteita on rakennuksessa käytetty.

4.1 Tarkastuspisteiden tarkastusprosessi

Tarkastuspisteiden ja ylipäättänsä suunnitelmien tarkastaminen vaatii hyvää yhteistyötä tietomallikoordinaattorin sekä pääsuunnittelijan välillä. Niin kuin on aikaisemmin kerrottu, pääsuunnittelijalla on lain velvoite yhteensovittaa suunnitelmia ja tietomallikoordinaattori voi toiminnallaan merkittävästi auttaa häntä onnistumaan tehtävässään. Tässä työssä haastateltiin kahta pääsuunnittelijaa ja jokaisesta suunnittelualalta (ARK RAK, LVI ja sähkö) BIM osaajia ja tietomallikoordinaattoreita, jotka ovat olleet Rambollin hankkeissa mukana. Pääsuunnittelijoilta kysyttiin miten tietomallikoordinaattori voi toiminnallaan auttaa pääsuunnittelijaa suunnitelmien yhteensovittamisessa? Kysyttiin myös, että onko tietomallien tarkastuksissa sellaisia asioita, johon tulisi kiinnittää erityistä huomiota? Ja onko sellaisia asioita mallien tarkastukseen ja yhteensovittamiseen liittyen, joihin toivoisitte parannusta tai menee hyvin? Tietomallikoordinaattorien ja BIM-osaajien kanssa käytiin läpi jokaisen tarkastuspisteen sisältö, joka oli kasattu ensin YTV:n mukaan ja saatiin poistettua turhat asiat ja lisättiin tarvittaessa olennaisia asioita. Tietomallikoordinaattoreiden ja BIM-osaajien kanssa myös keskusteltiin tarkastusprosessista ja tarkastuspisteiden ajankohdista.

Pääsuunnittelijat kertoivat haastattelussa, että yleensä isoimmat haasteet mallien tarkastuksissa on se, että tarkastuspisteet sovitaan ja lyödään lukkoon suunnittelun alkuvaiheessa, tämä voi johtaa siihen, että välttämättä kaikki suunnittelualat eivät saa omia tietomalleja tarkastuspisteeseen edellyttämään tasoon. Pääsuunnittelijat toivoisivat tietomallikoordinaattorin ja pääsuunnittelijan välille keskustelua jo hyvissä ajoin ennen tarkastuspistettä, että ovatko mallit sisällöltään tarkastuspisteen tasoisia ja onko mallia järkevää tarkastaa vai onko mahdollista siirtää tarkastuspistettä eteen-

päin viikolla niin, että siihen saadaan tarvittavat mallit mukaan. Koska yhden tietomallin tarkastuspisteen läpikäyminen vie aikaan noin kaksi viikkoa, teennäisiä tarkastuksia, josta ei ole hyötyä tulee välttää (Skogström, Suokka 2012.)

Pääsuunnittelija myös koki tärkeäksi saada tarkastuspisteet asetettua niin ja sisällöltä niin, että ne tarkistavat olennaista asiaa. Jos tarkastuspisteen kohdalla tarkistetaan sellaista asiaa, jolla ei ole väliä tulee tarkastuspisteen kautta paljon virheilmoituksia, joiden läpikäyminen vie paljon aikaa ja voi olennaisen asian läpikäynti jäädä vajaaksi (Skogström, Suokka 2012.)

Pääsuunnittelijat kokivat ison hyödyn siitä, jos tietomallikoordinaattorilla on osaa mista rakenneteknisistä sekä taloteknisistä asioista, jolloin hän pystyy löytämään ne olennaiset virheet ja tarkistettavat asiat. Pääsuunnittelijat kokivat, että tarkastuspisteiden ajankohdat ja kulku/prosessi olivat hyviä mutta tarkastuspisteistä pitäisi saada tarkistettu vain olennaista asiaa ja toivoivat joustavuutta siinä, että tarkastuspisteen ajankohta voitaisi tarvittaessa siirtää, jolloin tarkastuspisteestä saataisi maksimaalinen hyöty (Skogström, Suokka 2012.)

5 Tarkastuspiste 1

Tarkastuspiste 1 on ehdotussuunnittelun jälkeen ennen yleissuunnittelun aloittamista. Ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehti on ainut suunnitteluala, jolla on mallinnusvaatimuksia. Ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehti, rakennesuunnittelija ja tilaaja käyvät läpi vaihtoehtoisia ratkaisuja ja valitsevat niistä toimivimman. Malli sisältää tässä vaiheessa arkkitehdin mallintamat tilat sekä rakenneosat.

YTV2012 mukaan ehdotussuunnitteluvaiheen lopussa mallia käytetään seuraaviin tarkoituksiin: Mallista on saatava rakennusosien määräluettelo, tilaluettelo tai tilaluetteloita, rakennuksen laajuustietoja, tilaryhmien jaottelut ja hyötysuhteet, simulointiaineisto ja energialuokkatavoitteet, visualisointiaineisto sekä massoittelu ja rakennuksen sijainti tontilla (Henttinen 2012b, 16.)

Haastattelussa pääsuunnittelijan kanssa tuli ilmi, että kun arkkitehdin mallia tarkistetaan, on huomioitava se, että mihin tarkoitukseen mallia tullaan käyttämään ja sen perusteella tarkastaa malli. Esimerkkinä tuli, että jos tietomallia ei tulla käyttämään varsinkin alkumallinnusvaiheissa määrälaskentaan, niin ei ole tarkoituksen mukaista tarkistaa, että kaikki seinäkulmaliittymät ovat oikein mallinnettu. Tämä voi joissakin tapauksissa vain kuormittaa oleellisen asian esiin tuomista ja pidentää tarkastusprosessia (Skogström, Suokka 2012.)

Arkkitehdin mallissa seinätyyppien on oltava jaettu vähintään ulko- ja väliseiniin, jotta tietomallia voidaan käyttää erilaisissa analyyseissa ja simuloinneissa. Energia-simulointeja varten on malliin mallinnettava ikkunat. Ikkunan koon on oltava oikein mutta sen sijainnilla ei ole merkitystä kuhan se on suuntaa antava (Henttinen 2012b, 12.) Rakennuksen kantavat rakenteet kuten kantavat seinät, välipohjarakenteet, sekä yläpohjarakenteet kuuluvat pakollisiin runko-osiin arkkitehdin mallissa ja tulee mallintaa tasoon 1.

Muut runko-osat kuten pilarit, palkit, portaat ja lepotasot sekä väestönsuojan lattia, seinät ja katto kuuluvat valinnaisiin osiin, jotka voidaan sisällyttää malliin tarvittaessa. Jos osat mallinnetaan, ne tullaan mallintamaan tasoon 1 (Henttinen 2012b, 23.) Taso 1. tarkoittaa että mallia tullaan käyttämään suunnittelijoiden väliseen kommunikointiin ja yhteensovittamiseen. Rakennusosien geometrian ja sijainnin tulee olla mallinnettu vaatimuksen mukaisesti ja niiden tulee olla nimetty kuvaavasti. Vesikat-torakenne kuuluu myös pakollisiin tehtäviin ja se tulee olla mallinnettu tasoon 1. (Henttinen 2012b, 7.)

Rakennuksen tilaosista tulee olla mallinnettu kevyet väliseinät tasoon 1. Muut tilaosat kuten lasiväliseinät, väliovet ja tilaportaat ja lepotasot kuuluvat valinnaisiin osiin. Jos niitä mallinnetaan, niiden tulee olla mallinnettu tasoon 1. (Henttinen 2012b, 24.)

Rakennuksen laajuustiedoista täytyy vähintään olla mallinnettu rakennuksen brutto-ala ja tilojen huoneala. Muut laajuustiedot kuten tontin pinta-ala, kerrostasoalat, huoneistojen alat sekä tilaryhmien alat kuuluvat valinnaisiin ja voidaan tarvittaessa sisällyttää malliin. Kaikki laajuustiedot tulee olla mallinnettu rakennukseen tasoon 2.

Huoneala on yksittäisen tilan pinta-ala, josta on vähennetty tilassa olevia objekteja kuten pilarit, kantavat seinät ja hormien pinta-alat. Huoneala rajautuu tilan seinien sisäpintaan. Bruttoalalla tarkoitetaan yhden kerroksen pinta-alaa, joka rajautuu kerroksen ulkoseinien ulkopintaan ja on suunnitellun kerroksen korkuinen. Bruttoalasta ei tehdä vähennyksiä ja sitä käytetään tila-analyysissä, josta voidaan havaita, onko mallissa esimerkiksi päällekkäisiä tiloja tai puuttuvia tiloja. Tilat ja tilavuudet tulee olla mallinnettu kolmiulotteisesti ja niitten pinta-alat ja tilavuudet pitää pystyä laskemaan tilan geometriasta. Pinta-alat ja tilavuudet tulee olla mallinnettu noudattaen standardien SFS 5139 (RT12-11955) ja SFS 2460 (RT120.12) määräyksiä (Henttinen 2012b, 15.)

Tilojen mallintaminen on tehtävä huolellisesti, kun niitä käytetään moneen tarkoitukseen koko tietomalliprosessin aikana. Jokaisen tilan yli 0.5m² tulee olla mallinnettu kolmiulotteisesti. Tilojen tulee olla jaettu tilaohjelman mukaisesti esim. makuuhuone, porrashuone, olohuone, keittiö, yms. Tilat tulee mallintaa yksittäisiin tiloihin, vaikka ne olisivatkin osa yhtä isompaa tilaa. On tärkeä, etteivät samalaiset tilatyypit leikkaa toisia yhtään. Esimerkiksi keittiötila ei saa mennä päällekkäin olohuoneen tilan kanssa. Kuitenkin eri tilatyypit kuten bruttoala ja yksittäinen tila saavat olla päällekkäin. Tilojen muutokseen on kiinnitettävä huomiota, aina kun tilaan tehdään muutoksia, sitä on päivitettävä. Simulointiin vaaditaan, että tilan rajat ovat yhtenäisiä sitä ympäröivien komponenttien kanssa. Minimivaatimus on, että siirrettäessä IFC-muotoon tilan tunniste ja käyttötarkoitus siirtyvät mukana (Henttinen 2012b, 12-14.)

Tarkastuspisteen 1 tarkastuslista löytyy liitteestä 1.

6 Tarkastuspiste 2

Tarkastuspisteessä 2 asuinkerrostalon tietomallista valitaan yksi kerros, joka nimitetään mallikerrokseksi. Mallikerrokseksi on syytä valita kerros, joka on haastavin toteuttaa. Mallikerros mallinnetaan kokonaisuudessa yleissuunnittelutasoon jokaisen

suunnittelualan osalta. Jokainen suunnitteluala toimittaa vaatimusten mukaan mallinnetun kerroksen kokonaisuudessaan tietomallikoordinaattorille. Tietomallikoordinaattori yhdistää tietomallit yhteen yhdistelmämalliksi.

Yhdistelmämallista tarkastetaan, että kaikkien koordinaatit ovat oikein ja kaikki tekniikan, tilanvarauksien ja rakenteiden yhteensopivuus. Koska asuinkerrostaloissa kerrokset yleensä toistuvat samanlaisina, voidaan suorittaa mallikerrokselle laadunvarmistustarkastus ja olettaa, että muutkin kerrokset voidaan mallintaa samalla tavalla ilman erillisiä kerroskohtaisia yhdistelmätarkastuksia. Joissakin tapauksissa on syytä tehdä kaksi mallikerrosta, jos asuinkerrostalon kerroksissa on selvästi kaksi erilaista kerrostyyppiä. Tarkistamalla mallikerroksen yhdistelmämallin voidaan tarkastaa miten TATE tekniikka mahtuu keskenään, sekä kantavien rakenteiden kanssa. Yleissuunnitteluvaiheessa tehdään vähintään visuaalinen törmäystarkastelu rakenteiden ja järjestelmien tilantarpeiden välillä (Henttinen 2012a, 16.)

Mallien keskinäisissä törmäystarkasteluissa on pyrittävä vähentämään turhien törmäyksien määrä. Turha törmäys voi olla esimerkiksi putken törmäys väliseinän kanssa, joka tapahtuu monta kertaa yhdessä tarkastuksessa, mutta ei vaadi toimenpiteitä. Myös arkkitehtimallin seinien ja LVI-mallin putkien väliset törmäykset voidaan jättää tarkastamatta, sillä reikävaraukset tehdään yleensä vain rakennemalliin (Kulujärvi 2012, 17.)

Mallin virheettömyys on jo yleissuunnitteluvaiheessa tärkeä, sillä voidaan varmistua suunnitelmien laadusta sekä voidaan luottaa esim. määrälaskenta tuloksiin. Mallia voidaan tässä vaiheessa saada tietoa esim. määristä ja pinta-aloista. Koska malli on kolmiulotteinen se havainnollistaa paremmin ja suunnitteluvirheitä on helpompi tunnistaa sekä niihin reagoida (Henttinen 2012a, 17.)

6.1 ARK

Arkkitehti tarvitsee rakennesuunnittelijalta ulkovaipan U-arvot ja rakennetyypit ja talotekniikkasuunnittelijalta alustavat tilavaatimukset lähtötiedoiksi rakenneosamalliin.

Arkkitehdin yleissuunnittelumalli suurimmaksi osaksi mallinnetaan toteutussuunnittelutasoiseksi. Erovaisuuksia toteutussuunnittelusta on, että mallin komponentit voivat olla liittymämitoilla eli esim. Ikkunoissa ja ovissa ei tarvitse mallintaa asennusvaroja. Kuitenkin valmiissa rakennusosamallissa on oltava mallinnettu asennusvarat, joten ne voidaan mallintaa jo yleissuunnitteluvaiheessa. Tietomalliselostukseen on ilmoitettava käytetty mallinnustapa. Tiloissa ei tarvitse vielä ilmoittaa pintojen materiaalitietoja eikä myöskään ikkunoiden ja ovien tyyppitietoja tarvitse ilmoittaa. Eri ovi- ja ikkunaperustyytit kuten esimerkiksi palo-ovi yms. pitää ilmoittaa. Rakenneosille on oltava annettu karkeat tyyppimäärittelyt ja jaettu ulkoseiniin, kantaviin seiniin ja kevyt sisäseiniin. Talo2000-nimikkeistön kaltaiset tyyppimerkinnot ovat pakollisia ilmoittaa (Henttinen 2012b, 17.)

Arkkitehdin malliin tulee mallintaa kaikki runko-osat kuten pilarit, palkit, kantavat seinät ja välipohjarakenteet. Mallinnustaso pääsääntöisesti runko-osille on taso 1. Ainoastaan kantavat seinät tulee olla mallinnettu tasoon 2. Seinät, laatat, pilarit ja palkit pitää olla mallinnettu oikeilla työkaluilla. Joissakin poikkeuksellisissa tapauksissa niitä voidaan mallintaa muilla työkaluilla mutta ne tulee määrittää oikeiksi. Esimerkiksi jos pilaria ei voida toteuttaa pilarityökalulla, se voidaan mallintaa osaksi ja määrittää pilariksi. Seinät ja pilarit on oltava mallinnettu alapuolisen laatan yläpinnasta ja yläpuolisen holvin alareunaan. Laatat eivät saa mennä seinien sisään vaan päättyvät ulkoseinien sisäpintaan. Näin saadaan määrä- ja kustannuslaskennasta luotettavia tuloksia. Ikkunat ja ovet tulee olla mallinnettu niin, että ne ovat kytketty seinään ja tilaan, jossa ne sijaitsevat. Rakennusosissa on tärkeää, että niitten tyyppitiedot siirtyvät myös IFC muotoon (Henttinen 2012b, 17-24.)

Liitteessä 2 on tarkastuslista ja sisällön vaatimukset arkkitehdin mallille tarkastuspisteiden kohdalla.

6.2 RAK

Tarkastuspisteessä 2 rakennesuunnittelu malli tulee sisältää kaikki kantavat rakenneosat kuten kantavat seinät, pilarit, palkit ja välipohjarakenteet sekä ulkotasot kuten parvekkeet tulee olla mallinnettu niin, että ne ovat perusgeometrian ja sisällön osalta

oikein. Julkisivun ulkoseinät eivät ole pakollisia mallintaa (Kautto 2012, liite1.) Kuitenkin julkisivut ovat yleensä osana ulkoseinärakennetta elementtien ulkokuorena, joten ne yleensä mallinnetaan kerrostalotietomallihankkeissa (Kuoppala 2020.)

Mallissa tulee olla kerrostiedot määritetty niin, että ne myös siirtyvät IFC-tiedostoihin. (Kautto 2012, 6.) Rakenneosat tulee olla myös määritetty kerroksittain. Rakennemallista tarkastetaan, että kantavat rakenteet ja niissä olevat aukot vastaavat niitä, jotka ovat arkkitehdin mallissa. Aukkojen tulee olla samoilla paikoilla ja jos on merkittäviä poikkeamia, ne tulee merkitä ylös ja käydä yhdessä arkkitehdin kanssa läpi.

Rakennemallissa on oleellista, että kaikki rakenneosat ja komponentit ovat nimetty oikealaisesti ja että ne ovat mallinnettu oikeilla työkaluilla. Näin pystytään erottamaan ja tunnistamaan erilaiset rakenneosat toisista. IFC-malleissa komponentit tunnistetaan ja erotellaan toisista sillä työkalulla, jolla se on mallinnettu, siksi on tärkeää, että mallintamisessa on käytetty oikeaa työkalua. Mallista tulee myös tarkistaa, että rakenteiden nimeäminen on johdonmukainen (Kulusjärvi 2012, 14-16.)

Mallissa ei saa olla ylimääräisiä tai tupla rakenneosia eikä siinä saa olla merkittäviä rakennusosien välisiä leikkauksia. Yleensä määrälaskentaa tehdään rakennemallista, joten on tärkeä, että nämä asiat ovat oikein. Rakennemallissa tulee olla vaatimusten mukaiset rakenneosat mallinnettu (Kulusjärvi 2012, 24.)

Rakennemalliin sisältövaatimukset sekä tarkastuslista löytyvät liitteestä 2.

6.3 Sähkö

Sähkötietomalli tarkastus pisteessä 2 tehdään koko mallikerroksesta ns. mallihuone. Yleissuunnitteluvaiheessa vaakasuuntaisten kerrosverkostojen lisäksi mallikerrokseen mallinnetaan kaikki sähkötekniikka, jolla on tilavaraus tai toiminnallinen merkitys. (Järvinen 2012, 16-18.) Mallikerroksen sähkötietomallin tulee sisältää kaikki komponentit, jotka ovat luettuina liitteessä 2 sähkötietomallin sisällön vaatimuksien alla. Tässä vaiheessa tiedon sisällölle eli tyyppitiedot ei vaadita, mutta komponentit tulee

olla mallinnettu oikeilla työkaluilla ja oltava suurin piirtein oikeankokoisia. Kannakkeiden eikä asennuskaapeleiden tai putkistojen 3D-mallinnusta vaadita (Hoskari 2020.)

Sähkömallista tarkastetaan, että kerros on määritetty oikein, komponentit on määritetty kerroksittain ja ne ovat oikeilla työkaluilla muodostettu, malli ei sisällä sisäkkäisiä/tupla komponentteja, komponentit eivät merkittävästi leikkaa toisia ja etteivät komponentit leikkaa tai törmää merkittävästi LVI-mallin komponenttien tai kantavien rakenteiden kanssa (Kulusjärvi 2012, 23.)

6.4 LVI

LVI-malli tarkastuspisteessä 2 tulee olla mallihuoneen tasoinen. Kuten sähkömallissa LVI-mallista tehdään koko mallikerroksen laajuudelta mallihuone. Mallin tulee olla mallinnettu yleissuunnittelutasoon. Yleissuunnittelutasoiseen LVI-malliin tulee yleensä mallintaa putkistojen puolesta runkoputkistot (ilmaisemassa reittiä), lämmönjakokeskus (arvioitu tilanvaraus), vedenjäähdytyskone (arvioitu tilanvaraus), vesikatolle ja julkisivuille tulevat laitteet ja komponentit, muut pääkoneikot sekä runkoviemärit ilman kaatoa (ilmaisemassa reittiä). Ilmanvaihdon puolesta yleissuunnitteluvaiheessa tulee mallintaa runkokanavistot (ilmaisemassa reittiä), koteloidut IV-koneet (arvioitu sijainti ja ulkomitat), huippuimurit (arvioitu sijainti ja ulkomitat), ulospuhallushajottajat (arvioitu sijainti ja ulkomitat) sekä ulkosäleiköt (arvioitu sijainti ja ulkomitat) (Järvinen 2012, liite1. 3-7.)

Mallikerros tulee kuitenkin mallintaa vain kyseisen päätetyn kerroksen osalta, joten osa vaatimuksiin kuuluvista laitteista ei tarvitse mallintaa, jos ne eivät sijaitse kyseisessä kerroksessa. Koska mallikerroksessa noudatetaan samoja sääntöjä kuin YTV2012:ssä avatussa mallihuoneessa, siihen tulee mallintaa kaikki tekniikka, jolla on tilan varaus tai toiminnallinen merkitys (Järvinen 2012 17-18.)

Tämä käytännössä tarkoittaa, että edellä mainittujen vaakakerrosverkostoiden lisäksi tulee mallintaa esimerkiksi päätelaitteet, lämmityspatterit, kytkentäkanavistot yms. Komponentit tulee mallintaa oikeankokoisina +-5mm ja oikeilla työkaluilla, jotta ne

ovat tunnistettavissa ja voidaan tehdä yhteensopivuustarkastelu muitten suunnittelualojen kanssa. Malleissa tulee myös käyttää annettuja värikoodeja, jotka myös siirtyvät IFC-muotoon. Mallinnusosissa tulee myös olla tieto, jolla voi erottaa saman suunnitteluosapuolen mallinnusosaryhmät. Näitten tarkoituksen on helpottaa eri rakennosien ja komponenttien tunnistamista (Henttinen 2012c, 10.)

7 Tarkastuspiste 3

Tarkastuspisteen 3 tarkoituksena on tarkistaa ylimmän sekä alimman kerroksen yhdistelmämalli. Yleensä asuinkerrostalossa alin kerros sekä ylin kerros eivät ole samankaltaisia kuin keskimmäiset asuinkerrokset. Kerroksissa saattavat olla ja yleensä on erilaiset tilat kuin asuinkerroksissa esimerkiksi väestönsuojat, varastot ja tai IV-konehuoneet. Tästä syystä ei voida olettaa, että niiden tarkastus hoituisi samalla tarkastuksella kuin Mallikerros. Pääsuunnittelijat kertoivat haastattelussa, että vaikka mallikerroksen tarkastus tehtiin, oli vielä paljon tarkistettavaa ja ”jumppaamista” ylimmän ja alimman kerroksien osalta (Skogström, Suokka 2012.)

Ylimmässä ja alimmassa kerroksissa tarkastetaan kuitenkin paljon samoja asioita, kun mallikerroksesta koska molemmat mallinnetaan yleissuunnittelutasoon, erona on, että niissä yleensä on enemmän asioita tarkastettavana kuten konehuoneet, perustukset, vesikatko yms.

Tarkistamalla ylimmän ja alimman kerroksien yhdistelmämallit voidaan varmistua, että TATE-tekniikka mahtuu ilman törmäyksiä keskenään sekä kantavien rakenteiden kanssa. Yleissuunnitteluvaiheessa tehdään vähintään visuaalinen törmäystarkastelu rakenteiden ja järjestelmien tilantarpeiden välillä (Henttinen 2012a, 16.)

Mallin virheetömyys on jo yleissuunnitteluvaiheessa tärkeä, sillä voidaan varmistua suunnitelmien laadusta sekä voidaan luottaa esim. määrälaskentatuloksiin. Mallista voidaan tässä vaiheessa saada tietoa esim. määristä ja pinta-aloista. Koska malli on kolmiulotteinen se havainnollistaa paremmin ja suunnitteluvirheitä on helpompi tunnistaa sekä niihin reagoida (Henttinen 2012a, 17.)

7.1 ARK

Arkkitehdin alimman ja ylimmän kerroksen mallia koskee samat säännöt ja vaatimukset, kuin mallikerroksessakin. Ylimmän ja alimman kerroksien yleissuunnittelumalli suurimmaksi osaksi mallinetaan toteutussuunnittelutasoiseksi. Eroavaisuuksia toteutussuunnittelusta on kuten käytiin aikaisemmassakin kappaleessa: mallin komponentit voivat olla liittymämitoilla, tiloissa ei tarvitse vielä ilmoittaa pintojen materiaalitietoja eikä myöskään ikkunoiden ja ovien tyyppitietoja. Näissäkin malleissa on oltava eri ovi- ja ikkunaperustyyppit kuten esimerkiksi palo-ovi ilmoitettu. Rakenneosille on oltava annettu karkeat tyyppimäärittelyt ja jaettu ulkoseiniin, kantaviin seiniin ja kevyt sisäseiniin.

Arkkitehdin ylimmän ja alimman kerroksen malliin tulee mallintaa kaikki runko-osat kuten pilarit, palkit, kantavat seinät ja välipohjarakenteet kuten mallikerroksessa. Näitten lisäksi alimman kerroksen malli tulee sisältää perusmuurit ja alapohjalaatta mallinnettu tasoon 1. Yleisemmin alimpaan kerrokseen kuuluu myös väestönsuoja, jos semmoinen tulee hankkeeseen alimman kerroksen mallissa tulee olla esitetty: väestönsuojan seinät, lattia ja katto mallinnettu tasoon 1. Väestönsuojasta tulee myös mallintaa sen sulkutila, hätäpoistumiskäytävä tai aukko sekä suojaovet ja -luukku myös tasoon 1. Valinnaisiin mallinnus tehtäviin kuuluvat esimerkiksi väestönsuojatikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojahäkki. Mallinnustaso pääsääntöisesti runko-osille on taso 1. Ainoastaan kantavat seinät sekä julkisivun ulkoseinät tulee olla mallinnettu tasoon 2.

Ylimmän kerroksen mallissa tulee edellä mainittujen runko-osien lisäksi mallintaa vesikatto. Vesikaton pakollisiin mallinnusvaatimuksiin kuuluvat vesikattorakenne, yläpohjan palo-osastointi sekä luukut. Lisäksi valinnaisiin tehtäviin kuuluvat räystäärakenteet kattokaivot sekä vesikattorakenteet. Kaikki edellä mainitut tulee olla mallinnettu tasoon 1. Jos kattorakenteisiin kuuluu lasikattorakenteita tai kattoikkunoita ne sekä niitten seinämäiset juurirakenteet tulee olla mallissa mallinnettu tasoon 1. Tarkempi lista arkkitehdin mallinnusvaatimuksista tarkastuspisteessä 3. löytyy liitteestä 3.

7.2 RAK

Rakennesuunnittelijan ylimmän ja alimman kerroksenmalli tulee sisältää monia samoja osia, kuin mallikerroksessa. Kaikki kantavat rakenneosat kuten kantavat seinät, pilarit, palkit, välipohjarakenteet sekä ulkotasot ja parvekkeet tulee olla mallissa ja mallinnettu niin, että ne ovat perusgeometrian ja sisällön osalta oikein. Julkisivun ulkoseinät eivät ole pakollisia mallintaa mutta kuten on aikaisemmin mainittu ne yleensä kuuluvat asuinkerrostalohankkeissa ulkoseinään, joten niitä mallinnetaan. (Kautto 2012, liite1.)

Lisäksi alimman kerroksen rakennemallissa tulee olla perustuksien osalta mallinnettu perusmuurit, anturat, peruspilarit sekä peruspalkit. Alapohjarakenteesta tulee olla mallinnettu alapohjalaatta. Jos hanke sisältää väestönsuojan sen rakenteet tulee olla mallinnettu. Paaluja ei tarvitse vielä yleissuunnitteluvaiheessa mallintaa. Ylimmän kerroksen malliin tulee sisältää kantavien rakenteiden lisäksi yläpohjarakenne sekä lasikattorakenteiden kantavat rakenteet perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein. YTV: mukaan yleissuunnitteluvaiheessa verikattorakenteen sekä räystäsrakenteiden mallintamisesta on sovittava projektikohtaisesti (Kautto 2012, liite1.) Haastattelussa ilmeni kuitenkin, että vesikattorakenteet tulee mallintaa aina ja, että räystäsrakenteet mallinnetaan yleensä vain silloin kun ne vaativat erillistä rakennesuunnittelua (Kuoppala 2020.)

Rakennemalliin mallinnettavat osat yleissuunnitteluvaiheessa tulee olla mallinnettu perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein. Kuten mallikerroksessa mallissa tulee olla kerrostiedot määritetty niin, että ne myös siirtyvät IFC-tiedostoihin. (Kautto 2012, 6.) Rakenneosat tulee olla myös määritetty kerroksittain niin, että tiedot siirtyvät IFC-muotoon. Ylimmän ja alimman kerroksen rakennemallista myös tarkastetaan, että kantavat rakenteet ja niissä olevat aukot vastaavat niitä, jotka ovat arkkitehdin mallissa. Aukkojen tulee olla samoilla paikoilla. Rakennemallissa on oleellista, että kaikki rakenneosat ja komponentit ovat nimetty oikein ja että ne on mallinnettu oikeilla työkaluilla. Näin pystytään erottamaan ja tunnistamaan erilaiset rakenneosat toisista. Mallista tulee myös tarkistaa, että rakenteiden nimeäminen on johdonmukainen (Kulusjärvi 2012, 14-16.)

Tarkastuspiste 3 rakennesuunnittelun mallinnusvaatimukset löytyvät liitteestä 3.

7.3 Sähkö

Sähkötietomalli tarkastuspisteessä 3. eroaa paljon tarkastuspisteestä 2. vaikka molemmat onkin mallinnettu yleissuunnittelutasoon. Tarkastuspisteessä 3. tarkastetaan ylimmän ja alimman kerroksen yhdistelmämallit. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkötietomallia ei tarvitse mallintaa mallikerroksen tarkkuudella vaan vain ne asiat, jotka ovat kuuluvat pakollisiin vaatimuksiin YTV:n mukaan. Sähkötietomallin tarkoitus yleissuunnitteluvaiheessa on saada tekniikalle varattu riittävät tilantarpeet. Teknisten tilojen asennustila ja laitteiden vaatimat huoltoalueet on myös otettava huomioon. Tilanvaraukset jaetaan YTV:ssä kahteen osaan: tilanvaraukset, tilat ja vaakasuuntaiset kerrosverkostot (Järvinen 2012, 15.)

Sähkösuunnittelijan tilanvarauksiin tulevat tilat ovat esim. muuntamot ja keskustilat. tiloiksi luokiteltavat alueet YTV:n mukaan ovat sellaisia, jotka ovat varattu lattiasta kattoon TATE - teknisille järjestelmille. (Järvinen 2012, 15.)

Vaakasuuntaisiin kerrosverkostoihin kuuluvat sähkön osalta kaapelihyllyjen ja johtokourujen pääreitit. Pääreitit tulee mallintaa käyttäen oikeata mallinnustyökalua ja niitten tarkoitus on esittää pääreitit sekä niitten sijainti. Yleissuunnitteluvaiheessa tarkastetaan, paljonko pitää sähköpääreiteille varata tilaa sekä tarkastetaan, syntyykö pääreittien osalta merkittäviä törmäyksiä LVI, RAK tai muu sähkötekniikan kanssa. (Järvinen 2012, 16.)

Tarkempi lista sähkömallinnusvaatimuksista tarkastuspiste 3. löytyy liitteestä 3.

7.4 LVI

Kuten sähkömallissa LVI-mallista tehdään ylimmästä ja alimmasta kerroksesta malli mutta sen ei tarvitse sisältää samoja asioita, kuin mallikerroksessa. Mallin tulee olla mallinnettu yleissuunnittelutasoon. Yleissuunnittelutasoiseen LVI-malliin tulee

yleensä mallintaa putkistojen puolesta runkoputkistot (ilmaisemassa reittiä), lämmönjakokeskus (arvioitu tilanvaraus), vedenjäähdytyskone (arvioitu tilanvaraus), vesikatolle ja julkisivuille tulevat laitteet ja komponentit, muut pääkoneikot sekä runkoviemärit (ilmaisemassa reittiä). Ilmanvaihdon puolesta yleissuunnitteluvaiheessa tulee mallintaa runkokanavistot (ilmaisemassa reittiä), IV-koneet (arvioitu sijainti ja ulkomitat), huippuimurit (arvioitu sijainti ja ulkomitat), ulospuhallushajottajat (arvioitu sijainti ja ulkomitat) sekä ulkosäleiköt (arvioitu sijainti ja ulkomitat) (Järvinen 2012, liite1. 3-7.)

Pääreitit tulee mallintaa käyttäen oikeata mallinnustyökalua ja niitten tarkoitus on esittää pääreitit sekä niitten sijainti. Yleissuunnitteluvaiheessa tarkastetaan paljoko pitää LVI pääreiteille varata tilaa sekä tarkastetaan, syntykö pääreittien osalta merkittäviä törmäyksiä keskenään tai muitten suunnittelualojen mallien kanssa. (Järvinen 2012, 16.) Tärkeämpänä asiana on varmistaa yhteensopivuus keskenään sekä rakennesuunnittelijan kantavien rakenteiden kanssa, millä vältetään ristiriitoja ja ongelmia myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Tarkempi lista LVI-mallin sisältövaatimuksista löytyy liitteestä 3.

8 Tarkastuspiste 4

Tarkastuspisteen 4 tarkoitus on tehdä koko rakennuksesta yhdistelmämalli, jossa tarkastetaan arkkitehdin, rakennesuunnittelijan sähkösuunnittelijan sekä Lvi-suunnittelijan mallien yhteensopivuus. Mallin sisältövaatimukset kasvavat huomattavasti, kun yleissuunnitteluvaiheen suunnitelmat tarkennetaan urakkatarjouspyyntöjen edellyttämään tarkkuustasoon. Kaikki hankkeeseen tehtävät mallit tarkennetaan yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla (Henttinen 2012a, 17.)

Yhdistelmämallilla voidaan havainnollistaa kohdetta ja tarkastetaan kaikkien mallien ja suunnitelmien yhteensopivuutta. Tarkastuspisteen 4. kohdalla on tarkoitus tarkistaa koko talon yhdistelmämallin koostuen ARK-, RAK-, Sähkö- ja LVI-tietomalleista. Mallit tulee sisältää mallinnusvaatimuksien mukaiset objekti sekä tyyppitiedot. Tässä tarkastuspisteessä ei vielä tarkasteta TATE-tekniikan reikävarauksia, tämä tehdään

vasta tarkastuspisteessä 5. Koska Tarkastuksessa ei on reikävarauksia ei ole syytä tarkastaa talotekniikan putkien, kanavien, yms. törmäyksiä seinien ja laattojen välillä. tällöin voidaan vähentää turhien ilmoitusten määrää törmäystarkasteluissa.

8.1 ARK

Arkkitehdin rakenneosamallin on toteutussuunnitteluvaiheessa sisällettävä kaikki rakennusosat siinä muodossa, kuin niitä tullaan toteuttamaan. Malli tulee olla mittatarkka mallinnusohjeiden mukaisesti. (Henttinen 2012a, 17.) Esim. arkkitehdin mallissa tulee toteutusvaiheensuunnittelussa käyttää jo nimellismittoja eli asennusvarat otetaan huomioon (Henttinen 2012a, 8.) Arkkitehdin mallia käytetään pohjana kaikkien muitten suunnittelualojen malleille sekä sitä käytetään määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa (Henttinen 2012a, 17.)

Arkkitehdin mallia hyödynnetään, rakennusosien esim. ikkunoiden ja ovien määräluetteloiden laatimiseen, tilaluettelon laatimiseen, laajuustietojen keräämiseen, simulointiaineistoon, visuaaliaineistoon, työmaa ja aikatauluohjaukseen sekä havainnollistamiseen. Siitä voidaan myös saada tietoa tilaryhmien jaottelusta ja energialuokkavoitteista (Henttinen 2012b, 20-21.) Tämän takia on oleellista tehdä laadun sekä sisältövaatimusten tarkastus, jotta tulokset olisivat luotettavia.

Tyypillisesti toteutussuunnitteluvaiheessa arkkitehdin mallista pitää myös saada tuotettua seuraavat piirustukset: pääpiirustukset ja työpiirustukset, pohjat, leikkaukset (kaavio), julkisivut (kaavio) ja tarpeelliset detaljikuvat (Henttinen 2012b, 20.) Lähtökohtaisesti arkkitehti mallintaa tasoon 1. ja 2. mutta voidaan joissakin tapauksissa mallintaa tasoon 3. (Henttinen 2012b, 17.) Tarkempi lista arkkitehdin mallinnusvaatimuksista sekä tarkastettavista asioista löytyy liitteestä 4.

8.2 RAK

Rakennesuunnittelijan tietomalli tarkastuspisteessä 4. tulee olla mallinnettu toteutussuunnittelutasoon. Kuten muissakin malleissa rakennesuunnittelijan tulee varmis-

taa, että kun malli siirretään IFC-muotoon, jossa sitä tarkastetaan, rakennusosan sijainti, nimi, tyyppi ja geometria pitää siirtyä rakennusosan mukana (Kautto 2012, 6.) Myös rakennemallin määritettyjen kerros- ja lohkotietojen tulee siirtyä IFC-malliin. Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa, ettei IFC-malli sisällä muitten suunnittelijoiden malleja tai malliosia, malli tulee sisältää vain rakennesuunnittelijan mallintamat objektit (Kautto 2012, 7.)

Tarkastuksessa tulee kiinnittää huomiota rakennekomponenttien ja perusrakennusosien (laatat, pilarit, palkit, seinät) oikeaan määrittelyyn sekä että niiden nimeäminen on johdonmukainen (Kulusjärvi 2012, 15-16.) Rakennesuunnittelijan malli tulee vastata arkkitehdin mallia ja sitä voidaan hyödyntää määrälaskennassa, suunnitelmien yhteensovittamisessa sekä toteutusaikataulun laatimisessa (Henttinen 2012a, 17.)

Koska opinnäytetyössä rakennesuunnittelija tekee myös elementtisuunnittelun, rakennesuunnittelija mallintaa kaikki elementit ja tai kokoonpanot hankintoja palvelevaa suunnittelun tasoon (Kautto 2012, 17.) Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisesta elementistä tai kokoonpanosta on esitettävä sen oikea sijainti, geometria, valutarvikkeet ja liitokset niin että jokaisesta elementistä on mahdollista tehdä piirustukset.

Rakennesuunnittelijan rakenne osat tulee olla mallinnettu niin kuin niitä tullaan toteuttamaan. Rakenneosat eivät saa leikata toisia ja niiden liitokset tulee olla mallinnettu oikein. Mallissa ei tarvitse vielä tässä tarkastuspisteessä tarkastaa reikävarauksia. Liitteestä 4. löytyy rakennesuunnittelijan sisältövaatimukset tarkastuspisteessä 4.

8.3 Sähkö

Sähkötietomalli tarkastuspisteessä 4. tulee sisältää koko talon malli toteutussuunnittelutasoisena. Mallikerroksen osalta mallin tulee sisältää enimmäkseen kaikki samat komponentit ja osat, kuin tarkastuspisteessä 2., mutta lisäksi niihin tulee liittää tyyppitiedot. Geometrinen toleranssi mallikerroksessa on 50mm (Järvinen 2012, liite 1, 1). Sähkömallista tulee tarkastaa samoja asioita, kuin edellä mainituissa kappaleissa 8.3 ja 7.3, kuten sähköpääreiteille varattu tila sekä syntyykö pääreittien osalta merkittäviä törmäyksiä LVI, RAK tai muu sähkötekniikan kanssa. (Järvinen 2012, 16.) On

myös tarkistettava, että pääreittien esim. hyllyt mahtuvat muun TATE-tekniikan kanssa alaslaskettujen kattojen sisään. Pieniä törmäyksiä sallitaan mutta ei toivottuja (Järvinen 2012, 33.) Tavoitteena on kuitenkin tietomalli jossa ei ole yhtään törmäystä, tämä edellyttää, että komponentit ja objektit mallinnetaan absoluuttiseen korkeusasemaan, jotta niitä voidaan luotettavasti tarkistaa (Järvinen 2012, 32.)

Suurimpana erona on, että toteutusvaiheen malli tarkennetaan tyyppitiedoilla, tunnuksilla ja koolla. Liitteessä 4. on listattu eri komponenttien ja osien mallinnusvaatimuksia tarkastuspisteelle 4. Sähköreittien mallintaminen tulee tehdä niin, että niiden perusteella voidaan tehdä TATE-reikävaraukset seuraavaan tarkastuspisteelle. Kuten aikaisemmassa kappaleessa on avattu muuntajat, kytkinlaitokset, pääkeskukset yms. tulee olla mallinnettu vastaamaan niiden oikeaa kokoa, tarvittaessa niitä voidaan mallintaa yksinkertaisina 3D-objekteina arvioitu koon mukaan (Järvinen 2012, 28.)

8.4 LVI

LVI-mallin tulee toteutussuunnitteluvaiheessa sisältää kaikki liitteessä 4. esitetyt komponentit ja objektit. Objekteille ja komponenteille annetaan sisältövaatimuksia erikseen jokaiselle. Yleisesti kaikki tullaan mallintamaan oikeisiin sijaintiin ja geometriaan, sekä niitä täydennetään tietosisällöllä, joista selviää esim. mitä materiaalia ja kokoa tulee käyttää, tilavuusvirtaa, painehäviö sekä tunnus. On tärkeää noudattaa mallinnusvaatimuksia, jotta tietosisältöön voidaan luottaa. Objektien ja komponenttien tunnukset tulee vastata muihin suunnitelmadokumenteissa käytettyihin tunnuksiin (Järvinen 2012, 35.)

LVI ja muu talotekniikka tulee ensin tehdä keskenään tarkastelu, jossa varmistetaan, että kaikki talotekniset järjestelmät ja pääreittien yhteensopivuus ja että ne mahtuvat keskenään ilman isoja törmäyksiä (Järvinen 2012, 36.) Tämä edellyttää sitä, että myös LVI-mallien komponentit on mallinnettu oikeaan korkoon. Kun TATE-mallien keskenään tarkastelut on hoidettu, niitä voidaan verrata arkkitehdin- sekä rakennesuunnittelijanmalliin. LVI-mallista tarkastetaan, että kaikki tekniikka mahtuu arkkitehdin alas laskettujen kattojen sisään ja että tekniikka on asennettavissa. IFC-mallista tu-

lee varmistaa, että kerrostiedot, komponenttien kerrostiedot, komponenteille määrätty järjestelmätieto sekä muu oleellinen tieto siirtyy myös IFC-muotoon. Liitteestä 4. löytyy LVI-mallin sisältövaatimukset sekä geometrian ja tietosisällön vaatimukset.

9 Tarkastuspiste 5.

Tarkastuspiste 5 on sisällöltään hyvin samankaltainen kuin tarkastuspiste 4. Tarkastetaan arkkitehdin, rakennesuunnittelijan, sähkösuunnittelijan sekä Lvi-suunnittelijan mallien yhteensopivuus. Mallit tulee olla toteutussuunnittelutasoisia ja sisältää kaikki samat rakennusosat sekä komponentit. Geometrialtaan ja sisältövaatimuksiltaan tarkastukset ovat samanlaisia. Erona on, että tarkastuspisteessä 5. malli tulee sisältää TATE-reikävaraukset toteutusta varten.

Reikävaraus on objekti, joka mallinnetaan TATE- suunnittelija sellaiseen kohtaan, johon suunnittelija tarvitsee reiän kantavaan rakenteeseen. Rakennesuunnittelija toimittaa TATE suunnittelijoille mallin, joka sisältää kerroksen yläpuolisen laatan ja siihen liittyvät kantavat rakenteet (Järvinen 2012, 36.) TATE-suunnittelija toimittaa mallin, joka sisältää vain reikävarausobjektit kerroksittain rakennesuunnittelijalle. Varausobjektiin tulee olla liitettynä tieto, kenen varaus se on. Varauksien koko ja tunnisteen tulee olla myös liitettynä varausobjektiin. Reikävaraus on oltava mallinnettu oikeaan korkeusasemaan, sijaintiin ja oikeaksi kokoiseksi. On tärkeä, että tiedot ovat oikeat koska varauksien perusteella rakennesuunnittelija tekee rakenteisiin reiät ja varmistaa onko mahdollista rakenteellisesti tehdä reikä rakenteeseen. YTV suosittelee tekemään varausobjektit paksuimmaksi, kun ne rakenneosat, joita ne läpäisevät. Tämä helpottaa mallin visuaalista tarkastusta (Järvinen 2012, 36.)

Rakennesuunnittelija ilmoittaa TATE-suunnittelijalle, mikäli reikää ei ole mahdollista toteuttaa ja TATE-suunnittelija antaa vaihtoehtoisen reitin. Reikävarauksen koon tai sijainnin muuttuessa on muokattava varaus eikä poistettava ja tehtävä uusi tilalle. Näin toimittaessa ohjelma voi tunnistaa reikävarauksen muuttuneeksi eikä uudeksi (Kautto 2012, 15-16.) Elementtien osalta ei tarvitse tehdä reikävarausobjektia, kun

niille varauksille, jotka lävistävät kokonaan elementtiä. Muut rei'itykset, kuten sähköputket, rasiat, yms. ei tarvitse mallintaa reikävarausobjekteina (Järvinen 2012, 37.) Yhdistelmämallista tulee siis tarkistaa kaikki samat asiat, jotka ovat jo tarkastettu tarkastuspisteessä 4. Koko rakennuksen yhdistelmämallia on järkevä tarkastaa uudelleen koska reikä varauksien teon aikana reikävarauksia joudutaan siirtämään ja tällöin myös putkistot, kanavat yms. siirtyvät. Aina kun osia tai komponentteja siirretään ne vaikuttavat johonkin muuhun, tämän takia on tärkeä varmistaa, ettei ole syntynyt uusia törmäyksiä. Lisänä tulee tarkistaa, että jokaisesta paikasta, jossa on TATE-tekniikan reikävaraus, niin putket, kanavat yms. myös kulkevat reikävarauksen läpi eikä sen vierestä.

Kuten aikaisemmissa tarkastuksissa mallien keskinäisissä törmäystarkasteluissa on pyrittävä vähentämään turhien törmäyksien määrää. Esimerkiksi tässäkin tarkastuspisteessä putken törmäys väliseinän kanssa tai arkkitehtimallin seinien ja LVI-mallin putkien väliset törmäykset voidaan jättää tarkastamatta, sillä reikävaraukset tehdään yleensä vain rakennemalliin (Kulusjärvi 2012, 17.)

10 Tarkastuspiste 6

Tarkastuspisteessä 6 on tarkoitus varmistaa, että mallinnettu rakennus vastaa rakennettua rakennusta. As-built-mallia voidaan hyödyntää moneen tarkoitukseen käytön ja ylläpidon aikana. As-built-malliin on kuitenkin sisällytettävä vain niitä asioita, joista on hyötyä. Kuten on aiemmin toteumamallin päivittäminen esitetty, vaatii se monesti eri määrän töitä eri suunnittelualoille. Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi rakenne-suunnittelijan rakennemalli ohjaa rakennuksen rakentamista ja siksi sen tiedot ovat yleensä jo tarvittavalla tarkkuustasolla toteumamalliin nähden (Kautto 2012 19.) Puolestaan haastattelussa TATE BIM-osaajien kanssa sekä YTV 2012:sta selviää, että talotekniikkatietomallien päivittäminen vie paljon aikaa ja vaatii hyvää yhteistyötä urakoitsijan kanssa (Järvinen 2012, 40.)

10.1 Ark

Arkkitehdin as-built tai toteumamallin tulee täyttää kaikki samat tietosisältövaatimukset kuin rakennusosamallin eli tarkastuspisteen 4. liitteenä olevat tiedot. Malli on kuitenkin päivitettävä niin, että se vastaa rakennettua rakennusta (Henttinen 2012b, 21.) As-built mallin lähtötietona on toteutunut rakennus ja tehdyt suunnitelmat. Tähän liittyen on tärkeä huomioida mitä muutoksia halutaan tai on järkevää tuoda malliin. Mallia on mahdollista hyödyntää esimerkiksi:

- rakennusosien ja laitteistojen määräluetteloiden laatimiseen
- tilaluetteloiden laatimiseen
- laajuustietoja saamiseen (esim. vuokrattava pinta-ala)
- tilaryhmien jaotteluun
- tilojen käyttötarkoitukset
- simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet
- havainnollistavat piirustukset (opasteet, huoltokartat) (Henttinen 2012b 22.)

10.2 RAK

Rakennesuunnittelijan toteutussuunnitteluvaiheen malli on yleensä ajantasainen, eikä siihen tarvitse silloin tehdä lisäyksiä. Jos kuitenkin on rakennusvaiheessa tehty suunnitelmien muutoksia, tulee nämä tiedot olla päivitettyinä rakennesuunnittelijan malliin. Reikävarauksien päivittämisestä sekä valmisosasuunnittelun tiedonsisällön lisäämisestä as-built-malliin sovitaan yleensä projektikohtaisesti (Kautto 2012, 19.) Rakennesuunnittelijan as-built-mallin tulee täyttää kaikki samat tietosisältövaatimukset, kuin liitteessä 4. esitetyt toteutussuunnitteluvaiheen sisältövaatimukset. Rakennemallista on kuitenkin syytä miettiä, mitä siihen on hyödyllistä sisällyttää ja mitä ei. Esimerkiksi raudoituksen päivittäminen tai ylipäänsä sisällyttäminen toteumamalliin

ei tuota lisäarvoa malliin (Kuoppala 2020.) YTV 2012:ssa kerrotaan, että rakennesuunnittelu ja rakentamista palvelleet mallit ovat yleensä liian raskaat ja kompleksiset hyödyntää suoraan käytön ja ylläpidon malleiksi (Henttinen 2012b, 40.)

Vaikka toteumamallin pitäisi sisältää kaikki liitteessä 4. esitetyt sisältövaatimukset, on mietittävä projektikohtaisesti, mihin tietomallia tullaan hyödyntämään. Sellaista tietoa, joka ei tuota mitään lisäarvoa huoltokirjassa, käytön ja ylläpidon aikana tai tilanhallinnassa on turha päivittää toteumamalliin.

10.3 TATE

TATE-suunnittelijoiden As-built-malli käsitellään nimellä toteumamalli Ytv:ssä. As-built-mallin tulee olla päivitetty versio järjestelmämalleista. As-built-malliin tulee olla päivitettyinä urakoitsijan valitsemilla tuotetiedoilla sekä geometrian osalta. Urakoitsija ja suunnittelija ovat velvollisia tarkistamaan toisten suunnitelmat, jolla voidaan varmistaa, että malli vastaa toteutunutta rakennusta. Haastattelussa taloteknisten tietomallisuunnittelija -asiantuntijoiden kanssa tuli ilmi, että yleisin ongelma TATE-toteumamallilla on se, että suunnittelija ei saa tietoa urakoitsijalta valituista tuotteista, joten niitä ei voida päivittää (Nylund 2020.)

Tulee selvittää ennen tietojen päivitystä mihin käyttötarkoitukseen mallia tullaan hyödyntämään. Jos mallin komponenttien tuotetiedon päivittämisellä ei tuoda malliin mitään lisäarvoa on mietittävä, onko järkevää niitä päivittää (Järvinen 2012, 40.) As-built-mallin tietosisältö vaatimukset tulee vastata liitteessä 4. oleviin LVI- ja sähkö-tietomallisisältövaatimukseen. Malleista tarkastetaan vastaako malli rakennettua rakennusta.

11 Pohdinta

Tutkimuksen tuloksena on kerrostalotietomallihankkeelle tarkastuspisteiden määrittäminen sekä tarkastuspisteiden sisältö ARK-, RAK-, LVI- ja sähkötietomalleille. Tarkastuspisteiden sijainnit ja järjestys määritettiin kokeneiden tietomalliasiantuntijoiden sekä tietomallikoordinaattoreiden kanssa. Vaikka jokaiselle tietomallihankkeelle määritetään erikseen hankkeen alkuvaiheessa tarkastuspisteiden ajankohta, on kuitenkin hyötyä, että tarkastuspisteiden sisältö ja johdonmukainen kulku on vakiinnutettu. Tällöin ei tarvitse kuin miettiä projektikohtaisesti mallintamiseen ja tarkastukseen kuuluva aika.

Tarkastuspisteiden sisällöt suunnittelualakohtaisesti määritettiin ensin YTV 2012 vaatimusten mukaan. Tarkastuspisteiden sisällöt esitettiin kokeneille suunnittelualakohtaisille BIM-asiantuntijoille. BIM-asiantuntijoilta saatiin karsittua pois sellaista asiaa, joita ei tarvitse tarkastaa sekä lisättyä sellaisia asioita, jotka ovat oleellisia tarkastaa ja tulee olla kyseisellä tarkastuspisteen kohdalla mallinnettuna, vaikka eivät kuuluukaan YTV 2012 vaatimuksiin.

Tärkeimmät kysymykset, joihin haettiin vastauksia olivat, mitkä ovat ne vaiheet kerrostalotietomallihankkeissa, jossa tietomallia tulisi yhdistää yhdistelmämaliksi ja tehdä laadunvarmistustarkastuksia. Myös selvitettiin, miksi on järkevää niissä kohdissa yhdistää mallia. Tarkastuspisteet kasattiin tietomalliasiantuntijoiden kanssa, joilla on hyvää kokemusta sekä tietoa ja taitoa tietomallihankkeista. Tarkastuspisteiden valinta perustui heidän ammattitaitoonsa sekä kokemukseen samankaltaisissa hankkeissa. Työssä on määritetty kuusi tarkastuspistettä, jotka ovat hyvin perusteltuja ja kaikilla eri tarkoitukset, jotka ovat kuitenkin olennaisia hankkeen suunnittelun tarkastamisessa.

Toinen kysymys, johon tutkimuksella haluttiin vastata on, että mitkä ovat ne asiat, joita tietomalliin tulisi sisältää jokaisen tarkastuspisteen kohdalla? Työssä saatiin jokaiselle tarkastuspisteelle kasattua YTV 2012 ja BIM-asiantuntijoiden haastatteluiden perusteella lista sisältövaatimuksista. Jokaiseen suunnittelualaan oli siihen erikoistu-

nut BIM-osaaja, jonka avulla saatiin tarkastuspisteen sisällöt sovellettua tarkastuspisteisiin. Tarkastuspisteen sisältöjä voidaan jatkossa muokata, kun niitä otetaan käyttöön. Pisteiden sisällön valinta perustu YTV 2012:een ja BIM-osaajien ammattitaitoon sekä kokemukseen. Tarkastuspisteet tai niiden sisältöä ei ole vielä oikeaan kohteeseen testattu. Kun tarkastuspisteitä otetaan käyttöön, olisi hyvä vielä käydä jokainen tarkastuspiste läpi ja tutkia, että ilmeneekö vielä jotakin asioita, jotka pitäisi joko poistaa tarkastuksesta tai lisätä tarkastukseen.

BIM-asiantuntijoiden, tietomallikoordinaattoreiden sekä pääsuunnittelijoiden haastatteluista ilmeni paljon oleellisia asioita, joihin toivottaisiin muutosta. Jotkin asiat koskivat vain kyseisen suunnittelualan mallinnustapoja tai tarkastuksia, mutta oli kuitenkin myös kaikkia koskevia asioita. Yksi isoimmista asioista, jota toivottiin, on keskustelua suunnittelualojen, tietomallikoordinaattoreiden sekä pääsuunnittelijoiden välillä siitä, missä vaiheessa mallit ovat tarkastuspistettä lähestyessä ja ovatko tietomallit sisällöltään vaaditulla tarkkuudella, jotta tarkastuksesta saadaan maksimaalinen hyöty. Tarkastuspisteiden vakiinnuttamisella pyritään myös vaikuttamaan siihen, että tarkastusprosessista tulisi nopeampi ja luotettavampi, jolloin asioihin ehdittäisiin vaikuttamaan.

LVI sekä arkkitehdin haastatteluissa tuli ilmi ehdotuksia toteuttaa reikävarauksien tarkastusta. Ensimmäinen ehdotus oli toteuttaa reikävarauksien tarkastusta erillisenä mallina, jossa on vain reikävaraukset. Tarkastuksen jälkeen tehtäisi vasta tarkastuspisteen 5 koko talon tarkastus sisältäen tarkastuspisteitä. Toinen ehdotus oli tarkastaa reikävaraukset ensin mallikerroksessa, jonka jälkeen, kun ne ovat kunnossa, voidaan tehdä koko tarkastus talolle.

Haastatteluissa kävi myös ilmi, että kun käytetään tietomallinnusta ja piirustukset tulevat mallin kautta, on oleellista, että 2D-suunnitelmat vastaavat mallinnettuja suunnitelmia. Jos joudutaan tarkastamaan 2D-piirustuksia ja tietomallia, tarkastusprosessi on todella hidas ja joudutaan tekemään niin sanotusti sama työ kaksi kertaa. Mallinnuksen kautta saatava hyöty suunnitelmien tarkastamisessa tällöin poistuu.

Tutkimuksen jatkoksi tulisi teettää valmiita automaattitarkastuspohjia jokaiselle tarkastuspisteelle. Tarkastuspohjat tulisi teettää jokaiselle tarkastuspisteelle erikseen, sillä sen kautta hyödytään, että tarkastetaan vain ne asiat, jotka kuuluvat tarkastaa. Tarkastuspisteitä voisi vielä tarkentaa seuraamalla kohteita, joissa niitä käytetään ja kokoamalla kaikki tuhat virheilmoitusta. Ilmoituksista voisi tutkia, onko niissä sellaisia, joita voisi poistaa tarkastuspohjasta. Tarkastelemalla jokaisen tarkastuspisteen sisällön ja tarkastettavat asiat, saadaan koko tarkastusprosessista mahdollisimman hyvä ja kustannustehokas.

Lähteet

Hanka, N. BIM Project Manager. Ramboll Oy. Haastattelu 16.04.2020.

Henttinen, T. 2012a. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 1. Yleinen osuus. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.2.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Henttinen, T. 2012b. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.2.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf

Henttinen, T. Vara, J. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 8. Havainnollistaminen. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.3.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_8_havainnollistaminen.pdf

Hoskari, O. 2020. Development engineer, Electrical engineering. Ramboll Oy. 31.3.2020.

Järvinen, T. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.2.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_4_tate.pdf

Karjula, J. Mäkelä, E. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.3.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf

Kautto, T. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 5. Rakennesuunnittelu. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.2.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf

Kulusjärvi, H. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 6. Laadunvarmistus. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.2.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf

Kuoppala, A. BIM Project Manager. Ramboll Oy. Haastattelu 01.04.2020.

Nylund, H. 2020. BIM Expert HVAC engineering. Ramboll Oy. Haastattelu 31.3.2020.

Ramboll Suomi. nd. Yritys. Verkkosivu. viitattu 10.4.2020. https://fi.ramboll.com/ramboll_finland_oy

Rajala, M. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. BuildingSMART Finland. Viitattu 13.2.2020. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf

Skogström, L. 2020. Pääsuunnittelija. ARK-house arkkitehdit Oy. Haastattelu 20.3.2020.

Suokka, M. 2020. Pääsuunnittelija. ARK-house arkkitehdit Oy. Haastattelu 20.3.2020.

Liitteet

Liite 1. Tarkastuspiste 1. sisältövaatimukset

| Tarkistuspiste 1. Ehdotussuunnittelun loppuun | | |
|---|---|--------|
| Arkkitehtimallin sisältövaatimukset: | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti | | |
| Taso 1: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennusosat nimetty kuvaavasti | | |
| Taso 2: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennetyypit määritetty ja oikein nimetty, tuoteosista saadaan kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto mallista | | |
| Aluerakenteet: | | |
| Ulkovarastot | V | Taso 1 |
| Alapohja: | | |
| Alapohjalaatta | V | Taso 1 |
| Runko: | | |
| Väestönsuojan lattia | V | Taso 1 |
| Väestönsuojan seinä | V | Taso 1 |
| Väestönsuojan katto | V | Taso 1 |
| Kantavat seinät | P | Taso 1 |
| Pilarit | V | Taso 1 |
| Palkit | V | Taso 1 |
| Välipohjarakenne | P | Taso 1 |
| Yläpohjarakenne | P | Taso 1 |
| Portaat ja lepotasot | V | Taso 1 |
| Julkisivut: | | |
| Ulkoseinät | P | Taso 1 |
| Ikkunat | P | Taso 1 |
| Ulko-ovet | V | Taso 1 |
| Julkisivun lasirakenteet | V | Taso 1 |
| Ulkotasot: | | |
| Parvekkeen laatta- ja katosrakenne | V | Taso 1 |
| Ulkotasot ja -portaat | V | Taso 1 |
| Vesikatot: | | |
| Vesikattorakenne | P | Taso 1 |
| Lasikaton seinämäinen juurirakenne | P | Taso 1 |
| Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne | P | Taso 1 |
| Tilaosat: | | |
| Kevyet väliseinät | P | Taso 1 |
| Lasiväliseinät | V | Taso 1 |
| Väliovet | V | Taso 1 |
| Tilaportaat ja lepotasot | V | Taso 1 |
| Laajuustiedot: | | |
| Tontin pinta-ala | V | Taso 2 |
| Bruttoala | P | Taso 2 |
| Kerrostasoalat | V | Taso 2 |
| Huoneistojen alat | V | Taso 2 |
| Tilaryhmien alat | V | Taso 2 |
| Huonealat | P | Taso 2 |
| Tilavuudet: | | |
| Rakennuksen tilavuus | V | Taso 2 |

| Tarkistettavat asiat | | |
|--|--|--|
| Malli sovitussa tietomuodossa | | |
| Koordinaatisto on sovitun mukainen | | |
| Kerrokset on määritetty | | |
| Rakennusosat on määritetty kerroksittain | | |
| Rakennusosat on numeroitu yksilöllisesti | | |
| Malli sisältää sovitut rakennusosat | | |
| Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla | | |
| Rakenteet on nimetty sovitulla tavalla | | |
| Malli ei sisällä ylimääräisiä rakennusosia | | |
| Malli ei sisällä sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia | | |
| Mallissa ei ole merkittäviä rakennusosien välisiä leikkauksia | | |
| Tilat jaettu tilaohjelman mukaisesti | | |
| Tilaohjelman mukaiset tilat eivät ole päällekkäin | | |
| Tilojen korkeus vastaa suunniteltua huonekorkeutta | | |
| Jokaisella tilalla on yksilöivä tunnus, tilan käyttötarkoitus/tilatyyppi | | |
| Tilojen rajat ovat yhteneviä niiden ympäröivien komponenttien kanssa | | |
| Tilojen huoneala on ilmoitettu | | |
| Kerroksien bruttoala on ilmoitettu | | |

Liite 2. Tarkastuspiste 2. sisältövaatimukset

| Tarkastuspiste 2 | | |
|---|---|--------|
| Mallikerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| Arkkitehtimallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti | | |
| Taso 1: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennusosat nimetty kuvaavasti | | |
| Taso 2: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennetyypit määritetty ja oikea nimeäminen, tuoteosista saadaan kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto mallista | | |
| Talo-osat | | |
| Runko: | | |
| Kantavat seinät | P | Taso 2 |
| Pilarit | P | Taso 1 |
| Palkit | P | Taso 1 |
| Väliohjarakenne | P | Taso 1 |
| Portaat ja lepotasot | P | Taso 1 |
| kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Erityiset runkorakenteet | V | Taso 1 |
| Julkisivut: | | |
| Ulkoseinät | P | Taso 2 |
| Ikkunat | P | Taso 1 |
| Ulko-ovet | P | Taso 1 |
| Julkisivun lasirakenteet | V | Taso 1 |
| Ulkotasot: | | |
| Parvekkeen laatta- ja katosrakenne | P | Taso 1 |
| Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Parvekelasitus | V | Taso 1 |
| Ulkotasot ja -portaat | P | Taso 1 |
| Tilaozat: | | |
| Kevyt väliseinät | P | Taso 1 |
| Lasiväliseinät | P | Taso 1 |
| Väliovet | P | Taso 1 |
| Tilaportaat ja lepotasot | P | Taso 1 |
| Tilaportaiden kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Tilapinnat: | | |
| Sisäkattorakenteet | P | Taso 1 |
| sisäkattopinnot | P | Taso 1 |
| Tilavarusteet: | | |
| Vakiokiintokalusteet | P | Taso 1 |
| Erityiskiintokalusteet | V | Taso 1 |
| Varusteet | V | Taso 1 |
| Vakiolaitteet | P | Taso 1 |
| Saniteettikalusteet | P | Taso 1 |
| Saniteettivarusteet | V | Taso 1 |
| Muut tilaozat: | | |
| Hoitotasot ja kulkurakenteet sis. Hoitotasojen portaat ja askelmat | V | Taso 1 |
| Hoitotasot talon rungosta erilliset runkorakenteet | V | Taso 1 |
| kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Tulisijat ja savuhormit | P | Taso 1 |
| Laajuustiedot | | |

| | | |
|----------------------------------|---|--------|
| Rakennuksen kokonaisalat: | | |
| Bruttoala | P | Taso 2 |
| Kerrostasosalat | V | Taso 2 |
| Huoneistojen alat | V | Taso 2 |
| Tilaryhmien alat | V | Taso 2 |
| Huonealat | P | Taso 2 |
| Tilavuudet: | | |
| Rakennuksen tilavuus | V | Taso 2 |

| | | |
|--|---|---|
| Tarkastuspiste 2 | | |
| Mallikerroksen yhdistelmämalli (y leissuunnittelutaso) | | |
| Rakennemallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovitavissa projektikohtaisesti | | |
| Runko | | Tarkkuus |
| Kantavat seinät | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Pilarit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Palkit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Välipohjat | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Erietyiset runkorakenteet | V | |
| Julkisivut | | |
| Ulkoseinät | V | Määrien raportoinnin takia voidaan mallintaa yhtenäisenä seinäobjektina |
| Erietyiset julkisivurakenteet | V | Yleensä tulee mukana jo ulkoseinissä |
| Ulkotasot | | |
| Parvekkeet | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Erietyiset ulkotasot | V | |
| Tilan jako-osat | | |
| Ei-kantavat betoni väliseinät | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Muut tilaosat | | |
| Rakenteisiin kuuluvat tilan vievät osat | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |

| Tarkastuspiste 2 | | |
|---|---|-------------------------|
| Mallikerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| LVI-mallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti | | |
| LVI | | Geometrian tarkkuustaso |
| Putkistot | | |
| Runkoputkistot DN20-DN32 Cu18-Cu35 | P | |
| Runkoputkistot DN40-> Cu42-> | P | |
| Kytkenjäohdot | P | |
| Putkistoeristeet | P | |
| Sulkuventtiilit | P | |
| Esisäädettävät venttiilit | P | |
| Moottoriventtiilit | P | |
| Muut venttiilit | P | |
| Ilmanpoistimet | P | |
| Suodattimet | P | |
| Varoventtiilit | P | |
| Lämmönsiirtimet | P | |
| Muut pääkoneikot | P | |
| Jakotukit | P | |
| Lattialämmityspotkisto | P | |
| Radiaattori ja konvektorit | P | |
| Käyttövesikalusteet | P | |
| Pikapaloposti | P | |
| Runkoviemärit ilman kaatoa | P | |
| Viemärit | P | |
| Putkistojen tarkastus/puhdistusluukut | P | |
| Lattikaivot | P | |
| Ilmanvaihto | | |
| Runkokanavistot | P | |
| Kytkenjäkanavistot | P | |
| Kanavistoeristeet | P | |
| Koteloidut IV-koneet | P | |
| Ulospuhallushajottajat | P | |
| Ulkosäleiköt | P | |
| Päätelaitteet | P | |
| Siirtoilmasäleiköt | P | |
| Säätöpellit | P | |
| Ilma-/vakiovirtasäädin | P | |
| Palopelti | P | |
| Moottoroitu palopelti | P | |
| Kanaviston äänenvaimentimet | P | |
| Puhdistusluukut | P | |
| IV-kanavistopatterit | P | |
| Ilman laatuun vaikuttavat kanavistokomponentit | P | |
| Kuilut ja hormit | P | |

| Tarkastuspiste 2 | | |
|---|---|-------------------------|
| Mallikerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| Sähkömallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti | | |
| Sähkötekniikka | | Geometrian tarkkuustaso |
| Muuntaja | P | |
| Kojeistot | P | |
| Pääkeskukset | P | |
| Virtakiskot | P | |
| Kompensointiparitot | P | |
| Akustot | P | |
| Jakokeskukset | P | |
| Ristiyhteykenteleerit | P | |
| Telejärjestelmien keskuslaitteet | P | |
| Turvajärjestelmien keskuslaitteet | P | |
| Kaapelihiyllyt ja ripustuskiskot | P | |
| Johtokourut | P | |
| Lattikanavat ja -asiat | P | |
| Pystynousut (johtotiet) | P | |
| Valaisimet | P | |
| Poistumisvalaisimet | P | |
| Vara- ja tuvavalaisimet | P | |
| Kytkimet | V | |
| Pistorasiat | V | |
| Liike- ja läsnäolotunnistimet | V | |
| Turvakytkimet | V | |
| Jako- ja kytkentäasiat | V | |
| Kaiuttimet | P | |
| Kamerat | V | |
| Paloilmaisimet | V | |
| Merkintakojeet | V | |
| Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet | V | |
| Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet | V | |
| Telepistorasiat | V | |

| Tarkastuspiste 2. | | |
|---|--|--|
| tarkistettavat asiat | | |
| Tietomalliselostus | | |
| sovitut tietomallit ovat käytettävissä | | |
| mallit sovittuina tietomallifromaatteina | | |
| malleista on toisia vastaavat versiot | | |
| mallit ovat kohdistettu oikein keskenään | | |
| malli sisältää vain mallikerroksen | | |
| kerrostiedot ovat määritetty | | |
| rakennusosat ovat määritetty kerroksittain | | |
| rakennusosat ovat numeroitu yksilöllisesti | | |
| vaatimusten mukaiset rakennusosat tai komponentit ovat mallinnettu (listattu) | | |
| rakennusosat ovat mallinnettu oikeilla työkaluilla | | |
| rakenteet nimetty sovittulla tavalla | | |
| Malleissa ei ole ylimääräisiä rakenneosia | | |
| Malleissa ei ole tupla tai sisäkkäisiä rakenneosia | | |
| Rakenne ja arkkitehdin mallit vastaavat toisia | | |
| rakenne ja arkkitehdin aukot ovat samoilla kohdilla | | |
| Rakenne- ja arkkitehdin rakenteet vastaavat toisia | | |
| kanaviin rakenteisiin on siirretty Tatesuunnittelijoiden varaukset | | |
| TATE mahtuu pystykuiliin ilman törmäyksiä | | |
| TATE mahtuu vaakareiteille ilman törmäyksiä | | |
| Tate-järjestelmillä ei ole keskinäisiä leikkauksia | | |
| TATE mahtuu alaslaskettujen kattojen sisään | | |
| TATE ei törmää pilareiden kanssa | | |
| TATE ei törmää palkkien kanssa | | |
| TATE ei törmää muiden rakenteiden kanssa | | |
| laatoissa on aukot pystykuilujen kohdalla | | |

Liite 3. Tarkastuspiste 3. sisältövaatimukset

| | | |
|---|---|--------|
| Tarkastuspiste 3 | | |
| Ylin- ja alinkerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| | | |
| Arkkitehtimallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovitavissa projektikohtaisesti | | |
| Taso 1: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennusosat nimetty kuvaavasti | | |
| Taso 2: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennetyypit määritetty ja oikein nimetty, tuoteosista saadaan kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto mallista | | |
| Talo-osat | | |
| Perustukset: | | |
| Perusmuurit | P | Taso 1 |
| Alapohjat: | | |
| Alapohjalaatat | P | Taso 1 |
| Alapohjakanaalit | V | Taso 1 |
| Runko: | | |
| Väestönsuoja lattia | P | Taso 1 |
| Väestönsuoja seinät | P | Taso 1 |
| Väestönsuoja katto | P | Taso 1 |
| Väestönsuoja sulkuilla, hätäpoistumiskäytävä tai aukko | P | Taso 1 |
| Väestönsuoja suokaovet ja -luukku | P | Taso 1 |
| Väestönsuoja tikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojahäkki | V | Taso 1 |
| Väestönsuoja kriisijän varusteet ja kuntakohtaiset varusteet | V | Taso 1 |
| Kantavat seinät | P | Taso 2 |
| Pilarit | P | Taso 1 |
| Palkit | P | Taso 1 |
| Väliohjarakenne | P | Taso 1 |
| Yläohjarakenne | P | Taso 1 |
| Portaat ja lepotasot | P | Taso 1 |
| kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Erityiset runkorakenteet | V | Taso 1 |
| Julkisivut: | | |
| Ulkoseinät | P | Taso 2 |
| Ikkunat | P | Taso 1 |
| Ulko-ovet | P | Taso 1 |
| Julkisivun lasirakenteet | V | Taso 1 |
| Ulkotasot: | | |
| Parvekkeen laatta- ja katosrakenne | P | Taso 1 |
| Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Parvekelasitus | V | Taso 1 |
| Katokset ja niiden rakenteet | P | Taso 1 |
| Ulkotasot ja -portaat | P | Taso 1 |
| Ulkotasojen kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Ulkotasojen lasitus | V | Taso 1 |
| Vesikatot: | | |
| Vesikattorakenne | P | Taso 1 |
| Yläpohjan palo-osastointi | P | Taso 1 |
| Kulkurakenteet | V | Taso 1 |
| Lukut | P | Taso 1 |
| Räystäärakenteet | V | Taso 1 |

| | | |
|--|---|--------|
| Kattokaivot | V | Taso 1 |
| Vesikattovarusteet | V | Taso 1 |
| Lasikattorakenteet | P | Taso 1 |
| Lasikaton seinämäinen juurirakenne | P | Taso 1 |
| Kattoikkunat ja luukut | P | Taso 1 |
| Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne | P | Taso 1 |
| Tilaosat: | | |
| Kevyet väliseinät | P | Taso 1 |
| Lasiväliseinät | P | Taso 1 |
| Väliovet | P | Taso 1 |
| Tilaportaat ja lepotasot | P | Taso 1 |
| Tilaportaiden kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Tilapinnat: | | |
| Sisäkattorakenteet | P | Taso 1 |
| Sisäkattopinnat | P | Taso 1 |
| Tilavarusteet: | | |
| Vakiokiintokalusteet | P | Taso 1 |
| Erityiskiintokalusteet | V | Taso 1 |
| Varusteet | V | Taso 1 |
| Vakiolaitteet | P | Taso 1 |
| Saniteettikalusteet | P | Taso 1 |
| Saniteettivarusteet | V | Taso 1 |
| Muut tilaosat: | | |
| Hoitotasot ja kulkurakenteet sis. hoitotasojen portaat ja askelmat | V | Taso 1 |
| Hoitotasot talon rungosta erilliset runkorakenteet | V | Taso 1 |
| Kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Tulisijat ja savuhormit | P | Taso 1 |
| Laajuustiedot | | |
| Alueiden pinta-alat: | | |
| Tonttien alat | V | Taso 2 |
| Rakennuksen kokonaisalat: | | |
| Bruttoala | P | Taso 2 |
| Kerrostasosalat | V | Taso 2 |
| Huoneistojen alat | V | Taso 2 |
| Tilaryhmien alat | V | Taso 2 |
| Huonealat | P | Taso 2 |
| Alle 1600 mm korkeat huonealat | V | Taso 2 |
| Tilavuudet: | | |
| Rakennuksen tilavuus | V | Taso 2 |

| | | |
|---|---|---|
| Tarkastuspiste 3 | | |
| Ylin- ja alin kerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| | | |
| Rakennemallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovitavissa projektikohtaisesti | | |
| Perustukset | | |
| Paalutukset | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Anturat | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Perusmuurit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Peruspilarit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Peruspalkit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Lämmöneristeet | V | Jos on tilavievä rakenneosaa |
| Alapohjat | | |
| Alapohjalaatta | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Alapohjakanaalit | V | Ei yleistä asuikerrostalossa |
| Erytyiset alapohjat | V | Ei yleistä asuikerrostalossa |
| Lämmöneristeet | V | Jos on tilavievä rakenneosaa |
| Runko | | |
| VSS | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Kantavat seinät | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Pilarit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Palkit | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Välipohjat | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Yläpohja | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Erytyiset runkorakenteet | V | |
| Julkisivut | | |
| Ulkoseinät | P | |
| Erytyiset julkisivurakenteet | V | |
| Ulkotasot | | |
| Parvekkeet | P | Perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Katokset | V | |
| Erytyiset ulkotasot | V | |
| Vesikatot | | |
| Vesikattorakenteet | P | |
| Räystäsrakenteet | V | Jos vaatii erillistä rakennesuunnittelua |
| Lasikattorakenteet | P | Kantavat rakenteet perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein |
| Tilan jako-osat | | |
| Ei-kantavat betoni väliseinät | P | |
| Muut tilaosat | | |
| Rakenteisiin kuuluvat tilan | | |
| vievät osat | P | |

| | | |
|---|---|--------------------------------|
| Tarkastuspiste 3 | | |
| Ylin- ja alin kerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| LVI-mallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovitavissa projektikohtaisesti | | |
| LVI | | |
| Putkistot | | |
| Runkoputkistot DN20-DN32 Cu18-Cu35 | P | |
| Runkoputkistot DN40-> Cu42-> | P | |
| Lämmönjakokeskus | P | Esitetään arvioitu tilanvaraus |
| Vedenjäähdytyskone | P | Esitetään arvioitu tilanvaraus |
| Vesikatolle ja julkisivuille tulevat laitteet ja komponentit | P | |
| Muut pääkoneikot | P | |
| Runkoviemärit kaadolla | P | Ilmaisemassa reittiä |
| Ilmanvaihto | | |
| Runkokanavistot | P | Ilmaisemassa reittiä |
| IV-koneet | P | Arvioitu sijainti ja ulkomitat |
| Huippuimurit | P | Arvioitu sijainti ja ulkomitat |
| Ulospuhallushajottajat | P | |
| Ulkosäleiköt | P | |

| | | |
|---|---|------------------------|
| Tarkastuspiste 3 | | |
| Ylin- ja alin kerroksen yhdistelmämalli (yleissuunnittelutaso) | | |
| Sähkämallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovitavissa projektikohtaisesti | | |
| Sähkötekniikka | | |
| Muuntaja | P | |
| Kojeistot | P | |
| Pääkeskukset | P | |
| Virtakiskot | P | |
| Kompensointiparitot | P | |
| Akustot | P | |
| Jakokeskukset | P | Pääjakelun osalta |
| Ristiytkentäelineet | P | |
| Telejärjestelmien keskuslaitteet | P | |
| Turvajärjestelmien keskuslaitteet | P | |
| Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot | P | Pääreitien osalta |
| johtokourut | P | Pääreitien osalta |
| Lattiakanavat ja -rasiat | P | Pääreitien osalta |
| Pystynousut (johtotiet) | P | |
| RAU-keskukset | V | (jos kuuluu sähköille) |
| Valaisimet | P | |
| Poistumisvalaisimet | P | |
| Vara- ja tuvavalaisimet | P | |
| Kaiuttimet | P | |

| Tarkastuspiste 3. | | |
|---|--|--|
| Tarkistettavat asiat | | |
| Tietomalliselostus | | |
| Sovitut tietomallit ovat käytettävissä | | |
| Mallit sovittuina tietomalliformaateina | | |
| Malleista on toisia vastaavat versiot | | |
| Mallit ovat kohdistettu oikein keskenään | | |
| Malli sisältää vain ylimmän- ja alimmankerroksen mallit | | |
| Kerrostiedot ovat määritetty | | |
| Rakennusosat ovat määritetty kerroksittain | | |
| Rakennusosat ovat numeroitu yksilöllisesti | | |
| Vaativuuden mukaiset rakennusosat tai komponentit ovat mallinnettu (listattu) | | |
| Rakennusosat ovat mallinnettu oikeilla työkaluilla | | |
| Rakenteet nimetty sovitulla tavalla | | |
| Malleissa ei ole ylimääräisiä rakenneosia | | |
| Malleissa ei ole tupla tai sisäkkäisiä rakenneosia | | |
| Rakenne ja arkkitehdin mallit vastaavat toisia | | |
| Rakenne ja arkkitehdin aukot ovat samoilla kohdilla | | |
| Rakenne- ja arkkitehdin rakenteet vastaavat toisia | | |
| Kanaviin rakenteisiin on siirretty Tatesuunnittelijoiden varaukset | | |
| TATE mahtuu pystykuiluihin ilman törmäyksiä | | |
| TATE mahtuu vaakareiteille ilman törmäyksiä | | |
| TATE-järjestelmällä ei ole keskinäisiä leikkauksia | | |
| TATE mahtuu alaslaskettujen kattojen sisään | | |
| TATE ei törmää pilareiden kanssa | | |
| TATE ei törmää palkkien kanssa | | |
| TATE ei törmää muiden rakenteiden kanssa | | |
| Laatoissa on aukot pystykuilujen kohdalla | | |

Liite 4. Tarkastuspiste 4. sisältövaatimukset

| | | |
|---|---|--------|
| Tarkastuspiste 4 | | |
| Koko talon malli (toteutussuunnittelutaso) | | |
| Arkkitehtimallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti | | |
| Taso 1: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennusosat nimetty kuvaavasti | | |
| Taso 2: sijainti ja geometria vaatimusten mukainen, rakennetyypit määritetty ja oikea nimeäminen, tuoteosista saadaan kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto mallista | | |
| Talo-osat | | |
| Aluevarusteet | | |
| Talovarusteet | V | Taso 2 |
| Oleskeluvarusteet | V | Taso 2 |
| Leikkivarusteet | V | Taso 2 |
| Aluerakenteet | | |
| Ulkovarastot | P | Taso 2 |
| Alueen katokset | V | Taso 1 |
| Aidat ja tukimuurit | V | Taso 1 |
| Alueen portaat, liuskat ja terassit | V | Taso 1 |
| Alueen pysäköintirakenteet | V | Taso 2 |
| Perustukset: | | |
| Perusmuurit | P | Taso 2 |
| Alapohjat: | | |
| Alapohjalaatat | P | Taso 1 |
| Alapohjakanaalit | V | Taso 1 |
| Alapohjan ritilät, kannet, luukut ja muu täydentävät rakennusosat | V | Taso 1 |
| Runko: | | |
| Väestönsuoja lattiat | P | Taso 2 |
| Väestönsuoja seinät | P | Taso 2 |
| Väestönsuoja katto | P | Taso 2 |
| Väestönsuoja sulkutila, hätäpoistumiskäytävä tai aukko | P | Taso 2 |
| Väestönsuoja suojaovet ja -luukut | P | Taso 2 |
| Väestönsuoja tikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojahäkki | P | Taso 1 |
| Väestönsuoja kriisijän varusteet ja kuntakohtaiset varusteet | V | Taso 1 |
| Kantavat seinät | P | Taso 2 |
| Pilarit | P | Taso 1 |
| Palkit | P | Taso 1 |
| Väliohjarakenne | P | Taso 2 |
| Yläohjarakenne | P | Taso 2 |
| Portaat ja lepotasot | P | Taso 2 |
| Kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Erityiset runkorakenteet | V | Taso 1 |
| Julkisivut: | | |
| Ulkoseinät | P | Taso 2 |
| Ikkunat | P | Taso 2 |
| Ikkunoiden lukitus- ja heloitustiedot | P | Taso 2 |
| Ulko-ovet | P | Taso 2 |
| Ulko-ovien lukitus ja heloitustiedot | P | Taso 2 |
| Julkisivuvarusteet | P | Taso 1 |
| Julkisivun lasirakenteet | P | Taso 1 |

| | | |
|--|---|--------|
| Ulkoasot: | | |
| Parvekkeen laatta- ja katosrakenne | P | Taso 2 |
| Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Parvekelasitus | V | Taso 1 |
| Katokset ja niiden rakenteet | P | Taso 1 |
| Ulkoasot ja -portaat | P | Taso 1 |
| Ulkoasojen kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Ulkoasojen lasitus | V | Taso 1 |
| Vesikatot: | | |
| Vesikattorakenne | P | Taso 2 |
| Yläpohjan palo-osastointi | P | Taso 1 |
| Kulkurakenteet | P | Taso 1 |
| Luukut | P | Taso 2 |
| Räystäärakenteet | V | Taso 1 |
| Kattokaivot | P | Taso 1 |
| Vesikattovarusteet | P | Taso 1 |
| Lasikattorakenteet | P | Taso 2 |
| Lasikaton heloitustiedot | P | Taso 2 |
| Lasikaton seinämäinen juurirakenne | P | Taso 2 |
| Hoitto- ja huoltotasot | P | Taso 1 |
| Kattoikkunat ja luukut | P | Taso 2 |
| Kattoikkunoiden helat ja automatiikka | P | Taso 2 |
| Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne | P | Taso 2 |
| Tilaozat: | | |
| Kevyet väliseinät | P | Taso 2 |
| Lasiväliseinät | P | Taso 2 |
| Väliovet | P | Taso 2 |
| Väliovien lukitus- ja heloitustiedot | P | Taso 2 |
| Tilaportaat ja lepotasot | P | Taso 1 |
| Tilaportaiden kaiteet ja käsijohteet | P | Taso 1 |
| Tilapinnat: | | |
| Lattioiden pintarakenteet | V | Taso 1 |
| Sisäkattorakenteet | P | Taso 1 |
| Sisäkattopinnat | P | Taso 1 |
| Seinän pintarakenteet | V | Taso 1 |
| Tilavarusteet: | | |
| Vakiokiintokalusteet | P | Taso 2 |
| Erityiskiintokalusteet | V | Taso 2 |
| Varusteet | V | Taso 2 |
| Vakiolaitteet | P | Taso 2 |
| Santeettikalusteet | V | Taso 2 |
| Santeettivarusteet | V | Taso 2 |
| Muut tilaozat: | | |
| Hoitotasot ja kulkurakenteet sis. Hoitotasojen portaat ja askelmat | V | Taso 2 |
| Hoitotasot talon rungosta erilliset runkorakenteet | V | Taso 1 |
| Kaiteet ja käsijohteet | V | Taso 1 |
| Tulisijat ja savuhormit | P | Taso 1 |
| Laajuustiedot | | |
| Alueiden pinta-alat: | | |
| Tonttien alat | V | Taso 2 |
| Rakennuksen kokonaisalat: | | |
| Bruttoala | P | Taso 2 |
| Kerrostasoalat | V | Taso 2 |
| Huoneistojen alat | V | Taso 2 |
| Tilaryhmien alat | V | Taso 2 |
| Huonealat | P | Taso 2 |
| Alle 1600 mm korkeat huonealat | V | Taso 2 |

| | | |
|---|---|---|
| Tarkastuspiste 4 | | |
| Koko talon malli (toteutus suunnittelutaso) | | |
| | | |
| Rakennemallin sisältövaatimukset | | |
| | | P = Pakollinen |
| | | V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti |
| Perustukset | | Tarkkuus |
| Paalutukset | P | Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan. |
| Anturat | P | Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti. |
| Perusmuurit | P | Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti. |
| Peruspilarit | P | Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen. |
| Peruspalkit | P | Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen. |
| Lämmöneristeet | V | Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein siten, että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. |
| Alapohjat | | |
| Alapohjalaatta | P | Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti. |
| Alapohjakanaalit | P | valutarvikkeeseen. Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti. |
| Erityiset alapohjat | P | Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen. |
| Lämmöneristeet | V | Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein siten, että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. |
| Runko | | |
| VSS | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Kantavat seinät | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Pilarit | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Palkit | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Väliohjat | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Yläpohja | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Erityiset runkorakenteet | V | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Julkisivut | | |
| Ulkoseinät | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |
| Erityiset julkisivurakenteet | V | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. |

| | | |
|---|---|--|
| Ulkotasot | | |
| Parvekkeet | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymineen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. |
| Katokset | P | Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sisällön osalta oikein siten, että rakenteiden kokonaismäärä selviää. |
| Eryiiset ulkotasot | P | Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sisällön osalta oikein siten, että rakenteiden kokonaismäärä selviää. |
| Vesikatot | | |
| Vesikattorakenteet | P | Mallinnetaan niin että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan. |
| Räystäsrakenteet | V | Jos vaatii erillistä rakennesuunnittelua. |
| Lasikattorakenteet | P | Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sisällön osalta oikein siten, että rakenteiden kokonaismäärä selviää. |
| Tilan jako-osat | | |
| Ei-kantavat betoni väliseinät | P | Paikallavalu- sekä elementtirakenteet mallinnetaan liittymineen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. |
| Muut tilaosat | | |
| Rakenteisiin kuuluvat tilan vievät osat | P | Mallinnetaan niin, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan. |
| Hoitotasot ja kulkureitit | V | |

| | |
|--|---|
| Tarkastuspiste 4 | |
| Koko talon malli (toteutus suunnittelutaso) | |
| | |
| LVI-mallin sisältövaatimukset | |
| P = Pakollinen | |
| V = Valinnainen/sovittavissa projektikohtaisesti | |
| LVI | |
| Putkistot | |
| Runkoputkistot DN20-DN32 Cu18-Cu35 | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että niitä voidaan asentaa. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Runkoputkistot DN40-> Cu42-> | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että niitä voidaan asentaa. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Kytkennäjohtot | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että niitä voidaan asentaa. DN10-25 putkistojen risteily sallitaan. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Putkistoeristeet | Ei vaadita erillistä eristysobjektia, putken ulkomitassa eristepaksuus mukana. Tietosisältö: tyyppi ja paksuus, kustannuksiin vaikuttavat pinnoitteet kerrottava mittavivassa ja tietosisällössä. |
| Sulkuventtiilit | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: Malli, DN-koko, painehäviö. |
| Esisäädettävät venttiilit | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: malli, DN-koko, tilavuusvirta, painehäviö, esisäätö, tunnus. |
| Moottoriventtiilit | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: malli, DN-koko, tilavuusvirta, painehäviö, esisäätö, tunnus. |
| Muut venttiilit | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: DN-koko, painehäviö. |
| Ilmanpoistimet | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: DN-koko, tunnus. |
| Suodattimet | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: DN-koko, tunnus. |
| Paisunta-astiat | Yli 100 dm ³ säiliöt mallinnetaan. Tietosisältö: tilavuus. |
| Lämmönsiirtimet | Tietosisältö: teho tai tilavuusvirta, painehäviö. |
| Lämmönjakokeskus | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: Liittyvien verkostojen teho tai tilavuusvirta, painehäviö. |
| Vedenjäähdytyskone | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: Liittyvien verkostojen teho tai tilavuusvirta, painehäviö. |
| Vesikatolle ja julkisivuille tulevat laitteet ja komponentit | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: tunnus. |
| Muut pääkoneikat | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: tunnus. |

| | |
|---|---|
| Nestetankit | Yli 100 dm ³ säiliöt mallinnetaan. Tietosisältö: tilavuus. |
| Jakotukit | Tietosisältö: tunnus. |
| Radiaattori ja konvektorit | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: malli, teho. |
| Kiertoilmakoneet | Ulkomitat valittu komponentin mukaan. Tietosisältö: tehon ja tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus. |
| IV-kanavistopatterit | Tietosisältö: tehon ja tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus. |
| Käyttövesikalusteet | Arkkitehdin osoittamassa paikassa. Tietosisältö: malli, normivirtaus, painehäviö, tunnus. |
| Pikapaloposti | Arkkitehdin osoittamassa paikassa ulkomitat valitun tuotteen mukaiset. Tietosisältö: malli, mitoitusvirtaus, painehäviö, tunnus. |
| Runkoviemärit | Tietosisältö: malli, DN-koko. |
| Viemärit | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että niitä voidaan asentaa. Tietosisältö: materiaali, DN-koko. |
| Putkistojen tarkastu/puhdistusluukut | Tietosisältö: materiaali, DN-koko. |
| Lattiakaivot | Arkkitehdin kuvan osoittamassa paikassa. Tietosisältö: DN-koko, normivirtaus, tunnus. |
| Kattokaivot | Vesikattokuvan osoittamassa paikassa. Tietosisältö: DN-koko, tunnus. |
| Piha-alueen erotuskaivot | Sijainti pihasuunnitelmien mukaan. Tietosisältö: minimissään 2D-viiteviivalla tunnus. |
| Perusmuurin sisäiset sade- ja jätevesikaivot | Tietosisältö: minimissään 2D-viiteviivalla tunnus. |
| Perusmuurin sisäiset erotuskaivot | Tietosisältö: minimissään 2D-viiteviivalla tunnus. |
| Perusmuurin sisäiset tarkastusputket ja -kaivot | Tietosisältö: minimissään 2D-viiteviivalla tunnus. |
| Sprinklerisuuttimet | Sijainti alakattopiirustuksien mukaan. Tietosisältö: DN-koko, k-arvo, tunnus. |
| Lämmönjakohuoneen putkistot | Mallinnetaan minimissään runkoputkistot. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| VJK-huoneen putkistot | Mallinnetaan minimissään runkoputkistot. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| VJK-huoneen pumput | Mallinnetaan viitteellinen sijoituspaikka. Tietosisältö: tunnus. |
| IV-konehuoneen runkoputkistot | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että ne ovat asennettavissa. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| IV-konehuoneen kytkentäputkistot | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että ne ovat asennettavissa. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Muut tekniset tilat | Mallinnetaan minimissään runkoputkistot. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |

| | |
|--|--|
| Kuilut ja hormit | Putkistot mallinnetaan kuiluun eristeineen, geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että ne ovat asennettavissa. Tietosisältö: materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Ilmanvaihto | |
| Runkokanavistot | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että ne ovat asennettavissa. Tietosisältö: materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Kytkenäkkanavistot | Geometrialtaan ja sijainniltaan oikeassa paikassa niin, että ne ovat asennettavissa. Tietosisältö: materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |
| Kanavistoeristeet | Ei vaadita erillistä eristysobjektia, putken ulkomitassa eristepaksuus mukana. Tietosisältö: tyyppi ja paksuus, kustannuksiin vaikuttavat pinnoitteet kerrottava mittavivassa ja tietosisällössä |
| Koteloidut IV-koneet | Suunnittelija mitoittaa koneen laitevalmistajan ohjelmistolla ja käyttää ohjelmiston tuottamaa koneobjektia. Tietosisältö: tunnus |
| Huippuimurit | Jukisivu- ja vesikattokuvien osoittamissa paikoissa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset. Tietosisältö: tunnus, koko. |
| Kanavapuhaltimet | Tietosisältö: tunnus, koko. |
| Ulospuhallushajoittajat | Jukisivu- ja vesikattokuvien osoittamissa paikoissa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset. Tietosisältö: tunnus, koko. |
| Ulkosäleiköt | Jukisivukuvien osoittamissa paikoissa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset. Tietosisältö: tunnus, koko. |
| Päätelaitteet | Alakattokuvien osoittamissa paikoissa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset. Tietosisältö: malli, tunnus, koko, ilmavirta, painehäviö, äänitaso, esisäätoarvo. |
| Siirtoilmasäleiköt | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan. Tietosisältö: malli, tunnus, koko. |
| Säätöpellit | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan. Tietosisältö: malli, tunnus, koko, ilmavirta, painehäviö, esisääto. |
| Ilma-/vakiovirtasäädin | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan. Tietosisältö: malli, koko, ilmavirta, painehäviö, yksilöity tunnus. |
| Palopelti | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan. Tietosisältö: malli, tunnus, koko, painehäviö. |
| Moottoroitu palopelti | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan. Tietosisältö: malli, koko, painehäviö, yksilöity tunnus. |
| Kanaviston äänenvaimentimet | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan. Tietosisältö: malli, tunnus, koko, painehäviö, ilmavirta. |
| Puhdistusluukut | Tietosisältö: tunnus. |
| IV-kanavistopatterit | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan, vaadittu otsapintanopeuden perusteella. Tietosisältö: koko, tunnus. |
| Ilman laatuun vaikuttavat kanavistokomponentit | Ulkomitat valitun tuotteen mukaan, vaadittu otsapintanopeuden perusteella. Tietosisältö: koko, tunnus. |
| Kuilut ja hormit | Kanavat ja komponentit mallinnetaan kuiluun eristeineen. Tietosisältö: materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. |

| | | |
|---|---------------------|---------------------------------|
| Tarkastuspiste 4 | | |
| Koko talon malli (toteutussuunnittelutaso) | | |
| Sähkömallin sisältövaatimukset | | |
| P = Pakollinen | | |
| V = Valinnainen/sovitavissa projektikohtaisesti | | |
| Sähkötekniikka | Tietosisältö | |
| Muuntaja | Tunnus | |
| Kojeistot | Tunnus | |
| Pääkeskukset | Tunnus | |
| Virtakiskot | Koko | |
| Kompensointiparitot | Tunnus | |
| Akustot | Tunnus | |
| Jakokeskukset | Tunnus | |
| Ristiytkentätelineet | Tunnus | |
| Telejärjestelmien keskuslaitteet | Tunnus | |
| Turvajärjestelmien keskuslaitteet | Tunnus | |
| Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot | Koko, tyyppi | |
| Johtokourut | Koko | |
| Lattianavat ja -rasiat | Koko | |
| Pystynousut | Koko | |
| Valaisimet | Positio | |
| Poistumisvalaisimet | Positio | |
| Vara- ja tuvavalaisimet | Positio | |
| Kytkimet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Pistorasiat | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Liike- ja läsnäolotunnistimet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Turvakytkimet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Kaiuttimet | Laitetyyppi | |
| Kamerat | | mahd. erillisessä mallissa |
| Paloilmaisimet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Palopainikkeet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Merkintakojeeet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Telepistorasiat | Laitetyyppi | |
| Sähköurakan ulkopuoliset laitteet | Laitetyyppi | |
| Rakennusautomaatio | | |
| RAU-keskukset | Tunnus | |
| Anturit tiloissa näkyvillä | | Esitetään vain mallikerroksessa |
| Säätölaite- ja muut kotelot | | Esitetään vain mallikerroksessa |

| | | |
|--|--|--|
| Tarkastuspiste 4. | | |
| tarkistettavat asiat | | |
| Tietomalliselostus | | |
| sovitut tietomallit ovat käytettävissä | | |
| mallit sovittuina tietomallifromaatteina | | |
| malleista on toisia vastaavat versiot | | |
| mallit ovat kohdistettu oikein keskenään | | |
| malli sisältää koko rakennuksen malli | | |
| kerrostiedot ovat määritetty | | |
| rakennusosat ja komponentit ovat määritetty kerroksittain | | |
| rakennusosat ovat numeroitu yksilöllisesti | | |
| vaatimusten mukaiset rakennusosat ja komponentit ovat mallinnettu (listattu) | | |
| rakennusosat ja komponentit ovat mallinnettu oikeilla työkaluilla | | |
| rakenteet nimetty sovittulla tavalla | | |
| malleissa ei ole ylimääräisiä rakenneosia tai komponentteja | | |
| malleissa ei ole tupla tai sisäkkäisiä rakenneosia tai komponentteja | | |
| rakenne ja arkkitehdin mallit vastaavat toisia | | |
| rakenne ja arkkitehdin aukot ovat samoilla kohdilla | | |
| rakenne- ja arkkitehdin rakenteet vastaavat toisia | | |
| kanaviin rakenteisiin on siirretty TATE-suunnittelijoiden varaukset | | |
| LVI- komponenteille on määritelty järjestelmä | | |
| järjestelmien nimet ovat sovittumukaiset | | |
| järjestelmien värit ovat sovittumukaiset | | |
| järjestelmissä on laskentatietoa | | |
| TATE mahtuu pystykuilihin ilman törmäyksiä | | |
| TATE mahtuu vaakareiteille ilman törmäyksiä | | |
| Tate-järjestelmillä ei ole keskinäisiä leikkauksia | | |
| TATE mahtuu alaslaskettujen kattojen sisään | | |
| TATE ei törmää pilareiden kanssa | | |
| TATE ei törmää palkkien kanssa | | |
| TATE ei törmää muiden rakenteiden kanssa | | |
| laatoissa on aukot pystykuilujen kohdalla | | |