

Esa Rämä

InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöönotto

Infrasuunnittelu Oy:ssä



Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Kevät 2017



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä(t): Esa Rämä

Työn nimi: InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöönotto Infrasuunnittelu Oy:ssä

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennustekniikka

Asiasanat: InfraWorks, visualisointi, infrasuunnittelu, tietomalli, virtuaalimalli

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia visualisoinnin sekä mallipohjaisen esittämisen ja toimintamallin merkitystä infrasuunnittelussa. Lisäksi työssä tutkittiin InfraWorks 360 -sovelluksen sopivuutta kohdeyrityksen visualisointi- ja luonnostelutyökaluksi. InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöönoton tavoitteena kohdeyrityksessä oli kehittää yrityksen suunnitelmien visualisointia ja kohteiden 3D-esittämistä sekä edesauttaa suunnitteluliiketoiminnan siirtymistä tietomallipohjaiseen toimintamalliin. Työn liitteeksi laadittiin InfraWorks 360 -sovelluksen prosessin kuvauskaavio.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin virtuaalimallien, visualisoinnin ja tietomallinnuksen merkitystä infrasuunnittelussa. Tarkastelu painottui infra-alan suunnitelmien visuaaliseen esittelyyn ja havainnollistamiseen. Aihealueisiin perehdyttiin kirjallisuuskatsauksena. Työssä tuotiin esille hyötyjä, joita visualisoinnilla ja mallintamisella voidaan infrasuunnittelussa saavuttaa. Lisäksi työssä tutustuttiin InfraWorks 360 -sovelluksen ominaisuuksiin yrityksen järjestämien testihankkeiden ja koulutustilaisuuksien avulla. Tutkimus ja johtopäätökset -osassa tarkasteltiin InfraWorks 360 -sovelluksen vaikutuksia kohdeyrityksen suunnitteluliiketoiminnan kehittämiseen.

Työn merkittävimäksi tulokseksi osoittautui InfraWorks 360 -sovelluksen monipuoliset käyttökohteet kohdeyrityksessä. Sovellus sopii virtuaalimallien tuottamiseen eri kohteista sekä yrityksen suunnitelmien visualisointiin ja esittelyyn eri kohderyhmille. Sovelluksen avulla pystytään monipuolistamaan kohdeyrityksen tarjottavia palveluita ja luomaan lisäarvoa asiakkaille. Ongelmia InfraWorks 360 -sovelluksen käytössä aiheuttaa yhteensopivuusongelmat suunnitteluohjelmistojen kanssa sekä lähtöaineistojen esikäsittely.

Opinnäytetyön perusteella todettiin, että 3D-mallintamisella ja visualisoinnilla saadaan selkeitä hyötyjä infrasuunnittelussa. Visualisoinnilla ja mallipohjaisella esittämisellä saadaan parannettua ymmärtämistä, vuorovaikutusta, kommunikointia ja tiedonkulkua hankkeissa. Lisäksi 3D-mallintamisella saadaan parannettua suunnitelmien laatua ja tarkkuutta. Tieto- ja virtuaalimallien tehokasta käyttöä infra-alalla hidastaa vielä tällä hetkellä alaan liittyvä lainsäädäntö.

ABSTRACT

Author(s): Esa Rämä

Title of the Publication: Commissioning of InfraWorks 360 Software at Infrasuunnittelu Oy

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction and Civil Engineering

Keywords: InfraWorks, visualization, infrastructure planning, building information model, virtual model

The purpose of this thesis was to examine the importance of virtual models, visualization and building information modeling in infrastructure planning. The study focused on the visual presentation and visualization of plans in the infrastructure sector. In addition, the thesis examined the suitability of InfraWorks 360 for the target company's visualization software. The aim of the introduction of the InfraWorks 360 software in the target company was to develop the visualization of the company's plans and 3D presentation of objects.

The thesis highlights the benefits that visualization and 3D modeling can provide in infrastructure planning. The research and the conclusions of the thesis examined the effects of the InfraWorks 360 software for the commissioner's business development. The subject areas were familiarized with in the form of a literature review. The thesis includes the process description diagram of the InfraWorks 360 software as an attachment.

The most important result of the thesis was that the InfraWorks 360 software proved to have multipurpose use in the target company. The software is suitable to produce virtual models of different objects and to present plans for different target groups. Compatibility problems with other planning software complicate the effective use of the infraWorks.

Based on this thesis it can be concluded that 3D modeling and visualization can bring clear benefits in infrastructure planning by improving understanding, interaction, communication and information flow in projects. The effective use of information models and virtual models in the infrastructure sector is currently hampered by the legislation concerning this sector, because it is not up to date.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 INFRASUUNNITTELU.....	3
2.1 Tiesuunnittelu.....	4
2.2 Katusuunnittelu.....	5
2.3 Aluesuunnittelu.....	6
2.4 Vesihuoltosuunnittelu.....	6
2.5 Kaukolämpöverkon ja sähköverkon suunnittelu.....	6
3 VIRTUAALIMALLIT.....	8
3.1 Virtuaalimallien hyötyjä.....	8
3.2 Visualisoinnin merkitys infrasuunnittelussa.....	9
3.3 Esittelyvideot.....	10
3.4 Fotogrammetria ja valokuvamallinnus.....	11
3.5 UAV-ilmakuvaus.....	12
4 BIM – TIETOMALLINNUS.....	14
4.1 InfraBIM.....	15
4.2 Mallityypit.....	16
4.3 Tietomallinnuksen hyötyjä.....	18
5 INFRAWORKS 360 -SOVELLUS.....	20
5.1 Sovelluksen ominaisuudet yleisesti.....	20
5.2 Käyttökohteet.....	21
5.3 Vastaavat sovellukset.....	21
6 INFRAWORKS 360 -SOVELLUKSEN KÄYTTÖÖNOTTO KOHDEYRITYKSESSÄ.....	23
6.1 Nykyinen toimintamalli kohdeyrityksen suunnitteluliiketoiminnassa ...	23
6.2 InfraWorks 360 -sovelluksen käyttökohteet kohdeyrityksessä.....	24
6.3 Kehityskohteet ja kehittäminen InfraWorks 360 -sovelluksen avulla ..	25
6.4 Sovelluksen käyttöönoton hyödyt ja mahdollisuudet.....	26
6.5 Sovelluksen käyttöönottoon liittyviä ongelmia.....	27
6.6 InfraWorks 360 -sovelluksen yhteensopivuus Tekla Civil -ohjelmiston kanssa.....	29

7 JOHTOPÄÄTÖKSET..... 30

8 YHTEENVETO 33

LÄHTEET 35

LIITTEET

Liite 1. InfraWorks 360 -prosessin kuvauskaavio

MERKINNÄT JA LYHENTEET

3D-malli	Kolmiulotteinen malli, joka on mallinnettu kolmen tilaulottuvuuden suhteen (pituus, leveys ja syvyys). Esimerkiksi virtuaalimalli.
AutoCad 3D Civil	Yhdyskuntasuunnitteluohjelmisto
BIM	Building Information Model, tietomalli
BuildingSMART	Rakennusalan yhteistyöorganisaatio
Fotogrammetria	Kuvamittaus, kohteiden kolmiulotteista mittausta kohteesta otettujen valokuvien perusteella
IFC	Industry Foundation Classes, rakennusalan tiedonsiirtoformaatti
InfraBIM	Infra Built Environment Information Model, inframalli, infrarakenteen tietomalli
InfraBIM-nimikkeistö	Inframallien numerointi- ja nimeämiskäytännöt
Inframodel	Suomen inframallien tiedonsiirtoon kehitetty formaatti
InfraWorks 360	Luonnostelu- ja visualisointisovellus
LandXML	Tiedonsiirtoformaatti
Renderöinti	Kuvan luominen mallista tietokoneohjelman avulla
UAV	Unmanned Aerial Vehicle, miehittämätön ilma-alus
Tekla Civil	Tietomallipohjainen infrasuunnitteluohjelmisto
Tietomalli	Yleisnimitys rakentamisessa käytettäville digitaalisille, tietoa sisältäville malleille

1 JOHDANTO

Infra-alalla eletään muutoksen aikakautta. Infra-alan uudet teknologiat ja suunnittelutyökalut, kuten tietomallinnus, virtuaalimallit sekä 3D-suunnittelu, ovat syrjäyttämässä vanhaa 2D-dokumenttipohjaista toimintamallia. Nykyään infrasuunnittelussa korostuvat yhä enemmän vuorovaikutus ja kommunikointi. Suunnitelmien visualisointi luo perustan visuaaliselle kommunikoinnille helpottamalla ymmärrystä ja parantamalla tiedonkulkua. Nykyään suunnitelmien visualisoinnissa hyödynnetään usein kohteista luotuja virtuaali- ja esittelymalleja. Hankkeiden esittelyyn ja markkinointiin malleista voidaan jatkojalostaa animaatioita ja esittelyvideoita.

Opinnäytetyön tilaajana ja työn kohdeyrityksenä toimii kajaanilainen Infrasuunnittelu Oy. Infrasuunnittelu Oy on valtakunnallisesti toimiva, yhdyskuntarakentamisen suunnitteluun, valvontaan, rakennuskonsultointiin ja mittaamiseen erikoistunut yritys. Yritys työllistää keskimäärin 12 työntekijää, ja sen liikevaihto oli vuonna 2015 n. 950 000 €.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia visualisoinnin sekä mallipohjaisen esittämisen ja toimintamallin merkitystä infrasuunnittelussa. Toisena tavoitteena on tutkia InfraWorks 360 -sovelluksen sopivuutta kohdeyrityksen visualisointi- ja luonnostelutyökaluksi. Lisäksi kohdeyritys voi tarvittaessa hyödyntää opinnäytetyötä InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöönotossa. InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöönoton tavoitteena kohdeyrityksessä on kehittää yrityksen suunnitelmien visualisointia ja kohteiden 3D-esittämistä sekä edesauttaa suunnitteluliiketoiminnan siirtymistä tietomallipohjaiseen toimintamalliin. Työn liitteeksi laaditaan InfraWorks 360 -sovelluksen prosessin kuvauskaavio, jossa käydään läpi prosessin keskeisimmät vaihteet. Toteutettua prosessin kuvausta rajattiin tässä opinnäytetyössä koskemaan pelkästään prosessin kuvauskaaviota laajemman sanallisen prosessin kuvauksen sijasta.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään aihealueisiin kirjallisuuskatsauksena. Lisäksi InfraWorks 360 -sovellukseen tutustumiseen on hyödynnetty kohdeyrityksen järjestämiä testihankkeita ja koulutustilaisuuksia opinnäytetyön teon aikana. Tämän

opinnäytetyön pohjana on keväällä 2016 kyseiseen yritykseen Ville Mannisen Oulun yliopiston konetekniikan koulutusohjelmassa laatima diplomityö, jonka pohjalta kohdeyrityksellä on tarkoitus siirtyä suunnitteluliiketoiminnassaan tietomallipohjaiseen toimintamalliin.

2 INFRASUUNNITTELU

Infrasuunnittelu voidaan jaotella eri liikennemuotojen ja kohteiden erityispiirteiden mukaan seuraavasti:

- tiesuunnittelu
- ratasuunnittelu
- vesiväylien suunnittelu
- katujen, alueiden ja kunnallistekniikan suunnittelu
- vesihuollon ja muiden verkostojen suunnittelu
- muut infrakohteet, esimerkiksi kaatopaikat [1, s. 10.]

Infrahankkeet voidaan jakaa nykyisten kohteiden parantamiseen ja uusinvestointeihin [1, s. 11].

Infran suunnittelu on vaiheittain tarkentuva prosessi, jonka aikana kohteeseen parhaiten soveltuva ratkaisu täsmentyy. Suunnitteluprosessi alkaa pääsääntöisesti useiden vaihtoehtojen tarkastelulla, joista lopullinen ratkaisu tarkentuu prosessin edetessä. Vaiheittainen suunnittelutarkkuus ja päätöksenteko yhdistyvät maankäytön suunnittelun kanssa, ja pienikokoisissa hankkeissa suunnitteluvaiheita voidaan yhdistää. [1, s. 11-12; 2, s. 11.]

Infrahankkeet ovat yleensä monialaisia hankkeita. Hankkeiden suunnitteluun osallistuu useita eri alojen suunnittelijoita ja asiantuntijoita, jotka vastaavat oman suunnittelualansa yksityiskohtien suunnittelusta ja ratkaisujen sovituksesta toimivaan suunnitelmakokonaisuuteen. Esimerkiksi tiehankkeissa tyypillisiä suunnittelualoja ovat tie-, liikenne- ja geotekniikka, sillat ja rakenteet, liikenteenohjaus, maisema ja ympäristö, valaistus sekä tunnelit. Jokainen suunnitteluala käyttää omassa suunnittelussaan alansa suunnittelutehtäviä varten kehitettyjä ohjelmistoja. [1, s. 11-12; 2, s. 11.]

Infrasuunnittelu eroaa rakenne- ja arkkitehtisuunnittelusta siten, että infrasuunnittelu on sidottu tarkasti paikkaan koordinaatistoa käyttäen. Infrasuunnittelussa on otettava myös huomioon suunnittelun erityispiirteet kuten koordinaatisto, mitta-kaava, suunnittelun kesto ja vaiheistus, maankäyttö ja kaavoitus sekä päätöksentekoprosessit. [1, s. 21 - 24.]

2.1 Tiesuunnittelu

Suomen tienpidosta vastaavat Liikennevirasto sekä alueelliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset). Liikennevirasto vastaa merkittävien tiehankkeiden toteuttamisesta. ELY-keskukset vastaavat maanteiden suunnittelusta, rakentamisesta ja kunnossapidosta. Tiesuunnittelu on tiukasti kytkeytyneenä maankäyttöön ja sen suunnitteluun. Tiesuunnittelu perustuu maantielakiin ja -asetukseen sekä muihin maankäytön suunnittelua koskeviin lakeihin. [3, s. 13.] Kaavoitus ja tiesuunnittelu kulkevat käsi kädessä. Kuvassa 1 on esitetty tiesuunnitteluvaiheet ja niiden suhde kaavoitukseen.



Kuva 1. Tiesuunnittelun kulku ja vuorovaikutus kaavoitukseen. [1, s. 13]

Tien suunnitteluprosessi etenee vaiheittain esisuunnittelusta yleissuunnitteluun ja tiesuunnitelman laatimisen kautta rakennussuunnitteluun. Tiehankkeen suunnittelu alkaa esisuunnitteluvaiheella, jossa tutkitaan tiehankkeen liikenteellistä tarvetta, sijaintia ja kaavoituksen tilaa. Esisuunnittelun jälkeen tiehanke etenee yleissuunnitteluun, jossa määritellään tiehankkeen liikenteelliset ja tekniset perusratkaisut, tilantarve, suhde ympäröivään maankäyttöön sekä hankkeen ympäristövaikutukset. Tiesuunnitelma tehdään yleissuunnitelman pohjalta. Se on hankkeen toteutukseen tähtäävää tien yksityiskohtien suunnittelua. Tiesuunnitelman pohjalta tehdään hyväksymispäätös, joka mahdollistaa vaadittavien alueiden haltuunoton tien rakentamista varten. Rakennussuunnittelu liittyy hankkeen toteutukseen. Sen suoritus tapahtuu yleensä hankkeen rahoituksen varmistuttua. Rakennussuunnitelma tehdään tiesuunnitelman pohjalta ja se sisältää tien rakentamisessa tarvittavien suunnitelmien sekä muiden asiakirjojen laadinnan. [1, s. 12 - 14; 2, s. 12.]

2.2 Katusuunnittelu

Kunta vastaa yleensä katujen suunnittelemisesta ja toteuttamisesta. Näin ollen katujen suunnittelu kytkeytyy vahvasti kunnan kaavoitukseen, jossa määritellään suurin osa katusuunnittelun lähtökohdista. Katusuunnittelussa on erotettavissa kaksi vaihetta kaavoituksen ja liikennesuunnittelun jälkeen: varsinaisen katusuunnitelman laatiminen ja rakennussuunnitelmien tekeminen. Katusuunnitelma on havainnollinen esitys kadun sijainnista ja toiminnallisista alueista. Se on dokumentti osana hankkeen hyväksymismenettelyä. Kadun rakennussuunnitelmassa taas esitetään yksityiskohtaisesti kadun tekniset ratkaisut, rakennustekniset työt, massa- ja määrätiedot. Rakennussuunnitelman pohjalta laaditaan myös hankkeelle kustannusarvio sekä työkohtainen työselostus. Molempien suunnitelmien tekninen sisältö voi vaihdella suunnitelman tilaavan kunnan määritysten mukaan. Rakennusvaihe tehdään rakennussuunnitelman ja työselostuksen mukaan. [1, s. 16 - 19; 2, s. 12.]

2.3 Aluesuunnittelu

Aluesuunnittelulla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä muun muassa parkkipaikkojen, piha-alueiden ja muiden päällystettävien alueiden suunnittelua. Suunnittelun lähtökohtana on alueen tekninen toimivuus ja ympäristönäkökohdat. Usein aluesuunnittelu koostuu useista eri toimialojen tehtävistä, jotka suunnittelija koordinoi toimivaksi kokonaisuudeksi. Näitä toimialoja ovat esimerkiksi rakennesuunnittelu, pohjarakennesuunnittelu, vesihuoltolaitteiden ja huleveden käsittelyjärjestelmien suunnittelu, maisema- ja ympäristösuunnittelu sekä liikenne- ja logistiikkasuunnittelu. [4.]

2.4 Vesihuoltosuunnittelu

Kunnat ja vesilaitokset vastaavat vesihuollon suunnittelusta. Vesihuollon suunnittelun tavoitteena on toimiva vesihuolto. Vesihuollon suunnittelu käsittää hankekohtaisesti hule- ja jätevesiviemäreiden sekä vesijohdon suunnittelun. Usein vesihuollon suunnitteluun sisältyy uuden katurakenteen suunnittelu tai vanhan kadun saneeraus. Näin ollen vesihuollon suunnittelu ja katusuunnittelu kulkevat usein käsikädessä. Vesijohtoverkon suunnittelun tavoitteena on varmistaa, että vettä toimitetaan riittävä määrä asutukselle, palveluille sekä yleiseen käyttöön. Viemäröinnin suunnittelun tavoitteena on kiinteistöjen jäte-, hule- ja kuivatusvesien poisjohdaminen. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota verkostojen mitoitukseen, oikeaan sijoitukseen sekä putkimateriaaleihin. [5, s. 115; 6, s. 295 - 296.]

2.5 Kaukolämpöverkon ja sähköverkon suunnittelu

Kaukolämpöverkon johtojen suunnitteluun liittyy yleissuunnitelman perusteella tehty reittisuunnittelu sekä tekninen suunnittelu. Reittisuunnitteluun kuuluu suunnitella kaukolämpöjohtojen sijainti sekä laatia tarvittavat asema- ja profiilipiirroksat. Kaivantolinjan sijoittuminen katualueelle tai maastoon on selvittävä suunnitelmista kiistattomasti. Reittisuunnittelussa on selvitettävä muiden yritysten ja laitosten

maalaiset ja maanpäälliset johdot, laitteet ja rakenteet sekä huolehdittava johdon riittävästä sijoituksesta niihin. Lisäksi reittisuunnittelussa on huomioitava kaukolämpöjohdon välittömässä läheisyydessä sijaitsevat muut maalaiset rakenteet ja esteet, maaperäolosuhteet, kaukolämpöjohdon suunnitellulla reitillä ja sen läheisyydessä tapahtuva liikenne sekä maanomistussuhteet alueella, jolla suunniteltu kaukolämpöjohto sijaitsee. [7, s. 159.]

Tekniseen suunnitteluun kuuluu selvittää käytössä olevan kaukolämpöjohdon rakenne ja mahdollisimman edullinen liitoskohta olemassa olevaan verkkoon. Suunnittelussa otetaan huomioon lämpölaajenemisen vastaanotto ja kompensointi, sekä selvitetään käytettävät asennusmenetelmät. Lisäksi suunnitelmassa on selvitettävä koko kaukolämpöjohdon ja sen erilaisten yksityiskohtien toteutus. [7, s. 159.]

Kaukolämpöverkon yleissuunnittelu perustuu kaukolämpöverkkoon liitettävien alueiden, näiden tehontarpeen sekä ajallisen kehityksen selvitykseen. Suunnittelussa otetaan huomioon myös tuotantolaitosten sijainti, teho ja rakentamisen ajoitus. [7, s. 153.]

Sähköverkon suunnittelu voidaan jakaa kahteen suunnitteluvaiheeseen, jotka ovat sähköinen suunnittelu ja maastosuunnittelu. Sähköisessä suunnittelussa määritetään rakennettavan sähköverkon alustava reitti sekä sähköiset arvot. Sähköisen suunnitelman valmistuttua voidaan aloittaa maastosuunnittelu. Maastosuunnittelussa selvitetään tarkemmin maakaapeleiden ja pylväiden sijoituspaikat maastoon. Maastosuunnittelun aikana suunnittelijan tulee olla yhteyksissä maanomistajiin, joiden maille sähköverkkoa ollaan rakentamassa. Maanomistajien kanssa käydään sähköverkon kulkureitti läpi ja mahdollisuuksien mukaan huomioidaan heidän toiveensa reitin suunnittelussa. Maanomistajan kanssa tehdään sopimukset maankäytöstä ja korvauksista. [8, s. 36, s. 51; 9.]

3 VIRTUAALIMALLIT

Virtuaalimalli on reaaliaikainen kolmiulotteinen malli, jota voidaan tarkastella vapaasti eri suunnista liikkumalla mallin sisällä. Mallin kohteena voi olla käytännössä mikä tahansa historiallinen, nykyinen tai suunnitteilla oleva kohde. Lisäksi virtuaalimalliin voidaan ohjelmoida erilaisia tehosteita, kuten vuoden- ja vuorokaudenaikojen vaihteluita. Helpon havainnollisuutensa vuoksi virtuaalimalli on käytännöllinen väline rakentamiseen liittyvässä päätöksenteossa sekä suunnitelmien esittelyssä päättäjille ja yleisölle. [10.]

3.1 Virtuaalimallien hyötyjä

Virtuaalimalli vaikuttaa hankkeen aikatauluun ja laatuun myönteisesti. Virtuaalimallin avulla suunnitelman ymmärrettävyys paranee. Hankkeeseen osallistujat voivat helpommin muodostaa mielipiteensä hankkeesta sekä osallistua keskusteluun tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa. Eri ratkaisuvaihtoehtoja voidaan arvioida mallista sekä ehkäistä ongelmakohtien syntyminen, jolloin turvallisuus ja toiminnallisten ratkaisujen arviointi paranevat. Virtuaalimalli mahdollistaa myös virtuaalisien maastokäyntien hyödyntämisen suunnittelun aikana ja kokouksissa. Suunnitelmia voidaan tarkastella esimerkiksi tienkäyttäjän perspektiivistä. Virtuaalimallia voidaan hyödyntää myös eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensopivuus tarkasteluihin. Tällöin mallista käytetään nimitystä koordinaatiomalli. [10.]

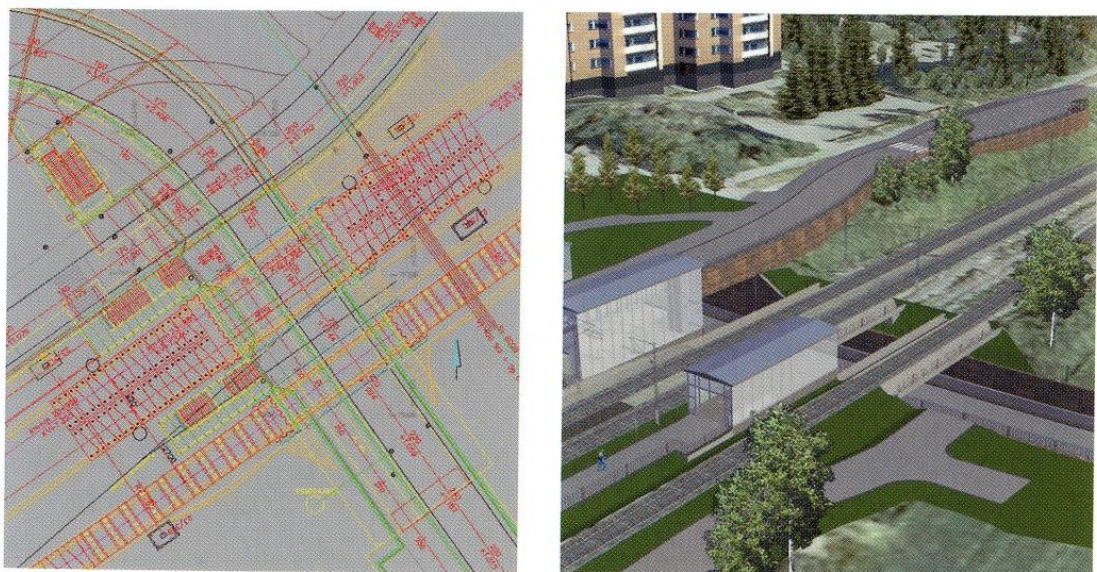
Virtuaalimalleja voidaan käyttää suunnitelmien esittelyn lisäksi seuraavissa sovel-
luskohteissa:

- Kaupallisten rakennushankkeiden näkyvyydestarkastelut
- Liikenneturvallisuuteen liittyvät näkemätarkastelut
- Suunnittelun eri osa-alueiden yhteensopivuus (erilaiset törmäystarkastelut)
- Suunnitelmien sopivuus ympäristöönsä

- Vaihtoehtovertailut
- Markkinoinnin, myynnin ja tiedottamisen apuvälineenä oleminen. [10.]

3.2 Visualisoinnin merkitys infrasuunnittelussa

Yksi virtuaalimallien käyttötarkoituksista on visualisointi. Visualisointi tarkoittaa asioiden havainnollistamista, selventämistä ja näkemistä helposti ymmärrettävässä muodossa. Visualisoinnin päätehtävä on muokata monimutkaiset ja tekniset lähtötiedot havainnolliseksi materiaaliksi. Suunnitelmien visualisoinnin avulla pyritään auttamaan ihmisiä ymmärtämään suunnitelmien sisältö. Usein suunnitelmat eivät ole yksiselitteisiä ja leikkauskuvien sekä asemapiirrosten ymmärtäminen vaatii teknistä ymmärrystä. Lisäksi suunnitelmapiirroksat voivat sisältää enemmän tietoa, kuin mikä olisi tarpeen esimerkiksi katusuunnitelman esittelytilaisuuden kannalta. Kunnallisessa päätöksenteossa päättäjät eivät yleensä ole infra-alan ammattilaisia, vaan poliittisia päätöksentekijöitä. Suunnitelman pohjalta luodun virtuaalisen esittelymallin avulla pystytään selkeämmin tuomaan esille suunnitteluratkaisut ja niistä koituvat muutokset ympäristöön, mikä tukee päätöksentekoa. [1, s. 24 s. 68.] Kuvassa 2 on havainnollistettu visualisoinnin merkitystä suunnitelmien ymmärrettävyyden kannalta.



Kuva 2. Esimerkki teknisen piirustuksen visualisoinnista [1, s. 68]

Nykyään infrasuunnittelussa korostuu yhä enemmän vuorovaikutus ja kommunikointi. Visualisointi luo perustan visuaaliselle kommunikoinnille helpottamalla ymmärrystä ja parantamalla tiedonkulkua. Infran suunnittelun monialaisuuden vuoksi visualisointia tarvitaan myös eri alojen asiantuntijoiden välisessä kommunikoinnissa ja suunnitteluprosessin jokaisessa vaiheessa. [1, s. 69.]

Hyvin toteutettu visualisointi on näyttävää ja myyväää. Hankkeista luodut virtuaalimallit, animaatiot ja esittelyvideot sopivat hyvin hankkeiden markkinointiin. Visualisoinnilla saadaan myös luotua hankkeelle imagoa ja mielikuvia. [1, s. 70.]

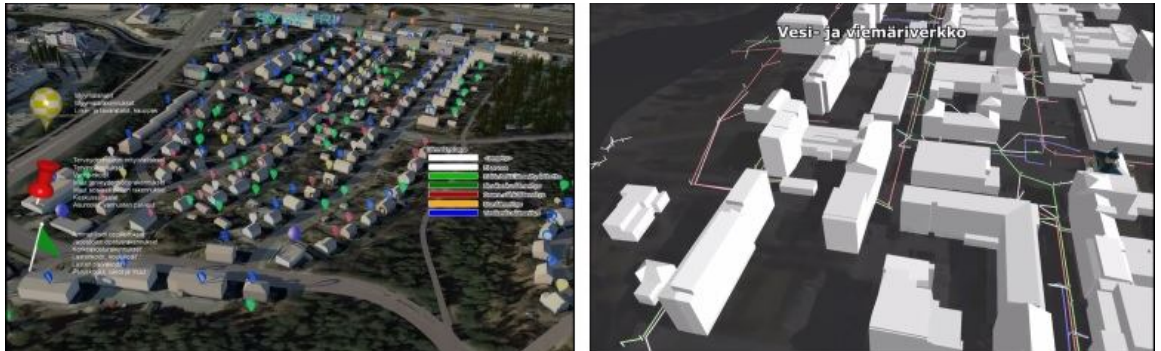
Visualisointi on voimakas vaikutusväline ja joskus sitä käytetään väärin. Esimerkiksi joissakin hankkeissa visualisoinnilla pystytään esittämään kohteen vaikutukset ympäristöön vähäisempänä kuin ne oikeasti ovat, käyttämällä tietynlaisia perspektiivejä. Oikealla moraalilla tehty visualisointi ei vääristä totuutta, vaan havainnollistaa kohteen mahdollisimman todenmukaisesti. Aina visualisoinnin ei kuitenkaan tarvitse olla realistista. Luonnosvaiheessa visualisointi voi olla luonnosmaista ja hankkeen myöhemmässä vaiheessa aidompaa sekä tarkempaa. [1, s. 70 - 72.]

3.3 Esittelyvideot

Virtuaalimallista tai inframallin esittelymallista voidaan hankekohtaisesti jatkojalostaa esittelyvideoita hankkeen havainnollistamiseksi. Esittelyvideo on usein mallinnetun kohteen ympäriltä ja sisältä visualisointisovelluksen avulla tehty 3D-animaatiovideo. Sen tavoitteena on havainnollistaa ja esittää hanke tai kohde halutulla tavalla. Katselijalle esitetään kohde ennalta määrättyjen kamera-ajojen avulla. 3D-animaatiot mahdollistavat hyvin laajan kokonaiskuvan luonnin kohteesta. Esittelyvideoita käytetään esimerkiksi hankkeen markkinointiin, päätöksentekoon ja yleiseen esittelyyn. [11.]

Esittelyvideoihin voidaan yhdistää ääntä ja muita graafisia elementtejä sekä erilaisia tehosteita. Mallista voidaan vaihdella pintojen läpinäkyvyyttä sekä demonstroida eri vuorokauden aikoja esimerkiksi valaistusta vaihtelemalla. Esittelyvideoon voidaan myös sisällyttää monipuolisesti erilaista teknistä informaatiota koh-

teesta kuten tietoja rakennusmateriaaleista, lämmitysmuodoista sekä vesi- ja viemäriverkon sijainnista. Kuvat 3 ja 4 ovat kuvankaappauksia Symetri Oy:n tekemästä esittelyvideosta Kajaanin kaupunki 3D:nä. Video visualisoi Kajaanin kaupungin paikkatietovisiota, jossa siirrytään 3D-kaupunkimallipohjaiseen toimintaan. Videoon on sisällytetty teknistä informaatiota esimerkiksi kiinteistöjen lämmitysmuodoista sekä vesi- ja viemäriverkon sijainnista. [12.]



Kuva 3 ja kuva 4. Esittelyvideoon voidaan sisällyttää teknistä informaatiota kohteesta [12]

3.4 Fotogrammetria ja valokuvamallinnus

Fotogrammetria eli kuvamittaus on yksi maanmittausopin osa-alue. Fotogrammetrialla tarkoitetaan menetelmää, jolla kohteen muotoja ja ominaisuuksia tutkitaan kohteesta otettujen valokuvien perusteella. Fotogrammetriassa mittaukset perustuvat kohteesta otettuihin valokuviin tai jopa videokuvaan, ilman kohteen mittamista paikan päällä. [13.]

Perinteisesti fotogrammetriaa on käytetty karttojen ja maastotietojen tuotantoon. Nykyisin sitä hyödynnetään myös valokuvamallinnukseen, jossa 3D-malli luodaan kohteesta otettujen kuvien avulla. Malli voidaan tehdä esimerkiksi yksittäisestä rakennuksesta tai laajemmasta ympäristöstä. Kohteiden kuvauksessa hyödynnetään nykyisin paljon kauko-ohjattuja ilma-aluksia kuten koptereita. Malli voidaan luoda täysin automaattisesti kuvatusta aineistosta valokuvamallinnusohjelman avulla. Fotogrammetrian avulla luotujen 3D-mallien etuja ovat mallin tuottamisen

nopeus, kustannustehokkuus sekä mallin tarkkuus tiettyihin käyttötarkoituksiin. [14.]

3.5 UAV-ilmakuvauus

Kauko-ohjattujen ilma-alusten suosio sekä käyttö ilmakuvauksessa ja kartoituksessa on yleistynyt ammattilaiskäytössä merkittävästi viime aikoina. Kauko-ohjattulla ilma-aluksella tarkoitetaan ammattilaiskäytössä olevaa miehittämätöntä ilmassa liikkuvaa laitetta, jolla tehdään esimerkiksi alueiden tai rakennusten ilmakuvauksia. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi lennokit ja kopterit (kuvassa 5). Mikäli laite on varustettu autopilotilla ja se osaa lentää ennakkoon määrätyn reitin GPS-koordinaattien avulla, voidaan siitä käyttää myös nimitystä UAV eli Unmanned Aerial Vehicle. [15, s. 4 - 7.]



Kuva 5. Ilmakuvauuskopteri DJI Inspire 1 Pro. [16.] Koptereiden etu on niiden pienekö koko, jolloin niille riittää pieni alue nousuun ja laskeutumiseen. [15, s. 32.]

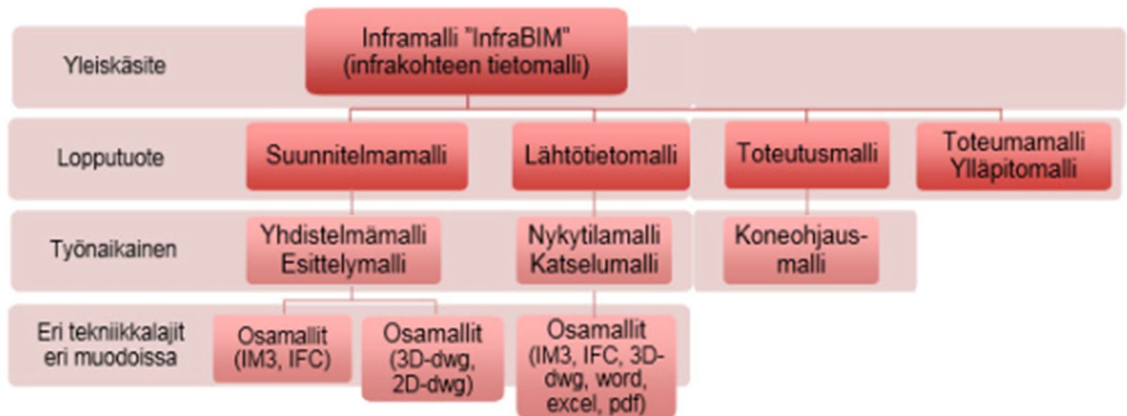
UAV-kopterit soveltuvat parhaiten pienten ja keskisuurten alueiden sekä rakennusten tarkkaan kuvaukseen, videokuvaukseen sekä kartoituksiin. Kopterikuvauksista käytetään muun muassa infrarakentamisessa, kaivosteollisuudessa, kaupunkisuunnittelussa sekä kohteiden kuvamittauksessa. UAV-koptereilla otetut ilmakuvat ovat yleensä todella tarkkoja. Niitä voidaan hyödyntää tutkimuksiin, mit-

tauksiin ja mallinnukseen. Lennokilla tai kopterilla suoritettua kartoitusta hyödynnetään tällä hetkellä eniten maa-ainesvarastojen ja maamassojen tilavuuden laskentaan, avolouhosten ja hiekkamonttujen mittaamiseen sekä ortokuvien tuotantoon. [15, s. 9 - 13.]

4 BIM – TIETOMALLINNUS

Tietomallilla tarkoitetaan tuotteen, kuten rakennuksen tai infrakohteen, sekä rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisen tiedon kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tietomallin tarkoituksena on koota kaikki tarvittava tieto yhteen ja havainnollistaa suunnitelmat todenmukaisesti. Jokainen yksittäinen tieto tallennetaan malliin vain kerran. Tietoa pystytään hyödyntämään koko suunnittelu- ja toteutusketjun ajan aina ylläpitoon saakka. Perinteisen dokumenttipohjaisen toimintatavan sijasta käytössä on kolmiulotteinen malli, josta pystytään tulostamaan kulloinkin tarvittavat dokumentit. Tietomalli mahdollistaa tiedon tulkitsemisen tietoteknisten järjestelmien ja sovellusten avulla. Erilaisten analyysien sekä simulointien tekeminen ja hyödyntäminen onnistuvat jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. [17.]

Talonrakennusalalla tietomallista käytetään englanninkielistä lyhennettä BIM, joka tulee sanoista building information model. Vastaavasti infra-alalla on käytössä termi InfraBIM eli inframalli. Inframalli on yleisnimitys kaikille infran tietomallinnuksessa käytettäville elinkaaren aikaisille malleille. Työnaikaiset mallit voivat koostua monesta eri osamallista, joiden tiedonsiirtoformaattina infra-alalla käytetään pääasiassa LandXML-formaattia, sekä sen pohjalta Suomessa kehitettyä inframodel (IM) -formaattia. Talonrakennusalalla tiedonsiirtoformaattina käytetään tavallisesti IFC-formaattia. [3, s. 22 - 23.] Kuvassa 6 on esitetty infra-alan tietomallinnuksen peruskäsitteet ja tiedonsiirtoformaattit.



Kuva 6. Infra-alan tietomallinnuksen peruskäsitteet ja tiedonsiirtoformaattit [3, s. 22.]

Kaikki rakennusta tai infrakohtetta esittävät mallit eivät ole tietomalleja. Tietomallin tulee sisältää muodon kuvauksen lisäksi tuotteen, esimerkiksi rakennuksen tai väylän osien ja niihin liittyvien tietojen kuvaukset, sekä tukea rakentamista, osavalmistusta ja hankintaa. Mallit, joissa on vain visuaalista tietoa 3D-muodossa ilman ominaisuustietoja tai mallia ei voi muokata yhdessä näkymässä ilman automaattista muutoksen siirtoa toisiin näkymiin, eivät ole tietomalleja vaan pelkkiä 3D-malleja. [18.] *Tietomalleilla on siis kaksi puolta: tiedonhallinta ja 3D-esittäminen* [3, s. 3].

4.1 InfraBIM

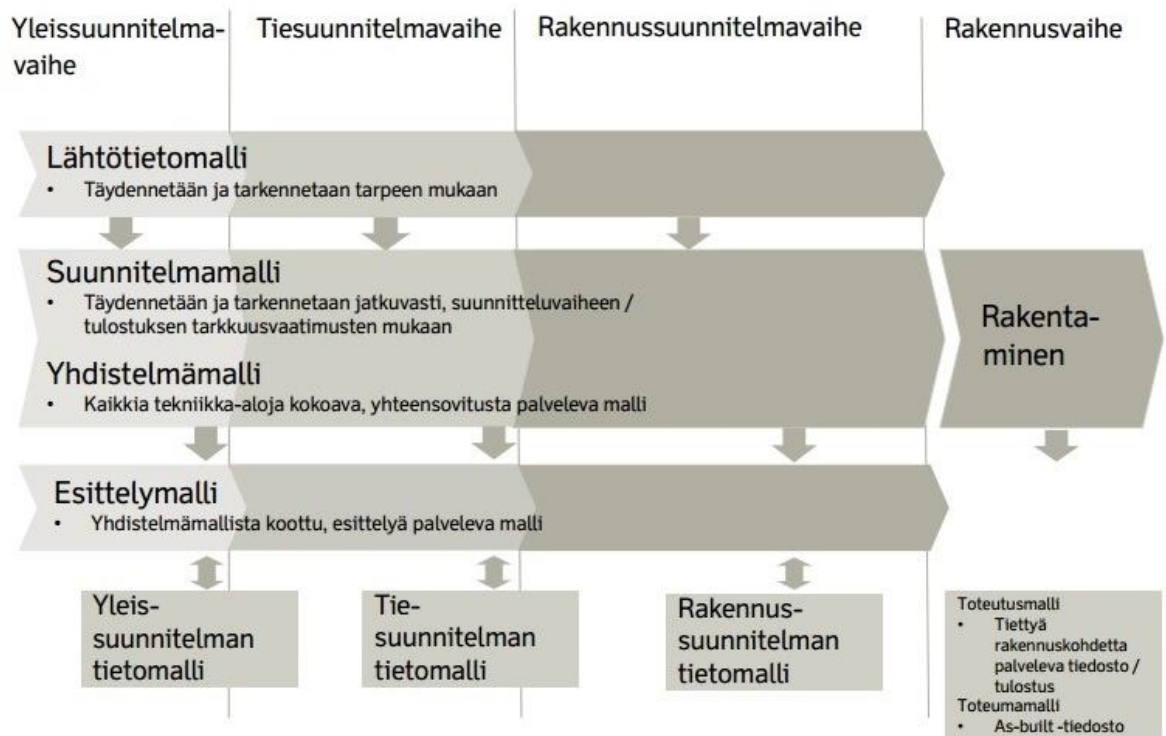
Tilaaajat ja palveluntarjoajat ovat kokeneet, että heillä on oltava yhteinen näkemys siitä, mitä ja miten infrahankkeita mallinnetaan hankkeiden eri vaiheissa. Tämän seurauksena buildingSMARTin Suomen organisaatio on kehittänyt infra-alalle kansallisen tietomallinnusohjeistuksen, joka sisältää yleiset inframallivaatimukset, InfraBIM-nimikkeistön ja Inframodel-tiedonsiirtoformaatin. Yleiset inframallivaatimukset antavat perustiedot ja vaatimukset tietomallipohjaisten infrahankkeiden toteutukseen. Ne kattavat lähtötiedot, suunnittelun eri vaiheet, rakentamisen, rakennetun todentamisen sekä käytön ja ylläpidon. InfraBIM-nimikkeistöllä luodaan infra-alan tietomalleille yhtenäiset koko elinkaaren kattavat numerointi- ja nimeämiskäytännöt ja Inframodel-formaatti yhtenäistää tiedonsiirron käytännöt

hankkeissa. Mallinnusohjeiden tavoitteena on ohjata, yhdenmukaistaa ja kehittää koko infra-alan mallinnuskäytäntöjä. [2, s. 20 - 21; 19.]

Tietomallintamista kehitetään jatkuvasti infra-alalla erilaisten tutkimus- ja kehityshankkeiden sekä -ohjelmien avulla. Tavoitteena on hyödyntää tietomallintamista entistä tehokkaammin suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Suomi kuuluu Euroopan kärkimaihin infra-alan tietomallintamisessa. [3, s. 10, s. 35.]

4.2 Mallityypit

Infra-alalla inframalleja tuotetaan erilaisiin tarkoituksiin hankkeen eri vaiheissa. Niitä hyödynnetään tällä hetkellä pääasiassa rakentamisessa ja rakennussuunnittelussa [3, s. 26]. Kuvassa 7 esitetään tietomallinnetun tiesuunnitteluprosessin kulku yleissuunnitelmavaiheesta rakennusvaiheeseen ja eri mallityyppien suhde prosessin etenemiseen.



Kuva 7. Inframallit tiensuunnittelussa ja -rakentamisessa [20, s. 20]

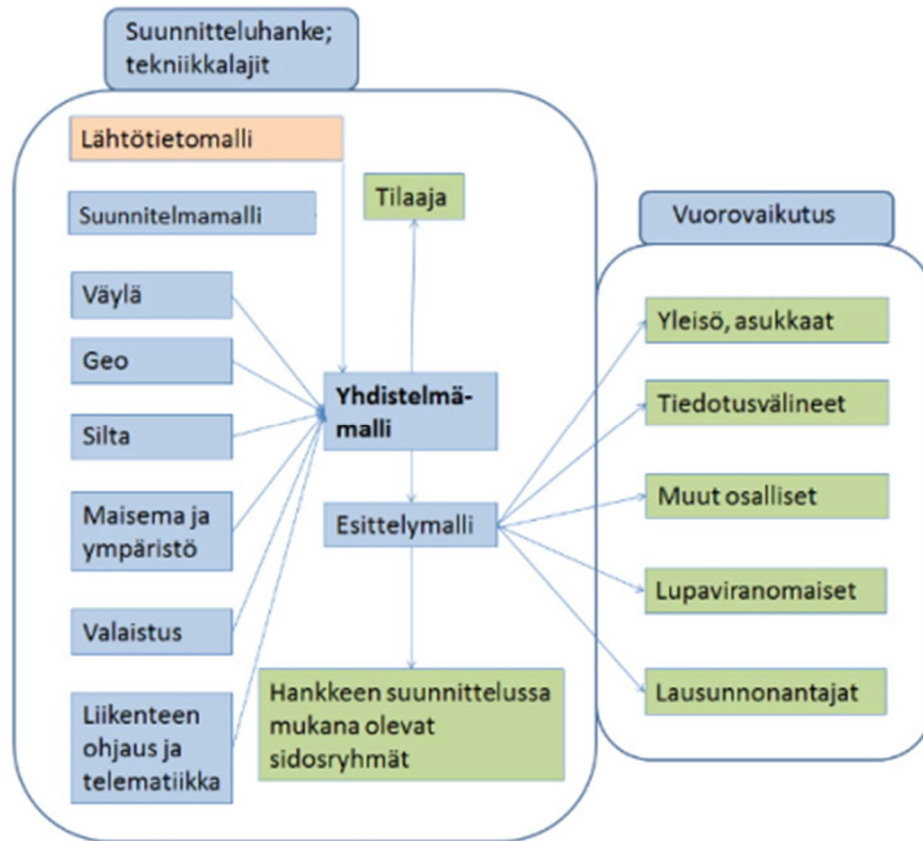
Suunnitteluprosessin perusta on lähtötietomalli, joka koostuu hankkeen suunnittelualueen nykytilannetta kuvaavista aineistoista eli nykytilamalleista. Lähtötietomallia tarkennetaan ja ylläpidetään läpi koko suunnitteluprosessin ajan. Rakennusvaiheessa lähtötietomallia täydennetään todellisten olojen selvittyä. [20, s. 6, s. 16.]

Suunnitelmamalli on tekniikkalajikohtainen kuvaus kohteen rakentamistoimenpiteistä ja lopputuotteesta. Suunnitelmamallia ylläpidetään koko suunnittelun ja rakentamisen ajan kuten lähtötietomallia. Suunnitelmamallit on jaoteltu suunnittelualueiden ja -vaiheiden mukaisesti tekniikkalajeittain. Lisäksi mallit kattavat suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut. [3, s. 22; 20, s. 17, s. 23.]

Yhdistelmämallia käytetään työnaikaisessa suunnittelussa. Yhdistelmämalli on lähtötietomallin ja suunnittelumallin yhdistelmä. Sitä käytetään yhteensopivuuden tarkistamiseen eri rakennusosien välillä. Yhdistelmämalli koostuu tekniikkalajeittain jaoteltavista osamalleista, joita voidaan vertailla keskenään törmäystarkastelun avulla mahdollisten virheiden, ongelmien ja päällekkäisyyksien löytämiseksi. [20, s. 7; 3, s. 23.]

Hankkeen visualisointia varten voidaan suunnitelmamalleista laatia esittely- ja virtuaalimalleja. Esittelymalli on jalostettu versio yhdistelmämallista. Siitä on pyritty tekemään mahdollisimman realistinen, lisäämällä malliin esimerkiksi tekstuureja ja kasvillisuutta. Esittelymalleja käytetään esimerkiksi hankkeen päätöksenteon apuvälineenä. [20, s. 6.]

Kuvassa 8 on havainnollistettu suunnitelma- ja yhdistelmämallien rakennetta sekä esittelymallin vuorovaikutusta. Esimerkiksi väylän suunnitelmamalli koostuu useasta eri tekniikkalajin osamallista. Yhdistelmämalli kootaan lähtötietomallin ja suunnittelumallin pohjalta. Se näyttää kaikki mallit yhdessä kyseisenä suunnittelun ajankohtana. Yhdistelmämallista voidaan jalostaa esittelymalli, jonka tehtävänä on vuorovaikutus sidosryhmien ja asukkaiden kanssa. [20, s. 24, s. 31; 21, s. 12.]



Kuva 8. Suunnittelu- ja yhdistelmämallien rakenne väylähankkeissa sekä esittelymallin vuorovaikutus [21, s. 12.]

Toteutusmalli on yhdistelmämallista muodostettu rakennettavan kohteen rakentamista, työn suunnittelua, paikalleen mittausta ja koneautomaatiota varten muodostettu malli. Toteumamalli on rakennusvaiheen toteutumilla päivitetty lähtötieto- ja suunnitelmamalli. Toteumamalli kuvaa, mitä todellisuudessa rakennettiin. Se toimii lähtökohtana kohteen hoidolle, ylläpidolle ja infran hallinnalle. Toteumallista voidaan koota tarvittava ylläpitomalli, jota käytetään kohteen hoidossa ja ylläpidossa. [20, s. 15; 21, s. 33.]

4.3 Tietomallinnuksen hyötyjä

Inframalli tehdään aina tiettyä käyttötapausta varten. Tällä pyritään siihen, että kaikilla projektiin osapuolilla on yhtenäinen malli ja sama tieto käytettävissä. Yhtenäinen inframallintaminen parantaa tiedonkulkua ja vuorovaikutusta hankkeen elinkaaren aikana. Oikeanlainen tietomallintaminen tulee parantamaan suunnitelmien

laatua ja tarkkuutta, nopeuttamaan hankkeiden päätöksentekoprosesseja, vähentämään virheitä, säästämään kustannuksia sekä tehostamaan prosesseja ja tuotavuutta. [2, s. 14 – 15; 3, s. 10.] Taulukossa 1 on esitetty tietomallinnuksen 3D-esittämisen hyötyjä eri toimijoille tietyllä yleissuunnittelun osa-alueella. Tulokset on koottu haastattelujen perusteella. Tietomallinnuksen haittana nähtiin pääasiassa hankkeen ulkopuolisilla henkilöillä 3D-esittämisen aiheuttamat tulkintavirheet sekä kustannusten kasvu [3, s. 75 - 76].

Taulukko 1. Inframallinnuksen hyödyt 3D-esittämisen kannalta [3, s. 76]

Tieto- malli	3D-esittäminen Hyödyt	Kuka hyötyy
Yleissuunnittelu		
Lähtötiedot	Lähtötietomallin avulla nähdään helposti nykytilanne ja kokonaisuus sekä kriittiset kohdat hahmotetaan paremmin (maastomallin virheet, maanalaiset rakenteet, jne.).	tilaajat, konsultit
Vaikutusten arviointi	Saadaan keskustelulle yhteinen pohja. Jotkin vaikutukset helpommin hahmotettavissa, kuten maisemalliset vaikutukset, maankäyttö, tilantarve, ympäristövaikutukset, törmäystarkastelut. Vaikutukset voidaan esittää samassa mallissa.	asiantuntijaryhmät ja yhteistyöryhmät (esim. kunnat, maakunnat, yhteistyöfoorumit), hankkeen ulkopuoliset ihmiset
Valtotohtojen vertailu	Nopea ja monipuolinen vaihtoehtojen vertailu vaikutusten osalta, antaa varmuutta päätöksentekoon ja helpottaa sitä.	hankeryhmä, päättäjät, maanomistajat
Valitun valtotohtojen valinta	Tulos helpommin ymmärrettävissä ja hyväksyttävissä.	päättäjät, lausunnonantajat
Kustannukset		
Osallistuminen ja vuorovaikutus	Kaikki voivat ymmärtää asiat samalla tavalla, eikä tulkinnassa ole ristiriitaisuuksia. Helpompi ottaa kantaa suunnitelmiin, jolloin saadaan demokraattisempi ratkaisu.	asukkaat, päättäjät, konsultit, tilaajat
Dokumentointi	Mahdollistaa uudet dokumentointitavat. Saadaan havainnollisemmat kuvat raporttiin, voidaan tuottaa esittelymalli tai video.	päättäjät, lausunnonantajat
Arkistointi	Nykytilanne ja suunnittelun tulos helppo nähdä.	sidosryhmät, konsultit, tilaajat

5 INFRAWORKS 360 -SOVELLUS

Autodesk InfraWorks 360 on helppokäyttöinen luonnostelu- ja visualisointityökalu infra- ja kaavasuunnitteluun. InfraWorks soveltuu yksittäisten korttelien mallinnuksesta aina kokonaisten kaupunkien tai satoja kilometrejä pitkien väyläsuunnitelmien mallinnuksiin. [22.]

5.1 Sovelluksen ominaisuudet yleisesti

InfraWorks 360 -sovelluksesta on tarjolla kaksi versiota: Autodesk InfraWorks 360 LT ja Autodesk InfraWorks 360. InfraWorks 360 LT toimitetaan tiettyjen Autodesk-ohjelmistopakettien yhteydessä. Se sisältää päätoiminnot ympäristön mallintamiseen, uusien kohteiden luomiseen, analysointiin ja visualisointiin. InfraWorks 360 -täysversio mahdollistaa lisäksi mallien julkaisun, jakamisen ja erilaisten pilvipohjaisten palveluiden käytön, kuten liikenteen animaatiot. InfraWorks 360 -täysversioon on saatavilla myös Bridge-, Roadway- ja Drainage-lisämoduuleita. [22; 23.]

InfraWorksilla pystytään tuottamaan suoraan visuaalisesti korkeatasoisia malleja ilman erillisiä visualisointiohjelmiä. Työskentely InfraWorks 360:llä aloitetaan luomalla 3D-malli olemassa olevista olosuhteista ja suunnitelmista. Mallin luonnissa voidaan käyttää erilaisia vektori- ja rasteritietoja, 3D-tietoja, pintamalleja sekä muissa ohjelmistoissa tehtyjä yksityiskohtaisia suunnitelmia. Mallin luomisen jälkeen voidaan aloittaa luonnostelu, joka tapahtuu helppokäyttöisillä luonnosteluun tarkoitetuilla työkaluilla. Malliin voidaan vapaasti luonnostella erilaisia kohteita, esimerkiksi teitä, siltoja, rakennuksia, materiaalipintoja, vesialueita sekä erilaisia 3D-objekteja kuten puita ja autoja. [24.]

Valmiista mallista pystytään InfraWorks 360:n avulla luomaan snapshot-kuvia, renderöintejä ja videoita. Mallin jakaminen ja julkaiseminen onnistuvat Autodeskin 360 -pilvipalvelun kautta tai tiedostopohjaisesti. Julkaistua mallia pystytään tarkastelemaan esimerkiksi web-selaimessa tai iPadissa. [24.]

5.2 Käyttökohteet

InfraWorks 360 soveltuu parhaiten eri maa-, liikenne-, vesi- ja energiasuunnitelma- vaihtoehtojen visualisointiin sekä virtuaalimallien tuotantoon. Lisäksi erilaiset esitelymallit esimerkiksi kaupungeista ja kaivosalueista kuuluvat InfraWorksin käyttökohteisiin. InfraWorksia hyödynnetään myös esisuunnitteluun infra- ja kaavahankkeissa. InfraWorks 360:ssa on kattavat työkalut suunnitelmien arvioimiseen. Mittaustoiminnoilla voidaan mitata nopeasti etäisyyksiä, pinta-aloja ja massoja. Suunnitteluvaihtoehtojen välillä liikkuminen ja vertailu on erittäin vaivatonta, minkä vuoksi suunnittelijat ja insinöörit pystyvät nopeasti luomaan ja arvioimaan erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja oikeassa kontekstissa. [24.] InfraWorks 360 -sovelluksella luodut mallit on sidottu koordinaatteihin, joten pinnat ja suunnitelmat ovat oikeassa paikassa ympäristöön nähden. Tämän takia InfraWorks 360 soveltuu hyvin myös eri pintojen ja suunnitelmien yhdistämiseen sekä yhteensopivuuden tarkasteluun.

5.3 Vastaavat sovellukset

Markkinoilla on tarjolla muutamia sovelluksia infrahankkeiden virtuaaliseen mallintamiseen ja visualisointiin. Autodeskin InfraWorks 360:n lisäksi tarjolla on esimerkiksi Novapointin ja Bentleyyn tuottamat sovellukset. Molemmat sovellukset perustuvat automaattisiin mallinnustyökaluihin ja reaaliaikaiseen 3D-grafiikkaan, mikä mahdollistaa sovellusten vaivattoman ja nopean käytön.

Novapoint Virtual Map on ohjelmisto vuorovaikutteisten virtuaalimallien luontiin, tarkistamiseen, esittämiseen sekä julkistamiseen. Virtual Map mahdollistaa monimutkaisten suunnitelmatietojen visualisoinnin helposti ymmärrettävään muotoon. Luotua mallia voidaan tutkia vuorovaikutteisesti eri perspektiiveistä. [25.] Perusominaisuuksiltaan ja työkaluiltaan Novapoint Virtual Map on hyvin samankaltainen kuin Autodeskin InfraWorks 360.

Bentley LumenRT on helppokäyttöinen 3D-visualisointiohjelma suunnittelijoille ja arkkitehdeille. Ohjelmalla pystytään luomaan tasokkaita virtuaalisia esittelymal-

leja, still-renderöintejä ja animaatioita sekä jakamaan luotuja malleja halutuille sidosryhmille. LumenRT sisältää kattavan objektikirjaston ja monipuoliset tehostetyökalut, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi monipuolisten ja elävien animaatioiden luomiseen. [26.]

6 INFRAWORKS 360 -SOVELLUKSEN KÄYTTÖÖNOTTO KOHDEYRITYKSESSÄ

Opinnäytetyön kohdeyrityksenä toimii kajaanilainen Infrasuunnittelu Oy. Infrasuunnittelu Oy on valtakunnallisesti toimiva, yhdyskuntarakentamisen suunnitteluun, valvontaan, rakennuskonsultointiin ja mittaamiseen erikoistunut yritys. InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöönoton tavoitteena kohdeyrityksessä on kehittää yrityksen suunnitelmien visualisointia ja kohteiden 3D-esittämistä sekä edesauttaa suunnitteluliiketoiminnan siirtymistä tietomallipohjaiseen toimintamalliin.

6.1 Nykyinen toimintamalli kohdeyrityksen suunnitteluliiketoiminnassa

Kohdeyritys on toimintamalliltaan palveluyritys, eli sen liiketoiminta pohjautuu infrarakennushankkeisiin liittyvään palveluntuotantoon. Kohdeyritys tuottaa tie- ja katu- sekä aluesuunnittelupalveluja useille eri asiakkaille, joita ovat kunnat, Liikennevirasto, teollisuuslaitokset ja kaivosyhtiöt. Toiminnassaan kohdeyritys noudattaa asiakaslähtöisyyden periaatteita. Yrityksen toiminta- ja laatu järjestelmä perustuvat prosessimaiseen toimintamalliin, jolla pyritään toiminnan jatkuvaan parantamiseen ja tehokkuuden lisäämiseen. Yrityksen toimintaa ohjaa laatukäsikirja, joka pitää sisällään yrityksen toimintajärjestelmän. Laatukäsikirjaa päivitetään jatkuvasti toiminnan kehittyessä. [2, s. 24.]

Kohdeyritys tuottaa tie-, katu- ja aluesuunnittelun pääsääntöisesti perinteisen suunnitteluprosessin mukaisesti, eli asiakkaalle luovutus tapahtuu dokumenttipohjaisesti. Tie- ja katusuunnitelmien toteutusvaihe tapahtuu Trimble Companyn Tekla Civil -ohjelmistolla. Aluesuunnitteluun hyödynnetään myös Autodesk Civil 3D -ohjelmistoa. Lisäksi käytössä on 3D-systems Oy:n 3D-Win-ohjelmisto, jota hyödynnetään koneohjausmallien ja mittausaineiston tuottamiseen sekä aineistojen käsittelyyn. Suunnitteluliiketoiminnassa kohdeyrityksellä on tarkoitus siirtyä tietomallipohjaiseen toimintamalliin, mikä tulee muuttamaan suunnitteluprosessin sisältöä merkittävästi. Suurin muutos prosessissa tulee olemaan toteutus- ja luovutusvaiheissa.

Tällä hetkellä suunnitteluhankkeiden dokumentointi tapahtuu pääsääntöisesti dokumenttipohjaisesti. Esimerkiksi tiesuunnitelmista toteutetaan kaksiulotteiset suunnitelmapiirustukset maantielain edellyttämällä tavalla hallinnollisten menettelyiden vuoksi. Samalla suunnitelmien esittäminen ja havainnollistaminen jäävät usein suunnitelmapiirustusten varaan. Muutamissa tapauksissa kohdeyrityksessä suunnitelmien esittämiseen on hyödynnetty ilmakuvattua videokuvaa, johon on yhdistetty suunniteltua 3D-aineistoa. Palaute karkeasta visualisoinnista on ollut hyvää, mistä on herännyt tarve kehittää kohdeyrityksen visualisoinnin työkaluja ja suunnitelmien visualisointikäytäntöjä.

6.2 InfraWorks 360 -sovelluksen käyttökohteet kohdeyrityksessä

InfraWorks 360 -sovellus on sen ominaisuuksien ja helppokäyttöisyytensä vuoksi sopiva työkalu kohdeyrityksen luonnostelu- ja visualisointitarpeisiin. Kohdeyrityksen toimintakonseptiin kuuluvat suunnitteluliiketoiminnan lisäksi rakennutus- ja projektinjohtopalvelut sekä mittauspalvelut, mukaan lukien UAV-ilmakuvaukset. InfraWorks 360 -sovellusta pyritään hyödyntämään ainakin suunnitteluliiketoiminnan osa-alueella sekä mahdollisuuksien mukaan muilla osa-alueilla.

Kohdeyrityksessä InfraWorks 360 -sovellusta voidaan hyödyntää useissa eri sovelluskohteissa. Pääasiassa kuitenkin sovellusta tullaan hyödyntämään suunnitelmien visualisointiin ja esittelyyn eri kohderyhmille sekä virtuaalimallien luontiin eri kohteista. Lisäksi InfraWorks 360 -sovellusta voidaan kohdeyrityksessä hyödyntää seuraavissa sovelluskohteissa:

- Suunnitelmavaihtoehtojen vertailut
- Esittelymallien luonti kaivosalueista ja kaupungeista
- Animaatioiden ja esittelyvideoiden toteutus
- Törmäystarkastelut
- Pintojen ja suunnitelmien yhdistäminen sekä esikäsittely

- Esisuunnittelu
- Valokuvamallinnettujen kohteiden esittely

6.3 Kehityskohteet ja kehittäminen InfraWorks 360 -sovelluksen avulla

Yleisesti on koettu, että suurimpia prosessin tehokkuutta heikentäviä tekijöitä infrahankeissa ovat kommunikointiin liittyvät puutteet, dokumentaatio ja ongelmat tiedon kulussa. Lisäksi kohdeyrityksen suunnitteluhenkilöstö on pitänyt suurimpana työtä hidastavana tekijänä suunnitelmapiirustusten laatimista suunnitelma-aineistosta. Perinteisessä dokumenttipohjaisessa toimintamallissa suunnitelmien visualisointi jää usein suunnitelmapiirustusten varaan. Esimerkiksi kunnallisessa päätöksenteossa tämä voi aiheuttaa väärinymmärryksiä teknisen asiantuntemuksen puutteen vuoksi. InfraWorks 360 -sovelluksen avulla pystytään korjaamaan ainakin dokumentaatioon ja kommunikointiin liittyviä puutteita suunnitelmien visualisoinnilla ja 3D-esittämisellä. Havainnollisuuden lisääntyessä vuorovaikutus ja kommunikointi lisääntyvät ja ratkaisuja voidaan tarkastella jo suunnitelmavaiheessa. Lisäksi hankkeeseen osallistuvilla on helpompi osallistua keskusteluun tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa.

Perinteisten tie- tai katusuunnitelmien laatua tarkastellaan tyypillisesti 2D-piirustuksista. Lisäksi eri tekniikka-alojen suunnitelmien yhteensopivuutta voidaan tarkastella vain silmämääräisesti, jos aineistoja ei tuoteta samoihin piirustuksiin. InfraWorks 360 -sovelluksella pystytään tarkastelemaan suunnitteluratkaisuja, suunnitelmien laatua ja suunnitelmien vaikutusta ympäristöön muodostamalla suunnitelmista virtuaalimalleja. InfraWorks 360 -sovelluksella pystytään luomaan koordinaatiomalleja, joilla pystytään tarkastelemaan eri tekniikka-alojen yhteensopivuutta ja tekemään erilaisia törmäystarkasteluja. Koordinaatiomallit edistävät hankkeiden päätöksentekoa ja vuorovaikutteisuutta sidosryhmien kanssa.

Tilajaat ovat myös toivoneet, että mallipohjaisia suunnitelmia voitaisiin tarkastella esimerkiksi suunnittelukokouksissa. InfraWorks 360 -sovellus mahdollistaa luotujen mallien jakamisen Autodeskin 360 -pilvipalvelun kautta tai tiedostopohjaisesti. Tällöin mallia pystytään tarkastelemaan esimerkiksi web -selaimessa tai iPadissa

suunnittelukokouksissa ja työmaakäyntien yhteydessä ilman ohjelmisto- tai lisenssivaatimuksia.

Kohdeyrityksen suunnittelijoiden raskaaksi kokemasta suunnitelmapiirustusten tuotannosta ei alan lainsäädännön vuoksi olla pääsemässä eroon. Maantielain edellyttämä lupamenettely julkisilla tieosuuksilla edellyttää perinteisiä lupakuvia. Tämän vuoksi tietomallien sekä virtuaalimallien hyödyntäminen ja täydellinen sähköinen dokumentointiprosessi eivät toteudu tällä hetkellä julkisissa tiehankinnoissa. Lisäksi kaikkea informaatiota on vaikea saada digitaalisesta suunnitelma-aineistosta tai mallista. Aineiston tulkinta edellyttäisi myös kohtuullista tietoteknistä osaamista viranomaistahoilta. Mallintaminen tulee kuitenkin muuttamaan alan käytäntöjä pois 2D-suunnitelmakuvien tuottamisesta ja dokumenttipohjaisesta tiedonhallinnasta, kun digitaalisen tiedon jakaminen kehittyy nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Kohdeyrityksessä koettiin raskaaksi etenkin rakennussuunnitteluvaiheen 2D-suunnitelmapiirustusten tuottaminen, kun maantielaki edellyttää kuvien tuottamisen tiesuunnitelmavaiheessa. Näin ollen tuotettavien 2D-kuvien määrä on tilaajariippuvaista.

6.4 Sovelluksen käyttöönoton hyödyt ja mahdollisuudet

Suurimmat hyödyt InfraWorks 360 -sovelluksesta saadaan kohdeyrityksessä suunnitteluliiketoiminnan osa-alueella. InfraWorks 360 -sovellus mahdollistaa suunnitelmien esittämisen mallipohjaisesti, mikä lisää tilaajan mahdollisuutta tutkia suunnitelman oikeellisuutta ja tarkastella sisältöä kattavammin kuin perinteisistä piirustuksista. Suunnitelmien mallipohjaisella esittämisellä pyritään lisäämään vuorovaikutusta tilaajan ja suunnittelijan välillä myös suunnittelun aikana. Suunnitelmien visualisoinnilla pyritään tuottamaan asiakkaille lisäarvoa ja havainnollistamaan suunnitelmat helposti ymmärrettävässä muodossa. Visualisoinnin avulla hankkeen hyväksyminen ja päätöksenteko suunnitelmaratkaisuista helpottuvat. Suunnitelmien esittäminen mallipohjaisesti parantaa lopputuotteen laatua. Laadukkaalla lopputuotteella pyritään lisäämään asiakastyytyväisyyttä ja asiakassuhteiden kestoa. Pitkien asiakassuhteiden avulla lisäpalveluiden myynti vanhoille

asiakkaille on helpompaa. Vanhojen asiakassuhteiden avulla on mahdollista luoda uusia asiakassuhteita.

InfraWorks 360 -sovelluksella eri hankkeista luodut esittelyvideot ja animaatiot so-
pivat hyvin kohdeyrityksen hankkeiden esittelyyn sekä oman toiminnan markki-
nointiin. InfraWorks 360 -sovellus mahdollistaa myös tarjottavien palveluiden mo-
nipuolistamisen kohdeyrityksessä. Uusia tarjottavia palveluita ovat esimerkiksi 3D
-mallien ja esittelymallien tuotanto eri kohteista, kuten kaupungeista ja kaivosalu-
eista. Lisäksi erilaisten visualisointi- ja mallinnussovellusten käyttö infra-alalla on
yleistynyt ja tulee edelleen yleistymään lähitulevaisuudessa. Kohdeyrityksen hen-
kilöstön hyvä harjaantuminen InfraWorks 360 -sovelluksen käyttöön mahdollistaa,
että kohdeyritys pystyy tarjoamaan erilaisia koulutuksia sovelluksesta ja sen käy-
töstä.

Kohdeyrityksessä on käytössä Autodeskin Infra Suite -ohjelmistopaketti. Se sisäl-
tää InfraWorks 360 LT -sovelluksen, joten sovelluksen käyttöönotto ei tuo lisäkus-
tannuksia. Tarvittaessa kohdeyritys voi hankkia InfraWorks 360 -täysversion ja tar-
jolla olevat Bridge-, Roadway- ja Drainage-lisämoduulit.

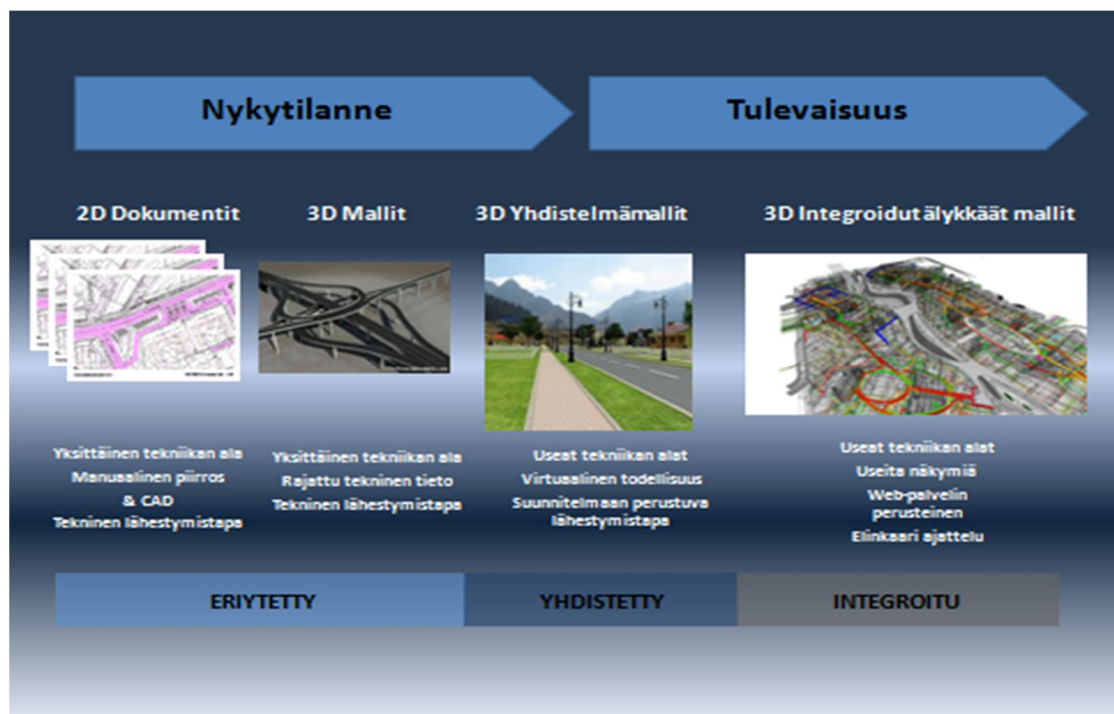
6.5 Sovelluksen käyttöönottoon liittyviä ongelmia

Virtuaalimallintaminen ja suunnitelmien visualisointi asettavat lisävaatimuksia
suunnittelijalle. Virtuaalimalleja varten suunnitelmia joudutaan yleensä tekemään
tarkemmalla tarkkuustasolla kuin perinteistä dokumenttipohjaista esitystä varten.
Lisäksi suunnitelmien visualisointi ja mahdollisten animaatioiden tekeminen vievät
oman aikansa suunnittelutyön päälle, jolloin suunnittelijoiden työmäärät hanketta
kohti kasvavat. Tilaajien tulisi huomioida tämä suunnittelua tilatessaan. Mallinnuk-
sella pystytään kuitenkin parantamaan suunnittelun laatua, estämään virheitä ja
säästämään kustannuksia projektin myöhemmissä vaiheissa.

Suunnitelmien jatkojalostaminen visuaaliseen muotoon InfraWorks 360 -sovelluk-
sella on useasta eri vaiheesta muodostuva prosessi, joka ei toteudu hetkessä. So-
velluksen hyvätasoinen hallinta ja kokemus nopeuttavat prosessia. Tämän opin-

näytetyön aikana toteutetut testihankkeet ovat osoittaneet, että myös hyvin soveluksen hallitsevalle henkilölle kohteiden erilaisuus, useat eri tiedostomuodot ja lähtöaineistot ovat ongelmallisia. Myös niiden yhdistely ja muokkaaminen käytettävään muotoon tuottavat ongelmia. Ongelmat lisäävät mallien tuottamisen työ määrää ja siihen käytettävää aikaa. Kuitenkin valmiiksi esikäsiteltyjen aineistojen kanssa toimiessa, ilman teknisiä ongelmia, saadaan InfraWorks 360 -sovelluksella nopeasti tuotettua visuaalisesti korkeatasoisia malleja. Liitteenä 1 on esitetty InfraWorks 360 -sovelluksen prosessin kuvaus yhdistettynä katusuunnittelun prosessin kuvaukseen. Kuvauksessa on esitetty InfraWorks 360 -sovelluksella toteutetun suunnitelman visualisoinnin keskeisimmät vaiheet.

InfraWorks 360 -sovellus ei suoraan ole tietomallinnusohjelmisto. Kansainvälisesti mallinnusta tutkittaessa huomataan, että CAD-piirustusten yhdistelyä pidetään useissa maissa tietomallintamisena tai sen esiasteena. Suomessa CAD-kuvien yhdistelyä ei mielletä tietomallintamiseksi. Suomessa tietomallinnetun hankkeen määritelmä on asiantuntijoiden mukaan edelleen epäselvää. Tarkkaa määrittämistä sille, mikä koetaan tietomallintamiseksi, ei ole tehty. Kuvassa 9 on esitetty tietomallintamisen nykyhetken tilaa. Kohdeyrityksen tämänhetkinen tilanne asettuu toiselle sektorille, 3D-mallien luontiin. [2, s. 62 – 63.]



Kuva 9. Inframallintamisen nykytilanne (muokattu lähteestä) [2, s. 63]

6.6 InfraWorks 360 -sovelluksen yhteensopivuus Tekla Civil -ohjelmiston kanssa

Suunnittelujärjestelmänä käytössä oleva Tekla Civil mahdollistaa jatkuvien mallien tuotannon, joihin on mahdollista luoda infrahankkeen kannalta oleelliset tiedot. Tämän takia Tekla Civil soveltuu hyvin tietomallipohjaisten suunnitelmien toteutukseen. Lisäksi ohjelmiston yhteensopivuus on parantunut muiden suunnittelujärjestelmien kanssa avointen tiedonsiirtoformaattien kehityksen myötä. Tekla Civilin suunnitelmien visualisointiominaisuudet ovat taas vaatimattomat ilman Tekla Web Map Service -lisäosaa, jota voidaan hyödyntää yleissuunnitelmatasoisessa mallintamisessa ja havaintoaineistojen luonnissa. Tekla Civilissä suunniteltua aineistoa pystytään tarkastelemaan 3D-näkymässä. Maastotila toiminto mahdollistaa myös suunnitelmien tuottamisen offline-muotoon, jolloin suunnitelmia voidaan tarkastella myös esimerkiksi tilaajan toimistolla. Näkymää ei kuitenkaan ole tarkoitettu visualisointiin, joten siihen ei voida viedä visualisointia lisääviä tehosteita, kuten pintojen tekstuureja ja ympäröivää ympäristöä.

Tekla Civil ei suoraan ole yhteensopiva InfraWorks 360 -sovelluksen kanssa. Tämä tuottaa kohdeyrityksessä ongelmia luotujen suunnitelmien visualisoinnin kannalta. Avointen tiedonsiirtoformaattien avulla suunnitelmien vieminen InfraWorks 360 -sovellukseen onnistuu, mutta se tuottaa usein ongelmia sekä lisätoimia aineistojen muokkaamiseen muissa sovelluksissa. Lisäksi aineistojen vieminen InfraWorks 360 -sovelluksesta suoraan Tekla Civiliin ei ole mahdollista. Aluesuunnittelussa hyödynnettävä AutoCad 3D Civil -sovellus on suoraan yhteensopiva InfraWorks 360 -sovelluksen kanssa. Yhteensopivuus mahdollistaa aineistojen viennin molemmista ohjelmista toiseen sekä kohteiden mahdollisen esisuunnittelun InfraWorks 360 -sovelluksella.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä tarkastellaan suunnitelmien visualisoinnin ja hankkeiden 3D-esittämisen merkitystä infrasuunnittelussa. Opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että 3D-mallintamisen ja visualisoinnin merkitys infrasuunnittelussa on kiistaton. Visualisoinnilla muokataan monimutkaiset ja tekniset lähtötiedot havainnolliseksi materiaaliksi. Suunnitelmien visualisoinnilla saadaan ihmiset ymmärtämään suunnitelmien sisältö paremmin. Näin ollen visualisointi luo perustan visuaaliselle kommunikoinnille helpottamalla ymmärrystä ja parantamalla tiedonkulkua suunnittelu-prosessin jokaisessa vaiheessa.

Tieto- ja virtuaalimallien avulla saadaan selkeitä hyötyjä perinteiseen 2D-dokumenttipohjaiseen suunnitteluun verrattuna. Mallipohjainen suunnittelu tulee nopeuttamaan suunnitteluprosessia perinteiseen 2D-dokumenttipohjaiseen suunnitteluun verrattuna poistamalla prosessista esimerkiksi piirustustuotantoon liittyvää työmäärää. 3D-mallintamisella saadaan parannettua suunnitelmien laatua ja tarkkuutta. Mallintaminen nopeuttaa hankkeiden päätöksentekoprosesseja, vähentää virheitä, säästää kustannuksia sekä tehostaa prosesseja ja tuottavuutta.

Tällä hetkellä kuitenkin täysin mallipohjainen toimintamalli, esimerkiksi tiesuunnittelussa, ei toteudu alan lainsäädännön vuoksi. Maantielaki edellyttää suunnitelmapiirustusten tuottamisen, joten virtuaalimallien ja esittelymallien toteutus suunnitelmapiirustusten lisäksi tuottaa lisätyötä. Mallinnetun hankkeen hinta voi ehkä olla kalliimpi, mutta mallintamisen tuomien hyötyjen avulla voidaan parantaa suunnitelmien ymmärrettävyyttä, kommunikaatiota sekä lopputuotteiden laatua. Tilaajien tulisikin huomioida tämä suunnitelmia tilatessaan. Täysin mallipohjaisen toimintamallin tehokkaampi hyödyntäminen infra-alalla edellyttäisi myös alan lainsäädännön päivittämistä vastaamaan alan teknistä kehitystä.

InfraWorks 360 -sovellus osoittautui sopivaksi työkaluksi kohdeyrityksen tarpeisiin. Sovellusta voidaan hyödyntää monipuolisesti useissa eri sovelluskohteissa. Pääasiassa InfraWorks 360 -sovellusta tullaan hyödyntämään suunnitelmien visualisointiin ja esittelyyn eri kohderyhmille sekä virtuaalimallien luontiin eri kohteista.

Sovellus mahdollistaa kohdeyrityksen tie-, katu- sekä aluesuunnitelmien visuaalisen esittämisen. Sovelluksen avulla kohteista voidaan luoda virtuaalimalleja, mikä parantaa suunnitelmien ymmärrettävyyttä ja laatua. Suunnitelmien mallipohjainen esittäminen ja visualisointi tuottavat asiakkaille lisäarvoa. Lisäksi ne lisäävät vuorovaikutusta ja kommunikointia hankkeiden aikana. Suunnitelmien visualisointiin ja virtuaalimallien luontiin kohdeyrityksen kannattaa jatkossa yhä enemmän hyödyntää InfraWorks 360 -sovellusta.

InfraWorks 360 -sovelluksen tehokas käyttö vaatii kohdeyrityksen henkilöstön harjaantumista ja kouluttautumista sovelluksen käyttöön. Kouluttautumisen avulla InfraWorks 360 -prosessi nopeutuu ja mallien laatu paranee. Sovelluksen hyvin hallitseva henkilöstö mahdollistaa myös tarjottavien palveluiden monipuolistamisen kohdeyrityksessä.

InfraWorks 360 -sovelluksen käytössä kohdeyrityksessä esiin nousivat yhteensopivuusongelmat suunnittelujärjestelmänä toimivan Tekla Civil -ohjelmiston kanssa. Tekla Civilillä tuotettujen suunnitelmien vieminen InfraWorks 360 -sovellukseen tuottaa ongelmia, koska sovellukset eivät ole suoraan yhteensopivia. Parantuneet avoimet tiedonsiirtoformaatit kuitenkin mahdollistavat aineistojen viennin, joten mallien luonti Tekla Civilillä tuotetuista suunnitelmista onnistuu. Lisäksi InfraWorks 360 -sovelluksen tehokasta käyttöä hidastavat kohteiden erilaisuus, useat eri tiedostoformaatit ja lähtöaineistot sekä niiden yhdistely ja muokkaaminen käytettävään muotoon. Prosessin tehokas hallitseminen helpottaa ongelmien käsittelyä ja ratkaisemista.

Tulevaisuudessa infrasuunnittelu tulee muuttumaan yhä enemmän tietomallipohjaiseksi, kun alan toimintamalli kehittyy. Mallien tehokkaampi hyödyntäminen tulee myös vähentämään suunnitelmapiirustusten tuotantoa. Varsinaisen suunnittelutyön määrä tai teknisen suunnittelun osaamisen tarve ei kuitenkaan tule väheneämään, vaikka suunnittelutehtävissä tullaan käyttämään yhä tehokkaampia teknisiä apuvälineitä ja ohjelmistoja. Ammattitaitoista suunnitteluhenkilöstöä ei voi korvata millään uusilla sovelluksilla, koska sovellukset ovat vain suunnittelun apuvälineitä.

Mallintamisen tuomien hyötyjen saavuttaminen vaatii kuitenkin suunnitelmallisuutta sekä panostusta uusien toimintatapojen kehittämiseen ja käyttöönottoon.

Tärkeintä on tunnistaa hankekohtaisesti projektin tarpeet sekä valita käytettävät työkalut ja toimintatavat niiden mukaan. Liian vaativien mallinnus- ja visualisointimenetelmien käyttö yksinkertaisissa kohteissa voi pahimmillaan johtaa projektin epäonnistumiseen.

Liitteenä 1 olevan prosessin kuvauskaavion pohjalta pystytään tulevaisuudessa jatkojalostamaan laajempi prosessin kuvaus sekä mahdollinen InfraWorks 360 -käyttöohje kohdeyrityksen käyttöön. Jatkotutkimusaiheina tämän opinnäytetyön pohjalta voi olla InfraWorks 360 -sovelluksen yhteensopivuuden kehittäminen ja parantaminen muiden sovellusten kanssa. Jatkotutkimusaiheena voi olla myös suunnittelijoiden ja asiakkaiden kokemusten selvittäminen suunnitelmien visualisoinnista.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia visualisoinnin sekä mallipohjaisen esittämisen ja toimintamallin merkitystä infrasuunnittelussa. Lisäksi tavoitteena oli tutkia InfraWorks 360 -sovelluksen sopivuutta kohdeyrityksen visualisointi- ja luonnostelutyökaluksi. Opinnäytetyössä tarkasteltiin virtuaalimallien, visualisoinnin ja tietomallinnuksen merkitystä infrasuunnittelussa. Tarkastelu painottui infra-alan suunnitelmien visuaaliseen esittelyyn ja havainnollistamiseen. Työssä tuotiin esille hyötyjä, joita visualisoinnilla ja mallintamisella voidaan saavuttaa infrasuunnittelussa. Lisäksi tutustuttiin kohdeyrityksen visualisointi- ja luonnostelutyökaluna toimivan InfraWorks 360 -sovelluksen ominaisuuksiin.

Tutkimus ja johtopäätökset -osassa tarkasteltiin InfraWorks 360 -sovelluksen vaikutuksia kohdeyrityksen suunnitteluliiketoiminnan kehittämiseen. Tällä hetkellä kohdeyritys tuottaa tie-, katu- ja aluesuunnittelun pääsääntöisesti perinteisen suunnitteluprosessin mukaisesti, eli asiakkaalle luovutus tapahtuu dokumenttipohjaisesti. Ajatuksena kohdeyrityksellä on kuitenkin tulevaisuudessa siirtyä tietomallipohjaiseen toimintamalliin.

InfraWorks 360 -sovellus soveltuu hyvin kohdeyrityksen suunnitelmien visualisointiin ja esittelyyn eri kohderyhmille. Lisäksi sovellus mahdollistaa virtuaalimallien tuotannon eri kohteista. Visualisoinnilla ja mallipohjaisella esittämisellä saadaan parannettua ymmärtämistä, vuorovaikutusta, kommunikointia ja tiedon kulkua hankkeissa. InfraWorks 360 -sovelluksen avulla pystytään monipuolistamaan kohdeyrityksen tarjottavia palveluita ja luomaan lisäarvoa asiakkaille. InfraWorks 360 -sovelluksen suunnitelmien mallipohjaisella esittämisellä pyritään myös edesauttamaan suunnitteluliiketoiminnan siirtymistä tietomallipohjaiseen toimintamalliin.

Ongelmia InfraWorks 360 -sovelluksen käytössä aiheuttaa yhteensopivuusongelmat suunnitteluohjelmiston kanssa sekä lähtöaineistojen esikäsittely. Tieto- ja virtuaalimallien tehokasta käyttöä infra-alalla hidastaa vielä alan lainsäädäntö. Maantielaki edellyttää edelleen 2D-suunnitelmapiiirustusten tuotantoa. Tulevaisuudessa infrasuunnittelu tulee siirtymään puhtaasta 2D-suunnittelusta yhä enemmän

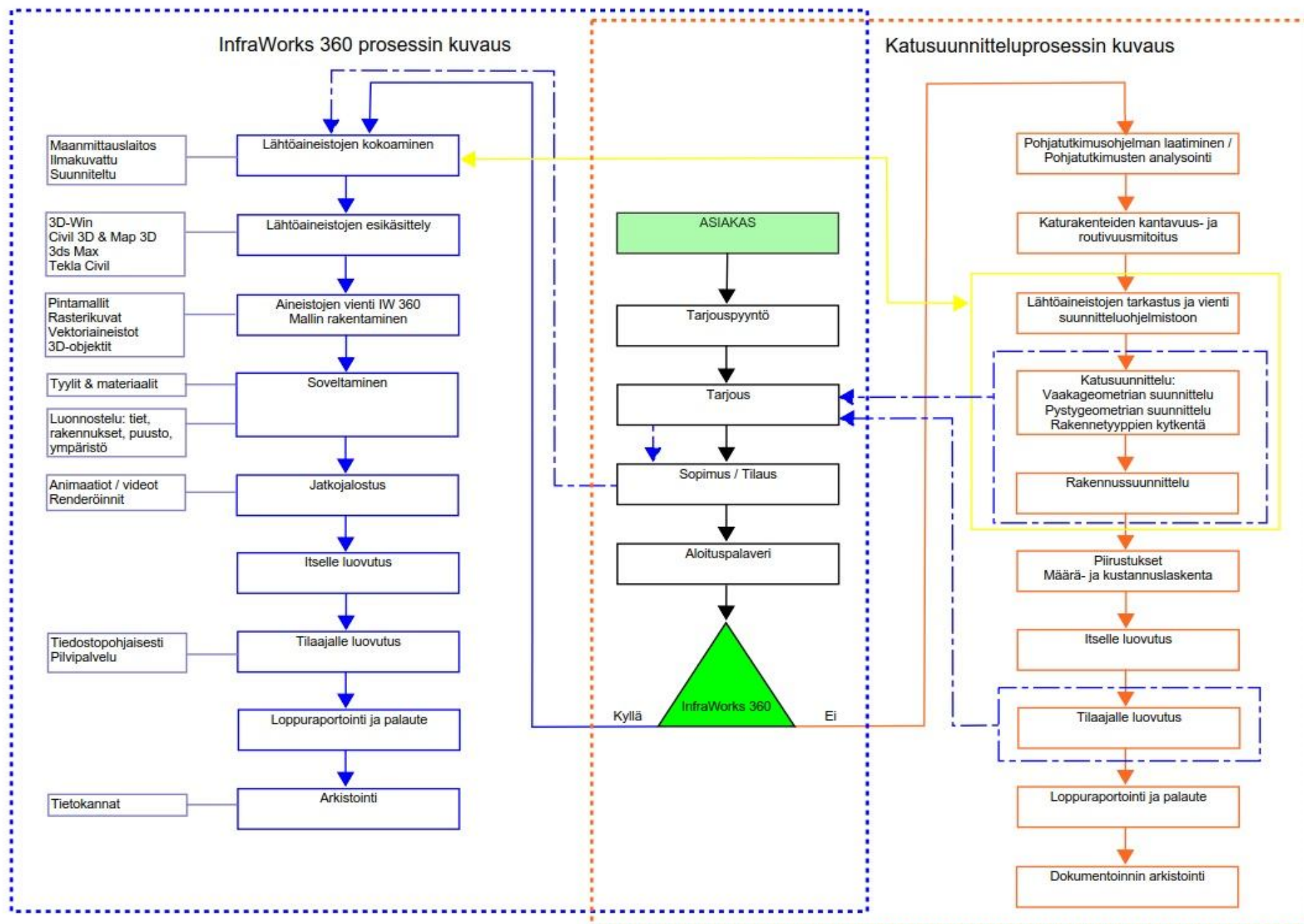
tieto- ja virtuaalimalleja hyödyntävään suunnitteluun. Mallintamisella pystytään parantamaan jo nyt hankkeiden ymmärtämistä, kommunikaatiota sekä vuorovaikutusta.

LÄHTEET

- 1 Junnonen J. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK; 2009.
- 2 Manninen V. Väyläsuunnitteluliiketoiminnan kehittäminen tietomallintamisen avulla. 2016
- 3 Kylmälä A. Liikennevirasto. 2015. Tietomallien hyödyntäminen tien yleisuunnittelussa. Luettu 20.12.2016. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-03_tietomallien_hyodyntaminen_web.pdf.
- 4 Ramboll. Aluetekniikka ja kunnallistekniikka. Luettu 30.12.2016. Saatavissa: http://www.ramboll.fi/palvelut/infra_ja_liikenne/tie-katu-ja-alue-suunnittelu/alue-ja-kunnallistekniikka.
- 5 RIL 237-1-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus. 2010. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- 6 RIL 124-2-2004. Vesihuolto II. 2004. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- 7 Koskelainen L, Koskelainen L, Nuorkivi A, Saarela R, Sipilä K. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus; 2006.
- 8 Pöyliö S. Keski- ja pienjänniteverkon suunnittelu. 2016
- 9 Elovaara J, Haarla L. Sähköverkot. II, Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieto Helsinki University Press; 2011.
- 10 Ramboll. Virtuaalimallinnus. Luettu 30.12.2016. Saatavissa: http://www.ramboll.fi/palvelut/infra_ja_liikenne/virtuaalimallinnus.
- 11 Virtual design. 3D-mallinnus. Luettu: 12.2.2017. Saatavissa: <https://www.virtualdesign.fi/3d-mallinnus/>.

- 12 KMTK-hanke. Kajaanin kaupunki 3D:nä video. 2016. Katsottu 8.2.2016. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=rF77RBZW8kw>.
- 13 Vinni P. 2003. Kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa – Mitä on fotogrammetria? Luettu 15.2.2017. Saatavissa: <http://www.kotikone.fi/faryan/Teksteja/JatkokurssiB.htm>.
- 14 Finnish Consulting Group. Fotogrammetria. Luettu 15.2.2017. Saatavissa: http://www.fcg.fi/fin/palvelut/yhdyskuntien_suunnittelu/fotogrammetria/.
- 15 Hassinen A. 2016. UAV-lennokit ja -kopterit. Kokemuksia UAV- ja RPAS-laitteista. Luettu 10.2.2016. Saatavissa: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2244-1/urn_isbn_978-952-61-2244-1.pdf.
- 16 DJI store. Inspire 1 Pro. Luettu: 16.2.2017. Saatavissa: <http://store.dji.com/product/inspire-1-pro>.
- 17 RIL. Tietomallinnus. Luettu 28.1.2017. Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alankehittaminen/tietomallinnus.html>.
- 18 Tekla. Mitä on BIM? Luettu 28.1.2017. Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>.
- 19 BuildingSMART. InfraBIM. Luettu 31.1.2017. Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>.
- 20 Liikennevirasto. 2014. Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. Luettu: 20.1.2017. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-20_tiehankkeiden_mallipohjaisen_web.pdf.
- 21 Niskanen, J. / WSP Finland Oy. 2015. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015. Osa 1, Tietomallipohjainen hanke. Luettu 20.1.2017. Saatavissa: http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA1_Tietomallipohjainen_hanke_V_1_0.pdf.
- 22 Symetri. Autodesk InfraWorks. Luettu 15.1.2017. Saatavissa: <http://www.symetri.fi/tuotteet-ja-ratkaisut/tuotteet/autodesk-infraworks/>.

- 23 The Outcome. AUTODESK INFRAWORKS 360 UUDISTUKSET. Luettu 15.1.2017. Saatavissa: <http://www.theoutcomemagazine.fi/autodesk-infra-works-360-uudistukset/>.
- 24 CAD-Q. Infraworks 2014 perusteet. 2013.
- 25 Vianova. Novapoint Virtual Map. 2014. Luettu: 9.2.2017. Saatavissa: http://www.vianova.fi/wp-content/uploads/2014/11/virtual_map_web.pdf.
- 26 LumenRT. Features. 2015. Luettu: 9.2.2017. Saatavissa: <http://www.lumenrt.com/features/>.



Selitteet:



InfraWorks 360 prosessin kuvaus



Katusuunnitteluprosessin kuvaus



InfraWorks 360 prosessin vaiheet



Katusuunnitteluprosessin vaiheet



InfraWorks 360 -palvelun lisämyynti katusuunnittelun aikana



Lähtöaineistojen vuorovaikutus prosessien välillä