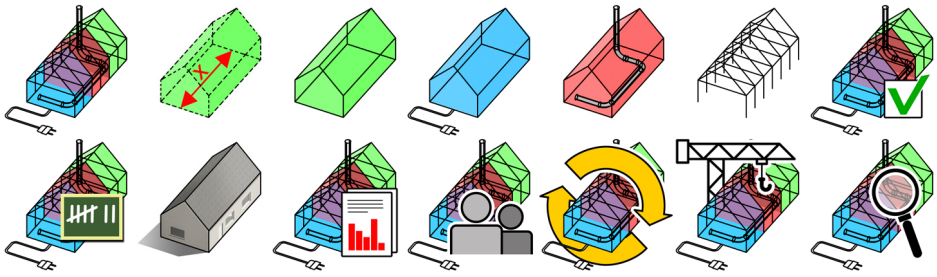
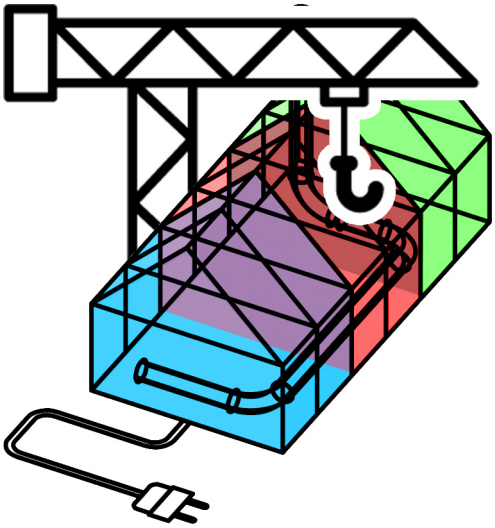


YTV

Yleiset tietomallivaatimukset 2012

versio 1.0



Osa 13.

Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa

Alkusanat

Julkaisusarja ”Yleiset Tietomallivaatimukset 2012” on laajapohjaisen kehittämishankkeen, *COBIM*, tulos. Tarve vaatimuksille juontaa rakennusalalla nopeasti kasvavasta tietomallintamisen käytöstä. Rakennushankkeen kaikissa vaiheissa osapuolilla on tarve määritellä entistä täsmällisemmin mitä ja miten mallinnetaan. ”Yleiset Tietomallivaatimusten 2012” lähtökohtana ovat olleet tilaaja-organisaatioiden aikaisemmat ohjeet ja niistä saadut käyttökokemukset sekä ohjeitten kirjoittajien seikkaperäinen kokemus mallipohjaisesta toiminnasta.

Hankkeen osapuolet: **Rahoittajat:** Aitta Oy, Arkkitehtitoimisto Larkas & Laine Oy, buildingSMART Finland, Espoon kaupunki Tekninen palvelukeskus, Future CAD Oy, Helsingin kaupunki Asuntotuotantotoimisto, Helsingin kaupunki Tilakeskus, Helsingin yliopisto, Helsingin Yliopistokiinteistöt Oy, HUS-Kiinteistöt Oy, HUS-Tilakeskus, ISS Palvelut Oy, Kuopion kaupunki Tilakeskus, Lemminkäinen Talo Oy, M.A.D. Oy, NCC Rakennus Oy, Sebicon Oy, Senaatti-kiinteistöt, Skanska Oy, SRV Rakennus Oy, SWECO PM OY, Tampereen kaupunki, Vantaan kaupunki Tilakeskus, ympäristöministeriö. **Kirjoittajat:** Finnmap Consulting Oy, Gravicon Oy, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Lemminkäinen Talo Oy, NCC Rakennus Oy, Pöyry CM Oy, Skanska Oyj/VTT, Solibri Oy, SRV Rakennus Oy, Tietoa Finland Oy. **Johto:** Rakennustietosäätiö RTS.

Vaatimukset on hyväksynyt Rakennustietosäätiön toimikuntana TK 320 toiminut hankkeen osapuolista koostuva johtoryhmä, joka on myös itse aktiivisesti osallistunut vaatimusten sisällön kehittämiseen sekä lausuttamiseen niin omassa kuin sidosryhmiensä keskuudessa.

© *COBIM - hankkeen osapuolet*

Osan 13 laatijat Lemminkäinen Talo Oy (Annikki Karppinen), NCC Rakennus Oy (Ari Törrönen, Maria Lennox), Skanska Oy (Marjo Peltomäki, Mikko Lehto), SRV Rakennus Oy (Jyrki Maalahti, Suvi Sillfors-Utriainen), VTT (Markku Kiviniemi, Kristiina Sulankivi)

Sisällysluettelo

1 Tietomallinnuksen päätavoitteet 3
2 Johdanto 5
3 Urakoitsijoiden vaatimukset tietomalleille 6
3.1 Tietomallien määrittely urakka-asiakirjoissa 6
3.2 Tuotantoon luovutettavien tietomallien määrittely 6
3.3 Urakoitsijan vastuulla oleva suunnittelu 8
3.4 Tietomallien ylläpito rakentamisvaiheessa 8
4 Tietomallin hyödyntämismahdollisuuksia rakentamisessa 10
4.1 Rakentamisvaiheen tietomallivaatimusten asettaminen 10
4.2 Rakentamisaikataulun esittäminen tietomallissa 10
4.3 Rakentamisen toteutumatilanteen esittäminen tietomallissa 12
4.4 Rakennusalueen käytön mallinnus (työmaan aluesuunnitelma) 13
4.5 Rakentamisvaiheen työturvallisuusratkaisujen varmistaminen tietomallin avulla 16
5 Tuotantotietojen toimitus toteumamalleihin 19
5.1 Maa- ja pohjarakentamisen dokumentointi 3D-mallina 19
5.2 Rakennustyön aikaiset muutokset 20
5.3 Piiloon jäävät asennukset 20
5.4 Urakoitsijan valitsemien tuoteosien tiedot 21
5.5 Kiinteistön ylläpitoon luovutettavat tiedot 21

1 Tietomallinnuksen päätavoitteet

Kiinteistöjen ja rakennusten mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävän kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaariprosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana.

Tietomallit mahdollistavat mm:

- investointipäätöksien tuen vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia
- energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysit ratkaisujen vertailua, suunnittelua ja ylläpidon tavoiteseurantaa varten
- suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen
- laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantamisen ja suunnitteluprosessin tehostamisen
- rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa.

Mallinnuksen onnistumiseksi on malleille ja mallien hyödyntämiselle asetettava hankekohtaiset painopistealueet ja tavoitteet. Tavoitteiden ja tämän julkaisusarjan yleisvaatimusten pohjalta määritetään ja dokumentoidaan projektikohtaiset vaatimukset.

Yleisiä mallinnukselle asetettuja tavoitteita ovat esimerkiksi:

- tukea hankkeen päätöksentekoprosesseja
- sitouttaa osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallin avulla
- havainnollistaa suunnitteluratkaisuja
- auttaa suunnittelua ja suunnitelmien yhteensovittamista
- nostaa ja varmistaa rakennusprosessin ja lopputuotteen laatua
- tehostaa rakentamisaikaisia prosesseja
- parantaa turvallisuutta rakentamisen aikana ja elinkaarella
- tukea hankkeen kustannus ja elinkaarianalyysejä
- tukea hankkeen tietojen siirtämistä käytönaikaiseen tiedonhallintaan.

’Yleiset tietomallivaatimukset 2012’ kattavat uudis- ja korjausrakentamiskohteet, sekä rakennusten käytön ja ylläpidon. Mallinnusvaatimuksissa esitetään vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. Vähimmäisvaatimukset on tarkoitettu noudatettavaksi kaikissa rakennushankkeissa, joissa näitä vaatimuksia halutaan käyttää. Vähimmäisvaatimusten lisäksi voidaan esittää lisävaatimuksia tapauskohtaisesti. Mallinnusvaatimukset ja – sisältö on esitettävä kaikissa suunnittelusopimuksissa sitovasti ja yhdenmukaisesti.

Julkaisusarja ’Yleiset tietomallivaatimukset 2012’ koostuu seuraavista dokumenteista:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

Jokaisen tietomallihankkeen osapuolen on tutustuttava oman alansa vaatimusten lisäksi ainakin yleiseen osuuteen (osa 1) sekä laadunvarmistuksen periaatteisiin (osa 6). Projektia tai projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön on hallittava tietomallivaatimusten periaatteet kokonaisuutena.

2 Johdanto

Rakennustuotannossa tarvitaan eri suunnittelualojen tietomalleja lähtötietoina täydentämään suunnitelma-asiakirjoja sekä pohjana tuotantotapahtumien mallinnukselle. Tässä osassa esitetään rakennustuotannon tarpeet suunnittelijoiden tietomalleille, tuotannon mallinnustehtävät sekä tietojen toimittaminen toteuman (as-built) mallinnusta varten. Ohjeessa käsitellään rakennusurakoitsijan ja TATE-urakoitsijan tietomallintamiseen liittyviä tehtäviä.

Urakointiyritykset hyödyntävät tietomalleja rakentamisen valmistelu- ja rakentamisvaiheissa esim. seuraavissa toiminnoissa:

- kohteeseen ja sen suunnitelmiin perehtyminen ja tiedonhaku tarjousvaiheessa, hankinnoissa ja työmaatoteutuksessa
- määrien laskenta tarjouslaskentavaiheessa sekä rakentamisaikana hankintoja ja tuotannonsuunnittelua varten
- yleinen rakentamisen aikainen toimintojen koordinointi ja tiedonvaihto
- tuotannon 4D-aikataulutus ja työjärjestysten suunnittelu sekä toteutumatilanteen havainnollistaminen
- eri suunnittelualojen mallien yhdistäminen mm. talotekniikan asennusjärjestysten ohjaamista varten ja rakennettavuustarkasteluihin
- rakenteiden sijaintitiedon siirto mittalaitteisiin
- työmaa-alueen käytön suunnittelu ja turvallisuussuunnittelu, kuten esim. putoamissuojaussuunnittelu.

Lähtökohtaisesti tietomallipohjainen suunnittelu vähentää ongelmatilanteita työmaalla, kun eri suunnittelualojen suunnitelmat on sovitettu yhteen etukäteen tietomallien avulla. Lisäksi 3D-pohjainen suunnittelu tarkentaa suunnitelmien mitoitusta mm. korkeusasemien osalta sekä luo edellytykset parantaa liittymien, risteilyjen ja muiden detaljikohtien suunnittelua.

Tuotannon kannalta oleellista on mallien oikeellisuus: mallit on tehty teknisesti oikein ja tarkastettu suunnittelijan toimesta sekä sovitettu yhteen muiden suunnittelualojen kanssa. Yksinkertainen tekninen perusasia on, että mallinnettujen rakenteiden dimensiot, sijainti ja tunnukset ovat oikein. Esimerkiksi rakennusosien tyyppitunnukset on oltava oikein, ne tulee olla mallinnettu oikeilla työkaluilla, eikä mallissa saa olla esillä vaihtoehtoratkaisuja.

Tietomallit eivät korvaa piirustuksia tai muita suunnitelma-asiakirjoja. Oleellista on, että suunnitelma-asiakirjat ovat sisällöltään yhteneviä tietomallien kanssa ja piirustuksia tulostetaan tietomalleista. Tarvittaessa piirustuksia voidaan muotoilla vastaamaan piirustusstandardien vaatimuksia tai parantamaan piirustuksen luettavuutta, mutta muutokset eivät saa olla ristiriidassa tietomallin kanssa. Urakoitsijat käyttävät suunnittelijoiden laatimia malleja pohjana erilaisissa tuotannon mallinnustehtävissä. Tuotantomalli ei ole yksi täsmällisesti määritelty tietomalli, vaan toistaiseksi yleisnimitys malleille, joihin on täydennetty jokin tuotannonohjauksen näkökulma. Tuotantomalleja ovat esim. 4D-aikataulumallit tai työmaan aluesuunnitelman sisältävä rakennuksen ja tontin malli. Tuotantomalli voi sisältää myös useita eri tuotantosuunnitelmia yhdessä mallissa.

3 Urakoitsijoiden vaatimukset tietomalleille

3.1 Tietomallien määrittely urakka-asiakirjoissa

Vaatimus

Urakka-asiakirjoissa määritellään tietomallien luovuttaminen urakoitsijan käyttöön, mallien käyttöoikeudet ja urakoitsijaa koskevat tietomallivaatimukset.

Ohje

Urakkasopimusmenettelyyn sisältyvät tietomalliasiat esitetään ensisijaisesti tietomallivaatimusten osassa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Tässä kohdassa kuvataan urakoitsijan kannalta tarpeellisiksi arvioidut menettelyt.

Urakka-asiakirjoissa tietomallien luovuttamista koskevan määrittelyn tarkoituksena on todeta tietomallien asema hankkeessa, osapuolten vastuut niistä ja tietomallien käyttöoikeudet. Määrittely voidaan esittää esim. urakkaohjelmassa tai urakkaneuvottelupöytäkirjassa.

Minimimäärittelynä voidaan esittää, että: ”Urakoitsijoilla on käytettävissä suunnittelijoiden ajan tasalla olevat tietomallit ja tietomalliselostukset.” Lisäksi urakka-asiakirjoissa on syytä tarkentaa, että rakennushanke on tietomallia hyödyntävä hanke, jossa nimettyjen suunnittelualojen suunnittelu on tehty mallintamalla eikä niin, että mallit olisivat muista suunnitelma-asiakirjoista erillisiä.

Täsmällisempi vaihtoehto on nimetä luovutettavat tietomallit urakkasopimuksen teknisiksi asiakirjoiksi niin, että niille määritellään keskinäinen pätevyysjärjestys suhteessa muihin asiakirjoihin. Tietomallit ja tietomalliselostukset yksilöidään vastaavasti kuin muut tekniset asiakirjat.

Lisäksi urakka-asiakirjoihin kirjataan urakoitsijan oikeus luovuttaa tietomalli kolmannelle osapuolelle esim. alihankintatarjouspyynnön yhteydessä tai alihankinnan toteuttavalle yritykselle. Urakoitsija on velvollinen esittämään tietomallin käyttöä ja luovuttamista koskevat rajoitukset alihankkijalle.

Tietomallien luovuttamisen lisäksi urakka-asiakirjoissa esitetään mahdolliset urakoitsijan tietomallintamista koskevat yksilöidyt velvoitteet (ks. luvut 4 ja 5) kuitenkin siten, että urakoitsijan kustannuksiin vaikuttavat vaatimukset tulee esittää jo tarjouspyynnössä. Jos urakoitsijalle asetetaan mallinnusvelvoitteita, on mallien oltava urakkatarjouspyynnön teknisiä asiakirjoja. Urakoitsijalla on oltava myös mallien katselmointimahdollisuus ennen sopimuksen tekemistä.

3.2 Tuotantoon luovutettavien tietomallien määrittely

Vaatimus

Tuotannon käyttöön luovutettavat tietomallit yksilöidään, ja niiden käyttötarkoitus sekä laadunvarmistus todetaan osapuolten yhteisessä katselmuksessa. Urakoitsijalle esitellään mallien käyttöön liittyvät menettelyt ja käytännöt. Lisäksi sovitaan

tarvittavista katselmusmenettelyistä ja -tilaisuuksista rakentamisen aikana. Urakoitsija esittää omalta kannaltaan mihin tarkoitukseen tietomalleja tullaan käyttämään.

Ohje

Urakkaneuvotteluvaiheessa suunnitelmien katselmoinnin yhteydessä järjestetään katselmus, jossa rakennuttaja, pääsuunnittelija ja muut tarvittavat suunnittelijat sekä urakoitsijat toteavat käytössä olevat tietomallit sekä niiden tuottamisessa käytetyt mallinnusohjelmat ja versiot. Samalla todetaan urakkasopimukseen sisältyvät malliversiot. Tuotantoon luovutetaan tietomallien alkuperäis- ja IFC-versiot.

Katselmuksessa todetaan myös tietomallien pääsisältö, käyttötarkoitus, valmiusaste ja versio. Nämä voidaan todeta tietomalliselostuksen avulla, ja samalla varmistetaan, että tietomalliselostus on ajan tasalla. Lisäksi todetaan mahdolliset muut tilaajan suunnittelijoille esittämät mallinnusvaatimukset ja -ohjeet, jotka ovat vaikuttaneet mallien sisältöön ja esim. käytettäviin tunnisteisiin yms.

Katselmuksessa tulee todeta myös, että suunnittelijat ovat tehneet mallien laadunvarmistuksen osaltaan ja mallit on yhteensovitettu yhdistämällä eri suunnittelualojen mallit. Samalla varmistetaan mahdollisten sovittujen korjausten toteutus tai tilanne. Laadunvarmistukseen liittyvien dokumenttien tulee olla urakoitsijoiden käytettävissä, mm. tietomallivaatimusten osan 6. Laadunvarmistus mukaiset tarkastuslistat.

Katselmuksessa sovitaan myös yhdistelmämallin kokoamisesta, kenen vastuulla kokoaminen on sekä käytettävät työkalut ja osamallit.

Mallisisältöjen lisäksi todetaan muut osapuolten jatkotehtävät ja niihin liittyvät menettelytavat. Näitä ovat mm. mallintamisen eteneminen ja mallien tarkentuminen, erityiset mallien julkaisuvaiheet, työmallien päivitysväli, mallien jakelu projektipankin kautta, muutosten ja versioiden hallinta, laadunvarmistus sekä näihin liittyvät koordinointitehtävät ja vastuut.

Yhtenä osa-alueena katselmuksessa todetaan urakoitsijoiden vastuulla olevat mallinnustehtävät ja -ohjelmistot sekä näiden tietomallien mahdollinen muu käyttö ja jakelu.

Osapuolten tulee myös sopia mitä muuta tietoa malliin tallennetaan sekä kuka määrittelee ja tallentaa tiedon eri malleihin. Näitä ovat esim. suunnitteluaikataulun määrittely mallissa, hankintapakettijaon esittäminen tai suunnittelun valmiusasteen esittäminen mallin osille.

Muiden suunnitelmadokumenttien osalta todetaan, mitkä piirustukset on tulostettu mallista, ja on suositeltavaa, että tietomallilähde merkitään näkyviin piirustusluetteloihin.

Tietomallien valmiusasteen ja muiden hankkeen erityistarpeiden perusteella osapuolten tulee sopia myös tarvittavista mallintamista koskevista jatkokatselmuksista.

Tietomallien katselmointi tulee dokumentoida yhteiseen kokousmuistioon tai vastaavaan.

3.3 Urakoitsijan vastuulla oleva suunnittelu

Vaatimus

Kun tietomallihankkeessa urakoisijan vastuulla oleva tuoteosien suunnittelu tehdään mallintamalla, tulee mallinnus sovittaa yhteen hankkeen muun tietomallisuunnittelun kanssa. Tuoteosien mallinnusvaatimuksesta sovitaan projektikohtaisesti.

Ohje

Urakoitsija velvoittaa tuoteosasuunnittelijat hyväksyttämään ja yhteensovittamaan tuoteosasuunnittelun tilaajan suunnittelijoiden kanssa urakka-asiakirjojen mukaisesti sekä noudattamaan projektikohtaisia ja yleisiä tietomallinnusohjeita. Urakoitsija kutsuu tuoteosasuunnittelijat tarvittaviin tietomallikatselmuksiin ja velvoittaa tuoteosasuunnittelijat noudattamaan sovittua laadunvarmistusmenettelyä.

Tilaajan/pääsuunnittelijan on huolehdittava osaltaan tuoteosakauppoihin liittyvien mallien koordinoinnista muun suunnittelun kanssa. Esimerkkinä kattoikkuna, johon projektin arkkitehti antaa vain tilavarauksen ja määrityksiä esim. lasijaon tai -laadun. Tuoteosatoimittajan detaljisuunnittelun yhdistäminen muihin suunnitelmiin voi tarkoittaa myös esim. sprinkler-suuttimien sijoittelua tai huoltotasojen yhteensovittamista, mikä edellyttää osamallien yhdistämistä ja tarvittavien muutosten tekemistä niihin.

3.4 Tietomallien ylläpito rakentamisvaiheessa

Vaatimus

Tietomalleja ylläpidetään rakentamisen aikana, ja niiden tulee olla yhdenmukaisia tuotannolle luovutettujen muiden suunnitelma-asiakirjojen kanssa.

Ohje

Piirustusten tai muiden suunnitelma-asiakirjojen muuttuessa tai täydentyessä pitää samalla toimittaa jakeluun vastaavilta osilta päivitetty tietomalli. Aloituskatselmuksessa sovitaan mallien päivitysväli sekä piirustusten julkaisuaikataulu. Nämä voivat olla toisistaan poikkeaviakin.

Tietomallin päivityksen yhteydessä on tietomalliselostukseen kirjattava tehdyt muutokset, ja tietomalliselostus julkaistaan päivitetyn mallin ja piirustusten kanssa.

Tarvittaessa muutosten sijaintia ja sisältöä voidaan visualisoida vertaamalla tietomalliohjelmassa eri malliversioita ja tulostamalla 3D-näkymät mallista.

Vaatimus

Urakoitsija on velvollinen ilmoittamaan havaitsemistaan tietomallin virheistä tai puutteista ao. suunnittelijalle ja hankkeen tietomallikoordinaattorille. Suunnittelija on velvollinen korjaamaan virheen ja toimittamaan uuden tietomalliversion.

Ohje

Tietomalliohjeiden suunnittelualakohtaisissa osissa vaaditaan, että jokainen osapuoli tarkistaa oman tietomallinsa ennen jakelua, ja pääsuunnittelija vastaa suunnitelmien yhteensopivuudesta myös tietomallien osalta. Jos tietomalleissa kuitenkin havaitaan poikkeamia, tulee osapuolen pyrkiä hyvän rakentamistavan mukaisesti korjaamaan poikkeamat nopeasti ja estämään niiden seurausvaikutukset.

Suunnittelijan on, saatuaan ilmoituksen poikkeamahavainnosta, ilmoitettava siitä asianosaisille muille osapuolille, jotta muille osapuolille ei aiheudu tarpeettomia lisäkustannuksia.

Suunnittelijan tulee tehdä korjaukset välittömästi tai sopia muiden osapuolten kanssa korjausten tekemisestä. Jos osapuolet eivät katso vähäisten korjausten tekemistä tarpeelliseksi välittömästi, voidaan tietomalliselostukseen päivittää tieto poikkeamasta ja sen korjausaikataulusta.

4 Tietomallin hyödyntämismahdollisuuksia rakentamisessa

4.1 Rakentamisvaiheen tietomallivaatimusten asettaminen

Useimmat tietomallien hyödyntämistavat, joita urakoitsijat käyttävät, liittyvät tuotannon organisointiin, joille tilaaja ei perinteisesti ole asettanut täsmällisiä vaatimuksia. Esim. rakentamisaikataulun laatimista edellytetään urakkasopimuksessa, mutta sen sisältöä ja muotoa ei määritellä täsmällisesti.

Tässä luvussa kuvataan yleisesti tietomallin hyödyntämismahdollisuuksia rakentamisen aikana. Ne esitetään seuraavassa vaatimuksina, mutta niistä pitää aina sopia projektissa yksiselitteisesti.

Seuraavissa luvuissa esitetään keskeisiä urakoitsijan mallinnustehtäviä, joilla on vaikutuksia muiden hankeosapuolten toimintaan ja päätoteuttajan velvoitteiden täyttämiseen. On huomattava, että urakoitsijat hyödyntävät tietomalleja näiden lisäksi monissa muissa käyttötilanteissa. Sellaisia ovat mm.

- Havainnollistaminen ja työnohjaus tietomallien avulla
  - Tietomallien visuaalisuus on edelleen merkittävin mallien hyödyntämistapa monissa erilaisissa käyttötilanteissa. Tärkeimpiä havainnollistamisen käyttökohteita tuotannonsuunnittelussa ja -ohjauksessa ovat perehtyminen kohteeseen ja rakenteisiin sekä työjärjestysten suunnittelu ja töiden yhteensovittaminen.
  - Lisätietoja: Osa *8. Mallien käyttö havainnollistamisessa*
- Määrälaskenta
  - Määrälaskenta tietomallista nopeuttaa laskentaa ja antaa tarkemman tuloksen edellyttäen, että mallinnus on tehty oikein ja virheettömästi. Mallipohjainen määrälaskenta ja valmiisiin raporttipohjiin perustuvat määräluettelot poistavat merkittävän määrän päällekkäistä työtä, mikä parantaa rakentamisen tuottavuutta tältä osin.
  - lisätietoja: Osa *7. Määrälaskenta*
- Hankinnat
  - Tietomallien yleistyessä malleja ja niihin pohjautuvia määräluetteloita tullaan käyttämään myös alihankintatarjouspyyntöjen aineistona, mikä laajentaa niiden käyttöä. Alihankintoihin voi lisäksi sisältyä toimittajan mallipohjaista suunnittelua, johon liittyviä asioita käsitellään tämän ohjeen kohdissa 3 ja 5.

4.2 Rakentamisaikataulun esittäminen tietomallissa

Vaatimus

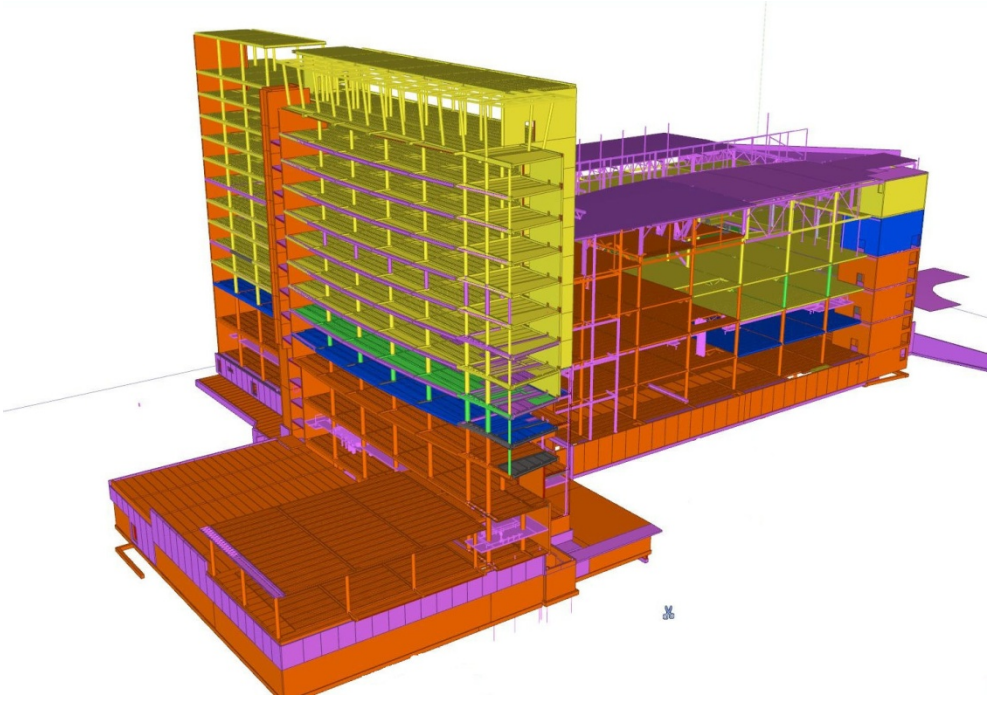
Rakennusosien ja järjestelmien suunnitellut asennusajankohdat kirjataan tietomalliin projektin aikataulun kannalta kriittisten, nimettyjen rakennusosien osalta. Tietomallipohjainen aikataulu jaetaan hankkeen muiden osapuolien käyttöön sovitussa muodossa. Vaatimuksesta sovitaan projektikohtaisesti.

Ohje

Tietomallipohjaisen aikataulun tarkoitus on täydentää tilaajalle annettavaa rakentamisaikataulua ja ohjata mm. täydentävän suunnittelun järjestystä. Projektin aikataulun kannalta kriittisiä rakennusosia/työvaiheita, joita koskeva aikataulutieto viedään malliin, voivat käytännössä olla esimerkiksi perustukset, runko ja purkutyö. Myös suunnitteluaikataulun esittäminen mallissa on mahdollista.

Tietomallipohjainen aikataulu voidaan esittää vain mallinnettujen rakenteiden osalta, ja niissäkin rakennekokonaisuuksien/kokoonpanojen erittelytarkkuuden mukaisesti. Mallit luovutetaan urakoitsijalle sellaisessa muodossa, että aikatauluttaminen on mahdollista tähän tehtävään saatavilla olevilla kaupallisilla ohjelmistoilla. Mallin jaottelu tuotannon ja aikataulutuksen vaatimusten mukaan on kuitenkin tehtävä, josta on sovittava erikseen, jos sitä edellytetään suunnittelijoilta.

Rakentamisaikataulun jakelumuodosta ja -tavasta muiden osapuolien käyttöön on sovittava hankekohtaisesti. Jakelu voi tapahtua esimerkiksi 4D-tietomallista tuotettuna staattisena mallinäkymänä, jossa aikataulun tarkkuustasosta riippuen eri aikoina, kuten eri päivinä, viikkoina tai kuukausina, toteutettavat rakennusosat ilmenevät mallista värikoodein. Seuraavassa kuvassa esimerkki rakentamisaikataulun esittämisestä tietomallissa (Kuva 1). Tämä mallinäkymä voidaan jakaa muille osapuolille ilman tarvetta erilliseen tietomallipohjaiseen ohjelmaan.



Kuva 1: Esimerkki runkovaiheen tietomallipohjaisesta aikataulusta. Värikoodit: oranssi = valmis/asenettu, sininen = kuluva viikko, vihreä = seuraava viikko, keltainen = aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, lila = aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, eri urakoitsija. (Lähde: SRV, Flamingo, Vantaa)

Mikäli tehdään tuoteosakauppaa, ja alihankkija mallintaa ja aikatauluttaa oman osuutensa, on hankkeessa sovittava sen esittämisestä, jakelusta ja mahdollisesta yhdistämisestä päätoteuttajan aikatauluun.

Rakentamisaikataulu ja siinä pysyminen on tilaajan kannalta yksi kiinnostavimmista ja seuratuimmista asioista hankkeessa. Aikataulun, samoin kuin sen toteuman esittäminen tietomallin avulla esimerkiksi työmaakokouksissa on perinteistä aikataulun esitystapaa havainnollisempaa.

4.3 Rakentamisen toteumatilanteen esittäminen tietomallissa

Vaatimus:

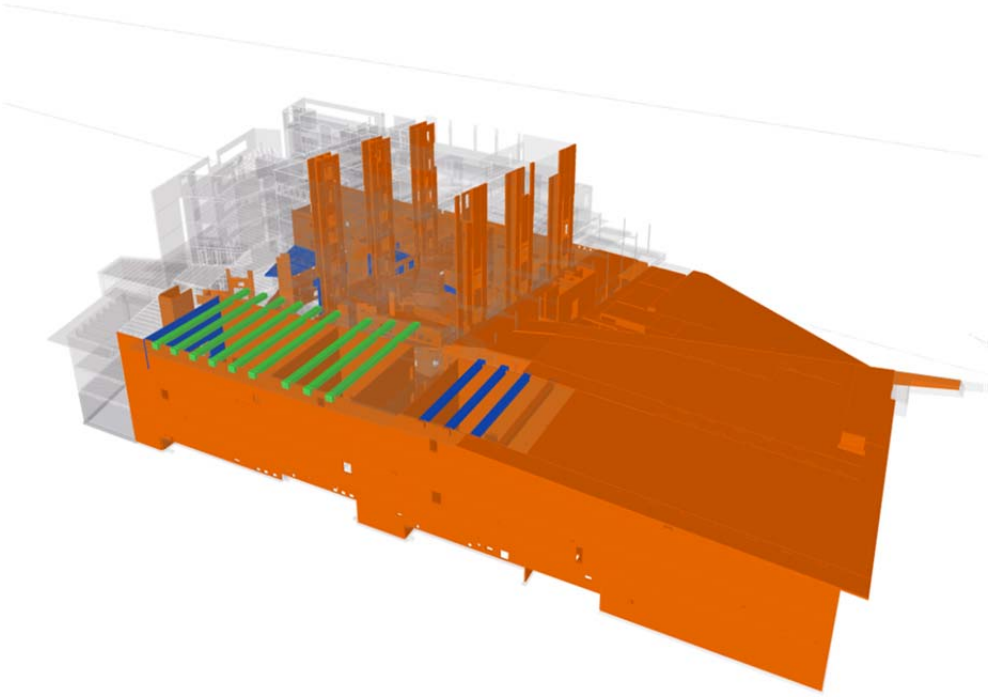
Rakenteiden ja järjestelmien toteutuneet asennusajankohdat kirjataan tietomalliin sovituin aikavälein, kattaen talotekniikkaosat. Rakennustyön toteumatiedon esittävä katselumalli tulee välittää koko projektitiimille sovitussa tiedostomuodossa ja sovitulla tavalla. Vaatimuksesta sovitaan projektikohtaisesti.

Ohje

Toteumatietoa voidaan tallentaa malliin esimerkiksi päivittäin tai viikoittain sovittuna päivänä. Toteumatilanne voidaan esittää vain mallinnettujen rakenteiden osalta ja niissäkin rakennekokonaisuuksien/kokoonpanojen erittelytarkkuuden mukaisesti.

Toteutumatilannetta vastaavan katselumallin jakelusta tulee sopia jakelumuoto, aikaväli ja jakelutapa. Jakelu voi tapahtua sovituin aikavälein esimerkiksi työmaan toteumatilannetta vastaavana staattisena 3D-katselumallina, eli esim. xml- tai 3D-pdf-muodossa, hankkeen projektipankin/hanketietokeskuksen kautta. Seuraavassa kuvassa esimerkki työmaan toteumatilanteen tietomallipohjaisesta esityksestä (Kuva 2).

Toteumatilanteen lisäksi katselumallin avulla voidaan esittää tarvittaessa myös seuraavan aikajakson aikana toteutettavat rakenteet.



Kuva 2: Esimerkki työmaan tietomallipohjaisesta toteumatilanteen esityksestä. Värikoodit kuten edellä. (Lähde: SRV, Musiikkitalo, Helsinki)

4.4 Rakennusalueen käytön mallinnus (työmaan aluesuunnitelma)

Vaatimus

Urakoitsija laatii työmaan aluesuunnitelman 3D-aluesuunnitelmana. Kohdekohtaisesti on sovittava, mihin työvaiheisiin aluesuunnitelma on laadittava.

Aluesuunnitelmassa esitetään työmaa-alue (tontti) rakennuksineen sekä kaikki perinteisessä 2D-suunnitelmassakin vaadittavat työmaan väliaikaiset varusteet, kulkutiet ja tilavaraukset joko täsmällisinä esityksinä (3D objekteina/komponentteina) tai yksinkertaistettuina 3D-kappaleina. Mallinnustarkkuudesta riippumatta mallinnus tulee tehdä niin, että suunnitelmaan sisältyvät osat ovat tunnistettavissa visuaalisesti.

Myös liittyvät katualueet ja esim. nosturin vaikutusalueella olevat muut rakennukset ja rakenteet esitetään siinä laajuudessa, kuin työmaalla voi olla vaikutuksia ympäristöön (esim. vaikutukset julkiseen kävely- tai ajoneuvoliikenteeseen).

Vaatimuksesta sovitaan projektikohtaisesti ja samalla sovitaan lähtökohtana toimivan tontti-/aluemallin laadinnasta.

Ohje

Rakennusalueen käytön mallinnuksessa voidaan hyödyntää pohjana arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan mallia. Lähtökohdaksi otetaan tällöin rakennuksen malli, joka sisältää tarvittavat rakennusosat, ja jatketaan siihen työmaan mallinnusta. Vaihtoehtoisesti suunnittelijan mallia voidaan käyttää viitteenä/referenssinä urakoitsijan tekemässä työmaan aluesuunnitelmassa.

Jotta 3D-aluesuunnitelman sisältö on helposti ymmärrettävä ja käytettävissä myös perinteisenä 2D-piirustuksena (2D-mallinäkymänä), tulee objekteihin liittää tarpeelliset tekstiselitykset ja lisätiedot (esim. jätteiden lajittelu eri jätelajeihin). Näin tulee menetellä riippumatta siitä, onko mallinnus tehty karkeina aluevarauksina (esimerkiksi 3D-levyinä tai -kappaleina) tai visuaalisesti helpommin tulkittavina 3D-objekteina.

Jos suunnitelmaan sisältyvät osat tulee tunnistaa myös ohjelmallisesti, tulee tästä erikseen sopia.

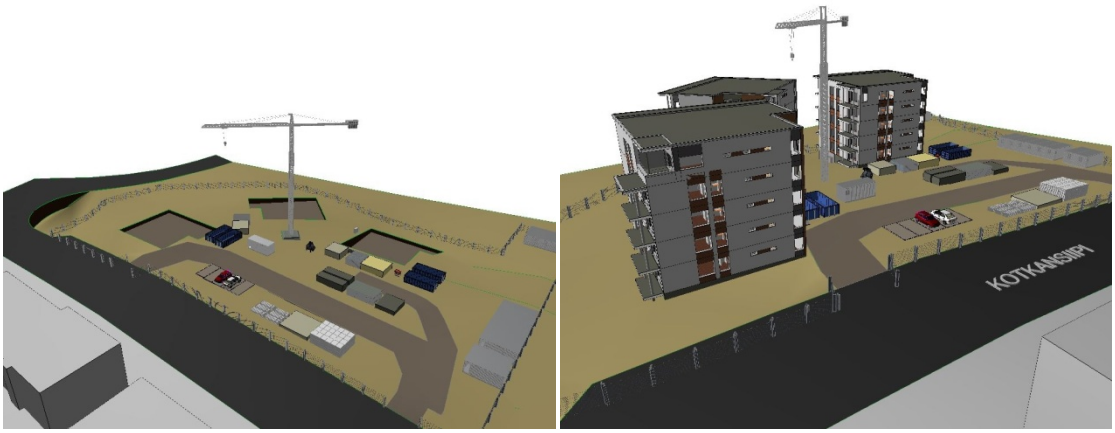
3D-aluesuunnitelmaa päivitetään rakentamisen edetessä työmaalla koko toteutuksen ajan, ja tavoitteena on mahdollisimman ajantasainen 3D-aluesuunnitelmamalli.

Aluesuunnitelmassa esitetään alueen käyttäminen eri toimintoihin sekä työmaatoimintaa palvelevien toimintojen sijainti:

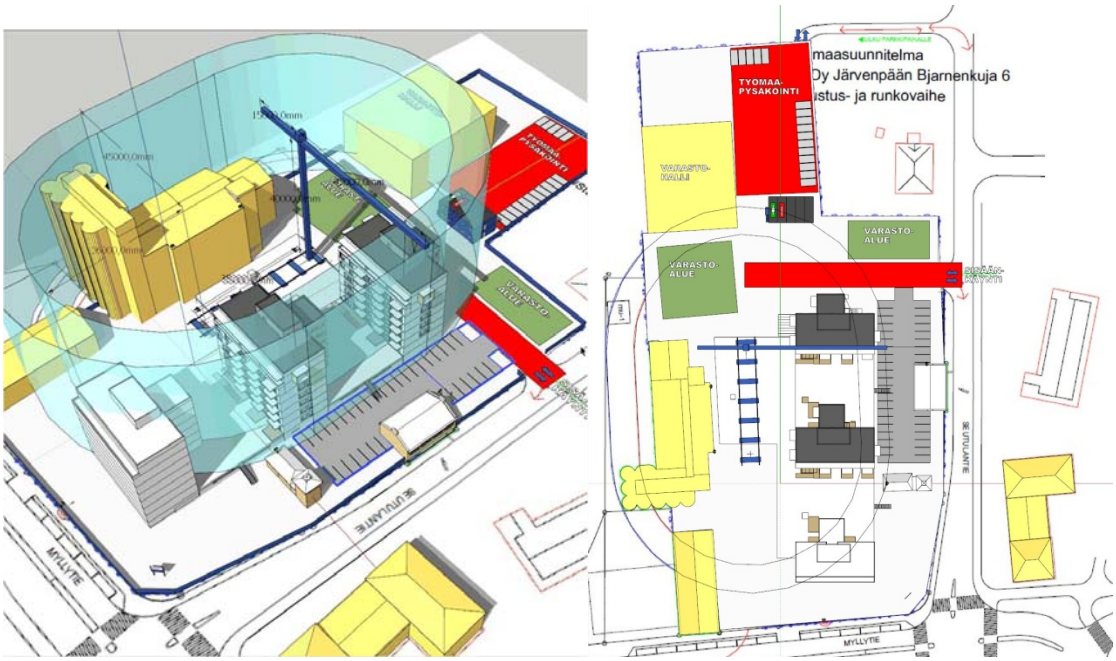
- työmaa-alue ja liittyvät kadut sekä muu lähiympäristö, johon työmaalla voi olla vaikutusta
- työmaan väliaikaiset rakenteet ja varusteet, kuten esimerkiksi koneet, työmaatilat, aitaukset ja kulkuportit, kulkutiet, poistumis- ja pelastautumistiet
- työmaan väliaikaiset tilanteet, esimerkiksi kaivannot ja aluevaraukset materiaalien varastoinnille.

Lisäksi tietomallipohjaisessa 3D-aluesuunnitelmassa havainnollistetaan esimerkiksi riskialueita ja ulottuvuuksia kuten nosturin ulottuvuus tai vaara-alue sekä esim. hälytysajoneuvoille varattu ajoväylä.

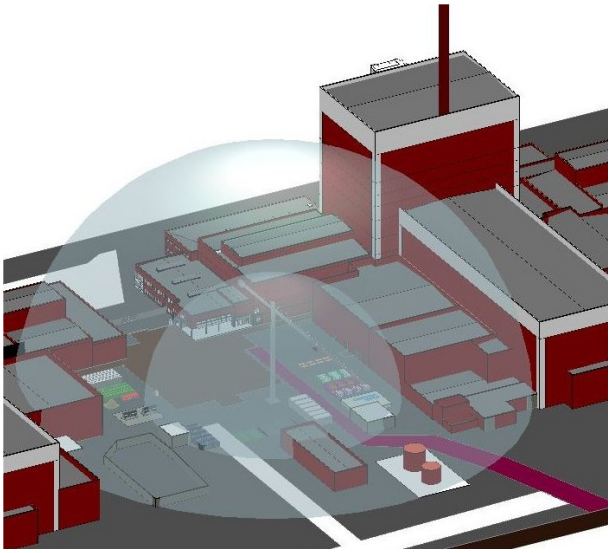
Aluesuunnitelman avulla välitetään tieto työmaan sisäisistä ja ulkoisista logistiikkajärjestelyistä sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyistä hankkeen kaikille osapuolille. Työmaan tilapäiset kulkutiet, kuten jalankulkijoiden ohjaaminen tilapäisiä reittejä ja suojakatoksia käyttäen, on myös osa työmaan turvallisuuden suunnittelua, ja näiden mallintaminen helpottaa ratkaisujen esittämistä tilaajalle. Seuraavissa kuvissa on esitetty esimerkkejä rakennusalueen käytön mallinnuksesta.



Kuva 3 Esimerkki 3D-aluesuunnitelmasta maanrakennus- ja runkotyövaiheessa. (Lähde: VTT)



Kuva 4 Esimerkki 3D-aluesuunnitelmasta; perspektiivinäkymä ja 2D-näkymä samaan malliin. (Lähde: NCC, As Oy Järvenpään Bjarnenkuja 6)



Kuva 5 Esimerkki 3D-aluesuunnitelman käytöstä vaara-alueen mallintamiseen ja nosturin kaatumistarkastelun visualisointiin. (Lähde: VTT)

4.5 Rakentamisvaiheen työturvallisuusratkaisujen varmistaminen tietomallin avulla

Vaatimus

Toteutuksesta vastaavat urakoitsijat ja suunnittelijat käyvät tietomallin avulla läpi elementtiasennussuunnitelman ja paikallavalurakenteet sekä hyväksyvät keskeiset asennusjärjestykset, työnaikaiset tuennat, jäykistykset ja muottijärjestelmät.

Päätoteuttaja esittää putoamissuojauksen tyyppiratkaisut hyväksyttäväksi 3D-mallin avulla. Mallinnus on toteutettava vähintään tilaajan kanssa sovitulla tarkkuudella ja laajuudessa.

Päätoteuttaja ja rakennesuunnittelija tarkistavat yhteistyössä rakennemallissa olevat työturvallisuuteen liittyvät kiinnityselimet ja muut varaukset, kuten turvavaljaiden kiinnityspisteet ja kaiteiden kiinnityskohdat rakenteissa.

Urakoitsija merkitsee sovitun raja-arvon ylittävien kuormien osalta välivarastointipaikat sekä varastoitavan tavaran painon holveilla ja lähettää suunnitelman rakennesuunnittelijalle.

Vaatimuksesta sovitaan projektikohtaisesti.

> ***Ohje***
>
> *Kokonaisvaltaisen mallinnuksen vaihtoehtoja ovat esim. turvakaiteiden osalta käytettävän kaidetyyppiratkaisun mallimuotoinen esitys, tai mallinnus rajatulle alueelle kuten yksi kerros. Mallinnus tehdään rakennemalliin tai rakennesuunnitelmia käytetään lähtötietona, jos rakennemallia ei ole käytettävissä, tai työturvallisuuteen liittyvä mallinnus toteutetaan eri ohjelmalla kuin rakennemallinnus on tehty.*
>
> *Geometrialtaan tarkat kaidetyyppimallinnukset voivat myös täsmentää perinteistä kaidesuunnitelmaa, jolloin esim. 2D-tasopiirustukseen on merkitty eri väreillä käytettävät erityyppiset turvakaiteet, ja kustakin tyyppiratkaisusta esitetään periaatteellinen yksityiskohtainen 3D-mallinnus.*
>
> *Elementtituet mallinnetaan, ja päätoteuttaja ja rakennesuunnittelija tarkistavat yhteistyössä niiden sijainnit sekä turvallisuuden että logistiikan kannalta. Elementtitukien sijainnit on tarkistettava niin, että esim. seinäelementtituille löytyy tarvittava tukipiste holvilta. Mallin avulla voidaan myös tarkistaa, että elementtituet eivät aiheuta haittaa työmaalogistiikalle, kuten vaikeuta kohtuuttomasti kulkureittejä tai välivarastointia holveilla.*
>
> *Esitettäviä kriittisiä välivarastointeja voivat olla esimerkiksi holvien mitoituksessa käytettyä hyötykuormaa lähellä olevat rakentamisen välivarastoinnista aiheutuvat kuormat, tai rakennustyössä käytettävät koneet.*

Rakennustyön turvallisuutta voidaan parantaa tietomalliavusteisesti periaatteessa kolmessa vaiheessa:

1. suunnittelemalla ja mallintamalla työn toteutus ja eri vaiheissa työmaalla tarvittavat turvallisuusjärjestelyt ja käytettävät varusteet etukäteen,

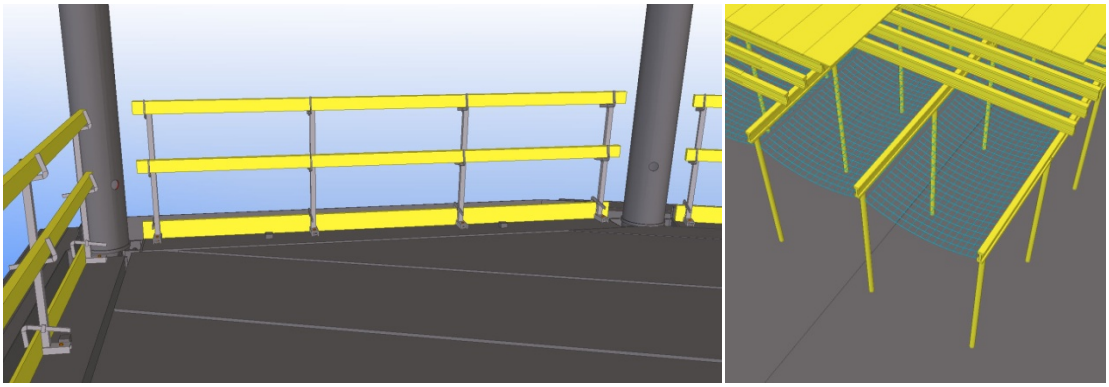
2. varmistamalla, että rakenne on toteutettavissa turvallisesti, ja että tarvittaville turvavälineille on suunniteltu ja mallinnettu rakenteisiin tarvittavat kiinnitysosat, ja
3. suunnitellut turvallisuusratkaisut on dokumentoitu riittävän havainnollisesti.

Perehdytyksellä ja työnohjauksella varmistetaan, että tiedot menevät turvallisuusratkaisujen toteuttamisesta vastaavalle henkilölle. 3D-esitystapa tukee turvallisuuteen liittyvää kommunikointia, ja esimerkiksi suunniteltujen kaideratkaisujen esittäminen mallin avulla työntekijätasolle asti voi merkittävästi helpottaa tiedon välittämistä ja ymmärtämistä.

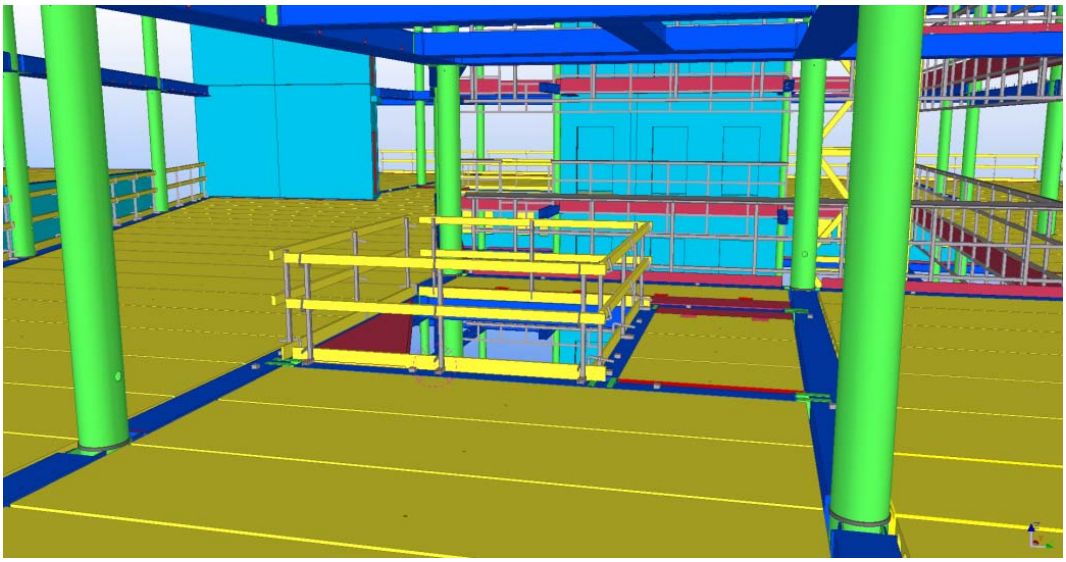
Turvallisuuden suunnittelu liittyy erityisesti työ-/asennusjärjestyksen suunnitteluun ja pitäisi siksi saada osaksi pysyvien rakennusosien 4D-aikataulutusta. Turvallisuuden suunnittelu liittyy myös rakennesuunnitteluun, koska turvavälineiden kiinnitys voi edellyttää jo elementtitehtaalla tai konepajalla asennettavia osia rakennusosiin. Lisäksi rakennuksen kokonaisvakavuus ja yksittäisen osan käytettävyys esim. valjaiden kiinnityspisteenä voi edellyttää rakenteellista asiantuntemusta.

Työturvallisuusratkaisuja, joita voidaan mallintaa, ovat esimerkiksi putoamissuojaukseen käytettävät turvakaiteet, aukkosuojat, valjaiden kiinnityspisteet ja turvaverkot (Kuvat 6 ja 7).

Tietomallipohjainen työturvallisuussuunnittelu voidaan toteuttaa geometrialtaan tarkkana, jolloin esim. kaideosat ovat visuaalisesti tunnistettavissa tietyntyyppisiksi kaidetolpiksi ja sen kanssa käytettäviksi verkkoelementeiksi tai puujuoksuiksi. Mallinnus on mahdollista toteuttaa myös viitteellisesti, esim. tietynlainen turvakaide tietyllä värillä yhtenäisenä nauhana. Tarkka mallinnus on kuitenkin suositeltava tapa.



Kuva 6 Vasemmalla esimerkki käytettävän turvakaideratkaisun esittämisestä periaatekuvana tietomallin avulla, oikealla verkkoratkaisun esitys. (Lähde: VTT, Skanska)



Kuva 7 Esimerkki rakennemalliin toteutetusta yhden kerroksen laajuisesta tietomallipohjaisesta turvakaidesuunnitelmasta. (Lähde: VTT, Skanska)

5 Tuotantotietojen toimitus toteumamalleihin

Periaatteena on, että kun suunnittelu on tilaajan vastuulla, urakoitsija toimittaa tuotannon toteumatiedot suunnittelijoille, jotka laativat toteumamallit. Malleihin liittyvien toteumatietojen käsittely ja niitä koskevat vaatimukset on esitetty yksilöidymmin seuraavissa luvuissa.

Urakoitsijaan kohdistuvat vaatimukset tuotantotietojen toimittamisesta toteumamalleihin määritellään jo urakkatarjouspyynnössä.

Tuoteosakaupassa toimittaja vastaa toteumamallista oman tuotteensa osalta, ja tilaaja tai tilaajan toimeksiannosta esim. pääsuunnittelija vastaa tuoteosakauppoihin liittyvien mallien yhdistämisestä suunnittelijoiden toteumamalleihin.

5.1 Maa- ja pohjarakentamisen dokumentointi 3D-mallina

Vaatimus

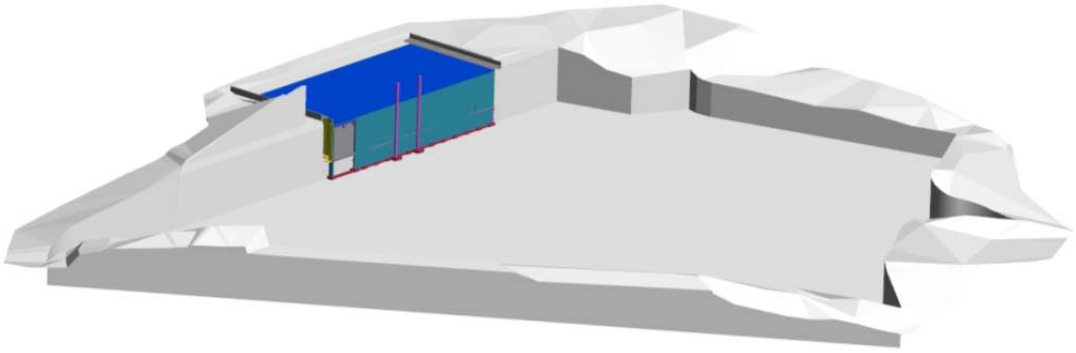
Rakennuksen kaivannosta tehdään laserkeilaus ja mallinnus, joka tallennetaan toteumatiedoksi ja jota voidaan hyödyntää tuotantotapahtumien mallinnuksessa. Keilaus ja tästä mahdollisesti tehtävä mallinnus toteutetaan kuten urakkatarjouspyynnössä/-sopimuksessa on määritelty.

Keilauksia ja mallinnuksia tehdään maa- ja pohjarakentamisen välivaiheista urakkatarjouspyynnön/sopimuksen mukaan.

> ***Ohje***
>
> *Rakennuksen kaivannon lisäksi keilaukset ja mallinnukset voivat olla tarpeen tai hyödyllisiä myös joidenkin rakentamisen välivaiheiden dokumentointiin. Tällaisia dokumentoitavia asioita voivat olla esimerkiksi tontilla olevat putket ja johdot tai piiloon jäävät kriittiset osat (Kuva 8).*
>
> *Keilauksen tuloksena saatavaa pistepilveä ei välttämättä tarvitse käsitellä mitenkään, ennen kuin on tarvetta palata jonkin ajanhetken tarkkaan tilanteeseen esim. virheiden, painumien tai rakentamisen etenemiseen liittyvien seikkojen vuoksi.*

Rakennuksen kaivannon eli talo-osien rakennustöiden lähtötilanteen laserkeilaus ja sen pohjalta tehty pintamalli on tilaajalle arvokasta toteumatietoa. Hankkeen luonteesta kuitenkin riippuu, kuinka suuri merkitys tällä tilaajalle on.

Päätoteuttaja voi hyödyntää rakennuksen kaivannon mallia tuotantotapahtumien mallinnukseen sekä dokumentoimaan rakentamisen lähtötilannetta. Dokumentaatiota voidaan hyödyntää esim. jälkilaskentaan, eli maanrakennustöiden toteutuneen laajuuden ja urakkatarjoustietojen väliseen vertailuun.



Kuva 8 Esimerkki rakennuksen kaivannon mallista. (Lähde: SRV, Kalasatama, Helsinki)

5.2 Rakennustyön aikaiset muutokset

Vaatimus

Urakoitsija/päätoteuttaja toimittaa rakennustyön aikana tehdyistä hyväksytyistä suunnitelmapoikkeamista tarvittavat tiedot suunnittelijoille toteumamallien päivitystä varten.

Ohje

Urakoitsija toimittaa tiedot kaikista hyväksytyistä suunnitelmapoikkeamista. Suunnitelmapoikkeamat hyväksytään sopimuksen mukaisella tavalla.

Tarvittaessa muutosten sijaintia ja sisältöä voidaan visualisoida vertaamalla tietomalliohjelmassa eri malliversioita ja tulostamalla 3D-näkymät mallista.

Vaihtoehtona mallintamiselle rakennustyön aikaiset muutokset on mahdollista dokumentoida myös laserkeilaamalla tai valokuvaamalla. Urakoitsijalta edellytetty muutosten dokumentointi määritellään projektikohtaisesti.

5.3 Piiloon jäävät asennukset

Vaatimus

Urakoitsija toimittaa urakka-asiakirjoissa vaadittujen piiloon jäävien rakenteiden toteutuneet sijainti- ja geometriatiedot (tarkemittaustulokset) suunnittelijalle toteumamallien päivitystä varten. Asennustoleranssien rajoissa olevia tarketietoja ei tarvitse toimittaa.

Ohje

Talotekniikan osalta otetaan valokuvia ja/tai laserkeilauksia dokumentaatioksi piiloon jäävistä asennuksista.

Talotekniikan osalta toteumatiedon tarkkuusmäärittelyssä ei voida tukeutua toleransseihin, koska talotekniikkaosille ei ole määritelty asennustoleransseja.

Käytännössä järkevä toleranssivaatimus on harkittava hankekohtaisesti, ja se riippuu myös esim. missä ja minkä kokoinen talotekniikkaosa on.

Piiloon jäävien venttiilien, huoltoluukkujen sekä putki- ja kanavahaarojen yms. sijaintitiedon oikeellisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota toteumamallissa. Putki- ja kanavalinjojen sekä johtoteiden merkittävät sijaintimuutokset tallennetaan toteumamalliin.

5.4 Urakoitsijan valitsemien tuoteosien tiedot

Vaatimus

Urakoitsija toimittaa valitsemansa tuoteosan geometria- ja tuotetiedot malliin lisättäväksi, jos ne poikkeavat mallissa määritellyistä tiedoista. Tiedot toimitetaan suunnittelijalle heti, kun tuotteet varmuudella tiedetään ja ne on hyväksytetty tilaajalla.

Jos urakoitsijan valitsema tuote vaikuttaa muuhun suunnitelmaan, esim. vaatii verkoston esisäätöarvojen uudelleenmäärittelyä, tekee kohteen suunnittelija muutossuunnittelun ja urakoitsija sopii toimeksiannosta tilaajan kanssa.

Ohje

Muutos viedään malliin ja päivitetty malli tai tieto muutoksesta toimitetaan kaikille osapuolille. Näin käytettävissä on ajantasaiset tietomallit esim. törmäystarkasteluja varten, ja tiedot ovat heti ajan tasalla myös toteumatietoina.

Jos urakoitsijan valitsemasta tuoteosasta ei ole yksityiskohtaista geometriamallia, mallinnetaan tuoteosa päämittojen mukaan sisältäen tarvittavat tunnisteet.

Urakoitsija toimittaa esim. verkoston esisäätöarvojen uudelleenmäärittelyä vaativat muutokset suunnittelijalle mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja kerralla, ettei tule tarvetta tehdä laskentaa useaan kertaan uudelleen.

Tuoteosakaupassa toimittaja vastaa mallinnuksesta ja muutoksista/tarkennuksista oman tuotteensa osalta.

5.5 Kiinteistön ylläpitoon luovutettavat tiedot

Vaatimus

Urakoitsija toimittaa ylläpitoa varten tiedot rakennusosista, laitteista ja materiaaleista urakkasopimuksessa määritellyssä muodossa. Vähimmäisvaatimuksena on tietojen toimitus dokumenttimuodossa (PDF, Excel). Projektikohtaisesti voidaan sopia, että määrämuotoiset tuotetiedot, esimerkiksi valmistaja, tyyppi, tekniset arvot, jne. toimitetaan kiinteistön ylläpidon ohjelmiston kanssa yhteensopivassa muodossa.

Ohje

Urakoitsijan tuotetietojen toimittamista käsitellään osassa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana