

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2018

Jenni Pyöriä

HAVAINNOLLISTAMISEN TEHOKAS HYÖDYNTÄMINEN INFRAHANKKEEN ERI VAIHEISSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

2018 | 40 + 5

Ohjaajat: DI Pirjo Oksanen, Ins. (AMK) Ville Suntio

Jenni Pyöriä

HAVAINNOLLISTAMISEN TEHOKAS HYÖDYNTÄMINEN INFRAHANKEEN ERI VAIHEISSA

Inframallinnus on tuonut mahdollisuuden esittää ja arvioida suunnitelmia hankkeen kaikissa vaiheissa. Havainnollistaminen on yksi inframallinnuksen käyttötarkoituksista; sen avulla kommunikointi ulkopuolisten sidosryhmien kanssa helpottuu. Vuorovaikutuksen ja visualisoinnin parantamiseksi suunnitteluvaiheesta voidaan tehdä esittelymalli, joka kuvaa suunnitelman mahdollisimman todenmukaisena. Esittelymalli auttaa ymmärtämään suunnitelman sisällöllisiä ratkaisuja, ja se toimii myös suunnittelun johtamisen ohjauksen sekä päätöksenteon tukena.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää havainnollistamisen tuoma lisäarvo infrahankeeseen eri vaiheissa sekä mahdollisuudet esittelymallien tehokkaaseen jatkojalostamiseen hankevaiheesta toiseen siirryttäessä. Opinnäytetyö toteutettiin tekemällä kyselyitä sekä haastatteluja konsulteille sekä ohjelmistotalojen ja tilaajien edustajille. Haastattelujen perusteella selvitettiin, mikä on nykyinen toimintatapa esittelymallien prosessissa sekä mitä haasteita niiden laatimisessa ja hyödyntämisessä on. Selvitystyön pohjalta löydettiin ideoita ja parannusehdotuksia nykyisen toimintatavan kehittämiseen.

Havainnollistamisen käyttö hankkeissa on yleistynyt vuosien varrella, ja sen hyödyntäminen on yleistä niin pienemmissä kuin isommissakin hankkeissa. Tilaajien ymmärrys havainnollistamisesta on kehittynyt ja kokemusta löytyy, mutta vieläkin asiantuntemuksen puute tuottaa väliillä ongelmia esittelymallien määrittelyssä. Esittelymallien tuottamaa hyötyä ei tunneta riittävän hyvin, ja toimeksiantojen tehtävämäärittelyssä suunnitelman visualisoinnin määrittelyt saattavat olla puutteelliset tai asetetut vaatimukset eivät ole realistia. Tie- ja ratahankeiden inframalliohje ja Yleiset inframallivaatimukset 2015 ovat havainnollistamisen osalta melko suppeita, eivätkä ne ota kantaa esittelymallien toteutukseen tai tarkkuustasoon. Havainnollistamisen ohjeistuksia olisi hyvä päivittää ja niiden sisältö pitäisi määritellä niin, että kaikki osapuolet voisivat niitä hyödyntää.

Nykykäytännön mukaan esittelymallit laaditaan erikseen jokaisessa hankevaiheessa. Hankevaiheesta toiseen siirryttäessä eri ohjelmistojen käyttö aiheuttaa vaikeuksia. Puutteellinen dokumentaatio myös vaikeuttaa edellisessä vaiheessa laaditun esittelymallin uudelleen hyödyntämistä. Luotettava tiedonhallinta ja dokumentaatio parantaisivat prosessia. Aineiston dokumentaation helpottamiseksi esittelymalleista pitäisi tehdä esittelymalliloki ja tietomalliselostuksen tapainen käyttöohje.

ASIASANAT:

esittelymalli, havainnekuvat, havainnollistaminen, inframallintaminen, visualisointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2018 | 40 + 5

Instructors: Pirjo Oksanen (M.Sc.), Ville Suntio (B.Sc.)

Jenni Pyöriä

USING VISUALIZATION EFFECTIVELY IN THE DIFFERENT PHASES OF INFRA PROJECTS

Infra information modelling has brought the possibility to represent and estimate plans in all the stages of a project. Visualization is one of the purposes of infra information modelling and with visualization the communication with external interest groups is facilitated. A virtual model can be made from the planning phase to improve interaction and visualization. The virtual model represents the plan realistically. It helps understand the plan resolutions and supports decisions.

The goal of this thesis was to determine the value of virtual models in the different phases of infra projects and technical opportunities to process virtual models when moving from one phase to another. The thesis was implemented by interviewing consultants, software solution centers and customers. The purpose was to determine what the present mode of operation is when making virtual models and what challenges there are. Ideas and proposals to improve the mode of operation were founded on the survey.

Using visualization has become more common during the years and its utilization is common in smaller or bigger projects. Customer knowledge of visualization has developed during the years and there is experience but still lack of expertise causes difficulties in virtual model definitions. The benefits of virtual models are not well known, and visualization might be ignored from the assignments or the goals are not realistic. The instructions for the infrastructure information model of road and track projects and common infrastructure information model requirements 2015 are quite narrow regarding visualization and they do not take a stand on resolution or execution. The instructions of visualization should be updated and the contents should be planned so that all parties could benefit from them.

Currently virtual models are made again in every phase of projects. Moving from one phase to another using different software solutions causes problems. Software solutions are not necessarily compatible, and therefore data transfer is not fluent. Defective documentation makes planning initial data procurements and using previous virtual model more difficult. Reliable information management and documentation would improve the process. To facilitate the documentation of material the virtual model catalogue and instructions should be based on the virtual models.

KEYWORDS:

Virtual model, conceptual pictures, illustration, infra information modelling, visualization

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	8
2 HAVAINNOLLISTAMINEN ERI HANKEVAIHEISSA	10
2.1 Havainnollistaminen	10
2.2 Esi- ja yleissuunnittelu	13
2.3 Tie-, katu- ja ratasuunnittelu	16
2.4 Rakentamis- ja rakennussuunnittelu	17
2.5 Rakentaminen, kunnossapito ja käyttö	19
3 NYKYKÄYTÄNNÖT HAVAINNOLLISTAMISESSA	21
3.1 Tehtävän määrittely	21
3.2 Käyttötarkoitus ja ominaisuudet	21
3.3 Ohjeistukset	22
3.4 Havainnollistamisen työkalut	23
4 HAVAINNOLLISTAMISEN TUOTTAMINEN	26
4.1 Lähtötiedot	26
4.2 Toteutus	28
4.3 Lopputulos	32
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	36
LÄHTEET	40

LIITTEET

Liite 1. Kyselyiden ja haastattelujen osallistajat

Liite 2. Kysely havainnollistamisen hyödyntämisestä

KUVAT

Kuva 1. Tietomallinnuksen käyttö suunnittelun ohjaustyövälineenä ja esittelymallin tuki vuorovaikutuksessa.	10
Kuva 2. Tekninen havainnollistaminen.	11
Kuva 3. Esittävä havainnollistaminen.	11
Kuva 4. Peliteknologiaa hyödyntäen tehty esittelymalli Kruunusillat -hankkeesta.	13
Kuva 5. Esisuunnitteluvaiheessa vaihtoehtoja voidaan vertailla havainnollistamisen avulla.	14
Kuva 6. Valtatien 6:n parantaminen Kouvolan kohdalla yleissuunnitelmavaiheen esittelymallissa.	15
Kuva 7. Yhdistelmämallin ja esittelymallin eroavaisuudet.	16
Kuva 8. Lahden eteläisen kehätien toteutusmalli.	18
Kuva 9. Lahden eteläisen kehätien esittelymalli.	18
Kuva 10. Esittelymallin avulla esitetty rakentamisen aikaisia liikennejärjestelyjä.	19
Kuva 11. Hankkeen terminaalin pääsuunnittelu ja tietomalli, asematason pääsuunnittelu ja tietomalli sekä virtuaalimallit.	20
Kuva 12. VR-mallin tarkastelua 3D CAVE:ssa.	24
Kuva 13. AR-mallin tarkastelua mobiililaitteen avulla.	25
Kuva 14. Esimerkki esittelymallin lähtöaineistoista.	26
Kuva 15. Todellisuusmalli.	28
Kuva 16. Todellisuusmalliin rakennettu esittelymalli.	29
Kuva 17. Valokuvauspotus.	30
Kuva 18. Virtuaalitodellisuutta hyödynnetty suunnitelman esittelyssä.	31
Kuva 19. Hyvinkään kansi -peli.	33
Kuva 20. Valaistuksen ja vuodenaikojen simulointia.	34

SANASTO

3D CAVE	3D CAVE -virtuaalillassa usealle seinälle muodostuu virtuaaliympäristö heijastettavasta kuvasta, jota usein tarkastellaan virtuaalilasiavulla (3D Render Oy 2017).
AR	<i>Augmented reality</i> eli lisätty todellisuus, jossa yhdistellään todelliseen ympäristöön tietokoneella luotuja 3D-rakenteita. Voidaan tarkastella esimerkiksi mobiililaitteen avulla (Sova3D Oy 2018).
buildingSMART Finland bSF	Suomalaisten kiinteistö- ja infra-alan omistajien ja palvelujen tuottajien muodostama yhteistyöfoorumi, jonka tarkoituksena on levittää tietoa tietomallintamisesta ja tukea mallipohjaisten prosessien käyttöönottoa (bSF 2018).
Esittelymalli	Esittelymalli sisältää mm. rakennepintojen tekstuureja, valoa, varjoja ja muita detalleja, jotka tekevät mallista visuaalisesti mahdollisimman todellisuutta vastaavan. Eri tekniikkalajien suunnitelmamallien ja lähtöaineistojen pohjalta muodostettu malli. Esittelymallia voidaan hyödyntää muun muassa viestinnässä ja markkinoinnissa. Sen tarkoitus on tukea päätöksentekoa ja vuorovaikutusta. (InfraBIM 2014; Liikennevirasto 2017.)
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> eli kansainvälinen tiedonsiirtostandardi talonrakennuspuolella LandXML:ää vastaava standardi, johon perustuu IFC-tiedonsiirtoformaatti, joka puolestaan vastaa Inframodel-tiedonsiirtoa. Käytetään myös siltojen ja muiden taitorakenteiden mallien tiedonsiirrossa. (InfraBIM 2014.)
InfraBIM	<i>Infra Built Environment Information Model</i> , tarkoittaa rakennetun ympäristön tietomallin, inframallin ja siihen liittyvien rakenteiden ja ympäristön tietoja (InfraBIM 2014).
Inframalli	Infrarakenteen tietomalli, kolmiulotteista esittämistä digitaalisessa muodossa ominaisuustietoineen (InfraBIM 2014).
Inframallintaminen	Ala, joka käsittelee infrarakenteiden mallintamista tietokonesovelluksilla sekä infratietojen kuvaamista ja tiedonsiirtoa tietokonesovelluksilla tulkittavassa muodossa (InfraBIM 2014).
Inframodel	Kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva avoin tiedonsiirtoformaatti, joka on tällä hetkellä käytössä infra-alalla (InfraBIM 2014).
LandXML	XML-pohjainen tiedonsiirtoformaatti, joka sisältää määrittelyt infra- ja maanmittaustiedolle (InfraBIM 2014).

Suunnitelmamalli	Infrarakenteen tietosisällön osajoukko, joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut. Voidaan vaiheistaa tarkemmin eri hankevaiheiden suunnittelumalleihin ja jakaa eri tekniikkalajien mukaan. (InfraBIM 2014.)
YIV	Yleiset inframallivaatimukset 2015 (bSF 2018).
Yhdistelmämalli	Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli (InfraBIM 2014).
Virtuaalimalli	Ks. esittelymalli.
VR	<i>Virtual reality</i> eli virtuaalitodellisuus, jossa 3D-ympäristöä voidaan tarkastella ruudulta, heijastettuna usealle seinälle tai suoraan laseihin (Sova3D Oy 2018).

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on havainnollistamisen tehokas hyödyntäminen infrahakkeen eri vaiheissa. Opinnäytetyössä selvitetään esittelymallin tärkeimmät osiot, jotka kaipaavat päivitystä, kun siirrytään hankevaiheesta toiseen. Lisäksi tutkitaan, onko niiden päivittäminen teknisesti toteutettavissa eri ohjelmistoja käyttäen.

Inframallinnus on tuonut mahdollisuuden esittää ja arvioida suunnitelmia hankkeen kaikissa vaiheissa. Vuorovaikutuksen ja visualisoinnin parantamiseksi suunnitteluvaiheesta voidaan tehdä esittelymalli tai havainnekuvia, jotka kuvaavat suunnitelman mahdollisimman todenmukaisena. (Liikennevirasto 2017, 10.) Esittelymallit ja havainnekuvat ovat yleensä valokuvamaisia esityksiä suunnittelijan näkemyksestä hankkeesta sekä sen suunnitteluratkaisuista (YIV 2015 Osa 10, 4). Inframallintamalla tuotettu yhdistelmämalli toimii esittelymallin luomisen lähtökohtana. Yhdistelmämalli koostuu lähtötietomallista ja eri tekniikkalajien valmiustason mukaisista osamalleista. (Liikennevirasto 2017, 10.)

Esittelymallin pääasiallinen käyttötarkoitus on toimia suunnitelmia havainnollistavana vuorovaikutuksen ja median työkaluna. Olisi suotavaa, että esittelymalli olisi käytettävissä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hankkeen alusta lähtien. Nykykäytännön mukaan esittelymallit laaditaan erikseen jokaisessa hankevaiheessa, koska edellisen vaiheen mallista saadaan käyttöön vain katselupaketti. (V. Suntio, henkilökohtainen tiedonanto 18.9.2017.) Inframallintamisen yksi tärkeimmistä tavoitteista on hyödyntää tuotettua tietoa kokonaisvaltaisesti ja tehokkaasti, jotta voidaan vähentää päällekkäistä työtä (Liikennevirasto 2017, 9). Esittelymallien laatimisen osalta tähän tarvitaan toimintatapa, jossa kaikkea ei tarvitse laatia alusta asti uudestaan, vaan esimerkiksi rakennussuunnitelmavaiheessa päivitetäisiin tiesuunnitelmavaiheen esittelymalliin oleellimmat muutokset (V. Suntio, henkilökohtainen tiedonanto 18.9.2017).

Tietomallintamisessa on tällä hetkellä keskitytty suunnitelma-aineistojen tiedonsiirtoon ja jakamiseen, mutta esittelymallien osalta tiedonsiirto on vielä jäänyt vähäiselle huomiolle. Eri hankevaiheiden suunnitelmamallien tarkkuustaso vaihtelee hankevaiheen mukaan esimerkiksi kiertoliittymien osalta. Aiempien vaiheiden esittelymalleissa on kuitenkin myös esitetty kiertoliittymät. Suunnitelma-ainestoa on siis viimeistelty esittelymallia varten, jotta liittymät saataisiin havainnollistettua. Tämä viimeistelyyn käytetty työpanos tehdään nykytilanteessa uudestaan hankevaiheesta toiseen siirryttäessä,

koska edellisen vaiheen esittelymallin hyödyntäminen on hankalaa, jos sitä ei ole dokumentoitu oikein. (V. Suntio, henkilökohtainen tiedonanto 18.9.2017.)

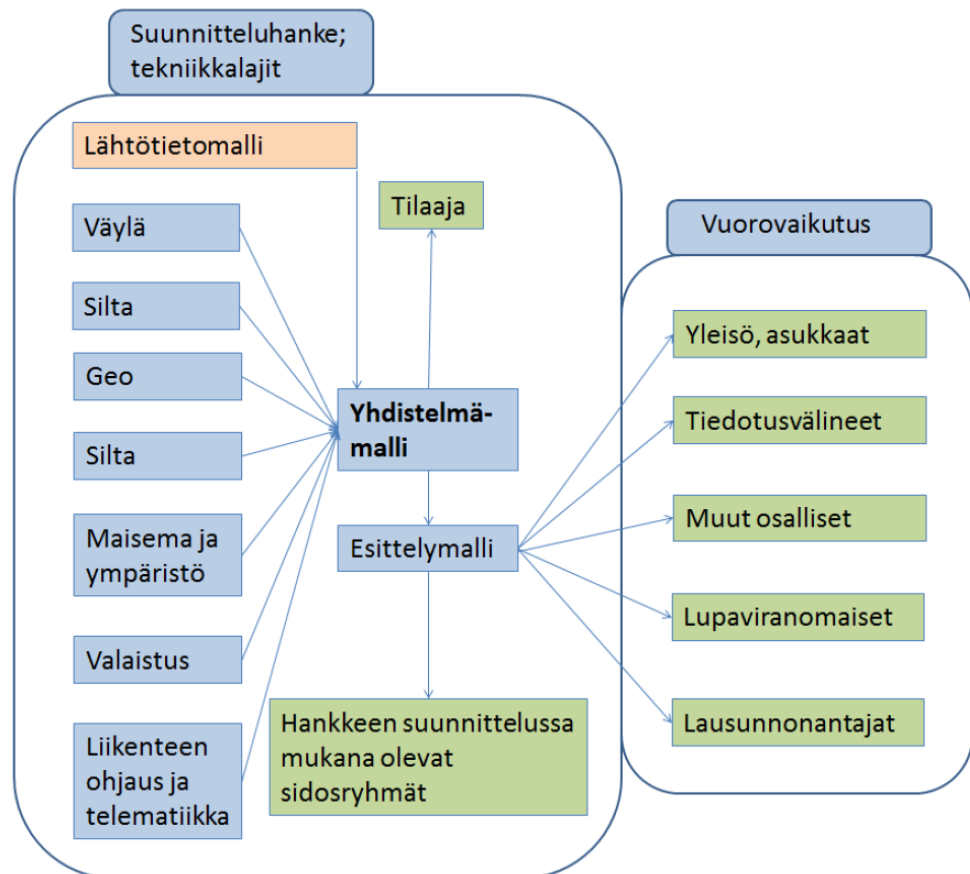
Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää esittelymallin tuoma lisäarvo infrahankkeen eri vaiheissa sekä tekniset mahdollisuudet esittelymallien jatkojalostamiseen hankevaiheesta toiseen siirryttäessä. Samalla tavoitellaan myös mallien tuottamisen tehostamista, jotta saataisiin esittelymallit nopeammin hankkeiden käyttöön. Näin vuorovaikutus sidosryhmiin ja mediaan on entistä toimivampaa ja esittelymalleista saatava hyöty kasvaa. Selvitystyön pohjalta laaditaan parannusehdotuksia esittelymallien vaatimuksista, mikä mahdollistaa niiden tehokkaan hyödyntämisen eri hankevaiheissa.

Opinnäytetyö toteutetaan tekemällä kyselyitä sekä haastatteluja konsulteille, ohjelmistotalojen ja tilaajien edustajille (liite 1). Kyselyitä toteutetaan kyselylomakkeella (liite 2) sekä sähköpostitse. Kyselyiden lisäksi vastauksia tarkennetaan haastatteluissa. Niiden perusteella selvitetään, mikä on nykyinen toimintatapa esittelymallien tekemisessä. Samalla tutkitaan, mitä haasteita esittelymallien laatimisessa ja hyödyntämisessä on sekä pyritään löytämään ideoita ja parannusehdotuksia nykyisen toimintatavan kehittämiseen.

2 HAVAINNOLLISTAMINEN ERI HANKEVAIHEISSA

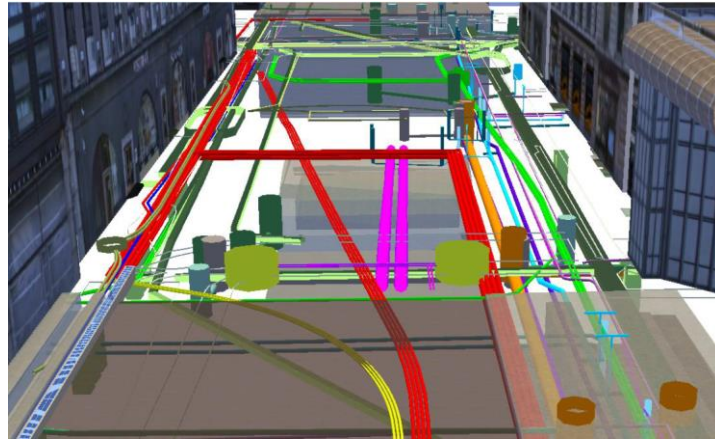
2.1 Havainnollistaminen

Havainnollistaminen on yksi inframallinnuksen käyttötarkoituksista; sen avulla kommunikointi ulkopuolisten sidosryhmien kanssa helpottuu. Havainnollistamalla luodaan selkeämpää, ymmärrettävämpää ja laadukkaampaa materiaalia suunnittelun vaiheista. Se auttaa ymmärtämään suunnitelman sisällöllisiä ratkaisuja. Se toimii myös suunnittelun ohjauksen ja päätöksenteon tukena, kun ratkaisun kannalta keskeiset ominaisuudet kuvataan mallissa riittävän selkeästi. (YIV 2015 Osa 1, 10–11.) Kuvassa 1 on esitetty esittelymallin antama tuki suunnittelun vuorovaikutukseen.



Kuva 1. Tietomallinnuksen käyttö suunnittelun ohjaustyövälineenä ja esittelymallin tuki vuorovaikutuksessa (YIV 2015 Osa 1, 12).

Havainnollistaminen voidaan jakaa tekniseen havainnollistamiseen ja esittävään havainnollistamiseen. Opinnäytetyössä pääpaino on esittävässä havainnollistamisessa. Teknisessä havainnollistamisessa voidaan esittää inframallin eri järjestelmät ja rakenteosat niille määrätyillä väreillä, todellisten materiaalien sijaan. Tekninen havainnollistaminen esitetty kuvassa 2. Sen tarkoitus on toimia kommunikaatiovälineenä eri sidosryhmien välillä sekä auttaa saamaan kokonaiskuva hankkeesta. (YIV 2015 Osa 10, 4–5.)



Kuva 2. Tekninen havainnollistaminen (YIV 2015 Osa 10, 7).

Esittävä havainnollistaminen eli esittelymallit ovat yleensä valokuvamaisia suunnittelijan näkemyksiä hankkeesta ja sen suunnitteluratkaisuista. Kuvassa 3 on esitetty esimerkki esittävästä havainnollistamisesta. Esittelymalleja voidaan käyttää esimerkiksi hankkeiden yleisötilaisuuksissa ja mediassa sekä tukena suunnittelun ohjauksessa. (YIV 2015 Osa 10, 4.) Esittävän havainnollistamisen tavoitteena on esittää kohde mahdollisimman todenmukaisena hyödyntämällä kuva- ja videomateriaalia. Esittelymalleja käytetään kommunikoinnin ja asioiden selventämisen apuna. (YIV 2015 Osa 10, 9.)



Kuva 3. Esittävä havainnollistaminen (YIV 2015 Osa 10, 18).

Esittelymallien luomisen lähtökohtana on inframallintamisen tuottama kolmiulotteinen tietosisältö (YIV 2015 Osa 10, 4). Esittelymallin pohjana on kannattavaa käyttää suunnittelijan tuottamaa inframallia, mutta se vaatii tekemistä ja muokkaamista, jotta siitä saadaan korkeatasoinen esittelymalli. Tietokoneen avulla luotuun kolmiulotteiseen geometriaan määritetään oikeanlainen ulkonäkö materiaalien ja valaistuksen avulla. Esittelymalleissa materiaalien piirteitä ovat väri, läpinäkyvyys, heijastavuus ja kiiltävyys. Visualisointiohjelmistossa määritellään rasterikuvatiedoilla eli esimerkiksi materiaalien pinnoista otetuilla valokuvilla luonnonmateriaalien tekstuurit todenmukaiseksi. Esittelymalleja, havainnekuvia sekä animaatioita voidaan tehdä, kun geometria, materiaalit ja valaistus ovat toimivia. Valaistus on yleensä yksinkertainen yhdistelmä hajavaloa ja auringon valoa. (YIV 2015 Osa 10, 9–10.)

Esittävän havainnollistamisen laatuvaatimukset ovat usein korkealla, ja ne määritellään yleensä erikseen hankkeen tarjouksessa ja sopimuksessa. Yleiset inframallivaatimukset eivät ota kantaa esittelymallien laatuvaatimuksiin. (YIV 2015 Osa 10, 4.)

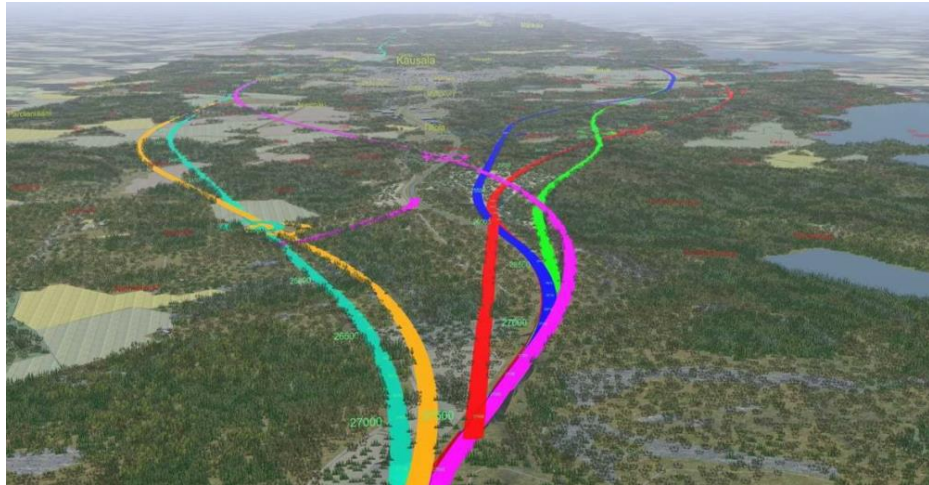
Pelitekнологia on uusi ja kehittyvä apuväline havainnollistamisen tuottamisessa. Havainnollistamisen teossa on käytetty tietokonepelialustaa, jossa tietomallista voidaan luoda erilaisia näkymiä rajattomasti. Kohteesta voidaan luoda erilaisia visualisointeja eri vuodenaikaan, sääoloihin tai vuorokaudenaikoihin. Kuvassa 4 on esitetty, miten pelaamalla voidaan tutkia tulevaa kohdetta sellaisena kuin se tulee valmiina olemaan. Pelitekнологia toimii apuna rakentajien ja käyttäjien avulla. Siitä on myös hyötyä päätöksenteolle ja suunnittelulle, kun erilaisia näkymiä on paljon. (Aatsalo 2018, 18.)



Kuva 4. Peliteknologiaa hyödyntäen tehty esittelymalli Kruunusillat -hankkeesta (Sito Oy 2018a).

2.2 Esi- ja yleissuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa tutkitaan ja vertaillaan vaihtoehtoisia ratkaisuja sekä tarkastellaan hankkeen laajuutta ja vaikutuksia ympäristöön. Vaihtoehtojen vertailua havainnollistamisen avulla on esitetty kuvassa 5. Esisuunnittelun sisältö ja suuruus riippuvat käyttötarkoituksesta, kuten alueellisista selvityksistä yksittäisiin hankkeisiin. (Ramboll Finland Oy 2018a.) Tässä vaiheessa mallinnus painottuu lähtötietomallin laadintaan. Inframallintamista ja havainnollistamista tehdään yleensä vain merkittävimmistä kohteista, koska lähtöaineisto on usein yleispiirteistä. (Liikennevirasto 2017, 27.)



Kuva 5. Esisuunnitteluvaiheessa vaihtoehtoja voidaan vertailla havainnollistamisen avulla (YIV 2015 Osa 10, 17).

Yleissuunnittelu on periaateratkaisujen, yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden ja vaikuttamisen kannalta tärkeä suunnitteluvaihe. Tässä vaiheessa tutkitaan vaihtoehtoja ja tarkastellaan hankkeen vaikutuksia eri näkökulmista yhteistyössä ja vuorovaikutteisesti. (Tiehallinto 2007, 18.) Asianosaisten, sidosryhmien ja asiantuntijoiden kanssa käytävä vuorovaikutus on tärkeää, ja tavoitteena on saada mahdollisimman laaja yleinen hyväksyttävyys hankkeelle. Havainnollistamisella tuetaan suunnitelmaratkaisujen ja eri vaihtoehtojen ymmärrettävyyttä sekä lisätään vuorovaikutusta, mikä on mallinnuksen yksi tärkeimmistä hyödyistä. (Liikennevirasto 2017, 28.) Yleissuunnitteluvaiheen alkaessa on yleensä vielä olemassa vaihtoehtoja, joista tehdään päätös suunnittelun aikana. Mallintamisen tavoitteena on parempi kustannus- ja vaikutusarviointi, yhteensopivuuden varmistaminen ja vaihtoehtojen helpompi havainnollistaminen. (Liikennevirasto 2017, 29.) Yleissuunnitelmavaiheen esittelymalli esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Valtatien 6:n parantaminen Kouvolan kohdalla yleissuunnitelmavaiheen esittelymallissa (Sito Oy 2018b).

Yleissuunnitteluvaiheessa esittelymallin lähtötietona toimii ajantasainen yhdistelmämalli. Sen geometriasta käytetään hyväksi vain näkyvät uloimmat pinnat ja niiden väri. Tasorakennetta käytetään realistisempien materiaalien määrittelyssä. Esittelymalli koostuu muun muassa rakennepintojen tekstuureista, valoista, varjoista ja muista yksityiskohdista, jotka tekevät mallista visuaalisesti mahdollisimman todellisuutta vastaavan. (YIV 2015 Osa 10, 17.)

Visuaalinen tarkkuus riippuu hanke- ja tilaajakohtaisista laatuvaatimuksista (YIV 2015 Osa 10, 18). Tarkkuustaso määritetään niin, että ratkaisujen tekninen, taloudellinen ja ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus sekä ratkaisujen vaikutukset voidaan varmistaa. Vaihtoehtojen vertailua ja päätöksentekoa varten vaihtoehdot mallinnetaan sillä tarkkuudella kuin ne on suunniteltu. (Liikennevirasto 2017, 28–29.) Esi- ja yleissuunnitteluvaiheen esittelymallien sisältö on määritetty yleispiirteisesti, ja tuotos kuvaa todellisuutta suuntaa antavasti. Käytettävien aineistojen tulee olla käyttötarkoitukseen soveltuvia, ja rasterikuvan resoluution on oltava sellainen, että siitä voidaan tehdä pienempiresoluutioinen versio esimerkiksi virtuaalimallin käyttöön. (YIV 2015 Osa 10, 18.)

2.3 Tie-, katu- ja ratasuunnittelu

Tie-, katu- ja ratasuunnitteluvaiheessa määritetään muun muassa hankkeen määrät, kustannukset ja muut vaikutukset inframallin avulla. Vaikutusarviointia ja kustannuslaskentaa varten ominaisuustiedot, kuten materiaalit, tulee kuvata riittäväällä tarkkuudella. Mallintamisen tavoitteita ovat muun muassa aluevarausten ja suunnitelmien yhteensopivuuden varmistaminen, olemassa olevien ja suunniteltavien rakenteiden yhteensovittaminen, suunnitelmien teknisten ratkaisujen toteuttamiskelpoisuuden varmistaminen sekä ratkaisujen havainnollistaminen vaihtoehtovertailua ja vuorovaikutusta varten. (Liikennevirasto 2017, 30.)

Tie-, katu- ja ratasuunnitelmat sisältävät mallin lisäksi kuvailevia osia muun muassa vaikutuksiin ja tutkittuihin vaihtoehtoihin liittyen. Suunnitteluvaiheen yleisötilaisuuksissa tulisi hyödyntää yhdistelmä- tai esittelymallia. Yhdistelmä- ja esittelymallin eroavaisuudet on esitetty kuvassa 7. (Liikennevirasto 2017, 30.) Havainnollistamista käytetään myös esimerkiksi asukastilaisuuksissa, hankkeiden markkinointiaineistona, vaihtoehtoisten ratkaisujen vertailussa sekä erityyppisissä simuloinneissa. (YIV 2015 Osa 10, 20.)



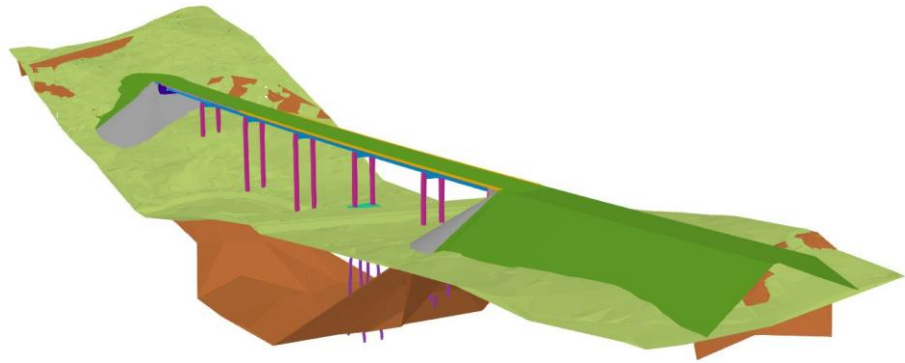
Kuva 7. Yhdistelmämallin ja esittelymallin eroavaisuudet (Liikennevirasto 2017, 22).

Esittelymallien lähtöaineistona hyödynnetään edellisten suunnitteluvaiheiden mallinnuksia ja niistä tuotettuja havainnollistamisia. Ajantasainen yhdistelmämalli toimii myös lähtötietona. Tarkempi suunnitteluvaihe asettaa suuremmat laatuvaatimukset esittelymalleille, joten sisältöä kuvataan tarkemmin. (YIV 2015 Osa 10, 20.)

Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjojen sisältö ja esitystapa -ohjeessa (2009) on mainittu, että visualisointikuvissa esitetään tiemaiseman ja rakenteiden käsittelyn periaatteet ja laatutaso. Visualisointikuvien tarkoituksena on olla ohjeena jatkosuunnittelulle, ja niiden sisältö ja tarkkuustaso voivat vaihdella suuresti hankkeesta riippuen. Tarkkuustasovaatimukset yleensä kasvavat taajamissa ja ympäristöllisesti tärkeissä hankkeissa. (Tiehallinto 2009, 63.)

2.4 Rakentamis- ja rakennussuunnittelu

Rakentamis- ja rakennussuunnitelmavaiheen inframallin on oltava niin tarkka, että rakenne voidaan toteuttaa mallin avulla. Mallinnuksen laadun tulee vastata suunnitelmallannetta ja suunnittelun valmiusastetta. Rakentamis- ja rakennussuunnittelun mallinnuksen tavoitteina ovat muun muassa digitaalinen aineisto, suunnitelmien yhteensopivuuden varmistaminen, rakennusaikaisten riskien minimointi, kustannushallinnan tukeminen sekä rakennussuunnitelmamallin tuottaminen alan yleisten ohjeiden mukaan. Kaikki väylän osat, joita rakentamisessa tarvitaan, mallinnetaan. Mallintamisen tarkoituksena on tukea myös havainnollistamista. (Liikennevirasto 2017, 32.) Vaiheen suunnitelmamallista voidaan jalostaa toteutusmalli, joka kattaa toteutuksen näkökulman (InfraBIM 2014). Kuvissa 8 ja 9 on esitetty toteutusmallin ja esittelymallin erot.



Kuva 8. Lahden eteläisen kehätien toteutusmalli (Destia Oy 2018).



Kuva 9. Lahden eteläisen kehätien esittelymalli (Destia Oy 2018).

Esittelymalliin päivitetään tiesuunnitelmavaiheen jälkeen syntyneet merkittävät muutokset. Se laaditaan hankkeen toteuttamista lähestyttäessä. Sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi asukkaille pidettävissä esittelytilaisuuksissa, kun halutaan esitellä rakennettavan kohteen lopputulosta. Kun hankevaiheen inframallin on tarkka, on syytä pohtia, millä tarkkuustasolla esittelymalli laaditaan ja mitä siinä halutaan esittää. Jos havain-

nollistamiselle ei ole tarvetta esimerkiksi pienimmissä hankkeissa, esittelymallia ei kannata laatia. (T. Kinnari, henkilökohtainen tiedonanto 9.1.2018.)

Esittelymallien tarkkuustaso ja laatuvaatimukset määritellään toimeksiantokohtaisesti. Yleensä havainnollistamisen sisältö on määritelty yksityiskohtaisemmin ja lopputuotteen tulee kuvastaa todellisuutta mahdollisimman paljon. (YIV 2015 Osa 10, 20.)

2.5 Rakentaminen, kunnossapito ja käyttö

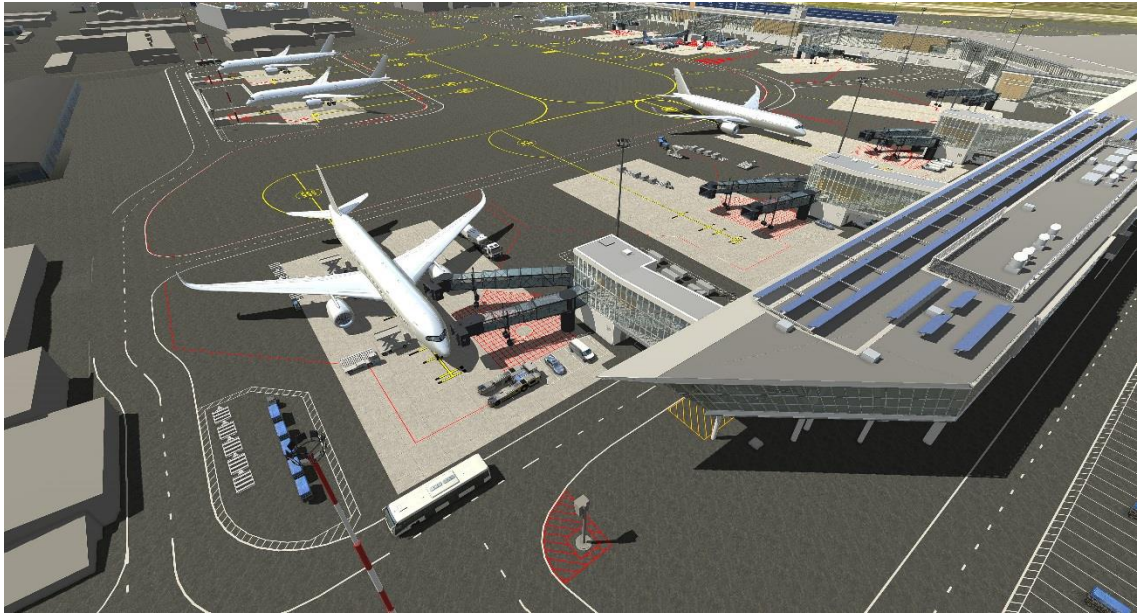
Rakentamisen aikaista havainnollistamista hyödynnetään muun muassa työmaan aikaisten liikennejärjestelyiden ja valmistuvan kohteen käyttööntoon liittyvissä opastusvideoissa tai infotauluissa sekä pelastusviranomaisten käyttämissä koulutusmateriaaleissa. Havainnollistaminen auttaa ymmärtämään rakennettavan kohteen tulevia muutoksia. Kuvassa 10 on esitetty rakentamisen aikaisia liikennejärjestelyjä esittelymallin avulla. (YIV 2015 Osa 10, 22.)



Kuva 10. Esittelymallin avulla esitetty rakentamisen aikaisia liikennejärjestelyjä (YIV 2015 Osa 10, 23).

Rakentamisen aikana toteumatiedolla täsmennetyt inframallit siirtyvät kunnossapidon käyttöön, ja niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi huoltokirjasovelluksissa teknisten tietojen, dokumenttien, kunnossapidon eri tehtävien ja huoltohistorian hallintaan sekä seuraavien hankkeiden lähtötietomalleina. Esittelymallia voidaan käyttää käyttööntokoulutuksen, testauksen, viestinnän ja viranomaisten tukena. (YIV 2015 Osa 10, 24.) Ku-

vassa 11 on esitetty Finavia -hankkeen esittelymalli, jota on hyödynnetty edellä mainittuihin käyttötarkoituksiin.



Kuva 11. Hankkeen terminaalien pääsuunnittelu ja tietomalli (PES Architects 2018), asematason pääsuunnittelu ja tietomalli (Sitowise Oy 2018) sekä virtuaalimallit (Finavia Oy 2018).

3 NYKYKÄYTÄNNÖT HAVAINNOLLISTAMISESSA

3.1 Tehtävän määrittely

Havainnollistamisen käyttö hankkeissa on yleistynyt vuosien varrella, ja sen hyödyntäminen on yleistä niin pienemmissä kuin isommissakin hankkeissa. Hankkeiden tehtävänannoissa on määritelty, halutaanko hanketta havainnollistaa. Tehtävänannoissa voidaan määrittää toiminnallisuus- ja sisältövaatimuksia. Tilaajien ymmärrys havainnollistamisesta on kehittynyt vuosien varrella ja kokemusta löytyy, mutta vielä asiantuntemuksen puute tuottaa välillä ongelmia esittelymallien määrittelyissä. Epäselvyyksiä on ollut esimerkiksi lopputuotteen tarkkuustason, laadun sekä menetelmien vaatimusten osalta.

Tarkkuustason määrittely on tärkeää. Se on varojen tuhlaamista, jos varhaisessa hankevaiheessa tehdään liian yksityiskohtaisia esittelymalleja, kun pienemmällä tarkkuudella asia voitaisiin esittää. Liian tarkkaan tehty esittelymalli varhaisessa hankevaiheessa voi luoda väärinkäsityksiä. Katsojat uskovat siihen, mitä he näkevät, ja esittelymalli saattaa antaa mielikuvan, että kohde tulee olemaan juuri sellainen, eikä se tule muuttumaan. Yleisötilaisuuden jälkeen suunnitelmaan saattaa kuitenkin tulla muutoksia, jotka täytyy esittelymalliin korjata. Liian yksityiskohtaisen esittelymallin korjaus aiheuttaa lisää työtä, ja mallin hyödynnettävyys yleisötilaisuuden jälkeen saattaa olla vähäinen.

Nykykäytännössä esittelymallin luomiseen ei varsinaisesti anneta teknisiä ohjeita. Vaatimuksena saattaa olla vain tietynlainen lopputulos, vaikka saman informaation pystyisi esittämään helpommin toisessa muodossa. Tilaaja ei välttämättä ymmärrä tarpeeksi esittelymalleista, ja näin ollen hän ei ole riittävän tietoinen, mitä on tilaamassa. Tämä aiheuttaa sen, että havainnollistaminen saattaa jäädä huomioimatta tai asetetut vaatimukset eivät ole realistisia.

3.2 Käyttötarkoitus ja ominaisuudet

Hankkeet, joissa havainnollistamista hyödynnetään vaihtelevat laidasta laitaan. Isommissa ja merkittävimmissä hankkeissa on yleistä, että esittelymalleja hyödynnetään melkein aina. Pienemmissä hankkeissa esittelymalleja käytetään tarpeen mukaan.

Suurin hyöty saadaan esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa sekä tie-, katu- ja ratasuunnitteluvaiheessa, koska vuorovaikutus on merkityksellisintä hankkeen hyväksyttävyyden kannalta.

Hankevaiheiden välinen havainnollistamisen suurin eroavaisuus on tarkkuustasossa. Esittelymalli tarkentuu siirryttäessä prosessissa eteenpäin. Esi- ja yleissuunnitteluvaiheen esittelymallissa voi käyttää luovaa vapautta, kun suunnitelmat eivät ole vielä tarkentuneet. Tie-, katu- ja ratasuunnitteluvaiheen esittelymalli on jo todellisuutta vastaava, mutta ei välttämättä aivan yksityiskohtainen. Rakennussuunnitteluvaiheen esittelymalli voi olla hyvinkin yksityiskohtainen. Silloin esittelymallissa voidaan esitellä ulkoöllisiä ratkaisuja, esimerkiksi meluaitojen ja siltarakenteiden materiaalivalintoja.

Havainnollistamisen tuottamaa hyötyä ei välttämättä tunneta riittävän hyvin. Esittelymalleja voidaan käyttää esittelyn lisäksi markkinoinnissa, päätöksenteossa ja suunnittelun työkaluna. Sidosryhmille esittelymalli auttaa suunnitteluratkaisujen esittelyssä ja on merkittävä hankkeen hyväksyttävyyden osalta. Sillä on myös vaikutusta hankkeen rahoituksen saamiseen, jos eri vaihtoehtojen tarkastelu tehdään helpoksi. Ympäristöön kiinnitetyt mallit ovat selkeitä ja todenmukaisia. Ne avaavat asukkaille suunnitelman ymmärtämistä ja vähentävät väärinkäsityksiä.

3.3 Ohjeistukset

Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje (2017) ja Yleiset inframallivaatimukset (2015) ovat havainnollistamisen osalta melko suppeita, eivätkä ohjeet ota kantaa mallien toteutukseen tai tarkkuustasoon. YIV-ohjeistuksen osa 10 Havainnollistaminen (2015) on jo hiukan vanhentunut, ja se on kohdistettu tiettyyn ohjelmistoon. Lähestyminen ohjelmiston kautta on alun perin ollut väärä tapa; se on antanut kapean kuvan mahdollisuuksista. Yleisten ohjeiden lisäksi konsulttitoiminnassa on yleistä, että projektin alkaessa laaditaan omat ohjeistukset esittelymallin laatimiseksi.

Tie- ja ratahankkeiden inframalliohjeen (2017) ja Yleisten inframallivaatimuksien (2015) lisäksi havainnollistamista ohjeistetaan Tien suunnitelman sisältö- ja esitystapa -ohjeessa (2009). Esittelymalli ja visualisointikuvat eivät kuulu maantielain mukaan hyväksyttävään aineistoon. Ne ovat lähtötietoina jatkosuunnittelulle, mutta niissä esitettyjä periaatteita ja laatutasoa on noudatettava. Visualisointikuvia ovat esimerkiksi tieympäristön käsittelyn periaatekuva, meluseinän periaatekuva sekä tärkeiden siltojen ja

tukimuurien ympäristökuvat. Jos kuvia tuotetaan esittelymallin kautta, on mietittävä, mitä esittelymallissa esitetään ja kuinka tarkasti, koska välttämättä ei tiedetä, mitä kaikkea havainnollistaminen sitoo. Visualisointikuville on esitetty määritelmiä Tien suunnitelman sisältö- ja esitystapa -ohjeessa (2009), joiden pitäisi osittain soveltua esittelymallin vaatimuksiksi. Merkittävässä kohteissa tiealueen rakenteet tulee määritellä tarkasti, kun taas väljemmässä maastossa olevien kohteiden määrittely on yleispiirteisempää. (Tiehallinto 2009, 63.)

3.4 Havainnollistamisen työkalut

Havainnollistamisen luomiseen ja katseluun on käytössä lukuisia eri työkaluja. Prosesissa voidaan käyttää useampaa ohjelmistoa, mikä on melko yleistä nykyisessä toimintatavassa. Ohjelmistot voivat olla kaupallisia tai ilmaisia, ja niiden ominaisuudet vaihtelevat laajasti.

Pelimoottoreiden käyttö on yleistynyt esittelymallien teossa. Niiden avulla saadaan tuotettua virtuaalitodellisuuksia, joilla pyritään luomaan hanke visuaalisesti todentuntuisiksi. Pelimoottorit on kehitetty pelimaailmojen tekoon, mutta niillä pystytään luomaan todentuntuisia suunnitteluvisualisointeja sekä animointeja. Esittelymallien tekoon on myös helppokäyttöisempiä työkaluja. Helppokäyttöisillä pintamallinnusohjelmilla suunnitelmien havainnollistaminen kolmiulotteiseksi on kevyttä ja nopeaa. Ominaisuuksista riippuen esittelymallin lopputulos ei välttämättä ole yhtä korkeatasoinen kuin pelimoottorilla tehty. Käytössä on myös muita reaaliaikaisia esittelymalliohjelmistoja, joilla saadaan tuotettua korkeampitasoisia lopputuloksia kuin helppokäyttöisillä ohjelmilla.

Hankevaiheesta toiseen siirryttäessä eri työkalujen käyttö aiheuttaa haasteita. Ohjelmistot eivät välttämättä ole yhteensopivia keskenään, minkä takia tiedonsiirto niiden välillä ei ole sujuvaa. Edellisessä vaiheessa tehdyn esittelymallin käyttö saattaa jäädä vähäiseksi tai sitä ei voida käyttää ollenkaan, jos tiedonsiirto ohjelmistojen välillä ei toimi.

Esittelymalleja voidaan tarkastella niille tarkoitetuilla katseluohjelmistoilla tai selainpohjaisesti. Tarkastelemisessa esiintyy välillä vaikeuksia. Esimerkiksi ison hankkeen esittelymallin käyttö katseluohjelmistolla saattaa tuottaa haasteita. Yleensä katselu vaatii sen, että ohjelma täytyy asentaa tietokoneelle. Kevyen tietokoneen koneteho ei välttämättä riitä suurikokoisen esittelymallin tarkasteluun, jolloin sitä ei pystytä käyttämään

ollenkaan. Myös ohjelmiston käytön vaikeus saattaa rajoittaa hyödyntämistä eikä tarkempi käsittely onnistu. Esittelymalli on mahdollista saada selainpohjaiseksi, mikäli ohjelmisto, jolla se luodaan, tukee tätä jakamismuotoa. Esimerkiksi pelimoottorilla on mahdollista saada esittelymalli selainpohjaiseksi. Selaimen kautta mallia on helppo katsella ja jakaa eteenpäin, eikä omalle koneelle tarvitse ladata käyttöön tarvittavaa ohjelmaa.

Muita julkaisutapoja on myös pidetty hyvinä, kuten videot, havainnekuvat, 3D CAVE:n sekä virtuaalilasien avulla tarkasteltavat VR-mallit (kuva 12) tai näytöltä sekä virtuaalilasien avulla tarkasteltavat AR-mallit (kuva 13).



Kuva 12. VR-mallin tarkastelua 3D CAVE:ssa (bSF 2017).

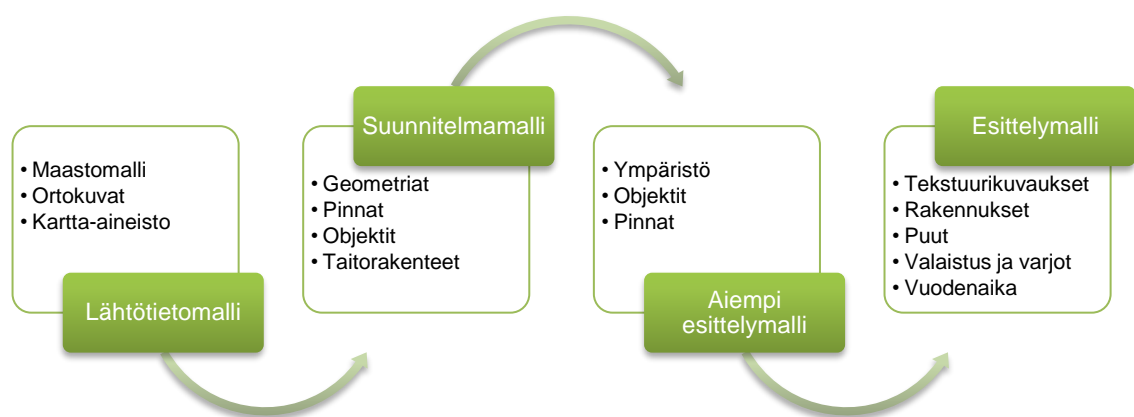


Kuva 13. AR-mallin tarkastelua mobiililaitteen avulla (Viasys VDC Oy 2018).

4 HAVAINNOLLISTAMISEN TUOTTAMINEN

4.1 Lähtötiedot

Havainnollistaminen pyritään sitomaan mallipohjaiseen suunnitteluun. Esittelymalliin tarvittavat lähtötiedot koostuvat lähtötietomallista, suunnitelmamallista ja mahdollisesta aiemman vaiheen esittelymallista (kuva 14). Lähtötietomallista voidaan hyödyntää esimerkiksi maastomallia, kartta-aineistoja ja ortokuvia. Väyläsuunnittelijan tuottama suunnitelmamalli on lähtökohta esittelymallin tekoon. Malli kattaa suunnitteluratkaisut, ja siinä on huomioitu lähtötietomalli. Kun malli on laadittu YIV-ohjeistuksen mukaisesti, siitä saadaan kaikki tarvittava aineisto avoimessa formaatissa, kuten ylin yhdistelmäpinta, rakennepinnat ja päällystepinnat. Väyläsuunnittelijalta saadaan esimerkiksi myös kaiteet ja melunsuojaurakenteet geometrioina sekä tarvittavat ajoratamerkinnot, liikennemerkkit ja viitoitukset. Taitorakenteet tuotetaan avoimessa IFC-formaatissa. IFC-formaatissa olevat aineistot ovat hankalia vietäviä joihinkin esittelymalliohjelmistoihin. Ohjelmistot eroavat siitä, mitä aineistoja sinne voidaan viedä, ja aineistojen siirtämiseen löytyy erilaisia työkaluja sekä siirtoformaatteja. Joissakin ohjelmistoissa aineistot täytyy muokata etukäteen niihin sopiviksi. Lähtöaineistojen eri tarkkuudet sekä yhteensopimattomuudet aiheuttavat lisää työtä esittelymallin laatijalle, esimerkiksi jos suunnitelmatiedostoja joutuu käsittelemään uudestaan ja muokkaamaan sopiviksi.



Kuva 14. Esimerkki esittelymallin lähtöaineistoista.

Esittelymalleihin liittyy suuresti materiaalit ja ympäristö. Edellisen vaiheen esittelymallista on mahdollista hyödyntää esimerkiksi pintoja ja objekteja. Suurin hyödynnettävyys tulee kuitenkin väylän ympärillä olevasta aineistosta, mihin esittelymalli on rakennettu. Esittelymallissa voidaan käyttää rakennuksia, maastomallia ja alueen ulkopuolelle luotua mallia. Edellisen vaiheen väylärakenteen käyttämisestä ei ole hyötyä, jos suunnitelmat ovat muuttuneet. Sitä voidaan käyttää, jos halutaan vertailla hankevaiheiden suunnitelmia. Esittelymallin luomiseen tarvitaan myös tekstuurikuvauksia. Niitä tarvitaan eri pinnoille, jotta mallista saadaan todenmukaisen näköinen oikeanlaisilla materiaaleilla. Tekstuurikuvauksia voidaan saada suoraan ohjelmistoista tai ne voidaan tehdä itse pdf:n tai valokuvan pohjalta.

Edellisen vaiheen puutteellinen dokumentaatio hankaloittaa esittelymallin uudelleen hyödyntämistä. Jo olemassa olevan aineiston hyödyntämisessä tulee ottaa huomioon, milloin aineisto on luotu. On varmistettava, onko aineisto vielä ajantasaista ja käyttökelpoista. Yleensä halutaan, että esittelymalli laaditaan nykytilanteesta, joten esittelymallin tulee vastata sitä. Esimerkiksi yleis- ja tiesuunnitelmavaiheen välillä saattaa olla vuosia aikaa. Jos aiemman vaiheen esittelymallista ei ole laadittu kunnollista dokumentaatiota, ei esittelymallia pystytä hyödyntämään niin tehokkaasti kuin kattavan dokumentoinnin avulla olisi mahdollista. Ei tiedetä kuinka ajanmukaista käytetty tieto on, mitä aineistoa esittelymalliin sisältyy ja mistä tieto löytyy. Täytyy ottaa huomioon, että eri ohjelmistojen käyttö ja erilaiset julkaisutavat hankaloittavat edellisessä vaiheessa laaditun esittelymallin käyttöä. Kaikki ohjelmistot eivät ole yhteensopivia keskenään ja toisella ohjelmistolla laadittu malli ei välttämättä toimi enää eri ohjelmistossa, mikä vaikeuttaa edellisen vaiheen esittelymallin hyödyntämistä.

Havainnollistamisprosessissa esiintyy myös haasteita liittyen suunnitelmavaiheen tilanteeseen ja esittelymallin tekemiseen kuluvaan aikaan. Suunnittelu on yleensä alkuvaiheessa, kun esittelymallia tarvitaan. Esittelymallilta yleensä vaaditaan, että se on kolmiulotteinen ja vastaa mahdollisimman hyvin suunnitelmaa. On haasteellista koota esittelymallia osista, joita ei suunnitelmallisesti ehkä ole vielä sovitettu yhteen. Tämä aiheuttaa esittelymallien laatimisessa sen, että suunnittelua joudutaan laajentamaan niille osille, mitä ei välttämättä kyseisessä suunnitelmavaiheessa vielä tarvitsisi tehdä. Suunnitelmätiedostoja joudutaan käsittelemään uudestaan ja muokkaamaan sopiviksi. Näin ollen esittelymallin tekemiseen kuluu enemmän aikaa, jos suunnitelmavaihe ei ole tarpeeksi pitkällä tai suunnittelun toimeksiannossa ei ole huomioitu havainnollistamista.

4.2 Toteutus

Esittelymallin laatimiseen on monia eri toteutustapoja ohjelmistoista riippuen. Esittelymalli voidaan laatia palikkamaisesti mallintamalla kaikki osiot erikseen. Esittelymallin toteutus alkaa lähtötietomallin pohjalta. Lähtötietomallista voidaan hyödyntää esimerkiksi maastomallia, ortokuvia ja kartta-aineistoa. Sen jälkeen esittelymalliohjelmistoon lisätään suunnitelmamalli ja mallinnetaan tarvittavat pinnat niiden ympärille. Rakennukset ja puut mallinnetaan objekteina suoraan esimerkiksi laserkeilausaineistosta. Ohjelmistossa esittelymalliin lisätään tekstuurikuvaukset. Tekstuurikuvauksia voidaan hakea esimerkiksi ohjelmiston tekstuurikirjastoista, mutta jos ohjelmistossa tai mallissa ei ole tekstuurikuvauksia, ne täytyy tehdä itse. Tekstuurikuvauksia voidaan tehdä esimerkiksi pdf:n tai valokuvan pohjalta. Se on manuaalista työtä ja hidastaa prosessia.

Esittelymalli voidaan laatia myös kuvauskopteria hyödyntäen. Kuvauskopterilla lennetään hanke päästä päähän ja mallinnetaan kuvatun materiaalin avulla kohteesta todellisuusmalli, joka vastaa nykytilaa. Kuvassa 15 on esitetty esimerkki todellisuusmallista. Menetelmällä saadaan juuri sellaisia materiaaleja, kuin kohteen ympäristössä oikeasti on. Metatietoja ei kuvaamalla saa, koska objektien erottelu on haastavaa. Esimerkiksi yksittäisiä puita ei saada eroteltua, vaan metsät tulevat massoina. Kuvauskopteritekniikassa hyödynnetään lähtötietomallia, ja se on suunnittelun apuna taustalla.



Kuva 15. Todellisuusmalli (Finnmap Infra 2018).

Todellisuusmallista saadaan esittelymalli rakentamalla sinne tuleva kohde materiaaleineen ja tekstuureineen. Kuvassa 16 on esitetty esimerkki todellisuusmalliin rakennetusta esittelymallista. Havainnollistaminen perustuu miljooniin kuviin, joiden avulla esittelymallista saadaan todenmukainen ja asian esittäminen on helppoa. Ympäristön laatisessa on mahdollisuus hyödyntää aiemmin laadittua esittelymallia, jos sen katsotaan olevan ajanmukainen. Jo laaditun esittelymallin hyödyntäminen ei kuitenkaan ole niin olennaista, koska kuvaamalla ympäristö saadaan hyvin mallinnettua.

Esittelymallin laatisessa esiintyy haasteita rajapinnan kanssa. Kuvauskohterin avulla mallinnetaan maastomalli, mutta se ei välttämättä täsmää lähtöaineistosta saatuun maastomalliin. Jos maastomallit eivät täsmää, näiden rajapintaan saattaa jäädä rako, joka näkyy aukkona mallissa.



Kuva 16. Todellisuusmalliin rakennettu esittelymalli (Finnmap Infra Oy 2018).

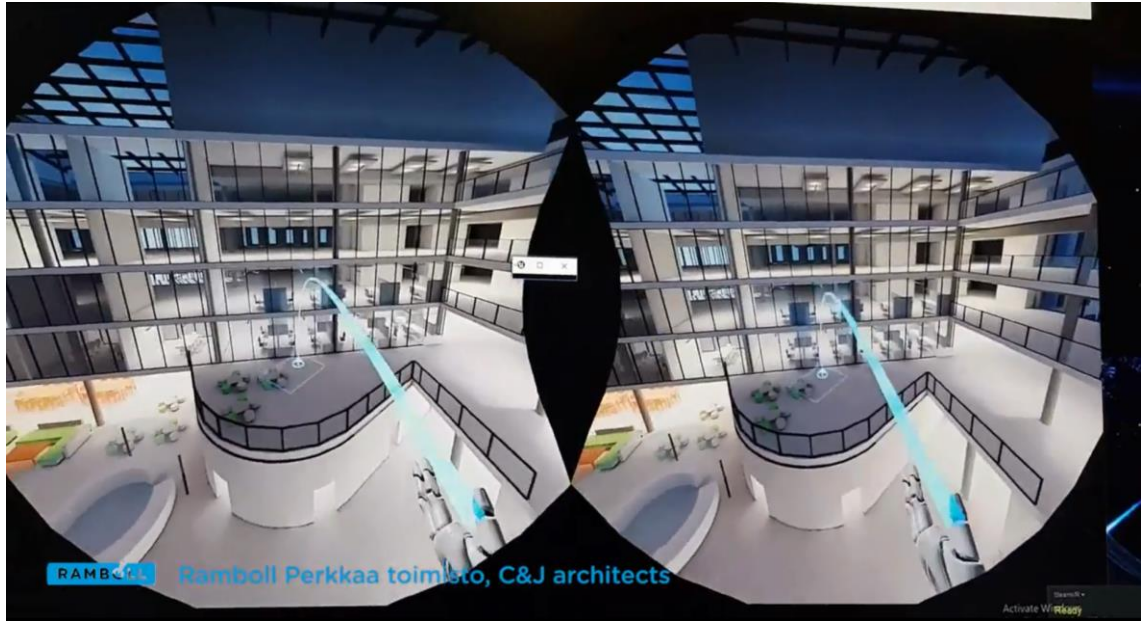
Väärinkäsityksen pienentämiseksi esittelymalli voidaan laatia suunnitelmatilanteen mukaan ja sitä voidaan päivittää suunnitelmien kehittyessä. Esimerkiksi kun esittelymallia laaditaan, sinne viedään viimeisin suunnitelmätieto. Kohdat, joissa suunnittelu ei ole vielä alkanut, esitetään laatikkomalleilla. Kohdat, joissa esiintyy oikeanlainen tekstuuri, on jo suunniteltu. Tällä tavoin symboliikkaa voidaan käyttää hyödyksi. Katsojat ymmärtävät, että teksturoitu malli on tarkkaa ja lähellä lopullista ratkaisua, kun taas laatikkomallein tietyllä värillä kuvattu on vielä luonnossuunnitteluvaiheessa.

Esittelymalliohjelmistoista saadaan helposti luotua videoita ja havainnekuvia. Tavallisten videoiden ja kuvien lisäksi ohjelmistoista on mahdollista tehdä 360-videoita ja -kuvia sekä valokuvaupotuksia. 360-videoissa ja -kuvissa kohdetta voidaan tarkastella 360-asteen laajuudella. Havainnekuvia voidaan tehdä valokuvaupotuksella, eli otetaan kohteesta paikan päällä kuva ja upotetaan malli kuvaan. Valokuvaupotus on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Valokuvaupotus (Finnmap Infra Oy 2018).

Uusien teknologioiden avulla ohjelmistoista voidaan rakentaa VR- ja AR-malleja, joita tarkastellaan esimerkiksi virtuaalilasien avulla. Virtuaalitodellisuusmalliin voidaan luoda hanke yksityiskohtaisesti rakenteineen sekä ympäristöineen ja näin hankkeessa voidaan liikkua jo ennen sen valmistumista. Kuvassa 18 on esitetty virtuaalilasien kautta tarkasteltava malli. AR-mallin avulla todelliseen ympäristöön saadaan lisättyä tietokoneen avulla tuotettua informaatiota ja hanketta pystytään tarkastelemaan sen todellisessa ympäristössä esimerkiksi mobiililaitteen tai virtuaalilasien avulla. (3DTalo 2018.)



Kuva 18. Virtuaalitodellisuutta hyödynnetty suunnitelman esittelyssä (Ramboll Finland Oy 2018b).

VR-mallien tekemiseen on olemassa ohjelmistoja, jotka automaattisesti tuottavat virtuaalilaseilla tarkasteltavan mallin. Ohjelmistoon voidaan viedä eri formaateissa pistepilvidataa tai mallinnuksia, jotka sisältävät materiaaleja ja tekstuureja. Aineistoja voidaan viedä ohjelmistoon niin paljon kuin tarvitaan. Jos aineistot ovat samassa koordinaatistossa, ne myös ilmestyvät malliin oikeissa koordinaateissa.

Virtuaalitodellisuusteknologia on verrattain raskasta. Tarvitaan kaksinkertaisesti enemmän konetehoa, koska mallia tarkastellaan tietokoneen sekä virtuaalilasien näytöiltä. Mallin tekemiseen tarvittavat aineistot saattavat olla valtavan kokoisia, esimerkiksi jos kyseessä on useita kilometrejä pitkä hanke. Ohjelmisto on kehitetty keventämään malleja, sillä se yhdistää ja poistaa pintoja automaattisesti. Keventäminen kuitenkin tapahtuu niin, että visualisointi säilyy. Yksinkertaisimmillaan virtuaalitodellisuusmalli saadaan tehtyä lisäämällä valmiit aineistot ohjelmistoon, ja se luo automaattisesti aineistosta VR-mallin. Kun malli on luotu, sitä voidaan tarkastella esimerkiksi virtuaalilaseilla. Virtuaalitodellisuusmallin ja lisätyn todellisuusmallin formaatti on sama. Ohjelmistolla saadaan tuotettua myös AR-malli samalla teknologialla.

Virtuaalitodellisuusmallin merkittävimpana erona esittelymalliin on stereokuva. Virtuaalitodellisuusmallia tarkastellessa pääsee mukaan syvyysvaikutelmaan ja sen avulla saadaan mahdollisimman tarkka informaatio hankkeesta. Malli ei ole pelkästään katselmointia varten, vaan sen avulla voidaan jatkaa ja muokata suunnittelua.

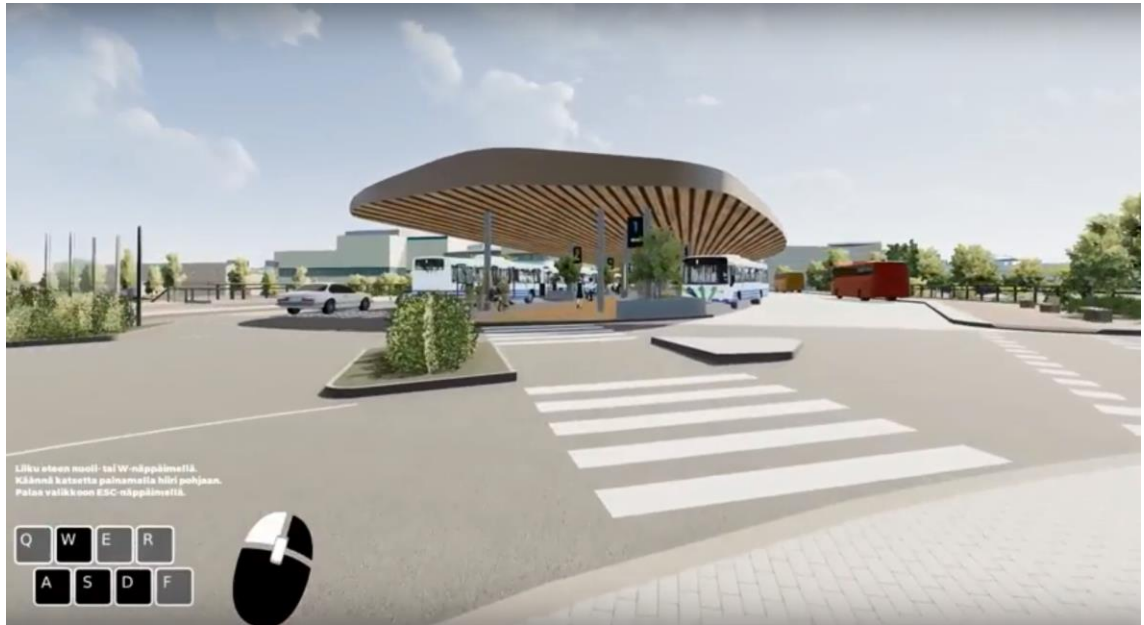
4.3 Lopputulos

Hankkeista on tuotettu eri käyttötarkoitukseen soveltuvia lopputuotteita, kuten katselupaketti, joka toimii selainpohjaisesti tai katseluohjelmalla, videoita, havainnekuvia, pelejä, simulointeja sekä VR- ja AR-malleja. Esittelymallien luovutustavat vaihtelevat ohjelmistoista ja käyttötarkoituksesta riippuen.

Esittelymalli voidaan luovuttaa katselupakettitiedostona, jossa tiedosto lataa koneelle ohjelmiston ja kaiken tarvittavan esittelymallin tarkastelua varten, tai tiedostona, jonka tarkasteluun tarvitaan erillinen katseluohjelma. Katseluohjelmalla toimivien esittelymallien vaatimuksena tulisi olla ilmaisohjelma. Esittelymalleihin voidaan luoda erilaisia videoita sekä näkymiä ja käyttäjä voi tarkastella hanketta eri näkökulmista, esimerkiksi miltä hanke näyttää kävelijän tai autoilijan silmin. Tiedostojen olennaisin asia on, että esittelymallissa voidaan vapaasti navigoida sekä tarkastella kohdetta käyttäen näppäinkomentoja tai hiirtä. Ongelmallista tiedostoissa on se, että ne ovat isokokoisia ja raskaita, eivätkä tiedostot välttämättä toimi kevyemmillä koneilla tai niitä ei saada olenkaan asennettua.

Selainpohjaista esittelymallia voidaan tarkastella ja jakaa verkon kautta. Tämän jakamistavan hyvä puoli on, että omalle koneelle ei tarvitse ladata mitään ohjelmistoa tarkastelua varten, kun malli on katseltavissa selaimen kautta. Verkon kautta tarkasteltavat mallit on todettu hyväksi luovutustavaksi, mutta niissä on vielä kehitettävää, jotta ne toimisivat niin hyvin kuin olisi mahdollista. Kaikki ohjelmistot eivät tue selainpohjaista jakamistapaa, ja siksi ne eivät ole vielä niin laajassa käytössä. Käytetystä ohjelmistosta ja lopputuloksesta riippuen verkon kautta tarkasteltavaan esittelymalliin on mahdollista saada kommentointimahdollisuus. Sen avulla voidaan lisätä suunnittelijoiden ja sidosryhmien välistä vuorovaikutusta, kun mallin katsoja voi helposti antaa kommentteja suunnitteluratkaisuihin suoraan esittelymallissa.

Pelimoottoreiden avulla esittelymallista voidaan tehdä esimerkiksi peli. Pelimoottoreiden käytön yleistyessä esittelymallin mahdollisuudet kasvavat. Pelin avulla käyttäjällä on mahdollisuus hypätä kohteeseen tulevaisuudessa ja liikkua siellä. Hankeen tarkastelu on helppoa ja yksinkertaista sekä suunnitteluratkaisut ovat hyvin hahmotettavissa. Kuvassa 19 on esitetty esimerkki pelistä, jonka avulla hanketta voidaan tarkastella.



Kuva 19. Hyvinkään kansi -peli (WSP Design Works 2017a).

Esittelymalleissa on mahdollista tarkastella erilaisia simulointeja. Malleihin voidaan rakentaa erilaisia toimintoja ja muuttaa mallin ominaisuuksia, kuten sääolosuhteita, vuodenaikojä, valaistusta, varjoja sekä liikennettä. Näiden avulla simulaatioita voidaan tehdä esimerkiksi liikenteestä ja niitä voidaan käyttää hyödyksi turvallisuustarkasteluisissa. Kuvassa 20 on esitetty esimerkki simulaatiosta, jossa on muutettu sääolosuhteita ja vuorokauden aikaa. Simulaatiota voidaan käyttää esimerkiksi valaistuksen suunnittelussa.



Kuva 20. Valaistuksen ja vuodenaikojen simulointia (WSP Design Works 2017b).

Vaikka videot ja havainnekuvat ovatkin jo ehkä hiukan vanhanaikaisia, niiden hyöty on edelleen suuri. Videon avulla hankkeen kokonaisuus tulee paremmin selville, kun hanke on kuvattu koko laajuudeltaan. Esittelymallin pyörittelyssä saatetaan keskittyä yhteen tiettyyn kohtaan ja hankkeen kokonaisuus jää vähemmälle huomiolle. Paras yhdistelmä hankkeen tarkasteluun olisi video ja esittelymalli. Havainnekuvien hyöty on myös suuri, ja hallinnollisista syistä niitä täytyy tehdä myös paperisina luovutusta ja arkistointia varten.

Inframalleihin liittyy aina tietomalliselostus. Selostukseen kirjataan kaikki lähtöaineistojen luotettavuuteen ja käyttöön vaikuttavat seikat. Tietomalliselostus on vaatimuksena mallipohjaisessa suunnittelussa, ja se liitetään mukaan inframallin luovutuksen yhteydessä. (YIV 2015 Osa 2.) Esittelymalliaineiston osalta dokumentointi on vaihtelevaa, ja aina ainestoa ei ole dokumentoitu. Yleensä jos tietomalliselostuksessa on huomioitu

esittelymalli, siinä on kerrottu, mistä aineistoista se on luotu, missä formaateissa aineisto on lisätty sekä mitä materiaaleja se sisältää. Myös luovutustavat ja tarkastelun ohje on kerrottu.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ohjeistukset

Havainnollistamisen ohjeistuksia olisi hyvä päivittää ja niiden sisältö pitäisi määritellä niin, että kaikki osapuolet voisivat niitä hyödyntää. Yksityiskohtaisten ohjeiden tekemisessä on hyviä ja huonoja puolia. Liian tarkkaan määritelty tarkkuustason ja toteuttamisen ohje voisi aiheuttaa liian yksityiskohtaisia esittelymalleja sekä rajoittaa tiettyihin esittelymuotoihin siirtymistä. Esittelymallit ovat enemmänkin taiteellisia tuotoksia, mutta tilaajan tulisi määritellä selkeästi tarkkuustaso hankkeen tehtävänannossa. Tilaajien toiminnan helpottamiseksi sekä hankekohtaisuuden hahmottamiseksi ohjeistuksia tulisi yksinkertaistaa. Tilaajaa voisi auttaa, jos tarkkuustason määrittelyyn olisi ohje, josta voisi ottaa mallia tarkkuustason määrittelyyn eri hankevaiheissa ja siihen, miten esittelymalli olisi kustannustehokas tehdä. Esimerkkinä esittelymallien tarkkuustason ohjaukseen voitaisiin käyttää Tie- ja ratahankkeiden inframalliohjeen (2017) liitteitä, jotka ohjaavat suunnitelmamalleja.

Esittelymallin laatijalle pitäisi kehittää ohjeistusta mallin jakamisen ja luovutuksen osalta. Se voisi parantaa edellisessä hankevaiheessa tehtyjen esittelymallien hyödyntämistä seuraavissa hankevaiheissa, kun ne pakattaisiin ja luovutettaisiin yhteisten toimintamallien mukaan. Ohjeistukseen tulisi liittää yhteiset dokumentointitavat.

Havainnollistamiseen liittyy hyvin monimuotoisia käsitteitä ja aina ei ymmärretä, mitä mikäkin termi tarkoittaa. Tämä saattaa aiheuttaa epäselvyyksiä esimerkiksi tilausten määrittelyssä. Havainnollistamisesta voitaisiin luoda yhtenäinen sanasto tukemaan osapuolten välistä kommunikointia.

Ohjeistuksia tulisi päivittää ajanmukaisiksi ja niihin tulisi ottaa mukaan myös uusimmat teknologiat, kuten virtuaalimaailmat. Teknologioiden kehitys tapahtuu nopeaa vauhtia, joten ohjeistuksiakin tulisi jatkossa päivittää interaktiivisesti.

- Ohjeita yksinkertaistetaan ja niistä tehdään selkokelisiä kaikille osapuolille.
- Tilaajan toimintaa helpotetaan ja tarkkuustason määrittelyyn annetaan esimerkkejä.
- Esittelymallin laatijalle laaditaan ohjeistus luovutuksen osalta.
- Havainnollistamisen sanastoa yhtenäistetään.

Tiedonhallinta ja dokumentointi

Yleiset nimeämiskäytännöt ja avoimet formaatit helpottaisivat esittelymallien jakamista sekä jatkohyödyntämistä. Käytetty aineisto tulisi nimetä yhteisten nimeämiskäytäntöjen mukaan helpottamaan dokumentointia sekä yhteistä ymmärrystä. Esittelymalli tulisi luovuttaa käyttäen avoimia formaatteja tai standardisoituja siirtoformaatteja. Standardisoituja siirtoformaatteja tulisi kehittää, jotta mallien jakaminen helpottuisi.

Ongelmat lähtöaineistojen eri tarkkuuksissa sekä yhteensopimattomuuksissa aiheuttavat lisätöitä esittelymallin laatijalle. Luotettava tiedonhallinta ja dokumentointi parantaisivat prosessia. Kaikki esittelymallissa käytetty aineisto tulisi dokumentoida, jotta tiedetään sen sisältävän ajanmukaiset mallit. Seuraavissa hankevaiheissa, kun esittelymallin laatija vaihtuu, esittelymallin päivittäminen olisi helpompaa hyödynnettävissä olevan dokumentoinnin avulla. Dokumentoinnin puuttuessa ei esittelymallista ole myöhemässä vaiheessa ole hyötyä, koska ei tiedetä mitä aineistoa on käytetty ja mitä luovutettu aineisto sisältää.

Esittelymalliaineisto tulisi dokumentoida samalla tarkkuudella kuin muu mallipohjainen aineisto. Aineiston dokumentoinnin helpottamiseksi esittelymalleista pitäisi tehdä esittelymalliloki ja tietomalliselostuksen tapainen käyttöohje. Lokiin tulisi informatio, mitä aineistoa malliin ollaan viety ja missä formateissa sekä mitä ohjelmistoja esittelymallin kokoamiseen on käytetty. Käyttöohjeessa olisi kerrottu selkeästi esittelymallin luovutustavat sekä mitä kaikkea siitä on mahdollista tarkastella. Niiden avulla esittelymalli saataisiin tehokkaampaan käyttöön, kun katselija osaisi ottaa mallin tarkastelusta kaiken hyödyn irti. Käyttöohje voisi olla esimerkiksi myös videomuodossa. Videossa näytettäisiin ja selostettaisiin, miten malli toimii. Esittelymalliloki ja käyttöohje tulisi olla vaatimuksena ja ne luovutettaisiin esittelymallin mukana.

- Yleiset nimeämiskäytännöt laaditaan esittelymalleihin.
- Luotettavaa tiedonhallintaa ja dokumentoinnin parannetaan.
- Esittelymalleista tehdään esittelymalliloki ja tietomalliselostuksen tapainen käyttöohje.

Tiedonsiirto

Esittelymallien jatkohyödyntämisen osalta ideaalitalanne olisi, jos ohjelmistot olisivat täysin yhteensopivia keskenään. Tiedonsiirto olisi yksinkertaisesti tiedoston kopiointia ja tiedostoissa kulkisivat mukana kaikki materiaalit sekä animaatioparametrit. Nykytilanteessa esittelymalli luovutetaan eteenpäin pelkkänä katselumallina. Jatkohyödyntämisen osalta katselumallista ei juurikaan ole hyötyä, koska eri ohjelmistojen käyttö ja niiden erot hankaloittavat mallin jatkokäyttämistä. Mallin hyödyntäminen käytännössä onnistuu vain ohjelmistolla, jolla se kootaan. Materiaalit ovat myös omassa kannassa, eikä niitä aina muisteta luovuttaa.

Jakamiseen tulisi luoda yhteinen käytäntö. Ratkaisuna tähän olisi, että esittelymalli luovutettaisiin käyttäen avoimia formaatteja ja tästä rakennettua omaa rajapintaa, jossa valtavat maastomallit kulkisivat sukkelasti mukana. Esittelymallista tulisi luovuttaa kokosen muodostamiseen tarvittava pohja-aineisto sekä geometriat, jotka ovat visualisoinnin alla. Geometriat voidaan yleensä viedä omiin ohjelmistoihin ja niistä saadaan suurempi hyöty kuin katselumallista. Jos edellisen vaiheen pohja-aineistossa käytetyt formaatit soveltuvat seuraavassa vaiheessa käytettäviin ohjelmistoihin, voitaisiin parhaimmassa tapauksessa esittelymalliin päivittää vain muutokset.

Mallien koot ovat tällä hetkellä useiden gigatavujen suuruisia ja niiden jakaminen aiheuttaa haasteita. Yhteisen rajapinnan löytäminen parantaisi suurten mallien siirtämistä. Tiedot siirtyisivät liikkuvammin ohjelmistojen sekä käyttäjien välillä. Pilvessä olevat tietokannat voisivat myös helpottaa mallien jakamista. Pilvipalvelun avulla suuria määriä aineistoja voitaisiin optimoida nopeammin kuin paikallisessa verkossa.

Esittelymallien vaatimustasona tulisi olla yksinkertainen ja helppo mallien tarkastelu. Malleja tulisi pystyä katselemaan ilman kaupallisia ohjelmistoja. Selainpohjaisen esittelymallin tarkastelu olisi katselijan näkökulmasta helpoin. Mallin käyttö ei ole konetehosta kiinni, kun omalle koneelle ei tarvitse ladata erillisiä ohjelmistoja tai suurikokoisia katselupaketteja.

- Esittelymallit luovutetaan käyttäen avoimia formaatteja.
- Tiedon jakamisessa tulee olla yhteinen käytäntö.
- Jakamista parannetaan esimerkiksi pilvipalveluiden avulla.
- Esittelymallien tarkastelun tulee olla helppoa ja yksinkertaista.

Pohdinnat

Havainnollistamisen tulisi olla osa tehtävänantoa ja sen käyttötarpeet olisi hyvä miettiä hankekohtaisesti. Havainnollistamisen keinot tulisi määritellä optimaalisesti käyttötarpeiden, hankkeen koon ja toimintaympäristön mukaan. Esittelymallit voisivat olla monikäyttöisempiä. Esimerkiksi suunnitelman tarkastelun osalta olisi hyvä, jos geometria- tai rajatietoja saisi näkyviin sekä asioita voitaisiin mitata. Voisiko esittelymalleihin saada myös riskejä ja vaikutuksia havainnollistettua? Esimerkiksi tarkastella meluvaikutuksia visuaalisesti.

Olisiko tehokkaampaa, jos sama palveluntuottaja tuottaisi hankkeen esittelymallin jokaisessa hankevaiheessa, vaikka suunnittelukonsultti vaihtuisi hankkeen aikana? Esittelymallin päivittäminen voisi olla tehokkaampaa, kun jokaisen hankevaiheen esittelymallin laatisi sama tuottaja. Konsultin pysyessä samana eri ohjelmistojen käytöt eivät tuottaisi ongelmaa, kun siirrytään hankevaiheesta toiseen. Näin edellisen vaiheen esittelymallin hyödyntäminen olisi suuressa merkityksessä tai siihen jopa voitaisiin suoraan päivittää muutokset. Eri suunnitelmavaiheet saattavat kuitenkin jakautua useiden vuosien ajanjaksolle ja sopimukset yleensä tehdään yhteen hankevaiheeseen kerrallaan.

Esittelymallin laatimisen eri menetelmiä täytyisi vielä kehittää lisää, jotta saataisiin kustannustehokkain keino selville. Vielä tehokkaampaan käyttöön varmasti päästäisiin tutkimalla ja testaamalla eri käytäntöjä. Kun havainnollistamisen yhteiset toimintatavat otetaan käyttöön ja päivitetään ohjeistuksia, esittelymallien hyötysuhde vahvistuisi.

- Voidaanko esittelymalleja kehittää monikäyttöisemmiksi? Pitääkö havainnollistaa esimerkiksi riskit ja vaikutukset?
- Onko tehokkaampaa, jos sama palveluntuottaja tuottaa hankkeen esittelymallin jokaisessa vaiheessa?
- Tavoitellaan kustannustehokkaiden menetelmien löytämistä.

LÄHTEET

Aatsalo, J. 2018. Peliteknologia suunnittelun avuksi. Helsingin Sanomat 5.2.2018.

buildingSMART Finland bSF 2017. Tampereen uusi 3D-galleria ensi kertaa avoinna yleisölle. Viitattu 19.2.2018 <https://buildingsmart.fi/tampereen-uusi-3d-galleria-ensi-kertaa-avoinna-yleisolle>.

buildingSMART Finland bSF 2018. buildingSMART Finland. Viitattu 19.2.2018 <https://buildingsmart.fi>.

InfraBIM 2014. InfraBIM-sanasto. Viitattu 27.11.2017 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf.

Liikennevirasto 2017. Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. Viitattu 6.11.2017 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf.

Ramboll Finland Oy 2018a. Liikennesuunnittelun esisuunnittelu. Viitattu 7.2.2018 http://www.ramboll.fi/palvelut/infra_ja_liikenne/liikennesuunnittelu/esisuunnittelu.

Sito Oy 2018a. Projektit – Kruunusillat. Viitattu 19.2.2018 <http://vrs3d.sito.fi/projektit>.

Sito Oy 2018b. Projektit – Vt. 6 parantaminen Kouvolan kohdalla, yleissuunnitelman laatiminen. Viitattu 19.2.2018 <http://vrs3d.sito.fi/projektit>.

Sova3D Oy 2018. VR- AR-palvelut. Viitattu 19.2.2018 <http://sova3d.fi/vr-ar-palvelut.html>.

Tiehallinto 2007. Yleissuunnittelu – Sisältö ja esitystapa. Viitattu 7.2.2018 <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100043-v-07-yleissuunnittelu.pdf>.

Tiehallinto 2009. Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat – Sisältö ja esitystapa. Viitattu 11.1.2018 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100060-v-09-tiesuunnitelmavaiheen_asiakirjat.pdf.

Viasys VDC Oy 2018. Viasys VDC -tuotteet. Viitattu 19.2.2018 <https://www.viasys.com/fi/tuotteet>.

WSP Design Works 2017a. Hyötypelit hankeviestinnän apuna Hyvinkäällä. Viitattu 12.3.2018 <http://wspdesignworks.com/2017/11/27/hyotypelit-hankeviestinnan-apuna-hyvinkaalla>.

WSP Design Works 2017b. Interaktiivinen visualisointimalli sai kiitosta. Viitattu 12.3.2018 <http://wspdesignworks.com/2017/09/05/interaktiivinen-visualisointimalli-sai-kiitosta>.

YIV 2015 Osa 1. Yleiset inframallivaatimukset 2015 Osa 1 Tietomallipohjainen hanke. buildingSMART Finland. Viitattu 6.11.2017 <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv>.

YIV 2015 Osa 2. Yleiset inframallivaatimukset 2015 Osa 2 Yleiset mallinnusvaatimukset. buildingSMART Finland. Viitattu 29.3.2018 <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv>.

YIV 2015 Osa 10. Yleiset inframallivaatimukset 2015 Osa 10 Havainnollistaminen. buildingSMART Finland. Viitattu 6.11.2017 <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv>.

3D Render Oy 2017. CASE: Huippuluokan CAVE-tilan toteutus Tampereelle. Viitattu 16.3.2018 <http://www.3drender.fi/article/case-huippuluokan-cave-tilan-toteutus-tampereen-kaupungille-hanke-esittelyita-seka-osallistamista-varten>.

3DTalo 2018. Teknologiat. Viitattu 8.3.2018 <http://3dtalo.fi/teknologiat>.

Kyselyiden ja haastattelujen osallistujat

	Vastasi kyselyyn (hlö)	Osallistui jatko- haastatteluun (hlö)
Tilaaja	4	2
Konsultti	8	6
Ohjelmistotalon edustaja	5	1

Kysely havainnollistamisen hyödyntämisestä



Kysely havainnollistamisen hyödyntämisestä

Ole ystävällinen ja kirjoita sähköpostiosoitteesi:

Taustatiedot

Nimi
Rooli
Organisaatio

Kokemukset havainnollistamisesta (esittelymalli, havainnekuva yms.)

Kuinka monessa hankkeessa olet hyödyntänyt havainnollistamista?

0-2 3-5 6-10 yli 10

Missä eri hankevaiheissa havainnollistamista on hyödynnetty?

esi- ja yleissuunnittelu tie-, katu- ja ratasuunnittelu rakentamis- ja rakennussuunnittelu
 rakentaminen ja kunnossapito

Millaisia kokemuksia ja palautteita havainnollistamisesta on saatu eri käyttäjäryhmiltä?

Asiakkaalta/Konsultilta
Sidosryhmiltä
Muilta

Mitä koet haasteellisimmaksi esittelymallien laatimisessa/hyödyntämisessä?

0/4000

Ohjelmistot ja formaatit

Mitä ohjelmistoja hyödynnät havainnollistamisen katselukäytössä?

- Bentley View
- Novapoint Virtual Map Viewer
- Solibri Model Viewer
- Viasys VDC Live
- En käytä katselukäyttöön
- Muu, mikä?

Mitä ohjelmistoja hyödynnät esittelymallien laatisessa?

- AutoCAD Civil 3D
- Autodesk 3ds Max
- Autodesk Infraworks
- Autodesk Navisworks
- Autodesk Revit
- Bentley Navigator
- Novapoint Virtual Map
- Rhinoceros
- Solibri Model Checker
- Trimble SketchUp
- Viasys VDC Explorer
- Viasys VDC Modeler
- En laadi malleja
- Muu, mikä?

Mitä ohjelmistoja hyödynnät havainnekuvien laatisessa?

- AutoCAD Civil 3D
- Autodesk 3ds Max
- Autodesk Infraworks
- Autodesk Navisworks
- Autodesk Revit
- Bentley Navigator
- Novapoint Virtual Map
- Rhinoceros
- Solibri Model Checker
- Trimble SketchUp
- Viasys VDC Explorer
- Viasys VDC Modeler
- En laadi havainnekuvia
- Muu, mikä?

Mitä formaatteja hyödynnettävä ohjelmisto tukee?

- Käytän havainnollistamismalleja vain katselukäyttöön
- Inframodel/LandXML
- IFC
- dwg/dxf
- pdf/3D pdf
- jpg, png, tiff, ecw
- Muu, mikä?

Havainnollistamiseen liittyvät ohjeet ja vaatimukset

Minkälaisia hankekohtaisia vaatimuksia havainnollistamiselle on asetettu?

0/4000

Ovatko ohjeet ja vaatimukset mielestäsi selkeitä ja riittävän yksiselitteisiä?

0/4000

Mitä alan ohjeistus kaipaisi esittelymallien laadintaan liittyen?

0/4000

Prosessi**Onko hankkeiden tehtävänannossa jotain kehitettävää?**

- Ei
- Kyllä, mitä?

Onko hankkeiden tarjouspyynnöissä jotain kehitettävää?

- Ei
- Kyllä, mitä?

Miten edellisen suunnitteluvaiheen aineistoja hyödynnetään esittelymallien laatimisessa?

0/4000

Miten esittelymalleista saataisiin paras hyöty hankevaiheesta toiseen siirryttäessä?

0/4000

Oletko hyödyntänyt edellisessä hankevaiheessa laadittua esittelymallia?

- En ole
- Kyllä olen, miten?

Miten edellisessä vaiheessa tehtyä esittelymallia olisi mahdollista hyödyntää seuraavissa vaiheissa ja mitä hyötyä siitä olisi?

0/4000

Vapaa sana aiheeseen liittyen / jäikö jotain kysymättä?

0/4000

Lähetä

100 % valmis