

Tietomallien työmaakäytön käytännön haasteita

LAB-ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK), Työnjohdon koulutusohjelma, tekniikan koulutusala

2021 Asko Hämäläinen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Hämäläinen Asko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 25	
Työn nimi Tietomallien työmaankäytön käytännön haasteita		
Tutkinto Rakennusmestari (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Taito Hämäläinen, Toimitusjohtaja, Suomen Toimitilasaneeraus Oy		
Tiivistelmä <p>Tietomallit ovat nousseet 2000-luvun rakentamisen keskiöön. Tässä opinnäytetyössä haluttiin selvittää Suomen Toimitilasaneeraus Oy:n konsulttoimien rakennusliikkeitten työnjohdollisia valmiuksia hyödyntää tietomalleja jokapäiväisessä työssään. Työssä selvitettiin myös KVR- ja omaperustaisten rakennuskohteitten tietomallien laatua, ja ohjeistettiin noudattamaan Helsingin kaupungin jo standardiksi nousseita tietomallivaatimuksia. Opinnäytetyössä käytettyjen tietomallien tarkastukset ja ohjeistukset suoritettiin Solibri Office -ohjelmistolla.</p>		
Asiasanat tietomalli, työnjohto, Solibri		

Abstract

Author(s) Hämäläinen, Asko	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 25	
Title of Publication Practical challenges of Building Information Models site use		
Name of Degree Construction Site Manager (UAS)		
Name, title and organization of the client Taito Hämäläinen, Managing director, Suomen Toimitilasaneeraus Oy		
Abstract <p>Building Information Models have risen to the center of 21st century construction. The aim of this thesis was to find out the work management capabilities of the construction companies consulted by Suomen Toimitilasaneeraus Oy to utilize Building Information models in their daily work. Thesis also examined the quality of data models for integrated building and self-constructed construction projects and instructed to follow the data model requirements that have already become standard in the City of Helsinki. Checks and instructions for the data models used in the thesis were performed with Solibri Office software.</p>		
Keywords models, building, Solibri		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Yleistä tietomallinnuksesta.....	2
2.1	Kolmiulotteinen virtuaalimalli.....	2
2.2	Standardit	2
2.3	Lyhenteet ja keskeiset käsitteet	3
2.4	Mallinnuksen tavoitteet	3
3	Yleisimmät tietomallinnus-, mallintarkastus- ja mallinkatseluohjelmat	5
3.1	AutoDesk Revit.....	5
3.2	Graphisoft Archicad	5
3.3	Solibri Office	6
3.4	Trimble Connect	7
3.5	Dalux	7
4	Tietomallien käytön tilannekartoitus	9
5	Tietomallien haasteet ja käytön tehostus	11
5.1	KVR-rakennushankkeiden ja omaperustaisten rakennushankkeiden haasteet ..	11
5.2	Haasteet urakkakohteessa	13
5.3	Tietomallien käytön tehostaminen.....	15
6	Tietomallivaatimukseen vastaaminen ja ohjelmistotaitojen syventäminen	17
6.1	Aika- ja toteumanäkymä	17
6.2	Solibrin luokittelu	18
6.3	Solibrin määrälaskentaa luokittelun avulla	20
6.4	Laserkeilaus	21
7	Yhteenveto	23
	Lähteet	25

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä selvitetään PK-yritysten tarpeita edistää KVR-rakennushankkeiden ja omaperusteisen uudisrakentamisen suunnittelua. Työssä selvitetään myös työnjohdon valmiuksia noudattaa Helsingin kaupungin laskenta-asiakirjoissa jo standardiksi nousseita tietomallivaatimuksia.

Käytännön projekteissa on ilmennyt, että tietomallien käyttö ei kaikissa kohteissa ole onnistunut optimaalisesti. Erilaisista syistä johtuen mallien käyttö on työmailla ollut joko hyvin aktiivista tai lähes olematonta. Aihetta on tutkittu jo aiemminkin. Tässä työssä on tarkoitus tutkia, ollaanko yhä samassa tilanteessa, vai onko asioissa päästy eteenpäin. Tavoitteena työllä on

- kartoittaa tietomallien käytön tilanne Suomen Toimitilasaneeraus Oy:n konsultoisissa rakennushankkeissa
- pohtia keinoja tietomallien käytön parantamiseen työmailla
- tietomallien käyttöönotto entistä tehokkaammin työmailla
- syventää jo hankittuja ohjelmistotaitoja
- vastata Helsingin kaupungin asettamiin tietomallivaatimuksiin Solibri Office -ohjelmistolla.

Tutkimusmenetelmänä käytetään henkilöhaastatteluja ja yritysten työmaakäytössä olleisiin tietomalleihin perehtymistä. Lisäksi tutustutaan olemassa oleviin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin ja opinnäytetöihin sekä perehdytään YTV 2012 ohjeistoon. Opinnäytetyössä tehdään myös katsaus työmailla käytössä olleisiin ohjelmistoihin ja laitteisiin sekä siihen, kuinka hyvin niitä on osattu työmailla hyödyntää. Työssä pääosin keskitytään Suomen Toimitilasaneeraus Oy:n konsulttihanke Pohjois-Haagan ala-asteen ja Helsingin kaupungin asettamiin tietomallivaatimuksiin, tavoitteena ratkaista niiden käytännön haasteita.

2 Yleistä tietomallinnuksesta

2.1 Kolmiulotteinen virtuaalimalli

Tietomallinnuksessa rakennus saatetaan valmiiksi virtuaalisesti, jotta virheiden, puutteiden ja suunnitelmien ristiriidat tulisivat jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa huomatuksi. Tietomallia voidaan suunnitteluprosessin lisäksi hyödyntää myös rakennuksen energiakulutuksen arvioinnista aina toteutukseen ja ylläpitoon saakka. (Latvala, 2012.)

2.2 Standardit

Tietomallien suunnittelu perustuu standardeihin. Yleisimmät suunnittelussa vastaan tulevat tiedonsiirtomuodot voivat olla esimerkiksi:

***IFC-Industry Foundation Classes** tarkoitetaan usein myös avointa tiedonsiirtomuotoa (ifc -tiedosto), jolla malleja voidaan siirtää ohjelmistosta toiseen. Nykyisin ohjelmistoissa yleisesti käytössä oleva versio on IFC 2×3, vaikkakin sen seuraaja IFC 4 on jo julkistettu.*

***DD-Data Dictionary** on nimikkeistö, joka antaa avaimet ohjelmistoriippumattomien tietomallikomponenttien tekemiseen sekä helpottaa monikielisten tuote- ja tarvikekirjastojen määrittelyä.*

***IDM-Information Delivery Manual** on kuvaus siitä, mitä tietoa tietomalleilla siirretään eri toimijoiden välillä eri käyttötilanteissa.*

***MVD-Model View Defination**, Tekninen kuvaus siitä, mitä IFC -muotoista tietoa eri toimijoiden välillä tietomalleilla siirretään eri käyttötilanteissa.*

***BCF-Building Collaboration Format, Building Collaboration Format**, on alun perin suomalaisten buildingSMART jäsenten, Teklan ja Solibrin, yhteistyönä kehittämä tiedonvälitysmuoto, jolla voidaan siirtää älykkäitä viestejä eri tietomalliohjelmistojen välillä. Viesti sisältää sijainti- ja objektitiedot kommentoitavista mallikomponenteista, jolloin vastaanottava ohjelma löytää lähettäjän valitseman näkymän ja korostaa halutut komponentit. (Building Smart, 2020.)*

2.3 Lyhenteet ja keskeiset käsitteet

Rakennusalalla yleisimmin käytettyjä ja vastaan tulevia käsitteitä ja lyhenteitä on koottu alle:

BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli. Rakennuksen, rakennusprosessin ja sen elinkaaren digitaalinen muoto.
Tietomalliasiantuntija	Henkilö, joka osaa käyttää suunnittelussa vaadittavia ohjelmia, sekä ohjeistaa ja antaa apua ongelmatilanteissa.
Tietomallikoordinaattori	Henkilö, joka on tietomallintamisen suunnittelun ja valvonnan asiantuntija, sekä kykenevä ohjaamaan rakennushankkeen osapuolia BIM-mallien käytössä ja hyödyntämisessä.
Tietomalliohje	Asiakirja, joka toimii ohjekirjana ja vaatimuskäytäntönä suunniteltavan kohteen laadinnassa.
YTV2012	Yleiset Tietomallivaatimukset 2012. Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistujen tietomallivaatimusten päivitys.
Solibri	Ohjelmistotyökalu, joka esim. analysoi tietomallien oikeellisuutta.
AR	Lisätty todellisuus. Näkymä, jossa tietokonegrafiikalla tuotettuja elementtejä lisätään katseltavaan näyttöön tai läpikatseltaviin linsseihin.
Natiivimalli	Ohjelmiston alkuperäismuodossa oleva tiedostoformaatti.
Dalux BIM Viewer	Ilmainen tietomallien katseluohjelmisto, joka tarkastelee 3D-malleja ja 2D-piirustuksia myös mobiililaitteella.
Pistepilvi	Kokoelma kolmiulotteisista pisteistä, jotka on syntynyt 3D-sensorien, kuten esimerkiksi laserkeilauksen yhteydessä.
Inventointimalli	Rakennuksen lähtötietomalli
Yhdistelmämalli	Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli

2.4 Mallinnuksen tavoitteet

Yleisten Tietomallivaatimusten 2012 (jatkossa: YTV 2012) mukaan kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoitteena on tukea suunnittelun ja rakentamisen laatua,

tehokkuutta, turvallisuutta sekä kestäväen kehityksen mukaista hanke- ja elinkaari prosessia. Tietomalleja kannattaa hyödyntää rakennuksen koko elinkaaren aikana: suunnittelussa ja rakennusaikana sekä myös rakennusprojektin jälkeen, käytön ja ylläpidon tukena. Tietomallien hyötyjä ovat muun muassa suunnitelmien havainnollistaminen ja rakennettavuuden analysointi, laadunvarmistuksen, tiedonsiirron ja suunnitteluprosessin tehostaminen sekä rakennushankkeiden tietojen hyödyntäminen käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa.

Jotta mallinnus onnistuisi, malleille ja niiden hyödyntämiselle tulee asettaa hankekohtaiset tavoitteet. Asetettujen tavoitteiden perusteella määritetään ja dokumentoidaan projektikohtaiset vaatimukset. Yleisiä mallinnukselle asetettuja tavoitteita ovat YTV:n (2012) mukaan esimerkiksi:

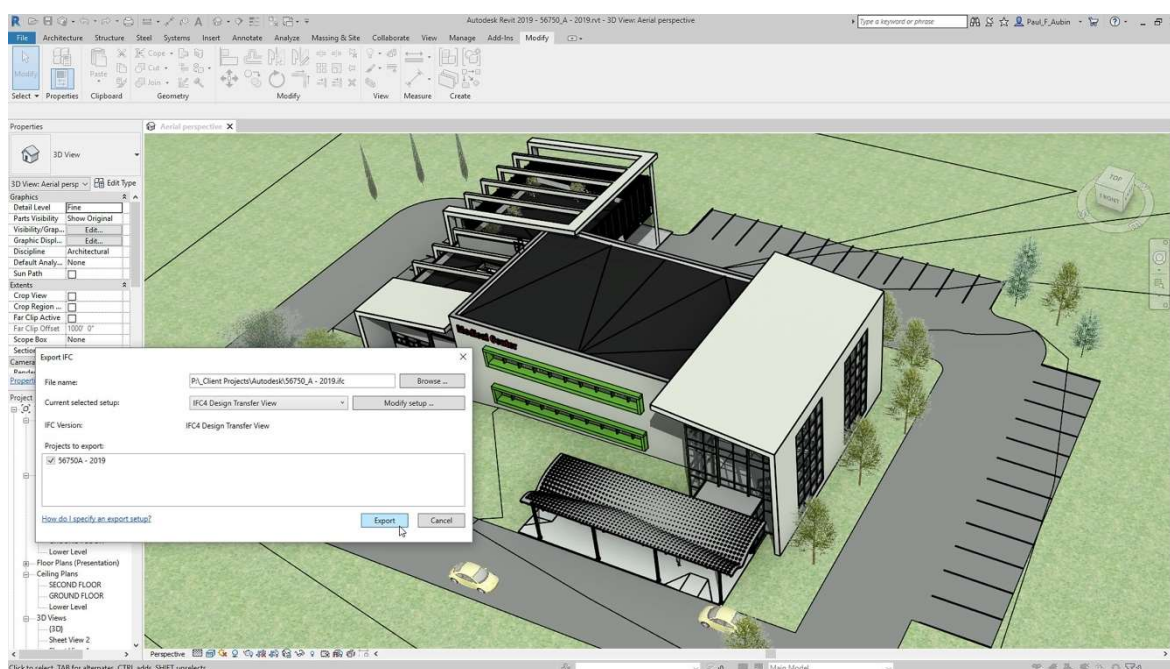
- hankkeen päätöksentekoprosessien tukeminen
- suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
- suunnittelun ja suunnitelmien yhteensovittamisessa avustaminen
- rakennusprosessin ja lopputuotteen laadun varmistaminen
- rakentamisaikaisten prosessien tehostaminen
- rakentamisen aikaisen ja elinkaaren turvallisuuden parantaminen
- hankkeen kustannus- ja elinkaarianalyysien tukeminen
- hankkeen tietojen siirtäminen käytönaikaiseen tiedonhallintaan.

3 Yleisimmät tietomallinnus-, mallintarkastus- ja mallinkatseluohjelmat

3.1 AutoDesk Revit

Charles River Software perustettiin vuonna 1997. Yhtiö alkoi kehittää arkkitehdeille ja rakennusalan ammattilaisille tarkoitettua suunnittelu- ja dokumentointiohjelmistoa, joka perustui kolmiulotteisiin parametrisiin malleihin. Lopulta, vuonna 2000 tammikuussa, yhtiön nimi muutettiin Revit Technology Corporationiksi, josta Revit v. 1.0 julkistettiin huhtikuussa vuonna 2000. Autodesk yhtiöt osti Revit Technology Corporationin 2002. (Mannermaa 2018, 23.)

Kuvassa 1 on Autodesk Revit 2019 ohjelmiston esimerkkirakennus.



Kuva 1. Revit 2019 käyttöliittymä

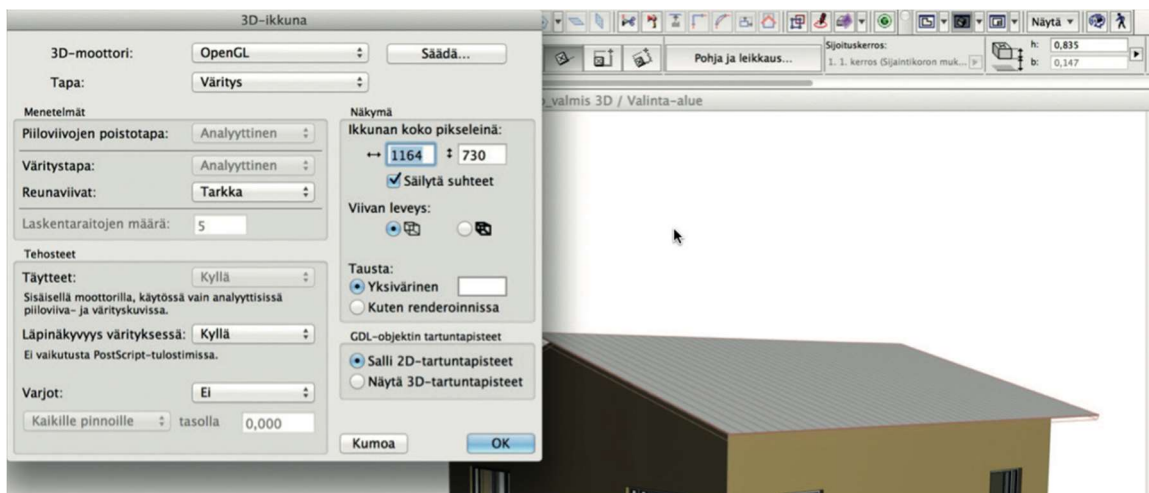
Vuosina 2005 ja 2006 julkistettiin Revit Structure- ja Revit MEP-ohjelmistot (mechanical, electrical and plumbing). Myöhemmin vuonna 2006 julkistettiin myös Revit Building -ohjelmisto, joka pian sai nimekseen Revit Architecture. Vuonna 2013 Autodesk liitti kaikki Revit ohjelmistonsa yhdeksi paketiksi, ja tuotetta alettiin kutsua yksinkertaisella nimellä Revit. (Mannermaa 2018, 23.)

3.2 Graphisoft Archicad

Archicad-ohjelma sai alkunsa vuonna 1982, jolloin sillä osallistuttiin Unkarin valtion tiedekilpailuprojektiin. Tiedekilpailussa haettiin ratkaisua mallinnukseen, joka liittyi ydinvoimalan peruskorjaukseen. Ohjelman alullepanija ja Graphisoft-yrityksen perustaja on fysiikan

tohtori Gabor Bojar. Archicad-ohjelmiston ensisijainen tarkoitus oli palvella arkkitehtisuunnittelua, ja ohjelmiston kehittäjät olivatkin pääsääntöisesti arkkitehtejä. Archicadiä on käännetty yli 25 kielelle, ja Suomessa ohjelmiston maahantuojana on M.A.D. (Micro Aided Design Oy) joka on aktiivisesti mukana lokalisointityössä. (Mannermaa 2018, 24.)

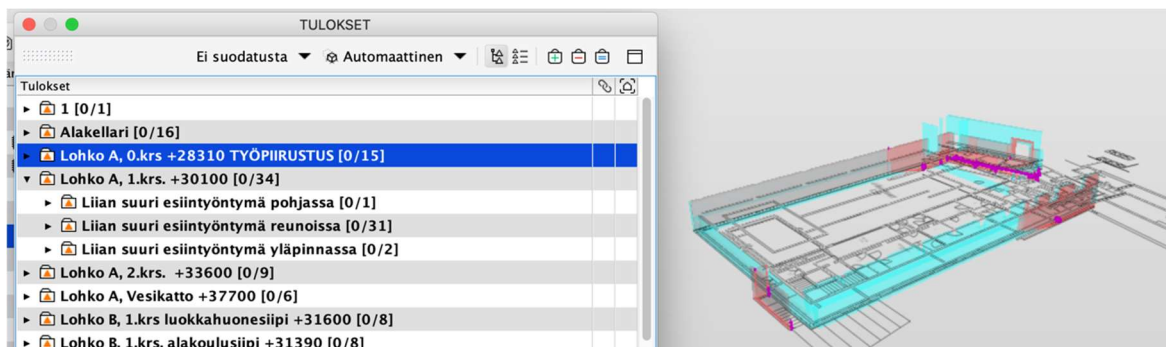
Kuvassa 2 on esimerkki M.A.D.in Archicad-peruskurssin pdf-ohjeista.



Kuva 2. Archicad-harjoituskirjasta, 3D ikkuna-asetukset

3.3 Solibri Office

Solibri Office on ohjelmistotyökalu, joka analysoi tietomallien oikeellisuutta, laatua ja turvallisuutta. Solibri Office tekee laadunvarmistus- ja tarkastusprosessin mahdollisimman helppoksi. Ohjelmisto käy läpi koko tietomallin ja tuo esiin mahdolliset virheet sekä heikkoudet suunnitelmissa. Ongelmatilanteissa Solibri tuo esiin ristiriitaiset komponentit ja varmistaa, että malli noudattaa rakennusmääräyksiä. Ohjelmisto mahdollistaa myös yritysten omien laatujärjestelmien tarkastuksen ja seurannan. (Solibri 2016.) Kuvassa 3 on tarkastelussa säännöstöstä, jossa rakennemallin komponentit täytyy sijaita arkkitehtimallin sisällä.

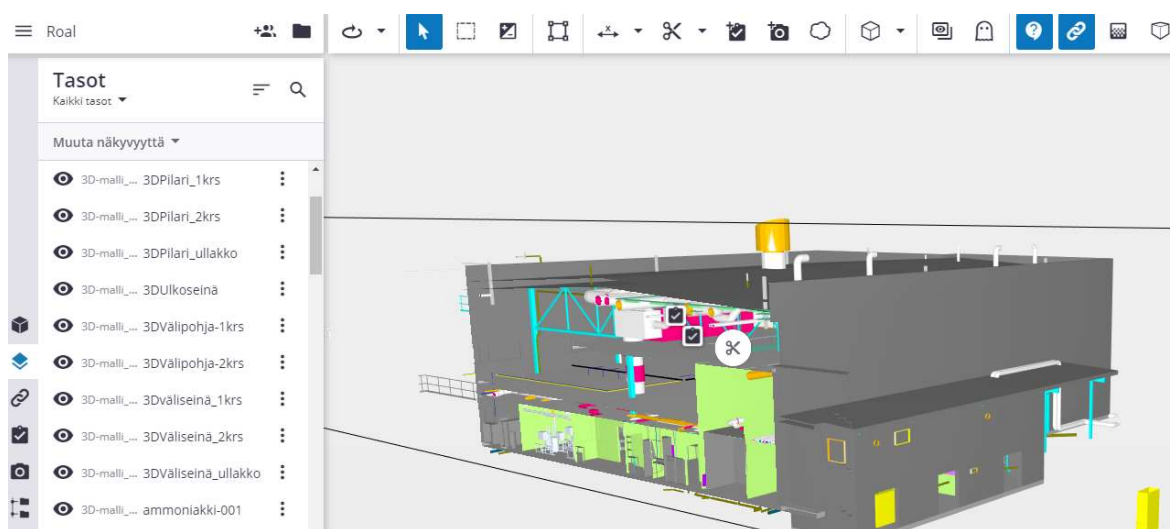


Kuva 3. Pohjois-Haagan ala-aste, mallien tarkastelusta

Suomessa Solibri Office on tietomallien laadunvarmistusohjelmisto, joka on myös Suomen Toimitilasaneeraus Oy:n käytössä oleva ohjelmisto.

3.4 Trimble Connect

Trimble Connect on pilvipohjainen yhteiskäyttöalusta rakennushankkeiden tiedonhallintaan. Trimble Connect tekee mahdolliseksi tehokkaan tiedonjaon rakennusprojektiin osallistuvien tahojen välillä. Web-, Desktop- ja Mobile -käyttöliittymät takaavat sen, että tietomallien ja dokumenttien tarkastelu sujuu helposti läpi projektin käyttäjän sijainnista ja laitevalinnasta riippumatta. (Trimble 2020.) Kuvassa 4 esitetään Trimble Connect harjoitusprojektin yhdistelmämalli.



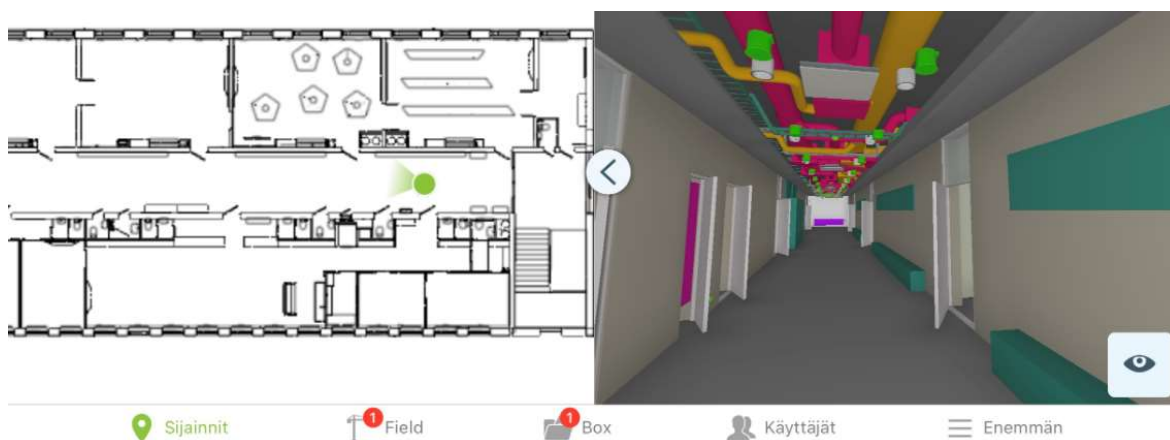
Kuva 4. Trimble Connect työpöytäkuvä

Trimble Connect mahdollistaa hankeosapuolten välisen reaaliaikaisen ja sujuvan yhteistyön. Sen avulla yhdistelmämallin ja muun dokumentaation jakaminen ja kommentointi onnistuu projektin muiden osapuolten kanssa. (Trimble 2020.)

3.5 Dalux

Dalux-ohjelmisto on perustettu Tanskassa vuonna 2005. Suomessa Dalux on melko vähän tunnettu ohjelmisto, mutta sen käyttö on nopeasti noussut etenkin talotekniikkayritysten suosioon. Dalux-moduuleita on 4: Viewer, Field, Box ja Facility Management. Dalux Field ja Box ovat maksullisia ohjelmistoja, jotka on suunnattu työmaan projekti- ja suunnittelutehtävien tiedonhallinnan työkaluiksi. Facility Management keskittyy rakennuksen käytön aikaiseen elinkaarivalvontaan. Dalux BIM Viewerillä voi tarkastella pilveen tallennettuja tietomalleja, ja se on saatavilla tietokoneen työpöytä ja verkkoselaimena. Mobiiliversio on saatavilla Android- ja iOS-laitteille. Dalux Viewer on ilmainen ohjelmisto, jossa yhdellä käyttäjällä voi

olla pilvipalveluun tallennettuna kolme yhtäaikaista projektia. (Pyykkö 2020, 18–23.) Kuvassa 5 on iPhone pro 11:llä otettu kuvankaappaus Dalux BIM Vieweriin tehdystä yhdistelmämallista.



Kuva 5. Dalux Viewer mobiilisovelluksen hyödyt nousevat esille työmaakerroksilla

Dalux BIM Viewer -ohjelmiston käyttö tabletilla tai puhelimella voi olla aloittelijalle teknisesti tutumpaa kuin monimutkaisemmaksi todettu Solibri Office -ohjelmisto. Dalux toimiikin loistavana aloittelijan ”linkkinä” Solibri-ohjelmiston käytölle.

4 Tietomallien käytön tilannekartoitus

Suomen Toimitilasaneeraus Oy järjesti tietomallin käytön tilannekartoitusta Solibrin peruskäytön opetustilaisuuksien yhteydessä elokuussa 2020. Kartoitusta suoritettiin haastattelemalla rakennusliikkeitten työpäälliköitä ja vastaavia työnjohtajia. Yhdelle rakennusyriykselle järjestettiin myös internet-pohjainen tietomallikysely. Tietomallikysely lähetettiin yhteensä 20 työmaan toimihenkilölle ja vastauksia saatiin 15 henkilöltä.

Ohjelmistona oli käytetty Solibrin ilmaisversiota, ja sen lisäksi yhdellä oli ollut käytössään Dalux-ohjelmiston ilmaisversio. Malleja oli työmaalla pääasiassa käytetty yhdessä eri osapuolten kanssa törmäys-, asennettavuus- ja asennusjärjestyksen tarkastukseen. Lisäksi muutama oli käyttänyt tietomallia työmaalla määrälaskentaan ja työturvallisuussuunniteluun. Lisäksi yksi henkilö oli käyttänyt mallia työmaan aikataulutukseen ja aikataulun seurantaan.

Pääsääntöisesti työmaan käytössä oli ollut kaikki suunnittelualat sisältävä yhdistelmämalli (75 % vastaajista), mutta yksi henkilö oli käyttänyt myös yksittäistä osamallia, ja vain osan suunnittelualoista sisältävä malli oli ollut yhden henkilön käytössä. Haasteita mallien käytössä oli aiheuttanut viimeisimmän version puuttuminen sekä mallien laatu (mallit olivat sisältäneet törmäilyjä).

Lisäksi toivottiin koulutusta ohjelmistojen käyttöön liittyen, erityisesti mallista mittojen ottamiseen, mallin leikkaamiseen ja määrälaskentaan mallin avulla. Mallintamalla tehtyjen kohteiden suunnitelmia pidettiin laadukkaampina kuin vain perinteisesti 2d-suunniteltujen kohteiden suunnitelmia. Erityisesti pidettiin siitä, että mallintamalla kohteeseen oli helpompi perehtyä kuin paperisista suunnitelmista. Kuvassa 6 esitetystä kaaviosta huomataan, että vastaajista miltei kolmannes ei ollut käyttänyt tietomallia laisinkaan.

6. Oletko kokenut tietomallin käytön hyödylliseksi

[Lisätietoja](#)

● Kyllä, ehdottomasti	7
● Hyvin vähän	3
● En ollenkaan	0
● En ole käyttänyt tietomallia	4



Kuva 6. Suuri osa vastaajista ei ollut käyttänyt tietomallia

Tulos voi selittyä kyseisen rakennusliikkeen toimintamallista tehdä omaperustaista uudisrakentamista, joissa toteutusvaiheen tietomalleja ei ole tilattu.

Asiantuntijoiden mielestä suurin osa työmaan mestareista on joutunut oppimaan osan tietomallien käytöstä ”kantapään kautta”, koska he eivät ole saaneet tarpeeksi koulutusta siihen. Lisäksi mallien käytössä on huomattu asenneongelmia. Näiden haasteiden seurauksena tietomallien käyttöä ei hallita jokapäiväisessä työssä. (Omar 2014, 44; Latvala 2012, 24.)

Työmailta tuli esille, että työmaa koki yhtenä suurimpana haasteena olevan osaamispuutteet mallien käytössä. Lähes jokainen kyselyyn vastanneista toivoi saavansa lisäkoulutusta mallien käyttöön työmaalla. Sovelluksiin liittyen mainittiin, että ne ovat liian monimutkaisia itseopiskeluun, ja erityisesti yhdistelmämallien katselu sovelluksilla tuotti työmaalla haasteita.

5 Tietomallien haasteet ja käytön tehostus

5.1 KVR-rakennushankkeiden ja omaperustaisten rakennushankkeiden haasteet

Tuotannon kannalta tärkeää on mallien oikeellisuus. Tämä tarkoittaa, että mallit on tehty teknisesti oikein ja tarkastettu suunnittelijan toimesta sekä sovitettu yhteen muiden suunnittelualojen kanssa. (YTV 2012 osa 13, 5.) Tehdyissä haastatteluissa ja mallien tarkastusten yhteydessä tämä havaittiin yhä olevan käytännön haasteena. Työmaan käytössä olleissa malleissa oli ollut puutteita sekä tietosisällössä, että mallien yhteensovituksessa. Komponenttien tietosisältö ei ole ollut tarpeen mukainen ja työmaalle päätyneissä malleissa on ollut kriittisiä törmäilyjä tai muita puutteita.

Samanaikaisesti, kun työmailla kaivataan huolellisesti laadittuja ja hyvin yhteensovitettuja malleja, rakentamisen aikataulut kiristyvät. Lisäksi kustannustehokkuutta korostetaan, mikä johtaa myös suunnittelukustannusten minimointiin. Tämä aiheuttaa ongelmia suunnittelijoille mallien saattamisessa työmaiden vaatimalle tasolle. Suunnittelijoiden keskuudessa on myös osaamisvajetta mallinnohjelmistojen käytössä, jolloin natiivimalleihin ei osata tai ei ymmärretä syöttää kaikkea IFC-malliin haluttua dataa. Myöskään suunnittelun hankintavaiheessa ei ollut määritelty tietomallivaatimuksia hankkeelle. Kun mallit on laadittu huolellisesti, ja ne myös päivitetään ja pidetään ajan tasalla työmaan edetessä, on niistä huomattavaa etua työn sujuvuudelle, ja ne ovat aktiivisesti työmaan käytössä.

Mallien tietosisällöissä havaittiin myös puutteita. Rakennusosia ei välttämättä ollut suunnittelijan toimesta luokiteltu oikein, malleihin ei ollut syötetty työmaalla tarvittavia tietoja tai malleissa saattoi olla dataa, jota työmaalla ei tarvittu. Puutteellisilla tai väärää tietoa sisältävillä malleilla ei työmaalla mallipohjaiseen määrälaskentaan ole mahdollisuutta. Suunnittelijoiden tulee laatia mallit huolellisesti ja suorittaa malleille laadunvarmistus ennen niiden luovuttamista työmaan käyttöön. Projektijohdon on myös syytä määrittää riittävän tiheä mallien päivitysaikataulu myös työmaavaiheelle, jotta mallien luotettavuus säilyy suorittavien työntekijöiden keskuudessa koko työmaavaiheen ajan.

Useilla työmailla koettiin tietomallien tietosisällön olevan riittämätön tai virheellinen esimerkiksi määrälaskentojen suorittamiseen. Eräässä kohteessa ikkunahankinnat olisi haluttu tehdä suoraan tietomallia hyödyntäen, mutta mallissa komponenttien tietosisältö ei ollut riittävä. Mallien tietosisältö tulisikin määritellä jo suunnittelun hankintavaiheessa. Mikäli mallia on tarkoitus työmaa-aikana käyttää esimerkiksi hankintoihin, on kaikki tarvittava tieto oltava mallissa mukana. Suunnittelun ohjausta tekevän tahon olisikin hyvä käyttää apunaan tietomallikoordinaattoria kartoittamaan hankkeen eri osapuolten tarpeet tietomallille, jotta nämä osataan kirjata suunnittelusopimuksiin, ja mallien taso saadaan työmaan tarvitsemalle

tasolle. Suunnitteluhankintoja tehtäessä, tätä ei ollut huomioitu. Kuvassa 7 on esimerkki rakennemallin tietosisällön sopimisesta.

Hankintoja palveleva suunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalut mallinnetaan suunnittelun mukaisesti oikeaan paikkaan ja pituuteen
	Anturat	x	<ul style="list-style-type: none"> Tyypianturat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muu anturat mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Perusmuurit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspilarit	x	<ul style="list-style-type: none"> Tyypiperuspilarit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muu peruspilarit mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspalkit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Alapohjakanaalit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erytyiset alapohjat	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Kuva 7. YTV 2012, osa 5

Määrälaskentaa tehtäessä on tärkeintä, että malli on johdonmukainen. Rakennus- ja tekniikkaosat mallinnetaan hankkeen vaatimuksien mukaisesti, ja tietomalliselostukseen tulee kirjata käytetyt mallinnustavat ja ohjelmistot. Suunnittelusopimukseen tulee kirjata malleissa käytettävä tarkkuustaso mallinnusvaatimuksissa käytettyjen kaavakkeiden mukaisesti. (YTV 2012 osa 7, 6.)

Mallien laadinta tulisi tehdä huolellisesta ja tietosisältö saattaa edellytyksille tasolle. Lisäksi urakkasopimuksien laadinnassa tulisi huomioida, että mallista saadaan kaikki hyöty irti

myös tuotantovaiheessa. Silti työmaaorganisaation tietotaidon puute voi ajaa tilanteeseen, jossa tietomallia ei päästä hyödyntämään täysivaltaisesti.

5.2 Haasteet urakkakohteessa

Suomen Toimitilasaneeraus Oy:n konsulttihankeessa Pohjois-Haagan ala-asteella suunnittelu oli toteutettu YTV:n mukaisesti. Kohteen pääurakoitsijana toimi Pallas Rakennus Etelä-Suomi Oy, ja suunnittelun toteutti Helsingin Kaupunki.

Pohjois-Haagan koulurakennukseen tehdään täydellinen talotekniikan ja rakennusosien peruskorjaus, jonka rakennusaika on 1.7.2020–30.11.2021. Saneerattava koulurakennus muodostuu kolmesta osasta: korkeimmasta kolmekerroksisesta opetussiivestä, matalasta yhteen liitettävästä eteishalli- ja ruokalaosasta, sekä liikunta- ja juhlasalin käsittävästä osasta. Lisäksi vanhaan koulurakennukseen rakennetaan kaksi laajennusosaa. Kuvassa 8 on esitetty kohteen yhdistelmämalli.



Kuva 8. Inventointimalliin lisätty rakennuksen laajennusosat (rak)

Rakennushankkeeseen ryhtyvä, Helsingin kaupunki, oli tilannut kohteen suunnittelun tietomallintamalla. Tietomallinnus oli suoritettu yleiset tietomallivaatimukset 2012 osien 1–13 mukaisesti. Kohteen tietomallikoordinoinnin suoritti Tieto Finland Oy, joka myös teki kohteesta inventointimallin.

Urakoitsijan haasteet vastata tilaajaorganisaation tietomallivaatimuksiin olivat suuret. Urakalaskenta-asiakirjoissa urakoitsijalta vaadittiin mm. seuraavia asioita:

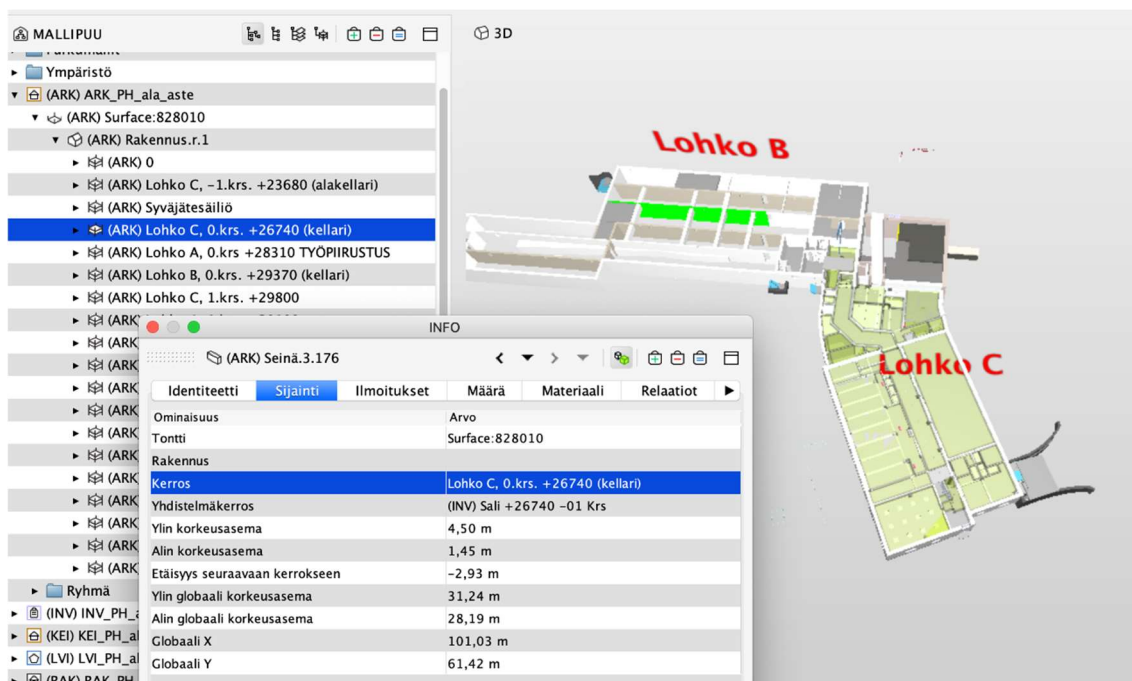
- Rakennusaikataulun esittäminen tietomalleissa (työmaakokous jaksotuksella).
- Rakentamisen toteumatilanteen esittäminen tietomalleissa (työmaakokous jaksotuksella).
- Piha-alueen maa- ja pohjarakenteiden sekä putkitusten laserkeilaus ja mallinnus.
- Yhdistelmämallin työmaa-aikainen ylläpito (työmaakokous jaksotuksella).

- Tietomallien hyödyntäminen suunnitteluratkaisujen havainnollistamisessa, kohteeseen perehdyttämisessä ja työnohjauksessa mm. työvaiheiden yhteensovittamisessa ja työjärjestysten suunnittelussa.
- Työmaa varmistaa, että myös IV-konehuoneista saadaan toteumaa vastaava tietomalli toteuttajalta (tai punakynien kanssa yhteistyössä LVI-suunnittelijan kanssa).
- Urakoitsija toimittaa valitsemiensa tuoteosien geometria- ja tuotetiedot suunnittelijoille, jos ne poikkeavat mallissa määritellyistä tiedoista. Jos urakoitsijan valitsema tuote vaikuttaa muuhun suunnitelmaan, esim. vaatii verkoston esisäättöarvojen uudelleenmäärittelyä, tekee kohteen suunnittelija muutossuunnittelun urakoitsijan kustannuksella.

Kyseiset vaatimukset kuormittavat työnjohtoa merkittävästi. Jopa harjaantuneellekin tietomalliosaajalle edellä mainittujen vaatimusten täyttäminen vaatii jo tarjouslaskentavaiheessa huomioitua työpanostusta. Myös keilaukset ja mahdolliset muutossuunnittelut on kuluerä, josta tarjouslaskija tulisi pyytää ennakko hinta. Kohteen tietomallivaatimusten täyttämistä kysyttiin myös Helsingin kaupungin tilakeskuksen projektipäälliköltä Jari Rosantilta, joka vahvisti tietomallivaatimusten olevan kaikissa suuremmissa tietomallinnetuissa rakennushankkeissa samankaltaiset.

Julkisen sektorin urakka-asiakirjoissa esitetyt tietomallivaatimukset ovat suuressa käännekohtassa. Mallien suunnittelussa käytetyt panokset halutaan välittyvän myös tuotantovaiheeseen, jonka seurauksena rakennuttajakonsultit pisteyttävät henkilöstöä jo tietomalliosaamisenkin perusteella. Työmaahenkilöstöä tulisikin kouluttaa tietomalliohjelmistojen käyttöön, ja panostaa ohjelmistolisenssien ja työkalujen hankintaan.

Vaikka suunnitteluprosessi Pohjois-Haagan ala-asteella oli tehty YTV:n ja tietomallikoordinaattorin ohjeistuksella, ja mallien tarkkuustaso on parempaa mihin on tottunut, oli mallien tietosisällössä ja teknisessä tarkkuudessa silti puutteita. Suurimmat virheet havaittiin kerros- ja lohkojaottelussa, jossa tietosisältö puuttui kokonaan, tai se oli identifioitu väärään lohkoon tai kerrokseen. Kohteessa, jossa tietomallivaatimukset ovat s. 15 kaltaiset, täytyy mallien oikeellisuus ensin tarkistaa ja havaituista puutteista huomauttaa. Kuvassa 9 on Solibrin yhdistelmämalli, jossa lohko C:n kellarissa näkyy virheellisesti myös osan B kellarikerros.



Kuva 9. Arkkitehtimallin lohkojaottelu tehty virheellisesti

Kohteessa, jossa kokonaisuus muodostuu useasta rakennuksesta, on lohkojaottelu erityisen tärkeää. Täten lohkojaottelu on myös tietomallikoordinaattorin tarkastuksen aihe.

Mallien yhteensovituksessa löydettiin myös puutteita. Kun kohteesta luotua inventointimallia verrattiin talotekniikan mallin kanssa, huomattiin merkittäviä risteilyjä. Inventointimallia olisikin pitänyt hyödyntää myös talotekniikka-mallien tarkistuksissa, koska päärakenteita ei ollut muutettu. Keskeneräinen ajatus oli jäänyt lopulliseksi suunnitelmaksi missä suunnitteluvirheet olisi siis ollut löydettävissä jo ennen tuotantovaihetta.

5.3 Tietomallien käytön tehostaminen

Lähtökohtaisesti tietomallipohjainen suunnittelu vähentää ongelmatilanteita työmaalla, kun eri suunnittelualojen suunnitelmat on sovitettu yhteen etukäteen tietomallien avulla (YTV 2012 osa 13, 6).

Nämä YTV 2012 esitetyt havainnot havaittiin myös Suomen Toimitilasaneeraus Oy:n konsulttoimissa rakennusliikkeissä. Työmaahenkilöstölle tehdyssä kyselyssä saatiin mm. seuraavanlaisia palautteita:

”Mallintaminen kasvattaa suunnittelun laatua huomattavasti, kun tekniikoiden sekä rakenteiden risteämät tulee selkeästi esille. Malli ei kuitenkaan poista kaikkea ongelmia mutta huomattava parannus normaaliin 2d suunnitteluun nähden”

”Mallinnus erittäin hyvä ja havainnollistava, itselle etenkin tekniikoiden osalta, sillä perinteisiä tekniikkakuvia on kuitenkin tullut luettua vähemmän”

”Mallinnuksesta on etua erityisesti vinojen seinien yms. muiden, kuin suorakaiteen mukaisien rakennusosien tarkastelussa”

”Mallintamalla suunnittelussa on selkeämpi visio päällä mitä haetaan ja siihen hakeudutaan enemmän ja enemmän”

Työmaalla on suuri tahtotila ja ymmärrys mallien hyödyistä työmaan käytössä. Jotta mallien käyttöä voitaisiin entisestään työmaalla tehostaa, tulisi työmaan käytössä olevien mallien oikeellisuus ja ajantasaisuus sekä työmaahenkilöstön ohjelmistojen osaamispuutteet korjata.

Perehdytystä tulisi järjestää kohteessa käytössä oleviin tietomalliohjelmistoihin. Perehdytyksessä voitaisiin työnjohdolle pitää lyhyt käytönopastus yhdestä saatavilla olevasta ilmaisesta mobiilisovelluksesta tietomallien katseluun. Kun heti projektin alusta lähtien on kaikilla osapuolilla osaamista mallin käyttötavoista, ovat asenteet mallien käyttöönottoa kohtaan paremmat ja mallien käyttöaktiivisuudessa päästään parempiin tuloksiin.

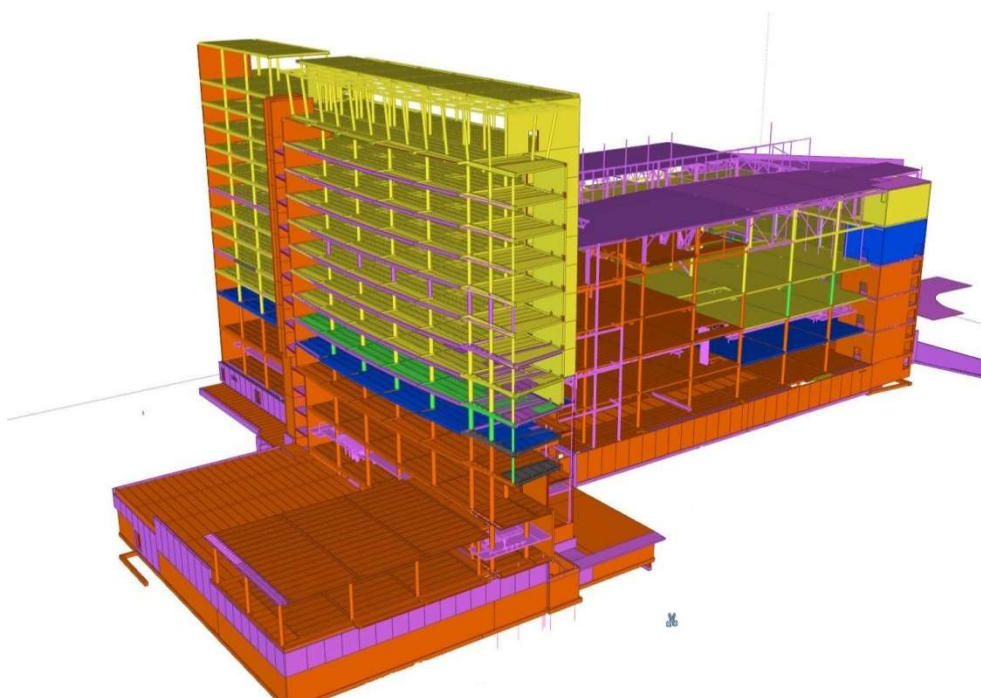
Mallien siirto työmaiden käyttöön tulisi tehdä projekteissa johdetusti. Usein tietomalli siirretään työmaan käyttöä varten esimerkiksi projektipankkiin, ja siitä eteenpäin sen käytön tehokkuus ja malliin perehtyminen on kunkin osapuolen omalla vastuulla. Hyvänä käytäntönä voitaisiin pitää työmaiden aloitusvaiheessa urakoitsijoiden perehdyttämistä malliin ja sen tietosisältöön esimerkiksi suunnittelijoiden tai tietomalliasiantuntijan toimesta. Tilaisuudessa olisi hyvä esitellä mallin tietosisältö sekä mihin käyttötarkoituksiin kyseinen malli on laadittu. Tällaisella perehdytyksellä voitaisiin heti projektin alussa yhtenäistää työmaan toimintaa tietomallin kanssa. Kun pääurakoitsija käyttää mallia aktiivisesti johtamisen välineenä, lisää se myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden kiinnostusta mallien käyttöä kohtaan. Mikäli pääurakoitsijan tietotaito ei ole riittävällä tasolla, eikä tilaajaorganisaation vaateita pystytä saavuttamaan, menetetään malliin jo sijoitettuja panoksia.

6 Tietomallivaatimuksiin vastaaminen ja ohjelmistotaitojen syventäminen

6.1 Aika- ja toteumanäkymä

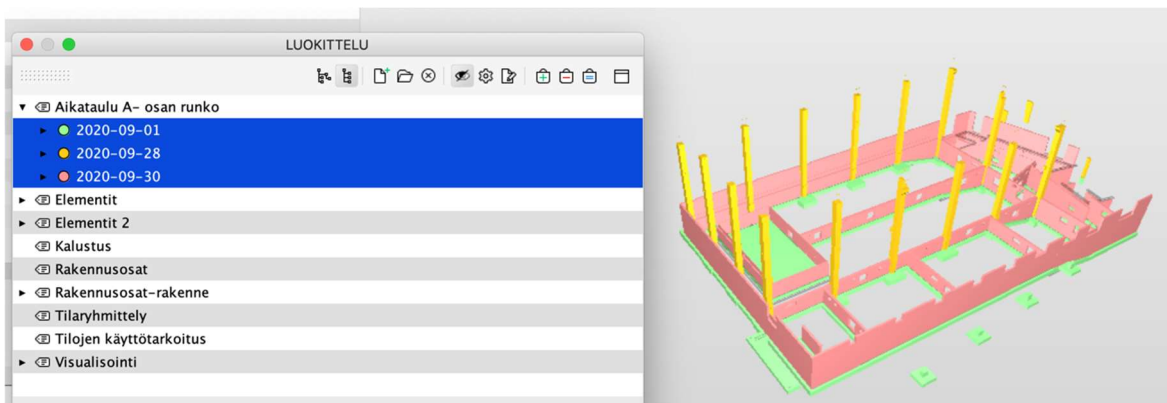
Helsingin kaupungin kohdassa 5.2 esittämät tietomallivaatimukset perustuvat YTV 2012 (tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa) osioon 13. YTV:n osassa 13 myös ohjeistetaan tietomallipohjaisten hankkeiden aikataulusuunnitelmaan.

Aikataulun luominen on yksi tärkeimpiä tehtäviä rakentamisessa, mutta aikatauluseuranta on lähes yhtä tärkeää. Kuvassa 10 on esimerkki rakentamisaikataulun esitystavasta värikoodein.



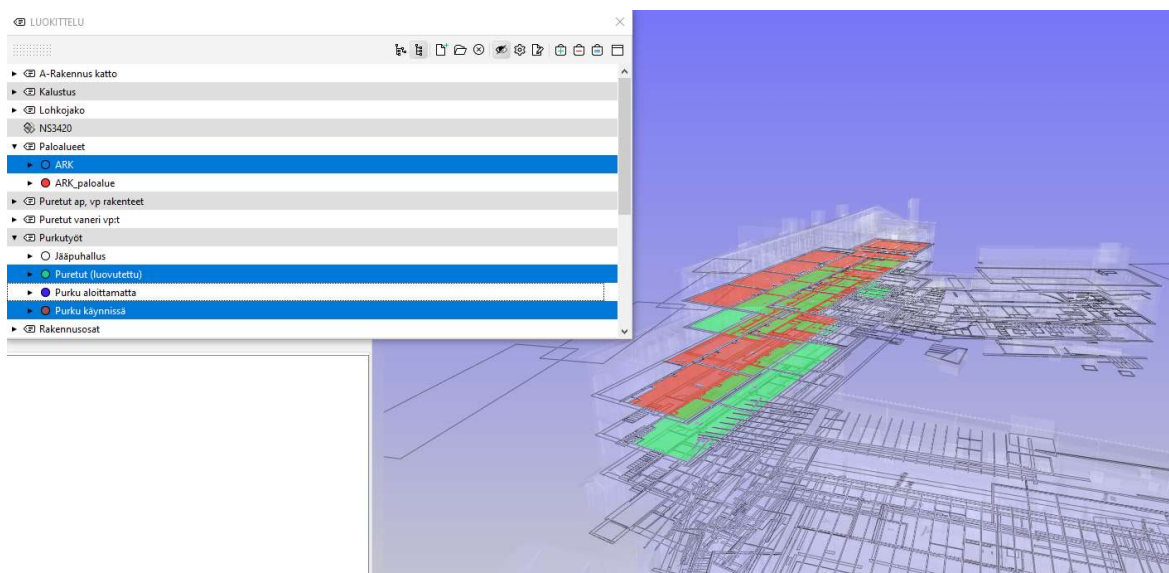
Kuva 7. Esimerkki runkovaiheen tietomallipohjaisesta aikataulusta (YTV 2012 osa 13, 11)

Solibri Office -ohjelmistolla aikatauluvaatimukset voidaan esittää usealla eri tavalla. Suositeltavaa esitykseen on luokittelun kautta tapahtuva rakennusosien pilkkominen. Rakennusosat voidaan määrittää automaattisesti tai manuaalisesti tarpeen ja käyttötarkoituksen mukaan. Hyvin harvoin, jos koskaan, automaattinen luokittelu onnistuu niin hyvin, että halua maansa lopputulokseen pääsee. Mallien tietosisällöstä puuttuu lähes aina jotain, ja manuaalista luokittelua tarvitaan rikastamaan automatiikkaa. Luokittelun kautta komponenteille voidaan määrittää värit ja myös aika. Kuvassa 11 on esimerkki työmaakokousväliillä suoritettavista perustus ja elementtiasennuksen työvaiheista.



Kuva 11. Toteumaesitys

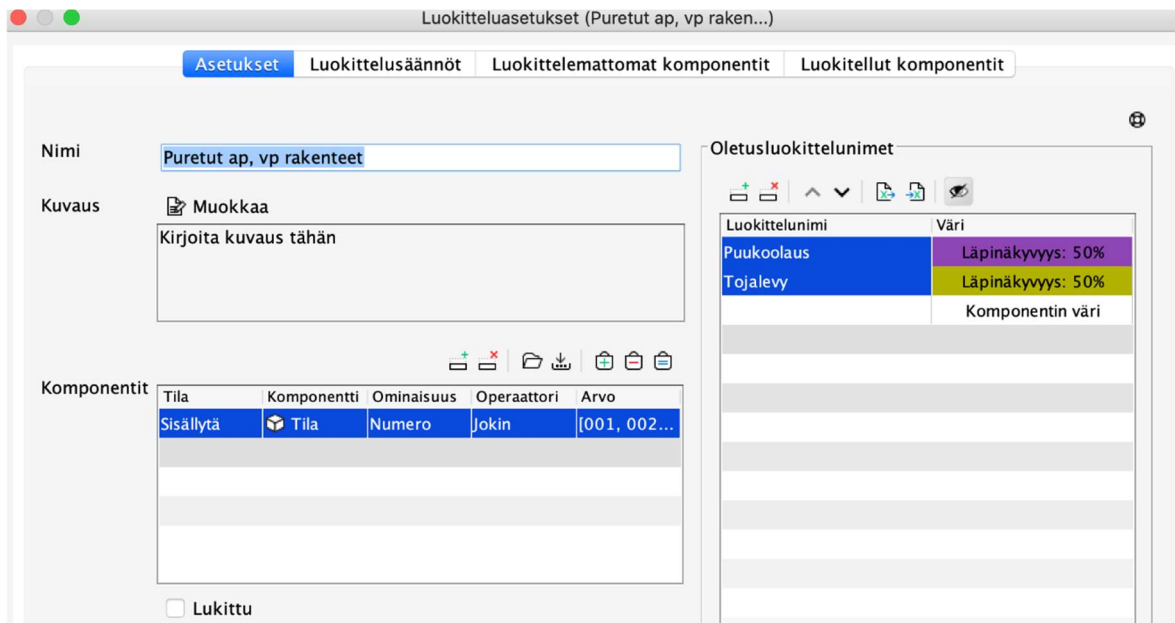
Saamaa periaatetta voidaan käyttää myös muiden rakennusvaiheiden toteumaesityksissä. Kuvan 12 esimerkkitapauksessa purkutöiden toteumaesitys on suoritettu tilakomponenttien avulla.



Kuva 12. Värien avulla visuaalisuus paranee

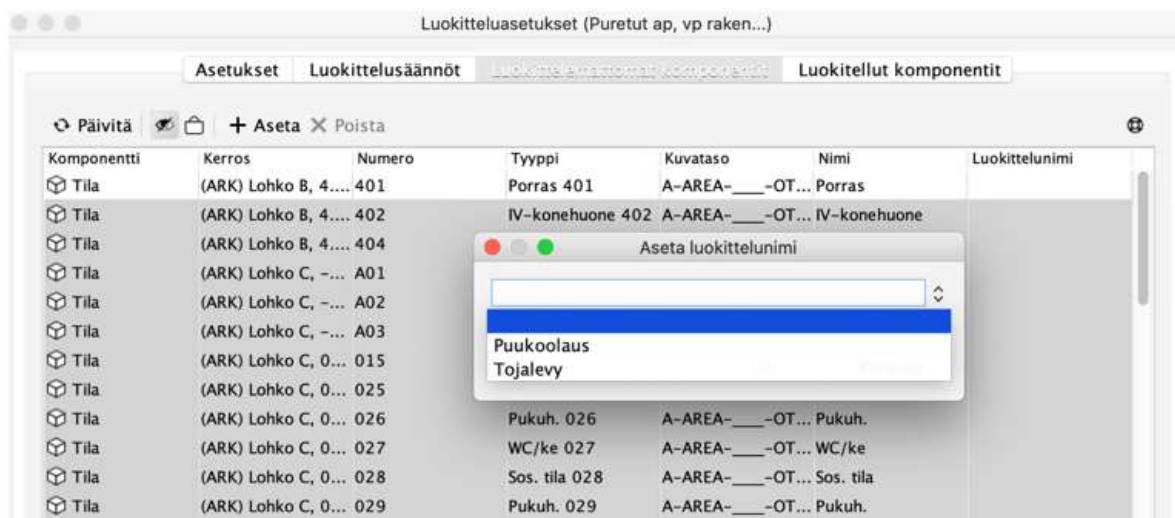
6.2 Solibrin luokittelu

Luokittelu on työkalu, jossa muistiinpanoja, lisäyötarjoituksen visualisointia sekä sen määrälaskennan ennakoitua on helppo tuottaa. Työ aloitetaan tekemällä uusi luokittelu. Luokittelulle annetaan nimi ja oletusluokittelunimet kuvan 13 mukaisesti.



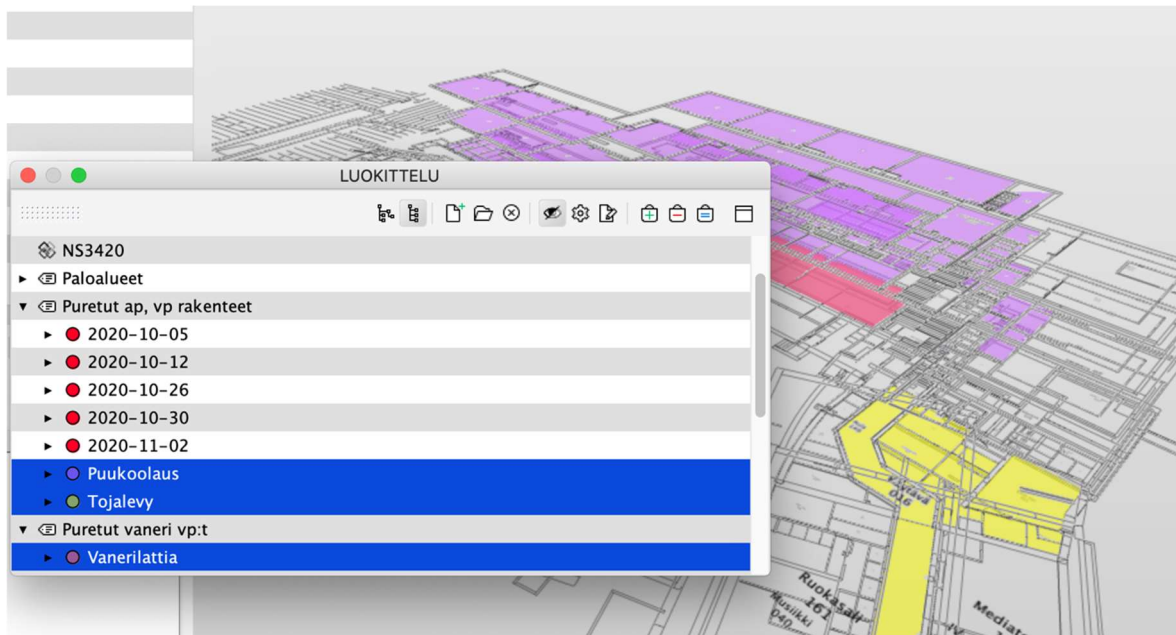
Kuva 13. Luokittelunimet lisätään vihreää plusmerkkiä painamalla

Seuraavaksi siirrytään luokittelemattomat komponentit -välilehdelle ja valitaan luokittelemattomista komponenteista halutut tilat ja asetetaan ne annetulle luokittelunimelle kuvassa 14 esitetyllä tavalla.



Kuva 14. Valitaan tilakomponentti tilanumeroinnin perusteella

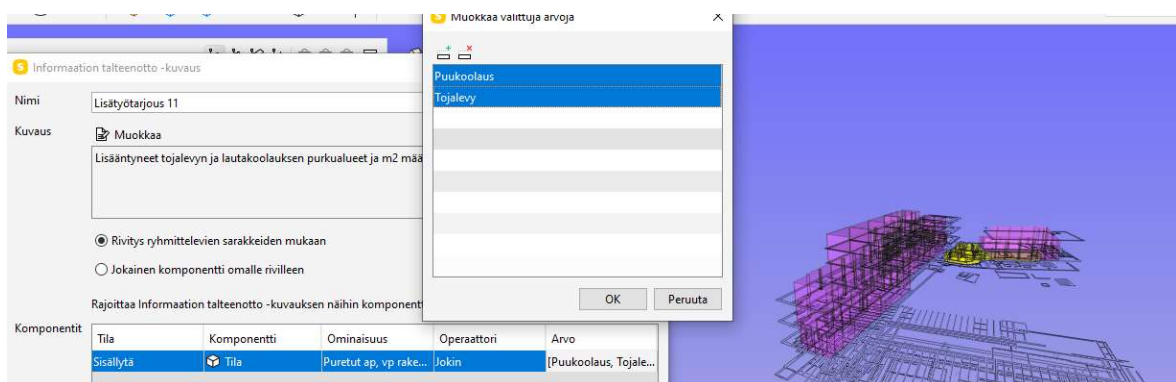
Asetetut luokittelut ovat nyt luokitteluvälilehdellä, josta niitä voidaan visuaalisesti tarkkailla. Kuvassa 15 valitut puukoolaus, tojalevy ja vanerilattia voidaan valita yhtäaikaisesti päälle ctrl- (Windows) tai cmd- (Mac) näppäintä painamalla.



Kuva 15. Tarjouspyyntöasiakirjoissa määrittelemättömät rakenteet

6.3 Solibrin määrälaskentaa luokittelun avulla

Luvuissa 6.1 ja 6.2 esitettyä luokittelua voidaan käyttää suoraan informaation talteenoton (ITO) asetuksena. Tieto on nopeasti saatavilla ja voidaan raportoida Exceliin. Työ aloitetaan *informaation talteenotto* -välilehdeltä tekemällä *uusi informaation talteenotto -kuvaus*. Informaation talteenoton kuvaukselle annetaan nimi ja *komponentti*-kohtaan, jota halutaan tarkastella, valitaan *tila*. *Ominaisuusryhmäksi* valitaan luokittelu ja ominaisuudeksi haluttu luokittelunimi. Kuvan 16 esimerkkitapauksessa on käytetty luokittelunimeä ”Puretut ap, vp rakenteet”.



Kuva 16. uusi ITO kuvaus

Informaation talteenoton päänäkyymässä, sarakkeita lisäämällä, luodaan nyt haluttu ITO:n lopullinen tietosisältö.

heijastuvuus- ja väriarvo. Laite lähettää lasersignaalin, ja paluusignaalista saadaan koordinaattiarvo ja intensiteetti. Tumma pinta heijastaa huonommin kuin vaalea pinta. Laserkeilain toimii myös pimeässä, joten aina ei välttämättä tarvita valoa mittausten toteuttamiseen, tällöin ei kuitenkaan saada väriarvoja pistepilvelle. Mittalaitteitten mittausetäisyydet alkavat noin 30 senttimetristä aina yli 300 metriin saakka. (Geotrim 2020.)

Esimerkkejä 3D-laserkeilauksen hyödyistä projektisuunnittelussa:

- Suunnitelmien laadun parantaminen.
- Osapuolien tiedonsiirron parantaminen.
- Suunnitteluvirheiden vähentäminen.
- Suunnitteluprosessin tehostaminen.
- Lähtötilanteen havainnollistaminen (Rakentaja.fi).

Laserkeilaus- ja mallinnustöitä harva rakennusliike pystyy itse tuottamaan. Kyseiset työvaiheet tilataan yleensä mittauspalveluja suorittavalta yritykseltä, jolla on käytössään tarvittava kalusto ja ammattitaito.

Luvussa 5.2 Helsingin Kaupungin tietomallivaatimuksissa esitetyt laserkeilaus- ja mallinnustöt voivat olla suurikin kuluerä, joka tulisi huomioida jo tarjouslaskentavaiheessa.

7 Yhteenveto

Yritysten käytössä olleet mallit oli laadittu hyvin erilaisista lähtökohdista. KVR-kohteissa ja omaperustaisissa kohteissa mallit olivat syntyneet lähinnä suunnittelun sivutuotteina, ja niille ei ollut asetettu erillisiä vaatimuksia, Pallas Rakennus Etelä-Suomi Oy:n käytössä ollut malli puolestaan oli mallinnettu hyvin huolellisesti YTV 2012 ohjeiden mukaisesti.

Vaikka työmaalla ei välttämättä ole ollut aikaisempaa kokemusta tai suurta osaamista mallien käytöstä, on työmaa siitä huolimatta molemmissa tapauksissa ollut hyvin innokas otta-
maan tietomallit käyttöön. Vaikka KVR-rakennushankkeiden ja omaperustaisten rakennus-
hankkeiden tietomallit eivät ole olleet sillä tasolla, millä niiden tulisi esimerkiksi YTV 2012
ohjeistuksen mukaan olla niiden päätyessä työmaalle, on malleista silti koettu olevan hyötyä
työmaalle.

Suurimmat haasteet työmaalla ovat olleet mallien tietosisällön ja yhteensovituksen puut-
teellisuus sekä ohjelmisto-osaamisen puute työmaahenkilöstöllä. Tarvittava teknologia mal-
lien käyttöön työmailla on pääsääntöisesti hyvin saatavilla. Vuonna 2020 tietomallien käyt-
töön työmaalla löytyy myös jo useita mobiilisovelluksia ja myös tabletilaitteiden hinnat ovat
huomattavasti edullisempia kuin mitä ne olivat viisi vuotta sitten. Laittekustannukset eivät
enää ole merkittävässä roolissa pienentämässä tietomallien käyttöaktiivisuutta työmaalla.
Mobiilisovellusten yleistyessä myös ohjelmistojen valikoima on laajentunut. Käytettävissä
on ilmaissovelluksia mallien katseluun niin tietokoneelle, tableteille kuin mobiililaitteillekin.
Lisäksi tarjolla on erilaisia AR- ja VR- sovelluksia työmaan käyttöön.

Puutteita työmaalla on merkittävässä määrin ohjelmistojen käytön osaamisessa, työmaaor-
ganisaatiossa ei ole henkilöitä, jotka osaisivat sujuvasti käyttää eri tietomalliohjelmistoja ja
niissä olevia ominaisuuksia. Myöskään työmaan johtamiseen tietomallien avulla ei ole työ-
maalla riittävästi osaamista.

Tulevaisuudessa tarvitaan lisäkoulutusta tietomalleista hankkeiden kaikille osapuolille. Ti-
laajan tulee saada ymmärrys siitä, mitä hän haluaa tilata puhuttaessa tietomalleista, ja
kuinka hän varmistaa, että valitut toteuttajat pystyvät toteuttamaan asetetut tavoitteet.
Suunnittelijat tarvitsevat koulutuksen suunnitteluohjelmistojen mallinnusominaisuuksiin ja
mallien tietosisällön tuottamiseen, jotta mallit ovat työmaalle päätyessään sopimusten mu-
kaisella tasolla. Työmaahenkilöstö tarvitsee koulutusta mallien sovellusohjelmistojen käyt-
töön ja uusin toimintatapoihin, jotka tietomallinnus tuo mukanaan.

Haasteena on rakentamisalaa aina rasittavat tiukat aikataulut ja kustannustehokkuuden
maksimointi. Jotta tietomalliosaaminen saataisiin myös pienissä ja keskiuurissa rakennus-
liikkeissä nousemaan, tarvitaan siihen sekä ajallista että rahallista panostusta. Yhtiöiden

johdolla tulisi olla ymmärrys tietomalliosaamisella saavutettavista hyödyistä, jotta tarvittavat panokset uskalletaan sijoittaa tietomalliosaamisen kehittämiseen.

Lähteet

Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osat 1–13.

<https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

Standardit.

<https://buildingsmart.fi/standardit/>

Geotrim.

<https://geotrim.fi/tuotteet/laserkeilaus/maalaserkeilaimet/> luettu 25.11.2020

Latvala J. 2012. Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa. Rakennuttaja koulutus Raps 34 kurssi. Aalto Yliopisto.

http://aaltopro2.aalto.fi/lomakkeet/tilaukset/Rakentaminen/r34/LatvalaJyrki_Tietomallinnuksen_hyodyntaminen_tyomaatoiminnassa.pdf

Mannermaa J. 2018. Tietomallikoordinointi uudeksi palvelukonseptiksi. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/145176>

Razaqi O. 2014. Tietomallien hyödyntäminen työmaalla. Opinnäytetyö. Turun Ammatikorkeakoulu.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/83233>

Pyykkö M. 2020. Dalux-sovelluksen hyödyntäminen talotekniikkaurakoitsijan projektihallinnassa. Opinnäytetyö. Metropolian Ammattikorkeakoulu.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/346100>

Rakentaja.fi. Laserkeilauksesta kustannustehokkuutta rakentamiseen.

https://www.rakentaja.fi/pro/artikkelit/16852/laserkeilauksesta_kustannustehokkuutta_pro.htm luettu 10.11.2020

Solibri. Aloittajan opas.

<https://solibri-assets.s3.amazonaws.com/old-site/2016/03/9.6-Aloittajan-opas.pdf> luettu 1.10.2020

Trimble. Trimble Connect käytännössä.

<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/webinaarit/trimble-connect-k%C3%A4yt%C3%A4nn%C3%B6ss%C3%A4> luettu 1.9.2020