

Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Nadin Muranen

Tietomallien käytön tehostus työmaalla

Tietomallilukuohjelman käytön ohjeistuksien luominen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

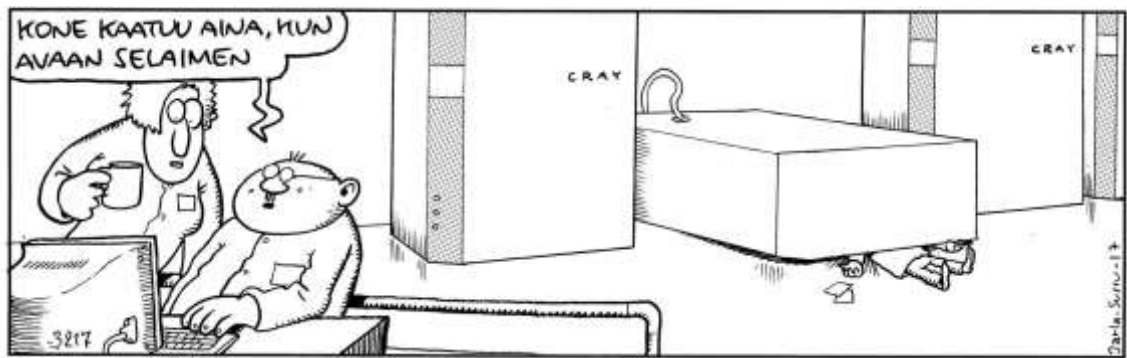
09.04.2019

Alkulause

Insinööriyön aihe tuntui kiinnostavalta, sillä mielenkiintoni tietomallinnukseen syttyi kouluaikana innovaatioprojektina tietomallinnukseen ja rakennesuunnitteluun käytettävää mallinnuspohjaa tehdessä. Tietomallinnus on ollut jatkuvasti puheenaiheena viime vuosina rakennusalalla, joten aihe tuntui hyödylliseltä. Olen myös varma, että tässä työssä oppimani asiat ovat hyödyksi jatkossa.

Kiitän Jorma Piirosta ja Juho Ruususta, jotka ovat auttaneet työn näkökulmien ja tutkimuksen kanssa. Lisäksi kiitän Mervi Dragonia ja Jouni Ruotsalaista työn ohjauksesta.

Toivon, että tämän tekemäni tietomalliohjeistukset ovat tarpeaksi selkeitä, ettei työmailla päädytä samanlaiseen tilanteeseen kuin alla olevassa Fingerporissa.



Kuva 1. Fingerpori 23.9.2017

Tekijä Otsikko	Nadin Muranen Tietomallien käytön tehostus työmaalla
Sivumäärä Aika	35 sivua + 2 liitettä 09.04.2019
Tutkinto	Insinööri AMK
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Rakennepäällikkö Jorma Piironen Lehtori Mervi Dragon Lehtori Jouni Ruotsalainen
<p>Insinööriytön tavoitteena oli luoda työkalu, jonka avulla työmaatoimihenkilöiden tietomallien käytön tasoa saataisiin nostettua. Insinööriyö aloitettiin tekemällä tutkimus. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää työmaatoimihenkilöiden mielipiteitä tietomalleihin liittyen, mitä tietoa työmaalla tarvitaan tietomalleista, ja palautetta Lehdon aiemmista tietomalliohjeista. Lisäksi tavoitteena oli kerätä tietoa tässä opinnäytteessä tehtyyn tietomallilukuohjelman ohjeistuksen sisältöön ja ulkomuotoon.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä käytettiin ensisijaisesti sähköpostitse lähetettävää kyselylomaketta, sekä haastatteluita. Kyselylomake testattiin ensin kohdetyömaan työnjohtajilla, jonka jälkeen siihen tehtiin pieniä muutoksia. Muutoksien avulla kyselylomakkeen tulokset saatiin kohdenettua paremmin työmaatoimihenkilöille, ja tutkimusta laajennettua.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena luotiin yrityksessä pääasiallisesti hyödynnettävään tietomallien lukuohjelmaan yhteensä seitsemän käytön ohjetta. Näiden ohjeiden sisältö, ohjelman kohdistus ja ohjeistuksien ulkomuoto valittiin kyselylomakkeen tulosten perusteella.</p> <p>Tutkimus osoitti, että Lehdon aiemmat tietomalliohjelmien käytön ohjeistukset ovat olleet vaikeasti saatavilla, eikä suurin osa vastanneista tiennyt niiden olemassaolosta. Kyselylomake osoitti, että työmaatoimihenkilöillä on halua ja kiinnostusta käyttää ohjelmia, mutta he tarvitsevat käyttöohjeita. Toisin sanoen kyselylomakkeen tulokset osoittivat, että tässä opinnäytetyössä tehdyt tietomallilukuohjelman ohjeistukset ovat tarpeellisia, ja niille on tarve.</p>	
Avainsanat	Tietomalli, tietomallin käytön ohjeistus, työmaa, Solibri

Author Title	Nadin Muranen Improved use of BIM on construction sites
Number of Pages Date	35 pages + 2 appendices 9 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Program	Civil Engineering
Professional Major	Construction and Site Management
Supervisors	Jorma Piironen, Chief Structural Engineer Mervi Dragon, Principal Lecturer Jouni Ruotsalainen, Principal Lecturer
<p>The main goal of this bachelor's thesis was to create a tool, which would increase the use of BIM on site. The project began with research on what opinions construction personnel have of data models, what information they want to get from the models and feedback from previous data model guides used in Lehto.</p> <p>The research was carried out with an electronic questionnaire. The questionnaire was piloted at the subject site and improved after feedback. The feedback made it possible to aim the questions better towards the study subject, site managers, and broaden the questions.</p> <p>The outcome of this research is seven user manuals for the BIM reading program, which is mainly used in the company. The contents, program, and appearance were decided based on the results from the research questionnaire.</p> <p>The study showed that the previous user guides had not been easily accessible, and that most of the participants in the research did not know of their existence. The research questionnaire showed that site managers do want to use the IFC-model viewers, but they lack good user manuals targeted for their needs. This was also apparent during the interview of the designing company's data model manager.</p> <p>The research done during this research clearly indicates that there is a need for targeted IFC-model viewer user manuals amongst site managers.</p>	
Keywords	BIM, BIM instruction, Construction site, Solibri

Sisällys

Lyhenteet

Alkulause

1	Johdanto	1
1.1	Toimeksiantaja	1
1.2	Tavoitteet	1
1.3	Kohde ja tutkimusmenetelmät	2
2	Tietomalli	3
2.1	Yleiset tietomallivaatimukset	4
2.2	Hankkeen tietomallintamisen vaiheet	6
2.2.1	Inventointimalli	6
2.2.2	Tilamalli	6
2.2.3	Rakennusosamalli	7
2.2.4	Rakennemalli	8
2.2.5	Toteutumamalli	10
2.2.6	Ylläpitomalli	10
2.3	Tietomallien hyödylliset ominaisuudet	11
2.3.1	Visuaalinen etu	11
2.3.2	Törmäystarkastelu	12
2.3.3	Simuloinnit	13
2.3.4	Kustannusvertailu ja laskenta	15
2.4	Tietomallipohjainen rakennuslupakäsittely	16
2.5	Tietomallinnettavan hankkeen johtaminen	17
3	Tietomallinnus Lehdolla	19
3.1	Tietomallivaatimukset	19
3.2	Tietomallien hyödyntäminen työmailla	19
3.2.1	Solibri Model Viewer	19
3.2.2	Trimble Connect	21
3.2.3	Betsset TATU -tuotannonohjaustyökalu	22
4	Tarveselvitys	24

4.1	Työmaahenkilöstön haastattelu	24
4.1.1	Kyselylomakkeen tulokset	25
4.1.2	Johtopäätökset	27
4.2	Rakennesuunnittelijapuolen haastattelu	27
4.2.1	Johtopäätökset	29
5	Tietomalliohjeen laadinta	30
5.1	Tarveselvitysosuuden tulos	30
5.2	Aiemmat tietomalliohjeistukset	30
5.3	Uusi tietomalliohjeistus	31
6	Jatkotutkimus	33
7	Yhteenveto	34
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Kyselylomake	
	Liite 2. Kyselylomakkeen numero 13 kysymyksen vastaukset	

Lyhenteet ja käsitteet

2D	Kaksiulotteinen, kuva tai teksti, joka sisältää pituuden ja leveyden
3D	Kolmiulotteinen, objekti, joka sisältää kolme ulottuvuutta
4D	Neliulotteinen. Kolmiulotteinen malli, johon on linkitetty neljäntenä ulottuvuutena aikataulu
BIM	Building information modeling, Rakennuksen tietomalli
IFC	Industry Foundation Classes, kansainvälinen tiedonsiirtomuoto eri tietomalliohjelmien välillä, joka mahdollistaa eri ohjelmien yhteensopivuuden
ITO	Information takeoff, Informaation talteenotto, työkalu SMV ja SMC:ssä
KIRA	Kiinteistö ja rakentamisala
Lean	Lean johtaminen, rakennusprojektin virtaustehokkuuden parantaminen tehostomuden ja hävikin minimoimisella
Objekti	Tietomallinnettavan kohteen osa, esimerkiksi ikkuna
SMC	Solibri Model Checker
SMV	Solibri Model Viewer
TATE	Talotekniikka
TATU	Tarjouksesta tuotteeksi, Betsetin tuotannonohjaustyökalu
Tietomalli	Kolmiulotteinen malli, johon on lisätty jokaiselle objektille ominaisuuksien tiedot, esimerkiksi materiaalitiedot ja mitat.
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset

1 Johdanto

Tässä osiossa käydään läpi opinnäytetyön toimeksiantajayritys, ja taustaa miksi tämä aihe oli ajankohtainen yritykselle. Lisäksi käydään myös läpi opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset.

1.1 Toimeksiantaja

Tämä insinööriyö tehdään Lehto Asunnot Oy:lle. Lehto käynnisti vuoden 2018 alussa LEKA-akatemia, jonka tarkoituksena on edistää tietomallintamisosaaamista yrityksessä. Akatemia tarjoaa tietomallintamiseen liittyvissä asioissa apua niin aloittelijoille, kun myös syventävää tietoa ja koulutuksia. LEKA-akatemia on osa Lehdon LEKA-hanketta, jonka tarkoituksena on digitalisoida koko rakentamisen prosessi. [1.]

LEKA-akatemia tietomallinnuksen panostamisen tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa hankinta- ja laskentainsinöörien työtä. Hankintainsinöörien työ helpottuu huomattavasti määrien ollessa suoraan luettavissa tietomalleista, näin myös mahdollisia virhelaskentoja ei pääse syntymään. Lisäksi tietomallin kautta rakenteet hahmottuvat huomattavasti helpommin, ja mahdolliset ristiriidat ovat helposti nähtävissä ja ratkaistavissa ennen itse rakennusvaihetta. [2.]

1.2 Tavoitteet

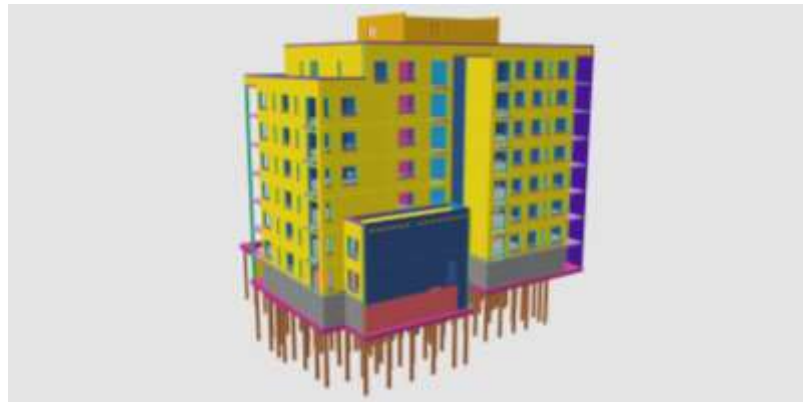
Tutkimuksen tavoitteena on ensin selvittää työmaahenkilöstön tarpeet tietomallien käytön ohjeistukseen liittyen, kuten myös millä tasolla mallien hyödyntämisosaaaminen on. Lisäksi tavoitteena on kartoittaa vastaavatko suunnittelijoilta saadut tietomallit Lehdon vaatimuksia, sekä toimivatko mallit toivotuilla tavoilla. Lopputavoitteena on luoda tietomallien katseluohjelman käyttöohje työmaakäyttöön, joka vastaa haastatteluissa esiin tulleita tarpeita ja mahdollisuuksia. Käyttöohjeita tehdessä tarkoituksena on ratkaista haastatteluiden lomassa esille tulleet ongelmakohtat, täten tehostaen tiedonkulkua ja tietomallien hyödyntämistä Lehdon työmailla. Tietomallien katseluohjelman käyttöohjeet tulevat käyttöön koko yritykselle, joten on tärkeää, että se vastaa tarpeita.

1.3 Kohde ja tutkimusmenetelmät

Haastattelut keskittyvät ensin Vantaan Kaivokselassa sijaitsevan asuntotyömaan toimihenkilöihin. Kohdetyömaalle rakennetaan 12 kerrostalon asuinalue. Kohteen koon ansiosta työmaa soveltuu koekäyttöön hyvin suuren työmaatoimihenkilömäärän takia. Kohdetyömaan toimihenkilöiden haastatteluiden jälkeen lomaketta hienosäädetään ja siihen lisätään mahdollisia lisäkysymyksiä. Tämän jälkeen haastattelulomake lähetetään kaikille niille työmaatoimihenkilöille, joiden projekti on tietomallinnettu. Lisäksi työn aikana haastatellaan tarpeen mukaan Lehdon suunnittelijoita sekä tietomallintamishankkeiden vetäjiä.

2 Tietomalli

Tietomalli on tuotteen tietojen muodostama yhtenäinen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalli eroaa aikaisemmista kolmiulotteisista malleista siten, että visuaalisen muodon lisäksi tietomalliin on liitetty mallinnettavan objektin osien tietoja ja kuvauksia. Mallista voi siis saada muun muassa objektien mittoja, materiaali- ja muita detaljitietoja. Yhdistelmätietomalli yhdistää eri tietomallisuunnitelmat yhdeksi tiedostoksi, joka mahdollistaa suunnitelmien vertailua keskenään huomattavasti tehokkaammin 2D-kuviin verraten. Rakenteiden suunnitelmien vertailu keskenään helpottuu ja törmäystarkastelujen kautta mahdollisia suunnitelmapuutteita saadaan korjattua ennen työmaavaihetta. Tuotannonohjausta sekä hankintatoimia helpottaa tietomalleista kerättävät materiaalmäärät ja 4D-mallien ajankohtaiset aikataulut. [3.]



Kuva 2. Kohdetyömaan rakennemalli

Työmaan kannalta tietomalli auttaa rakenteiden hahmottamisessa, ja helpottaa eteenkin detaljikohtien hahmotuksessa. Tietomallien hyödyntäminen ei pelkästään rajoitu hankkeiden suunnittelu ja toteutusvaiheeseen, sillä sitä voidaan myös hyödyntää kaupunkisuunnittelussa ja korjausrakentamisessa. Kaupunkisuunnittelussa rakennuksen vaikutukset ympäristöön on helposti kokeiltavissa, kun tietomalli asetetaan kaupunkimallin (Kuva 11), tästä lukee enemmän luvussa 2.4 Tietomallipohjainen rakennuslupakäsittely. Jotta tietomalleista saadaan kaikki yllä mainitut hyödyt irti, pitää niiden tekemisessä olla joitakin sääntöjä, jotka yhtenäistävät eri tahojen tekemiä tietomalleja, jotta malleja voidaan vertailla ja yhdistellä. Tämän vuoksi rakennustietosäätöön COBIM-hanke julkaisi yleiset tietomallivaatimukset, yleisistä tietomallivaatimuksista lukee enemmän luvussa 2.3. [3; 4 s.9.]

Tietomalli mahdollistaa myös eri toteutusvaihtoehtojen vertailua hankesuunnitteluvaiheessa, sekä helpottaa investointien tekemistä, kun lopputuote on ennalta nähtävissä. Tähän pitää tosin varata riittävästi aikaa tietomallien rakentamiseen. Taloudellisuuden lisäksi tietomallintamisella voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energia- ja ympäristö arvoihin, joka on hyvin ajankohtainen aihe rakennusalalla. Ympäristöministeriö laati selvityksen 30.6.2017, joka asetti tavoitteeksi, että rakennusten elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä ohjataan 2020-luvun puoliväliin mennessä. Hiilijalanjäljen laskemista onkin jo alettu kehittää tietomalleihin. [5; 6.]

Tietomallien tarve ja niistä saatava hyöty kasvaa, kun hankkeet ovat monimuotoisia. Tietomallista rakennuksen kokonaisuus, ja pienet yksityiskohdat ovat heti hahmotettavissa, ja niistä saa helposti ratkottua mahdollisia ongelmakohtia ennen rakentamisvaiheen aloittamista. Hankkeen tietomallinnuksen tarkoituksena on yhtenäistää hankkeen eri osapuolia, sekä helpottaa tiedonkulkua. Tietomallit muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, jolloin useita piirustuksia ei tarvitse vertailla keskenään. [7, s.305-312.]

Tietomallin tärkeimpiin ominaisuuksiin liittyy määrien saaminen suoraan ohjelmasta, jolloin hankinnat helpottuvat huomattavasti, ja virhelaskennat vähentyvät. Sekä hankintojen määrien täsmällisyys että toimitusten ajankohtien tarkkuus vaikuttavat suoraan hankkeiden kustannuksiin. Toisin sanoen koko hankkeen tiedonvälitysprosessi helpottuu luomalla tietomalli, joka toimii tiedonvälityksen siltana suunnittelijoiden ja rakentajien välillä. Edistyneet tietomallit mahdollistavat hankkeen johtamisen Lean-menetelmällä, 4D-aikataulutuksen avulla. Lean-menetelmä, tai tahtiaikataulutus, perustuu työvaiheiden tahditamiseen tarpeen mukaan, tavanomaisen päätösaikataulun sijaan. Tämän tavoitteena on tehostaa rakentamista poistamalla tehotonta aikaa, tahdittaen rakentamista. [7, s.305-312.]

2.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset julkistettiin maaliskuussa vuonna 2012. Tietomallivaatimuksia laajennettiin kokonaisvaltaisesti vuoden 2007 Senaatti-kiinteistöjen tekemästä julkaisusta. Laajennettu kokonaisuus on Rakennustietosäätiön vuonna 2011 vetämän COBIM-hankkeen tulos. COBIM-hanke toteutettiin yhteistyössä useiden tahojen kanssa, kuten urakoitsijoiden, suunnittelutoimistojen sekä

kiinteistönomistajien kanssa. Hankkeen tarkoituksena oli myös laajentaa tietomallien käyttöä rakennuksen koko elinkaaren ajalle, määrittäen jokaiselle vaiheelle omat mallinnusohjeet.

Hankkeen aikana luotiin myös julkaisusarja ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” RT-kortisto, joka koostuu 14:sta osasta. Dokumentit löytyvät myös Building SMART -yhteistyöfoorumin nettisivuilta. Jokaisen dokumentin aihealueet näkyvät (Kuva 3) kohdassa, ja kuten aiheista voi päätellä, on julkaisusarjan ohjeistukset hyvin kattavat. Julkaisusarja sisältää eri alojen tietomallinnusohjeiden lisäksi myös monipuolisesti ohjeita tietomallien hyödyntämiseen hankkeen aikana ja jälkeen. [6.]

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

Kuva 3. RT 10-11066, Yleiset tietomallivaatimukset dokumentit listaus, s.2

Samalla nostettiin esille uudet energiankulutuksen sekä kestävän kehityksen asetukset. Tietomalliohjeistuksen päivitys oli merkityksellinen, sillä se luo selkeät pelisäännöt tietomallien luonnille, ohjeistuksen mukaan tietomallien luonnin lisäksi helpottuu myös niiden käyttö, kun tietomallien kokonaisuudet yhteneväistyvät. [8.]

Tietomallinnettavassa hakkeessa mallinnuksen käytön laajuus pitää määritellä jo tarjousvaiheessa. Lisäksi tietomallintamisen tavoitteiden pitää olla tiedossa ennen suunnittelijoiden valintaa. Tavoitteiden ollessa selkeitä, voidaan hankkeelle valita juuri oikeat suunnittelijat, joiden avulla hankkeen määränpää saavutetaan. Yleisiä tavoitteita hankkeen mallinnukselle ovat, että mallinnus helpottaa suunnitelmien yhteensovittamista, tukee päätöksentekoprosesseja ja kustannusanalyysejä. Tilaaja voi myös määritellä suunnittelussa käytetyt ohjelmistot, mikäli siihen on perusteltava syy kuten yrityksen tietomallintamisen kehittäminen tietyn ohjelman ympärille. [8.]

2.2 Hankkeen tietomallintamisen vaiheet

Hankkeen aikana luotavat tietomallit ovat: inventointimalli, tilamalli, rakennusosamalli, tuotantomalli, työmalli, toteutumamalli ja ylläpitomalli. Alla olevissa alaotsikoissa käydään nämä kevyesti läpi. Alla oleva kuvassa näkyy hankkeen eri mallien järjestys jana-muodossa.



Kuva 4. Hankkeen eri tietomallit jana-muodossa

2.2.1 Inventointimalli

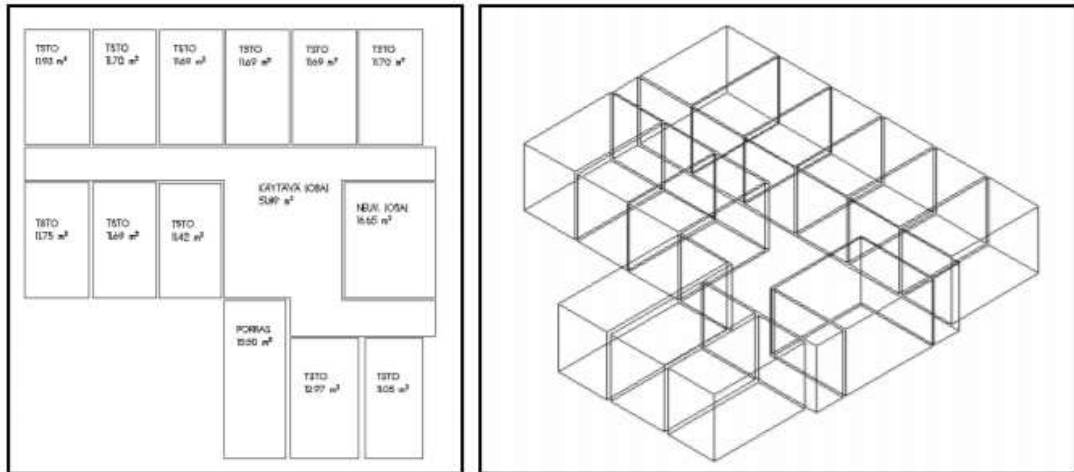
Hankkeen alussa tehtävää lähtötilanteiden mallinnusta kutsutaan inventointimalliksi. Tässä ensimmäisessä mallissa mallinnetaan tontti, ja olemassa olevat rakennukset, erillisiksi kolmiulotteisiksi malleiksi. Mallin tarkoituksena on toimia lähtökohtana hankesuunnittelussa. Uudisrakentamiskohteissa riittää, että mallinnetaan tontin pinta. Mikäli kyseessä on korjausrakentamiskohteissa, voidaan olemassa olevien rakenteiden mallinnuksessa hyödyntää laserkeilausta. [9.]

Laserkeilaus tuottaa 3D-pistepilven rakennuksesta, jonka ympärille luodaan tietomalli. Tällä tapaa saadaan tietomalli vastaamaan jo olemassa olevan rakennusta tarkasti ja vaivattomasti. Laserkeilauksen avulla voidaan myös luoda tontin pinnasta 3D-pistekartta. Laserkeilaus tehdään mittakeilaimella, joka pyörii ja lähettää yli miljoona sädettä sekunnissa, ja mittaa lähetettyjen lasersäteiden palautuman sijainnin, täten muodostaen 3D-pistepilven ympärillä olevasta ympäristöstä. [10.]

2.2.2 Tilamalli

Inventointimallin jälkeen arkkitehti luo luonnosteluvaiheessa tilamallin, johon mallinnetaan rakennuksen vaippa ja jaotellaan eri tilat väliseinillä. Toisin sanoen tilamallin tarkoituksena on jaotella rakennuksen tilat toisistaan käyttötarkoitusten mukaan. Tilamalli luodaan ehdotussuunnittelua varten. Huoneistoista muodostetaan eri objektit, joille

syötetään niiden ominaisuudet, kuten bruttoala ja eri tunnistetiedot. Tilat ryhmitellään eri tarkoituksiin, ja sama tila voi kuulua useampaan eri tilaryhmään. Esimerkiksi huoneistojaot ja palo-osastoinnit. [11.]



Kuva 5. Rakennuksen kerroksen tilamalli pohjakuvana ja kolmiulotteisena mallina

Korjausrakentamiskohteessa tulee huomioida inventointimallin asettamat rajoitteet tilamallia tehdessä. Toinen huomioitava asia on inventointimallin tiedonsiirto muihin ohjelmiin, sillä IFC-tiedostonsiirrossa mallien komponenttien ominaisuustietoja voi kadota. Tilamallin tarkkuus on tärkeää, sillä sitä voidaan hyödyntää muun muassa tilapohjaiseen kustannuslaskentaan ja energia-analyysiin, jolloin virheellisistä tiedoista aiheutuu virheellisiä arvioita. Tilamallista tulee käydä ilmi seuraavat asiat: tilan käyttötarkoitus, tunnistetiedot, muutostenhallinta, pinta-ala, tilavuudet ja tiedonsiirtoa varten edellä mainitut myös IFC-muodossa. Mallista saatava hyötyihin sisältyy muun muassa rakennuksen eri määrittelyt, tilojen jaottelut, simulointiaineisto ja erilaisia laajuustietoja. [11.]

2.2.3 Rakennusosamalli

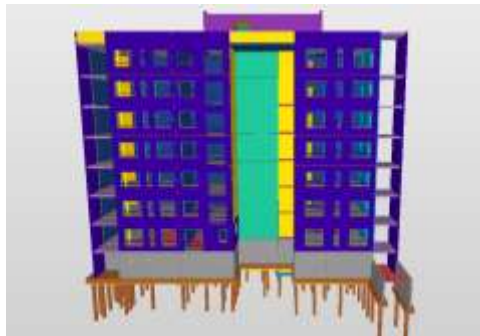
Rakennusosamalli syntyy, kun tilamalliin lisätään rakenteiden osia, jolloin se sisältää rakennuksen tilajaottelun sekä rakenteelliset osat. Rakennusluvan hakemiseen liittyvät dokumentit, kuten pääpiirustukset, tehdään alustavasta rakennusosamallista. Alustava rakennusosamalli on luonnossuunnitteluvaiheen malli. Tässä vaiheessa mallin komponenttien, kuten ikkunoiden aukot elementeissä, mittojen ei tarvitse olla lopullisia. Aukkojen mitat voivat olla nimellimittoja, eikä asennusvaroja tarvitse huomioida tässä

vaiheessa. Mallin objekteihin tulee lisätä toiminnallisesti jaottelevat ominaisuudet, kuten palo luokitukset. Tässä vaiheessa tulee kuitenkin jaotella rakenteet Talo2000 -nimikkeistön tyyppisesti, jotta rakennusosat ovat tunnistettavissa. [11.]

Alustavan rakennusosamallin jälkeen alkaa toteutussuunnittelu, jonka lopputuloksena syntyy lopullinen rakennusosamalli. Rakennusosamalli on toteutussuunnitteluvaiheen malli. Tämä tehdään yleensä urakkalaskenta- tai työpiirustusvaiheessa. Rakennusosamallin hyötyjä ovat muun muassa määräluettelot, törmäystarkastelut ja työmaan ohjaus. Mallista saadaan pää- ja työpiirustukset, pohjakuvat, eri leikkauskuvat, julkisivukuvat ja detaljikuvia. [11.]

2.2.4 Rakennemalli

Rakennemalli on rakennesuunnittelijan tekemä malli, jota voi myös kutsua suunnittelumalliksi. Mallinnettaviin rakenteisiin kuuluu kantavien seinien lisäksi myös ei kantavat seinät betonista, ja kaikki rakenteet, jotka vaikuttavat muiden suunnittelijoiden työhön. Malliin ei sisälly rakenteellisesti merkitsemättömiä rakenteita, kuten ikkunoita (kuva 6). Malliin ei tule myöskään sisällyttää muita aiempia malleja, vaikka näitä oltaisiin käytetty referenssimalleina. [12.]



Kuva 6. Kohdetyömaan rakennemalli

Rakennetyyppien suunnittelun jälkeen rakennesuunnittelija tekee rakennetyyppi- ja piirustuksen, jonka tulee olla käytettävissä koko projektiryhmällä. Itse rakennemalliin ei sen sijaan mallinneta kaikkia rakennetyyppiin kuuluvia osia. Tämän sijaan rakennusosien tulee sisältää rakennetyypinimitiedon. Rakennemalli jaotellaan sovittuihin kerroksiin ja

lohkoihin, tämä helpottaa tietomallin käsittelyn lisäksi myös määräluetteloiden tekemisessä. [12.]

Rakennesuunnittelija aloittaa vaatimusmallista, josta käy ilmi rakennesuunnittelun vaatimukset ja tavoitteet. Vaatimusmalli voi olla taulukko, tekstiasiankirja tai tietomallimuodossa. Vaatimusmallin jälkeen rakennesuunnittelija arvioi arkkitehdin suunnitelmien toteutettavuutta ehdotussuunnitteluvaiheessa. Tässä vaiheessa ei ole mallinnusvaatimuksia, tavoitteista tulee sopia projektikohtaisesti. Ehdotussuunnittelun jälkeen rakennesuunnittelija tekee kohteen yleissuunnitelman. [12.]

Yleissuunnitelman lähtötietoja on kohteen aiemmat tietomallit, ja kaikki kohdetta koskevat tiedot. Tietomallista saataviin hyötyihin sisältyy kohteen suunnitelmien yhteensovittaminen, alustava runkoaikataulu ja eri suunnitelmien yhteensovittaminen. Lisäksi malli toimii myös lähtötietona kohteen määrä ja kustannuslaskennalle. Yleissuunnitelmamallista saatavat tulosteet ovat perustuksien, alapohjan ja eri tasojen mittapiirustukset, ja myös yleisleikkauspiirustukset. [12.]

Mallista saatavat hyödyt	Tulosteet
<ul style="list-style-type: none"> • Suunnitelmien havainnollistaminen • Määrälaskenta • Suunnitelmien yhteensovittaminen • Työturvallisuuden ja rakennusalueen käytön suunnittelu • Rakentamisaikataulun suunnittelu ja havainnollistaminen • Asennus- ja työjärjestysten suunnittelu • Lähtötieto toteutussuunnittelulle 	<ul style="list-style-type: none"> • Paaluluettelo • Paalupiirustus • Perustuksien mittapiirustus • Anturoiden ja muiden perustuksien tyyppiirustukset • Alapohjan mittapiirustus • Tasojen mittapiirustukset • Yleisleikkaus piirustukset • Elementtikaaviot • VSS -mittapiirustus • Mallielementtipiirustukset • Mallikokoonpanopiirustukset • Teräsrakenteiden määrä- ja massaluettelo

Kuva 7. Rakennesuunnittelijan tekemän hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen hyödyt ja tulosteet

Viimeiset kaksi mallia ovat hankintoja palveleva malli ja toteutussuunnittelumalli. Hankintoja palveleva malli tehdään hankintakyselyjä varten. Hankintoja palvelevassa mallissa rakennesuunnittelija täydentää malliin hankintoihin tarvittavia tietoja. Malli tukee

hankintoja palvelevilla määrälaskennoilla, auttaa rakentamisen suunnittelussa ja työjärjestyksien suunnittelussa. [12.]

Toteutussuunnittelun rakennemallin laajuus määräytyy kohteen sopimuksien perusteella. Malli tulee suunnitella BEC 2012, elementtisuunnittelun mallinnusohjeen mukaisesti. [13.]

2.2.5 Toteutumamalli

Toteutumamalli syntyy rakennuksen valmistuttua, kun lopulliseen rakennusosamalliin tehdään mahdolliset rakennusaikana tulleet muutokset. Toisin sanoen toteutumamalli vastaa miten rakennus todellisuudessa toteutettiin. Toteutumamallin sisältö poikkeaa hieman ylläpitomalliin nähden. Toteutumamalli kuvastaa rakennuksen toteutuneita rakennustapoja, kun taas ylläpitomalliin päivitetään myös hankkeen luovutuksen jälkeen tehtyjä korjaustoimenpiteitä rakennuksen myöhempää ylläpitoa varten. [11, s.12-13.]

2.2.6 Ylläpitomalli

Ylläpitomallin sisältöä muokataan hieman toteutumamalliin nähden, jotta se palvelisi kiinteistönhuoltoa mahdollisimman hyvin. Mallin ei tarvitse olla yhtä kattava kuin lopullinen rakennusosamalli, tämän takia mallia tehdessä tulee valikoida mitkä tiedot sisällytetään ja mitkä ovat tarpeettomia rakennuksen huollon kannalta. Ylläpitomalli toimii rakennuksen huoltokirjana, sisältäen rakenteiden materiaalitiedot, eri simulaatiot ja havainnollistavat piirustukset. Lisäksi ylläpitomalliin korjataan mahdolliset rakennuksen korjaustoimenpiteet, tai tilamuutokset, jotka tehdään kohteen käyttöönoton jälkeen. [11, s.18-20.]

Ylläpitomallien käyttö ei ole vielä halutulla tasolla. Tietomallit ovat joissain määrin vieraita ylläpito-organisaatioille, ja lisäksi tilaaja ei useimmiten edellytä ylläpitotietomallin käyttöä. Ylläpitotietomallien käyttöön liittyy vielä esteitä ja riskejä, jotka hankaloittavat mallien käyttöönottoa. Tavallisimpia ylläpitomallien käyttöönottoa estävät asiat ovat tietomallien puutteellisuus, mallin kohdistuva epäluottamus, rajapintojen puuttuminen ja ylläpidon tietoisesta läpinäkyvyyden tietoinen poisvalinta. Riskeihin kuuluu tekijänoikeudelliset omistusoikeudet, tietomalleja koskevan lainsäädännön puuttuminen, tietomallien oikeellisuus ja ohjelmistojen väliset virhetoiminnot. [11, s.14-16.]

Ylläpitomallia voidaan hyödyntää monella eri tavalla. Mallin visuaalisuuden lisäksi sitä voi hyödyntää eri käyttömuutoksien ja korjaustoimenpiteiden suunnittelussa. Mallin avulla voidaan myös tehdä eri simulointeja käytön aikana, ja vertailla esimerkiksi laskennallisen energiakulutuksen ja todellisen eroa. Tällä tavalla voidaan huomata mahdollisia energiahukkatekijöitä. Kiinteistöön kohdistuvat työt on helpompi suunnitella etukäteen, ja samalla arvioida työn toteutettavuutta. Lisäksi ylläpitomallia voidaan hyödyntää kiinteistön turvallisuustoimenpiteissä esimerkiksi henkilöstön perehdytyksessä ja pelastustoimenpiteiden suunnittelussa. [11, s.20-21.]

2.3 Tietomallien hyödylliset ominaisuudet

Tässä osiossa käydään läpi tietomallien ominaisuuksista ja hyödyistä, ja miten niitä voidaan hyödyntää työmaatoiminnassa ja hankkeen aikana. Tietomallilla on visuaalisuuden lisäksi myös runsaasti muita ominaisuuksia, joita hyödynnettäessä hankkeen prosessi nopeutuu ja helpottuu.

2.3.1 Visuaalinen etu

Työmaatoiminnan kannalta visuaalisuuden tärkeimmät edut ovat rakennuksen hahmotumisen helpottuminen. Tietomallin avulla haastavatkin detaljikohdat havainnollistuvat helposti, verraten useiden 2D-piirustusten vertailuun keskenään. Lisäksi tietomalli vähentää mahdollisia väärinkäsityksiä, tai piirustusten lukemisesta johtuvia lukuvirheitä. Tietomallin visuaaliseen etu on myös, että useita eri tietomalleja ja kohtia voi tarkastella samaan aikaan, saman tekeminen tavanomaisista 2D-piirustuksista vaatii piirustuksien lukijalta huomattavasti enemmän aikaa ja huomiota.

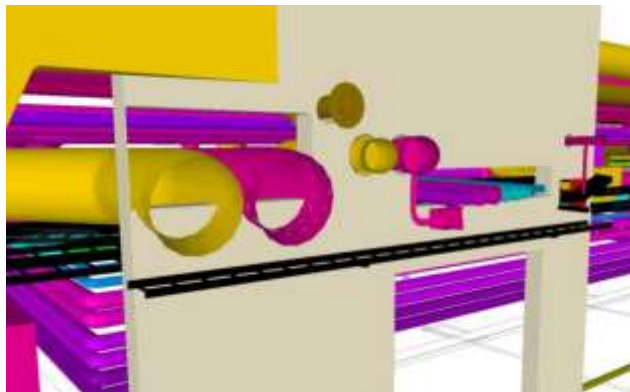
Työmaalla tietomallin visuaalisuudesta on hyötyä eteenkin urakoitsijoiden ja työntekijöiden kanssa kommunikoidessa. Kokouksissa tietomallista saa nopeasti näytettyä urakan sijainnin ja laajuuden, ja työmaalla mahdolliset epäselvyydet voidaan ratkaista tietomallista katsomalla paikan päällä. Tietomallin digitaalisuuden, ja uusien tietomallien katseluohjelmien ansiosta, tietomalleja voidaan avata mobiililaitteilla. Tietomallien käyttö mobiililaitteilla mahdollistaa tietomallin tarkastelun työmaalla paikan päällä puhelimella tai tabletilaitteella. Esimerkki tämän käytännöllisyydestä on runkovaiheen aikana läpivientikohtien tarkastelu. Mobiililaitteiden käyttö mahdollistaa myös ongelmatilanteiden

ratkomisen, tai asioiden tarkistuksen suoraan työmaalta käsin, jolloin ongelmat saadaan välittömästi ratkaistua ilman työnseisauksia.

2.3.2 Törmäystarkastelu

Törmäystarkastelu tarkoittaa eri tietomallien tarkastelua yhdistelmämallissa mahdollisten ristiriitojen tai epäjatkuvuuskohtien löytämiseksi. Törmäystarkasteluja on kolme eri tasoa: järjestelmälliset törmäykset, toiminnalliset törmäykset ja käytännölliset törmäykset. Mikäli malleissa on ristiriitoja, esimerkiksi ilmastointilaitteen huoltoon tarvittava tilavaatimus ei täyty, tai että eri objektit läpäisevät toisensa, voidaan ne ratkaista jo suunnitteluvaiheessa. [14.]

Järjestelmällisillä törmäyksillä tarkoitetaan, kun kaksi objektia lävistävät toisensa, eli niillä on joko osittain, tai kokonaan, sama geometrinen sijainti tietomallissa. Tämän havainnollistaa (Kuva 8) näkyvä törmäystarkastelu, jossa näkyy, että kaksi putkea lävistävät seinän ja ettei aukko ole riittäväksi suuri. [14.]



Kuva 8. Heikki Kulusjärvi, YTV Osa 6, TATE- ja rakennemallin törmäystarkastelu

Toiminnallisilla törmäyksillä tarkoitetaan rakennusosien käyttöä vaativan tilan täyttymistä. Havainnollistava esimerkki tästä on ilmanvaihtokoneen liian lähellä oleva seinä, jolloin laitteen huoltoa ei voi tehdä. Tietomallissa käy tällöin ilmi, mikäli toinen objekti sijaitsee laitteen tarvitsemalla alueella. Samanlaisia tarkasteluja tehdään suunnitteluvaiheessa myös ovien ja ikkunoiden käytön suhteen. Jos oven edessä ei ole riittävästi aukeamistilaa, niin ohjelma ilmoittaa, että niillä on liian vähän tilaa. [14.]

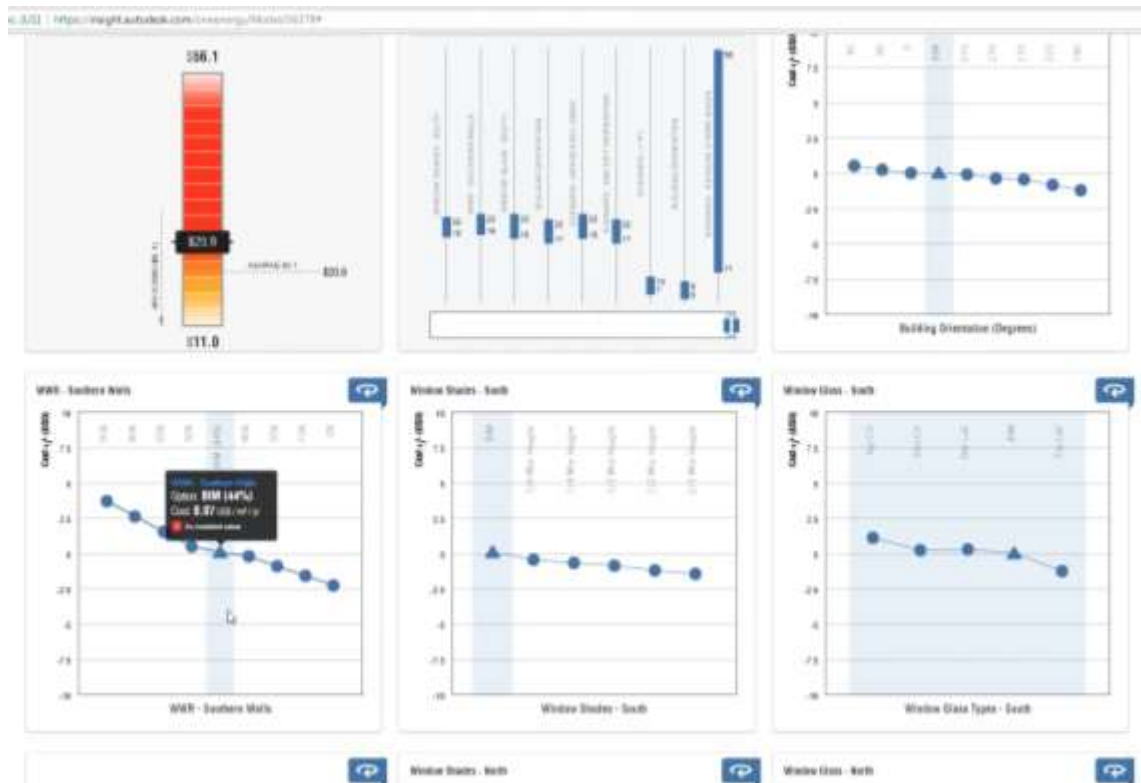
Kolmas törmäystarkastelun taso on *käytännöllinen taso*. Tällä tarkoitetaan työmaan 4D aikataulutukseen liittyviä törmäyksiä, kuten toimituksen estyminen työmaalle rakennusvaiheen takia. Näiden törmäyksien avulla työmaatoimintaa voi tehostaa, kun mahdolliset työnseisaukset ja ongelmatilanteet ovat havaittavissa, ja ratkaistavissa etukäteen. Tämänkaltaisten ongelmat tulevat esiin eteenkin suurilla työmailla, joissa logistinen suunnittelun tärkeys korostuu. [14.]

2.3.3 Simuloinnit

Tietomallien avulla voidaan tehdä simulaatioita, joiden avulla rakennuksen toimintaa voidaan ennakoida ennen itse rakentamista. Simulaatioiden avulla voidaan havainnollistaa, suunnitella ja muuttaa rakennusta sopimaan tilaajan tarpeisiin. Simulaatioiden avulla rakennusta voidaan muokata, jotta se saavuttaisi haluttavat ominaisuudet, kuten esimerkiksi alhaisen energiankäytön elinkaarikustannusten hillitsemiseksi. Simulaatioita voidaan tehdä muun muassa energiankäytöstä, valaistuksesta, akustiikasta ja erilaisista pelastustilanteista. Tietomallille voidaan myös tehdä elinkaari ja käyttöikäsimulaatioita.

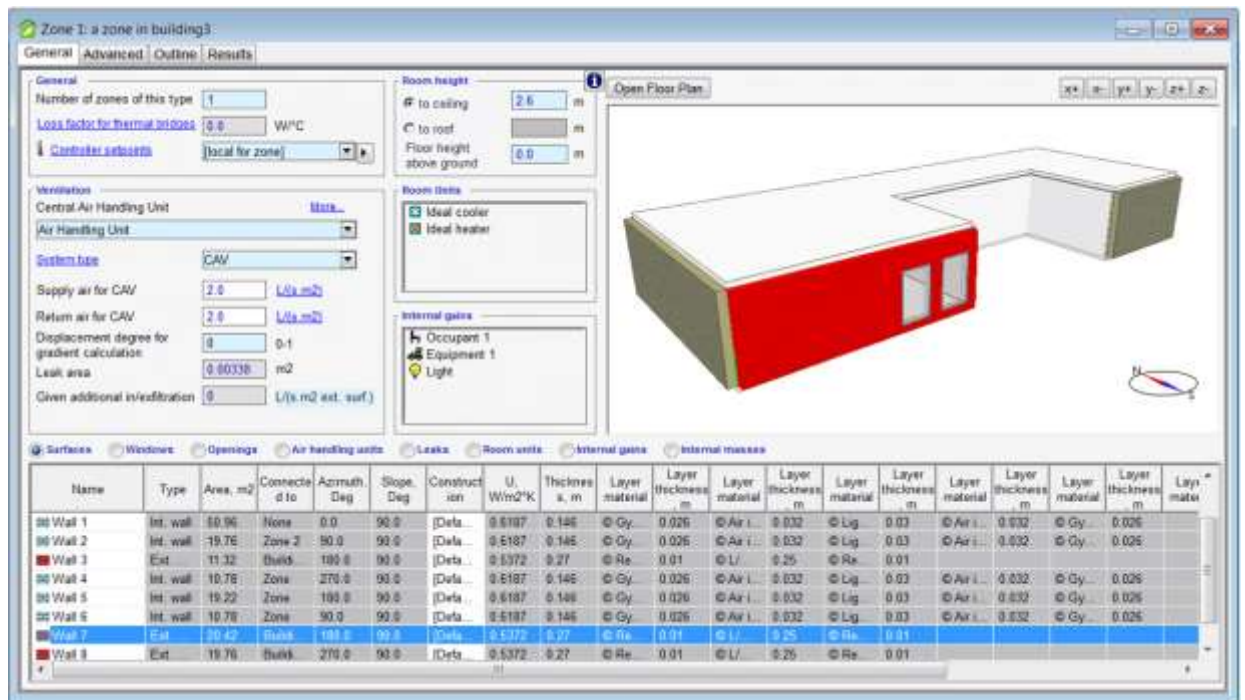
Eri simulointiohjelmiä ovat Autodesk Insight, IDA Indoor Climate and Energy, DIALux, Synchro, ja MagiCAD. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi kaksi ensimmäistä ohjelmaa edellä mainituista. [11.]

Autodesk Insight ohjelmalla rakennuksesta voidaan analysoida eri tekijöiden vaikutusta rakennuksen käyttöön ja suunnitteluun vaikuttavuuteen. Esimerkki näistä on rakennuksen *energiankäytön analyysi*. Insight on selaimessa toimiva palvelu, jossa rakennuksesta simuloidaan useiden tekijöiden vaikutukset samalla kerralla. Tämän avulla voidaan vertailla eri tekijöiden vaikutusta esimerkiksi energian käyttöön. Energiakäyttöanalyysin jälkeen ohjelma ilmoittaa arvion lämmitys- tai jäähdytyskustannuksille (Kuva 9). Ohjelmassa voi myös tarkastella eri tekijöiden muuttumisen vaikutusta hintaan, kuten ilman suunnan, ikkunapinta-alan ja ikkunoiden eristävyyskannalta (Kuva 9). [15.]



Kuva 9. Autodesk Insight ohjelman energiankäyttöanalysointi rakennukselle

IDA Indoor Climate and Energy on energiatehokkuuslaskennan simulointiohjelma. Ohjelman avulla voidaan mallintaa rakennuksen järjestelmiä ja säätölaitteita, sekä varmistaa että näiden energiankulutus on ihanteellinen. IDA ICE -ohjelma on yhteensopiva IFC-tietomallien kanssa. Ohjelma mahdollistaa yksinkertaisten, ja monimutkaisten mallien teon, riippuen syötetyistä parametriarvoista (Kuva 10). [16.]



Kuva 10. IDA Indoor Climate and Energy -ohjelman näkymä

2.3.4 Kustannusvertailu ja laskenta

Tietomalleista tehtävät informaation talteenotot ovat työmaatoimihenkilöille hyvin tärkeä työkalu. Informaation talteenottojen kautta tietomallista voi saada luettelona ulos esimerkiksi ikkunaluettelon, tai anturoiden tilavuuksia. Kyseisiä listauksia tulee joka tapauksessa tehdä projektin aikana, joten niiden saaminen tietomallista edesauttaa työmaatoimihenkilöiden työtä huomattavasti. Tietomalleista saadut informaation talteenotot ovat usein myös tarkempia, ihmisen käsin tekemiin listauksiin verrattuna, edellyttäen että tietomalli ei ole virheellinen. ITO-toiminto on SMC-ohjelmassa, johon tässä työssä tehdään käytön ohjeistuksia.

Tietomallista tehtävä kustannuslaskenta on hyödyksi eteenkin hankkeen tarjousvaiheessa. Kustannuslaskentatyökaluja on useampia, kuten Tocoman ja Vico Office. Kustannuslaskenta tietomallista mahdollistaa eri ratkaisujen kustannuksien vertailun vaivattomasti. [17.]

2.4 Tietomallipohjainen rakennuslupakäsittely

Tietomallipohjaisen rakennuslupakäsittelyprosessin tarkoituksena on nopeuttaa rakennuslupien saamista, sekä vähentää jonotusaikaa. Tietomallipohjainen rakennuslupakäsittely perustuu rakennussuunnitteluvaiheessa tehtävään tietomalliin, jota kaupungin rakennusvalvonnat tarkastelevat sähköisesti ennen luvan myöntämistä. [18; 19.]



Kuva 11. KIRA-digi kokeilun rakennuksen sijoittaminen kaupunkimalliin

Tietomallipohjaisista rakennuslupahankkeista on tehty KIRA-digi, nytemmin KiraHub, kokeilu. Kokeilussa oli mukana kolme hanketta. Kokeilussa suunniteltu asuinkerrostalo asetettiin lupapisteen 3D-kaupunkimalliin. Kaupunkimalliin sijoittaminen auttoi rakennuksen tarkastelussa naapurustoon nähden (Kuva 11). Tarkastelusta hyötyivät myös naapurit, jotka saivat paremman käsityksen rakennuksen vaikutuksesta ympäristöön. Rakennusten säännöksenmukaisuus tarkistettiin SMC-ohjelmalla, johon tehtiin suunnittelu-säännöstö pilotteja varten. Säännöstöjen avulla rakennuksista saatiin tarkasteltua jokseenkin haluttuun tasoon. Ongelmia tuotti muun muassa rakennettavia pinta-alojen, kuten kerrosneliöiden (kem²) tai huoneistoalojen (hum²), ja turvalasitusmääräysten tulkinta. Todettiin myös, että ongelmaksi koitui tiedon siirto IFC-muotoon, jolloin mallista katosi sisältötietoja. Hanke osoittautui myönteiseksi, ja yhteistyötä laajennettiin useammalle rakennusvalvonnalle. Lisäksi sovittiin yhteistyöstä eri rakennusliikkeiden ja suunnittelutoimistojen kanssa. [19.]

2.5 Tietomallinnettavan hankkeen johtaminen

Yksi suurimpia eroja tietomallinnettavan hankkeen ja perinteisesti suunniteltavan hankkeen välillä on sopimusjohtamisen ja vastuualueiden merkitys. Tietomallinnettavassa hankkeessa sopimustenteko on erityisen tärkeää, sillä hankekohtaiset tietomallintamisen tavoitteet ja laajuudet päätetään joko tarveselvitysvaiheessa tai hankkeen valmisteluvaiheessa investointipäätöksen ohella. Hankkeen tietomallivetoisen johtamisen onnistuvuuden kannalta onkin erityisen tärkeää, että projektin tietomallintamistehtäviin ja -menettelyihin osataan reagoida ajoissa. [20.]

Yksi tietomallinnettavan hankkeen riskeistä on osapuolien riittävän tietomallipätevyyden puuttuminen. Tämän vuoksi tietomallinnettavassa hankkeessa onkin tärkeää, että nimitään tietomallikoordinaattori, joka on vastuussa alustavasta tietomallisuunnitelmasta, sekä huolehtii hankkeen suunnittelualojen tietomallinnustehtävien hallinnoimisesta. Koordinaattorin tehtäviin kuuluu myös eri osapuolten vastuualueiden ja velvollisuuksien selvittäminen. Voidaan siis sanoa, että pätevä tietomallikoordinaattori on erityisen tärkeä tämälntyyppisen hankkeen toteutettavuuden kannalta. [20.]

Mikäli hankkeessa ollaan päätetty tietomallien luovuttamisesta kolmannelle osapuolelle, eli tässä tapauksessa urakoitsijalle, liittyy siihen omia riskejä. Ensinnäkin samalla pitää luovuttaa pöytäkirjoja ja selostuksia, joista käy ilmi mitä kaikkea tietomalli sisältää, sekä mikä tietomallin valmiusaste on. Riskinä tässä vaiheessa on, ettei urakoitsija täysin ymmärrä tietomallin sisältöä tai valmiusastetta, ja suunnittelee urakan väärillä tiedoilla. Tietomallien käytön vaatimukset pitää myös kirjata urakkasopimukseen, jonka merkitsee tietomallin tarkkuuden vastuun tilaajalle. Lisäksi urakoitsijan riittävä tietomalliosaaminen on varmistettava urakoitsijoita valittaessa, mahdollisten virheiden minimoimiseksi. [20.]

Hankkeen laadunvarmistuksen kannalta tietomallien laadunvarmistus on erityisen tärkeä. Tietomallien laadunvarmistus, ja yhteensopivuus toisensa kanssa, suoritetaan yleensä törmäystarkasteluilla ja visuaalisten tarkasteluiden avulla. Visuaalinen tarkastelu on ehdottoman tärkeää tietomallien laadun varmistamisen kannalta. Lisäksi tietomalleista tarkastetaan tietomallien yleinen rakenne ja mallihierarkiat, sekä objektien tietosisällöt.

Törmäystarkastelu on yksi tietomallintamisen merkittäviä etuja, sillä ennen tietomallintamista, törmäystarkastelu tehtiin paperisten piirustuksien vertailulla toistensa päällä. Ristiriitojen korjaaminen suunnitteluvaiheessa merkitsee myös, että itse rakentamisvaiheessa paljastuu vähemmän virheitä. Törmäystarkastelut ovat merkittävä etu suunnittelussa, sillä sitä aiemmin ristiriidat huomataan ja korjataan, sitä vähemmän kustannuksia menee niiden korjaamiseen. [20; 21.]

3 Tietomallinnus Lehdolla

Tässä osiossa käydään läpi Lehto Asuntojen tietomallivaatimukset ja yleisimmät tietomalleihin liittyvät ohjelmat, jotka ovat käytössä työmailla. Nämä ohjelmat ovat Solibri Model Checker (SMC), Solibri Model Viewer (SMV) ja Trimble Connect. Jatkossa Solibrin ohjelmiin viitataan SMC ja SMV lyhenteitä käyttäen. Solibrin ohjelmista yleisesti käytetyin on SMV, työmaatoimihenkilöistä on vain murto osa, jotka käyttävät SMC ohjelmaa.

3.1 Tietomallivaatimukset

Lehdolla on käytössä yleisiä tietomallivaatimuksia, ja ohjeistuksia, jota täydentävät projektin tietomallinnussuunnitelma. Suunnitelmassa asetetaan projekteille tavoitteet, vastuuhenkilöt, ja sovitaan projektin aikaisesta yhteistyöstä. Lisäksi suunnitelmassa määritellään projektin laadunvarmistustoimenpiteet, ja eri tietomallien laatimisen suositukset. Tietomallien laatimiseen määritellään muun muassa tietomallin nimeämisperusteet, kohteen koordinaatisto, sekä ohjelmistoihin liittyviä määräytyksiä.

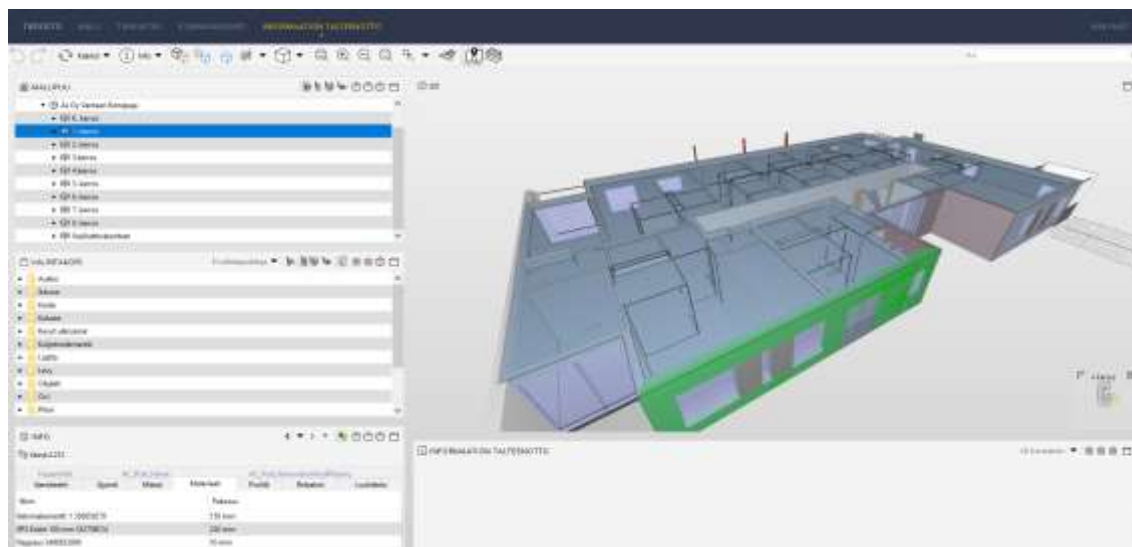
3.2 Tietomallien hyödyntäminen työmailla

Tässä luvussa käydään läpi Lehdon työmailla yleisimmin käytetyt tietomallien lukuohjelmat, jotka ovat SMV ja Trimble Connect. SMC on käytössä vain osalla työmaatoimihenkilöistä, sillä siihen tarvitsee lisenssin. SMV on yleisin käytetty ohjelma, sillä se on ilmainen käyttää, eikä siihen tarvitse lisenssiä kuten SMC-ohjelmaan. SMC-ohjelma on enemmänkin käytössä tietomallien laadunvarmistuksessa, laskennassa ja yleensä työmaiden hieman kokeneemmilla tietomallikäyttäjillä.

3.2.1 Solibri Model Viewer

SMV on ilmainen tietomallien lukuohjelma. Ohjelmassa voi avata IFC-tiedostoja, sekä SMC:llä tehtyjä yhdistelmä-tietomalleja. Tavanomaisten käsittelytyökalujen, kuten mittauksen ja leikkauksien teon lisäksi ohjelmassa saa luettua objektin tiedot. Kuvassa 12 näkyy vihreänä näkyvän elementin tiedot inforuudussa. Inforuudun sisältö voidaan täysin määritellä tietomallinnusohjelmassa, josta IFC-malli tehdään. [22.]

Mikäli malliin on tehty SMC-versiolla informaation talteenotto, voi SMV-ohjelmalla avata ja tarkastella sitä. Tällöin kyseinen ITO-lista avautuu alla olevan kuvan oikeassa alareunassa näkyvään ruutuun. Esimerkki informaation talteenotosta on listaus kaikista rakennuksen elementeistä, tai anturoiden tilavuuksista. ITO-työkalun avulla listaan saa jaoteltua jokaisen tiedon, joka objekteille on luotu. ITO-listaan saa toisin sanoen jaoteltua valitut objektit valittujen parametritietojen perusteella. Työkalun avulla työmaalla ja hankinnassa voidaan säästää huomattavasti aikaa. [22.]



Kuva 12. Kuva Solibri Model Viewer informaation talteenotto toiminnon näkymästä

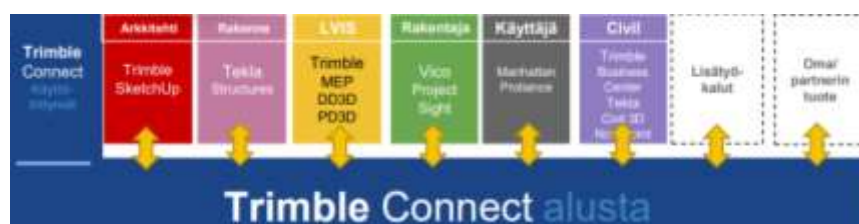
Yllä olevassa kuvassa näkyy SMV-ohjelman informaation talteenotto välilehti. Informaation talteenotosta saa vietyä listauksen erilliselle Excel-tiedostoon, tai valmiiseen pohjaan. Tarkkojen informaation talteenottojen edellytyksenä on, että tietomallit ovat tarkastettuja ja luotettavia. Tietomallien käyttö voi olla riskialtista, jos työmaatoimihenkilöt tekevät ITO-listauksia tietomalleista, jotka ovat keskeneräisiä tai he eivät tiedä tarpeeksi tietomallien sisällöstä. Tämä on yksi LEKA-pilottikäytäntöjen kohde, joka pyritään ratkaista. [22.]

Esimerkki ITO-toimintojen riskeistä on, kun lasketaan erilaisia neliömääriä tietomalleista. Se, mitä tietomallin IFC-tiedostossa näkyy pinta-ala tietona, voidaan vaikuttaa tietomallin laskennassa. Tällöin se, miten pinta-ala tiedot lasketaan, on päätettävä ennen IFC-mallin luontia. Elementtien tuotantoon nähden elementtien kokonaispinta-ala on

hyödyllinen tieto, kun taas työmaalla halutaan tietää elementtien yhden sivun pinta-ala. Pinta-alaa tarvitaan esimerkiksi rappausneliöitä laskiessa. [22.]

3.2.2 Trimble Connect

Trimble Connect on suomalaisen Trimblen vuonna 2014 julkaisema pilvipalvelumallinen tietomallien yhteiskäyttöalusta. Connect-palvelun kautta voidaan jakaa eri käyttäjille joko katseluoikeudet, tai muokkausoikeudet projekteille. Lisäksi ohjelmassa voi ottaa kuva-kaappauksia ja liittää niihin kysymyksiä, ja lähettää henkilölle tai ryhmälle. Tämän avulla esimerkiksi suunnittelijoille lähetettävät kysymykset selkenevät ja niihin voidaan reagoida nopeammin. Toisin sanoen Connect liittää hankkeen eri osapuolet yhdelle alustalle, jonka kautta kommunikointi paranee ja suunnitelmia on helppo vertailla. Lisäksi alustalle voi lisätä lisätyökaluja (Kuva 13), joista hyvä esimerkki on Workflow-työkalu. Workflow-työkalun toiminnasta lukee enemmän seuraavassa kappaleessa. [23.]

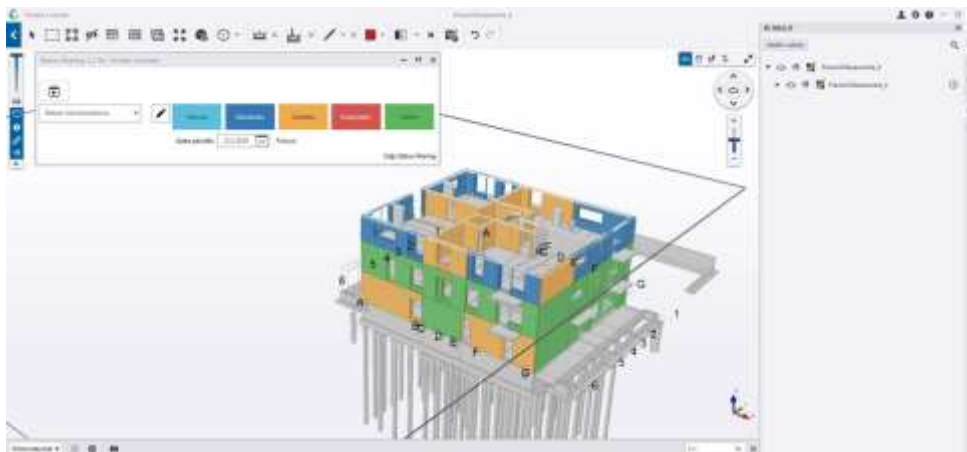


Kuva 13. Kuvakaappaus Lehdon Trimble Connect ohjelman käyttöohjeista

Connect palvelu toimii tietokoneen, ja selainversioiden lisäksi myös puhelimella tai tabletilla. Tämä on suuri etu etenkin työmaalla liikkuesssa, jolloin esimerkiksi detaljikohdan toteutuksen voi tarkistaa välittömästi paikan päällä. Palvelussa voi avata useita malleja samaan aikaan, ja tehdä esimerkiksi törmäystarkasteluja. Tämä mahdollistaa ongelma-kohtien ratkomisen ennen itse rakennusvaihetta. Lisäksi malliin voi lisätä statustiedot Workflow työkalulla ajantasaisesta työmaatilanteesta ja eri työvaiheiden toteutumasta. Tämän 4D-aikataulutyyppisen työkalun avulla myös organisaatiolla on helpompi pysyä ajan tasalla eri työmaiden aikatauluista. [24.]

Kuvassa 14 näkyy miltä Status Sharing -työkalu näyttää käytössä. Työkalun avulla rakennuksen osat väritetään ajantasaisen tuotanto-, työvaihe- tai työmaatilanteen mukaan. Työkalun kanssa työvaiheiden toteutumätietojen hallinnointi helpottuu etenkin

suuremmissa hankkeissa. Malliin voi myös lisätä ”ToDo” -komennon, eli korjaustoimenpiteen rakenteelle. ToDo-merkinnän avulla voidaan myös kommunikoida eri osapuolien kanssa, lähettämällä huomio puuttuvasta tai puutteellisesta suunnitelmasta. [24.]

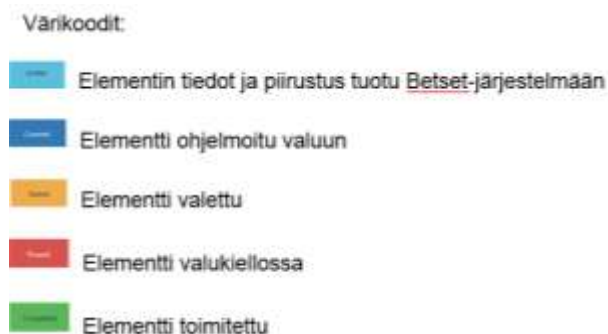


Kuva 14. Workflow työkalu Trimble Connect -ohjelmassa

3.2.3 Betset TATU -tuotannonohjaustyökalu

Esimerkki Status Sharing -työkalun mahdollisuuksista työmaalla on Betsetin juuri käyttöön tullut elementtien TATU -tuotannonohjaustyökalu ja Trimblen kehityshankkeen lisäosa Trimble Connect -ohjelmaan. Tässä vuoden 2018 tehdyssä kehityshankkeessa Betsetin TATU-tuotannonohjaustyökalu linkittyy reaaliaikaisesti suunnittelijoiden ja Trimble Connect -ohjelmaan. Työkalun avulla elementtien koko tuotantoprosessi dokumentoidaan reaaliaikaisesti, joka nopeuttaa elementtien tuotannon tilaa huomattavasti entiseen toimintaan verrattuna. [25.]

Ennen työnjohtaja toimi samassa roolissa kuin Trimble Connect, ilman automaattista tietojensiirtoa. Toisin sanoen työnjohtaja joutui soittamaan suunnittelijoille varmistaakseen, että suunnitelmat on lähetetty tehtaalte. Uuden työkalun myötä elementtien valmiustila näkyy suoraan mallista eri värikoodien avulla (Kuva 14). Kuvassa 15 näkyy jokaisen värin tarkoitus, näiden avulla tietomallista näkee nopeasti elementtien tuotantotilanteen. Tuotantotilanne värittää joka elementin sen tilan mukaiseen väriin reaaliaikaisesti (Kuva 14). [25.]



Kuva 15. Betsset tuotantostatustyökalun värikoodien tarkoitukset

Käytännössä toiminta näyttää seuraavalta: Ensin suunnittelija ottaa käyttöönsä Betsetin työkaluvalikoiman Tekla-ohjelmaan, jonka avulla hän luo tarvittavat elementtikohtaiset tiedot. Työkaluvalikoima toimii antamalla joka tiedolle oman id-tunnisteen, jonka Betsetin TATU-ohjelma lukee. Tämän jälkeen elementtien data siirtyy automaattisesti Betsset-järjestelmään, josta elementtikohtainen tuotantotila päivittyy Trimble Connect- ja Tekla-malliin. Käytännössä elementtien valmiustiedot näkyvät värikoodein, värivaihtoehdot näkyvät yllä olevassa kuvassa. Työkalu mahdollistaa lisäksi myös muun muassa raudoitteiden valmistamisen suoraan mallista saatavalla tiedolla, ja työmaan runkovaiheen reaaliaikataulutuksen. [25.]

4 Tarveselvitys

Tarveselvitys tietomallien käytön tehostukseen toteutettiin kyselylomakkeella. Lomakkeen kautta pyrittiin saamaan mahdollisimman paljon tietoa millä tasolla työmaatoimihenkilöiden tietomalliosaaminen on, mille työmaille ja ohjelmille tietomallien hyödyntäminen on keskittynyt, ja mitä tietoa työmaatoimihenkilöt haluavat saada ulos tietomalleista. Lisäksi kyselystä kerättiin palautetta Lehdon tarjoamasta tietomallintamisen perusteet kurssista, ja Lehdon jo olemassa olevista tietomalliohjeistuksista.

Tarkoituksena oli, että haastattelujen avulla kohdistettaisiin tässä opinnäytetyössä tehtävää tietomallin lukuohjelman käyttöohjeita vastaamaan tarpeita mahdollisimman hyvin, jotta siitä saataisiin kaikki hyöty irti työmaille. Ohjeistuksen tarkoituksena on poistaa työmaatoimihenkilöiltä tietomallien käytön kynnyksen tekemällä ohjeista helposti löydettäviä, lyhyitä esityksiä, jotka ovat jaoteltuja aihealueittain. Kyselyn avulla päätettiin myös, mille ohjelmalle käytön ohjeistukset tehtiin.

4.1 Työmaahenkilöstön haastattelu

Työmaahenkilöstön haastattelu tehtiin sähköisesti lähetettävän kyselylomakkeen avulla. Haastattelukysymyksien valinta aloitettiin rajaamalla mitä tietoa kyselystä oltiin hakemassa. Yrityksen ohjauskokouksen jälkeen aihealueet rajattiin sisältämään seuraavat kolme aluetta: tietomallintamisen hyödyntäminen työmaalla, tietomallikoulutuksiin osallistuminen ja Lehdon sisäisten tietomalliohjeiden käyttö. Lomakkeen tarkoituksena oli luoda selkeä käsitys millä tasolla tietomalliosaaminen on, ja mihin tarvitaan enemmän ohjeistusta. Kysymysten laadinnassa kiinnitettiin erityisesti huomiota, etteivät kysymykset olisi johdattelevia, tai tuntuisi vähätteleviltä. Kyselylomake on ensimmäisenä liitetiedostona (Liite 1).

Ensimmäinen versio kyselylomakkeesta koekäytettiin kohdetyömaan toimihenkilöillä. Koekäytön tarkoituksena oli saada suuntaa näyttävää tietoa, miten kysely toimi, ja mitä siinä voisi muuttaa. Koekäytön jälkeen todettiin, että lomakkeeseen tarvitaan kysymys, joka jaottelee alueyksiköt erikseen, jotta niiden vertailu helpottuisi. Lisäksi lisättiin kysymys ”Missä muodossa toivoisit ohjelmien lisäohjeistukset?” lomakkeen loppuun, jotta ohjeistuksien tiedostomuodosta saataisiin kerättyä mielipiteitä.

Lopullisen kyselylomakkeen ulkomuoto ja sisältö hyväksyttiin Lehdon konttorilla pidettävässä ohjauskokouksessa. Tämän jälkeen kyselylomake jaettiin niille Lehto Asuntojen työmaatoimihenkilöille, joiden projekti on tietomallinnettu. Kyselylomake lähetettiin yhteensä kuudellekymmenelle henkilölle.

4.1.1 Kyselylomakkeen tulokset

Tässä osiossa käydään läpi kyselylomakkeen merkittävimpien kysymysten tulokset. Kyselylomakkeeseen vastasi yhteensä 20 henkilöä, joista viisi oli Pohjois-Suomesta, ja loput Etelä-Suomesta. Kaikista kyselyyn vastanneista vain kaksi henkilöä olivat vastanneet, ettei ole käyttänyt tietomalleja töissään. Myönteinen tulos oli myös, ettei kukaan vastannut "Oletko käyttänyt tietomalleja työssäsi?" kysymykseen ettei tiedä miten tietomalleja käytetään. Tämän tuloksen takia voimme olettaa, ettei tietomallien käytön ohjeistus tarvitse kuvailla aivan kaikkia ohjelman perustoimintoja, vaan voimme keskittyä työmaatoimihenkilön työn kannalta oleellisiin toimintoihin.

3. Millä ohjelmalla käytit tietomalleja? (voit valita useita kohtia)

Lisätietoja

● Solibri	16
● Trimble Connect	13
● Tekla Structures	1
● Muu	0



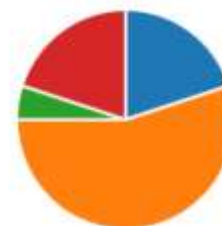
Kuva 16. Kysymys 3: Millä ohjelmalla käytit tietomalleja?

Kyselylomakkeen kolmannen kysymyksen vastauksien hajonta näkyy yllä olevassa kuvassa. Tämän kysymyksen perusteella päätettiin, että tietomalliohjeistus tulee tehdä Solibri-ohjelmistolle. Lisäksi Solibri ohjelmaan liittyy toimintoja, joille koimme työmaahenkilöiden tarvitsevan tarkempaa ohjeistusta. Tämän kysymyksen tulos vastasi myös tutkimusta tekevien odotuksia. Jatkokehityksen kannalta voidaan Trimble Connect -ohjelmalle myös mahdollisesti tehdä omia ohjeistuksia.

6. Oletko käynyt Lehdon tarjoamalla "Tietomallintamisen perusteet" kurssilla?

Lisätietoja

● Kyllä	4
● En	11
● En, mutta menen tulevalle tot...	1
● En tiennyt kurssista	4



Kuva 17. Kysymys 6: Oletko käynyt Lehdon tarjoamalla "Tietomallintamisen perusteet" kurssilla

Kyselylomakkeen tuloksista yllättävimpiä oli kuudennen, ja kahdeksannen kysymyksen tulokset. Tietomallikurssiin viittaavaan kysymykseen (Kysymys 6) vastasi myönteisesti neljä henkilöä, ja tietomalliohjeita koskevaan kysymykseen (Kysymys 8) vastasi kahdeksan henkilöä myönteisesti. Toisin sanoen lähestulkoon puolet vastanneista eivät olleet tietoisia Lehdon jo olemassa olevista tietomallien käyttöohjeista. Lisäksi tietomalliohjeita oli käyttänyt vain kaksi henkilöä.

12. Missä muodossa toivoisit ohjelmien lisäohjeistukset?

Lisätietoja

● Pdf	11
● Video	9
● Muu	0



Kuva 18. Kysymys 12: Missä muodossa toivoisit ohjelmien lisäohjeistukset?

Opinnäytetyötä tekeväille merkittävin tulos oli kyselylomakkeen kahdestoista kysymys, jossa kysyttiin, missä muodossa vastanneet mieluiten haluaisivat tietomalliohjelmien ohjeistukset. Tulokset olivat hyvin tasaiset, kuten yllä olevasta kuvasta näkyy, mutta pdf-tiedostomuoto sai pienen enemmistön äänissä. Kyselyn tuloksesta huolimatta, käytiin tämä kohta kuitenkin läpi uudelleen yrityksen ohjauskokouksessa. Kokouksessa pohdittiin molempien tiedostomuotojen myönteisiä ja kielteisiä puolia, jonka jälkeen päätettiin, että Solibri ohjelman käytön ohjeet tehdään pdf muodossa, mutta että ohjeistukseen lisätään video tarvittaviin kohtiin. Tällä tapaa ohjeistukset ovat yhdistelmä pdf- ja videomuotoa.

Ohjeistuksen tekemisen kannalta tärkeimmät tulokset kyselystä oli kysymys numero 13 vastaukset. Vastauslista on liitetiedostona (Liite 2). Kyselystä kävi selkeästi ilmi, että vastanneet toivovat määrien saamista tietomalleista, sillä vain yksi vastannut ei kertonut toivovansa määriä. Vastauksista eniten ääniä sai määrät, massat, ja neliöt. Kysymyksen tulokset olivat eteenkin hyödyllisiä tietomalleja kehittäville henkilöille, sillä he eivät ole aiemmin saaneet juurikaan palautetta tietomalleihin liittyen työmaatoimihenkilöiltä.

4.1.2 Johtopäätökset

Kyselylomakkeen tulokset olivat hyvin myönteisiä, ja lomakkeesta saatiin haluttuihin kysymyksiin vastaukset. Lomakkeesta kävi ilmi, että tietomallien ohjeistuksille on todellinen tarve, ja että Lehdon tarjoamien kurssien ja yleisten tietomalliohjeiden saatavuutta pitäisi parantaa. Kyselyn tuloksista kävi ilmi, mitä tietoja työmaatoimihenkilöt haluavat saada malleista, ja täten myös mille työkaluille on tarve tehdä käytön ohjeistus. Lisäksi lomakkeesta kävi ilmi, että suurin osa työmaatoimihenkilöistä käyttää Solibri -ohjelmaa, mutta myös että yli puolet vastanneista käyttää sekä Solibri että Trimble Connect -ohjelmaa.

Kyselylomakkeen vastauksien perusteella valittiin, että käytön ohjeistus tehdään Solibri-ohjelmalle. Yrityksessä pidettävässä ohjauskokouksessa sovittiin erikseen mille aihealueille ohjelman käytön ohjeistukset tehdään. Alueiksi valittiin ohjelman perustoiminnot, mittaustoiminto, leikkaustoiminto ja informaation talteenotto sekä SMV että SMC-ohjelmassa. Nämä ohjeistukset vastaavat kyselylomakkeessa esille tulleita toiveita tietomalleista.

4.2 Rakennesuunnittelijapuolen haastattelu

Suunnittelijapuolelta haastateltiin Jakke Karjalaista, Insinööritoimisto Mäkeläisen tietomallinnuspäällikköä. Insinööritoimisto Mäkeläinen on Lehdon sisäinen rakennesuunnitteluyritys. Haastattelu tehtiin puhelimitse, vapaana haastatteluna. Haastattelun aikana käytiin läpi suunnittelijoiden näkökulmia tietomallien tekemisestä työmaille, mitä mahdollisuuksia tietomalleihin lisättävillä tiedoilla on ja mitä palautetta suunnittelupuolella on työmaatoimihenkilöille.

Karjalainen kertoi, että tietomalliin on helposti lisättävissä tietoa mallinnusvaiheessa, mikäli siitä kertoo ajoissa. Hän kertoi, että työmaiden toiveet tietomallien sisällöistä tulee usein liian myöhään, ja että tämä aiheuttaa lisätöitä suunnittelijoille. Haastattelussa käytiin läpi työmaatoimihenkilöiden kyselylomakkeessa ilmoittamat toiveet tietomalleista saatavista tiedoista, ja miten ne käytännössä toteutettaisiin. Karjalainen kertoi myös, että kaikki kyselyssä esille tulleet toiveet ovat toteutettavissa, mutta osaan menee hieman enemmän aikaa. Esimerkiksi perustusten muottineliöiden lisäämisessä tietomalliin olisi hieman enemmän töitä, eri anturatyypien ja muotojen takia.

Haastattelussa kävi ilmi, että suunnittelijat voivat muokata Solibri ohjelman info välilehtiä, ja rivejä, haluamalla tavalla (Kuva 19). Malliin voitaisiin siis helposti lisätä objekteille määrätiedot halutuista parametreistä. Esimerkkeinä lisättävistä arvoista on anturoiden sivujen pinta-alat, eri pinta-alat ja määrätiedot. Käytännössä rakennesuunnittelija valitsee mitkä tiedot siirtyvät Tekla mallista IFC-malliin, joka myöhemmin avataan Solibri ohjelmassa. Karjalainen kertoi myös, että heidän on pitänyt yhtenäistää suunnittelijoiden nimeämishojeita Tekla mallissa. Hän kertoi, että esimerkiksi julkisivumateriaalia ilmoittaessa eri suunnittelijat voivat kuvailla tiilimuurausta eri nimikkein. Tällöin tiedon siirtäminen IFC-malliin hankaloituu. IFC-malliin vietäessä tietoa, on tärkeää, että objektien nimet ovat oikeellisia, jotta mallista tulee yhtenäinen. Muutoin eri suunnittelijoiden mallien nimeämiset eroavat toisistaan, ja tietomallien käyttö hankaloituu.

Luokittelu	Hyperlinkit	BaseQuantities	BEC	BEC-Työnkulku	Tekla Assembly
Identiteetti		Sijainti		Määrä	Relaatiot
Ominaisuus				Arvo	
Malli				1531-RAK	
Suunnitteluala				Rakenne	
Nimi				Steel Assembly	
Vaihe					
Tyyppi				Steel Assembly	
Tyypin nimi					
Esimäärittäty tyyppi				NOTDEFINED	
Mallin kategoriat					
Kuvaus					

Kuva 19. Solibri ohjelman info-välilehti

Yllättävä Karjalaisen haastattelussa kertoma asia oli, että suunnittelijoille soitetaan hyvin usein työmailta. Hän kertoi, että samoille suunnittelijoille saatetaan soittaa työmaalta lähes viikoittain, kun he tarvitsevat joitain tietoja mallista, vaikka nämä tiedot olisivat saatavissa IFC-lukuohjelmalla mallista. Tämä oli uutta tietoa, ja kertoo myös tietomallien käytön ohjeistuksien olevan tarpeellisia.

4.2.1 Johtopäätökset

Karjalaisen haastattelun jälkeen kävi ilmi, että kyselylomakkeessa esille tulleet työmaatoimihenkilöiden toiveiden toteutus on täysin mahdollista. Tärkeää on, että työmaat kertovat kunkin työmaan toiveet tietomallia kohti ajoissa, jotta muutokset voidaan tehdä ennen itse tietomallin tekemistä. Muutoin tästä syntyy usein ylimääräistä työtä rakennesuunnittelijoille. Suunnittelupuolelta toivottiin yleisesti enemmän kommunikaatiota, etenkin projektin alussa, työmaan toiveista tietomallin sisältöön liittyen. Yllättävää oli esille tullut työmaatoimihenkilöiden soittelu suoraan suunnittelijoille, tiedon perään, joka on suoraan otettavissa tietomallista. Tämä kertoo, että työmailloilla tietomallien hyödyntämisen suhteen on vielä parannettavaa, ja että Solibri-ohjelman käyttöohjeelle on todellinen tarve. Tämä oli hyvin myönteinen tulos haastattelusta.

5 Tietomalliohjeen laadinta

Tässä osiossa käydään läpi, miten Solibri-tietomalliohjeita tehtiin, minkälainen nykyinen tietomalliohjeistus on ja mitkä olivat tietomalliohjeistuksien lopputulokset.

5.1 Tarveselvitysosuuden tulos

Kyselylomakkeesta kävi ilmi, että työmaatoimihenkilöt ovat valmiita käyttämään tietomalleja, mutta että niihin liittyvät ohjeistukset ovat joko riittämättömiä, tai vaikeasti saatavissa. Toisin sanoen kyselylomakkeesta kävi ilmi, että tarve Solibri-ohjelman käyttöohjeille on todellinen. Lisäksi haastatteluista kävi ilmi mitä tietoa työmaatoimihenkilöt haluavat saada ulos tietomalleista. Tämä oli erityisen tärkeää tietoa Solibri käytön ohjeistusta varten, sillä tulosten perusteella valittiin mille työkaluille tämän opinnäytetyön aikana tehtävät käyttöohjeet suunnataan. Suunnittelupuolen haastattelusta kävi ilmi, että työmaatoimihenkilöiden tietomallien toiveet ovat toteutettavissa, mikäli niistä kerrotaan ajoissa. Kävi myös ilmi, että suunnittelijapuolellakin on havaittu tietomalliohjeen tarve.

5.2 Aiemmat tietomalliohjeistukset

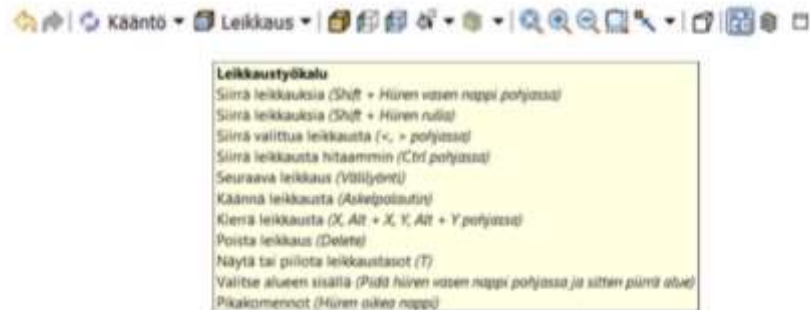
Lehdolla on aiemmin ollut käytössä ohjelmistotoimittajien tekemät käytön opastukset, ja Lehdon tekemät suunnittelijoille ohjatut ohjeistukset. Solibrin omat ohjeistukset ovat pitkiä, eivätkä käy toimintoja läpi yksityiskohtaisesti. Ohjelmistotoimittajien omat ohjeistukset eivät ole vastanneet työmaatoimihenkilöiden tarpeita. Työmaatoimihenkilöille aiemmin kohdistetut käytön ohjeistus on ollut Solibrin Aloittajan opas Solibri Model Viewer -ohjelmalle.

Solibrin aloittajan oppaassa eri toiminnot käydään läpi lyhyesti lähinnä ohjelman info-ruutujen kautta, toimintojen varsinaista käyttöä tai ulkonäköä ei havainnollisteta, ja ohjeet ovat hyvin suppeat. Kuvassa 20 näkyy Solibrin aloittajan oppaassa kaikki leikkaustyökaluihin liittyvät tiedot. Solibrin aloittajan oppaassa on otettu esille työkalut kuvan 20 esittämällä tavalla. Tämä esitystapa on suppea, eikä näytä työkalujen toimintaa käytännössä. Lisäksi aloittajan opas on yksi suuri tiedosto, josta joutuu etsimään tarvitsemansa työkalun ohjeistukset. Uusien tietomallien lukuohjelman käytön ohjeistuksien tulee havainnollistaa työkalujen käyttöä selkeämmin.

Leikkaus työkalut

Leikkaus työkalu käytetään erilaisten leikattujen näkymien asettamiseen tietyistä leikkaustasosta. Leikkaustasoa on myös mahdollista liikuttaa tarpeen mukaan

Valitse se taso tai pinta jonka mukaisesti haluat leikkaustason. Voit tehdä samaan malliin 6 erilaista leikkaustasoa (Kuva 24). Leikkaustason syvyyttä voit muuttaa liikuttamalla leikkaustasoa painamalla "shift" -nappia ja liikuttamalla hiirtä vasen nappi alhaalla tai scrolaamalla hiiren rullaa.



Kuva 23 Leikkausten ohjaus

Kuva 20. Solibri Aloittajan opas, leikkaustyökalun käyttö, sivu 9

Tärkeää olisi, että jokaisen valitun toiminnon ohjeistus on erikseen, ja että ohjeistukset ovat lyhyitä ja ytimekkäitä. Tällöin työmaatoimihenkilöillä on pieni kynnys käyttää käytön ohjeistuksia, kun niiden käyttö on tehty mahdollisimman vaivattomaksi. Olemassa olevat tietomalliohjeistukset ovat olleet käytettävissä Lehdon sisäisellä verkkolevyllä, sekä osittain myös Lehdon intranetissä. Tieto tietomallien ohjeistuksien sijainnista ei ole tullut työmaatoimihenkilöille saakka tästä huolimatta, minkä takia niiden käyttö on jäänyt odotettua vähäisemmäksi.

5.3 Uusi tietomalliohjeistus

Ohjauskokouksissa valittiin tietomalliohjeistuksien sisältävän Solibrin perustyökalut, mitaus ja leikkaustoiminnot ja myös informaation talteenoton toiminto. Uusia tietomalliohjeita tehtiin yhteensä seitsemän kappaletta. Näihin toimintoihin ei ole aiemmin ollut käytön ohjeistusta Lehdolla. Uusissa tietomalliohjeistuksissa käydään jokainen toiminto läpi yksityiskohtaisesti kuvien ja videoitten avulla, jotta henkilö, joka ei ole käyttänyt kyseistä ohjelmaa ennen saa selkeän käsityksen, miten toimintoa käytetään.

Uusien tietomalliohjeistuksien laatimisessa keskityttiin siihen, että ohjeistukset pysyisivät mahdollisimman yksiselitteisinä ja lyhyinä, jotta niiden käytön kynnys pysyisi matalana. Ohjeistuksien on tarkoitus toimia yksinään, sekä Lehdon tarjoaman tietomallikoulutuksen

tukena. Jokainen ohjeistus tehtiin erikseen, jotta työmaalla voi avata juuri sen toiminnon ohjeistuksen mihin on tarve.

-Klikkaa leikkaus kuvaketta
-Klikkaa pintaa, jonka suunnasta haluat leikkauksen

Esimerkiksi jos haluat nähdä vaakaleikkauksen rakennuksesta, klikkaa silloin rakennuksen kattoa

-Voit tehdä useampia leikkauksia samalla kerralla

-Klikkaa tällöin seuraavaa pintaa, josta haluat leikkauksen

Katso että leikattava pinta on näkyvässä, eli ei ole sinisen tason alla

Sinisen tason voi piilottaa/näyttää painamalla T näppäintä

Liikuttaaksesi leikkausta, pidä Shift näppäintä pohjassa, ja joko rullaa hiirtä tai klikkaa ja vedä kursoria siihen suuntaan johon haluat että leikkaus siirtyy

Leikkauksien käyttö
Siirrä leikkauksia (SHIFT + Hiiren vasen näppäin)
Siirrä leikkauksia (SHIFT + Hiiren kello)
Siirrä leikkauksia leikkauksen (V - pohjassa)
Siirrä leikkauksia leikkauksen (SHIFT pohjassa)
Seuraava leikkaus (T näppäin)
Käynnä leikkauksen (Hiiren pohjassa)
Erikois leikkauksia (X, Alt + X, Alt + T pohjassa)
Poista leikkaus (Delete)
Täydä tai ylläsiirrä leikkauksia (T)
Käynnä leikkauksen (Hiiren pohjassa)
Käynnä leikkauksen (Hiiren pohjassa)

Leikkauksen tarkastaminen Solibri Model Viewer ohjelmassa

LEHTO

Kuva 21. Dia opinnäytetyössä tehdyssä Leikkaustyökalun käytön ohjeistuksesta

Käytön ohjeistuksiin lisättiin sekä kuvia, että videoita. Kuvassa 21 näkyy leikkaustyökalun ohjeistuksen yksi dia. Tässä diassa on upotettuna video, joka havainnollistaa miten leikkauksia tehdään, ja miten niitä siirretään. Kuvassa 21 kerrotaan lisäksi, miten leikkaus tehdään käytännössä, miten niitä liikutetaan ja muuta keskeisiä leikkauksiin liittyviä asioita. Kaikki ohjeistukset pyrittiin pitämään alle kymmenen dian pituisina, jotta niiden läpikäymiseen ei kuluisi liikaa aikaa.

6 Jatkotutkimus

Jatkotutkimuksena vastaavat tietomallin käytön ohjeistukset voidaan tehdä Trimble Connect -ohjelmalle. Lisäksi SMC-ohjelman käytön ohjeistuksia voi laajentaa, sisällyttämään ohjelman tarkastus, kommunikointi, ja eri roolit. Näille toiminnoille on kuitenkin huomioitava, kohdistetaanko ne pelkästään työmaatoimihenkilöille, tai myös muille käyttäjäryhmille, ja projektipäälliköille. On myöskin arvioitava, onko toimintojen käyttö tarpeellista työmaalla. Laajempien SMC-toimintojen käyttöohjeiden tekemisen ohessa olisi mahdollista tehdä työmaatoimihenkilöille pelkistetty versio.

Lisäksi SMC-ohjelmaan voisi laajentaa eri informaation talteenottoja juuri työmaatoimihenkilöitä ajatellen. Informaation talteenottoja tehdessä tulisi kuitenkin tarkistaa tarvittavat muutokset tietomalliin, tai IFC-tiedoston luomisessa. Esimerkki tästä on ikkuna ja oviluettelon luominen suoraan tietomallista, johon tarvitsee lisätietoja kyseisten objektien eri ominaisuuksista.

Jatkotutkimuksena voisi tehdä uuden kyselyn käyttäjien mielipiteistä opinnäytetyössä tehtyjen käyttöohjeista, jonka jälkeen niitä voisi jatkokehittää. Mahdollisuutena on myös tehdä laajemmat käyttöohjeet pelkästään videomuodossa, jonka kohderyhmänä olisi ohjelman laajempaan käyttöön kiinnostuneet henkilöt.

7 Yhteenveto

Työmaatoimihenkilöille lähetetystä kyselylomakkeesta ilmeni, että Solibri ja Trimble Connect -ohjelman käytön ohjeistuksille on todellinen tarve. Kyselylomakkeeseen vastanneet kertoivat toivovansa ohjelmien perustyökaluille ohjeistuksia. Eniten esille tullut toive koski ITO-toimintoa. Kyselylomakkeen tuloksien perusteella tehtiin käytön ohjeistukset eniten ääniä saaneelle ohjelmalle ja toiminnoille. Käytön ohjeistuksia tehtiin yhteensä seitsemän kappaletta.

Käyttöohjeiden teossa huomioitiin, että niiden tulisi olla mahdollisimman yksiselitteisiä, ja lyhyitä, jotta kynnyks niiden käyttöön pysyisi matalana. Tarkoituksena on, että käyttöohjeita voi käyttää henkilö, joka ei ole aiemmin käyttänyt ohjelmaa. Ohjauskokouksessa päätettiin, että käyttöohjeisiin sisällytettäisiin eteenkin kuvia toiminnoista, mutta myös videoita toiminnoista.

Kyselylomakkeesta kävi myöskin ilmi, että vastanneista suurin osa ei tiennyt aiempien tietomalliohjeistuksien olemassaolosta, ja etteivät he tieneet Lehdon tarjoamasta tietomallien käytön perusteet kurssista. Suunnittelijapuolen tietomallinnuspäällikön Jakke Karjalaisen haastattelussa ilmeni, että kyselylomakkeessa esille tulleet toiveet ovat toteutettavissa. Haastattelun aikana ilmeni myös, että heille soitetaan usein ja kysytään asioita, jotka ovat saatavissa suoraan IFC-mallista.

Opinnäytetyön aikana ilmeni toisin sanoen useaan otteeseen, että tietomallien käytön ohjeistuksille on todellinen tarve.

Lähteet

- 1 Lehto, *Lehto vastaa tietomalliosaaajapulaan – käynnistää oman LEKA-akatemia* [uutinen]. 25.1.2018 [viitattu 18.12.2018]. Saatavissa: <https://lehto.fi/lehto-vastaa-tietomalliosaaajapulaan-kaynnistaa-oman-leka-akatemia/>
- 2 Lehto, *Kuinka tietomallintaminen muuttaa hankintainsinöörin työtä, Sakari Juujärvi ja Juulia Junntila?* [haastattelu]. [viitattu 18.12.2018]. Saatavissa: <https://lehto.fi/haastattelu/hankintatiimi-sakke-ja-juulia/>
- 3 Oracle, *Oracle Aconex Overview* [ohjelman esittely]. [viitattu 5.2.2019]. Saatavissa: <https://www.aconex.com/what-is-BIM>
- 4 Leppänen Antti, *Tietomallin käyttö kiinteistön ylläpidossa*. 2012 [viitattu 5.2.2019]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012053111070>
- 5 Ympäristöministeriö, *Selvitys rakennusten hiilijalanjäljen vähentämisestä valmis* [tiedote]. 30.6.2017 [viitattu 6.1.2019]. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankoh-taista/Tiedotteet/Selvitys_rakennusten_hiilijalanjaljen_va\(43779\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankoh-taista/Tiedotteet/Selvitys_rakennusten_hiilijalanjaljen_va(43779))
- 6 BuildingSMART, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus (Versio 1.0. 2012)* [ohjeistus]. 27.3.2012 [viitattu 5.2.2019] Saatavissa: https://buildingSMART.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf
- 7 BIM Handbook, *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* [Kirja]. 5.5.2017 [viitattu 10.2.2019]. Saatavissa: https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=aCi7Ozwkoj0C&oi=fnd&pg=PA305&dq=Eastman+%26+al,+BIM+Handbook+2008&ots=ZbCaJZB7Gp&sig=X4plppZpPxpjMDvSIWSnAkCefLc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- 8 Rakennustieto, *Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset julkistettiin tänään* [lehdistötiedote]. 27.3.2012 [viitattu 17.12.2018]. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/lehdistotiedotteet/66THjNAjr/tietomallivaatimukset_julkaistu_lehdistotiedote_270312.pdf
- 9 Building SMART, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus* [ohjeistus]. 27.2.2012 [viitattu 5.2.2019]. Saatavissa: https://buildingSMART.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf
- 10 Atlastica, *3D-skannaus eli laserkeilaus, mitä se on?* [tiedote]. [viitattu 20.2.2019]. Saatavissa: <https://atlastica.fi/laserkeilaus/>

- 11 Senaatti, *Tietomallit ylläpidossa* [raportti]. 21.9.2016 [viitattu 20.2.2019]. Saatavissa: https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf
- 12 Building SMART, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 5. Rakennesuunnittelu* [ohjeistus]. 27.2.2012 [viitattu 20.2.2019]. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf
- 13 Elementtisuunnittelu, *BEC Elementtisuunnittelun mallinnusohje*. Toukokuu 2016 [viitattu 25.2.2019]. Saatavissa: http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v109.pdf
- 14 The BIMhub, *3 Types Of 3D BIM Clash Detection Have Their Own Importance* [analyysi]. 23.6.2015 [viitattu 20.2.2019]. Saatavissa: <https://thebimhub.com/2015/06/23/3-types-of-3d-bim-clash-detection-have-their-own-i/#.XJl6g9ozaHs>
- 15 Autodesk Building Solutions, *A Quick Introduction To Insight & Revit's Energy Modeling and Analysis Tools* [käytön esittelyvideo]. 7.12.2017 [viitattu 9.3.2019]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=FNqS0K-Cr2Q>
- 16 Equa, *IDA Indoor Climate and Energy* [ohjelman esittely]. [viitattu 9.3.2019]. Saatavissa: <https://www.equa.se/fi/ida-ice>
- 17 Tekla, *Vico-ohjelmistot* [ohjelmien esittely]. [viitattu 12.3.2019]. Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/vico-ohjelmistot>
- 18 KIRA-digi, *Tietomallipohjainen rakennuslupa asuinkerrostalohankkeessa* [loppuraportti]. 29.12.2017 [viitattu 10.1.2019]. Saatavissa: <http://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet/tietomallipohjainen-rakennuslupa-asuinkerrostalossa.html>
- 19 Lehto Group, *Rakennuslupakäsittely nopeutuu – Lehto mukana kehittämässä tietomallipohjaista lupakäsittelyä* [verkkosivu]. 23.4.2018 [viitattu 15.12.2018]. Saatavissa: <https://lehto.fi/cision/rakennuslupakasittely-nopeutuu-lehto-mukana-kehittamassa-tietomallipohjaista-lupakasittelya/>
- 20 Building SMART, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen*. 27.2.2012 [viitattu 15.3.2019]. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf
- 21 The BIM Center, *What is clash detection? how does BIM help?* [artikkeli]. [viitattu 15.3.2019]. Saatavissa: <https://www.thebimcenter.com/2016/03/what-is-clash-detection-how-does-bim-help.html>

- 22 Solibri, *Solibri Model Viewer* [ohjelman esittely]. [viitattu 15.3.2019]. Saatavissa: <https://www.solibri.com/solibri-model-viewer>
- 23 Trimble, *Trimble Launches Trimble Connect, New Cloud-based Collaboration Platform for Construction and Operation of Buildings* [tiedote]. 31.10.2014 [viitattu 10.1.2019] Saatavissa: www.trimble.com/news/release.aspx?id=103114a
- 24 Solibri, *SMC Workflow with BCF* [ohjelman esittely]. 2016 [viitattu 29.1.2019]. Saatavissa: <https://solibri.wordpress.com/2016/06/27/smc-workflow-with-bcf/>
- 25 Suunnittelujohtajan, Markku Räisäsen haastattelu. 22.1.2019. Betsset yhtiöt.

Kyselylomake

Tässä liitetiedostossa näkyy sähköpostitse työmaatoimihenkilöille lähetetty Microsoft Office 365 ohjelman Office Forms kyselylomake.



Tietomallien käytön kartoitus ja kehityskysely

Nopea parin minuutin, noin kymmenen kysymyksen kysely. Kiitos ajastasi!

1. Mihin yksikköön kuulut? *

- Etelä-Suomi
- Länsi-Suomi
- Itä-Suomi
- Pohjois-Suomi

2. Oletko käyttänyt tietomalleja työssäsi? *

- Kyllä
- En
- En tiedä miten tietomalleja käytetään

3. Millä ohjelmalla käytit tietomalleja? (voit valita useita kohtia) *

- Solibri
- Trimble Connect
- Tekla Structures
-

4. Missä kohteessa käytit tietomallia?

Kirjoita vastaus

5. Olisitko valmis käyttämään tietomalleja? *

- Kyllä olen, osaan käyttää tietomallien lukuohjelmia
- Kyllä olen, mutta en osaa käyttää lukuohjelmia
- En ole kiinnostunut tietomalleista
- En tiedä mikä tietomalli on

6. Oletko käynyt Lehdon tarjoamalla "Tietomallintamisen perusteet" kurssilla? *

- Kyllä
- En
- En, mutta menen tulevalle toteutukselle
- En tiennyt kurssista

7. Kuinka hyödyllisenä koit kurssin?

1 = Täysin hyödytön, 3 = Melko hyödyllinen, 5 = Kurssi oli juuri mitä tarvitsin *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

8. Oletko käynyt Lehdon tietomalliohjelmien käyttöohjeita läpi?

[Q-asema - BIM - Ohjelmistot] tai intrasta:

<https://intranet.lehto.fi/tietomallintaminen/ohjeistukset/ohjelmisto-ohjeet/> *

- Kyllä
- En
- En ollut tietoinen ohjeistuksista

9. Minkä ohjelman ohjeistuksen kävit läpi? *

- Solibri
- Trimble Connect
- Tekla structures

10. Kuinka hyödyllisenä koit ohjeistuksen?

1 = täysin hyödytön, 3 = ohjeistus auttoi vähän, 5 = täydellinen ohjeistus *

1 2 3 4 5

11. Miten ohjeistusta voisi kehittää? *

Kirjoita vastaus

12. Missä muodossa toivoisit ohjelmien lisäohjeistukset? *

Pdf
 Video

13. Mitä tietoa haluaisit saada ulos tietomalleista?

(esimerkiksi muottineliöt, paikallavalumassoja, rautojen määriä yms.) *

Kirjoita vastaus

Kyselylomakkeen numero 13. kysymyksen tulokset:

Tunnus ↑	Nimi	vastausta
1	anonymous	Betonimäärät,elementtien painot,pv-rautojen massat,paikalla tehtävien tilojen määriä: laatat,levyt yms.Teräsosien luettelo,esim.tartunnat,erilaiset muuraustuet,ivkh teräsrakenteet,piha-alueen teräsrakenteet.Näistä on taloudellista hyötyä,jos pystyy kilpailuttamaan kaikki teräsosat kerralla.
2	anonymous	muottineliöt, paikallavalumassoja, rautojen määriä, YLEENSÄKIN MÄÄRIÄ JA MITTOJA
3	anonymous	Muottineliötä, betonimääriä, rautakilot, kipsilevy neliöt, parketti neliöt, materiaali listauksia huoneisto kohtaisesti (esim. ikkunat, laatta neliöt)
4	anonymous	muottineliöt,alakatonneliöt ,raudat,elementtitartunnat ,latkat yms.
5	anonymous	Enimmikseen käytän massojen laskemiseen ja erikoisten muotojen tutkimiseen.
6	anonymous	massat esim anturoista. Rautakilot olisi myös hyvä laskun tarkastuksen kannalta!
7	anonymous	Neliö ja kuutiotietoja rakenteista eli juurikin muottitöihin ja julkisivuun liittyvät määrät ovat tärkeitä.
8	anonymous	Juurikin nuo ja pintarakenteiden massat
9	anonymous	muottineliöt, paikallavalumassoja, rautojen määriä
10	anonymous	Mittoja
11	anonymous	Rappausneliöt, holvimuotin pinta-ala, betonitilavuudet, elementtien määrät kerroksittain
12	anonymous	Laskea m2 ja m3. Hahmottaa työjärjestyksiä
13	anonymous	Muottineliöt ja paikallavalumassat.
14	anonymous	paikallavalu kuutiot, neliöt, rautojen määrät, piiri,
15	anonymous	Määriä, liittymäpaikkoja ja yleiskuvan kohteesta. -Muottineliöt-Betonimenekkejä-Kaikkia määriä.
16	anonymous	Määriä luotettavasti, neliötä kuutioita. Vielä ei ole luotettavina ollut otettavissa joten käyttö jäänyt lähes olemattomaksi. Myös talotekniikka mukaan jotta risteävät kohdat löydetään ajoissa.

17	anonymous	Määrät ja jos mahdollista suuntaa antavat hinnat
18	anonymous	Tarkat rautakuvat, mittoja sisä ja ulkopuolen liitoksista. Valu kuutiot ja pinta-alat
19	anonymous	Kertauksena miten tietomallista otetaan yleisesti määriä ulos
20	anonymous	Haluan saada kaikki hyöty irti tietomallista. On ollut todella paljon hyötyä varmistaa kaikki määrät esim laskennassa, tavaran tilauksessa, suunnittelussa, urakoitsija laskuttaneesta määrästä, suunnitteluvirheet, alueen hahmottamisessa sekä suunnittelu ja paljon muuta