

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ARKKITEHDIN TIETOMALLIN SOVELTUVUUS 4D-SUUNNITTELUUN

RAKENTAMISEN AIKATAULUN LUOMINEN ARKKITEHTIMALLIN POH-
JALTA

TEKIJÄ

Minna-Mari Meriläinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Minna-Mari Meriläinen	
Työn nimi Arkkitehdin tietomallin soveltuvuus 4D-suunnitteluun	
Päiväys 29.11.2023	Sivumäärä/Liitteet 49/53
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Granlund Oy	
<p>Tietomallien tietosisällöt nousevat jatkossa keskeiseen rooliin, koska eri suunnittelualat hyödyntävät yhä enemmän tietomallien tietosisältöä ja tuotettua tietoa voidaan hyödyntää rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa. Tietosisällön ollessa yhteisesti sovittujen tietomallinnusvaatimusten mukainen, on eri toimijoiden välinen yhteistyö sujuvaa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää arkkitehdin tietomallisisältö aikataulutuksen näkökulmasta. 4D-aikataulutus tuo rakennushankkeelle lisäarvoa ja tietomallin avulla luodaan yhteisymmärrys eri osapuolten välille hankkeessa.</p> <p>Opinnäytetyötä varten suunniteltiin arkkitehdin tietomalli, Granlund Showroom. Suunnittelutehtävän avulla selvitin, kuinka arkkitehdin tietomalli tehdään jo hankkeen alusta lähtien siten, että aikataulutuksen 4D-suunnitteluryhmän on helppo hyödyntää mallia työssään. Mallinnus tehtiin tämänhetkistä kansallista ohjeistusta, yleisiä tietomallivaatimuksia YTV2012 noudattaen ja 4D-suunnitteluryhmän palautteen perusteella arvioitiin arkkitehtimallin tietosisällön ja ohjeistuksen riittävyys. Suunnitellusta kohteesta tehtiin eri rakennushankevaiheiden tietomalli Revit-mallinnusohjelmalla. Tarkasteltaviksi hankevaiheiksi valittiin tarveselvitys, ehdotussuunnittelu- ja yleissuunnitteluvaihe, mitkä ovat arkkitehtityön kannalta erityisen tärkeitä. Työn tutkimusmenetelmänä oli tutkimuksellinen kehittämistyö.</p> <p>Opinnäytetyön selvitysten ja tutkimusten perusteella havaittiin, että yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 on toimiva ja riittävä pohja tietomallin hyödyntämiseksi 4D-suunnittelussa. Tämä vaatii kuitenkin tarkennuksia ja lisäyksiä, että mallista saatava tieto on riittävää. Tutkimuksen avulla pystyttiin myös tavoitteen mukaisesti toteamaan, että kansallisen tason ohjeistuksia pystytään pitämään pohjana arkkitehdin tietomallintamisessa. Tutkimuksen avulla syntyneen arkkitehdin tietomalliohjeen myötä tilaaja pystyy kehittämään liiketoimintaansa ja tehostamaan eri suunnittelualojen välistä yhteistyötä.</p>	
Avainsanat Arkkitehtimalli, Tietomalli, Rakentamisen aikataulu, 4D-suunnittelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Architecture	
Author Minna-Mari Meriläinen	
Title of Thesis Suitability of the Architect's BIM Content for 4D Scheduling	
Date November 29, 2023	Pages/Appendices 49/52
Client Organisation /Partners Granlund Oy	
<p>The data content of building information models will play a key role in the future, as different design disciplines increasingly utilize the data content of building information models, and the data produced can be utilized at different stages of a building's life cycle. When the data content complies with jointly agreed BIM requirements, cooperation between different actors is smooth. The aim of this thesis was to determine the architect's BIM content from the perspective of scheduling. 4D scheduling brings added value to the construction project, and the building information model is used to create mutual understanding between the different parties in the project.</p> <p>The architect's building information model, the Granlund Showroom, was designed for the thesis. With the help of the design assignment, it was figured out how the architect's building information model is made from the very beginning of the project so that the 4D scheduling design team can easily utilize the model in their work. The modelling was carried out in accordance with the current national guidelines called YTV2012 (<i>general BIM requirements</i>). Based on feedback from the 4D design team, the adequacy of the information content and the guidelines of the architectural model was assessed. A building information model of the planned site was created for different stages of the construction project using Revit modelling software. The project phases selected for review were the needs assessment, the proposal planning phase and the general design phase, which are particularly important for architectural work. The research method of the thesis was research-based development work.</p> <p>Based on the studies and studies of the thesis, it was found out that the general BIM requirements (YTV2012) are a functional and sufficient basis for utilizing BIM in 4D design. However, this requires clarifications and additions so that the information obtained from the model is sufficient. With the help of the study, it was also possible to establish that national-level guidelines can be used as the basis for building information modelling for architects. With the help of the architect's BIM guidelines created through research, the client will be able to develop their business and enhance cooperation between different design disciplines.</p>	
Keywords Architect's BIM, BIM, construction schedule, 4D design, 4D scheduling	

ESIPUHE

Haluan kiittää Granlund Oy:tä ja 4D-suunnittelutiimiä, jotka tekivät tämän opinnäytetyön tekemisen mahdolliseksi. Granlund Oy työn tilaajana ja työnantajana antoi parhaan mahdollisen tuen ja kannustuksen, jotta lopputulos oli saavutettavissa. Erityiskiitokset työn tilaajan puolelta työtä ohjanneelle Heikki Inkiselle ja omalle työyhteisölleni asiantuntevista palautteista, kannustuksesta ja tuesta. Opinnäytetyö antoi uudenlaista näkökulmaa arkkitehtina toimimiseen työelämässä ja työn aihe mahdollisti astumaan sellaiselle alueelle, mistä minulla ei ollut aiemmin kokemusta.

Taustatutkimuksen selvittelyn myötä sain arvokasta tietoa omalle tulevalle työuralleni, ja asiantuntijuus tietomallintamisen osalta kasvoi työn edetessä. Otin ehkä askeleen samalla jo tulevaankin ja pintaraapaisin omalta osaltani tätä digitaalisuuden kehitystä. Halu kehittyä alalla ja tulla osaksi asiantuntijajoukkoa antoivat intoa tämän työn tekemiselle. Haluan kiittää työn ohjaajia Jari Piiraista ja Janne Repoa asiantuntevasta ohjauksesta ja työn laadun varmistamisesta.

29.11.2023

Minna-Mari Meriläinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
1.1	Lähtökohdat	8
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet	8
1.3	Toimeksiantaja	9
2	TIETOMALLIN NYKYTILA JA VAATIMUKSET	10
2.1	Tietomallintaminen	10
2.1.1	Rakennuksen tietomalli	11
2.1.2	Yhdistelmämalli	13
2.2	Arkkitehdin tietomallisisältö	14
2.2.1	Kansallisen tason ohjeistus	14
2.2.2	Tietomallinnus kansainvälisellä tasolla	17
2.2.3	Vakioitu tietosisältö	18
2.3	Tietomallivaatimukset hankkeen eri vaiheissa	18
2.3.1	Tarveselvitys	19
2.3.2	Hankesuunnittelu	20
2.3.3	Ehdotussuunnittelu	20
2.3.4	Yleissuunnittelu	21
2.3.5	Toteutussuunnittelu	22
2.3.6	Rakentaminen	22
2.3.7	Käyttöönotto ja ylläpito	22
2.3.8	Arkkitehtimallien sisältövaatimukset	22
2.4	Ongelmat tietomallien käytössä	23
3	TIETOMALLINTAMISEN MUUTOKSET JA TULEVAISUUS	24
3.1	Tietomallintamisen muutokset	24
3.1.1	Uusi rakentamislaki	25
3.1.2	Rava3pro-hanke	26
3.1.3	YTV2020	27
4	4D-TIETOMALLI	28
4.1	Tietomallin neljäs ulottuvuus	28
4.2	Aikataulun lisääminen arkkitehtimalliin	28
4.3	Suunnittelutehtävä	29

4.3.1	Tarveselvitysvaiheen vaatimusmalli.....	29
4.3.2	Tarveselvitysvaiheen alustava yleisaikataulu ja palaute	30
4.3.3	Tarveselvitysvaiheen yhteenveto	33
4.3.4	Ehdotussuunnitteluvaiheen tilamalli	34
4.3.5	Ehdotussuunnitteluvaiheen aikataulu ja palaute.....	36
4.3.6	Ehdotussuunnitteluvaiheen yhteenveto	39
4.3.7	Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamalli	39
4.3.8	Yleissuunnitteluvaiheen aikataulu ja palaute.....	41
4.3.9	Yleissuunnitteluvaiheen yhteenveto	42
4.4	Hankevaiheiden yhteenveto arkkitehtityön näkökulmasta	43
5	POHDINTA.....	45
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	50
	LIITE 1: Arkkitehtimallin sisältövaatimukset	51
	LIITE 2: Arkkitehdin tietomallivaatimukset 4D-suunnitteluun (Ei julkinen)	

LYHENTEET JA MERKINNÄT

Arkkitehtimalli	Arkkitehdin laatima rakennuksen tietomalli
Attribuutti	Tietomallin objektiin liitetty ominaisuus tai tietokenttä, kuten rakennusosan materiaali, oven paloluokka tai tilan tunniste
BIM	Building Information Model tai Modelling on rakennetun ympäristön tiedonhallintaa kuvaava lyhenne, Ks. Tietomalli
4D	3D-tietomalli + aika. Kuvaa tietomallintavaa suunnittelutapaa, jossa rakennusosille on kolmiulotteisen (3D) geometrian lisäksi mallinnettu ajallinen ulottuvuus, kuten toimitus- tai asennusaikataulu
5D	3D-tietomalli + aika + kustannukset. 5D-tietomallissa rakennusosilla on lisäksi hintatieto
6D	3D-tietomalli + aika + kustannukset + elinkaarianalyysit. 6D-tietomallissa uusi ulottuvuus on rakennukseen liittyvät elinkaaritiedot
BuildingSMART	Kansainvälinen tietomallinnusta kehittävä yhteistyöfoorumi. Suomessa toimii maorganisaatio BuildingSMART Finland
IFC	Industry Foundation Classes eli IFC on standardi ja BuildingSMART:n kehittämä tiedonsiirtoformaatti tietomallien jakamiseen ja siirtämiseen. Tätä avoimen standardin mukaista tietomuotoa hyödynnetään laajasti ohjelmistojen välisessä tiedonvaihdossa suunnittelusta rakentamiseen ja ylläpitoon
Koneluettavuus	Koneluettava tieto on ohjelmistoteknisesti mahdollista poimia ja erottaa tietolähteestä, esimerkiksi tietomallista
Natiivimalli	Tietomalli suunnitteluohjelman omassa tiedostoformaattissa
Objekti	Tietomallissa esiintyvä rakennusosa. Objektilla voi olla geometrinen muoto (kuten seinän geometria) ja ominaisuustietoja (kuten seinän materiaali tai U-arvo)
Property Set	IFC-terminologiassa kokoelma objektiin tai objekteihin liitettyjä ominaisuustietoja
Rakennuksen tietomalli	Tietomalli, mikä mahdollistaa rakennustietojen vaihdon, jakamisen ja käytön (KIRASanasto 2016)
Talo2000	Laajasti käytetty nimikkeistöjärjestelmä. Sisältää tila-, hanke-, tuotanto-, rakennustuote- ja kalustonimikkeistöt
TATE	Talotekniikka
Tietomalli	Tässä työssä tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen tietomallia. Termillä tietomalli tarkoitetaan rakennusten tai rakennelmien suunnitteluohjelmistolla tuotettua kolmiulotteista mallia rakennettavasta ja korjattavasta kohteesta. Mallin eri osakomponentit vastaavat todellisia rakennusosia kuten seinät, ovet ja ikkunat.
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012, tietomallinnusta määrittelevä ohjekokonaisuus, joka toteutettiin COBIM-hankkeen yhteydessä vuosina 2011—2012

1 JOHDANTO

1.1 Lähtökohdat

Rakennusten suunnittelu on 1990-luvun aikana muuttunut käsin piirtämisestä digitaaliseksi CAD-suunnitteluksi. Perinteisestä kaksiulotteisesta CAD-suunnittelusta, CAD-piirtämisestä, ollaan siirtymässä kolmiulotteiseen suunnitteluun (3D), joka tällä hetkellä on pääasiassa rakennusten osien muodon kolmiulotteista kuvaamista. (Rakennusteollisuus RT ry 2006, 3.)

Näin todettiin suunnitteluprosessin muuttuvan vuonna 2006 Rakennustieto Oy:n julkaisemassa teoksessa Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Vuonna 2023, lähes kaksi vuosikymmentä myöhemmin, kolmiulotteinen rakennussuunnittelu on arkkitehdin työssä arkipäivää ja rakennusten tulevaisuus näyttää entistäkin digitaalisemmalta. Tietomallinnus kehittyi jatkuvasti ja teknologian kehityksessä 4D-, 5D- ja 6D-ulottuvuudet tulevat osaksi tietomalleja.

Tietomallisisällöllä on yhä tärkeämpi rooli tietomallia luodessa. Eri suunnittelualojen tiivistynyt yhteistyö sekä uusi rakentamislaki edellyttävät digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoa ja tietosisällön koneluettavuutta. Tietomalliin liitetyt tietosisällöt nousevat siis jatkossa keskeiseen rooliin, koska tieto on sisällytettävä tietomalliin, joka on usein tähän mennessä mielletty 3D-virtuaalimalliksi. Tiedon on oltava vakioitua eli säännönmukaista ja koneluettavaa. Tietomallisisällön ollessa vakioitua, on eri toimijoiden välinen yhteistyö sujuvaa ja tuotettu tieto on mahdollista jakaa muille rakennuksen elinkaaren kaikissa vaiheissa. Kustannusten, hiilijalanjäljen tai aikataulun laskeminen helpottuu huomattavasti, kun kaikki toimijat voivat hyödyntää samaa vakioitua tietoa.

Arkkitehtien tietomallit ja niiden sisällöt tulevat olemaan avainasemassa ja yhä tärkeämmässä roolissa tällä digitalisaation kehityksen polulla, koska suoraan tai välillisesti kaikki rakennushankkeen osapuolet tarvitsevat arkkitehdin tuottamaa tietoa. Tarvitsemme ajattelutavan muutoksen, jotta kehitys on mahdollista ja yritykset pystyvät yhteisen tietopääoman pohjalta kehittämään toimintatapoja ja uusia palveluita.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää arkkitehdin tietomallin sisältö 4D-suunnittelun näkökulmasta. Suunnittelutehtävän avulla selvitetään riittävä tietomallisisältö rakennushankkeen aikataulutuksen osalta ja sisällöstä koostetaan arkkitehdin 4D-tietomalliohje. Tietomalli tehdään tämänhetkisen ohjeistuksen mukaisesti Yleisiä tietomallivaatimuksia (myöhemmin YTV2012) noudattaen ja sisällön riittävyttä tarkastellaan eri rakennushankevaiheissa 4D-suunnitteluryhmän avulla.

Opinnäytetyössä tarkastellaan myös kansallisella tasolla tulevia muutoksia, joiden myötä eri suunnittelualojen käytäntöjä ohjataan yhteen vakioimiskoodistojen avulla. Näitä uusia vaatimuksia ja ohjeistuksia peilataan tämänhetkisiin tietomallivaatimuksiin; mikä tulee muuttumaan ja mitä se tarkoittaa työmäärällisesti. Tietomallinnus tehdään tässä opinnäytetyössä Revit-suunnitteluohjelmalla.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön tilaajana on Granlund Oy. Granlund on vuonna 1960 perustettu rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijakonserni. Toimialoja ovat talotekninen suunnittelu, arkkitehti- ja rakennesuunnittelu, kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot, energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointi, rakennuttaminen sekä valvonta ja isännöinti.

Granlund Oy:n konserni muodostuu Helsingissä sijaitsevasta pääkonttorista sekä toimipisteistä ympäri Suomen. Lisäksi kansainvälistä liiketoimintaa on muun muassa Aasiassa, Lähi-idässä, Pohjoismaissa, Baltiassa ja Iso-Britanniassa. Tällä hetkellä konsernissa työskentelee n. 1 400 työntekijää.

2 TIETOMALLIN NYKYTILA JA VAATIMUKSET

2.1 Tietomallintaminen

Tietomallintamisella tarkoitetaan tietokonesovelluksella tapahtuvaa rakennetun ympäristön kohteen mallintamista ja kohteen tietojen määrittämistä. Tietomallintamisella saadaan tieto siirtymään tietokonesovelluksin tulkittavassa muodossa ja sen avulla luodaan, hallitaan ja hyödynnetään tietoa läpi rakennusprosessin – lähtövaatimuksista suunnitteluun ja ylläpidosta uusiokäyttöön. (BuildingSMART Finland, julkaisuaika tuntematon.)

Tietomallintamisen keskeinen tavoite on rakennusvirheiden minimointi ja rakentamisen laadun parantaminen. Lisäksi mittava hyöty on rakennushankkeen eri osapuolten (arkkitehdit, rakennesuunnittelijat, LVI-suunnittelijat jne.) yhteistyö yhdistelmämalleja hyödyntäen. Tällöin projektin eri osapuolet voivat toimia samassa tietoympäristössä, jolloin kommunikointi ja suunnitelmien yhteensovittaminen helpottuu.

Erilaisilla tietomalliohjelmistoilla tehdyt mallit ja informaatio ovat jaettavissa ja käytettävissä yhteisen tietokannan kautta. Tietomallintamisen avulla pyritään varmistamaan, että rakennusten suunnittelu ja rakentaminen on tehokasta ja sujuvaa. Ylin tavoite on siis luoda kestävämpää ja laadukkaampaa elinympäristöä. (Nordic BIM Group 2023.)

Tietosisällön vakioinnista on puhuttu viime aikoina paljonkin. Tämä tarkoittaa tietosisällön muuttamista säännönmukaiseksi ja koneluettavaksi. Vakiointiprosessissa luodaan käytännöt ja kansalliset tietomallivaatimukset, jotka aidosti mahdollistavat tietomallipohjaisen työkalun (buildingSMART Finland.) Suomessa tietomallisisältöjen vakiointiohjeita tehdään parhaillaan, koska uusi rakentamislaki edellyttää vakioitua tietosisältöä tietomalleissa lähivuosina.

Kansainvälisesti tietomallintamisen hyödyntäminen on yleistynyt ja tietomallintamisen käytöstä on tehty periaatepäätöksiä useissa maissa. EU kehotti vuonna 2014 jäsenmaitaan edistämään rakennusalan digitalisaatiota ja tietomallintamisen hyödyntämistä rakentamisessa. Tämä edesauttaisi yhtenevää kehitystä Euroopan sisällä. Kansallisella tasolla ympäristöministeriön kehityshankkeet ovat luoneet yhteentoimivaa ohjeistusta rakennusosalalle. (Ympäristöministeriö, julkaisuaika tuntematon.)

Rakennusten tulevaisuus on yhä digitaalisempi ja eri asiantuntijoiden yhteistyö tiivistyy tulevaisuudessa. Tietomallien hyödyt konkretisoituvat, kun tieto on saatavilla organisaation kaikissa osastoissa, järjestelmissä ja tietokannoissa. (Kuva 1.) Selkeiden etujensa vuoksi tietomallintaminen rakentamisessa on tullut jäädäkseen, mutta se vaatii vielä ajattelutavan muutoksen. (Nordic BIM Group 2023.)

Tietomallintamisen hyödyt



KUVA 1. Tietomallintamisen hyötyjä suunnittelu-, rakennus- ja ylläpitovaiheessa (Meriläinen 2023)

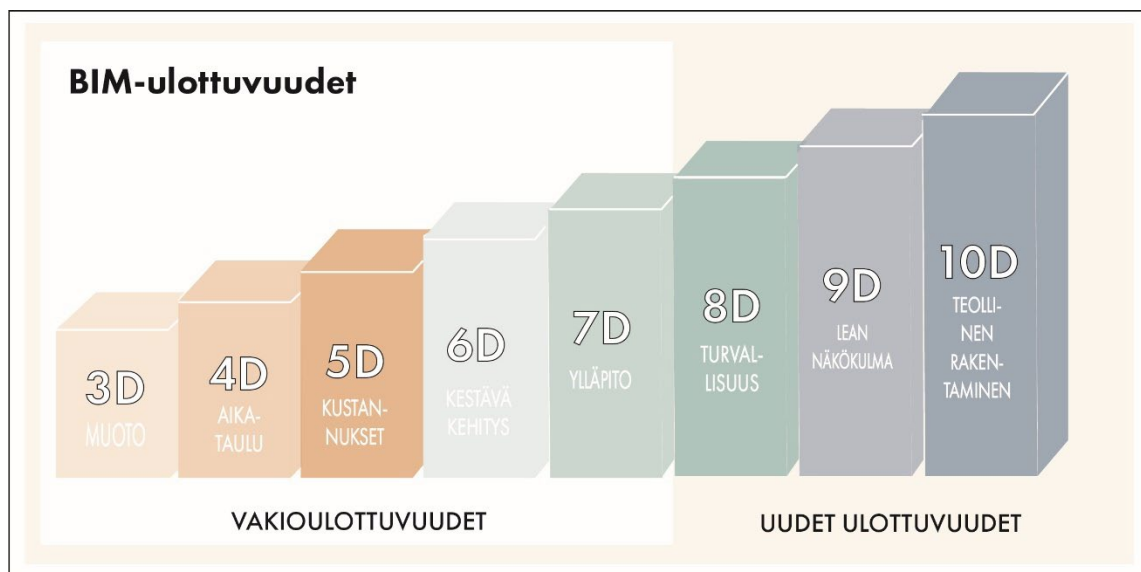
2.1.1 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomalli (BIM, Building Information Model) tarkoittaa digitaalisessa muodossa olevan rakennelman kolmiulotteista esittämistä ominaisuustietoineen (Väylävirasto, 2020). Tietomalli rakennetussa ympäristössä kuvaa, mitä ovat rakennetun ja rakennettavan ympäristön fyysiset kohteet ja niiden ominaisuudet sekä, mitä tietoa siirtyy elinkaarella kaavoituksesta urakkaan ja aina valmiin kohteen ylläpitoon asti. Ideaalitulanteessa yhden mallin avulla pyritään hallinnoimaan rakennelman elinkaarta aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpidon kautta purkamiseen. (BuildingSMART Finland, julkaisuaika tuntematon.)

Tietomallissa tieto on tallennettu tietorakenteisiin, joiden rakennuspalikat ovat objektit ja niiden ominaisuudet. Objektit ovat rakennusosia (esim. seinä, laatta, katto), joihin sisällytetään parametrissa tietoa. Ominaisuudet ovat tekstiä, numeroita, mittoja jne. Parametrinen tieto tarkoittaa eri objekteihin liitettävää täsmätietoa (esim. seinän paksuus ja materiaali). Rakennuksen geometria syntyy objektien 3D tai 2D esityksistä (Hietanen 2022).

Tietomalli sisältää digitaalisesti rakennuksen muodon kolmiulotteisesti määriteltynä. Rakentamisen aikaisen tiedon lisäämisellä tietomalliin, tiedoista voidaan muodostaa helposti myös erilaisia kustan-

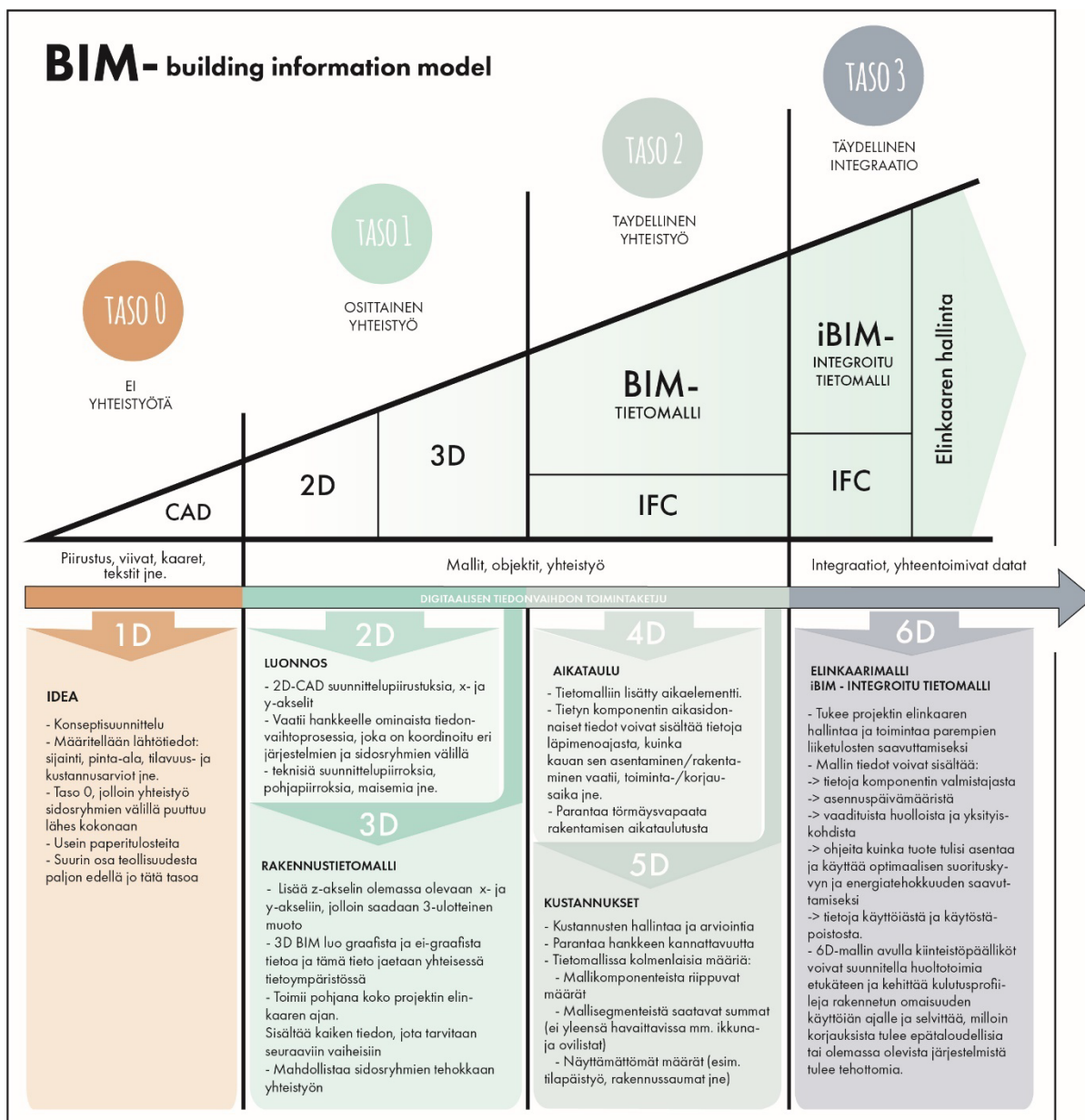
nuslaskelmia, aikatauluja, energialaskelmia tai simulaatioita, jotka perinteisillä suunnittelumenetel- millä vaativat runsaasti esivalmisteluja, tiedon keruuta ja tietojen yhdistelyä. Tietoa lisäämällä 3D- virtuaalimalli muuttuu 4D-, 5D-, 6D- tai jopa tulevaisuudessa 10D-malliksi (kuva 2).



KUVA 2. Tietomallin eri ulottuvuudet (Meriläinen 2023)

Kansainvälisesti käytetään tietomallinnusvaatimuksia, joissa tietomallintamisen suunnittelu- ja tietosisältövaatimukset ovat jaettu tasoihin ja ulottuvuuksiin. Näistä puhuttaessa tarkoitetaan ensisijaisesti toimitusketjun kykyä vaihtaa tietoja digitaalisesti. Tasot 0, 1, 2 ja 3 viittaavat siihen, kuinka pitkälle mallia on viety ja kuinka sidosryhmien välinen yhteistyö kehittyy ja integraatio kasvaa (kuva 3). Tietomallin eri ulottuvuudet (4D, 5D, 6D) viittaavat tapaan, jolla erityyppiset tiedot linkitetään tietomalliin. Lisäämällä tietoja, rakennushankkeesta saa yhä paremman käsityksen missä aikataulussa se tehdään, kuinka paljon se maksaa ja kuinka rakennusta tulisi hoitaa. (Mark & Mervyn 2021.)

Tietomalli määritellään siis olevan kiinteistön digitaalinen esitys yhdessä fyysisten ja toiminnallisten ominaisuuksien kanssa. Se muodostaa perustan päätöksentekoon ja toimii kiinteistön informaatiova- rastonä. Näiden ominaisuuksien perusteella tietomalli eroaa 3D-virtuaalimallista, koska tietomalliin lisätään rakenneosien ominaisuustietoja geometrisen muodon lisäksi. Erilaiset tulosteet ja näkymät saadaan tietomallissa samasta pohjalähteestä ja kaikki tieto päivitettyä samaan lähteeseen. Näin vältetään piirustusten ja laskelmien risteämiltä ja poikkeamilta. (Jävälä & Lehtoviita 2016.)



KUVA 3. BIM-tietomallin toimintaketju (Meriläinen 2023)

2.1.2 Yhdistelmämalli

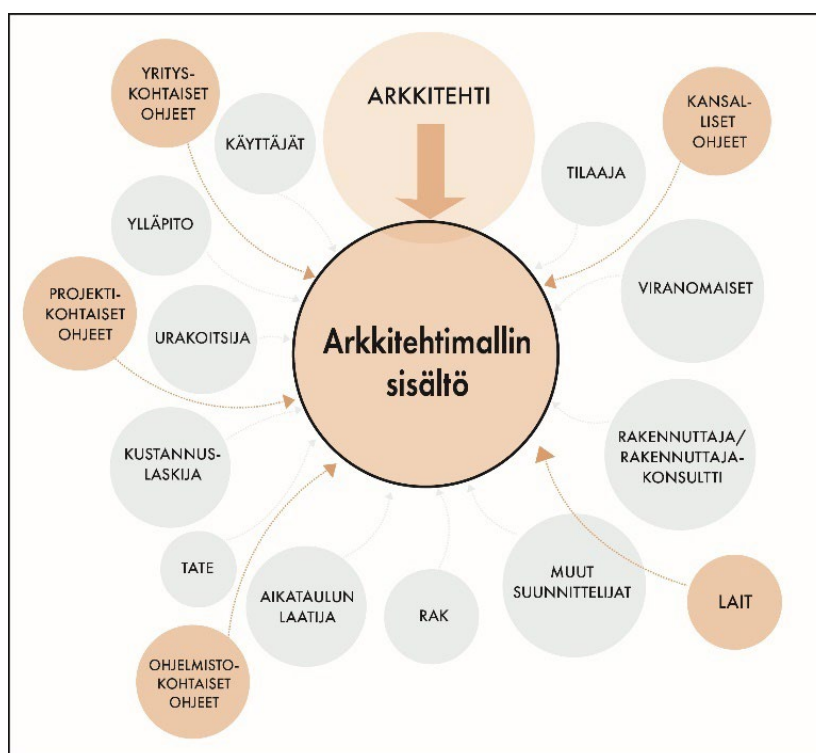
Rakennetun ympäristön pääsanaston mukaan yhdistelmämalli on eri tietomalleista yhdistetty tietomalli, jolla tutkitaan eri mallien keskinäistä yhteensopivuutta. Yhdistelmämalli on yhteensovittamisen ja suunnittelun ohjauksen työkalu. Se voidaan muodostaa esimerkiksi maastomallista, maaperämallista, rakennettujen rakenteiden mallista sekä rakennuksen tietomallista. Yhdistelmämalli voidaan koota eri suunnittelualueiden tietomalleista yhdistämällä ne samaan koordinaatistoon ja käyttää törmäystarkasteluihin eri objektien välillä. Sen avulla voidaan esimerkiksi tarkastaa etteivät rakenteet, kuten palkit, törmää taloteknisten järjestelmien osien, kuten putkien kanssa. (Kiinteistö- ja rakentamisan keskeinen sanasto 2016, 50; Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön pääsanasto 2023.)

Yhdistelmämallia hyödynnetään projektinjohtamisessa ja asiakastapaamisissa. Lisäksi yhdistelmämalli on suunnittelijoiden, projektipäälliköiden ja muiden hankkeeseen osallistuvien yhteinen työkalu,

jolla pystytään yhdistämään eri alojen tietomallit, tarkastelemaan yhdessä ja kommunikoimaan suunnitteluasioista. Hankkeessa voi olla myös tietomallikoordinaattori, joka ohjaa eri suunnittelualojen tietomallintamista. Natiivitietomalleista toteutetaan IFC-tietomalli ja yhteisenä toimintaympäristönä toimii esimerkiksi Solibri-laadunvarmistusohjelma.

2.2 Arkkitehdin tietomallisisältö

Arkkitehdin tietomallin sisältöä ei ole kansallisella tasolla tähän mennessä tarkasti määritelty. Koska arkkitehtimallien sisällöt vaihtelevat, tämä vaikeuttaa niiden käyttöä mm. määrälaskennassa, aikataulutuksessa tai kiinteistön ylläpidossa. Arkkitehtien tietomallit ja niiden tuottama tieto ovat kuitenkin hankkeissa avainasemassa, koska arkkitehdin tietomallin sisältöä tarvitsevat lähes kaikki rakennushankkeen osapuolet suoraan tai välillisesti. Mallin sisällölle vaatimuksia esittävät tilaaja, rakennuttaja/ rakennuttajakonsultti, eri viranomaiset, kustannus- ja määrälaskenta, suunnittelijat, urakoitsijat ja käyttäjät (kuva 4). Tietosisältöön näiden lisäksi vaikuttavat lait, kuten esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslaki, sekä kansainväliset, kansalliset ja projektikohtaiset tietomalliohjeistukset. (Reima 2018, 3)

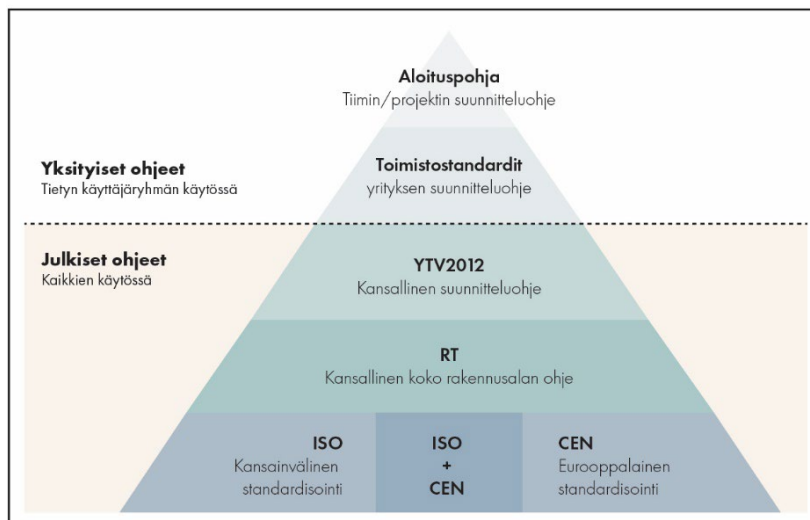


KUVA 4. Arkkitehdin tietomallin tietosisältö (Meriläinen 2023)

2.2.1 Kansallisen tason ohjeistus

Tietomallien sisältöjen määrittelyä toteutetaan erilaisilla organisaatio- ja hankekohtaisilla tietomalliohjeilla. Tällä hetkellä arkkitehtien tietomallintamista ohjaa buildingSMART Finlandin vuonna 2012 julkaisema YTV2012 (Yleiset tietomallivaatimukset 2012). Perustana tietomalliohjeille on kansainväliset standardit, joita paikalliset (kansalliset) ohjeet soveltavat ja tarkentavat. Yksityiset käyttäjäryhmät, kuten arkkitehdit, luovat tarpeisiinsa omia ohjeistuksiaan (kuva 5).

Tietomalliohjeistuksen standardit



KUVA 5. Tietomalliohjeistuksen standardit (Meriläinen 2023)

Erityisen tärkeä arkkitehdeille YTV2012 ohjeesta on osa 3 arkkitehtisuunnitteluopas, mutta myös osat 1 ja 2 tulee huomioida. Yleisten tietomallivaatimusten tuella tietomallintamisesta on tullut normaali tapa suunnitella rakennuksia ja ohjata niiden rakentamista. Tilaajalähtöisissä hankkeissa YTV:n vaatimuksia täydennettiin vuonna 2016 RT 10-11208 arkkitehtisuunnittelun liitteellä. Lisäksi näitä ohjeita täydentää yleensä kaupunkien, tilakeskuksien, rakennusliikkeiden ja muiden suurten tilaajaorganisaatioiden omat, yrityskohtaiset ohjeensa.

YTV2012 ohjeistaa miten mallinnetaan, millä mallinnustarkkuudella, missä hankkeen eri vaiheessa, mitkä ovat mallintamisen tavoitteet ja miten mallia voidaan hyödyntää jatkossa. Ohjeistus on pyritty tekemään yhteensopivaksi niin uudis- kuin korjausrakentamisen tarpeisiin ja luomaan pohjan käytön ja ylläpidon aikaiseen tietomallin hyödyntämiseen. YTV2012 ei kuitenkaan ole virallinen ohjeistus, vaan sen käytöstä sovitaan projektikohtaisesti. (RT-11066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1.)

YTV2012 mukaan arkkitehtisuunnittelun mallinnusperiaatteet ovat, että kukin rakennusosa mallinnetaan sille tarkoitetulla mallinnustyökalulla: seinä mallinnetaan seinätyökalulla, laatat (alapohja, välipohja, lattiat) laattatyökalulla jne. Poikkeavat mallinnustavat on dokumentoitava, mikäli ohjeen mukainen mallinnustapa ei ole mahdollista. Rakennusosat tulee mallintaa siten, että tietoa siirrettäessä rakennusosan sijainti, nimi tai tyyppi ja geometria siirtyvät myös muiden osapuolten ohjelmistoihin. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3.)

Yleisten tietomallivaatimusten mukaisesti projektille tulee määritellä projektikoordinaatisto siten, että koko rakennusalue on positiivisessa koordinaatistossa ja origo eli nollapiste sijaitsee lähellä rakennusta. Arkkitehti tekee yleensä hankkeen ensimmäiset tietomallit, jolloin arkkitehdin vastuulla on myös käytettävän koordinaatiston määrittäminen. Rakennus tulee mallintaa kerroksittain ja jokainen erillinen rakennus on luovutettava itsenäisenä mallina. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3.)

Arkkitehdin tietomallin tarkkuustasot jaetaan kolmeen tasoon. Tarkkuustasot määritellään hankkeen vaiheen ja mallin hyödyntämistarpeen mukaisesti.

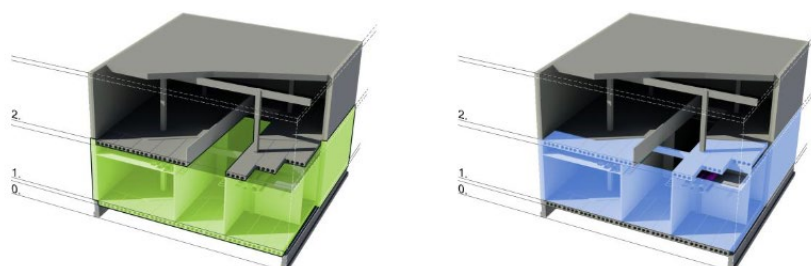
Taso 1: Vastaa luonnosmaista esitystapaa massoittelun ja tilaratkaisujen hahmotte-
lun kautta aineettomilla rakennusosilla. Käyttötarkoituksena on suunnittelijoiden väli-
nen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen. Riittää, että sijainti ja geo-
metria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti ja rakennusosat on nimetty kuvaavasti.

Taso 2: Edelliseen lisäten, rakennusosat määritellään siten, että niistä ilmenee raken-
nusosan aineellisuus ja tyyppitiedot, sisältäen myös paloluokitukset ja ääneneristä-
vyyden. Mallinnus tulee tehdä niin, että kappalemäärä ja muu määrätieto saadaan
tuotetyypeittäin mallista, myös tilojen kokonaismäärät. Käyttötarkoituksina mm. ra-
kentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta.

Taso 3: Vastaa toteutuksen mahdollistavasta mallintamisesta, jossa käyttötarkoituk-
sina ovat työmaan aikataulus ja hankinnat. Edellisiin tasoihin lisäyksenä, raken-
nusosasta tulee ilmetä detalji-tyyppiratkaisut. Kirjataan hankintaa varten oleelliset
tiedot attribuuttikentissä tai muissa vastaavissa rakennusosissa. Ne voidaan listata
(esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, dB-vaatimukset jne.).

Tietomallipohjaisissa rakennushankkeissa arkkitehtisuunnittelussa yleensä mallinnetaan ovet ja ikku-
nat tason 3 mukaisesti. Muutoin mallinnustarkkuus jätetään usein tasolle 2, mikäli hankekohtaisesti
tasoa ei ole erikseen määritelty. Tason 3 tuotoksien hyödyntäminen vaatii tilaajalta ja rakennutta-
jalta osaamista ja ymmärtämistä tietomallintamisesta, että tuotoksia pystytään hyödyntämään oike-
alla tavalla.

Eri suunnittelualojen tietomallisisällöissä ja ohjeistuksissa on eroja. Esimerkiksi rakennesuunnittelijan
ja arkkitehdin mallissa on kerroskohtaisessa tarkastelussa huomattavia eroja (kuva 6). Rakenne-
suunnittelijan mallissa kunkin kerroksen malliin kuuluu myös kerroksen yläpuoliset vaakarakenteet,
kun taas arkkitehdin mallissa malliin kuuluu kyseisen kerroksen lattiatason muodostava laatta pinta-
rakenteineen sekä alas lasketut sisäkatot. Rakennemallissa perustukset ovat oma kerroksensa ja
ylimmässä kerroksessa malliin kuuluvat myös vesikattorakenteet. Arkkitehtimallissa tästä poiketen
perustuksia ei tarvitse mallintaa ollenkaan. Perustukset mallinnetaan ainoastaan maanpäällisiltä osil-
taan ja vesikatto mallinnetaan omana kerroksenaan. Vesikaton laitteita ja varusteita ei mallinneta,
mikäli näistä ei ole sovittu erikseen. (RT-11066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1.)



KUVA 6. Rakennemallin ja arkkitehtimallin havainnollistettu kerrosjako (YTV2012 osa 1)

Rakennetyyppien määrittelystä vastaa arkkitehti ja rakennesuunnittelija yhdessä. Rakennesuunnittelija määrittää kaikki kantavat rakenteet sekä vaippaan liittyvät rakennetyypit. Kantavissa rakenteissa arkkitehti mallintaa ensisijaisesti näkyviä pintoja, jolloin rakenteiden ulkomittojen tulee olla oikein. Välipohjarakenteet mallinnetaan arkkitehtimalliin tilavarauksena laattatyökälulla. Hankkeen alussa sovitaan erikseen, määrittääkö arkkitehti vai rakennesuunnittelija kevyet väliseinät ja muut kevyet rakenteet. Ikkuna- ja ovityyppien määrittäminen on arkkitehdin tehtävä. Rakenteissa olevat aukot mallinnetaan nimellismitoilla, koska rakennesuunnittelija määrittää ja mallintaa todelliset aukkomitat omaan malliinsa. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3.)

2.2.2 Tietomallinnus kansainvälisellä tasolla

Vuoden 2018 lopussa kansainvälinen standardoimisjärjestö International Organization of Standardization julkaisi ISO 19650 -sarjan, joka käsittelee rakennus- ja infrastruktuurialan digitaalista tietojenkäsittelyä. Kansainvälisellä tasolla tietomallintamista vakioidaan tällä ISO 19650 -standardilla. Se määrittelee rakennustietomallinnuksen (BIM) avulla rakennetun omaisuuden koko elinkaaren tiedonhallinnan ja sen tavoitteena on tukea koneluettavan digitaalisen informaation tuottamista rakennusprojekteissa. Näin ohjataan ja autetaan Eurooppaa pysymään rakennusteknologian kärjessä. Standardisarjan myötä tiedonhallinnan merkitys korostuu rakennushankkeissa. Nyt julkaistut osat eivät vielä vakioi tietosisältöjä, mutta niiden sanoma on se, että tietosisällöt tulee vakioida. (Henttinen 2020.)

Suomen paikallinen (kansallinen liite) YTV 2012 on nojannut kansainvälisiin standardeihin ja ollut julkistaessaan kansainvälisesti reilusti aikaansa edellä. Kehitteillä olevat tietomalliohjeet nojaavat yhä enemmän kansainvälisiin standardeihin, jotta todellinen muutos saadaan aikaan. On todettu, että yhteneväisen ja todellisen muutoksen saa aikaan ylhäältäpäin tulevat ohjeet tietomallinnusohjeiden osalta (Top down). Tällä tarkoitetaan rakennushankkeen toteuttamista tilaajan ja asiakkaan vaatimuksia. Tähän mennessä Suomessa on pääasiassa menty käytännön tekijöiden ja paikallisilla ohjeilla (Bottom up). (Nordic BIM Group 2023.)

2014 EU:n kehotuksesta jäsenmaitaan edistää rakennusalan digitalisaatiota, kansainvälisesti tietomallintamisen hyödyntäminen ja rakennusprosessin digitalisoituminen on kehittyneet vauhdilla. Tietomallintamisen käytöstä on tehty periaatepäätöksiä useissa maissa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa tietomallinnus on osa kansallisia vaatimuksia, jonka seurauksena tietomallinnus vaaditaan yli 1 miljoonan punnan hankkeissa. NBS:n tekemän tutkimuksen mukaan, Iso-Britannian rakennuslalla 71 % käyttää jo nyt BIMiä ja 25 % aikoo siirtyä siihen seuraavien viiden vuoden aikana. Building Information Modeling Market 2020 -raportin mukaan tietomallinnusmarkkinat olivat 5,4 miljardia dollaria vuonna 2020 ja kasvavat arviolta 10,7 miljardiin dollariin 2026. (Nordic BIM Group 2023.)

Lisääntyneet viranomaisvaatimukset kiihdyttävät tietomallin yleistymistä myös globaalisti. Digitalisaatio on myös suuri haaste rakennetun ympäristön eri osa-alueilla niin meillä Suomessa kuin kansainvälisestikin. Osana EU:ta, Suomi on sitoutunut kehittämään oman rakentamissektorinsa digivaatimuksia. Suomessa standardinmukainen toimintatapa ei ole ollut kansallisena tavoitteena. Monilla

Euroopan mailla, kuten Ranskalla, Iso-Britannialla, Saksalla ja Italialla on kunnianhimoiset tavoitteet digitalisaatioon ja toimiala on jo aktiivisesti liikkeessä, mikä pakottaa nopeisiin muutoksiin myös Suomessa. (Henttinen 2020.) Tietomallintamisesta (BIM) on tulossa infrastruktuuri- ja rakennusalan globaali kieli, joka edistää yhteistyötä ja tietämystä – ja lisää inhimillistä pääomaa yli rajojen. (Nordic BIM Group 2023.)

2.2.3 Vakioitu tietosisältö

Tietomallintamisen vakiointi tarkoittaa, että luodaan yhteiset tietomallivaatimukset ja määritellään, miten tietomalleja käytetään rakennetun ympäristön koko elinkaaren aikana. Vakioinnissa tietosisältö muutetaan säännönmukaiseksi ja tietokoneuuttavaksi, jolloin objektit (ikkunat, ovet, laatat jne) tunnistetaan vakioidusti. (BuildingSMART Finland, julkaisuaika tuntematon.)

Suomen rakennusallalla pohditaan kiivaasti, mitä tiedon vakioinnilta vaaditaan. Uusi laki velvoittaa tietosisältöjen vakioimiseen, jotta sisältö on koneuuttavaa ja tieto on jaettavissa kaikille hankkeen osapuolille. Uusi rakentamislaki ei kuitenkaan anna tähän tarkkoja määräyksiä, vaan käytännöt on sovittava alan toimijoiden kesken. Pisimmälle tietomallien vakioimiskäytäntöjen luomisessa on päästy talotekniikassa, muut alat seuraavat pikkuhiljaa perässä. Tällä hetkellä tietomallintamista standardisoidaan, jonka myötä on menossa isot muutokset koko kiinteistö- ja rakennusalan tulevaisuuden linjauksessa. (Järvinen 2023, 2.)

Alan digitaalinen kehitys tarvitsee tulevaisuudessa toimiakseen tiedon ja tietosisällön vakiointia. YTV 2012 ei ota kantaa tai ohjeista koneuuttavuuteen objekti- ja komponenttitasolla. Uudistus on kuitenkin käynnissä ja työtä tehdään kansallisella tasolla tätä edistäen. (Ristimäki & Kallio, 2021, 2.)

2.3 Tietomallivaatimukset hankkeen eri vaiheissa

Tietomallipohjaisessa rakennushankkeessa rakennukseen liittyvä tieto on hallittua, tietomalli mahdollistaa suunnitelmien tarkemman tarkastelun läpi hankkeen ja samalla voidaan seurata mm. kustannuksien kehittymistä. Hankkeen mukana kehittyvä malli ja mallin mukana kehittyvä tieto mahdollistavat mallin monipuolisen käytön ylläpitoon ja käyttöön liittyvissä asioissa. Malli toimii myös monipuolisena tiedon lähteenä rakennuksen korjaustarpeissa. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 10.)

YTV2012 jakaa tietomallihankkeet 11 vaiheeseen:

- A Tarveselvitys
- B Hankesuunnittelu
- C Suunnittelun valmistelu
- D Ehdotussuunnittelu
- E Yleissuunnittelu
- F Rakennuslupatehtävät

G Toteutussuunnittelu

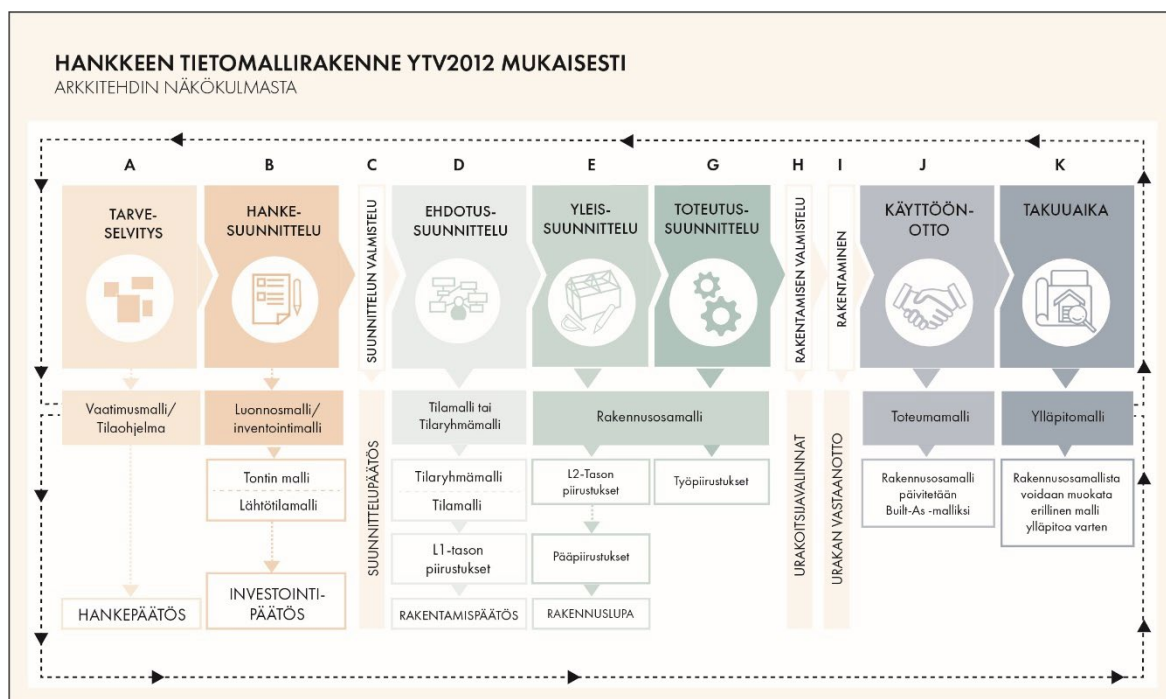
H Rakentamisen valmistelu

I Rakentaminen

J Käyttöönotto

K Takuu-aika.

Tietomallihankkeissa arkkitehdin rooli on merkittävässä osassa vaiheissa A-G eli tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, ehdotussuunnittelu-, yleissuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheissa (kuva 7). Näistä varsinaisessa arkkitehdin tietomallintamisessa vaiheet D-G eli ehdotussuunnittelu-, yleissuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheissa (kuva 7). Arkkitehdin rooli on vähäisempää tulevissa suunnittelun ja rakentamisen vaiheissa, mikäli arkkitehti ei toimi hankkeessa myös tietomallikoordinaattorina.



KUVA 7. Tietomallirakenne hankkeen eri vaiheissa (Meriläinen 2023)

2.3.1 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa (kuva 7) hankkeen ja tilan tarpeellisuus tai olevan tilan muutostarve perustellaan. Tarvittavat tilat ja niille asetetut vaatimukset kuvataan alustavasti, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet ja ratkaisujen kustannuksia. Arkkitehdin tehtävänä on neuvotella hankeosa-
puolien kanssa suunnitelmallisista ratkaisuista ja selvittää hankkeen toteutumisen kannalta arkkiteh-
toniset, lainsäädännölliset ja toiminnalliset tavoitteet (Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12,
RT 10-11109, 2). Tarveselvitysvaiheessa laaditaan vaatimusmalli, mikä voi poiketa tavanomaisesta
kolmiulotteisesta tietomallista. Vaatimusmallin minimivaatimus on taulukkomuodossa oleva tilaoh-
jelma, jota voidaan käyttää suunnitelmaratkaisujen ja tilaohjelman vertailussa. (RT-11068 Yleiset
tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 10–11.)

Tilaohjelman tulee sisältää tilakohtaiset pinta-alat, käyttötarkoitukset ja erityisvaatimukset. Mikäli tilaohjelma on laadittu taulukkomuotoon, voidaan sitä täydentää käyttäjän ja tilaajan tiloille asettamalla vaatimuksilla. Tilaohjelma ja tiloille asetetut vaatimukset tulee säilyttää sähköisessä muodossa, jotta suunnitelmaa ja vaatimuksia voidaan verrata hankkeen jatkovaiheissa. Vaatimusmallin data kerätään ja sisällytetään seuraavien vaiheiden 3D-tietomalliin. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 10–11.) Tarveselvitysvaiheen lopputuloksena syntyy hyväksytty tarveselvitys ja hankepäätös (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020, 3).

Tilaohjelmassa esille tulevia vaatimuksia voivat olla esimerkiksi:

- tilan nettoalatarve
- mittoihin ja muotoihin liittyviä vaatimuksia
- tilan käyttöön ja käyttäjiin kohdistuvia vaatimuksia kuten keskeiset yhteydet ja vaikutukset tilojen välillä
- sisäilmasto, ääneneritys, valaistus, kuormitus, kestävyys, turvallisuus ja laatu
- LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, laitteet, tilan jako-osat, sisäpuoliset pintarakenteet.

2.3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelu (kuva 7) perustuu tarve- ja hankeselvitykseen. Hankeselvitysvaiheessa selvitetään ja arvioidaan hankkeen vaihtoehtoiset toteuttamismahdollisuudet ja toteuttamistavat, joita arkkitehti selvittää ja ehdottaa hankkeen osapuolille (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020, 4). Hankeselvitysvaihe johtaa hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa arkkitehti tuottaa tilaohjelmaan perustuvan mallin, jonka avulla päästään tutkimaan suunnitteluvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia perustuen tilapohjaisiin analyyseihin. Mallissa tulee olla tilat ja niitä ympäröivät seinät sekä muut jako-osat yksinkertaisesti mallinnettuna. Mikäli mallista tehdään energiasimulaatioita, on ulkoseinissä oltava myös ikkunat. Mallin tärkein tehtävä on havainnollistaa hanketta muille hankkeen osapuolille. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 11.)

Hankesuunnitteluvaiheen mallista voidaan tehdä energiasimulointeja elinkaarikustannustarkasteluiden tueksi. Malli tarjoaa siis jo arvioita kustannuksista ja materiaalikulutuksesta sekä paikka- ja kaavatiedot. Myös ympäristön visualisointi ja rakennuspaikan mallintaminen on olennaista kokonaisuuden hahmottumiseksi. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 11.) Hankesuunnittelun tavoitteena on luoda rakennushankkeeseen ryhtyvälle perusteet päätöksentekoon ja suunnitteluryhmälle tavoitteet, joihin voidaan verrata suunnitelmia läpi hankkeen. Vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty hankesuunnitelma ja investointipäätös. (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020, 4.)

2.3.3 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheeseen edetään suunnittelun valmistelun ja siitä syntyneen suunnittelupäätöksen kautta. Tilaajan, käyttäjän ja ympäristön asettamat tavoitteet ja vaatimukset täsmennetään sovittuun laatuun. (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020, 7.) Ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehdin tehtävänä on tehdä lähtötietojen perusteella karkealla tasolla oleva

3D-tilamalli tai -tilaryhmämalli. Tilaryhmämallissa mallinnetaan rakennuksen ulkovaippa ja tilat isoina alueina, mutta sisäisiä rakennusosia (laatat, väliseinät jne.) ei välttämättä tarvitse mallintaa, mikäli niistä ei ole erikseen sovittu. Tilamalli vastaa sisällöltään lähes tilaryhmämallia, mutta siinä tilat on mallinnettu tilakohtaisesti. Hankekohtaisesti sovitaan, ohitetaanko tilaryhmämallivaihe ja siirrytään suoraan tilakohtaisen tilamallin käyttöön. Ehdotussuunnitteluvaiheen mallinnuksen tarkoituksena on tutkia ja esittää vaihtoehtoja rakennuksen massoittelemasta, tilojen asettelusta sekä rakennuspaikan käytöstä. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 11.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa suunnittelu on jo yksityiskohtaisempaa, vaikka mallinnustarkkuus tässä vaiheessa on tasoa 1. Tietomallia voidaan hyödyntää määrä- ja kustannuslaskennassa, materiaalivalinnoissa ja aikataulutuksessa. Tietomalli toimii myös vuorovaikutusympäristönä eri suunnittelualojen kesken. Arkkitehti esittää vaihtoehtoisia ja uusia ratkaisuja, joista suunnitteluryhmän läpikäymä ja valitsema ehdotus laitetaan tilaajalle hyväksyttäväksi yleissuunnitteluvaiheen pohjaksi. Vaiheen lopputuloksena syntyy ehdotuksen valintapäätös ja jatkosuunnittelun pohjaksi valittu ratkaisu (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020, 7).

2.3.4 Yleissuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaihetta seuraa yleissuunnitteluvaihe, jonka aikana hyväksytty ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Valittu suunnitelma työstetään yleissuunnitelmaksi siinä tarkkuustasossa ja laajuudessa, että laatutaso voidaan määrittää toteutuskustannusten edellyttämällä tarkkuudella. (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020, 9). Yleissuunnitteluvaiheen mallintamisen tarkkuustaso on yleisesti 1, mutta sitä voidaan joidenkin rakennusosien kohdalla nostaa tasoon 2.

Yleissuunnitteluvaiheessa mallia kutsutaan rakennusosamalliksi, koska tämä koostuu nimensä mukaisesti rakennuksen kiinteistä osista kuten seinistä, laatoista, portaista, ikkunoista jne. Rakennusosamallista tuotetaan rakennusluvan hakemiseen tarvittavat dokumentit mm. pääpiirustukset. Mallissa ei tarvitse kaikkea esittää, mutta rakennuslupapiirustusten on kuitenkin vastattava tarkkuustasoltaan viranomaisvaatimuksia. Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallissa komponentit voivat olla liittymämitoilla mallinnettuja eli esimerkiksi ikkunat ja ovet voivat olla nimellimitan mukaisia. Todellisia aukkomittoja voi käyttää jo seuraavaa vaihetta jouduttaakseen, mutta mallinnustapa on tärkeää dokumentoida tietomalliselostukseen. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 17.)

Tässä vaiheessa mallissa tulee olla komponenttien perustyyppit (esim. palo-ovi). Lisäksi rakennusosien karkeat tyyppimääritykset tulee tehdä ja ulkoseinät, kantavat ja kevyet sisäseinät tulee erottaa toisistaan. Nimeämisissä käytetään esimerkiksi US, VS, AP, VP määrittelyä. Talo2000 nimikkeistön mukaiset tyyppimerkinnot vaaditaan rakennusosien tunnistamista varten. Vaiheen tuloksena syntyy yleissuunnitelma ja rakennuksen pääpiirustukset. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 17.)

2.3.5 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennusosamallia kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi. Vaiheen suunnitteluun sisältyy tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu. Tarkkuustaso mallintamiselle on 1 tai 2, mutta tasoa voidaan nostaa joidenkin rakennusosien kohdalla tasoon 3 tarpeiden mukaan. Toteutussuunnitelmavaiheessa laaditaan hankintoja varten tarpeelliset asiakirjat siihen laajuuteen, että voidaan määrittää laatutaso, työtavat ja määrät tilaajan asettamia vaatimuksia palvelleen. Lopputuloksena syntyy toteutussuunnitelmat. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 17.)

2.3.6 Rakentaminen

Rakentamisen vaiheessa rakennusosien valmistus aloitetaan tietomallipohjaisen datan perusteella. Tässä vaiheessa tietomalli on aikataulutuksen ja määrälaskennan perusta sekä sitä voidaan käyttää työn ohjauksessa. Mikäli työmaalla pystytään hyödyntämään tietomallin kanssa yhteensopivia työkaluja, toteutuvat suunnitelmat täsmällisemmin. Törmäystarkastelujen ja simulointien avulla voidaan vaikuttaa rakennusvirheiden määrään ja aikataulujen viivästyksiin. (Nordic BIM Group 2023.)

Mikäli arkkitehtimalliin tehdään muutoksia rakentamisen aikana, on niistä sovittava erikseen työmaan tarpeiden mukaisesti. Mallin tarkkuustasoa esimerkiksi voidaan nostaa tasosta 2 tasoon 3, mutta tämä tarkoittaa merkittävää lisätyötä ja etukäteen sopiminen on tärkeää. Mahdolliset muutokset tulee tehdä rakennusosamalliin, jota työmaa hyödyntää. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 21.)

2.3.7 Käyttöönotto ja ylläpito

Takuuaika sisältää rakennuksen toimivuuden seuranta, takuuajan säätöjen tekoa, tarvittavien tarkastusten pitoa ja mahdollisten puutteiden korjausta. Takuuajan ylläpitomallia käytetään rakennuksen huoltokirjan osana. Ylläpitomalli voidaan muokata omaksi mallikseen rakennusosamallista, koska se voi poiketa huomattavasti rakennusvaiheen vaatimuksista ja näin saadaan ylläpidon kannalta ainoastaan sille tarvittavat tiedot. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 21.)

2.3.8 Arkkitehtimallien sisältövaatimukset

YTV2012 osa 3 määrittelee arkkitehtimallien sisältövaatimukset hankkeen eri vaiheille (liite 1). Rakennusosat on listattu Talo 2000-nimikkeistön mukaisesti ja sisältövaatimukset rakennusosakohtaisesti eri hankevaiheille on merkattu P (pakollinen tehtävä) tai V (valinnainen tehtävä) kirjaimella sekä mallintamisen tarkkuustasonumerolla 1 - 3. Tietomallihankkeisiin voidaan määritellä myös muita tietomallitehtäviä hanke- ja tilaajakohtaisesti. (RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3, 22.)

2.4 Ongelmat tietomallien käytössä

IFC-mallit ovat tietomalleja hyödyntävän rakennushankkeen merkittävä informaation tiedonlähde, jossa suunnitteluohjelmilla mahdollistetaan tiedon kirjaaminen malliin. Suunnitteludataa kuitenkin jätetään malleista pois, koska suunnittelijoilla ei ole tietoa, mihin kaikkeen tietomallin tietoa hyödynnetään projektissa. Hankekohtaisesti voidaan määritellä tietomallivaatimukset ja sopia yhteisesti tietomallisisällöstä, mutta yleensä näin toimitaan vain isommissa projekteissa ja ne usein jäävät hankekohtaiseksi. (Pere 2021.)

Työmaalla käytetään yhä edelleen 2D-piirustuksia, mikä on yksi suurimmista tietomallintamisen haasteista. Päivitykset tehdään yleensä 2D-suunnitelmiin, jolloin päivitykset jäävät tietomalliin tekemättä. Tietomallin puutteellisen tiedon vuoksi suunnitelmat eivät pysy ajantasaisena, eikä mallia pystytä jatkohyödyntämään. Yrityksillä on käytössä tietomallivaatimukset ja YTV2012, mutta ne ovat yrityskohtaisia ja jokaisella yrityksellä on omat vaatimuksensa. Suunta tulevien muutoksien myötä on nyt kuitenkin oikea, lähitulevaisuudessa tietomallintamisen tilaan puututaan hyvin ratkaisevasti ja eri suunnittelualat pystyvät hyödyntämään mallia hankkeen eri vaiheissa. (Pere 2021.)

3 TIETOMALLINTAMISEN MUUTOKSET JA TULEVAISUUS

3.1 Tietomallintamisen muutokset

Eduskunta hyväksyi 1.3.2023 rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Uusi rakentamislaki astuu voimaan vuoden 2025 tammikuussa. Paketissa yhdistyy 61 lakia ja niissä 365 pykälää. Rakentamislaki kokonaisuuteen liittyvät lait rakennetun ympäristön tietojärjestelmästä, maankäyttö- ja rakennuslain muutoksesta ja rakentamisen pätevyyksistä. Laki tuo ilmastonmuutoksen torjunnan kattavasti osaksi rakentamisen lainsäädäntöä. (Kuva 8; Ympäristöministeriö 2023.)

Rakentamislakimuutos 2025



KUVA 8. Uusi rakentamislaki 2025 (Meriläinen 2023)

Uudella lailla ohjataan rakentamaan vähähiilisesti, huomioimaan rakennuksen koko elinkaaren aikana syntyvät ilmastohaitat ja -hyödyt. Laki myös sujuvoittaa rakentamista, vauhdittaa kiertotaloutta ja digitalisaatiota sekä parantaa rakentamisen laatua. Rakentamisen sujuvuuden tehostamiseen pyritään jatkossa yhdellä lupamuodolla, rakentamisluvalla, jossa nykyiset rakennuslupa ja toimenpide-lupa yhdistyvät. (Ympäristöministeriö 2023.)

Eduskunta hyväksyi 24.2.2023 myös rakennetun ympäristön tietojärjestelmää koskevan lain. Tämän lain myötä kuntien ja maakuntien liittojen on toimitettava rakentamisen tiedot yhteiseen tietojärjestelmään. Keskeinen muutos liittyy rakentamislupakäytäntöön, koska jatkossa ne tehdään tietomallina koneluettavassa muodossa, jossa tietosisällön on oltava vakioitua. Digitalisaation ja kehittyvän tietomallintamisen avulla halutaan helpottaa ja automatisoida rakennusvalvonnan työtä. Rakennushankkeeseen ryhtyviltä edellytetään yhteistyötä ja tietojen vaihtoa hyvän laadun takaamiseksi, minkä tietomallipohjainen rakennushanke mahdollistaa. (Ympäristöministeriö 2023.)

3.1.1 Uusi rakentamislaki

Uusi laki on kannanotto suomalaisen rakentamisen vastuullisuuteen, laatuun ja kestäväen kehityksen toteuttamiseen. Tavoitteena on pienentää rakentamisen ja asumisen hiilijalanjälkeä sekä pidentää rakennusten elinikää. Laki tulee voimaan vuonna 2025. Kolmen vuoden siirtymäajan aikana rakennusalan ammattilaiset joutuvat muuttamaan totuttuja toiminta- ja suunnittelutapojaan. (Pere 2023.)

Laki velvoittaa raportoimaan rakennuksen vähähiilisyden jo ennen rakentamisen aloittamista, tämä tulee olemaan vaatimus rakennusluvan saamiselle. Myös laajamittaisesti korjattavia rakennuksia koskee sama vaatimus. Tavoitteena pitkällä aikavälillä on laskea rakentamisen kustannuksia ja tehdä raportointiin liittyvän hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen arvioinnista yksinkertaista ja selkeää. (Pere 2023.)

Digitalisaatiouudistus on rakennuslain sivutuote. Sen tavoitteena on sujuvoittaa rakennushankkeita, tukea rakennusten korjaamista ja ylläpitoa sekä helpottaa ilmastovaikutusten laskentaa ja materiaalien seuranta. Raportointi ja informaation digitaalisuus vaativat uudenlaisia ratkaisuja sekä uudenlaista osaamista muun muassa tietomallintamiseen. Lain voimaantulon jälkeen, kaikki rakennukset on mallinnettava IFC-muotoisena tietomallina. Laajoissa korjattavissa kohteissa tai uudisrakennuksissa, myös omakotitalohankkeissa, tulee tuottaa aina arkkitehtimalli. (Pere 2023.)

Digitalisaatiouudistuksen seurauksena joka suunniteltavalla kohteella on oltava suunnittelija tai arkkitehti. Alan ammattilaiset pystyvät tuottamaan rakennuksen tietomallin. Pelkkä 3D-virtuaalimalli ei riitä, vaan tarvitaan rakennuksen tietomalli, johon rakentamistietoja on syötetty. Informaation tulee olla syötetty malliin oikein, jotta automaattiset rakennusluvan tarkastustyökalut pystyvät tarkastamaan mallin. Tavoitteeseen päästään vakioituneen tietosisällön avulla. Vastuu malliin syötettyjen tietojen oikeellisuudesta on suunnittelijalla. Suunnittelija on vastuussa ja hänen tulee tarkastaa, että malli vastaa täysin sitä, mitä tullaan rakentamaan.

Tietomallista tulee jatkossa löytyä (laissa mainittu)

- järjestelmätiedot (esim. LVI-järjestelmäinformaatiota; lämmitysjärjestelmän valmistaja ja mitä laitteita on välissä)
- materiaalien elinkaaritiedot, käyttöikä ja uudelleenkäytettävyys
- tietoa purkujätteistä jo suunnitteluvaiheessa.

Tietomallista tulee jatkossa löytyä (laissa mainitsematta, mutta tieto edellyttää vaaditun datan ulossaantia)

- tilojen perus- ja laajuustiedot, käyttötarkoitukset sekä tilaluettelot (paloviranomaisille palavan materiaalin määrä)
- materiaaliluettelo, josta käy ilmi kuutiolavuudet (ilman kuutioita ja mittatietoja, ei pysty laskemaan CO₂-päästöjä)
- tieto CO₂-päästöjen määrästä (tässä hyödynnetään valtion omaa CO₂-datakantaa ja tietoja joudutaan myös täydentämään virallisella EU:n päästötodistuksella).

Tietomalliin edellisten lisäksi tulee olla mahdollista lisätä myös jälkikäteen informaatiota. Työmaalle mentäessä tulisi tietoa pystyä lisäämään malliin rakennuksen eri elinkaaren vaiheissa. Tätä kutsutaan ns. digitaaliseksi kaksoseksi. Mikäli esimerkiksi työmaalla halutaan vaihtaa materiaaleja, tulee nämä muutokset pystyä kirjaamaan malliin. (Pere 2023.)

Miten uusi rakentamislaki vaikuttaa arkkitehdin työhön, niin tämä näyttäytyy tietomalliosaamisen kautta. Tietomallintaminen nousee työssä niin tärkeään rooliin, että sen taitaminen on ehdotonta. Tietomallisisällön tuottamiseen löytyy rutini, kun yhteiset ohjeistukset saadaan käytäntöön. Jatkossa joka suunniteltavalla kohteella on oltava tietomallintamisen osaava suunnittelija tai arkkitehti mukana projektissa, joten arkkitehteja tarvitaan jatkossa yhä enemmän ja työ muuttuu yhä digitaalisemmaksi. (Pere 2023.)

3.1.2 Rava3pro-hanke

Kehityshankkeiden avulla kehitetään yhteen toimivia ratkaisuja rakennusalalle. Kehityshankkeilla luodaan tietomallivaatimuksia ja käyttötapauskuvauksia kansallisella tasolla. Näistä viimeisin Rava3pro on valtionvarainministeriön rahoittama, Helsingin kaupungin johtama kehityshanke, joka automatisoi ja kehittää rakennusvalvonnan sähköistä lupaprosessia. Rava3pro:ssa on mukana 23 kuntaa ja hankkeessa tehdään yhteistyötä kansallisesti merkittävien sidosryhmien kanssa kuten Ympäristöministeriön, Suomen ympäristökeskuksen, Kuntaliiton ja Kansallisarkiston. Hankkeella on myös kansainvälistä yhteistyötä muun muassa EU-tutkimushankkeiden ja OpenBIM-kehityksen kanssa. Rava3pro on yhteinen kehitysaskel kohti parempaa tietomallintamista ja sen hyödyntämistä. (Kira-Hub 2023.)

Rava3pro-hanke on vastannut tarpeeseen tietomallisisällön vakioinnista ja sen tekemisestä koneluettavaksi. Rakentamisalalla Suomessa on jo pidempään ollut tahtotilana saada IFC-tietomallien tietosisältö vakioitua ja sen myötä tietoa hyödynnettyä paremmin rakentamishankkeissa. Kun muutos kohti vakioitua tietosisältöä lähtee viranomaisista eli rakennuslupaprosessista, on kehitys mahdollista ja linjassa uudistuvan rakentamislain kanssa. (Heikkonen 2023.)

Hankkeen aluksi määriteltiin ne rakennuslupavaiheet, jotka mahdollistavat automaattisen suorituksen ilman ihmisen tulkinta- ja harkintatyötä. Tulkinnoille on määritelty myös yhteiset säännöt sekä yhteinen standarditarkastussäännöstö. Julkisia lausuntokierroksia kansallisen yhteisnäkemysten ai-

kaansaamiseksi on tehty hankkeen eri vaiheissa. Hankkeen yhtenä tavoitteena on nostaa tietomalliosaamista rakennusvalvonnassa ja rakennuslupaprosessissa. Rava3pro -hanke valmistuu useiden lausuntokierroksien ja yhteenvetojen jälkeen lokakuussa 2023. Hanke on merkittävä uudistus tietomallipohjaisen rakennushankkeen luomiselle. (KiraHub 2023.)

3.1.3 YTV2020

Ympäristöministeriö uudistaa tietomallintamisen keskeisintä julkaisusarjaa osana kansallista yhteen toimivuutta rakennettujen kohteiden osalta. YTV2012 päivitetään kansainväliseen ISO 19650 standardiin ja saa käyttötapauskuvausmalleihin pohjautuvan YTV2020 ohjeistuksen. ISO 19650 suomenetaan ja uusi tietomalliohjeistus pohjautuu entistä enemmän kansainvälisiin ohjeistuksiin. YTV2020 hankkeessa luodaan sellaiset vaatimukset rakennuksen tietomallille, että ne tukevat myös uutta maankäyttö- ja rakennuslakia. (KiraHub 2021.)

Kehityshankkeen ensimmäinen päivitettävä osakokonaisuus on osa 14 Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa. Hanke jatkuu osana RYHTI-hankkeen yhteentoimivuuden määrittelytyötä ja rakennuslakiuudistuksen valmistelua. Yleisten tietomallivaatimusten uudistamiseen tarvitaan yhteistyötä, sitoutumista ja laaja-alaista rakennetun ympäristön näkökulmaa, se on siis koko kiinteistö- ja rakennusalan yhteinen ponnistus. Ministeriön sitoutuminen hankkeeseen vahvistaa Suomen asemaa tietomallien hyödyntämisen kärkimaana, mikä tuo lisäarvoa koko rakennusalalle. (KiraHub 2021.)

Yleisten tietomallivaatimusten päivityksen myötä syntyy kansallinen ohjeistus rakennusten tietomallien tilaamiseen ja tuottamiseen digitaalisuuden, koneluettavan sisällön hyödyntämisen, ilmastonmuutoksen ja elinkaaren näkökulmat huomioon ottaen (kuva 9). Samalla suomalaisten alan toimijoiden kilpailukyky kasvaa ja osaamisen vieniä voi hyödyntää muun muassa Euroopan ja Aasian markkinoilla. Työskentelytavat tehostuvat, mikä lisää kilpailukykyä suomalaiselle osaamiselle, kehittää uutta yhteistä ekosysteemiä palvelevaa liiketoimintaa ja kysyntää Suomen rajojen ulkopuolelle. Kun YTV2020 saadaan virallisesti käyttöön, sillä on positiivinen vaikutus koko rakennusalaan. (KiraHub 2021.)



KUVA 9. YTV2020 uudistettavat osiot (KiraHub 2021)

4 4D-TIETOMALLI

4.1 Tietomallin neljäs ulottuvuus

4D-tietomalli tarkoittaa 3D-tietomallia eli kolmiulotteista geometriaa, johon lisätään ajallinen ulottuvuus. Toisin sanoen tietomalliin linkitetään aikataulu. Aikatiedot lisätään tietomallin elementteihin, jolloin voidaan suunnitella, ajoittaa ja vaiheistaa rakentamista. Lisätyt tiedot voivat olla mm. toimitusaikoihin, asennusaikoihin ja -järjestyksiin liittyviä tai rakenteen valmistumisen läpimenoaikaan ja rakenteen riippuvuuteen muista elementeistä liittyviä tietoja. Aikataulutiedot voidaan esittää graafisesti, jolloin projektin kulkua voidaan havainnollistaa ja on nähtävissä, kuinka rakentaminen kehittyy.

Tietomallipohjainen 4D-suunnittelu on nousemassa yhä enemmän näkyville rakennetun ympäristön hallinnassa. Tarve kommunikoida sidosryhmien välillä on menestyksen edellytys, koska projektit ovat alttiita aikataulujen ylityksille, kustannusten nousulle ja turvallisuusriskeille. Ajan integrointi tietomalliin parantaa projektiryhmien yhteistyötä ja madaltaa kuilua suunnittelun ja rakentamisen välillä. (Elecosoft 2022.)

4D-aikataulutus tuo rakennushankkeelle lisäarvoa. 4D-mallinnus on projektinhallintaprosessi, joka yhdistää tilan, ajan ja muun tiedon yhdeksi integroiduksi malliksi. Suurimpia etuja on sen luoma yhteisymmärrys rakennushankkeen osapuolten välillä. Kaikki projektin jäsenet ymmärtävät 4D-aikataulun samalla tavalla ja helposti. Tietomalliin syötettyjen määrien perusteella, hyödyntämällä tietomallin dataa, pystytään näkemään, miten paljon aikaa eri työvaiheisiin tulee varata, miten rakentaminen etenee ja pystytään laskemaan työmaan aikataulun pituus. (Ojala 2023.)

4D:n avulla rakennusprosessin osaset saadaan linkitettyä yhteen entistä täsmällisemmin, jolloin materiaalihukka vähenee ja saadaan kustannussäästöjä. 4D-aikataulun myötä myös muut siihen sidotut toiminnot voidaan digitalisoida. Kun aikataulua käsitellään dataan perustuen kokonaisuutena projektin alusta loppuun, saadaan rakennusalan tuottavuus nousuun. (Ojala 2023.)

4.2 Aikataulun lisääminen arkkitehtimalliin

4D-teknologiaa voi hyödyntää missä tahansa rakentamisprosessissa ja mikä tahansa 3D-tietomalli soveltuu pohjaksi aikataulun lisäämiselle. Puhutaan näin ollen rakennuksen tietomallista, jolla pystytään luomaan visuaalinen tilannekuva ja esittämään rakennushankkeen eteneminen vaihe vaiheelta. Tilaajalähtöisissä rakennushankkeissa pystytään hallinnoimaan muun muassa aikataulu-, kustannus ja vastuullisuustavoitteita. Arkkitehdin ensimmäisen tilamallin julkaisun jälkeen, 4D-suunnittelu voidaan aloittaa. Mitä varhaisemmassa vaiheessa tietomallia luodessa aikataulutus on otettu huomioon, sitä parempi lopputulos saadaan aikaan. Yleisaikatauluvaiheessa pystytään jo tuottamaan rakennusosatasoinen, asennusjärjestykseltään rakentamiskelpoinen aikataulu. (Granlund 2021.)

4.3 Suunnittelutehtävä

Opinnäytetyössäni tutkin arkkitehdin tietomallisisältöä 4D-näkökulmasta Granlund Showroom suunnittelutehtävän avulla. Selvitin, kuinka arkkitehtimalli tehdään jo hankkeen alusta lähtien siten, että 4D-suunnitteluryhmän on helppo hyödyntää mallia jatkossa. Käytin tietomallintamiseen Revit-suunnitteluohjelmaa. Mallinsin suunnitelmaa tämän opinnäytetyön tekohetkellä kansallisen voimassa olevan ohjeistuksen YTV2012 mukaisesti. Tarkastelin tietomallia eri rakennushankevaiheissa: tarveselvitys, ehdotussuunnittelu ja yleissuunnittelu, mitkä ovat arkkitehdin työn kannalta hyvin oleelliset suunnittelun vaiheet. Joka hankevaiheesta lähetin IFC-muotoisen mallin tilaajalle simuloitavaksi ja kommentoitavaksi. Tilaajan puolelta 4D-suunnitteluryhmä antoi mallin tietosisällön riittävydestä palautetta ja näiden palautteiden pohjalta tein malliin tarvittavat muutokset sekä kirjasin havainnot muistiin.

Suunnittelutyön lähtökohdat ja tilan tarve määriteltiin tilaajan kanssa aloituspalaverissa. Granlund Showroom on kuvitteellinen uudisrakennushanke, jonka avulla selvitettiin suunnitteluryhmien välistä yhteistyön sujuvuutta. Suunnitelmat toteutettiin kuitenkin niin, että hanke olisi mahdollista toteuttaa tulevaisuudessa, mikäli vastaavan tilan tarve tulisi ajankohtaiseksi. Suunniteltavalle kohteelle ei määritely kiinteää rakennuspaikkaa, vaan työ toteutettiin niin, että tilaajalle jää mahdollisuus se itse määrittellä. Pääpaino tässä suunnittelutyössä oli rakennusosilla ja niiden tietomallisisällöllä, kuten tilamäärittelyillä.

Tilaajan puolelta ei tullut vaatimuksia hankevaiheiden tarkkuustasoille vaan sovittiin työssä edettävän YTV2012 ohjeiden ja tasojen mukaisesti. Tarpeellisia tarkasteltavia hankevaiheita ja mallinnuksen tarkkuustasoja käytiin kuitenkin oman arkkitehtityöryhmän kanssa läpi; sovittiin käytäntöjä, kuinka toimitaan suunnittelutoimistossa tietomallitarkkuuksien suhteen. Tätä samaa tasoa aloin toteuttamaan tässä tilaajalähtöisessä työssäni.

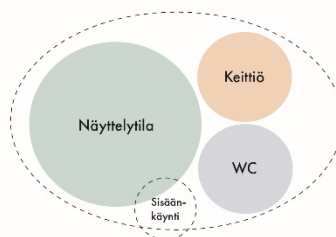
4.3.1 Tarveselvitysvaiheen vaatimusmalli

Tarveselvitysvaiheessa lähdin kokoamaan tilaajan määrittämät tilatarpeet tilaohjelman muotoon sekä Revit-projektiin tein massoitellulla hyvin karkean vaatimusmallin. Tilaohjelma sisälsi tilakohtaiset pinta-alat, käyttötarkoitukset ja erityisvaatimukset sekä bruttoalan (kuva 10). Tässä vaiheessa kolmiulotteista tilamallia ei olisi tarvittu, mutta oman mielenkiinnon vuoksi, halusin tehdä karkean mallin massoitellun avulla, minkä palautteen perusteella kuulen, onko tällaisesta hyötyä jatkoa ajatellen. Tässä vaiheessa tilat olivat erillisinä laatikkoina, eikä niitä sijoiteltu tilallisesti yhteen (kuva 11).

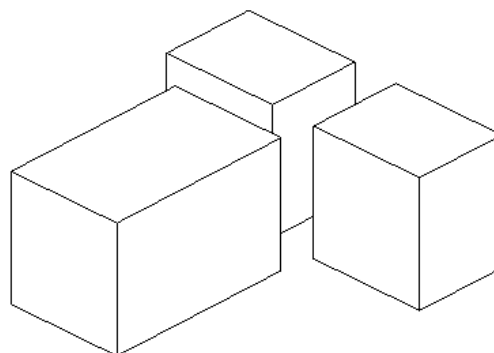
Granlund showroom tilaohjelman mukaisesti koostui esittelytilasta 10m², minikeittiöstä 5m² ja WC:stä 5m² eli rakennuksen koko yhteensä n. 20m². WC tiloissa erityishuomiona oli esteettömyys eli mitoitus oli huomioitava sen mukaisesti sekä riittävä äänieristävyys. Huonekorkeudeksi arvioitiin 2600 mm. Ulkotiloina sisääntulon yhteydessä katos ja terassi. 4D-suunnitteluryhmälle lähetin tilaohjelman pdf-muodossa sekä massoitellun vaatimusmallin IFC-muodossa. Vaatimusmalliin sisällytin tilaohjelman mukaiset massat, projektin tiedot sekä Identity data -> comments-kohtaan kirjoitin tilan nimen.

TILA-OHJELMA - GRANLUND SHOWROOM
 ONT - MINNA-MARI MERILÄINEN

TILA	PINTA-ALA(m ²)	KÄYTTÖTARKOITUS	VAATIMUKSET
NÄYTTELYTILA	10	Esittelytila toiminnan esittelyä ja markkinointia varten Toimii myynti-, markkinointi- ja messukäytössä	Mainos-/esitestandit, vähän seinätillaa, Korkeus 2600mm
KEITTIÖ	5	Pieni keittiötila asiakastarjoilua varten	Mikro, astiakaappi, astianpesukone, vesipiste, Tarjoilupöytä saareke, jossa baarijakkarat. Korkeus 2600mm
WC	5	Henkilökunnan ja asiakkaiden käytössä oleva WC	LE-mitoitus. WC-pöntto, käsienpesuallas, allaskaappi. Korkeus 2600mm
SISÄÄNKÄYNTI		Sisäänkäyntikatos, sisätilana sisältyy näyttelytilaan	Korostaa sisäänkäyntiä, erottuu julkisivusta. Huomioitu liikuntaesteisyys.
YHTEENSÄ	20		



KUVA 10. Tarveselvitysvaiheen tilaohjelma (Meriläinen 2023)



KUVA 11. Tarveselvitysvaiheen vaatimusmalli massoitteilla (Meriläinen 2023)

4.3.2 Tarveselvitysvaiheen alustava yleisaikataulu ja palaute

Lähtötietona aikatauluun oli laadittu tilaohjelma sekä massoiteltu vaatimusmalli. Rakentamisen alustava yleisaikataulu pystyttiin luomaan oletuksien myötä. Se tehtiin perinteisenä jana-aikataulutulos-teenä, mikä tarkoittaa siis aikataulua yleisemmällä tasolla (kuva 12). Lähtöaineistona yleisesti käytetty arkkitehdin tekemä tilaohjelma ja vaatimusmallin tieto on riittämätöntä, joten 4D-suunnittelu-ryhmä joutui tekemään oletuksia rakennukseen, sen ympäristöön ja tiloihin liittyen, jotta aikataulua pystyttiin arvioimaan. Rakentamisen aikatauluun oletuksena on ollut ns. As-Soon-As-Possible eli niin pian kuin on mahdollista. Tämä riippuu hankkeesta, mutta yleisimmin käytössä oleva aikataulun muoto. Tämän perusteena tehtiin oletuksia RATU:n menekkitietokannan perusteella. (Inkinen 2023.)

Tilaohjelmaan perustuen 4D-suunnitteluryhmä teki oletukset, että rakentamisen aikataulua pystyttiin suunnittelemaan. Kohteessa tulee suorittaa maamassojen vaihto rakennuksen alustäyttöön, sen vierukseen ja ympäristöön sopivaksi. Tämä tarkoittaa, että entiset maamassat tulee poistaa. Piha-alue on pääasiassa nurmipihaa. Perustamissyvyudeksi arvioitiin 1000 mm. Tämä on sijaintiriippuvainen johtuen roudasta, mutta Etelä-Suomessa se on sopiva. Sama kaivussyvyys arvioitiin myös ympäristöön. Suunnittelun edetessä GEO-suunnittelu määrää tämän tarkemmaksi. Huomiona, että suuremmissa kohteissa kannattaa myös arvioida maapohjan, savi, siltti, moreeni, jne. Näillä on vaikutusta aikataulun kannalta. Rakennuksen alustäyttö, vierustäyttö ja piha-alueen täyttö vaativat erilaisia maamassoja. Tästä esimerkiksi kapillaaritäyttö rakennuksen alle. Anturoiden arvioitiin olevan nauha-anturoita johtuen arvioidusta runkotyyppistä. Nauha-anturoiden korko on 300 mm ja leveys 500 mm. Näiden perusteella saatiin anturoiden muottityöt, raudoitus ja betonointi arvioitua.

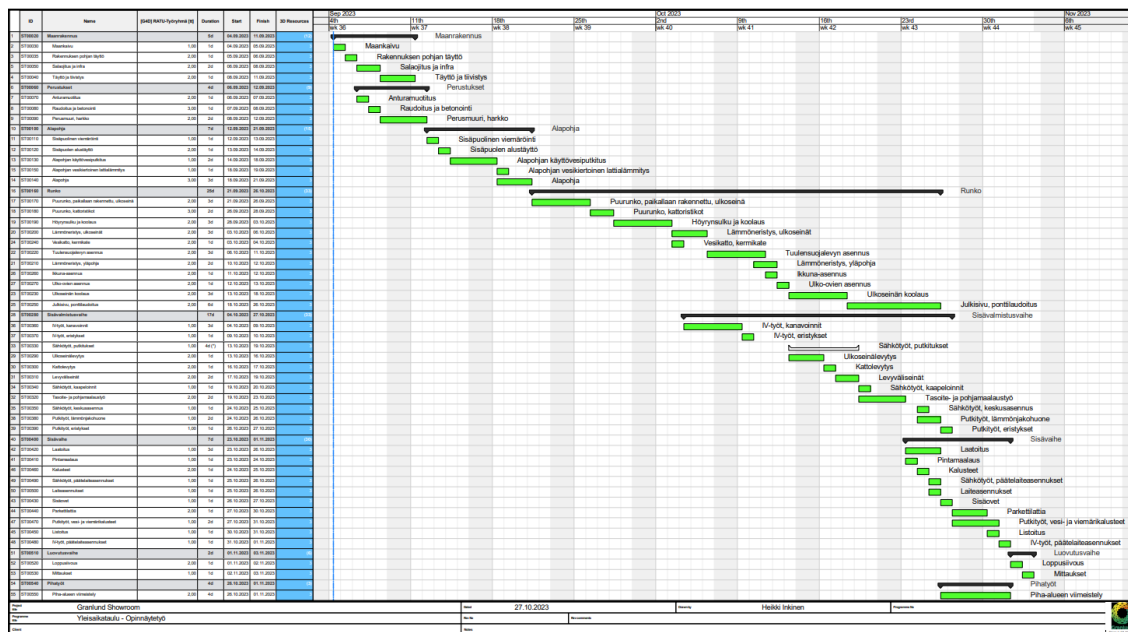
Rakennuksen perusmuuriksi arvioitiin harkkomuuraus tai toisena vaihtoehtona esimerkiksi valuharkko. Pienessä hankkeessa tällä ei aikataulullisesti ole merkitystä. Elementointiin ei haluttu lähteä olettaen, että suunnittelu kestää lyhyen aikaa ja erityisesti betonielementeillä on nykyään pitkät toimitusajat. Harkko oli siis aikataulullisesti järkevin vaihtoehto. Rakennuksessa on keittiö ja WC ja näissä oletettiin olevan vesipisteet ja viemäröinti. Näiden takia mukaan on arvioitu rakennuksen pohjaviemärit sekä tulovesi. Rakennus myös tarvitsee sähköä ottaen huomioon julkisen esittelytila käyttötarkoituksen. Lisäksi showroomissa tarvitaan käyttää digitaalisia laitteita eli infratöihin on mietitty mukaan myös kuitu. Rakennuksen lämmitys ajateltiin tulevan kaukolämmöllä. (Inkinen 2023.)

Rakennuksen sisätäytön yhteydessä tuodaan tulovesiputki, sähkö- ja teleliittymä, kaukolämpö sekä jätevesiviemäröinti. Rakennuksen ulkopuolelle laskettiin näiden infrojen vaatimat kaivuut sekä lisäksi salaojitus ja radonputkitus. Rakennus on ajateltu 100 mm paksuna maanvaraisena laattana. Vesipisteiden tulovesi on ajateltu PEX-putkella ja lämmitysmuodoksi vesikiertoinen lattialämmitys. Nämä asennetaan maanvaraisen laatan töiden yhteydessä. Lisäksi showroom puolelle on laskettu mukaan lattiarasia sekä sen vaatima putkitus. Tässä huomattiin myös erillisen teknisen tilan tarve rakennuksessa, jota ei ollut tilaohjelmassa. (Inkinen 2023.)

Rakennuksen runko on ajateltu ASAP-ajatuksella eli nopeimmin paikallaan rakennettavalla puurunkolla ja kattoristikoilla. Puurakenne vaatii höyrynsulun sekä ulkoseiniin tuulensuojalevytyksen. Vesikatto on vaneroitu ja kermikate. Ullakkotilaan on ajateltu ilmanvaihtoputket eristettynä. Yläpohja puhallusvillalla ja ulkoseinä levyvillalla. Ulkoseinän sisäosa rakennetaan kipsilevyllä ja julkisivu koolauksella ja ponttilaudoituksella. Rakennuksen arvioitiin sisältävän alle 12 ulkoikkunaa (minimiarvo aikataulumitoituksessa) sekä 2 ulko-ovea (pääsisäänkäynti ja hätäuloskäynti julkisessa tilassa). (Inkinen 2023)

Sisätoissa tasoitettut ja pohjamaalatut pinnat pintamaalataan sekä WC-tila laatoitetaan seinien ja lattian osalta. Muissa tiloissa on tammiparkettilattia. Tilaohjelman mukaisesti keittiössä on kalusteet. WC:n ja keittiön vesipisteet on laskettu kytkettäväksi putkitöihin. Koko rakennukseen on laskettu sähkötöiden vaatimat päätelaitteet eli pistorasiat yms. Laitteasennuksiin huomioitu, että tiloissa on

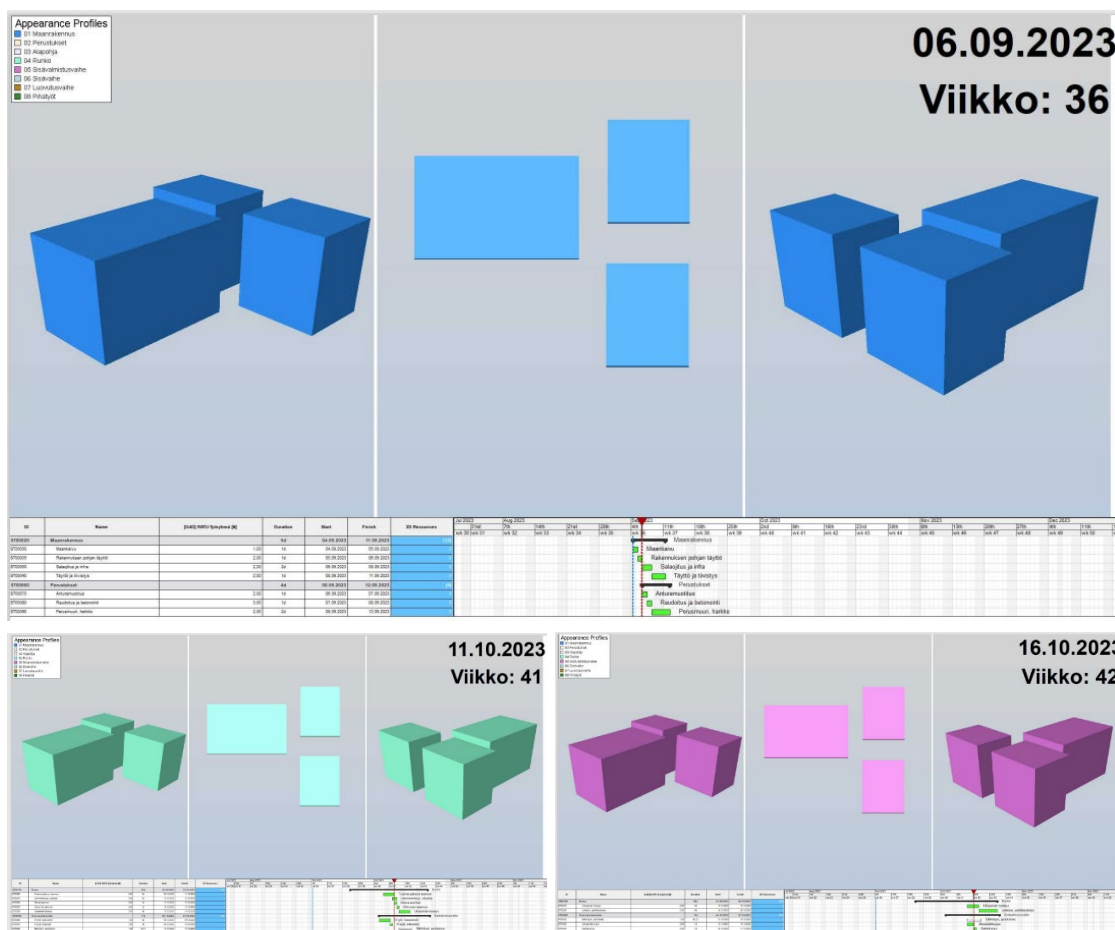
jääkaappipakastin -yhdistelmä sekä mikroaaltouuni. Ilmanvaihtotöiden osalta aikataulussa on huomioitu keittiöön ja WC-tilaan poistolaitteet sekä näyttelytilaan tulolaitteet. Sisäänkäynnin ja teknisen tilan ilmanvaihto on huomioitu korvausilmaventtiilillä suoraan ulos sekä oviaukkojen kautta. Listoitus on laskettu lattian juoksumetrien ja sisäovien mukaisesti. Lisäksi tilojen loppusiivous, LVIS-vaatimat mittaukset sekä tasapainotukset on arvioitu aikataulussa. Piha-alueelle on laskettu nurmikko sekä kivituhkapolku 3 metrin matkalta. (Inkinen 2023.)



KUVA 12. Tarveselvitysvaiheen alustava jana-aikataulu (Inkinen 2023)

Laajoihin oletustietoihin perustuen pystyttiin tekemään alustava jana-aikataulu, mikä osoittaa arvioiduksi rakentamisaikaksi n. 10 viikkoa. Työtehtäviä pystyy hieman limittämään, mikä lyhentää hieman aikataulua. Mutta vastaavasti pienen rakennuksen rakentamisen kokonaistyöaikaeroin TL3 pidentää rakentamista. Tämä aikataulu voisi olla hyvin realistinen, mikäli ei lähdetä noudattamaan tahtituotantoa rakentamisessa vaan tehdään ns. perinteisellä menetelmällä. On kuitenkin huomioitava, että aikataulu perustui täysin arvioihin, joten materiaalivalinnat kuten erikoismateriaalit voivat pitkittää rakentamista, johtuen pidemmistä toimitusaajoista ja tuoden keskeytyksiä rakentamiseen. Suuret lasijulkisivut, uniikit laatat tai kalusteet ovat esimerkkejä näistä.

Alustavan jana-aikataulun lisäksi toisena tulosteena tarveselvitysvaiheen aikatauluarvioksi tehtiin viikkotuloste eli ns. 4D-muodossa oleva aikataulutus (kuva 13). Tässä lähtötietona käytettiin massoitettua vaatimusmallia. Koska tässä vaiheessa on vain massoitettu malli käytössä, voidaan värikoodien osoittaa mitä tiloille tehdään. Kun kohde on näin pieni, lohkottamisen ajattelulle ei ollut tarvetta. Värikoodit annettiin yleisaikataulun pääryhmittelyn mukaisesti. Esimerkiksi sisävalmistusvaihe eli rakennetaan pintoja vaille valmiiksi, ja sisävaihe eli tehdään pintatyöt (pintamaalaus, laatoitus, jne.).



KUVA 13. Rakentamisen vikkotuloste maanrakennus-, runko- ja sisävaihetöiden osalta 4D-muodossa (Inkinen 2023)

4.3.3 Tarveselvitysvaiheen yhteenveto

Tilaohjelma oli tarveselvitysvaiheessa arkkitehdin työkaluna toimiva ja siitä saatiin alustava rakentamisen aikataulu laskettua. Toki vaatii suunnitteluryhmältä ammattitaitoa tehdä laajoja olettamuksia eri rakentamisen vaiheista. Tilaohjelmaan kannattaa listata kaikki se, minkä jo siinä rakentamishankkeissa tietää. Mitä tarkempi listaus, sen paikkansapitävämpi aikatauluarvio. Tilaohjelmassa on hyvä mm. kertoa tilayhteydet ja tiloilta vaadittavat ominaisuudet.

Massoitellusta vaatimusmallista ei juurikaan tässä yhteydessä ollut hyötyä. Massamallista tulisi ilmetä, mikä kyseinen tila on. Syötin tilan nimen Identity data/ comments-kohtaan, mutta tämä tieto ei siirtynyt IFC-formaattiin. On siis hyvä huomioida ja tarkastaa, mitkä tiedot siirtyvät IFC-formaattiin silloin kun natiivimalli ei siirry eri suunnitteluryhmille. Tila tulisi mieluiten nimetä sekä litteroida Talo2000-tilanimikkeistön mukaisesti tai käyttää IFC-parametritietokenttiä niin, että osoitettava tieto siirtyy IFC-formaattiin. Tämä helpottaisi tilojen massojen arvioimista. Tilojen litterointia käytettäessä tulisi kiinnittää erityistä huomiota oikeisiin huoneistotyyppien nimikkeistöjen käyttöön sekä oikeaan tilanimikkeistön käyttöön. Tällöin saadaan nopeasti tietoon laskennassa, millaisista tiloista on kyse ja millaisia lain asettamia vaatimuksia tiloilla on laskien virhevaraa suunnittelijan ja laskijan osalta.

Näkemyseroja syntyy myös helposti, kun rakennuskohdetta ei vielä pysty tarkastelemaan tietomallina. Tästä esimerkkinä sisäänkäynnin katos, mistä oli maininta tilaohjelmassa, mutta massoitellussa mallissa sitä ei ollut erillisenä massana. Arkkitehtina ajattelin sen olevan avonainen sisäänkäyntikatotos, jota ei tarvitse tilana massoitella, mutta 4D-suunnitteluryhmä oli ajatellut sen olevan erillinen tila. Näin syntyi näkemysero, mikä olisi ollut hyvä tarkentaa erillisen keskustelun kautta.

Aikataulun luontia ajatellen tilamuodot kannattaisi myös pyrkiä ottamaan huomioon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, koska ne vaikuttavat tehtävien töiden massoihin ja suoraan aikataulumenekkeihin. Tässä vaiheessa kuitenkin arkkitehdin tietomallia ei vielä vaadita lainkaan, eikä tiloille muotoakaan, joten vaihe tulee tehdä tilaohjelmaan perustuen. Ilman tilaohjelman kuvitelmaa aikataulun laskenta olisi jäänyt tarveselvitysvaiheen osalta toteuttamatta. Tilaohjelma tarpeeksi tarkalla sisällöllä on siis tarveselvitysvaiheessa riittävä tiedonsiirtoväline ja vaatimusmalli.

Tilaohjelmasta olisi hyvä löytyä 4D-suunnittelun tarpeisiin seuraavat asiat (mikäli tässä vaiheessa jo tiedossa):

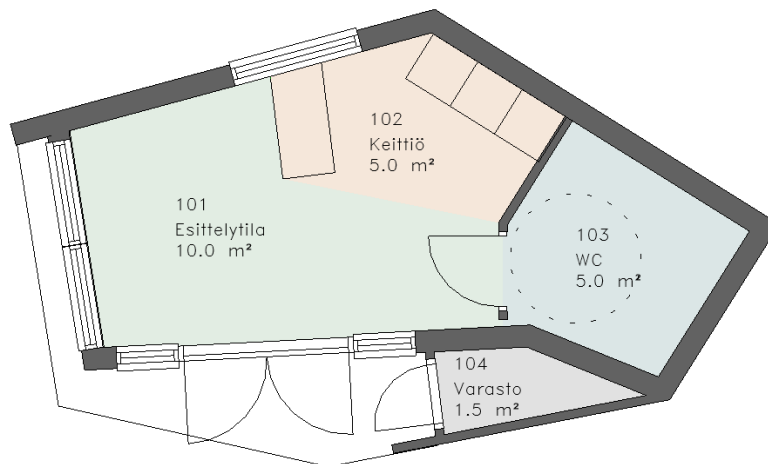
- Kaikki suunniteltavat tilat ja niiden nettoalatarve
- mittoihin ja muotoihin liittyvät vaatimukset
- tilan käyttöön ja käyttäjiin kohdistuvat vaatimukset, kuten keskeiset yhteydet ja vaikutukset tilojen välillä
- tiedossa olevat tiloihin kohdistuvat vaatimukset kuten äänieristys, valaistus, kuoritus, kestävyys, turvallisuus ja laatutaso
- LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, laitteet, tilojen jaksot, sisäpuoliset pintarakenteet
- tiedossa olevat rakenteisiin ja rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset
- tiedossa olevat rakennuspaikkatiedot maaperästä ja tontin muodosta.

4.3.4 Ehdotussuunnitteluvaiheen tilamalli

Ehdotussuunnitteluvaiheessa lähdin sommittelemaan tiloja mahdollisimman käytettäviksi rakennuksen käyttötarkoitukseen nähden. Vaikka tämän työn suunnittelutehtävän pääpaino olikin tehdä tutkimustyötä tietomallisisältöön, pidin silti tärkeänä arkkitehtuuria opiskellessa saada pienelle rakennukselle muotoa ja näyttävyyttä. Showroom saa olla tilana houkutteleva ja mielenkiintoa herättävä.

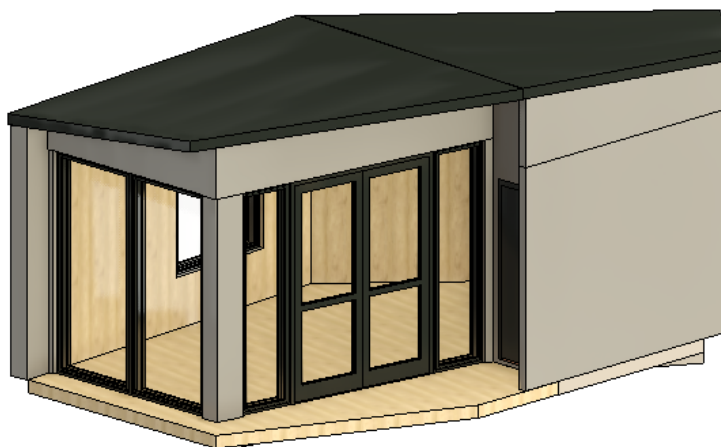
Rakennuksen pohjaa mietin käytettävyyden näkökulmasta. Tilat olivat pieniä, mutta niiden sijoittelulla pystyi vaikuttamaan avarampaan tilatunnelmaan. Koska kyseessä on julkinen tila, tuli esteettömyys huomioida asiakastiloissa, kuten WC:n mitoituksessa. Erilaisten tilasuunnittelukokeilujen kautta päädyin pohjaratkaisuun, jossa ulkovaippaan tein epäsymmetrisen kulman (kuva 14). Näin sain tilat ryhmiteltyä mahdollisimman hyvin palveleviksi, ja sisääntulo sisäkulmasta on luonteva näyttävien lasiseinien kautta.

Tällä pohjaratkaisulla sain suunniteltua täysin tilaohjelman mukaiset tilakoot ja WC-tilan sijoitus onnistui rakennuksen pätyyn. Tilojen huolellinen mallintaminen oli edellytys sille, että mallia voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksissa. Minimivaatimuksena ehdotussuunnitteluvaiheessa on, että IFC-tiedonsiirrossa siirtyvät tilan tunniste ja tilan käyttötarkoitus.



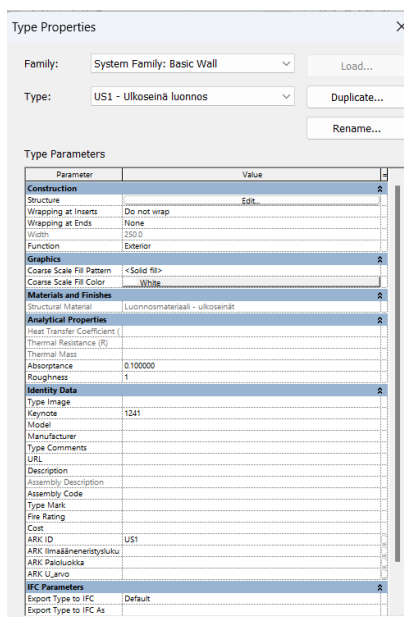
KUVA 14. Ehdotussuunnitteluvaiheen pohjaratkaisu (Meriläinen 2023)

YTV2012 mukaisesti työstin tilaohjelman lähtötietojen perusteella 3D-tilamalliin (kuva 15). Tässä hankkeessa nähtiin tarpeelliseksi siirtyä suoraan tilamalliin jättäen tilaryhmämalli tarkastelematta. Ehdotussuunnitteluvaiheessa YTV2012 määrittää arkkitehtimallien sisältövaatimuksena pakollisiksi tehtäviksi mallintaa kantavat seinät, ylä- ja alapohjarakenteet, ulkoseinät, ikkunat, vesikattorakenteet ja kevyet väliseinät (liite 1). Perustuksia ei huomioitu tässä vaiheessa lainkaan. Ehdotussuunnitteluvaiheessa mallinnettiin tarkkuustasolla 1. Suunniteltava kohde on mallinnettu luonnosmaista esitystapaa käyttäen, tilaratkaisuja on hahmoteltu käyttäen aineettomia rakennusosia. Eri objektit on mallinnettu niille tarkoitetuilla työkaluilla (seinät seinätyökalulla, alapohja lattiatyökalulla, vesikatto kattotyökalulla jne.).



KUVA 15. Ehdotussuunnitteluvaiheen 3D-tilamalli (Meriläinen 2023)

Rakennusosat on nimetty kuvaavasti: US1, US2 kuvaa ulkoseinää, VS väliseinää, AP alapohjaa, YP yläpohjaa. Rakennusosien paksuudet on esitetty arvion mukaisena tilavarauksena. Numerot rakennusosatunnuksen jälkeen kertoo, mikäli suunniteltava kohde sisältää saman tyyppin eri aineellisia rakennusosia. Lisäksi Revitin Type Properties-valikkoon määriteltiin rakennusosan keynote eli Talo2000-nimikkeistön mukainen rakennusosan tunnus (kuva 16). Suunniteltavassa kohteessa väliseinä oli märkätilan seinä, joten merkitsin siitä tiedon jo tässä vaiheessa Type comments-kohtaan ”märkätila”. Ehdotussuunnitteluvaiheessa ei parametritietoja käsitelty vielä tarkemmin.



KUVA 16. Type properties-valikkoon syötetyt ulkoseinän parametritiedot ehdotussuunnitteluvaiheessa (Meriläinen 2023)

4.3.5 Ehdotussuunnitteluvaiheen aikataulu ja palaute

Lähtötietona oli tilaohjelman mukaan luotu oletamus rakennuksesta, mikä jalostui ehdotussuunnittelun tietomallilla eli tilamallilla. Tämä antoi lisää tietoa itse rakennuksesta ja siitä, miten arkkitehdin näkökulmasta suunnittelua lähdettiin viemään eteenpäin. Suunnittelu jalostui massoista tiloiksi. Näiden perusteella työstettiin jana-aikataulu (kuva 17) ja 4D-viikkotuloste tarveselvitysvaiheen tapaan (kuva 18). 4D:n näkökulmasta hyödynnettiin niitä objekteja, joita tilamallista oli saatavilla eli mentiin ns. rakennusosatasolle. Aikataulunimikkeet pysyivät samoina, koska ehdotussuunnittelun objektit eivät ota vielä kantaa materiaaleihin. Arkkitehdin malli tehtiin tässä vaiheessa vielä aineettomilla rakennusosilla. Kuten arkkitehdin mallissa kuuluukin, TATE:n osuus puuttuu mallista, ne huomioidaan ainoastaan tilavarauksina.

Aikataulun luomisen osalta muuttuneita asioita tarveselvitysvaiheen jälkeen ovat muun muassa rakennuksen dimensiot. Alun perin rakennuksen tilat oli ajateltu neliskanttisina, nyt rakennuksella on muutakin muotoa. Näin ollen seinien juoksumetrit ovat kasvaneet eli perustustyöhön menee enem-

Taloteknisestä näkökulmasta rakennus on edelleen toteutettavissa tilaohjelman perusteella ajatellulla tavalla. Tähän tapaan ei käytännössä muutosta tulekaan, koska arkkitehti ei ota tietomallissa kantaa taloteknisiin asioihin, vain tilavarauksena huomioiden.

Aikataulullisessa näkökulmassa sisätilojen viimeiset työt valmistuivat tilaohjelman perusteella 3.11.2023. Ehdotussuunnitelman perusteella 30.10.2023. Tämä tarkoittaa siis 4 työvuoron aikataulusäästöä. Se on saavutettu nimenomaan ulkoseinätöiden vähentymisellä (vähemmän runkoa, lämmöneristämistä, höyrynsulkua, levytystä, tasoitusta ja maalausta, jne.).

Rakenteellisesti olisi tärkeää, että rakennusosien paksuudet olisivat lähelle tulevaa todellisuutta, vaikka ne tässä vaiheessa ovatkin aineettomia vielä. Esimerkiksi usein arkkitehtimallissa alapohjarakenne on mallinnettu n. 400 mm paksuna, vaikka todellisuudessa se tulee olemaan n. 250 mm. Tämä vaikuttaa arvioituun aikatauluun. Toinen huomioitava asia on objektien sijoittelu. Ikkunat on mallinnettu Revit -luonnosikkunoita käyttäen. Ikkunan tyyppitys ja ulkonäkö antaa ymmärryksen, että kyseessä on avattava ikkuna. Puurakenteisen ulkoseinän näkökulmasta nykyrakentamisessa avattava ikkuna tulisi olla tasan sisäseinän kanssa johtuen eristeen ja höyrysulun sijainnista. Näiden asioiden huomioiminen 4D:n näkökulmasta on hyvä tiedostaa, koska esimerkiksi rakenteiden sijoittelut voivat antaa vihjeitä ko. tyyppityksistä.

Asioiden nimeämisestä ja tietojen syöttämisestä tietomalliin havainnoitiin myös kehittämisasioita, jotka tehostaisivat aikataulun laadintaa. Luonnos nimitys pitäisi siirtää omalle attribuuttirivilleen. Paikalla ei sinänsä väliä, mihin sen siirtää. Kuitenkin sen pitäisi ilmetä yhdestä rivistä, että kyseessä on US1. Toiselta riviltä voi ilmetä, että se on luonnos -tilassa. (kuva 19.)

Ominaisuus	Arvo
Malli	ONT_MM_Ehdotussuunnittelu
Suunnittelualue	Arkkitehti
Nimi	Basic Wall:US1 - Ulkoseinä luonnos:256878
Tyyppi	US1 - Ulkoseinä luonnos
Tyyppin nimi	Basic Wall:US1 - Ulkoseinä luonnos
Esimäärätty tyyppi	STANDARD
Object Type	Basic Wall:US1 - Ulkoseinä luonnos
Element Type	
Kuvaus	
Materiaali	Luonnosmateriaali - ulkoseinät 0,25 m
Kuvataso	A-WALL-___-OTLN
Järjestelmä	
Ulkovaippa	Tosi
Geometria	Kolmioesitys (brep)
Sovellus	Autodesk Revit 2023 (ENU)
IFC-komponentti	IfcWall
IFC-tyyppi	IfcWallType
GUID	2B164NcKTF_hI02mJo\$QPy
BATID	256878
Mallin kategoriat	

KUVA 19. Ulkoseinän attribuuttitiedot IFC-mallissa (Inkinen 2023)

4.3.6 Ehdotussuunnitteluvaiheen yhteenveto

4D-tietomallintamisen näkökulmasta arkkitehdin tietomalli oli laadittu hyvin ja sen sisällöstä saatava tieto oli riittävä. Tietomallista sai tarvittavaa täsmentävää tietoa ulos, mikä tarkensi aikataulua. Tärkein asia on, että aikataulu tarkentuu suunnittelijan valitsemien ratkaisujen mukaan. Tässä tapauksessa objektien tietosisällön perusteella saatiin riittävä tieto tarkentamaan aikataulua.

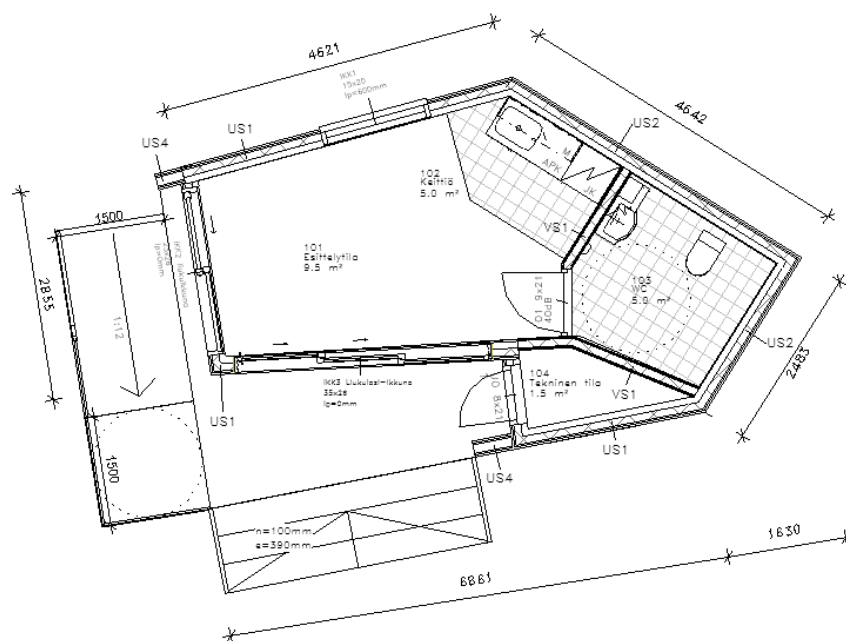
Huomioina tähän vaiheeseen ja tietomallin luomiseen tarkkuutena nousivat rakennusosien mahdollisimman oikeat rakennepaksumukset ja niiden nimeäminen sekä objektien sijoittaminen. Toisin sanoen objekteihin ja parametritietoihin kannattaa kiinnittää huomiota, vaikkakin tässä vaiheessa käytetään luonnosobjekteja ja mallinnuksen tarkkuustaso on 1. Erityisen tärkeää on rakennusosien Talo2000-nimikkeistön mukaiset määrytykset. Myös tilojen tilatunnisteet, pinta-alat ja tilojen käyttötarkoitustiedot on siirryttävä IFC-formaattiin. Mitä tarkempi tieto, sen tarkempi aikatauluennuste. YTV2012 mukainen, Talo2000-nimikkeistö lisäyksillä oli mallinnustarkkuutena riittävä aikataulun luomiseen ja sen tarkentamiseen. Mallinnus tulee tehdä ehdotussuunnitteluvaiheessa perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden ja tilojen kokonaismäärät selviävät mallista.

4.3.7 Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamalli

Yleissuunnitteluvaiheessa mallia tarkennettiin ehdotussuunnitteluvaiheen tietojen osalta. Tässä vaiheessa pohjaratkaisu oli lyöty lukkoon, joten valitun tilajärjestelyn ja rakennuksen muodon mallinnusta lähdettiin kehittämään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Ainoastaan ehdotussuunnitteluvaiheen jälkeen, 4D-suunnitteluryhmän palautteen ansiosta kylmä varastotila vaihtui lämpimäksi tekniseksi tilaksi, jonne talotekniikka saadaan sijoitettua. Lisäksi ohjeen mukaisesti malli tarkentui ulkoportaiden ja esteettömän kulkuyhteyden osalta. YTV2012 ohjeistaa yleissuunnitelmavaiheessa mallintamaan tarkkuustasolla 1, ainoastaan ulkoseinät ja kantavat seinät on mallinnettava tarkkuustasolla 2.

YTV2012 arkkitehtimallin sisältövaatimukset (liite 1) määrittävät yleissuunnitteluvaiheessa mallintamaan pakollisina rakennusosina muun muassa perusmuurin ilman anturaa, alapohja-, välipohja-, yläpohja- ja vesikattorakenteet, portaat, luiskat, kaiteet, kantavat ja kevyet seinät, ikkunat, ovet, väestönsuojat, sisäkattopinnot, kiintokalusteet, vakiolaitteet ja saniteettikalusteet. Ikkunat ja ovet voivat olla nimellimitan mukaisia, halutessaan voi käyttää todellisia aukkomittoja. Yleissuunnitteluvaihe johtaa pääpiirustuksiin ja rakennuslupaun. Ohjeen mukaan tietomallissa ei tarvitse esittää kaikkea sitä, mitä rakennuslupapiirustukset vaativat. Tämän työn osalta kuitenkin tietomallisisällöllä oli tärkein rooli, jotta 4D-suunnitteluryhmä pystyi mallia tarkkailemaan ja mallin dataa käyttämään aikataulutuksen suunnittelussa. Tämän vuoksi malliin sisällytettiin kaikki se tieto, mitä pääpiirustustaso vaatii tai ne merkattaisiin 2D-piirustuksiin (kuva 20). Rakennuslupa vaatii muun muassa leikkauspiirustuksen, jossa myös välipohja-, alapohja- ja yläpohjaranteille on esitetty oletettu aineellisuus. Näin ollen mallissa on arkkitehdin määrittämät alustavat rakenteet. Yleissuunnitteluvaiheessa komponenttien perustyyppit tuli olla esitetty (esim. palo-ovi). Nimeämisissä käytettiin US, VS, AP, VP

määrittelyä ja Talo2000-nimikkeistön mukaiset tyyppimerkinnot vaadittiin tässä vaiheessa rakennusosien tunnistamista varten.



KUVA 20. Yleissuunnitteluvaiheen pohjapiirustus (Meriläinen 2023)

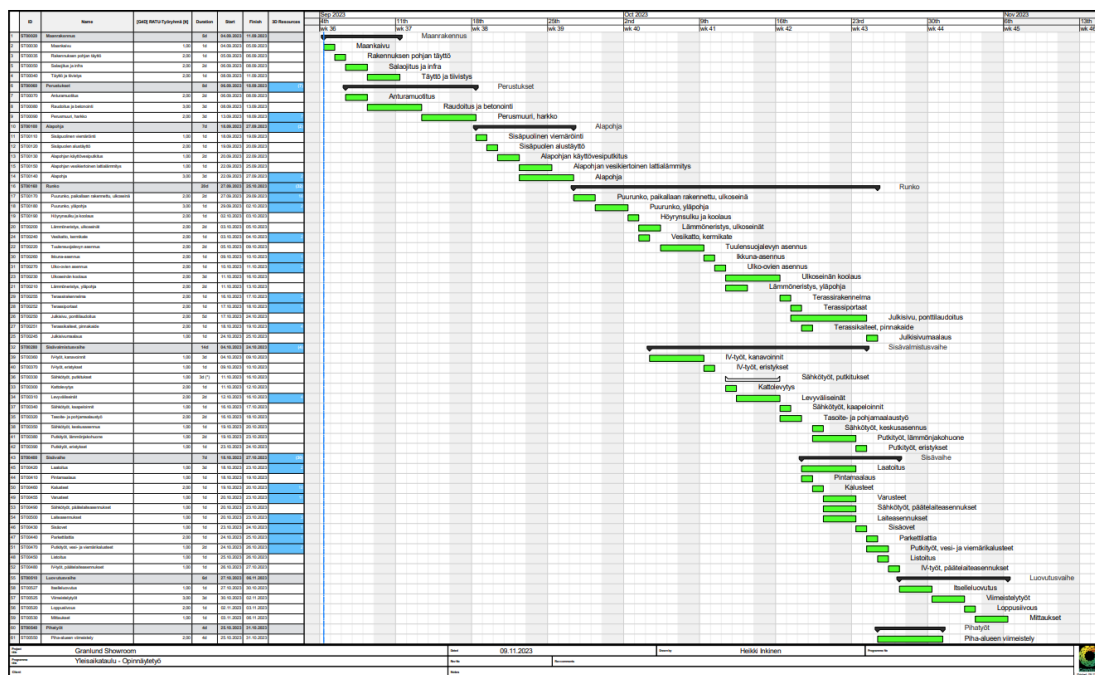
Ikkunat ja ovet olisi hyvä olla yleissuunnitteluvaiheessa suunnitteluohjelman nimellisobjekteina eli niitä ei sidottaisi vielä minkään valmistajan tuotteisiin. Tässä työssä liukuikkuna on otettu Prodlib-kirjastosta ja sen osalta objektin tietoihin tulee automaattisesti valmistajan antamat tiedot. Mikäli tässä vaiheessa käyttää esimerkiksi Prodlib-kirjastoa tai BIM-objekteista ladattuja objekteja, ovat ne yleensä jonkin valmistajan omia malleja ja nämä voivat vielä toteutussuunnitteluvaiheessa muuttua. Tämä on hyvä huomioida ja tarkentaa toimintatapa tilaajalle tietomalliosopimuksessa. Kiintokalusteet (keittiökaapit, allaskaapit, WC-pönttö) ja laitteet (jääkaappi, astianpesukone, mikro) on mallinnettu revit-objekteina ilman valmistajasidonnaisuutta. Tietomallissa voi havainnollistaa tilaajalle esimerkiksi värityksiä ja julkisivumateriaaleja. Yleissuunnitteluvaiheessa tietomallista työstettiin rakennusosamalli (kuva 21).



KUVA 21. Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamalli (Meriläinen 2023)

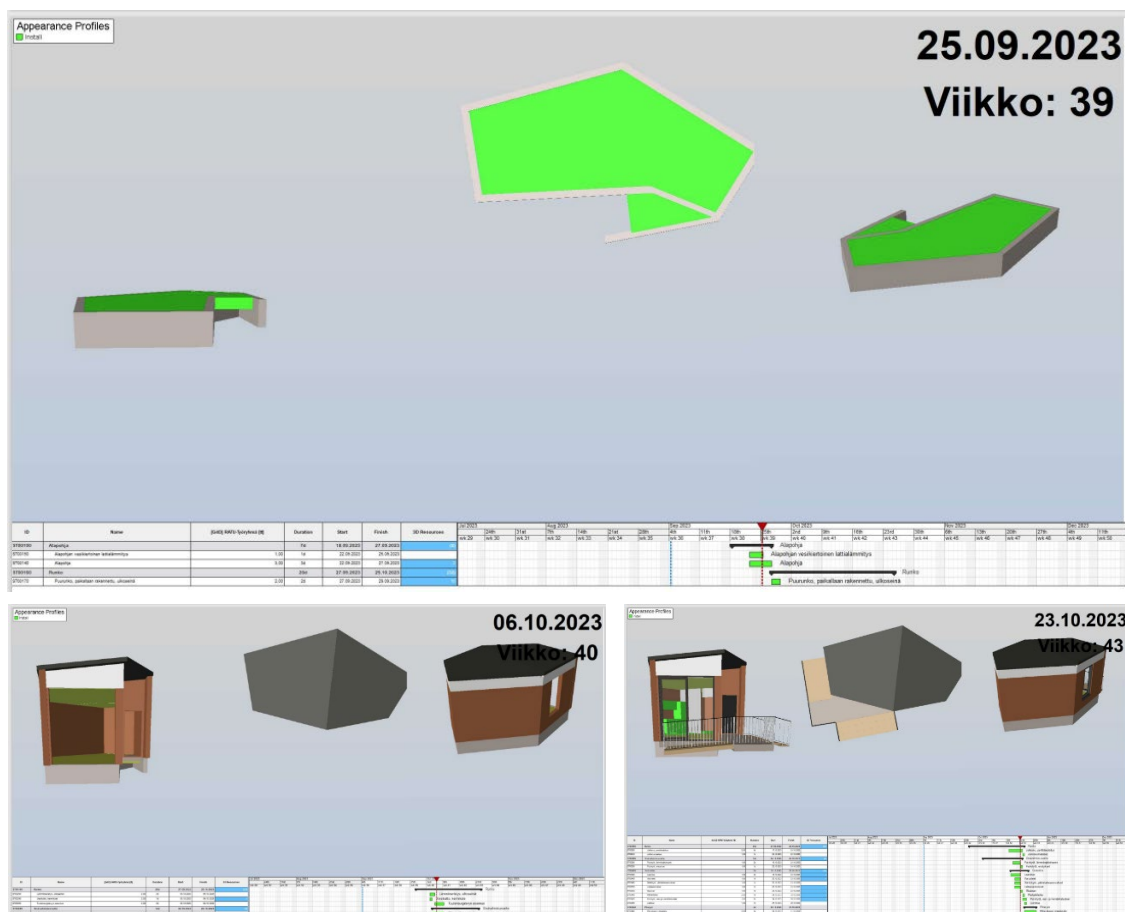
4.3.8 Yleissuunnitteluvaiheen aikataulu ja palaute

Aiempien rakennushankevaiheiden mukaisesti aikataulu tehtiin jana-muotoon (kuva 22) sekä viikkotulosteeksi rakennusosittain (kuva 23). Lopulliseen rakentamisen aikatauluun ei juurikaan tullut yleissuunnittelusta muutoksia. Terassikaiteet ja portaat tulivat ns. uusina rakennusosina, koska YTV2012 ohjeistaa arkkitehtimalliin mallintamaan yleissuunnitteluvaiheessa portaat, kaiteet ja luisikat. Nämä lisättiin tässä vaiheessa aikatauluun. Molempiin laskettiin yksi työvuoro eli minimimäärä. Tuntitasolle ei ollut järkevää lähteä ennustamaan asioita yleisaikataulussa.



KUVA 22. Yleissuunnitteluvaiheen jana-aikataulu (Inkinen 2023)

Rakennusosat tarkentuivat aineellisiksi ja ne olivat arkkitehdin määrittämät alustavat rakenteet. Ulkoseinät määritettiin CLT-rakenteisiksi, minkä takia höyrynsulun asentamisen aika pieni ulkoseinien osalta. Pintarakenteet tarkentuivat ja muun muassa laatoitus lisättiin keittiön lattiaan. Työmäärä ei kuitenkaan lisääntynyt tarpeeksi nostaakseen sen asennusaikaa. Itse tietomalli oli hyvin laadittu ja siitä sai aikataulutukseen hyvin tietoa, mitä mikäkin materiaali oli.



KUVA 23. Yleissuunnitteluvaiheen viikkotulosteita rakennusosittain (Inkinen 2023)

4.3.9 Yleissuunnitteluvaiheen yhteenveto

Yleissuunnitteluvaiheessa aikatauluun ei juurikaan tullut enää muutoksia. Portaat, luiskat ja kaiteet tulivat uusina rakennusosina ja toivat yhteensä kaksi työvuoroa lisää. Ulkoseinien rakenteeksi määrytyi CLT, mikä vastaavasti vähensi työaikaa, koska höyrynsulkujen osalta työmäärä ulkoseinien kohdalla pieneni. Näin aikataulu suunnittelun edetessä tarkentui, vaikkakin se ei muuttanut tässä tapauksessa lopullista aikatauluennustetta. Mikäli aikatauluennuste edellä ajateltaisiin rakennusmallia ja suunnittelun etenemistä, niin portaat, luiskat ja kaiteen voisivat olla jo varhaisemmassa vaiheessa mallissa mukana, mikäli nämä ovat tiedossa jo ennen yleissuunnitteluvaihetta. Nämä kuitenkin vaikuttavat isoissa kohteissa hyvinkin merkittävästi lopulliseen työmäärään ja rakentamisen lopulliseen aikatauluun.

Talo2000-nimikkeistön mukaiset rakennusosat ja niiden määritysten merkitys nousivat myös yleissuunnitteluvaiheessa merkille. Tiedonvaihdon oikeellisuuden vuoksi rakennusosat tulee määritellä Talo2000-nimikkeistön mukaisesti. Tilat ja rakennusosat on kuvattava selkeästi ja yhdenmukaisesti. Mieluiten rakennusosat merkitään rakennesuunnittelijan määrittämällä rakennetyypitunnuksilla tai niin, että niiden ensisijainen materiaali tai käyttö voidaan tunnistaa (Esim. VS-betoni, US-muuraus).

Rakennuksen perusgeometria mallinnetaan niin, että rakenteiden ja tilojen kokonaismäärät selviävät mallista. Mallissa tulee olla kohteen oikeat rakennetyypit, ikkunoissa ja ovissa perustyyppitykset sekä EI- ja dB-arvot.

Tiedonvaihdossa nousi esille natiivimallin hyödyntäminen. Mikäli suunnitteluryhmillä on käytössä samat mallinnusohjelmistot, on paras ratkaisu käyttää silloin tiedonvaihdossa natiivimallia. Yleensä natiivitieto on parempi, kun se on suunnitteluohjelmasta suoraan tuleva eikä väliin tule IFC:n dimensioiden lukemista. IFC-formaattia käytettäessä, tietomallissa tulee huomioida, että kaikki tieto siirtyy IFC-muotoon. Tällöin kannattaa käyttää IFC parametri- ja IFC Entity -ominaisuustietoja.

4.4 Hankevaiheiden yhteenveto arkkitehtityön näkökulmasta

Arkkitehdin työn kannalta tarveselvitysvaiheessa riittävä tiedonvaihdonväline on taulukkomuodossa oleva tilaohjelma. Tilaohjelman tulee sisältää tilakohtaiset pinta-alat, käyttötarkoitukset ja erityisvaatimukset. Mikäli tässä vaiheessa tiedetään kohteesta tai rakenteista jo tarkempaa tietoa, kirjataan ne tilaohjelmaan huomioina ja tilakohtaisina vaatimuksina. 4D-suunnitteluryhmä pystyi tekemään hyvinkin tarkan aikataulun tarveselvitysvaiheen tilaohjelman perusteella. Tehdystä massamallista ei ollut hyötyä, koska massoista ei ilmennyt vaadittavat tilakohtaiset tiedot. 4D-suunnittelu ja alustavan aikataulun luominen perustuu tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa olettamuksiin, joten mitä tarkemmin tilaohjelmasisältö on määritelty, sitä tarkempi alustava aikataulu saadaan hankkeelle luotua.

Aikataulu tarkentui ehdotussuunnitteluvaiheessa muutamalla päivällä ehdotussuunnitteluvaiheen tilamallin perusteella. Aikataulun tarkentuminen onkin odotettua suunnitelman tarkentuessa. Mallinustarkkuus tässä vaiheessa tasolla 1 oli riittävä eli mallinnetaan aineettomilla rakennusosilla. Rakennusosat nimetään kuvaavasti (US1, US2 kuvaa ulkoseinää, VS väliseinää, AP alapohjaa, YP yläpohjaa, VK vesikattoa) ja määritetään Talo2000 -rakennusosanimikkeistön mukaisesti. Rakennusosien paksuudet esitetään mahdollisimman todenmukaisina tilavarauksina. Lisäksi tiloille määritetään tilatunnus, tilan nimi ja pinta-ala.

Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallin perusteella ei juurikaan muutoksia aikatauluun enää tullut. Ainoastaan ulkotilan rakennusosien tarkentuessa aikataulua tarkennettiin niiltä osin. Rakennusosat tarkentuivat aineellisiksi, joten myös niiden osalta tarkennuksia tuli jonkin verran oletettuihin arvoihin. Yleissuunnitteluvaiheen mallinnus tulee tehdä niin, että kappalemäärä ja muu määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista, myös tilojen kokonaismäärät. Tilat ja rakennusosat on kuvattava selkeästi ja yhdenmukaisesti. Rakennusosat merkitään mieluiten niin, että niiden ensisijainen materiaali tai käyttö voidaan tunnistaa (Esim. VS-betoni, US-muuraus). Lisäksi rakennusosat tulee määritellä Talo2000-nimikkeistön mukaisesti.

Tässä työssä tarkasteltava rakennus oli pieni, joten aikataulumuutokset pysyivät myös pieninä. Isoissa kohteissa nämä tarkennukset näkyisivät kuitenkin isompina muutoksina. Aikataulun laatijalta vaaditaan ammattitaitoa ja kokemusta, että oletuksia pystytään tekemään näinkin tarkasti. Pelkän arkkitehtimallin pohjalta ei pystytä aikataulua luomaan kovinkaan tarkasti, koska sieltä puuttuu paljon sellaisia asioita ja tietoja, mitä rakentamisessa on otettava huomioon. Näitä ei arkkitehdin työltä tai arkkitehdin tietomallilta edes vaaditakaan, vaan paras lopputulos saataisiin jo varhaisessa vaiheessa aloitetun eri suunnittelualojen yhteistyön tuloksena.

Eri suunnittelualojen yhteistyön merkitys nousi siis esille. Arkkitehtimalli on pohja rakennuksen suunnittelussa, jota on helppo täydentää eri suunnittelualojen osaamisella, kuten rakennesuunnittelijan

määrittämällä rakenteilla, geotekniikan suunnittelijan määrittämällä infratöillä jne. Tässä työssä aikataulun laatija hoiti niin rakennesuunnittelijan, geotekniikan suunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijan roolia, koska olettamuksia tehtiin näin paljon.

Arkkitehdin tietomalli oli laadittu YTV2012 vaatimusten mukaisesti, mikä osoittautui 4D-suunnittelu-työlle riittäväksi pohjaksi pienillä tarkentavilla lisäyksillä ja huomioilla. Perustasoinen tietomalli oikein tehtynä riittää rakentamisen aikataulun luontiin ja sama varmasti koskee muitakin suunnittelualoja tai kustannuslaskentaa.

Tiedonvaihdon vaatimuksina esille nousivat natiivimallin hyödyntäminen, mikäli se on kaikille suunnittelualojen osapuolille mahdollista. IFC-formaatin käyttö vaatii IFC parametritietojen määrittelyä arkkitehtimalliin. Rakennusosat mallinnetaan siten, että tietoa siirrettäessä rakennusosan sijainti, nimi tai tyyppi ja geometria siirtyvät myös muiden osapuolten ohjelmistoihin. IFC-malleissa on tärkeää huomioida tiedonvaihdossa siirtyvän datan oikeellisuus ja se, että kaikki tieto siirtyy toiseen formaattiin.

5 POHDINTA

Granlund showroom suunnittelutehtävän avulla selvitettiin eri rakennushankevaiheissa, onko tämänhetkiset kansalliset tietomalliohjeet sisällöltään sellaisia, että niiden pohjalta pystytään luomaan rakentamisen aikataulu rakennushankkeelle. YTV:n dokumentit ovat kansallisia, yleisiä tietomallinnohjeistuksia. Niiden sisällössä käsitellään, millaista tietoa mallista tarvitaan, mutta tiedon muotoa ei tarkemmin määritellä tai standardisoida. YTV2012 jättää monia hankkeen mallintamista koskevia asioita määrittelemättä, se tarjoaa minimivaatimustason ja jättää paljon projektikohtaisen ohjeen varaan. YTV2012 on Suomen ensimmäinen tietomalliohjeistus ja tietomallintaminen yleisesti haki vielä tuolloin itseään. Julkaisu on kuitenkin kestänyt aikaa melkoisen hyvin, vaikka nykytilanteeseen nähden siinä onkin puutteita. YTV-päivitys olisi siis rakennusalalle ajankohtainen, koska tietomalleista on tulossa yhä keskeisempi osa rakennettua ympäristöämme ja kansallista tietovarantoamme.

Yleiset tietomallivaatimukset eivät ota kantaa mm. rakennusosien nimeämiseen. On tärkeää, että rakennusosat mallinnetaan oikeilla työkaluilla, mutta myös niiden oikeanlainen nimeäminen mallin jatkokäyttöä ajatellen olisi tärkeää. Hankekohtaisesti voidaan sopia erikseen, käytetäänkö mallissa Talo2000-nimikkeistön mukaista nimeämistä. Näin kuitenkin usein tehdään, mikäli mallista tarvitaan esim. eri suunnittelualojen käyttöön mahdollisimman informatiivinen ja paikkansapitävä tietomalli.

Joillakin suunnittelualoilla, kuten elementti- ja talotekniikkasuunnittelun puolella, on laadittu jo tarkkoja, tietomallien sisällön vakiointiin tähtääviä ohjeistuksia. Arkkitehtimallien sisällön yhtä tarkkaan vakioimiseen pyrkiviä kehityshankkeita on vasta työnalla. Arkkitehtimalli on hankkeissa kuitenkin merkittävässä roolissa ja usein ensimmäinen malli, jota muut suunnittelualat täydentävät. Näin ollen olisi toivottavaa selkeitä, yhdenmukaisia tietosisältöohjeita myös arkkitehtimalleihin. Vakioinnin avulla pyritään mallinnettava tieto yhdenmukaistamaan erilaisten tulkintojen ja malleihin liittyvien eriävien näkemysten vuoksi. Tiedon vakiointi on myös välttämätöntä koneluettavuuden kannalta.

Tietomallintaminen ei kuitenkaan saa tulla liian suureen rooliin arkkitehdin työssä, eikä pelkästään tietomallinno edellä kannata suunnitteluprojekteja lähteä viemään. On tärkeää pitää luovuus ja vapaan ideoinnin merkitys tärkeässä asemassa arkkitehdin työtä. Kuitenkin yhtenevä ohjeistus tietomallisisällön luomiselle olisi tärkeää, jotta kykenemme sujuvaan yhteistyöhön suunnittelualojen välillä. Myös uusi rakentamislakimuutos ja rakentamisluvan hakuprosessi tietomallipohjaisesti ohjaavat meitä tulevaisuudessa yhä vakioidumpaan tietomallintamiseen ja IFC tiedonvaihdon hallintaan.

4D-suunnittelun näkökulmasta perustasoinen mallinnustarkkuus oli riittävä. Tässä työssä tärkeintä oli selvittää tietomallisisällön vakioinnin osalta, pystymmekö käyttämään olemassa olevia ohjeistuksia ja standardeja riittävän sisällön luomiseen. Lopputuloksena pienillä lisäyksillä ja tarkennuksilla päästiin haluttuun päämäärään. Isossa mittakaavassa, tarkoitus olisi kuitenkin pyrkiä toimimaan kansallisten ohjeistuksien mukaisesti ja välttämään tilaajakohtaisia käytäntöjä. Yleisiä, kansallisen tason ohjeistuksia on aina helpompi noudattaa ja yhteentoimivuus on silloin sujuvaa. Suurin ongelma onkin eri suunnittelualojen väliselle yhteistyölle, että yleisiä ohjeistuksia ei noudateta vaan arkkitehtimallit sisältävät liikaa toimistokohtaisia käytäntöjä, jolloin mallien yhteensovittaminen on työläämpää.

Tietomallintamisen osalta työn tilaajana Granlund Oy on edelläkävijä talotekniikan puolella, pikkuhiljaa myös muilla suunnittelualoilla. Tietomallien yhteentoimivuus ja yhteiset tietomallikäytännöt ovat toiminnan perusedellytys, että eri alojen suunnittelijat pystyvät hyödyntämään yhteistä tietomallia. Yhteiset pelisäännöt ovat alalla kuin alalla menestyksen perusedellytys. Tässä työssä syntynyt ohje oli osa tätä yhteentoimivuutta ja liiketoiminnan sujuvoittamisen edesauttamista. Ohjetta tullaan käyttämään 4D-suunnittelun tilaajille, jotta sujuva yhteistyö arkkitehtimallien osalta olisi mahdollista. On koettu, että arkkitehtimallit tulevat liian erilaisina hankkeisiin. Niiden tieto ei ole kaikilta osin käytävissä, tieto on pirstaleista ja tietosisältö on hyvin vaihtelevaa eri suunnittelijoiden ja suunnittelu-toimistojen välillä. Tämä ohje edesauttaa Granlundin 4D-suunnittelua saamaan tilaajilta vakioidun tietomallin rakennushankkeen eri vaiheissa. Ideaalitulanteessa tällainen ohjeistus tulisi kuitenkin tulla kansalliselta tasolta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää arkkitehdin tietomallin sisältö 4D-suunnittelun näkökulmasta ja luoda tutkimustuloksien pohjalta arkkitehtimallin ohje 4D-suunnitteluun. Tämänhetkistä yleisiä tietomallivaatimuksia YTV2012 noudattaen suunnittelutehtävä eteni tarveselvitysvaiheesta yleissuunnitteluvaiheeseen. Jokaisesta hankevaiheesta luotiin arkkitehdin tietomallisisällön pohjalta rakentamisen aikataulu ja havainnot tietomallisisällön riittävydestä kirjattiin muistiin. Näin saatiin tutkimustyön tuloksena luotua arkkitehdin tietomallin ohje 4D-suunnitteluun. Työssä edettiin ennalta suunnitellun mukaisesti ja tavoitteet saavutettiin sekä työn tekijän että työn tilaajan kannalta parhaalla mahdollisella tavalla.

Tämän tutkimustyön myötä osaamiseni ja asiantuntijuutena tietomallintamisen osalta kasvoi, mikä edesauttaa tulevaa työuraani ja kehittymistä alalla. Tämän työn avulla pääsin tutustumaan sellaiseen alueeseen, mistä minulla ei juurikaan aiemmin ollut kertynyt kokemusta. Samalla pääsin kurkistamaan tulevaan ja tutustumaan digitalisaatiokehityksen virtaan. Tutkimustyön taustatyössä ja teoriaosuudessa pääsin tutustumaan tarkasti tietomallintamiseen, sen nykyhetkeen ja tuleviin muutoksiin. Tämä oli kattava kokonaisuus ja tietoisu omalle tulevalle uralleni sekä etenkin tutkimustyön pohjaksi. Teoriaosuuden pohjalta pystyi tekemään tutkimusosuuden ja sitä myötä tietomalliohjeen. Kokonaisuudessa tämä työ oli onnistunut niin oman ammatillisen kasvun kuin tilaajan saaman hyödynkin näkökulmasta.

Tässä työssä keskityttiin tarkastelemaan arkkitehdin tietomallia 4D-suunnittelun näkökulmasta, mutta yhtä lailla samoin voisi toimia muidenkin suunnittelualojen kanssa. Selvitettiin pohja, mikä on toimiva keino työstää arkkitehdin tietomalli yhteistyön kannalta riittävästi. Uskoisin, että sama pätee myös muiden suunnittelualojen kanssa. Pyritään toimimaan kansallisten ohjeiden mukaisesti ja tarkennetaan ohjetta suunnittelualakohtaisesti, välttämällä kuitenkin liian radikaaleja toimistokohtaisia käytäntöjä.

Tässä työssä siirrytään BIM-asteikolla 3D:stä 4D-suunnitteluun, ajatuksissa häämöttäen jo seuraavat tietomalliulottuvuudet kuten 5D ja 6D. Lisäksi tutkimus päätettiin yleissuunnitteluvaiheeseen, joten

tutkimusta ja ohjetta voisi täydentää toteutussuunnitteluvaiheella. Arkkitehdin työn kannalta toteutussuunnitteluvaihe vaatii laajempaa eri suunnittelualojen yhteistyötä, mikä ei tämän työn puitteissa ollut mahdollista. Ovi on siis jätetty raolleen ja mahdollisuus jatkotutkimuksiin on olemassa.

LÄHTEET

- BuildingSMART Finland julkaisuaika tuntematon. Mistä puhumme, kun puhumme tietomallintamisesta? Verkkajulkaisu. <https://www.buildingsmart.fi>.
- Elecosoft, 2022. 4D BIM; What does it mean and what are the benefits?. Elecosoft-blogi. 11.7.2022. <https://elecosoft.com/news/4d-bim-what-does-it-mean-and-what-are-the-benefits/>.
- Granlund 2021. 4D-suunnittelu. Verkkajulkaisu. <https://www.granlund.fi/palvelut/4d-aikataulutuspalvelut/>.
- Heikkonen, Heikki 2023. Rakennusvalvonnan työtä halutaan automatisoida mallintamisen ja digitalisaation avulla. Rakennuslehti 15.2.2023, julkaisupaikka tuntematon.
- Henttinen, Toni 2020. Tietojohdamisen standardi ilmestyi ja se on olennainen kaikille rakennusalalla toimiville. Gravicon-blogi. 18.9.2020. <https://www.gravicon.fi/julkaisu/tietojohdamisen-standardi-ilmestyi-ja-se-on-olennainen-kaikille-rakennusalalla-toimiville>.
- Hietanen, Jiri 2020. Mikä on tietomalli?. Verkkajulkaisu. <https://www.tietomallintaja.fi/2022/05/07/mika-on-tietomalli/>.
- Inkinen, Heikki 2023. Tarveselvitysvaihe. Yksityinen sähköpostiviesti 27.10.2023. Viestin saaja: Minna-Mari Meriläinen
- Inkinen, Heikki 2023. Ehdotussuunnitteluvaihe. Yksityinen sähköpostiviesti 3.11.2023. Viestin saaja: Minna-Mari Meriläinen
- Inkinen, Heikki 2023. Yleissuunnitteluvaihe. Yksityinen sähköpostiviesti 9.11.2023. Viestin saaja: Minna-Mari Meriläinen
- Järvinen, Tero 2023. Uusi rakentamislaki mahdollistaa aidon digiloikan. Rakennuslehti 17.4.2023, Näkökulma, 2.
- Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- KiraHub, 2021. YTV2020 – Päivityshanke osaksi kansallista yhteentoimivuuden määrittelyä. Blogi. 20.2.2021. <https://kirahub.org/ytv2020-paivityshanke-osaksi-kansallista-yhteentoimivuuden-maaritelya/>.
- KiraHub 2023. Rava3pro. Verkkajulkaisu. <https://www.rava3pro.fi>.
- Mark, B. & Mervyn, R. 2021. BIM Levels and Dimensions explained – Scope and Benefits. Verkkajulkaisu. <https://www.indovance.com/knowledge-center/bim-levels-and-dimensions-explained/>.
- Nordic BIM Group 2023. Tietomallinnuksen ABC. BIM eilen, tänään ja huomenna. Verkkajulkaisu. <https://www.nordicbim.com/fi/bim-tietomallinnuksen-abc#tanaan>.
- Ojala, Jouni 2023. 4D-aikataulusuunnittelu on rakennusalan seuraava askel. Rakennuslehti 6.3.2023, Näkökulma, 2.
- Pere, Kimmo 2021. Yleiset tietomallivaatimukset 2020: BIM-mallin objektien luokittelu. Tocoman -blogi. 21.20.2021. <https://blogi.tocoman.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-BIM-mallin-objektien-luokittelu>.
- Pere, Kimmo 2023. Uusi rakennuslaki 2025: Mitä laki tarkoittaa rakennusyriyksille?. Asiakaslehti: Rakentamisen ja talotekniikan maailma. 16.3.2023. <https://admicon.fi/asiakaslehti/rakentamisen-talotekniikan-maailma-1-2023/uusi-rakennuslaki-2025/>.
- Reima, Ville 2018. Arkkitehdin tietomallin hyödynnettävyys ja vakiointi arkkitehdin näkökulmasta. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Ristimäki, Miro & Kallio, Sini 2021. Tietomallin toimiminen edellyttää teollista vakiointia. Rakennuslehti 8.11.2021, Näkökulma, 2.
- RT-11066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.

RT-11067 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.

RT-11068 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.

RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18 2020. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.

Sanastokeskus TSK, Kiinteistö- ja rakentamisan keskeinen sanasto, versio 1.0 2016. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2016. Viitattu 20.8.2023.

Väylävirasto 2020. Mikä on tietomalli? Verkkajulkaisu. Päivitetty 12.11.2020. <https://www.vayla.fi>.

Ympäristöministeriö julkaisuaika tuntematon. Digitaalinen rakennettu ympäristö. Verkkajulkaisu. <https://ym.fi/digitaalinen-rakennettu-ymparisto>.

Ympäristöministeriö 2023. Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Tiedote 1.3.2023. Verkkajulkaisu. <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>.

Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön pääsanasto 2023. Julkaistu 27.11.2019, muokattu 20.10.2023. Verkkajulkaisu. <https://sanastot.suomi.fi/terminology/95d5a174-01af-4825-bae2-fd5fcaed1774/concept/39dfc0a3-cd30-4172-93f0-9cd96426d10e>.

LIITTEET

LIITE 1: Arkkitehtimallin sisältövaatimukset

LIITE 2: Arkkitehdin tietomallivaatimukset 4D-suunnitteluun (Ei julkinen)

LIITE 1: Arkkitehtimallin sisältövaatimukset

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	S	LUPA	TOT	UR	RA	VA	X
11 Alueosat (Tontin malli)										
111 Maarakenteet										
1111 Rakennettavat alueet						V1	V1	V1	V1	V1
1114 Täyttörakenteet										
1115 Penkereet										
1119 Erityiset maarakenteet										
113 Päällysteet										
1131 Liikennealueiden päällysteet										
1132 Pysäköintialueiden päällysteet										
1133 Oleskelu- ja leikkialueiden päällysteet										
1134 Kasvillisuus ja kasvualueet										
1139 Erityisalueiden päällysteet										
114 Aluevarusteet										
1141 Talovarusteet						V2	V2	V2	V2	V2
1142 Oleskeluvarusteet						V2	V2	V2	V2	V2
1143 Leikkivarusteet						V2	V2	V2	V2	V2
1144 Ulko-opasteet										
1149 Erityiset aluevarusteet										
115 Aluerakenteet										
1151 Ulkoverastot			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1152 Alueen katokset				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1153 Aidat ja tukimuurit				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1154 Alueen portaat, luiskat ja terassit				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1155 Alueen pysäköintirakenteet						V2	V2	V2		
1159 Erityiset aluerakenteet										
12 Talo-osat										
121 Perustukset										
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)										
1212 Perusmuurit				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1212 Peruspalkit										
1212 Ulkopuolinen pintarakenne										
1219 Erityiset perustukset										
122 Alapohjat										
1221 Alapohjalaatat		V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1222 Alapohjakanaalit				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1222 Alapohjan ritilät, kannot, luukut ja muut täydentävät rakennusosat						V1	V1	V1	V1	V1
123 Runko										
1231 Väestönsuojan lattiat			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan seinät			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan katto			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan sulkuilä, hätäpoistumiskäytävä tai -aukko				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan suojaovet ja -luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan tikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojahäkki				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1231 Väestönsuojan kriisiajan varusteet ja kuntakohtaiset varusteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1232 Kantavat seinät		V1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1233 Piilarit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1234 Palkit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1235 Väli pohjarakenne		V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1236 Yläpohjarakenne		V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Portaat ja lepotasot		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Kaiteet ja käsijohteet			V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1239 Erityiset runkorakenteet			V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
124 Julkisivut										
1241 Ulkoseinät				P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1242 Ikkunat				P1	P1	P1	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunoiden lukitus- ja heloitustiedot							P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunan vesipellit ja peitelistat										
1243 Ulko-ovet			V1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1243 Ulko-ovien lukitus- ja heloitustiedot							P2	P3	P3	P3
1244 Julkisivuvarusteet							P1	P1	P1	P1
1245 Julkisivun lasirakenteet			V1	V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
125 Ulkotasot										
1251 Parvekkeen laatta- ja katosrakenne			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1251 Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1251 Parvekelasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1252 Katokset ja niiden rakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasot ja -portaot			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasojen kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1253 Ulkotasojen lasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
126 Vesikatot										
1261 Vesikattorakenne				P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2
1261 Yläpohjan palo-osastointi				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Kulkurakenteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1262 Rästysrakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Täydentävät rakenteet ja pellitykset										
1263 Vesikate aluskatteineen										
1263 Kattokaivot				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1264 Vesikattovarusteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1265 Lasikattorakenteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Lasikaton heloitustiedot							P2	P3	P3	P3
1265 Lasikaton seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Hoito- ja huoltotasot						P1	P1	P1	P1	P1
1266 Kattoikkunat ja luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1266 Kattoikkunoiden helat ja automatiikka							P2	P3	P3	P3
1266 Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2

13 Tilaosat										
1311 Kevyet väliseinät		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1312 Lasiväliseinät			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Väliovet		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Väliovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1317 Tilaportaat ja lepotasot		V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1317 Tilaportaiden kaiteet ja käsihoiteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
132 Tilapinnat										
1321 Lattioiden pintarakenteet						V1	V1	V1	V1	V1
1322 Lattiapinnat										
1323 Sisäkattorakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1324 Sisäkattopinnat				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1325 Seinän pintarakenteet						V1	V1	V1	V1	V1
1326 Seinäpinnat										
133 Tilavarusteet										
1331 Vakiokiintokalusteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1332 Erityskiintokalusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1333 Varusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1334 Vakiolaitteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1335 Tilaopasteet								V2	V2	V2
1336 Saniteettikalusteet				P1	P1	V2	V2	V2	V2	V2
1337 Saniteettivarusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
134 Muut tilaosat										
1341 Hoitotasot ja kulkurakenteet sisältäen hoitotasojen portaat ja askelmat				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1341 Hoitotasot talon rungosta erilliset runkorakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1341 Kaiteet ja käsihoiteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1342 Tulisijat ja savuhormit				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
135 Kevyet tilaelementit										
1351 Kylpyhuone-elementit										
1352 Kylmähuone-elementit										
1353 Saunaelementit										
1354 Talotekniikan tilaelementit										
1355 Hormielementit										
1359 Erityiset tilaelementit										
9 Laajuustiedot										
91 Ohjelma-alat										
911 Rakennusosien ohjelma-alat										
9111 Alueen ohjelma-alat										
9112 Rakennuksen ohjelma-alat										
9113 Tilojen ohjelma-alat										
912 Tekniikkaosien ohjelma-alat										
92 Alueiden pinta-alat										
921 Tonttien alat	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
922 Korttelien alat										
923 Rakennusalue										
924 Liikennealue										
929 Erityiset alueiden pinta-alat										
93 Rakennuksen kokonaisalat										
931 Bruttoala	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
932 Kerrostasosalat	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
933 Huoneistojen alat	V2	P2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
934 Tilaryhmien alat	V2	P2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
935 Huonealat	V2	V2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
9351 Alle 1600 mm korkeat huonealat				V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
9361 Runkorakennusosien alat										
9362 Ei-kantavien rakennusosien alat										
94 Osastot										
9411 Palo-osastojen alat										
95 Tilvuudet										
95 Rakennukset tilavuus	V2	V2	V2	V2						

TA=Tarveselvitys, HA=Hankesuunnittelu, EHD=Ehdotussuunnittelu, YS=Yleissuunnittelu, LUPA=Rakennuslupa, TOT=Toteutus suunnittelu, UR=Urakkalaskenta, RA=Rakentaminen, VA=Vastaanotto, YL=Ylläpito

P=Pakollinen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (P1, P2, P3=suosittelvat tasot)

V=Valinnainen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (V1, V2, V3=suosittelvat tasot)

Tyhjä=Ei normaali mallinnustehtävä; mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti

LIITE 2: Arkkitehdin tietomallivaatimukset 4D-suunnitteluun (Ei julkinen)