

KARELIA

TIETOMALLINNUKSEN PROSESSIT JA TIETOMALLIEN HYÖDYNTÄMINEN



Sisällys

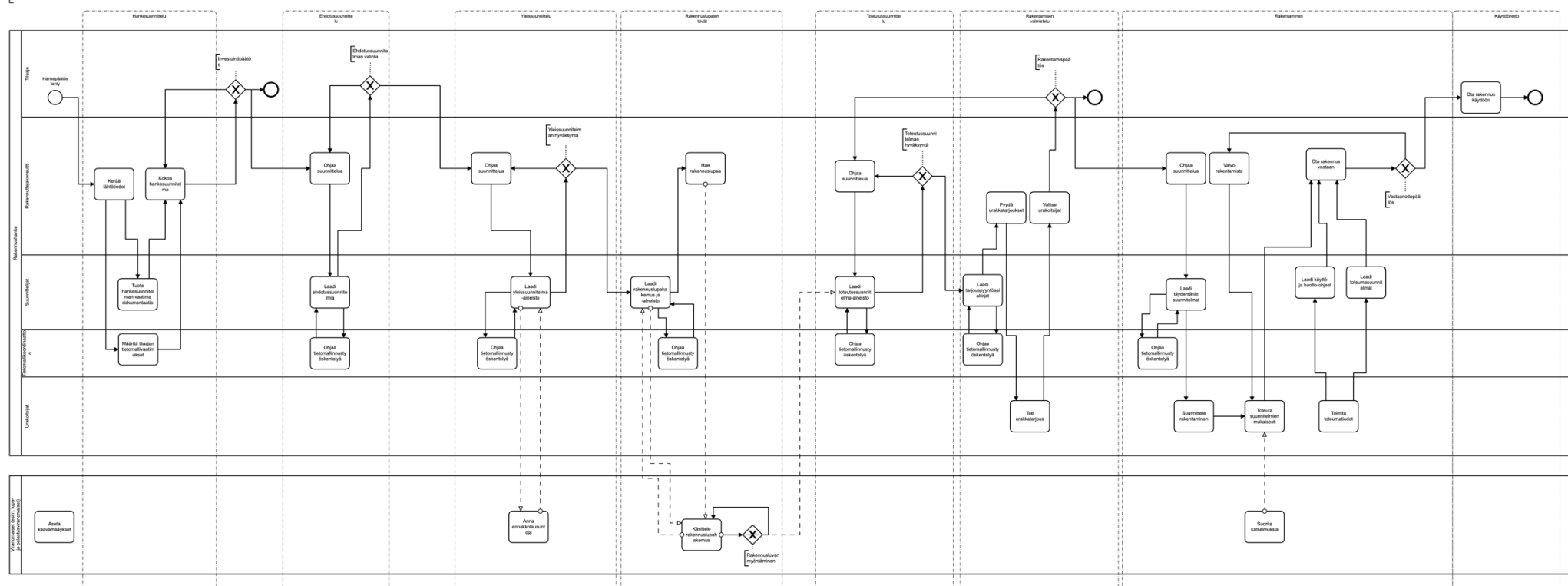
1	Tietomallintamisen prosessit	3
1.1	Yleistä prosessien muutostarpeista	3
1.2	Tietomallinnukseen liittyvät osaprosessit	5
1.2.1	Tietovaatimusten määräytyminen	5
1.2.2	Tiedonsiirto ja tietomallin laadunvarmistus	6
1.2.3	Mallitiedon käyttö suunnittelun ja rakennustuotannon ohjauksessa	6
1.2.4	Toteumatietojen kerääminen ja päivittäminen tietomalliin	9
2	Tiedonsiirto	11
2.1	Tiedonsiirto yleisesti	11
2.2	Natiivimallit	11
2.2.1	Natiivimallien käyttö yleisesti	11
2.2.2	Natiivimallien käyttö suunnittelussa	12
2.2.3	Natiivimallien käyttö työmaatoteutuksessa	12
2.3	IFC-mallit	12
2.3.1	IFC-mallien käyttö yleisesti	12
2.3.2	IFC-mallien käyttö suunnittelussa	13
2.3.3	IFC-mallien käyttö työmaatoteutuksessa	13
2.4	Pilvipalvelut	14
2.4.1	Pilvipalveluiden käyttö yleisesti	14
2.4.2	Pilvipalveluiden käyttö suunnittelussa	14
2.4.3	Pilvipalveluiden käyttö työmaatoteutuksessa	14
3	Tietomallien käyttö tuotannon suunnittelussa ja tuotannossa	16
3.1	Työmaa-alueen ja sen logistiikan suunnittelu	16
3.1.1	Yleistä	16
3.1.2	Työmaan 3D-aluesuunnitelma ja logistiikan suunnittelu	16
3.1.3	Turvallisuussuunnittelu	17
3.2	Aikataulusuunnittelu ja toteuman valvonta	18
3.2.1	Yleistä	18
3.2.2	4D-aikataulu ja sen valvonta	19
3.2.3	Työjärjestyksen ja tilanteen havainnollistaminen	20
3.3	Määrälaskenta	21
3.4	Rakentamisen laadunvarmistus	23
3.5	Havainnollistaminen, visualisoinnit ja XR	24
3.5.1	Havainnollistaminen ja visualisoinnit	24
3.5.2	XR-teknologioiden käyttö rakennushankkeessa	27
3.6	Työmaalla käytettävät sovellusohjelmat	28

1 Tietomallintamisen prosessit

1.1 Yleistä prosessien muutostarpeista

Tietomallit tarjoavat paljon mahdollisuuksia rakennushankkeen prosessien tehostamiseen sekä laadun parantamiseen. Näiden hyötyjen saavuttaminen edellyttää kokonaisvaltaista muutosta perinteiseen, dokumenttipohjaiseen suunnitteluprosessiin verrattuna. Yksittäisten suunnittelualojen sisäinen toiminta voi tehostua ilman muihin osapuoliin kohdistuvia muutostarpeita. Jotta koko rakennushanke saa merkittäviä hyötyjä tietomallintamisesta, tulee prosesseja tarkastella uusien mahdollisuuksien ja mahdollisesti muuttuvien roolien näkökulmasta.

Kuvassa 1 on esitetty tietomallipohjaisen rakennushankkeen yleiskuvaus, jonka osaprosesseja tarkennetaan seuraavissa luvuissa.



Kuva 1. Tietomallipohjaisen rakennushankkeen yleiskuvaus

1.2 Tietomallinnukseen liittyvät osaprosessit

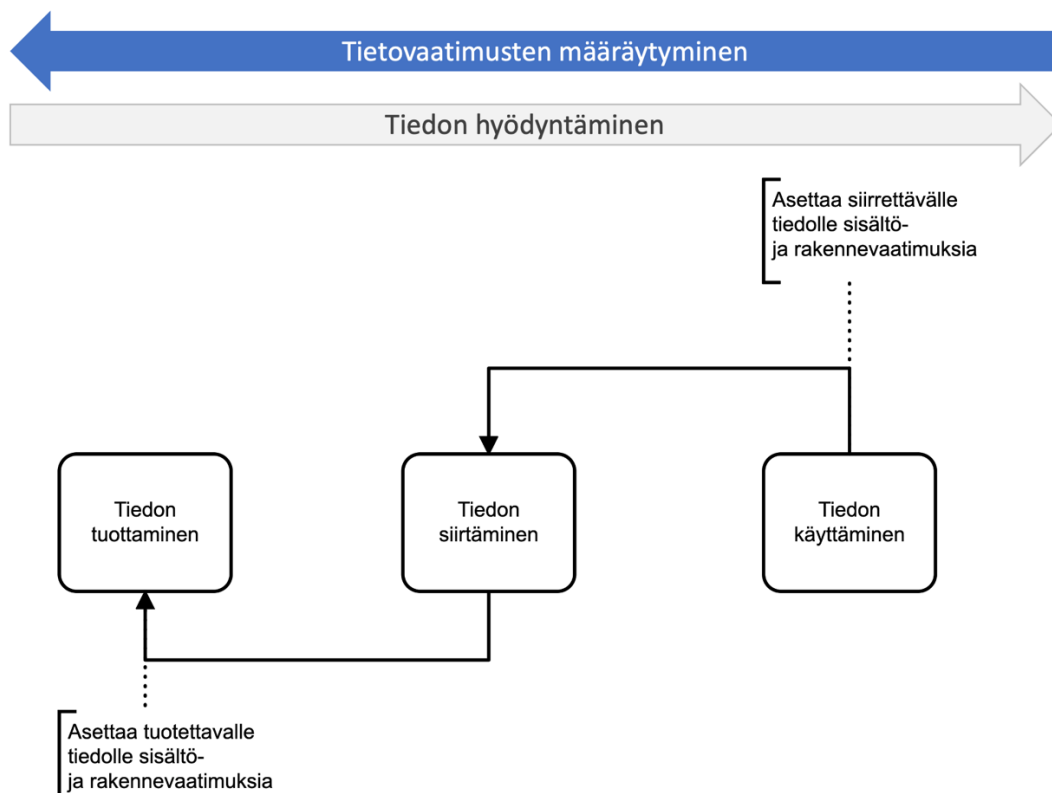
Tässä kappaleessa kuvataan seuraavat tietomallinnukseen liittyvät osaprosessit:

- **Tietovaatimusten määrytyminen**
- **Tiedonsiirto ja tietomallien laadunvarmistus**
- **Mallitiedon käyttö suunnittelun ja rakennustuotannon ohjauksessa**
 - Suunnittelua ohjaavan analyysin tekeminen
 - Yhteensovitus
 - Suunnittelusta tuotannon ohjausta palvelevaksi määrätiedoksi
- **Toteumatietojen kerääminen ja päivittäminen tietomalliin**

1.2.1 Tietovaatimusten määrytyminen

Tietomallien laajamittainen hyödyntäminen edellyttää, että suunnittelijat tietävät mihin heidän tuottamaansa tietomallia tullaan hyödyntämään. Kuvassa 2 on esitetty tuotettavalle tiedolle asetettavien sisältö- ja rakennevaatimusten määrytyminen. Tiedon käyttäjinä voidaan nähdä rakennushankkeen muun muassa tilaajaorganisaation eri operatiiviset toimijat, suunnittelijat, urakoitsijat sekä viranomaiset.

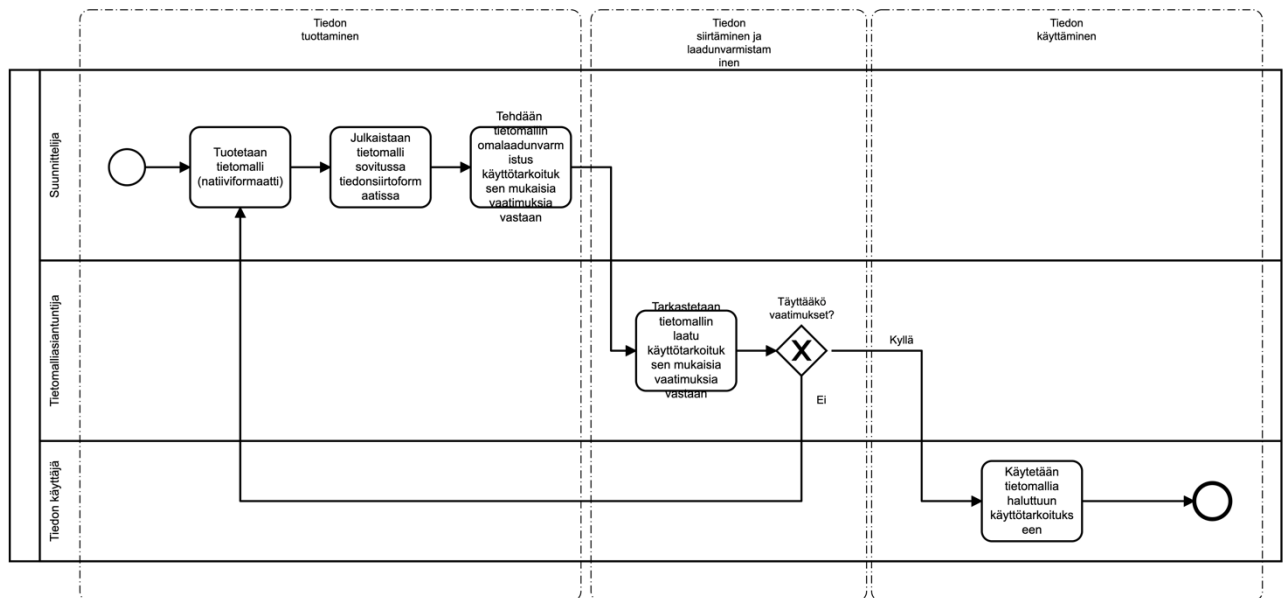
Osa vaatimuksista voi olla organisaatiokohtaisia, kun taas osa tuotettavalle tiedolle asetettavista vaatimuksista voi aiheutua projektinkohtaisesti.



Kuva 2. Tietovaatimusten määrytyminen

1.2.2 Tiedonsiirto ja tietomallin laadunvarmistus

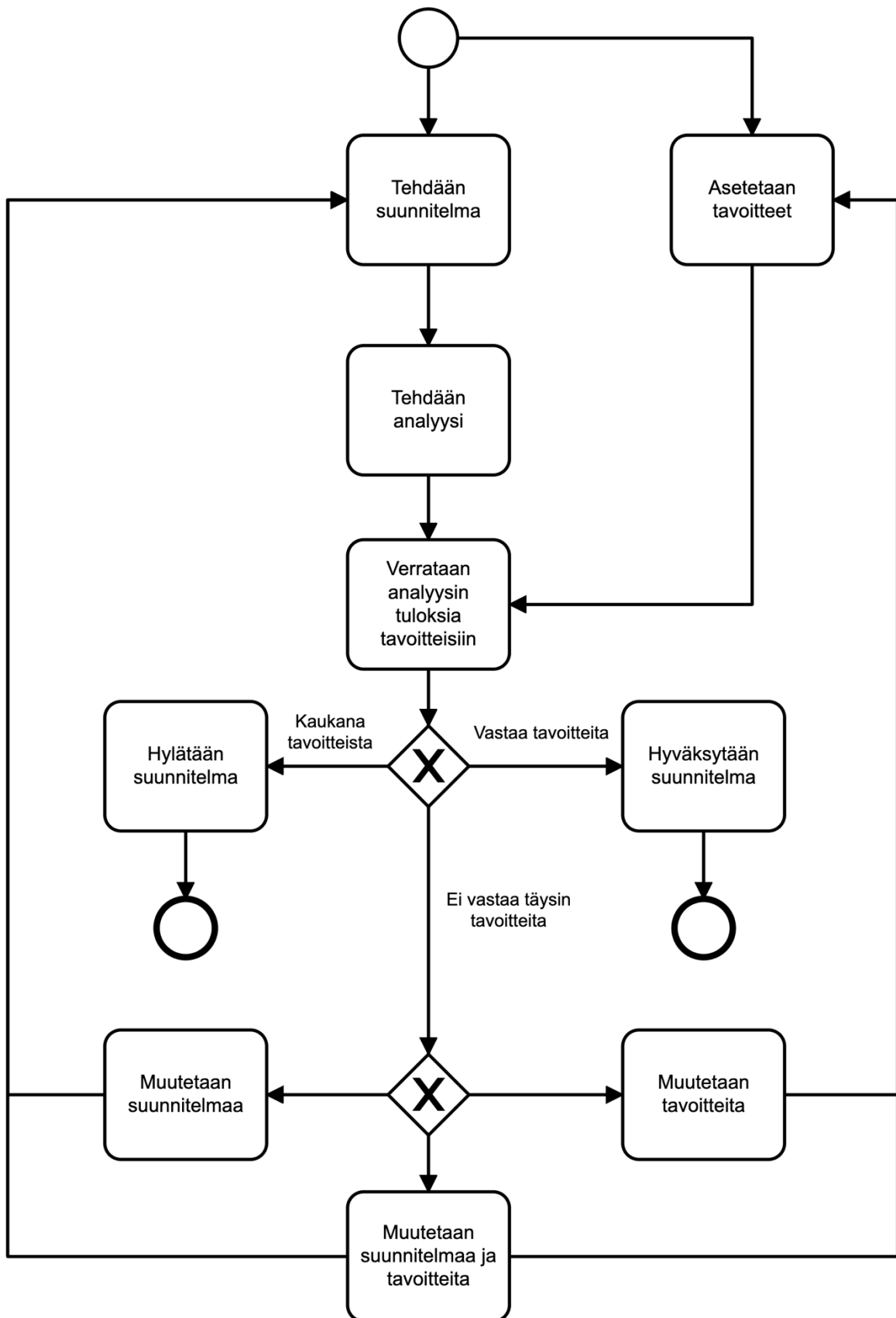
Tietomallien avulla voidaan analysoida suunnitelmien vastaavuutta asetettuihin tavoitteisiin. Aina kun tietomallia käytetään minkä tahansa analyysin lähtötietona, tulee tuotetun tietomallin laatu varmistaa ennen analyysin aloittamista. Kuvassa 3 on esitetty tietomallien siirron ja laadunvarmistuksen periaate. Kun tietomallin laadunvarmistuksen avulla on todettu, että tuotettu tietomalli vastaa sille asettuja tavoitteita, voidaan siirtyä varsinaiseen suunnittelun analysointiin. Tietomallien julkaisu, tiedonsiirto ja laadunvarmistus voidaan organisoida myös esitetystä poikkeavalla tavalla riippuen esimerkiksi tilaajan tahtotilasta ja suunnittelijoiden kyvykkyydestä.



Kuva 3. Tiedonsiirto ja tietomallin laadunvarmistus.

1.2.3 Mallitiedon käyttö suunnittelun ja rakennustuotannon ohjauksessa

Kuvassa 4 on esitetty tietomallien hyödyntämisen periaate suunnittelua ohjaavissa analyyseissä. Kuten edellä esitettiin, tietomallin laadunvarmistus on ehdoton edellytys sille, että tietomalleja hyödyntävien analyysien tulokset ovat luotettavia. Kuvassa 4 esitettyä periaatetta soveltaen oikea-aikaisten analyysien kautta voidaan suunnittelua ohjata tehokkaasti. Tietomalleista on nopea tuottaa lähtötietoa erilaisiin analyyseihin, kunhan analyysin tarvitsemat lähtötiedot ovat tiedon tuottajan, eli suunnittelijan, tiedossa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia.

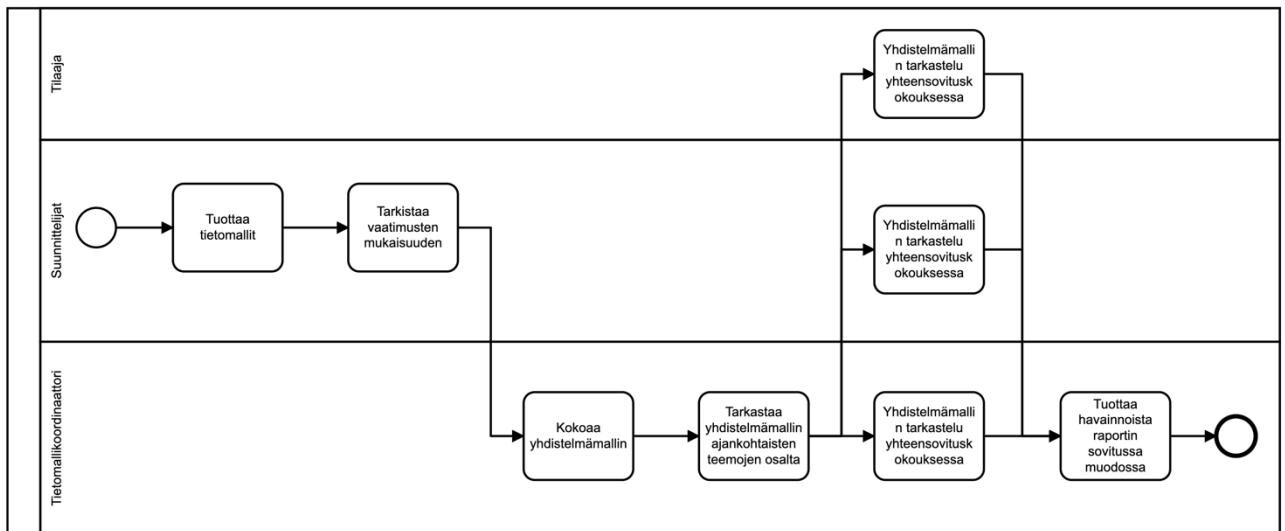


Kuva 4. Suunnittelua ohjaava tietomallinnus.

Yksi tietomallien merkittävin ja yleisimmin hyödynnetty käyttötapaus on suunnitelmien yhteensovitus. Tehokas yhteensovitus on hankkeen tarpeiden mukaisesti aikataulutettu ja kohdistettu jatkuva prosessi läpi hankkeen suunnittelu-, toteutus- ja vastaanottovaiheen. Tietomallien avulla tapahtuva suunnitelmien yhteensovitus tapahtuu yhdistelmämallin kautta.

Yhteensovituksen aikataulutus ja kohdentaminen tapahtuu tilaajan, pääsuunnittelijan ja muiden suunnittelijoiden sekä tietomallikoordinaattorin yhteistyönä. Tällöin varmistutaan siitä, että tehtävät tarkastukset kohdennetaan oikeaan aikaan oikeisiin asioihin.

Kuvassa 5 on esitetty periaate tietomallipohjaisesta suunnitelmien yhteensovituksesta.



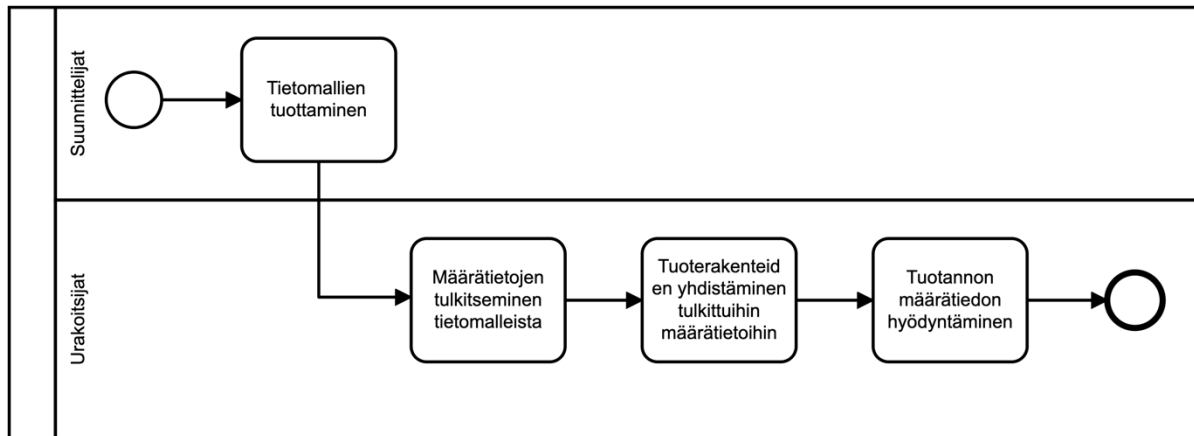
Kuva 5. Yhteensovitus

Kuvassa 6 on esitetty periaate, jonka mukaisesti suunnittelijoiden tuottamasta tietomallista voidaan jalostaa rakennustuotantoa palvelevaa määrätietoa. Kuvassa käytetään termiä tuoterakenne.

Tuoterakenne tarkoittaa tarkasteltavan rakennusosan toteutuksen kuvausta sellaisessa muodossa, että sitä voidaan hyödyntää tehokkaasti digitaalisissa ympäristöissä. Esimerkiksi pilarianturoiden tapauksessa rakennesuunnittelija on esittänyt mallissaan anturoita kuvaavan geometrian ja tarvittavat tunnistetiedot. Urakoitsijan tuoterakenne sisältää tiedon siitä millaisia suoritteita, eli työvaiheita vaaditaan, jotta pilarianturat voidaan rakentaa suunnitelman

mukaisesti. Jokainen suorite sisältää edelleen sen toteuttamiseen tarvittavat panokset, esim. aliurakointi, työntekijät, materiaalit.

Edellä kuvatun kaltaiset tuoterakenteet muodostavat yrityksen tuoterakennekirjaston, josta kulloinkin valitaan hankkeessa käytettävät. Näiden avulla suunnittelun määrätiedosta voidaan johtaa tuotannonsuunnittelussa ja -seurannassa sekä muun muassa hankinnoissa tarvittavaa määrätietoa.

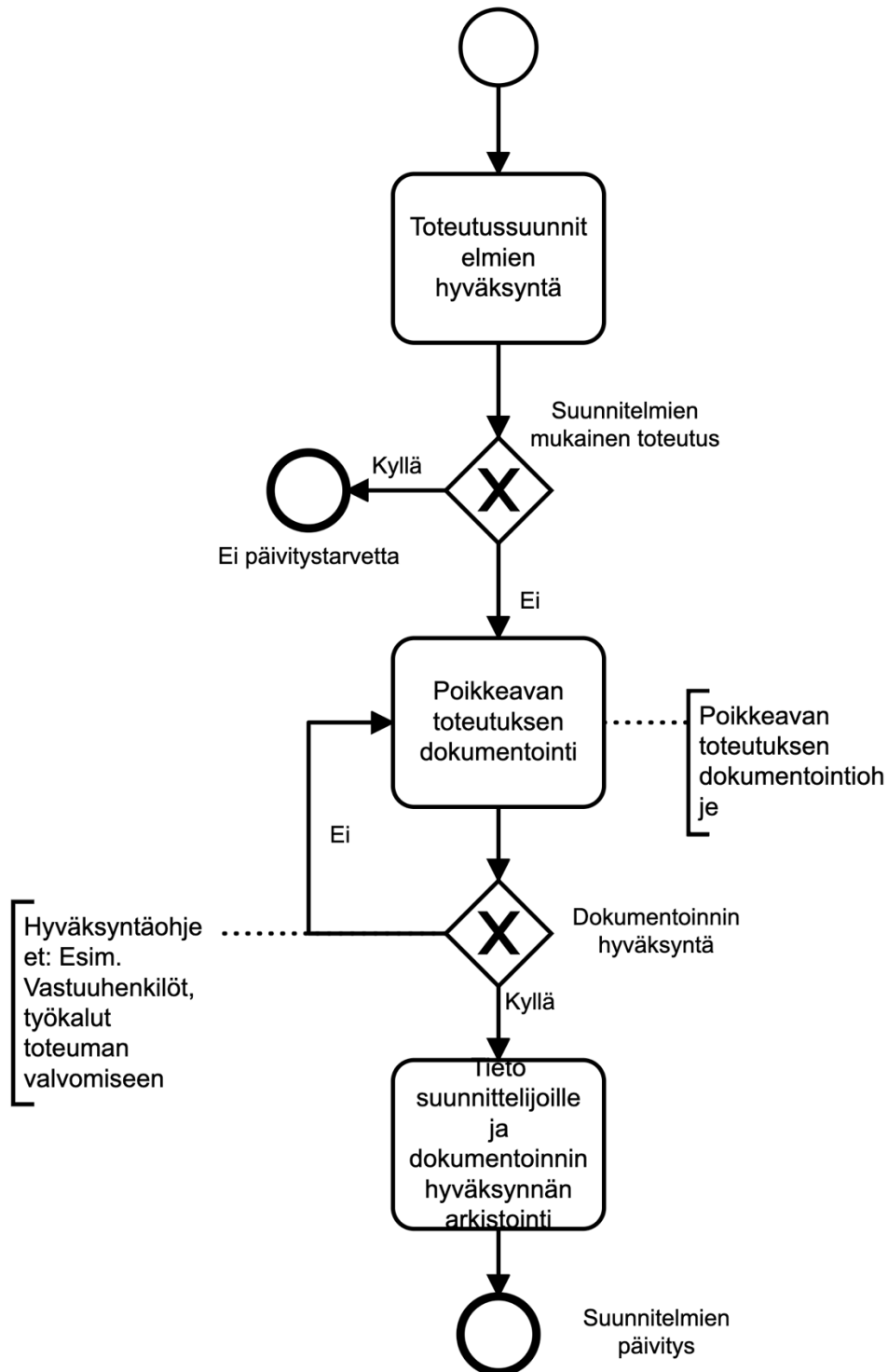


Kuva 6. Suunnittelun määrätiedosta rakennustuotantoa palvelevaksi määrätiedoksi.

1.2.4 Toteumatietojen kerääminen ja päivittäminen tietomalliin

Rakennushankkeissa tuotettavien tietomallien hyödyntäminen kiinteistön käytön ja ylläpidon aikana on yleistymässä kovaa vauhtia. Tällöin on tärkeää, että tuotettu tietoaineisto palvelee näiden vaiheiden operatiivisia toimintoja. Kuten aiemmin on kuvattu tietovaatimukset määräytyvät tiedon käytön kautta. Toteumatietojen tapauksessa on syytä kiinnittää erityistä huomiota tiedon luotettavuuteen myös siitä näkökulmasta, että rakennusvaiheessa tapahtuneista muutos- ja lisätoista sekä materiaali- ja laitevalinnoista aiheutuneet suunnitelma-aineiston päivitykset, muutokset ja täydennykset kuvaavat toteutettua tilannetta.

Toteumatietojen kerääminen ja päivittäminen suunnitteluaineistoon tulee olla määritelty ja hallittu prosessi, tällöin varmistutaan, että tietojen kerääminen ja päivittäminen tapahtuu oikea-aikaisesti. Kuvassa 7 on esitetty periaate tietojen keräämisestä, toimittamisesta ja päivittämisestä.



Kuva 7. Toteumatietojen kerääminen ja päivittäminen tietomalliin

2 Tiedonsiirto

2.1 Tiedonsiirto yleisesti

Toimiva tiedonsiirto on onnistuneen tietomallipohjaisen työskentelyn perusedellytys. Tiedonsiirto rakennushankkeessa vaatii onnistuakseen tietomallipohjaiset tiedonsiirtoformaatit ja niitä tukevat ohjelmistot. Tämän raportin laajuudessa käsiteltävät tiedonsiirtoformaatit ovat IFC-malli ja natiivimalli.

Tiedonsiirron onnistuminen vaatii myös hankkeessa sitä tukevat prosessit. Rakennushankkeessa on määriteltävä tiedonsiirron tapa ja ajankohta: mitä, miten, milloin, keltä ja kenelle tietoa siirretään. Huonosti määritelty ja toteutettu tiedonsiirto aiheuttaa haasteita hankkeen sujuvalle etenemiselle. Tiedonsiirron ydin on yleensä vastaanottava ohjelma. Jos vastaanottava ohjelma ei pysty lukemaan tietoa tai luetun tiedon käyttäminen on epäluotettavaa, tiedonsiirto ei onnistu. Tiedonsiirron vaatimukset voidaan määritellä yksiselitteisesti ja niiden toteutumista voidaan valvoa.

Tietomallipohjaisen suunnitteluhankkeen tiedonsiirto voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: avoimeen ja suljettuun järjestelmään. Avoimessa järjestelmässä, tiedonsiirto tapahtuu avoimiin tiedonsiirtoformaatteihin käännetyistä suunnitelmatiedosta. Tämä mahdollistaa eri ohjelmistojen välisen tiedonsiirron. Suljettu järjestelmä pakottaa hankkeen saman tuoteperheen tuotteisiin, sallien vain ohjelmistoperheen natiiviformaatin.

Näistä kahdesta avoin järjestelmä on huomattavasti yleisempi, sillä hankeosapuolilla on vapaus käyttää valitsemiaan ja käyttötarkoitukseen parhaiten soveltuvia ohjelmia. Markkinoilla ei myöskään ole kovin monia suljettuun järjestelmään kykeneviä ohjelmistoja tai ohjelmistoperheitä. Avoin järjestelmä myös tukee tietomallintamisen kehitystä, sillä sen avulla uudet toimijat voivat helpommin tarjota omia ratkaisujaan. Tämä mahdollistaa uusien tietomallien hyödyntämistapojen kehityksen. Avoimen järjestelmän ongelma tulee tarpeessa kääntää malli toiseen tiedostomuotoon. Natiivimalli sisältää alkuperäisen määrän tietoa ja kääntäessä kaikki natiivimalli tieto ei välttämättä siirry IFC-muotoon.

2.2 Natiivimallit

2.2.1 Natiivimallien käyttö yleisesti

Natiivimalli tarkoittaa suunnitteluohjelman alkuperäistä tiedostomuotoa. Natiivimalli on tiedostomuoto, jota vain tietty yksi ohjelma tai tuoteperhe osaa lukea sellaisenaan. Natiivimallin rakenne on yleensä suljettu ja salattu ja se on yleensä versioriippuvainen. Versioriippuvaisuus tarkoittaa käytännössä sitä, ettei uudemmalla ohjelmaversiolla tuotettu tiedosto aukea saman ohjelman vanhemmalla versiolla. Versioriippuvuuden takia natiivimalli sopii yleensä huonosti pitkäaikaiseen tietojen arkistointiin ja säilömiseen.

Natiivimallia ei sellaisenaan ole tuotettu jakamistarkoitukseen eli se sisältää eri tarkkuustason suunnitelmatietoa ja raakasuunnitteluaineistoa. Natiivimalli voi olla yksittäinen tiedosto, tietokanta tai useammasta tiedostosta muodostuva tietohierarkia. Natiivimalli voidaan jakaa tiedostoina esimerkiksi projektipankin kautta tai ohjelmistotoimittajan oman mallinjakamispalvelun kautta. Mikäli hankkeen tiedonsiirto tapahtuu ainoastaan natiivimallein, on tiedonsiirtojärjestelmä silloin suljettu.

Suljettu järjestelmä perustuu ohjelmiston tai ohjelmistoperheen oman tiedostomuodon hyödyntämiseen. Siinä järjestelmässä kaikki hankkeen osapuolet käyttävät samaa ohjelmia tai ohjelmistoperhettä. Tällöin vältetään tiedostokääntämiseen liittyviltä ongelmilta ja projektia voidaan työstää monen osapuolen toimesta reaaliaikaisesti samassa tietomallissa. Suljettu järjestelmä asettaa todella korkean vaatimustason valittavalle ohjelmaperheelle, sillä sen tulee pystyä vastaamaan kaikkien hankeosapuolien tarpeeseen.

2.2.2 Natiivimallien käyttö suunnittelussa

Suunnittelijat käyttävät suunnittelutyönsä lähtötietoina yleensä muiden suunnittelualojen tuottamia referenssitiedostoja. Varsinkin talotekninen suunnittelu tehdään yleensä arkkitehdin tuottaman suunnittuaineiston pohjalta. Tuolloin talotekninen suunnittelija ottaa arkkitehdin suunnitelmat omaksi referenssitiedostokseen. Referenssitiedosto voi olla joko toisen suunnitteluosapuolen tuottama tasokuva, tietomalli tai esimerkiksi pistepilviaineisto.

Kun suunnitteluosapuolet käyttävät samaa ohjelmistoa tai ohjelmistoperhettä voidaan referenssitiedostona käyttää suoraan toisen suunnitteluosapuolen natiivimallia. Yleisin esimerkki tällaisesta tilanteesta on Autodesk tuoteperheen sisällä, kun talotekninen suunnittelija ottaa arkkitehdin tietomallin referenssiaineistoksi Autodesk Revit ohjelmaansa suoraan rvt. -natiivitiedostomuodossa. Kuvatussa tilanteessa tiedonsiirto on nopeampaa ja suoraviivaisempaa osapuolien välillä, kun tietomalleista ei tarvitse tuottaa erillistä IFC-käännöstä.

Natiivimallin käytön mielekkyys riippuu myös hyvin paljon hankkeesta ja käytettävän natiivimallin suunnittelualasta. Tämä voi joissain tilanteissa vaatia käyttäjiltä paneutumista eri suunnitteluohjelmistojen tiedostomuotoihin, jotta käytettävä formaatti ja soveltuva ohjelmisto on kaikille selkeää. Joissain tilanteissa natiivimalli voi olla yksittäinen tiedosto tai monimutkaisempi tiedostorakenne, jonka jakaminen voi olla myös vaikeampaa.

Natiivimallin jakaminen hankkeessa on ongelmallinen myös siihen investoidun tuotekehityksen takia. Monilla toimistoilla on paljon omaa kehitystyötä tehtynä suunnitteluohjelmistojen aloituspohjiin, konfigurointeihin ja kirjastoihin. Kyseisen aineisto siirtyy helposti natiivimallin mukana, jolloin suunnittelutoimiston investoima kehitystyö on mahdollista päätyä muiden käyttöön, heikentäen näin yrityksen kilpailukykyä. Mikäli yritykset näkevät tämän yleisenä riskinä, voi sillä olla negatiiviset vaikutukset koko alan kehityksen kannalta, kun yritysten investoinnit oma toiminnan kehitykseen valuvat muiden toimijoiden käyttöön ilmaiseksi. Natiivimallin jakaminen hankkeissa velvoittaa yleensä tekemään mallien luovutussopimuksen hankkeen osapuolien välillä. Tämä juuri siitä syystä, että suunnittelutoimistot saisivat suojeltua tehdyn tuotekehitystyönsä muiden osapuolien käytöltä.

2.2.3 Natiivimallien käyttö työmaatoteutuksessa

Hyvin harvoin työmaatoteuttajalla on käytössään suunnitteluohjelmistoja, koska nykyään rakennusyritykset eivät toteuta omaa suunnittelua. Näin ollen myös hyvin harvoin työmaatoteuttajalla on mahdollista hyödyntää natiivimalli työmaatoteutuksessaan. Tiedonsiirto tuotantoon on mahdollista tehdä natiivimallien avulla, mutta silloin suunnitelmia hyödyntävällä taholla tulisi olla kyseinen suunnitteluohjelmisto tai ohjelmistoperhettä tukeva ohjelmisto käytössään.

Natiivimalli ei sellaisenaan ole jakamistarkoitukseen luotu, vaan suunnittelijan on suodatettava natiivimallistaan luonnostasoiset asiat pois. Siinä mielessä tiedonsiirto ei välttämättä ole avointa järjestelmää sujuvampaa. Natiivimallin avulla alkuperäiseen suunnittelutietoon on mahdollista tehdä muutoksia ja komponentteja on mahdollista myös poistaa. Myös natiivimallin tuottajan suunnitteluala ja suunnitteluohjelmisto vaikuttaa natiivimallin käytettävyyden mielekkyyteen. Esimerkiksi rakennesuunnittelijan rakennemalli saatetaan jakaa työmaalle suoraan Tekla-natiiviformaatissa, joka saattaa olla työmaalle hyvinkin tehokasta ja mielekästä.

2.3 IFC-mallit

2.3.1 IFC-mallien käyttö yleisesti

IFC-malli on avoin ja vakioitu tiedonsiirtoformaatti. Kun hankkeen tiedonsiirto suunnitteluohjelmien välillä tehdään IFC-mallein, kutsutaan tiedonsiirtoa avoimen järjestelmän mukaiseksi. Avoin järjestelmä mahdollistaa lukuisten eri ohjelmistojen hyödyntämisen sisällön tuottamisessa ja lukemiseen. Avoimessa tiedonsiirrosta vastaanottava osapuoli voi vapaasti valita omaan käyttötarkoitukseen parhaiten sopivan ohjelmiston. Myös suunnittelija voi myös halutessaan avoimessa järjestelmässä käyttää useampaa suunnitteluohjelmistoa, jos yhden ohjelmiston käyttö rajoittaa suunnittelua liikaa.

IFC-tiedosto on rakennusalan yleisin tietomallipohjaisen suunnittelun tiedonsiirtostandardi, joten sen tuki löytyy lähtökohtaisesti kaikista suunnitteluohjelmistoista. IFC- tiedosto on myös aina yksittäinen tiedosto, joka on helppo

jakaa esimerkiksi projektipankin kautta. IFC-tiedostopohjainen tiedonsiirto ei vaadi erillisiä mallin luovutussopimuksia, sillä IFC-malliin ei käänny natiivi suunnittelutoimistojen kehitystyönä tehtyt ohjelmistokohtaiset konfiguroinnit tai tuotekehitystyö. IFC-tiedosto ei myöskään ole versioriippuvainen eli se ei vaadi erityisiä ylläpitotoimia ja tiedosto on helppo saada auki sovellusversiosta riippumatta. Tämän ansiosta IFC-tiedosto soveltuu myös pitkäaikaiseen tietojen arkistointiin ja säilömiseen.

IFC-tiedostoformaattia kehitetään aktiivisesti ja se tulee saamaan uusia ominaisuuksia tulevaisuudessa seuraavien versioiden myötä. Tällä hetkellä IFC-tiedosto ei kuitenkaan pysty 100 % sisältämään kaikkea natiivimallin sisältämää suunnittelutietoa. Esimerkiksi rakenteiden detaljointi ja parametrisyys jäävät pois nykyisen version mukaisissa IFC-käännöksissä. IFC-tiedoston sisältämien parametrien muuttaminen, päivittäminen ja rikastuttaminen ei ole vielä kovin suoraviivainen prosessi, niinpä IFC-formaatti on ensisijaisesti tarkoitettu tiedonsiirtoon eikä niinkään tiedon ylläpitämiseen.

2.3.2 IFC-mallien käyttö suunnittelussa

Kun tiedonsiirto suunnitteluosapuolien välillä tehdään IFC-malleilla, vastaanottava osapuoli voi päättää siihen käyttötarkoitukseen parhaiten sopivimman ohjelmistotyökalun. IFC-malli voidaan ottaa referenssimalliksi tilanteissa, joissa suunnittelijoilla ei ole sama suunnitteluohjelma käytössä ja toki myös silloinkin, kun osapuolet käyttävät samaa suunnitteluohjelmaa. Jakamalla tietomalli suunnitteluosapuolien välillä IFC-tiedostona, suunnittelutoimistojen oma kehitystyö komponenttikirjastoissa ja aloituspohjissa ei päädy muiden osapuolien käyttöön. IFC-mallien käyttö tiedonsiirrossa suunnitteluosapuolien välillä on tasapuolinen kaikille, sillä se sopii kaikkien suunnittelu ja erikoissuunnittelijoiden käyttöön.

2.3.3 IFC-mallien käyttö työmaatoteutuksessa

Kun tiedonsiirto työmaatoteutukseen tehdään IFC-malleilla, vastaanottava osapuoli voi päättää siihen käyttötarkoitukseen parhaiten sopivimman ohjelmistotyökalun. IFC-mallit ovat nykyään myös työmaalla yleisesti tunnettu ja käytetty tiedostomuoto. IFC-tiedoston tietoja voidaan hyödyntää monessa eri käyttökohteessa ja sovelluksessa työmaatoiminnan tukemisessa. IFC-tiedosto on turvallinen formaatti kokemattomallekin käyttäjälle, kun riskiä tiedon katoamisesta tai tahattomasta muuttamisesta ei ole. IFC-tiedosto on verrattain pienikokoinen tiedostoformaatti, joka on helppo jakaa yhtenä tiedostona työmaan käyttöön. IFC-tiedoston hyödyntäminen työmaalla on tehokasta, eikä sitä lukevien ohjelmien käyttö aseta suuria vaatimuksia käytettävän työpöydän tehokkuuteen.

Ominaisuus	IFC-malli	Natiivimalli
Avoin tiedonsiirtoformaatti	X	
Aina yksittäinen tiedosto	X	
Avautuu monessa eri ohjelmassa	X	
Sisältää alkuperäisiä tietokirjastoja		X
Soveltuu pitkäaikaiseen tietojen arkistointiin	X	
Tiedoston jakaminen vaatii yleensä luovutussopimuksen		X
Versioriippuvainen		X

Taulukko 1. IFC-mallin ja natiivimallin keskeisimmät eroavaisuudet

2.4 Pilvipalvelut

2.4.1 Pilvipalveluiden käyttö yleisesti

Tiedonsiirtoon on kehitetty uusia tapoja, joissa perinteinen tiedostojen tallentaminen, jakaminen ja lataaminen on toteutettu käyttäjälle tehokkaammalla tavalla pilvipalveluiden avulla. Pilvipalveluissa tieto siirtyy automaattisesti ohjelmistojen ja palvelimen välillä. Jokainen osapuoli luo yhteyden palvelimeen, joka välittää tiedot käyttäjien tietokoneille. Rakennushankkeisiin liittyviä pilvipalveluita on tullut markkinoille useita ja periaatteelliset erot on hyvä ymmärtää. Pilvipalveluita on olemassa moneen eri käyttötarkoitukseen ja niiden keskeiset erot voivat olla hyvinkin merkittäviä. Osa pilvipalveluista on tarkoitettu vain hankkeen suunnittelun ja tuotannon aikaiseen käyttöön, eikä ne useinkaan sovellu pitkäaikaiseen tiedon arkistointiin tai ylläpitoon.

Pilvipalvelut ovat lähes aina maksullisia ohjelmistoja joissa, jokaisella käyttäjällä täytyy olla omat käyttäjätunnukset. Yleensä näiden palveluiden hinnoittelumalli perustuu käyttäjien lukumäärään. Pilvipalveluiden käyttö asettaa suuret vaatimukset yhteisille tiedonsiirron pelisäännöille ja määritellyille tiedonsiirron periaatteille. Pilvipalveluiden ylläpito tulee olla suunnitelmallista ja jokaiselle hankkeelle pitää olla erikseen nimetty pääkäyttäjä.

Pilvipalveluissa on yleensä mukana myös perinteinen dokumenttienhallintatyökalu. Hankkeen tiedonsiirto voidaan tehdä kokonaan pilvipalveluiden avulla, jolloin erillistä projektipankkia hankkeelle ei tarvita. Pilvipalvelut hoitavat usein myös tietojen varmuuskopioinnin ja revisiohistorian automaattisesti. Pilvipalveluiden tietoturva ja palvelimien maantieteellinen sijainti ei aina ole hankkeen vaatimuksien mukaisia. Joillakin tilaajaorganisaatiolla on tarkat vaatimukset tietojen tallennussijainnista, eikä kaikilla pilvipalveluilla ole esimerkiksi EU-alueella tiedostopalvelimia.

Joissain pilvipalveluissa on toiminnallisuus pidempiaikaiseen arkistointiin, toiset vain hankkeeseen tiedonhallintaa. Pilvipalvelun tilaaja on yleensä se osapuoli joka tiedon lopulta omistaa hankkeen päättyttyä. Palvelu voi olla tilaajan, hankkeen tai päätoteuttajan tilaama, jonka pitää toimia myös alustan pääkäyttäjän roolissa. Pääkäyttäjän rooli on pilvipalveluiden käytössä korostetun tärkeä. Palveluita ei voida ottaa hankkeeseen käyttöön ilman käyttäjien opastusta ja tiedonsiirtotapojen määrittämistä.

2.4.2 Pilvipalveluiden käyttö suunnittelussa

Pilvipalveluiden käyttö tehostaa suunnittelijoiden välistä tiedonjakoa ja suunnittelutyön resursseja. Suunnittelijat voivat linkata referenssiaineiston pilvipalvelusta, jolloin muutokset voidaan päivittää referenssimalliin reaaliaikaisesti. Pilvipalvelut toimivat tiedonvaihdon välineenä hyvinkin tehokkaasti varsinkin saman tuoteperheen sisällä, toisaalta palveluiden käyttö voi olla hyvinkin haastavaa monen tuoteperheen kanssa käytettäessä.

Pilvipalvelut yleensä huolehtivat automaattisesti tallentamisen, varmuuskopioinnin ja versiohistorian käyttäjän puolesta. Monissa pilvipalveluratkaisuissa suunnitteluohjelma tallentuu reaaliajassa pilvialustalle, joten tiedostojen tallentamiseen ja kääntämiseen ei mene ylimääräistä aikaa. Toisaalta suunnitelmat sisältävät hankevaiheesta riippuen myös keskeneräistä suunnitelmatietoa, jonka jakamisessa on omat riskinsä. Tiedon jakamisen hallinta tulee olla sovittu osapuolien kanssa tarkasti etukäteen, jotta keskeneräinen suunnitelmatieto ei aiheuta haasteita tiedonsiirrolle.

2.4.3 Pilvipalveluiden käyttö työmaatoteutuksessa

Pilvipalveluiden avulla työmaa voi lisätä suunnittelijoiden tietomalleihin omaa tuottamaansa hanke-, tai prosessitietoa ja näin ollen rikastuttaa suunnittelutietoa tuotannosta tulevalle tiedolla. Ihannetilanteessa työmaan punakynämerkinnät tehtäisiin työmaalta suoraan suunnittelijan natiivitietomalliin. Pilvipalvelun avulla suunnittelija voi myös jakaa natiivimallin työmaan käyttöön esimerkiksi vain lukuoikeuksin, jolloin tuotanto saa käyttöönsä alkuperäisen suunnittelutiedon mutta mahdollisuudet tiedon poistamiseen tai muokkaamiseen ei ole olemassa.

Pilvipalveluiden käyttö voidaan ihannetilanteessa tehdä täysin avoimena, jolloin kaikki suunnittelijan tekemät muutokset siirtyvät reilajassa työmaalle. Tällaisessa tilanteessa tiedonsiirron pelisäännöt täytyy olla kirkkaana mielessä jokaiselle hankeosapuolelle, sillä täysin avoin suunnittelu ja reaaliaikainen tiedonsiirtyminen tuo mukanaan riskejä. Tiedonsiirto tulee olla hallittua, jotta työmaa ei esimerkiksi rakenna keskeneräisten suunnitelmien pohjalta.

Näin ollen jonkinlainen julkaisukäytäntö tai valmiiksi kuittaaminen tarvitaan myös täysin avoimiin pilvipalveluratkaisuihin.

Pilvipalveluiden avulla työmaa voi lisätä suunnittelijoiden tietomalleihin omaa tuottamaansa hanketietoa. Tiedonsiirtoa voidaan tehdä pilvipalveluiden avulla, jolloin tietomalleja on helpompi rikastaa monen osapuolen toimesta ja usein jopa reaaliaikaisesti. Pilvipalveluiden käyttö vaatii yleensä tehokkaat tietokoneet ja myös vakaan sekä nopean internetyhteyden, joka on hyvä ottaa huomioon työmaatoimintoja suunniteltaessa.

3 Tietomallien käyttö tuotannon suunnittelussa ja tuotannossa

3.1 Työmaa-alueen ja sen logistiikan suunnittelu

3.1.1 Yleistä

Aluesuunnittelu on tuotannonsuunnittelun tehtävä, jossa työmaatoiminnot ja niiden vaatimat järjestelyt suunnitellaan mahdollisimman sujuviksi rakentamisen eri vaiheissa. Aluesuunnitelma on kirjallinen esitys siitä, miten työmaatoiminnot sijoitetaan rakennuspaikalla. Aluesuunnitelmaa ylläpidetään hankkeen edetessä ja siitä tulostetaan yksityiskohtaiset suunnitelmat rakentamisen eri vaiheita ja tehtäviä varten (Ratu C2-0454, Rakennustyömaan aluesuunnittelu).

Aluesuunnitelma antaa työmaalla toimiville sekä sen ympäristössä liikkuville tietoa siitä, miten työmaan logistiikka, turvallisuus ja yleiset järjestelyt on suunniteltu. Aluesuunnitelma on tärkein dokumentti, kun tiedotetaan turvallisuusasioista työmaan eri toimijoille ja sillä on tärkeä rooli myös työmaan ulkopuolelle viestittäessä esim. viikko- tai kuukausitiedotteilla. Ulkopuolisissa tiedotteissa voidaan käyttää pelkistettyä aluesuunnitelmaa, jossa on esitetty vain tarpeelliset ja ajankohtaiset asiat. Rakentamisen aikana työmaa ja alue muuttuu jatkuvasti, ja aluesuunnitelmaa tulee päivittää vastaavasti.

Työmaan aluesuunnitelmassa tulee esittää mm. seuraavat asiat:

- Työmaa-alueen rajaaminen: rajat ja aidat, vuokra-alueet, työmaataulu
- Työmaatilat: työmaatoimisto, sosiaalitilat, varastotilat
- Turvallisuus: ensiapuvälineiden, ensisammutuskaluston ja kokoontumispaikkojen sijainnit
- Liikenne: yleiset tiet ja ajoväylät sekä jalankulkureitit työmaalla, portit, nousutiet ja henkilö- ja tavarahissit
- Jätehuolto: Jätteiden keräysastioiden ja vaarallisten aineiden sijainti
- Nostureiden, koneiden ja laitteiden sijoitus
- Varastoalueet, purku- ja nostopaikat

Rakennustyömaan aluesuunnitelman laatimisesta on säädetty Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009), jonka toisen luvun 11 pykälässä on esitetty työmaa-alueen käytön suunnittelussa huomioitavat asiat.

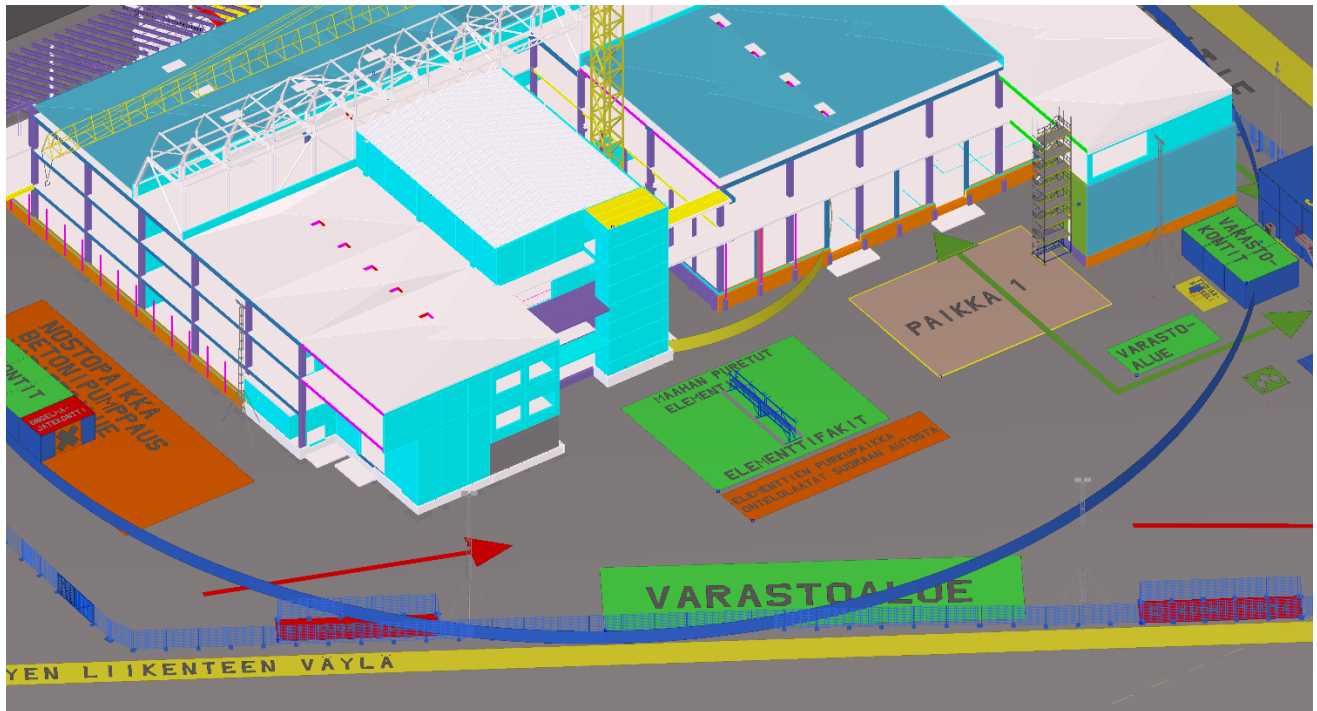
3.1.2 Työmaan 3D-aluesuunnitelma ja logistiikan suunnittelu

3D-aluesuunnitelmassa tulee esittää samat asiat kuin perinteisessä 2D-suunnitelmassakin vaadittavat asiat. Varsinkin laajoilla, korkeuseroja sisältävillä, ahtailla tai muuten monimuotoisilla työmailla 3D-aluesuunnitelma tuo etuja perinteiseen 2D-pdf-pohjaiseen aluesuunnitelmaan paremman havainnollisuutensa ansiosta. Esimerkiksi seuraavien asioiden esittäminen oikeankaltaisilla 3D-objekteilla ja oikeilla mittasuhteilla parantaa suunnitelman ymmärrettävyyttä:

- Työmaa-aidat ja rajatut alueet
- Korkoerot
- Suojakaiteet ym. työturvallisuussuunnittelu
- Muotit, tuennat ja muut työmaa-aikaiset rakenteet
- Ympäröivien kiinteistöjen huomioiminen ja havainnollistaminen
- Etenevän työmaan visualisointi (esim. viikoittain päivitettävä elementtiasennusten ja paikallavalujen tilanne)
- Nosturit ja muut koneet ja laitteet

Myös muita asioita voidaan helposti esittää 3D-muotoisina, jonka lisäksi 3D-suunnitelmaa voi ja tulee täydentää 2D-muotoisilla objekteilla, piirrosmerkeillä ja tekstinä, jolloin luettavuus säilyy myös tulostettuna.

Kuvassa 8 on esimerkki työmaan 3D-aluesuunnitelmasta, jossa mm. torninosturi, aidat, varastokontit ja elementtifakit sekä työnaikaiset portaat on esitetty 3D-objekteina. Varastointi- ja nostopaikat sekä etualalla kulkeva kevyen liikenteen väylä on mallinnettu 2D-muodossa. Esimerkin aluesuunnitelma on laadittu Tekla Structures -ohjelmalla käyttäen Teklalle löytyviä valmiita työmaakomponentteja sekä rakennesuunnittelijan tuottamaa ifc-mallia.

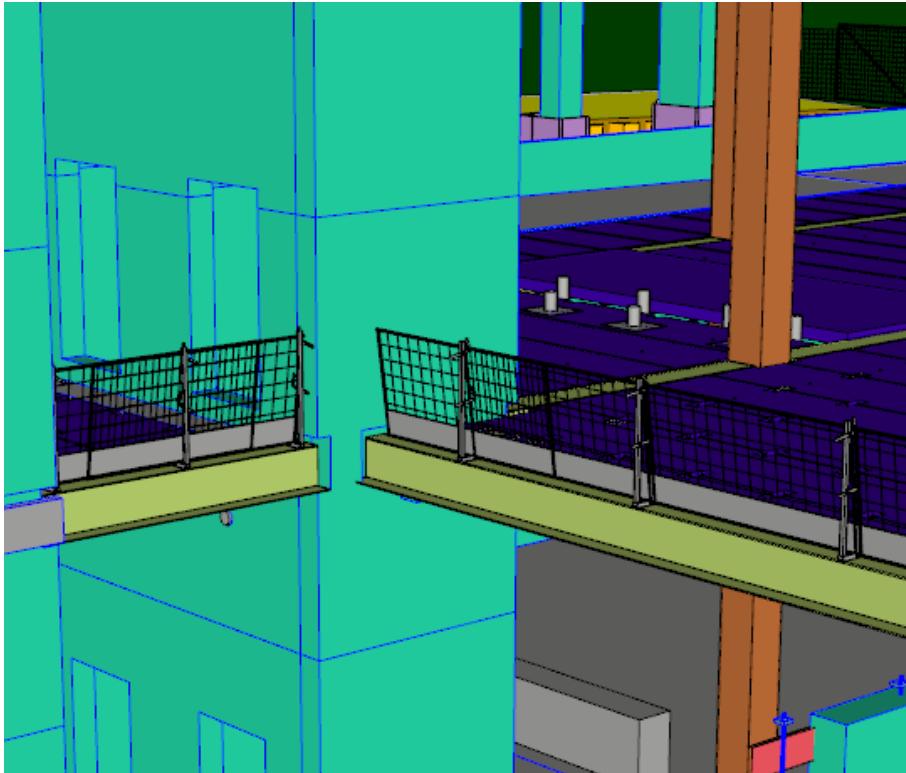


Kuva 8: Esimerkki työmaan 3d-aluesuunnitelmasta.

3.1.3 Turvallisuussuunnittelu

Tietomallipohjainen suunnittelu ja 3D-aluesuunnitelma antavat työkaluja turvallisuusnäkökohtien huomioimiseen kaikissa projektin vaiheissa:

- Suunnitteluajainen rakentamis- ja käyttöturvallisuusnäkökohtien huomioiminen
- Apuna elementtien asennussuunnitelman laatimisessa sekä tuotannon suunnittelussa ja riskianalyseissä.
- Työturvallisuusrakenteiden mallinnus: putoamissuojaukset ja muut rajatut alueet, telineet, työmaahissit, poistumistiet, muut väliaikaiset rakenteet.
- Työmaaperehdytys: työmaa ja ympäristö tutuksi jo ennen työmaa-alueelle menemistä



Kuva 9: Putoamissuojakaiteiden mallinnus runkovaiheen aluesuunnitelmassa.

3.2 Aikataulusuunnittelu ja toteuman valvonta

3.2.1 Yleistä

Rakennushankkeiden yksi kiinnostavimmista ja seuratuimmista asioista on rakentamisen aikataulu ja siinä pysyminen. Suunnittelun aikataulun sekä toteutuman etenemisen esittäminen hankkeen eri osapuolille selkeässä ja ymmärrettävässä muodossa on täten erittäin tärkeää. Tietomallipohjainen aikataulutus, aikataulun seuranta sekä visualisointi tarvittavilla tarkkuuksilla on erinomainen keino parantaa aikataulun seurattavuutta ja läpinäkyvyyttä.

Tyypillinen ja eniten käytetty tietomallipohjainen aikataulu on työmaan runkovaiheen aikataulu, erityisesti elementtiasennusaikataulu ja paikallavalut. Näiden lisäksi samalla pohjalla voi olla hyödyllistä esittää ulkovaipan tärkeitä työvaiheita kuten vesikaton ja ikkunoiden asennukset.

Sisävalmistusvaiheen töiden sekä muiden huomattavasti elementtiasennuksia pienempiä rakennusosia ja detaljeita sisältävien töiden esittämisestä tietomalleilla ei ole laajalti toteutettu ainakaan yksityiskohtaisella tarkkuudella. Sisävalmistusvaiheen töitä sekä esimerkiksi loppusiivouksen ja käyttöönoton etenemistä voidaan kuitenkin kuvata rakennuksen kerrosten, lohkojen tai tilojen tarkkuudella käyttäen joko arkkitehtimallista löytyviä tilaobjekteja tai mallintamalla erikseen tarvittavat pelkistetyt tilat.

Tietomallipohjaisia aikatauluja pystytään laatimaan muun muassa Tekla Structuresilla (myöhemmin TS), Autodesk Navisworksilla, Vico Officella sekä Tocomanin BIM3:lla. Työjärjestyksen karkeampaan visualisointiin soveltuvia ohjelmia ovat muun muassa Trimble SketchUp ja Solibri Office. Näiden lisäksi esimerkiksi Trimble Connectin Status Sharing -lisäosa tarjoaa toimintoja kumpaankin toteutustapaan. Käytettävästä ohjelmasta riippuen laadittua aikataulua voidaan jakaa eteenpäin. Vaihtoehtoisesti voidaan mallinäkymästä tallentaa jaettavaksi staattisia kuvakaappauksia esimerkiksi viikko kerrallaan. Nämä toimivat hyvin tiedottamis- ja raportointikäytössä.

3.2.2 4D-aikataulu ja sen valvonta

4D-aikataulu toimii erinomaisena alustana töiden suunnitteluun ja etenemisen havainnollistamiseen, suunnittelun, valmistuksen ja asennuksen etenemisen valvontaan ja raportointiin sekä aikataulupoikkeamiin reagointiin ja ennaltaehkäisyyn. Käytettävistä ohjelmista ja projektin erityispiirteistä ja sovittavista käytännöistä riippuen aikataulun laatimisen ja seurannan vaatimat toimenpiteet vaihtelevat hieman, mutta pääperiaatteet pysyvät samoina.

Runkovaiheen 4D-aikatauluissa lähtöaineistona on yleensä rakennesuunnittelijan natiivi- tai ifc-malli. Mallin komponenteille tulee olla määritetty sijainti sekä yksilöivä tunnus kuten elementtittunnus. 4d-aikataulutuksessa suunnitellaan ensin tehtäväkokonaisuudet ja niiden toteutusjärjestys sekä tehtäville vaadittu toteutusaika kuten perinteisiäkin aikatauluja laadittaessa. Käytettävän ohjelmiston ominaisuuksien salliessa tehtäville voidaan asettaa riippuvuuksia, ja tehtävien kestot voidaan määritellä manuaalisesti tai resurssien ja menekkien mukaan. Lisäksi esimerkiksi TS:n aikataulut työkaluun (Task manager) pystyy tuomaan muilla ohjelmilla, kuten Vico Schedule Plannerilla, laadittuja aikatauluja.

Toisena vaiheena aikataulun laadinnassa on tietomallin komponenttien kohdistaminen aikataulutehtäville. Kohdistamisen voi tehdä yksittellen elementti kerrallaan, mutta lähtökohtaisesti elementit kannattaa ensin luokitella asennusjärjestyksen mukaisiin osiin kuten lohkoihin ja kerroksiin, sekä elementtityyppeihin kuten pilareihin, palkkeihin, ontelolaattoihin jne. ja valita ja kohdistaa elementit tehtäville näiden mukaisesti. TS:ssä luokittelutyökaluna toimii Organizer.

Näiden vaiheiden jälkeen kullekin elementille tai muulle aikataulutehtävään liitetulle rakennusosalle on määritetty suunniteltu asennusajankohta ja toteutusjärjestystä voidaan ohjelman aikajanatyökalun avulla havainnollistaa. Aikataulun toteutumisen valvonnassa täysi hyöty saavutetaan kuitenkin vasta kun aikatauluun liitetään myös toteumatieto. Rakennesuunnittelijalta tarvitaan elementtien statustieto suunnittelutilanteen seurantaan, valmistustilannetieto elementtitehtailta ja asennustilanne työmaalta, yleensä asennusurakoitsijalta. Statustietojen toimittamisen käytännöistä on syytä sopia mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tai kirjata vaatimus jo tarjouspyyntöihin. Esimerkiksi Trimble Connectin Status Sharing -työkalu mahdollistaa tiedon toimittamisen kaikille osapuolille sekä tietojen viemisen edelleen Tekla Structuresilla laadittuun malliin. Statustietojen päivitystä voidaan projektin tarpeista riippuen tehdä jatkuvasti, tai sopia esimerkiksi niiden viikoittaisesta päivittämisestä. Suomessa myös useat elementtitehtaat ovat yhdistäneet tuotannonohjausjärjestelmänsä Status Sharingiin, jolloin tuotantolinjalta valmistuneiden elementtien status päivittyy Trimble Connect-malliin automaattisesti tasaisin väliajoin.

Suunniteltua asennusaikaa sekä suunnittelun, valmistuksen, asennusten tilannetietoja yhdistämällä ja vertailemalla pystytään tuottamaan visualisointeja eri käyttötarkoituksiin sekä havaitsemaan ja ennaltaehkäisemään mahdollisia ongelmakohtia. Käyttökelpoisia mallinäkyymiä ovat esimerkiksi:

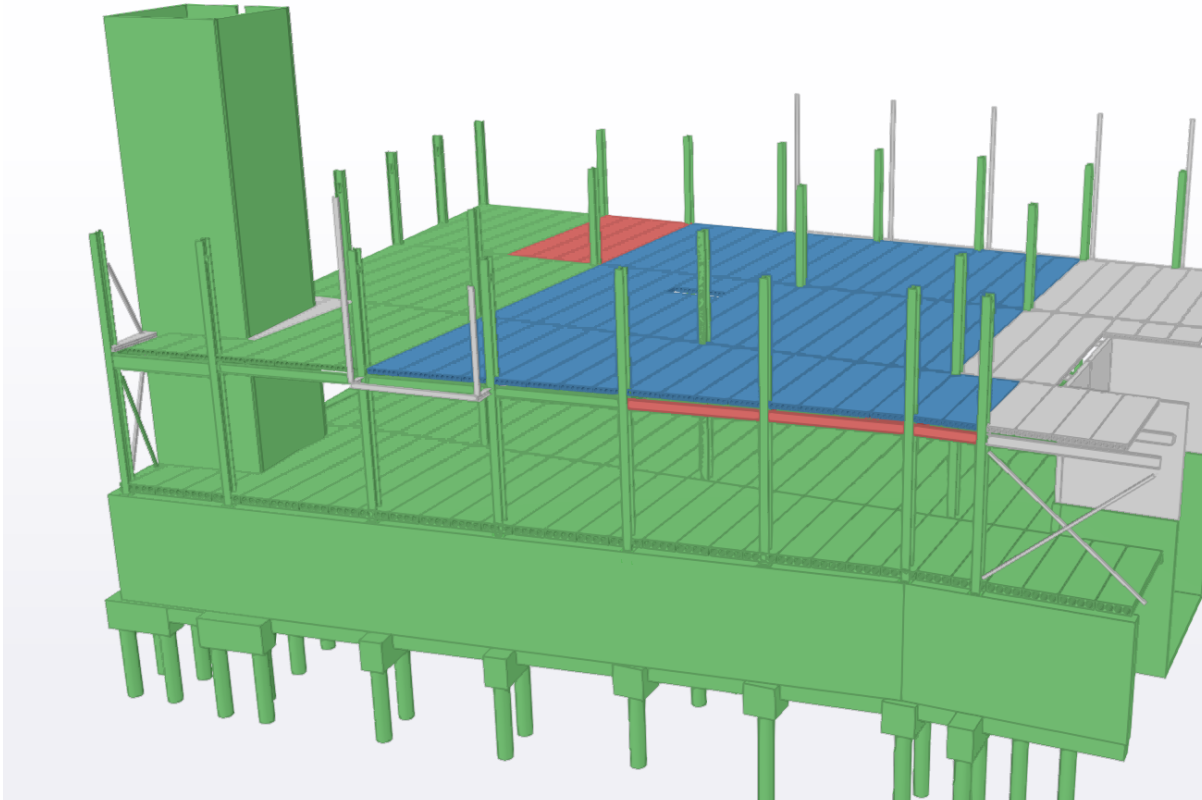
Tiedottamiseen, raportointiin ja perehdyttämiseen:

- Asennetut elementit & kuluvalle viikolla asennettavat
- Asennetut & aikataulusta myöhässä olevat elementit

Aikataulun valvontaan, poikkeamien havaitsemiseen ja ennaltaehkäisyyn edellä mainittujen lisäksi:

- Suunnittelematta olevat elementit, joiden asennus aikataulutettu esim. 6 viikon päähän
- Valmistamatta olevat elementit, joiden asennus aikataulutettu esim. 4 viikon päähän

Kuvassa 10 on esitetty esimerkki asennustilanteen havainnollistamisesta tietomallin avulla. Vihreällä asennetut rakennusosat, punaisella aikataulusta myöhässä olevat ja sinisellä elementit, jotka on määrä asentaa seuraavalla viikolla. Yksinkertaisessa esimerkissä etualalla myöhässä olevat punaiset palkit selkeästi estävät niihin tukeutuvien ontelolaattojen asennuksen, joten työnjohdon on syytä viimeistään tässä vaiheessa puuttua tilanteeseen ja varmistaa, että puuttuvat palkit saadaan asennettua niin, ettei ontelolaattojen asennus vaarannu.



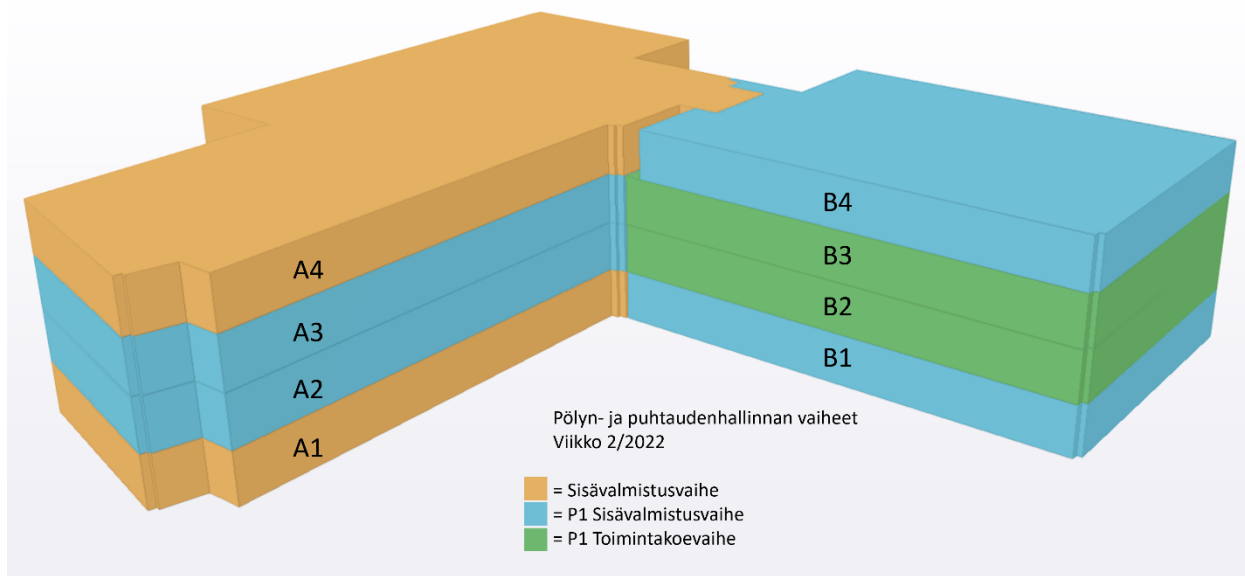
Kuva 10: Elementtien ja paikallavalurakenteiden asennustilanteen esittäminen tietomallissa.

Vastaavalla tavalla voidaan seurata myös suunnittelu- ja valmistustilannetta, sekä yhdistämällä nämä samaan näkymään asennustilanteen kanssa, voidaan havainnoida esimerkiksi riittävien puskurien olemassaoloa suunnittelusta valmistukseen ja valmistuksesta asennukseen, sekä häiriöiden sattuessa pohtia vaihtoehtoisia asennusjärjestyksiä.

3.2.3 Työjärjestyksen ja tilanteen havainnollistaminen

Pelkistettyä 3D-mallinäkömää voidaan hyödyntää eri työvaiheiden etenemisen visualisointiin silloin kun ei ole tarve esittää tilannetta yksittäisten rakennusosien tarkkuudella kuten esimerkiksi elementtiasennusaikataulussa on. Sopivia tarkkuustasoja yksinkertaisempaan havainnollistamiseen ovat esitettävistä työvaiheista riippuen esimerkiksi lohko-, kerros-, tai tilakohtainen tilannetieto. Kuvassa 11 on esitetty pölyn- ja puhtaudenhallinnan tilanteen etenemistä siirryttäessä sisävalmistusvaiheesta toimintakoevaiheeseen lohkojen A ja B sekä kerrosten 1–4 tarkkuudella.

Esimerkin 3D-malli on laadittu Trimble SketchUp:lla mallintamalla objektit rakennuksen pohjapiirustuksen muotoja mukailien. Tuotettu malli on viety Trimble Connectiin, jonka statustyökalulla on merkitty kullekin osalle sen tilanne.



Kuva 11: Työvaiheiden etenemisen esittäminen pelkistetyssä 3D-näkymässä.

3.3 Määrälaskenta

Tietomallien avulla tehtävä määrälaskenta mahdollistaa nopeutensa ansiosta laskennan tekemisen perinteisiä menetelmiä useammin ja antaa mahdollisuuden tutkia useampia vaihtoehtoja hankkeen tarpeiden mukaan. Laskentatieto on myös helppo jakaa ja luokitella haluttuihin kokonaisuuksiin, mikä korostuu, kun määriä otetaan tuotannon tarpeisiin aikataulutusta ja muuta tuotannon suunnittelua varten. Suunnittelu- ja rakentamisvaiheen aikaisia määrämuutoksia voidaan myös analysoida, havainnollistaa ja raportoida luotettavasti ja havainnollisesti. Määrälaskennassa käytettävään aineistoon kuuluu tietomallien lisäksi ainakin tietomalliselostukset, joihin on kirjattu tarkennuksia käytetyistä mallinnustekniikoista, tietosisällöstä sekä mallin valmiusasteesta.

Tässä työssä määrälaskenta-termillä tarkoitetaan kaikkea projektin aikana tapahtuvaa määrien laskentaa, niin urakkalaskentavaiheen yleensä kertaluontoista ja kokonaisvaltaista määrälaskentaa, kuin rakentamisen aikaista usein toistuvaa yksittäisten työvaiheiden tai tehtävien suunnittelua ja toteutusta varten tehtävää laskentaa. Hankkeen eri vaiheissa tehtävillä määrälaskennoilla on kuitenkin erilaiset tavoitteet ja edellytykset ja nämä voivat myös vaihdella hankkeiden ja yritysten välillä.

Rakennusosiin perustuvassa määrälaskennassa tietomallissa olevat rakennus- ja tekniikkaosat lasketaan vakioitujen nimikkeiden mukaan. Esimerkiksi Talo2000-nimikkeistön nimikkeelle 1241 ulkoseinät kohdistetaan kaikki seinät, joiden tyyppitieto viittaa ulkoseinään, esim. muotoa US101. Tarkempaa kustannuslaskentaa ja tuotannon suunnittelua varten tehtävään määrälaskentaan tarvitaan kuitenkin rakennusosaa kuvaava tuote- tai materiaalitieto, esim. ulkoseinän tapauksessa rakennetyypin sisältämät materiaalit ja niiden paksuudet. Tietomallissa voi kuitenkin olla kannattavaa esittää esimerkiksi vain tyyppitieto rakennetyypistä, ja rakennetyypin sisältämät materiaalit ja tarkennukset esitetään erillisessä rakennetyypilueella.

Rakennushankkeen eri vaiheissa tehtäviä määrälaskentoja ovat esimerkiksi:

Suunnitteluvaiheen aikana:

- 1) Tunnuslukujen laskenta: rakennuksen bruttopinta-ala, tilavuus, ja julkisivujen pinta-alat
➔ Edellytyksenä vähintään arkkitehdin tilamalli tai rakennusosamalli
- 2) Tilapohjainen laskenta: tilojen pinta-alat tilatyypeittäin
➔ Edellytyksenä vähintään arkkitehdin tilamalli
- 3) Rakennusosalaskenta (mahdollisesti erikseen alustava ja tarkennettu): mallissa olevien rakennus- ja tekniikkaosien määrien laskenta

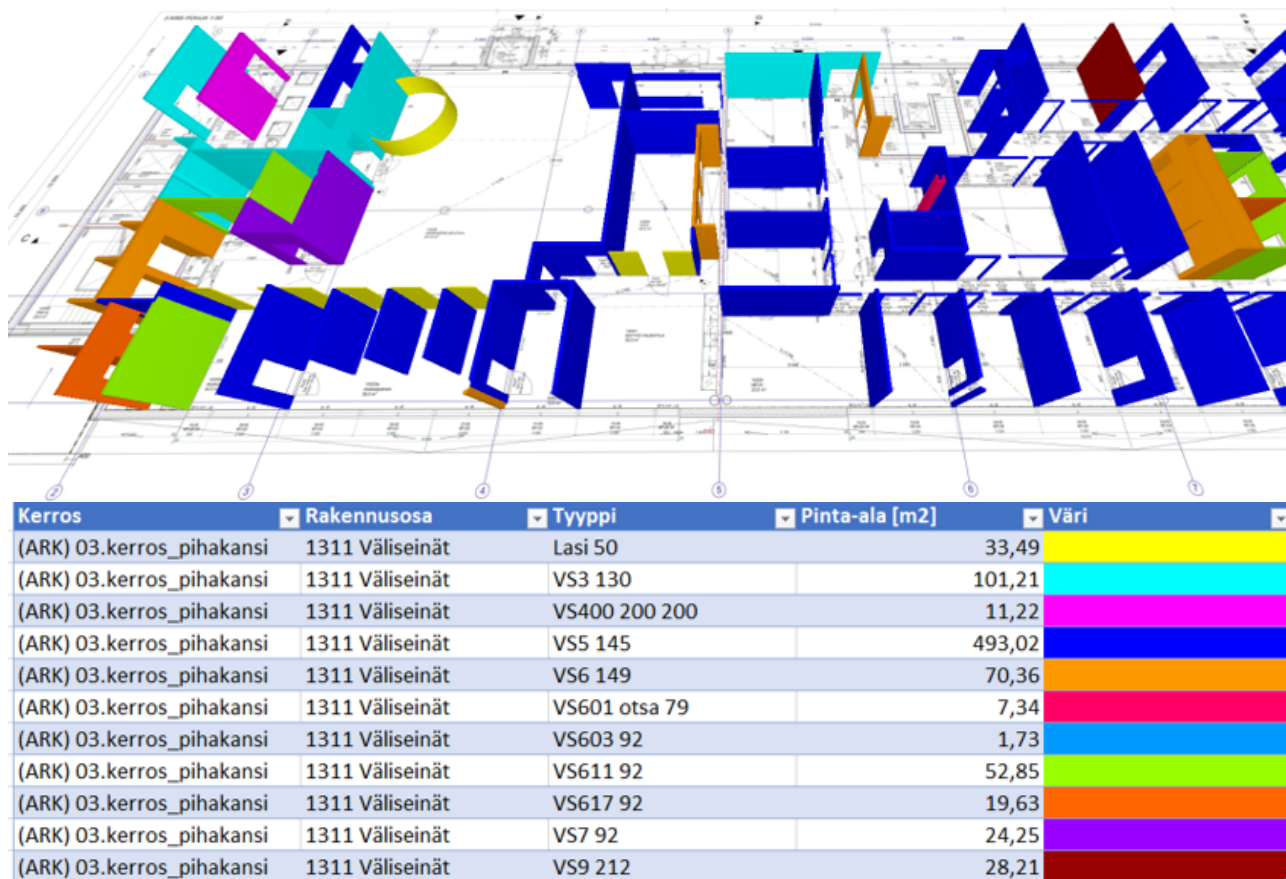
- ➔ Edellytyksenä vähintään arkkitehdin alustava rakennusosamalli sekä talotekniikan mallialueet ja palvelualuekaaviot
- ➔ Tarkennetussa laskennassa edellytyksenä arkkitehdin rakennusosamalli, rakennesuunnittelun yleissuunnitteluvaiheen rakennemalli, talotekniikkasuunnittelun järjestelmämalli

Tarjous- ja rakentamismallin aikana:

1) Suoritteiden laskenta

- ➔ Edellytyksenä arkkitehdin rakennusosamalli, toteutussuunnittelun rakennemalli, talotekniikkasuunnittelun järjestelmämalli. Suunnittelualojen malleissa esitettävät tuoterakenteet on esitetty YTV 2012 osan 7 liitteessä 1. Tietomalliprojektia käynnistäessä on syytä laatia tietomallinnussuunnitelma tietosisältötaulukoihin, joissa on otettu kantaa projektin eri tarpeisiin. Varsinkin tietosisällön eheys ja oikeellisuus on tärkeää määrälaskennan onnistumiseksi. Nämä dokumentit voidaan laatia kattamaan yrityksen koko rakentamistoimintaa, ja niihin tehdään projektikohtaisesti tarvittavat valinnat ja tarkennukset. Esimerkkejä eri suunnittelualojen mallien tietosisältö- / tarkkuustasotaulukoista on esitetty YTV 2012 täydentävissä liitteissä.

Kuvassa 12 on esitetty esimerkki määrälaskennasta toteutettuna Solibri Officen informaation talteenotto (ITO) -työkalulla. Esimerkkiin on otettu mukaan yhden kerroksen väliseinämäärät, jotka on rakennetyypeittäin väritetty. Pohjakuvaan liitetty näkymä auttaa varsinkin rakentamisen aikaisessa tehtäväsuunnittelussa ja logistiikan suunnittelussa. Mallista nähdään yhdellä silmäyksellä missä sijainneissa kyseistä seinää on asennettavana ja oikea määrä materiaalia saadaan siirrettyä tai varastoitua sopiviin paikkoihin lähelle työskentelyaluetta.



Kuva 12: Väliseinien määrät laskettuna arkkitehtimallista.

Ryhmittelemällä samantyyppiset rakennusosat samalle riville saadaan seinätyypin yhteenlaskettu pinta-ala laskettua jo Solibri Officessa, mutta usein tietoa käsitellään yhä Excelissä, johon myös kuva 12 esimerkin määrätiedot on siirretty.

Esimerkissä näkyvillä olevia mallikomponenttien tietosisältökenttiä ovat sijainti (kerros), rakennusosa (Talo2000-mukainen littera), tyyppi (rakennetyyppi) sekä pinta-ala neliömetreinä. Näiden lisäksi usein tarvittavia ja myös mallista saatavia tietoja ovat mm.:

1. Muut tarkentavat tai rajaavat sijaintitiedot: rakennus, lohko, kerros, tila
2. Kuvaavat materiaalitiedot
3. Ikkunoiden ja ovien tyyppitiedot
4. Muut määräyksiköt: tilavuus, pohjan pinta-ala, pituus, korkeus, paino jne.

Ennen määrälaskennan tekemistä tulisi käytettävien mallien laatu tarkastaa ja varmistua etenkin tietosisällön johdonmukaisuudesta ja sen vastaavuudesta projektin tietosisältövaatimuksiin, sekä tarkastaa ettei mallissa ole päällekkäisiä rakennusosia. Määrälaskennan suorittajan tulee perinteisten määrälaskentaperiaatteiden ja -ohjeiden lisäksi tuntea käytettävän ohjelmiston ominaisuudet riittävällä laajuudella havaitakseen mahdolliset virheet tai ongelmakohdat tavoissa, joilla ohjelma laskee määrät. Esimerkiksi levymäisten kappaleiden pinta-aloja laskiessa tulee varmistua siitä, että laskettu pinta-ala on juuri halutun pinnan ala, eikä esimerkiksi pystysuuntaan asennettavasta levyistä ole laskettu sen vaakasuuntaisen pohja pinta-alaa.

Laajaan määrälaskentaan soveltuvia ohjelmia ovat edellä viitatus Solibri Officen lisäksi mm. Tocomanin BIM3 sekä Trimblen Vico Office, mutta myös useissa muissa ohjelmissa on määrien eri tasoinen laskeminen mahdollista.

3.4 Rakentamisen laadunvarmistus

Rakentamisen laadunvarmistus ja sen dokumentointi on osa jokaista rakennushanketta. Tehtyjen laadunvarmistustarkastusten dokumentointi digitaalisesti parantaa tiedon saatavuutta ja auttaa jälkitoimenpiteiden suorittamisessa ja kirjaamisessa. Dokumentoinnin perustana ovat sijaintiin (pohjakuvaan tai tietomalliin) kohdistetut havainnot, niihin liitetyt valokuvat sekä syntyville tehtäville määritetyt vastuuhenkilöt sekä tehtävien kuittaukset, kun tarvittavat toimenpiteet esimerkiksi turvallisuushavainnon puute on korjattu.

Työmaalla säännöllisesti tehtäviä laadunvarmistustoimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- TR-mittaus, turvallisuushavainnot
- Raudoitustarkastukset
- Mestän vastaanottokatselmukset
- Mallikatselmukset
- Virhe- ja puutelistojen laatiminen

Useissa tilanteissa pohjakuva- tai muu 2D-suunnitelman näkymä valokuvan ja lyhyen selitteen kanssa on riittävä havainnon sisältö, mutta tietomallinäkymä ja tietomalliin sidottu sijainti auttaa kommunikoinnissa varsinkin suunnitteluratkaisuista keskustellessa.

Kuvassa 13 on esimerkki Trimble Connectin ToDo-työkalun käytöstä työmaan ja rakennesuunnittelijan välisessä kommunikoinnissa. Työmaalla on havaittu ongelma elementtiasennuksessa, ja ilmoitettu siitä kommunikointityökalulla rakennesuunnittelijalle. Ilmoituksessa on annettu lyhyt kuvaus tilanteesta ja annettu sopivat tunnistetiedot, ”tagit”, joiden avulla projektin kaikkia ilmoituksia pystytään hakemaan ja lajittelemaan myöhemmin. Tarvittaessa liitteeksi voidaan tallentaa esimerkiksi valokuva työmaalta. Mallinäkymä tallentuu ilmoitukseen automaattisesti.

Muita ohjelmia työmaan laadunvarmistuksen dokumentointiin ovat mm. Autodesk BIM 360 Field, Congrid ja Dalux Field, joista kaikkia voi käyttää sekä mobiililaitteilla että tietokoneella erillisellä ohjelmalla tai selainpohjaisessa käyttöliittymässä.

TODOS

Save

Cancel

From

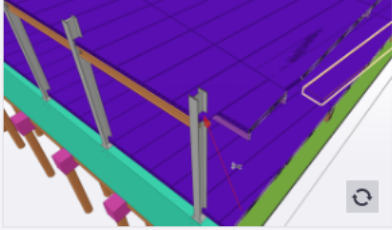
Lyra Kimmo

Date

14.1.2022 16.11

Label

New ToDo



Title

Ontelolaattaa ei saada asennettua

Description

Laatan kulma jatkuu pilarin kohdalle.
MIKSI EI OLE HUOMATTU
ELEMENTTISUUNNITTELUSSA???

Voidaanko ontelolaatta sahata niin, että kiertää
pilarin? Vaatiiko lisäraudoitusta tms?

Assignee

Lyra Kimmo

Tags

2.krs

A-LOHKO

ELEMENTIT

MOD A6

ONTELOLAATAT

RAK

Priority

Normal

Due date

31.1.2022

Type

Issue

Status

New

Completion %

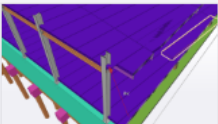
0

Attachments

0

Add

Remove



View for RAK.ifc

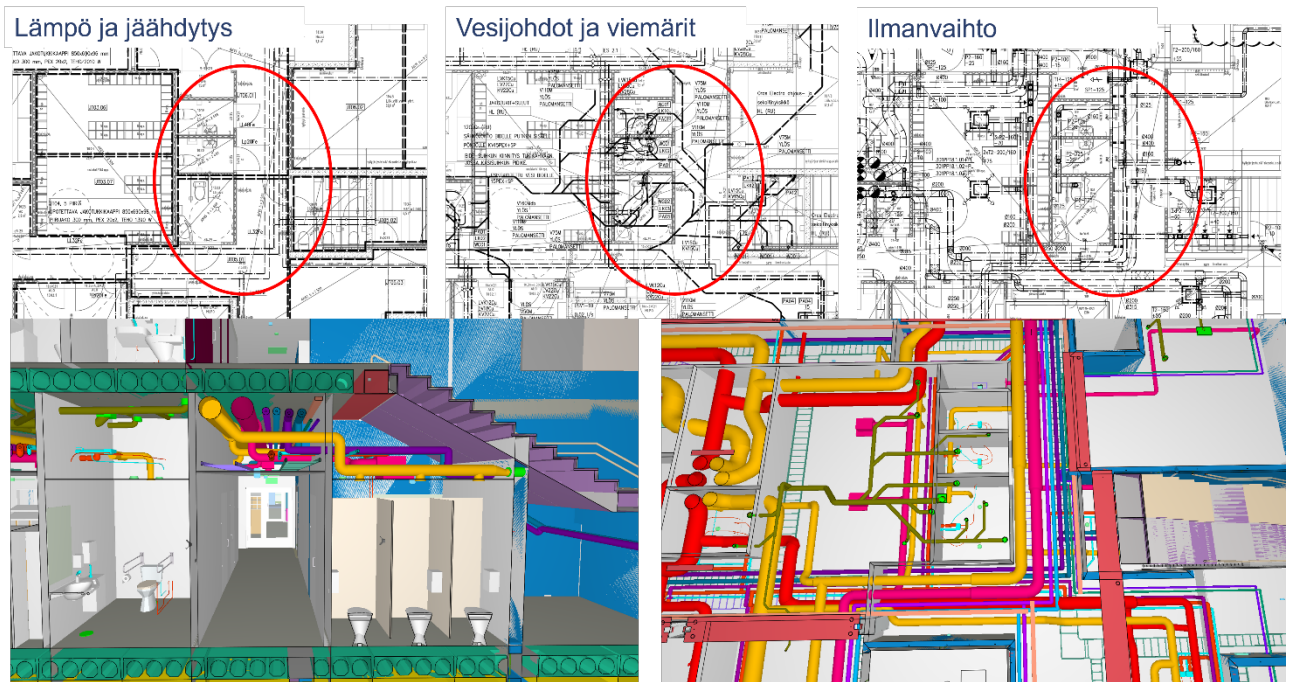
Kuva 13: Kommunikointia tietomallipohjaisen tehtävälistan avulla

3.5 Havainnollistaminen, visualisoinnit ja XR

3.5.1 Havainnollistaminen ja visualisoinnit

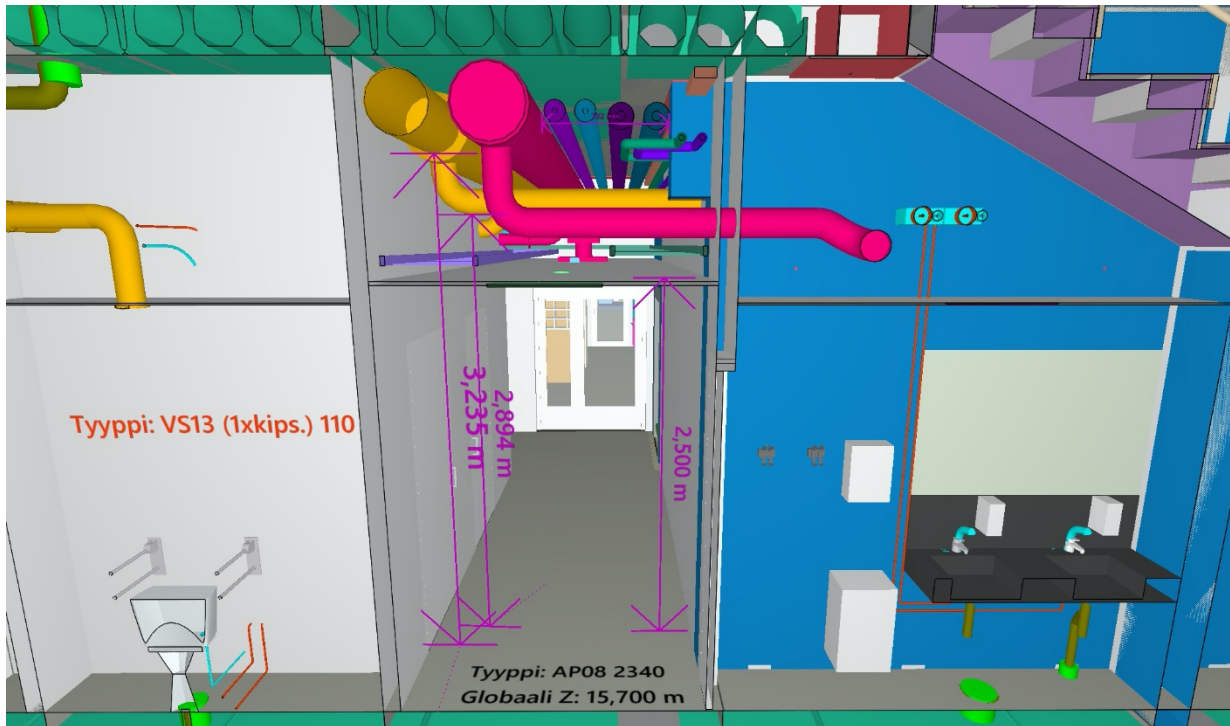
- Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
 - Parempi ymmärrys tavoitellusta lopputuloksesta (kuvaesimerkki 2d vs. 3d) (kuva 14)
 - Käyttäjän parempi osallistaminen suunnitteluvaiheessa suunnitelmien visuaalisuuden ansiosta
- Asennuskohteen ja -järjestyksen havainnollistaminen
- Tuotannon suunnittelu
 - Elementtien painojen visualisointi vs. nosturien kapasiteetit

Kuvassa 14 on pyritty vertaamaan LVI-suunnitelmien tietomallinäkömää ja 2D-pohjakuvien havainnollisuutta. Yksinkertaisessakin tilanteessa eri rakennusosat ja järjestelmät on helpompi tunnistaa mallista sekä hahmottaa näiden keskinäiset suhteet.



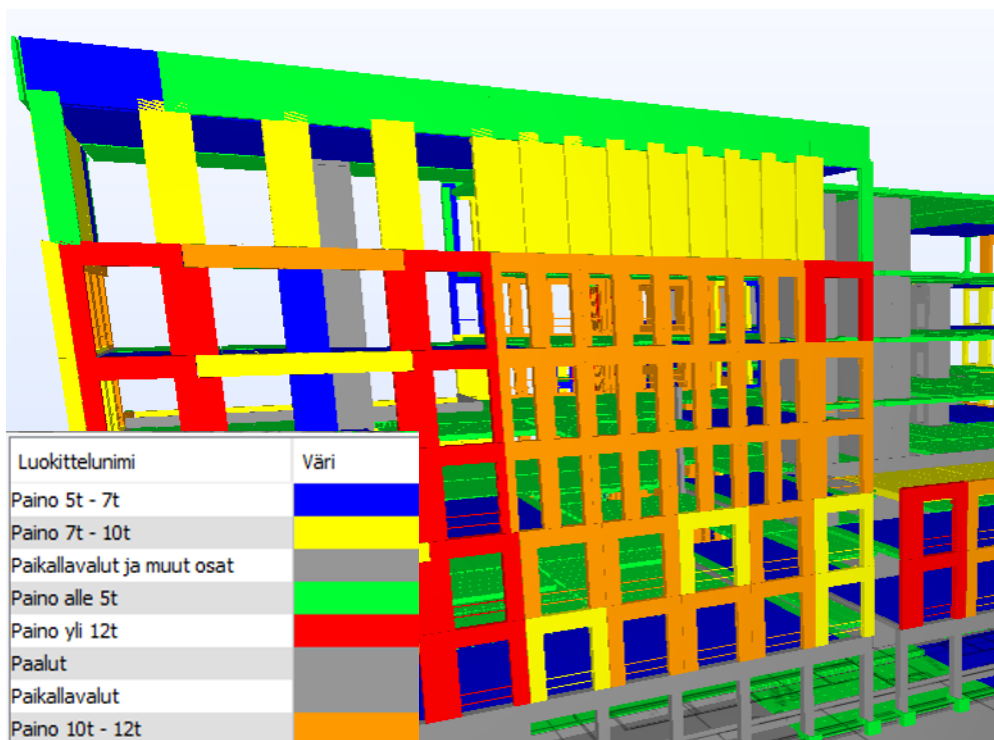
Kuva 14: LVI-suunnitelmien 2D- ja 3D-näkymien havainnollisuuden vertailu.

Korkoasemien esittämiseksi on perinteisesti laadittu talotekniikan leikkauskuvia pohjakuvien tueksi, mutta ne eivät yleensä kata koko rakennusta. Tietomallin avulla voidaan jo suunnitteluvaiheessa varmistaa järjestelmien yhteensopivuus kattavasti ja rakennusvaiheessa havainnoida silmämääräisesti mikä putki tai kanava on ajateltu kulkevan ylläpäin, sekä mitata korkeusasemia tai etäisyyksiä vapaasti tarvittavilta kohdilta, kuten kuvassa 15 on tehty.



Kuva 15 on esimerkki tietomallitiedon käytöstä ja havainnollistamisesta tuotannon suunnittelun tarpeisiin.

Rakennemallista on värjätty elementit niiden painon mukaan Solibri Officen luokittelutyökalulla. Näkymä auttaa nosturien paikkojen ja nostotöiden suunnittelussa. Yhdistämällä samaan näkymään työmaan nosturien nostokapasiteettisäteet, pystytään nopeasti tutkimaan vaihtoehtoisia torninosturin paikkoja ennen tuotannon aloittamista ja asennusten ollessa jo käynnissä, pystytään elementtiasennusaikatauluun vertaamalla saamaan tieto, milloin ja missä paikoissa tarvitaan täydentävää nostokalustoa.



Kuva 16: Elementtien painojen visualisointi tietomallissa

3.5.2 XR-teknologioiden käyttö rakennushankkeessa

Termit:

XR, extended reality eli laajennettu todellisuus on kattotermi reaali maailmaa ja virtuaali maailmaa yhdistävälle näkymille sisältäen AR:n, MR:n ja VR:n.

AR, augmented reality eli lisätty todellisuus, tarkoittaa reaali maailman näkymää, jota on täydennetty digitaalisilla tiedoilla.

MR, mixed reality, eli yhdistetty tai tehostettu todellisuus, sisältää elementtejä sekä AR:stä että VR:stä.

VR, virtual reality, eli virtuaalitodellisuus, on kokonaan virtuaalinen näkymä.

XR-näkymien katseluun on olemassa erilaisia tapoja, joiden käyttökelpoisuus vaihtelee käytettävän ohjelmiston, laitteiston ja käyttökohteen ja tavoitteen mukaan.

1. Päässä pidettävän laitteen, eli silmikon ja siinä olevan näytön ja kameran kautta (AR, MR, VR)
2. Kädessä pidettävän laitteen näytöltä (AR ja MR)
3. Projisoitava näkymä, eli projektorilla todelliselle pinnalle heijastettava näkymä (AR)
4. CAVE-tilat (VR)

XR-näkymän kohdistamiseen oikeaan sijaintiin voidaan käyttää käytettävän laitteen kameraa tai satelliittipaikannusjärjestelmää.

Kuvassa 17 on esimerkki lisätyn todellisuuden käytöstä havainnollistamaan tulevia talotekniikan asennuksia. Esimerkissä on käytetty Dalux Field -ohjelmaa ja taulutietokonetta eli tablettia. Tabletin kameraa käyttäen on kohdistettu näkymä oikeaan sijaintiin, ja kamerakuvaan on yhdistetty kohteen tietomallit. Satelliittipaikannusta käyttävä työmaakäyttöön suunniteltu AR-sovellus on esimerkiksi Trimblen Sitevision. Yleensä kameran avulla tehtävä kohdistus soveltuu paremmin sisätiloihin ja satelliittipaikannusta käyttävä tekniikka ulkotiloissa käytettäväksi.



Kuva 17: Lisätyn todellisuuden käyttöä talotekniikan asennusten havainnollistamisessa

MR-teknologiasta esimerkkinä on Trimble XR10 Hololens2 virtuaalikypärä, jossa kypärään kiinnitettujen virtuaalilasien avulla voidaan yhdistää tietomallinäkömää käyttäjän näkökenttään.

Virtuaalikypärän kameralla voidaan myös välittää kuvaa työmaalta esimerkiksi kokouksiin, jolloin osallistujat näkevät työmaan reaaliajassa ja voivat piirtää sekä lisätä havaintojaan malliin.

AR- ja MR-teknologioiden keskeisiä käyttötapauksia ovat siis tulevien asennusten havainnollistaminen työmaalla sekä suunnittelun ja toteutuneen vertailu. Tietomallinäkömää yhdistäminen todelliseen ympäristöön auttaa ongelmakohtien havaitsemisessa ja helpottaa kommunikointia työmaalla. Varsinkin silmikköä käytettäessä tulee kuitenkin varmistua, ettei näkökenttään lisätyt asiat vie huomiota työmaan riskeiltä.

VR:n tärkein käyttötapaus puolestaan on suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen eri tavoin ja eri vaiheissa. Toisin kuin muissa esitetyissä XR-käyttötapauksissa, korostuu VR:ssä tarve todennäköiselle näkömälle ja esimerkiksi valaistus ja pintamateriaalit tulisi olla realistisia.

Suunnittelun alkuvaiheessa voidaan esimerkiksi sairaalahankkeessa kokeilla leikkaussalin tilaratkaisuja käyttäjätyöpajoissa. VR-laseja käytettäessä pystytään simuloimaan tilan ja kaluston mittasuhteet ja tutkimaan niiden toimivuutta käytännön kokemukseen verrattuna. Cave-tiloilla taas pystytään osallistamaan kerralla suurempi joukko arvioimaan esimerkiksi pintamateriaaleja tai tilojen yleisilmettä.

Virtuaalitodellisuutta voidaan käyttää myös työmaahan tai asennuskohteeseen perehdyttämiseen. Haastavaa asennuskohdetta voidaan katselmoida arvioida tarvittavia työvaiheita ja toimenpiteitä ennakoon turvallisessa ympäristössä.

3.6 Työmaalla käytettävät sovellusohjelmat

Taulukossa 2 on listattu yleisimpiä Suomessa rakennustyömaalla käytettäviä sovelluksia, sekä niiden keskeisimmät ominaisuudet tietomallien hyödyntämiseksi.

Ohjelma	Aikataulu	Aluesuunnittelu	Kommunikointi	Mallin katselu	Mallin tarkastus	Määrälasenta	Rakentamisen laadunvarmistus	Käyttö myös mobiililaitteilla
Autodesk BIM360 Field				x			x	x
Autodesk Navisworks	x	x		x				
BIMcollab Zoom				x	x			
Dalux BIM viewer			x	x				x
Dalux Field			x				x	x
Congrid			x	x			x	x
Trimble SketchUp		x						
Solibri Office			x	x	x	x		
Solibri Anywhere				x				
Tocoman BIM3	x			x	x	x		
Tekla Structures	x	x						
Trimble Connect	x		x	x				x
Vico Control	x							
Vico Office	x					x		

Taulukko 2: Rakennustyömaan tuotannossa käytettäviä ohjelmia ja niiden käyttötarkoituksia.