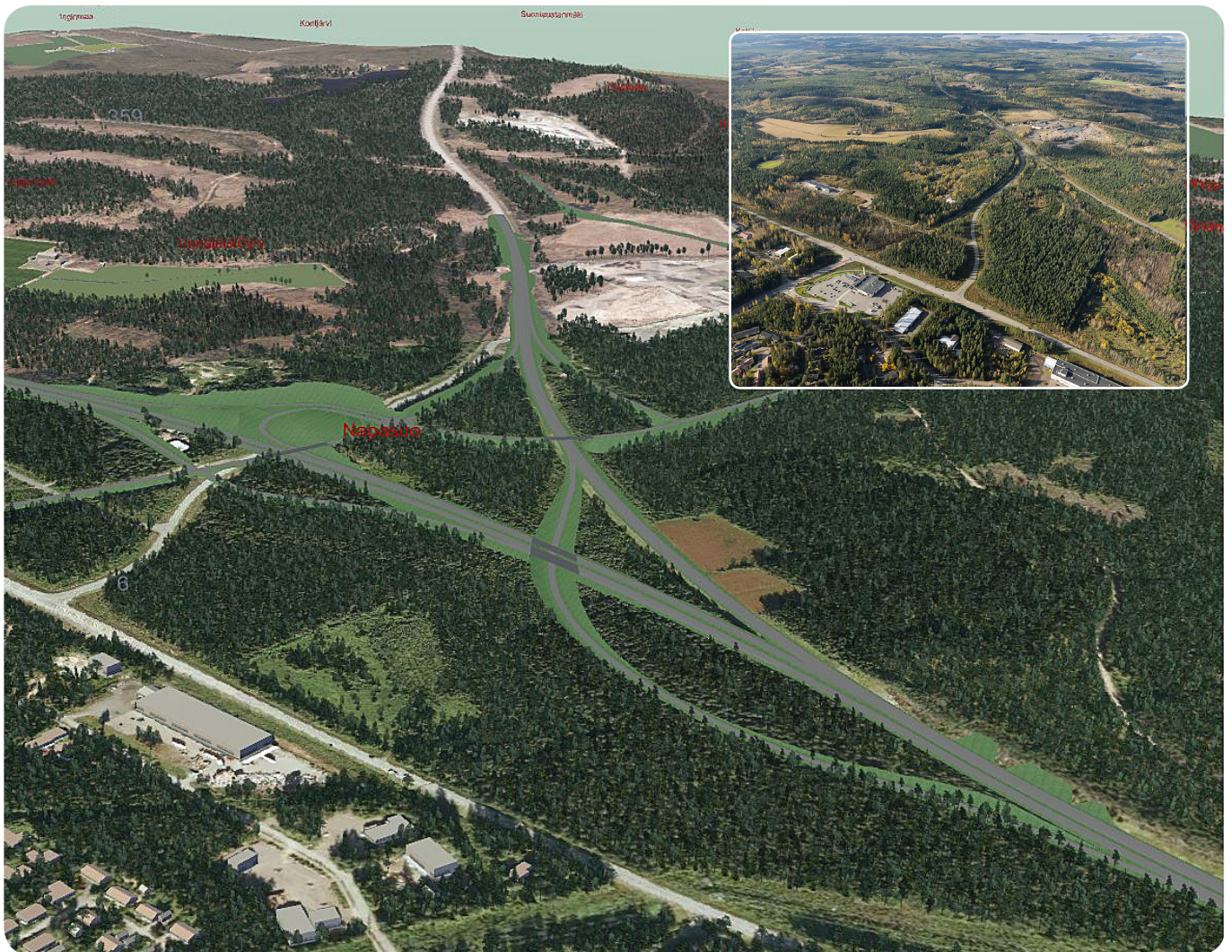


ANNUKKA KYLMÄLÄ

# Tietomallien hyödyntäminen tien yleissuunnittelussa





Annukka Kylmä

# Tietomallien hyödyntäminen tien yleissuunnittelussa

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 3/2015

Liikennevirasto

Helsinki 2015

*Kannen kuvat: ilmakehu: Lentokuva Vallas Oy; havainnekuva: Sito Oy*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-051-3

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 029 534 3000

**Annukka Kylmä: Tietomallien hyödyntäminen tien yleissuunnittelussa.** Liikennevirasto, suunnitteluosasto. Helsinki 2015. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 3/2015. 97 sivua ja 3 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-051-3.

**Avainsanat:** tietomalli, infraBIM, inframalli, yleissuunnittelu, tiensuunnittelu

## Tiivistelmä

Inframallia ei voi ajatella pelkästään pyöriteltävänä 3D-mallina. Yleisemmin käytetty sana ”tietomalli” muodostuu kahdesta osasta: tieto + malli. Tietomalleilla on siis kaksi puolta: tiedonhallinta ja 3D-esittäminen. Inframallinnuksella saavutetaan parhaat hyödyt, jos sitä käytetään hankkeen koko elinkaaren ajan. Siksi inframallinnuksen tarkastelu tien yleissuunnittelussa tuli ajankohtaiseksi, kun muissa suunnittelu- vaiheissa inframallinnusta on jo kokeiltu hyvin tuloksin. Tämän työn tavoitteena oli tuottaa yleissuunnittelun hankintaa varten inframallinnuksen tehtävämäärittelyt käyttäen pohjana yleissuunnitelman toimintaohjeita ja inframallivaatimuksia, esittää vaatimuksia luovutettavalle aineistolle sekä antaa tukea Liikenneviraston hankinta-asiakirjoihin. Työssä keskityttiin vaihtoehtojen vertailuun ja vaikutusten arviointiin tien yleissuunnittelussa.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuusselvitystä ja -analyysiä sekä asiantuntijoiden haastatteluja. Inframalliohjeistusta peilattiin yleissuunnitteluprosessiin ja tunnistettiin inframalliohjeistuksessa havaittavia puutteita, jotka haastattelujen avulla pyrittiin selvittämään. Haastateltavilta kysyttiin henkilökohtaisia mielipiteitä, jotka analysoitiin. Haastateltavat oli valittu edustamaan alaa ja heitä oli 16. Tutkimusaihe koettiin tärkeäksi asiaksi ja tietomallinnusta halutaan edistää monella eri taholla. Keskeisimmät tehtävät inframallinnuksen osalta yleissuunnitteluprosessissa koottiin lopuksi yhteen. Haastattelujen ohella inframallinnusta sovellettiin eräissä yleissuunnitteluhankkeissa.

Tutkimuksessa selvisi, että inframallinnusta voidaan hyödyntää yleissuunnittelussa monilla eri tavoin. Tuloksena syntyivät tehtävämäärittelyt hankintaa varten, mahdollisuudet vaihtoehtojen vertailussa ja vaikutusten arvioinnissa, vähimmäisvaatimukset vaihtoehtojen vertailuun sekä inframallinnuksen hyödyt yleissuunnittelun eri osaluilla eri toimijoille. Jatkokehitystä ajatellen tulisi kehittää erilaisia analyysi- ja simulointityökaluja vaikutusten arviointiin käyttäen tietoa, joka sisältyy inframalliin. Lähtötietomalli tulisi laatia joka hankkeesta ja tiedonsiirtoon tulisi panostaa. Lisäksi olisi tarpeen lisätä vaihtoehtojen vertailua inframallinnuksen avulla. Erilaiset sähköiset palvelut ovat merkittävässä asemassa, kun hyödynnetään inframallinnusta yleissuunnittelussa. Mikäli tiedot ovat paremmin hyödynnettävissä, jatkossa voidaan tietojen etsimisen sijaan keskittyä suunnitteluun, jolloin suunnitteluun käytetty rahamäärä säilyy samana, mutta resurssit kohdentuvat oikein.

**Annukka Kylmälä: Utnyttjande av informationsmodeller vid utredningsplanering av en väg.** Trafikverket, planeringsavdelningen. Helsingfors 2015. Trafikverkets undersökningar och utredningar 3/2015. 97 sidor och 3 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-051-3

**Nyckelord:** informationsmodell för infrastruktur, infraBIM, modellering, utredningsplanering, vägplanering

## Sammanfattning

Informationsmodell för infrastruktur kan inte enbart ses som en rörlig 3D-modell. Det oftare använda ordet "informationsmodell" består av två delar: information + modell. Informationsmodellerna har alltså två sidor: informationshantering och 3D-framställning. Mest nytta har man av informationsmodell om de används under ett projekts hela livscykel. Därför blev det aktuellt att studera modellering i en vägs utredningsplanering efter att man provat informationsmodellering med god framgång i andra planeringsfaser. Syftet med detta arbete var att producera en uppgiftsbeskrivning för anskaffning av modellering vid utredningsplanering, genom att använda anvisningar för utredningsplanering och informationsmodelleringskriterier som grund samt att utarbeta krav för material som ska levereras och ge stöd till Trafikverkets anskaffningsdokument. I detta arbete ligger fokus på jämförelse av alternativ och konsekvensbedömning i en vägs utredningsplanering.

Som metod användes studier och analys av litteratur samt expertintervjuer.Handledning för infrastrukturinformationsmodellerna speglades med utredningsplaneringsprocessen och brister i inframodellsanvisningarna identifierades. Till sammans med experterna försökte man lösa dessa problem. Intervjuobjekten tillfrågades om deras personliga åsikter, vilka sedan analyserades. 16 stycken intervjuobjekten hade valts ut för att representera branschen. Forskningsämnet upplevdes som viktigt och många olika aktörer är villiga att jobba för informationsmodelleringen. Slutligen sammanställdes infrastrukturinformationsmodelleringens mest centrala uppgifter. Vid sidan av intervjuerna implementerades informationsmodellering också i ett utredningsplaneringsprojekt.

Arbetet visade att informationsmodellering kan utnyttjas i utredningsplanering på många olika sätt. Resultaten av arbetet är uppgiftsbeskrivningarna för anskaffningskedet, möjligheter vid alternativjämförelse och konsekvensbedömning, minimikrav för jämförelse av alternativ samt nyttan av modellering för utredningsplaneringens olika delområden och aktörer. Med tanke på fortsatt utveckling bör man utveckla olika analys- och simuleringsverktyg för konsekvensbedömning där information som ingår i modellerna används. En grunddatamodell borde göras för varje projekt och man borde lägga vikt vid dataöverföringen. Dessutom är det nödvändigt att öka användandet av modeller vid alternativjämförelser. Olika elektroniska tjänster har en betydande roll när man använder informationsmodeller vid utredningsplanering. Ifall informationen är lättare att utnyttja, kan man i framtiden koncentrera sig mera på planering istället för att samla data. Därmed blir planeringskostnaderna de samma men resurserna bättre fördelade.

**Annukka Kylmä:** **Building information modeling in preliminary road planning.** Finnish Transport Agency, Planning Department. Helsinki 2015. Research reports of the Finnish Transport Agency 3/2015. 97 pages and 3 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-051-3.

**Keywords:** Building information model, InfraBIM, infrastructure information model, preliminary engineering, road planning

## Summary

Infrastructure information model cannot be regarded only as a 3D visualization tool. More generally, the term "information model" is composed of two parts: information + model. Information models have thus two aspects: data management and 3D presentation. The best benefits for using infrastructure information model can be achieved, if the model is used throughout the project life cycle. Therefore, studying the use of infrastructure information model in the early phase of road building became an issue, since modeling has already been used in other phases of road project life cycle with good results. The aim of this work was to define task definitions for infrastructure information models in the acquisition of preliminary engineering planning, to establish requirements for the material for further planning, as well as to provide support for Finnish Transport Agency's procurement documents. The most important task was to study the alternatives and impacts. The research methods used were literature research and expert interviews. The guidelines for infrastructure information models was compared with the guidance of preliminary engineering process in order to identify weaknesses in model guidance, which interviews aimed to resolve. The 16 interviewees were selected to represent the subject area as widely as possible and they were asked their personal opinions, which then were analyzed. The main tasks modeling with regard to overall design process were finally assembled together. In addition, modeling was applied in a preliminary engineering project as an example.

The study found that infrastructure information modeling can be used in preliminary engineering planning in many different ways. The results were: the task specifications for modeling when ordering preliminary engineering planning; the possibilities of modeling in the comparison of alternatives and in the impact assessment; the minimum requirements for the comparison of alternatives; and the benefits of building inframodeling in preliminary engineering. For further development a variety of analysis and simulation tools should be developed for the assessment of the impacts by using information contained in the infrastructure model. Initial data models and data exchange standards should be used in every project. It would also be necessary to increase the use of modeling in the comparison of alternatives. Various online services have an important role in preliminary engineering process when modeling is used. If the data is utilized better, instead of searching the information, focus could be on designing. Then invested money for designing would remain the same, but the resources would be allocated properly.

## Esipuhe

Inframallinnusta ei ole vielä hyödynnetty täysin määrin tien yleissuunnittelussa. On kuitenkin varsin tärkeää tietää, miten sitä voidaan hyödyntää, koska tietomallinnuksen tavoitteena on koko tiehankkeen elinkaaren aikainen toiminnan tehostaminen.

Tämä tutkimus on tehty tietomallinnuksen kehittämiseksi tien yleissuunnittelussa ja se liittyy läheisesti InfraBIM –hankkeeseen ja sen tuottamiin YIV2014 inframallivaatimuksiin. Työn on tehnyt tie- ja liikennetekniikan opiskelija Annukka Kylmälä Aalto-yliopiston teknillisessä korkeakoulussa diplomityönään Sito Oy:n kautta Liikennevirastolle. Kirjallisuusselvityksen lisäksi tutkimuksessa haastateltiin 16 alan asiantuntijaa Suomesta, Ruotsista ja Tanskasta. Työssä tarkasteltiin myös yhtä yleissuunnittelutapausta, jossa hyödynnettiin inframallinnusta. Työn lopputuloksena tehtiin tehtävämäärittelyjä inframallinnuksen tilaamista varten sekä suosituksia toiminnan kehittämiseksi.

Diplomityön ohjausryhmään kuuluivat diplomityöntekijän lisäksi diplomityön valvoja, professori Terhi Pellinen ja tekniikan tohtori Nina Raitanen Aalto-yliopistosta sekä ohjaaja Maija Ketola Sitosta. Työn tilaajana toimi tietomallinnuksen kehittämispäällikkö Tiina Perttula Liikennevirastosta ja tietomallinnuksen asiantuntijana Juha Liukas Sito Oy:stä.

Helsingissä tammikuussa 2015

Liikennevirasto  
Suunnitteluosasto



# Sisällysluettelo

KÄSITTEET .....	9
1 JOHDANTO .....	10
1.1 Tutkimuksen tausta .....	10
1.2 Tutkimustavoitteet ja rajaus .....	11
1.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto .....	12
2 TIEN SUUNNITTELU .....	13
2.1 Suunnittelun lähtökohdat .....	13
2.2 Suunnitteluvaiheet .....	13
2.2.1 Esiselvitys .....	14
2.2.2 Yleissuunnittelu .....	14
2.2.3 Tiesuunnittelu .....	15
2.2.4 Rakennussuunnittelu .....	15
2.3 Yleissuunnittelu .....	16
2.3.1 Hankkeen päävaiheet .....	16
2.3.2 Yleissuunnitteluprosessi .....	17
2.4 Vaikutukset .....	19
2.4.1 Vaikutusten kuvaus .....	19
2.4.2 Hankearviointi .....	21
3 TIETOMALLINNUS .....	22
3.1 Käsitteet .....	22
3.2 Tietomallinnuksen kehitys infra-alalla .....	23
3.2.1 Yleiset inframallivaatimukset YIV2014 .....	24
3.3 Tietomallinnuksen käyttö tienrakennusalalla .....	26
3.3.1 Yleissuunnitteluvaihe .....	27
3.3.2 Tiesuunnitteluvaihe .....	27
3.3.3 Rakennussuunnitteluvaihe .....	27
3.3.4 Rakennussuunnitteluvaihe .....	28
3.3.5 Hoito ja ylläpito .....	28
3.4 Yleissuunnittelun inframallinnus -case .....	28
3.4.1 Hankkeen tausta .....	29
3.4.2 Inframallinnusprosessi .....	30
3.5 Muut käyttökohteet ja kansainvälinen tilanne .....	33
3.5.1 Tietomallinnus talonrakennusalalla .....	33
3.5.2 Tietomallinnus aluesuunnittelussa .....	33
3.5.3 Tietomallinnus kansainvälisesti .....	35
4 INFRAMALLIOHJEIDEN SOVELTAMINEN YLEISSUUNNITTELUSSA .....	37
4.1 Suunnittelun hankinta .....	37
4.2 Osallistuminen ja vuorovaikutus .....	38
4.3 Suunnittelu .....	40
4.3.1 Lähtötietojen hankinta ja analysointi .....	40
4.3.2 Vaihtoehtojen muodostaminen ja vertailu .....	41
4.3.3 Vaikutusten arviointi .....	42
4.3.4 Valitun vaihtoehdon viimeistely .....	42
4.4 Kustannussuunnittelu ja kustannusten arviointi .....	44
4.5 Raportointi ja dokumentointi .....	45
4.6 Yleissuunnitelman tarkastaminen ja hyväksyminen .....	46

4.7	Yhteenveto .....	46
5	EMPIIRINEN TUTKIMUS .....	49
5.1	Tutkimusasetelma ja haastateltavat .....	49
5.2	Haastateltujen taustatiedot .....	51
5.1	Lähtötiedot hankkeissa .....	55
5.2	Infrahankkeiden vaikutukset .....	58
5.3	Infrahankkeiden vaihtoehtojen vertailu .....	63
5.4	Valitun vaihtoehdon kustannukset .....	68
5.5	Osallistuminen ja vuorovaikutus infrahankkeessa .....	69
5.6	Dokumentointi, arkistointi ja hyväksyminen .....	70
5.7	Yleissuunnittelun hankinta ja muut asiat .....	71
6	TULOSTEN TULKINTAA .....	75
6.1	Inframallinnuksen hyödyt yleissuunnittelussa .....	75
6.2	Tehtävämäärittelyt .....	77
6.3	Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutukset .....	81
	6.3.1 Vaihtoehtojen vertailu .....	81
	6.3.2 Vaikutukset .....	83
6.4	Tietomallipohjaisen suunnitelman hankinta .....	84
6.5	Tulosten luotettavuus .....	86
7	YHTEENVETO, PÄÄTELMÄT, SUOSITUKSET .....	87
7.1	Yhteenveto .....	87
7.2	Päätelmät .....	88
7.3	Toimenpidesuosituksat .....	89
	LÄHTEET .....	92
	<b>LIITTEET</b>	
Liite 1	Infra-alan uudet ATK-ohjelmistot	
Liite 2	Inframallinnuksen hyödyntäminen	
Liite 3	Tehtävämäärittelyt	

## Käsitteet

<b>BIM</b>	Building Information Modeling, rakennuksen tuotemalli, rakennuksen tietomallintaminen. Nykyisen käsityksen mukaan sana voi tarkoittaa myös tiedonhallintaa, Building Information Management, mutta se ei ole vakiintunut tapa
<b>Esittelymalli</b>	Jalostettu versio muista malleista, jota käytetään kohteen esittely-tarkoituksiin
<b>GIS</b>	Yleinen lyhenne paikkatiedolle ja paikkatietojärjestelmälle
<b>IFC</b>	Yleisesti talonrakennusalaalla käytetty tiedonsiirtoformaatti
<b>InfraBIM</b>	Infra Built Environment Information Model, rakennetun ympäristön tuotemalli (inframalli) ja siihen liittyvät rakenteet ja ympäristötiedot
<b>Inframalli</b>	Infrasructure information model, infrarakenteen tietomalli
<b>Inframodel (IM)</b>	Suomalainen infrarakennusalan suunnittelutyötä varten kehitetty tiedonsiirtoformaatti, joka perustuu LandXML-tiedonsiirtoformaattiin
<b>LandXML</b>	Yleisesti infrarakennusalaalla käytetty tiedonsiirtoformaatti
<b>Lähtötietomalli</b>	Tietynlainen tapa koota, muokata ja hallita hankkeen nykytilaa kuvaavaa lähtöaineistoa
<b>Ominaisuustieto</b>	Jokin kuvattava tieto (attribuuttitieto), kuten katuosuuden liikennemäärä tai sadevesikaivon materiaali. Siitä tulee paikkatietoa, kun sille annetaan jokin maantieteellinen sijainti eli sijaintitieto.
<b>Paikkatieto</b>	Tietoa, jolla on sijainti (Geographic Information)
<b>Suunnitelmamalli</b>	Infrarakenteen tietomallin tietosisällön osajoukko, joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut
<b>Tiedonsiirtoformaatti</b>	Tietokonesovelluksilla tulkittava muoto tiedolle, sen tallentamiseksi, saantiin, siirtoon ja arkistointiin
<b>Tietomalli</b>	Digitaalisessa muodossa olevan kohteen kuvaus ominaisuustietoineen 3-ulotteisesti tai muuten
<b>Tietomallinnus</b>	Suunnitelmatietojen ja lähtötietojen hallintaa ja hyödyntämistä hankkeen koko elinkaaren ajan
<b>Yhdistelmämalli</b>	Eri tekniikkalajien tai toimijoiden yhdistetty tietomalli

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen tai infra-alalla infrarakenteen koko elinkaaren-aikaisten tietojen kokonaisuutta. Tiedot ovat digitaalisessa muodossa ja tietomalliin liittyy myös rakenteen geometrian määrittäminen ja sen esittäminen kolmiulotteisesti. Tiedonhallinta puolestaan tarkoittaa tietojen järjestämistä tietokoneissa oleviin tietokantoihin ja -varastoihin tehokkaasti. Perinteisesti suunnittelutyössä tiedonhallinta on ollut dokumenttipohjaista, mikä tarkoittaa sitä, että mallista on tuotettu kaksiulotteiset, paperiset suunnitelmakuvat ja muut dokumentit. Sen lisäksi on tehty joskus virtuaalimalli suunnitelmien havainnollistamiseen, joka tarkoittaa tietokoneella olevaa kolmiulotteista mallia (3D-malli). Tietomallintaminen eroaa kolmiulotteisesta (3D) mallintamisesta siten, että muodon kuvauksen lisäksi tietomalliin sisältyy tuotteen (esim. rakennuksen tai väylän) osien ja niihin liittyvien tietojen kuvaus. Tietomallinnus tarkoittaa myös suunnitelmatietojen ja lähtötietojen hallintaa ja hyödyntämistä koko hankkeen elinkaaren ajan. Yksinkertaisimmillaan tietomallinnuksen käyttöön siirtymistä voidaan verrata siihen, kun siirryttiin paperilla piirtämisestä tietokoneisiin. Nyt siirrytään 2D-piirustuksista 3D-maailmaan. Tietomalleja rakennus-alalla kutsutaan yleisesti BIM:ksi (building information model) ja infra-alalla käyttöön on otettu termi InfraBIM, eli inframalli.

Inframalli tehdään aina jotakin käyttötapausta varten. Sillä pyritään siihen, että kaikilla projektin osallisilla on yhtenäinen malli ja sama tieto on kaikkien käytettävissä. Tämä parantaa tiedonkulkua, mikä mahdollistaa merkittävän tuottavuuden parantamisen. Inframallinnuksen tavoitteena onkin pääasiassa suunnittelun ja prosessien tehostaminen ja elinkaaren hallinta. Inframallintaminen tehostaa myös toimintaa: prosessit nopeutuvat, laatu paranee ja virheet vähenevät ja kustannuksia säästyy. Talonrakennuspuolella tietomallinnus on jo kehittynyt pidemmälle, mutta tavoiteltavat hyödyt ovat samoja. Myös aluesuunnittelussa tietomallinnusta on jo hyödynnetty.

Väyläsuunnittelussa kokonaisuudessaan on käytetty 3D-avusteista suunnittelua jo pitkään, ja tällä hetkellä suurin osa suunnittelusta on mallipohjaista. Kehitystä on hidastanut selkeiden ohjeiden ja yhteisen tiedonsiirtoformaatin puuttuminen tietomallipohjaisista hankkeista. Nyt infra-alalla kehitetään voimakkaasti tietomallintamisen tehokasta hyödyntämistä suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Tietomallintamisen käyttöönottoa on pohjustettu useissa tutkimus- ja kehityshankkeissa ja -ohjelmissa, erityisesti Rakennustietosäätiön koordinoimassa Infra TM-hankkeessa. Tietomallintamisen käyttöönottoa vauhdittavaa tutkimustyötä tehtiin RYM Oy:n (rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymä) PRE-tutkimusohjelman InfraFINBIM-työpaketissa, jossa laadittiin ja pilotoitiin lisäksi mallinnusvaatimuksia ja -ohjeita, laajennettiin infra-alan nimikkeistö tietomallinnusta tukevaksi ja kehitettiin hankintamenettelyjä. InfraFINBIM -työpaketin visiona oli, että ”vuonna 2014 suuret infranhaltijat tilaavat vain mallipohjaista palvelua, jota hyödynnetään kaikissa projektin vaiheissa suunnittelun tilauksesta kunnossapitovaiheeseen asti” (Rakennustieto, 2014). Huolimatta vahvasta kehityksestä ei infrarakennus-alalla olla vielä valmiita noudattamaan kirjaimellisesti alkuperäistä tavoitetta. Tietomallinnuksen ohjeluonnokset YIV2014 löytyvät inframallirakentamisen yhteistyöfoorumilta: [www.infrabim.fi](http://www.infrabim.fi). Ennen julkaisua ohjeet työstetään ja testataan käytännön piloteissa. Käytännön tierakennuspilottihankkeita alettiin toteuttaa vuosina 2011–2013 ja tieto-

malleja hyödynnetään tällä hetkellä pääasiassa rakentamisvaiheessa ja rakennussuunnittelussa. Yleissuunnitteluvaiheessa inframalli on vielä varsin pelkistetty ja yksinkertaistettu. Sen avulla voidaan tutkia väylägeometriaa, väylän tilavarausta ja soveltamista ympäristöön sekä arvioida massataloutta.

Suomi kuuluu inframallintamisen kärkimaihin infra-alalla. Ruotsin liikennevirastossa on valittu painopisteiksi inframalliossaamisen ja toiminnan ohjausjärjestelmän kehittäminen. Norjan tiehallinto on päättänyt vaatia Ruotsin liikenneviraston tapaan inframallinnusta vuonna 2015. Tanskassa tietomallien käyttöä yleisesti on vaadittu lakisääteisesti valtion rakennushankkeissa jo vuodesta 2007 lähtien. Inframallinnuksen eteen tehdään nyt paljon dokumentointityötä, ja tiedonsiirtovaatimuksia asetetaan kaikissa Pohjoismaissa.

Tämän tutkimuksen avulla pyritään luomaan uutta tietoa ja täsmentämään vanhemmaa tietoa. Aihe on merkittävä etenkin suurten infran haltijoiden ja kaikkien inframallien parissa työskentelevien ihmisten osalta, koska ollaan siirtymässä koko elinkaaren kattavaan mallinnukseen ja yleissuunnitelma on osa kokonaisuutta.

## 1.2 Tutkimustavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa teiden yleissuunnittelun hankintaa varten inframallinnuksen tehtävämäärittelyt käyttäen pohjana yleissuunnitelman toimintaohjeita sekä inframalliohjeita, esittää vaatimuksia luovutettavalle aineistolle sekä antaa tukea Liikenneviraston hankinta-asiakirjoihin. Tutkimus ei koske ratahankkeita, ainoastaan tiehankkeita.

Tutkimus käsittelee teiden yleissuunnittelua, joka vastaa yleiskaavatasoista tai asemakaavatasoista maankäytön suunnittelua. Yleissuunnitelmassa määritellään pääasiassa rakennettavan väylän likimääräinen sijainti eli maastokäytävä ja tilantarve sekä suhde ympäröivään maankäyttöön ja nykyiseen liikennejärjestelmään. Yleissuunnittelulla tarkoitetaan yleissuunnitelmia, toimenpidesuunnitelmia ja aluevaraus-suunnitelmia. Tietomallintamisen hyödyntämisestä yleissuunnitelmavaiheessa ei ole vielä tarpeeksi kokemusta ja tietoa, mutta hankkeen elinkaaren muissa vaiheissa (tie- ja rakennussuunnittelu, rakentaminen, hoito ja ylläpito) tietomallinnusta on jo hyödynnetty.

Tutkimuksessa peilataan inframallinnusta yleissuunnitteluprosessiin Suomessa, mutta työssä otetaan huomioon myös tietomallinnuksen kansainvälinen tilanne. Tärkeintä työssä on tutkia vaihtoehtojen ja vaikutusten mallintamista. Liikenneviraston tarkoitus on hyödyntää työn tuloksia joissain syksyllä 2014 alkavissa yleissuunnitelmissa.

## 1.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tutkimuksessa on käytetty kirjallisuusselvitystä, kirjallisuusanalyysiä inframalli-ohjeiden ja yleissuunnitteluprosessin ohjeistuksen vertailun osalta sekä teemahaastattelua ja kyselylomakkeita. Teemahaastattelua käytettiin suomalaisten vastaajien kohdalla ja englanninkielisiä kyselylomakkeita ulkomaisten vastaajien osalta. Tietomallinnusta tutkittiin tilaajan ja suunnittelijan näkökulmista. Haastatteluiden tuloksia käsitellään yksityiskohtaisemmin luvussa 5. Tässä työssä esitetty aineisto on kerätty alan ammattilaisten haastattelujen lisäksi erilaisista julkaisuista, seminaariesityksistä ja raporteista. Kirjallisuusaineisto on etsitty Aalto-yliopiston kansallisesta kirjaston tiedonhakupöytäkirjasta sekä Internetin hakupalvelusta. Keskeisimpänä lähtötietona on ollut InfraFINBIM mallinnusohjeiden luonnokset, BuildingSMART Finland yhteistyöfoorumi sekä Liikenneviraston laatimat ohjeet. Tiedonlähteinä ovat toimineet myös Sito Oy:ssä työskentelevät eri alojen asiantuntijat.

## 2 Tien suunnittelu

### 2.1 Suunnittelun lähtökohdat

Suomen tienpidosta vastaavat Liikennevirasto ja alueelliset Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset). Liikennevirasto vastaa valtion hallinnassa olevien ratojen ja vesiväylien suunnittelusta, ylläpidosta ja rakentamisesta sekä merkittävien tiehankkeiden toteuttamisesta. (Liikennevirasto, 2014) ELY-keskus vastaa maanteiden suunnittelusta, rakentamisesta ja kunnossapidosta. Vuoden 2009 loppuun saakka tieverkostosta huolehti Tiehallinto, mutta liikenne- ja aluehallinnon uudistuksessa vuoden 2010 alussa entiset yhdeksän tiepiiriä siirtyivät ELY-keskuksiin ja Liikenneviraston muodostivat Ratahallintokeskus, osa Merenkululaitosta ja Tiehallinnon keskushallinto. (ELY-keskus, 2013)

Tien suunnittelu perustuu maantielakiin ja -asetukseen sekä muihin maankäytön suunnittelua koskeviin lakeihin, joista keskeisimpiä yleissuunnitteluvaiheen kannalta ovat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä -asetus, ja ympäristövaikutuksia koskevat lait. Liikennevirasto on lisäksi laatinut useita tienpitoa koskevia teknisiä ohjeita ja normeja. Uusimmat teiden suunnitteluprosessia koskevat ohjeet eri suunnitteluvaiheissa on laadittu vuoden 2010 jälkeen.

Maantielaki painottaa toimivaa ja liikenneturvallista verkkoa. Kun maantielaki uudistettiin vuonna 2006, sisällytettiin muun muassa kestävän kehityksen periaatteet lain tavoitteisiin. Myös suunnittelun vuorovaikutukseen ja osallistumiseen kiinnitettiin paljon huomiota. Tien suunnittelun ratkaisut perustuvat nykyään useimmiten nykyisen tien parantamiseen. Tosin edelleen tarvitaan isoja investointeja, moottoriteiden rakentamista sekä kaupunkiseuduilla rakennettuun ympäristöön tehtyjä taajama-tiehankkeita. (Rakennustieto, 2006)

### 2.2 Suunnitteluvaiheet

Liikenneviraston käyttämä suunnitteluprosessi tarkentuu vaiheittain. Siihen liittyy vaiheistettu ja tarkentuva päätöksenteko, jossa tehdään ratkaisuja erilaisten liikenne- ja yhteiskuntapoliittisten vaihtoehtojen välillä ja annetaan tavoitteita jatkosuunnittelulle.

Suunnitteluvaiheet ovat esiselvitys, yleissuunnitelma, tiesuunnitelma ja rakennussuunnitelma. Ne koskevat tiettyä tiejaksoa ja ovat peräkkäisiä ja vaiheittain tarkentuvia. Aina ei kuitenkaan tarvita erillisiä yleissuunnittelu- ja tiesuunnitteluvaiheita, esimerkiksi silloin jos kehittämisen toimenpiteet muuttavat nykytilannetta vain vähän ja hankkeen vaikutukset ovat vähäisiä. Silloin voidaan vaiheita yhdistää tai jättää yleissuunnitelman laatiminen kokonaan pois. (Tiehallinto, 2007)

Eri vaiheet sekä niihin liittyvä päätöksenteko sovitetaan yhteen maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen kaavan kanssa. Yleensä tien sijainti määrätään maakunta-, yleis- tai asemakaavassa. Hyvä yhteistyö liikenteen suunnittelijoiden sekä maakuntien ja kuntien kanssa on siksi ehdottoman tärkeää. Kuvassa 1 nähdään tiensuunnittelun ja kaavoituksen suhde toisiinsa.



Kuva 1. Tiesuunnittelun kulku ja kaavoitus rinnakkain (Lähde: Gustafsson, 2008)

### 2.2.1 Esiselvitys

Tiensuunnittelun ensimmäinen vaihe on usein tienpidon suunnittelua palveleva esiselvitys, jolloin tutkitaan tiehankkeen tarvetta ja ajoitusta maakuntakaavan ja yleiskaavan likimääräisellä tarkkuudella. Siinä hahmotellaan erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja ja selvitetään niiden tärkeimmät vaikutukset sekä päätetään sen jälkeen mahdollisesta suunnittelun aloittamisesta. Esiselvitystä ei ole määritelty maantieteellisissä, toisin kuin on yleis- ja tiesuunnitelma. Esiselvitystyyppinä voivat olla tarveselvitys, tieverkosuunnitelma, toimenpidesuunnitelma tai kehittämisselvitys. Esiselvityksen sekä siitä saatujen lausuntojen pohjalta tieviranomaisen tekee omalta osaltaan päätöksen suunnittelun aloittamisesta. Esiselvityksellä ei ole oikeusvaikutuksia. (Tiehallinto, 2009a)

### 2.2.2 Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelu vastaa yleiskaava- tai asemakaavatarkkuista maankäytön suunnittelua. Yleissuunnitteluvaiheen tuloksena on yleis-, toimenpide- tai aluevaraussuunnitelma. Toimenpide- ja aluevaraussuunnitelman laatiminen eroavat yleissuunnitelman vaiheistuksesta lähinnä käsittely- ja hyväksymisvaiheiden osalta. Jos hankkeelle on tehtävä ympäristövaikutusten arviointi (YVA), se tehdään tässä vaiheessa. Maantieteen mukainen yleissuunnitelma sisältää periaatteessa samat asiat kuin tiesuunnitelma, suunnitelma-asiakirjojen tarkkuus on kuitenkin tiesuunnitelmaa yleispiirteisempi. Suunnittelussa keskeistä on vaihtoehtojen tutkiminen ja vaikutusten arviointi. Lisäksi keskeistä on vuorovaikutus asianosaisten ja sidosryhmien kanssa. Yleissuunnittelun ja siihen liittyvän vuorovaikutuksen tavoitteena on saada hankkeelle mahdollisimman laaja yleinen hyväksyttävyyttä. (Liikennevirasto, 2010)

Yleissuunnitelma tuli lakisääteiseksi vuonna 1998 tielain muutoksen perusteella ja vuonna 2006 voimaan tullessa maantieteellisissä täsmennettiin yleissuunnitelman sisältöä ja käsittelyä koskevia säännöksiä. Yleissuunnitelman laatimiseksi käytetään Liikenneviraston ohjeita ”Yleissuunnittelu, toimintaohjeet. Tiensuunnittelun toimintajärjestelmä” (Liikennevirasto, 2010) sekä ”Yleissuunnittelu. Sisältö ja esitystapa” (Tiehallinto, 2007). Tien yleissuunnittelusta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.3.



### 2.2.3 Tiesuunnittelu

Tiesuunnittelu on hankkeen toteutukseen tähtäävää yksityiskohtaista suunnittelua, joka vastaa asemakaavan tarkkuutta. Tiesuunnitelman laatimisen lähtökohtana voi olla maantielain mukainen yleissuunnitelma, toimenpidesuunnitelma, aluevaraus-suunnitelma tai muu tarkkuudeltaan vastaava suunnitelma tai toimenpiteiltään vähäisissä hankkeissa myös esiselvitys. Uusin ohje Tiesuunnitelman laatimiseksi on Liikenneviraston ohje vuodelta 2010: ”Tiesuunnitelma, toimintaohjeet. Tiesuunnittelun toimintajärjestelmä” (Liikennevirasto, 2010b)

Tiesuunnitelmassa osoitetaan tien sijainti ja korkeusasema sekä poikkileikkaus niin tarkkaan, että sen perusteella tiealue voidaan merkitä maastoon. Lisäksi on esitettävä arvio tien vaikutuksista sekä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen tien haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi. Tiesuunnitelmaan kuuluu myös arvio tien rakentamisen kustannuksista. Hyväksytyllä tiesuunnitelmalla asetetaan lähtökohdat ja rajaukset rakennussuunnitelman laatimiselle ja rakentamiselle. Lainvoimaisen tiesuunnitelman perusteella tarvittava tiealue otetaan haltuun tien rakentamista varten. (Tiehallinto, 2009b)

### 2.2.4 Rakennussuunnittelu

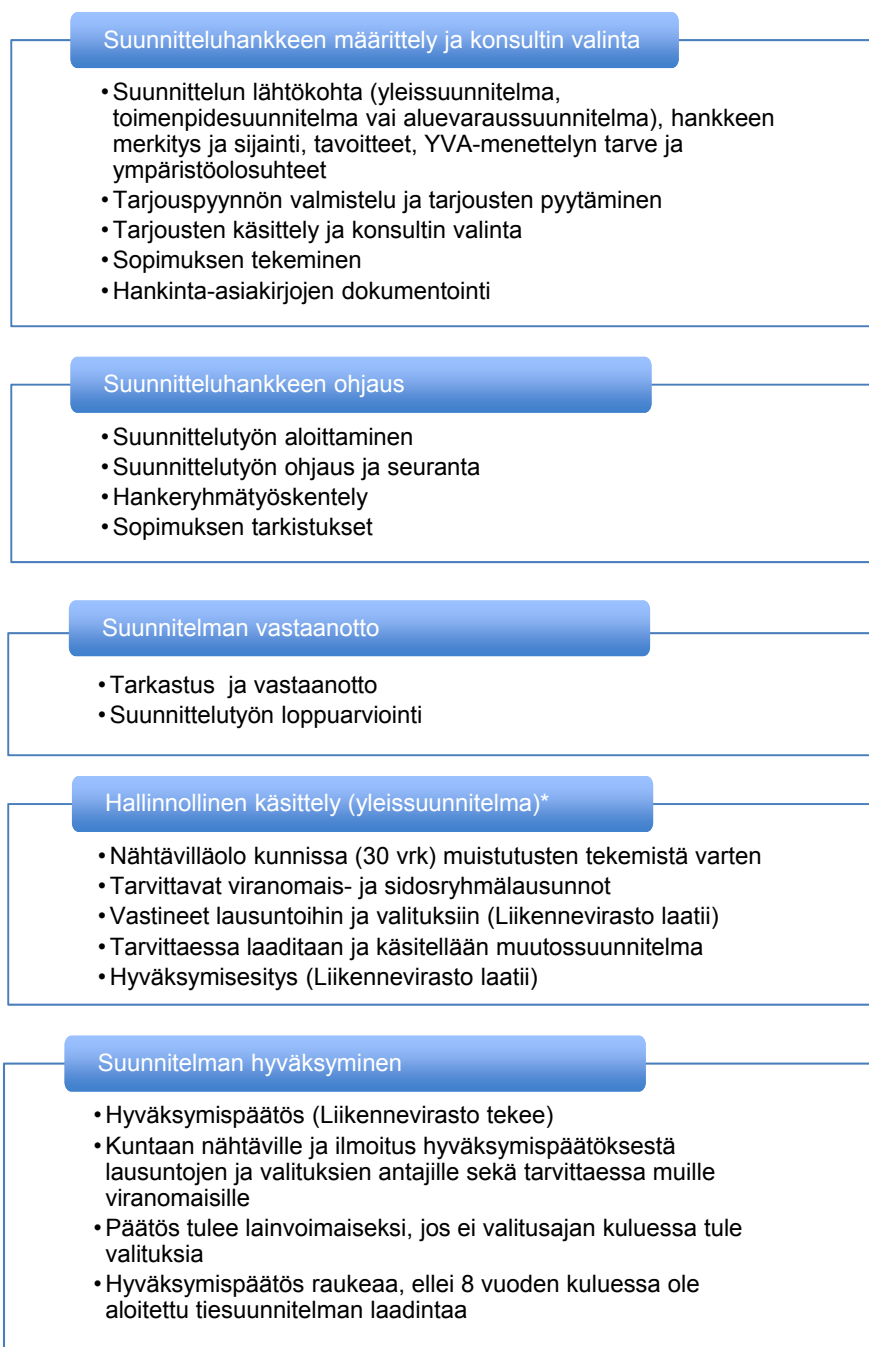
Rakennussuunnittelu liittyy hankkeen välittömään toteuttamiseen, ja se sisältyy usein urakkaan, jolloin urakoitsija vastaa sen laatimisesta. Se tehdään vasta, kun hankkeen rahoitus on järjestetty. Rakennussuunnitelma on yksityiskohtainen tiehankkeen toteuttamiseen tähtävä asiakirja, joka sisältää työpiirustukset ja laatuvaatimukset. Tekniset ratkaisut suunnitellaan niin yksityiskohtaisesti, että niiden perusteella voidaan laskea rakentamisen määrät ja toteuttaa ratkaisut suunnittelijan tarkoittamalla tavalla. Rakennussuunnitelman laadintaa ohjaavat tiesuunnitelma, voimassa olevat infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, määrittämissuunnitelmat, niitä täydentävät ohjeet sekä rakennusosanimikkeistö. (Liikennevirasto, 2013) Uusimmat Liikenneviraston ohjeet rakennussuunnitelman laatimiseksi ovat vuodelta 2013: ”Tien rakennussuunnitelma, sisältö ja esitystapa” (Liikennevirasto, 2013a) sekä ”Tien rakennussuunnitelma, Toimintaohjeet” (Liikennevirasto, 2010c). Molemmat ohjeet käsittelevät suuren tienrakennushankkeen kokonaisurakointia varten laadittavaa rakennussuunnitelmaa.

## 2.3 Yleissuunnittelu

### 2.3.1 Hankkeen päävaiheet

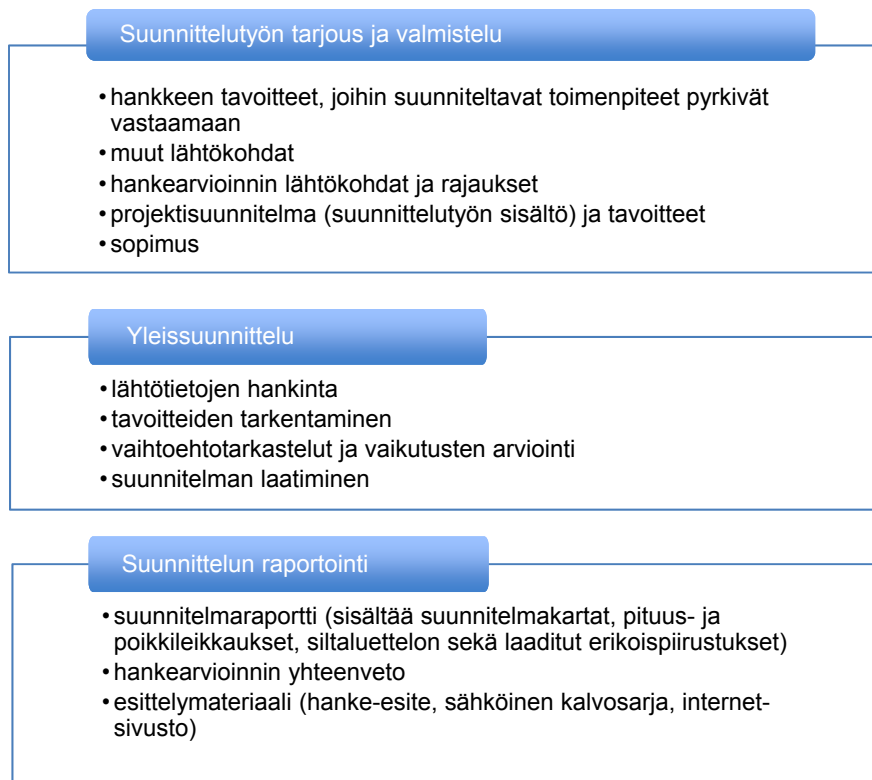
Yleissuunnittelun päävaiheiden sisältö ja laajuus vaihtelevat tapauksittain suuresti hankkeiden erilaisen luonteen, laajuuden ja vaikutuksien vuoksi. Yleissuunnittelun pää-vaiheet ja niiden sisältö tilaajan näkökulmasta on esitelty lyhyesti taulukossa 1 ja konsultin näkökulmasta taulukossa 2.

Taulukko 1. Yleissuunnitteluhankkeen päävaiheet tilaajan näkökulmasta



\*Toimenpidesuunnitelman käsittelyssä noudatetaan soveltuvin osin yleissuunnitelman käsittelymenettelyä, mutta siitä ei tehdä valituskelpoista päätöstä. Aluevaraussuunnitelman sisältö ratkaistaan virallisesti kaavoitusprosessin yhteydessä. (Tiehallinto, 2007)

Taulukko 2. Yleissuunnitteluhankkeen päävaiheet konsultin näkökulmasta

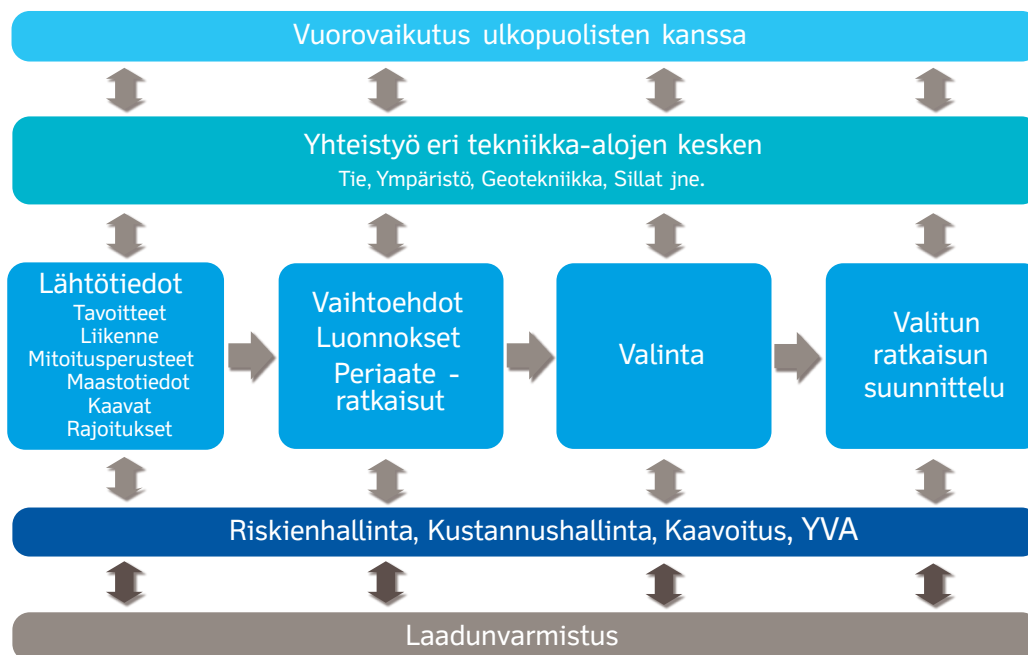


### 2.3.2 Yleissuunnitteluprosessi

Yleissuunnitteluprosessi seuraa kuvan 2 mukaista polkua (koskee myös esi-, yleis-, tie- ja rakennussuunnitelmia). Luvussa 3 esiteltävän tietomallinnuksen päätavoite on tukea tätä prosessia. Vuorovaikutus ja osallistuminen sekä laadunvarmistus kulkevat suunnittelussa mukana koko prosessin ajan. Yleissuunnittelussa on myös tärkeä tunnistaa kustannusriskit sekä niiden merkitykset hankkeelle ja olennaista on sujuva yhteistyö eri tekniikka-alojen kesken.

Lähtötietojen hankinta käsittää ”olemassa olevien lähtötietojen hankinnan, lähtötietojen analysoinnin ja tietojen riittävyyden arvioinnin sekä täydentävien tietojen hankinnan ohjelmoinnin ja tietojen analysoinnin” (Tiehallinto, 2007). Olemassa olevat lähtötiedot saadaan osittain edeltävästä selvitysvaiheesta, sekä muista hankkeeseen liittyvistä suunnitelmista ja erilaisista tietorekistereistä.

Suunnittelutyö käynnistyy yleensä tilaajan ja konsultin välisellä aloituspalaverilla, jossa tarkistetaan onko suunnittelun valmistelussa tai lähtötietojen analysoinnissa tullut ilmi asioita, joilla voi olla vaikutusta hankkeen tavoitteiden asetteluun, esimerkiksi tarkentuneet liikenne-, ympäristö- tai maankäyttötiedot. Tavoitteet täsmennetään vastaamaan uusia tietoja ja näkemyksiä. Tuloksena tässä vaiheessa ovat hankkeen ja suunnittelutyön tarkennetut tavoitteet ja tarkistettu projektisuunnitelma. (Liikennevirasto, 2010b)



Kuva 2. Tiesuunnittelun yleinen kulku (Lähde: Liikennevirasto, 2014)

YVA-asetuksen 6 § mukaan ”tiehankkeesta on tehtävä ympäristövaikutusten arviointi silloin, kun yhtenä vaihtoehtona on uusi moottoritie tai moottoriliikennetie, neli- tai useampikaistaisen, vähintään 10 kilometrin pituisen yhtäjaksoisen uuden tien rakentaminen tai tien uudelleenlinjaus tai leventäminen siten, että näin muodostuvan yhtäjaksoisen neli- tai useampikaistaisen tieosan pituudeksi tulee vähintään 10 kilometriä”. YVA-menettely ajoittuu yleissuunnittelun alkuvaiheeseen. Se tuottaa tietoa hanketta koskevaan päätöksentekoon, jossa valitaan yleissuunnitelmaksi viimeisteltävä vaihtoehto. YVA-lain yhtenä tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten huomioon ottamista suunnittelun ohella myös päätöksenteossa. (Tiehallinto, 2009c)

Suunnittelussa keskeisintä on vaihtoehtojen tutkiminen ja vaikutusten arviointi. Vaihtoehtojen muodostamisen ja vertailun tarkoituksena on löytää se vaihtoehto, jonka pohjalta lopullinen yleissuunnitelma laaditaan. Vaihtoehtojen vertailu tehdään aina pitkälle tulevaisuuteen (aikajänne 20–30 vuotta) tähtäävien ratkaisujen pohjalta. (Liikennevirasto, 2011b)

Kun vaihtoehto on valittu, sitä aletaan tarkentaa. Valitun vaihtoehdon viimeistelyssä ”tarkennetaan toiminnallinen ratkaisu ja sijainti, täydennetään vaikutus selvitykset ja suunnitellaan tien haittavaikutusten poistamiseksi tarvittavat toimenpiteet” (Tiehallinto, 2007). Suunnittelun lähtötietoja täydennetään tarvittavin osin, esimerkiksi maastomallia voidaan täydentää. Lisäksi laaditaan vaiheittain rakentamisen suositus sekä alustava kustannusarvio ja niiden jakohdotus. Yleissuunnittelun keskeiset tulokset kootaan suunnitelmaraportiksi ja hankearvioinnin yhteenvedoksi. Raportti palvelee ensisijaisesti hankkeen käsittelyvaihetta ja hankearvioinnin yhteenvedon päätöksentekoa.

Liikenneviraston eri väylähankkeiden suunnittelupalvelujen tuottajilta edellytettävät toimenpiteet suunnitelmatiedon hallitsemiseksi ja dokumentoimiseksi sekä sähköisten suunnitelma-aineistokokonaisuuksien luovutustapa määritellään vuonna 2012 julkaistussa ohjeessa ”Suunnitelmatiedon hallinta, Toimintaohje” (Liikennevirasto, 2012).

## 2.4 Vaikutukset

Yleissuunnitelmassa hankkeesta tehdään vaikutusten arviointia ja hankearviointi, joiden tekemiseen Liikennevirasto on laatinut useita ohjeita (taulukko 3). Lisäksi etenkin YVA-menettelyistä (Environmental Impact Assessment, EIA) on julkaistu paljon aineistoa eri maissa.

Taulukko 3. Liikenneviraston laatimia ohjeita vaikutusten arviointiin

Vaikutusten arviointi	Ilmestymisvuosi
Tiehankkeiden arviointiohje	2013
Tieliikenteen toimivuuden arviointi	2013
Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010	2011
IVAR Tiehankkeiden vaikutusmalli v.2.4	2010
Tiehankkeiden ympäristövaikutusten arviointi	2009
Opas tienpidon teknisten ratkaisujen taloudelliseen vertailuun	2008
Tienpidon vaikutuskartta	2007
Opas ohjelmien vaikutusten arviointiin	2002
Tiehankkeen vaikutukset ihmisiin ja yhteisöihin	2000

### 2.4.1 Vaikutusten kuvaus

Vaikutusten arvioinnin päätehtävät ovat vaikutusten tunnistaminen ja arviointimenetelyjen valinta. Vaikutusten arviointia tehdään vaihtoehtotarkasteluissa ja valitun vaihtoehdon viimeistelyssä. YVA-tarkastelua varten laaditaan lisäksi ympäristövaikutusten arviointiohjelma yhteistyössä tilaajan kanssa, jota tarkistetaan ja täydennetään lausuntojen pohjalta. Tulokseksi saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostus. (Liikennevirasto, 2010) Vaikutukset esitetään raportissa tiiviinä selostuksena ja havainnollisina vertailutaulukoina aihepiireittäin ja kohdennetaan alueittain ja eri intressiryhmille mahdollisuuksien mukaan.

Vaikutusten arviointia tehdään sanallisesti tai erilaisten tietokoneohjelmien avulla. Lähtötiedot kootaan yleensä erilaisten palvelujen kautta. Arvioitavia vaikutuksia ja niissä käytettäviä työkaluja on kuvailtu alla olevassa taulukossa 4.

Eräs uusi pohjoismainen vaikutusten arviointiin tarkoitettu työkalu on LICCER-malli (Life Cycle Considerations in EIA of Road Infrastructure). Se on kehitetty elinkaariarviointiin kasvihuonekaasupäästöjen ja energian osalta aikaisessa tiesuunnittelu- vaiheessa. Tarkoitus on auttaa liikennevirastoja ja muita tahoja vertailemaan vaihtoehtoisia linjauksia päätöksenteossa. Työkalu on tarkoitettu ottaa käyttöön Euroopassa laajemmaltikin, mutta sitä kokeillaan ensin Norjassa ja Ruotsissa. Työkalu on kehitetty pohjoismaisessa hankkeessa nimeltään ”Energy: Sustainability and Energy Efficient Management of Roads programme of ERA-NET ROAD II”. (Brattebø, 2014)

Taulukko 4. Esimerkki arvioitavista vaikutuksista yleissuunnittelussa. Hankkeen suunnitelmat ovat lähtökohtana kaikissa vaikutuksissa. (Hanke: Valtatien 5 parantaminen välillä Hietanen-Pitkäjärvi, ELY-keskus)

Vaikutus	Lähtöaineisto	Menetelmä
Liikenteelliset vaikutukset	Liikenneviraston rekisteritiedot, onnettomuusrekisteritiedot, liikenteen automaattisten mittauspisteiden seurantatiedot	IVAR-ohjelmisto* Tarva-ohjelmisto** Asiantuntija-arvio
Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön	Maakuntakaava, yleis- ja asemakaavat, muut maankäytön suunnitelmat, rakennus- ja huoneistorekisteri, kiinteistörajat, maastotietokanta, lausunnot, mielipiteet, maastokäynnit	Asiantuntija-arvio
Kiinteistövaikutukset	Sama kuin yllä	Asiantuntija-arvio
Vaikutukset ihmisten elinoloihin	Kokemustieto, maastokäynnit, kirjallisuus, asukasvuoropuhelu	Asiantuntija-arvio
Meluvaikutukset	Liikennemäärät, rakennus- ja huoneistorekisteri, kartta-aineisto, maastomalli	Laskennalliset: Cadna 4.3-ohjelmisto
Tärinävaikutukset	Julkaisut, liikennetiedot, maaperätiedot	Asiantuntija-arvio
Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriperintöön	Kartta-aineisto, selvitykset, kaavoitus, muu kirjallisuus, kokemustieto, maastokäynnit	Asiantuntija-arvio
Vaikutukset luonnonoloihin	Luontoselvitys, liito-oravaselvitys, inventoinnit, eliölajien esiintymät (OIVA-paikkatietopalvelu, Hertta-tietojärjestelmä, kuntien aineistot)	Asiantuntija-arvio
Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin	Kartat, pohjavesialuetiedot	Asiantuntija-arvio
Rakentamisen aikaiset vaikutukset	Kartat, maaperätiedot	Asiantuntija-arvio
Taloudelliset vaikutukset	Maaperätiedot, kiinteistörajat, kartta-aineisto, liikenteelliset vaikutukset	Asiantuntija-arvio

\*IVAR on Liikenneviraston ylläpitämä vaikutusmalliohjelmisto, joka on suositeltavin menetelmä kannattavuuslaskelman tekemiseen. Sillä voidaan arvioida tiehankkeiden matka-aika-, onnettomuus, ajoneuvovaikutuksia, päästö- ja meluvaikutuksia ja se muuntaa vaikutukset rahamääräisiksi.

\*\*TARVA on valmistunut Valtion Teknisessä Tutkimuskeskuksessa (VTT) vuonna 1994 ja se on Liikenneviraston tarpeisiin suunniteltu ohjelma tien parannustoimenpiteiden ja turvallisuusvaikutusten arviointiin. (Tarva, 2014)

#### **2.4.2 Hankearviointi**

Hankearviointi tarkoittaa ”valtion liikenneväyläinvestointien yhteiskuntataloudellista kannattavuusarviointia” (Liikennevirasto, 2011b). Hankearviointi tehdään niistä vaihtoehtoista, jotka on todettu yhteysviranomaisen lausunnossa ympäristön kannalta mahdollisiksi. Yleissuunnittelua ja hankkeen arviointia tehdään rinnakkain, jolloin yleissuunnittelusta saadaan tietoa vaikutusten arviointiin ja vaikutusten arvioinnista teknisten ja toiminnallisten ratkaisujen tarkempaan suunnitteluun. Valitusta vaihtoehdosta laaditaan täysimittainen hankearviointi, joka raportoidaan nykyään pääasiassa osaksi yleissuunnitelmaa. Esisuunnitteluvaiheista yleissuunnitteluun hankearviointi tuottaa tietoa suunnittelun päätösten tueksi. Yleissuunnitelmasta eteenpäin hankearviointi tuottaa tietoa rahoitus-/toteutus päätösten tueksi. (Liikennevirasto, 2011a)

## 3 Tietomallinnus

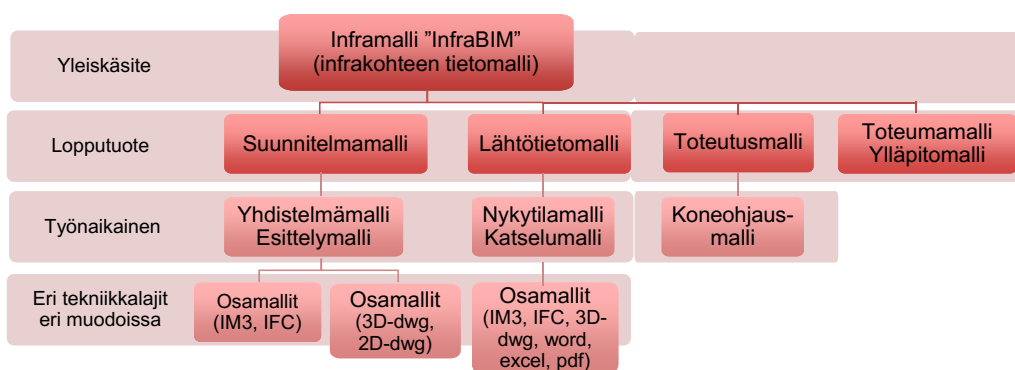
### 3.1 Käsitteet

Tietomalli on InfraFINBIM-hankkeen mukaan ”digitaalisessa muodossa olevan infra-kohteen 3-ulotteinen kuvaus ominaisuustietoineen” (Liikennevirasto, 2014a). Sen tavoitetilassa mallin avulla hallinnoidaan rakennuskohteen elinkaarta suunnittelusta toteutukseen ja ylläpidon kautta purkamiseen. Tietomallintaminen eroaa kolmiulotteisesta (3D) mallintamisesta siten, että ”muodon kuvauksen lisäksi tietomalliin sisältyy tuotteen (esim. rakennuksen tai väylän) osien ja niihin liittyvien tietojen kuvaus” (Laksola, 2013).

Talonrakennusalalla on alettu tuotemalli-käsitteen synonyyminä käyttää termiä rakennuksen tietomalli ja sen englanninkielistä lyhennettä BIM (Building Information Model). Viime aikoina BIM:llä on alettu tarkoittaa enemmän prosessia ja tiedon hallintaa kuin itse mallia (building information management). Vastaavasti voidaan infra-alalla käyttää tietyn kohteen tietomallista käyttää termiä inframalli (infratietomalli- termi poistui käytöstä vuonna 2013), ja vastaavasti englanninkielistä lyhennettä Inf-raBIM (Infra Built Environment Information Model). (Serén, 2013)

Talonrakennuspuolella tietomalleihin liittyvä sanasto tukeutuu ProIT-hankkeen määritelmiin (Karstila, 2004). Siitä kehitetty Infran tietomalleihin liittyvä InfraBIM-sanasto (Serén, 2013) päivittyy jatkuvasti ja se on koottu InfraTM-hankkeen yhteydessä ja muokattu InfraFINBIM-työpaketin käyttöön.

Inframalli on yleisnimitys kaikille infran tietomallinnuksessa käytettäville elinkaaren aikaisille malleille (kuva 3). Suunnitelmamalli tarkoittaa InfraBIM-sanaston (Serén, 2013) mukaan ”infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukkoa joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut”. Käytännössä suunnittelumalli voi tarkoittaa esi-, yleis-, väylä- tai rakennusmalleja.



Kuva 3. Tietomallinnuksen peruskäsitteet infra-alalla ja tiedonsiirtoformaattit



Lahtötietomallilla tarkoitetaan yleisten inframallivaatimusten (BuildingSmart Finland, 2012) mukaan tietynlaisia tapaa koota, muokata ja hallita hankkeen nykytilaa kuvaavaa lähtöaineistoa, joka täydentyy hankkeen edetessä. Lähtöaineistot voidaan koota selainpohjaiseen katselu- ja latauspalveluun (esimerkiksi lähtötietokone). Työnaikaisessa suunnittelussa käytetään yhdistelmämalleja, joissa eri osamalleja voidaan vertailla keskenään, jolloin suunnitelmien virheet ja ongelmat voidaan paikallistaa niin sanotun törmäystarkastelun avulla. Havainnollistamisessa suuremmalle yleisölle käytetään esittelymalleja. Eri tekniikkalajit muodostavat osamalleja, jotka voivat olla esimerkiksi suunnitelmien tiemalleja, pohjarakennusmalleja tai lähtötietojen maastomalleja, maaperämalleja tai paikkatietoaineistoa. Rakentamisen aikana käytetään toteutusmallia, joka sisältää ideaalitilanteessa tiedot miten kohde rakennetaan (esimerkiksi aikataulu, vaiheistus, liikennejärjestelyt). Koneohjausmallit ovat osa toteutusmallia tai ne voidaan tuottaa siitä, ja ne voidaan syöttää suoraan työ-koneisiin työmaalla. Toteutusmalli kuvaa miten kohde on rakennettu ja ideaalitilanteessa se vastaa rakennussuunnitelmamallia. Hoidossa ja ylläpidossa käytetään ylläpitomallia.

Tiedonsiirtoformaatti (= tiedon tallennusformaatti) on ProIT sanaston (Karstila, 2004) mukaan: ”Tietokonesovelluksilla tulkittava muoto tiedolle, sen tallentamiseksi, saantiin, siirtoon ja arkistointiin.” Talonrakennusalalla käytetään tietomallipohjaisessa tiedonsiirrossa IFC-formaattia. Infra-alalla pyritään käyttämään LandXML-formaattia ja Suomessa siitä kehitettyä inframodel (IM) -formaattia, mutta myös muita formaatteja joudutaan edelleen käyttämään.

Ominaisuustieto tarkoittaa kuvattavaa tietoa. Siitä tulee paikkatietoa, kun sille annetaan jokin maantieteellinen sijainti eli sijaintitieto. (PaikkaOppi, 2014) Ominaisuustieto voi olla esimerkiksi sadevesikaivon materiaali, väyläpinta, materiaali tai keski-kaista. Suunnitteluohjelmistossa sillä kuvataan objektityyppejä. Tien metatietoa puolestaan voivat olla alkuperä tai tarkkuus. Väylien metatietojen siirtyminen seuraavaan suunnitteluvaiheeseen ei ole ollut niin keskeisessä osassa. (Schantz, 2014)

InfraBIM- nimikkeistö pohjautuu Infra2006 Rakennusosanimikkeistöön. Tarkoitus on saada yhtenäinen numerointi- ja nimeämiskäytäntö, joka palvelee tietomalleja sen koko elinkaaren ajan: lähtötietojen hankinnassa, suunnittelussa, toteutuksessa, toteuman mittauksessa sekä ylläpidossa. (RYM Oy, 2012)

## 3.2 Tietomallinnuksen kehitys infra-alalla

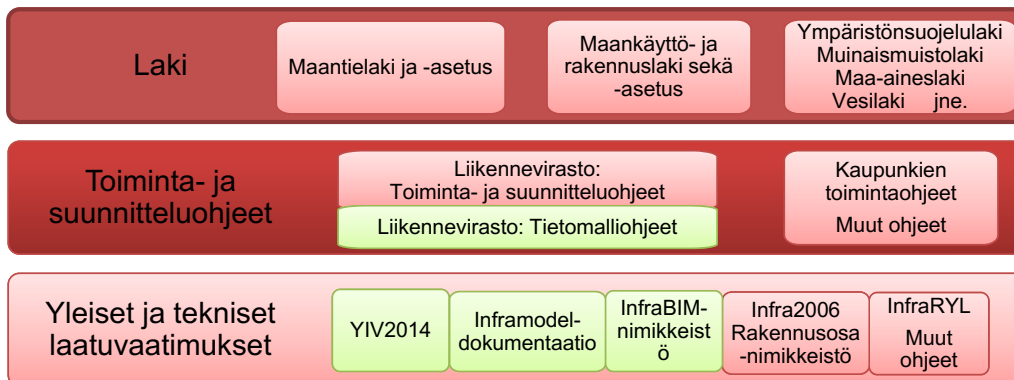
Infra-alalla tietomallinnusta alettiin kehittää vuoden 2000 alusta tiedonsiirtoformaatin (Inframodel) parissa. Tietyvästi ensimmäinen koneohjausmalli LandXML-muodossa Suomessa tiensuunnittelijan näkökulmasta tehtiin Saarisen (2008) diplomityössä. Rakennuspilottihankkeita alettiin toteuttaa vuosina 2011–2013 (VTT, 2013b). Tietomallintamisen käyttöönottoa vauhditti vuonna 2009 käynnistynyt Infra TM –hanke, jota tehtiin tiiviissä yhteistyössä InfraTIMANTTI-hankkeen kanssa. InfraTIMANTTI -hankkeen esiselvityksen loppuraportti valmistui vuonna 2010. Infra TM -hankkeessa valmisteltu tutkimus ja kehitystyö tapahtui lähinnä RYM Oy:n PRE-tutkimusohjelman Infra FINBIM-työpaketissa, jonka tavoitteena oli, että vuonna 2014 suuret infran haltijat tilaavat vain mallipohjaista palvelua, jota hyödynnetään kaikissa projektin vaiheissa suunnittelun tilauksesta kunnossapitovaiheeseen asti. Riippumatta vahvasta kehityksestä ei infrarakennusalalla olla vielä valmiita noudattamaan kirjaimellisesti alkuperäistä tavoitetta. Työpaketin tuloksena saatiin yleiset inframalli-

vaatimukset YIV 2014 ja ohjeet Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin käyttöönotosta. Ennen julkaisua ohjeet työstetään ja testataan käytännön piloteissa. (Rakennustieto, 2014) Työpakettin veturiyritys oli VR Track Oy ja mukana oli kaikkiaan 15 yritystä. Infra FINBIM-hanke päättyi 30.4.2014. Siitä lähtien inframallintamisen kehittämistä ja käyttöönottoa on koordinoanut BuildingSmart Finland -toimikunnan alaisuuteen perustettu bSF Infra -toimialaryhmä. (Rakennustieto, 2014)

Vuosien 2013–2014 aikana toteutetaan myös VIRE-smart-hanke, jossa kehitetään vuorovaikutusta ja osallistumista mallinnuksen ja virtuaalitekniikan avulla. Tarkoitus on saada aikaan suunnittelukäytännön toimintamalli, jonka avulla tarkastellaan kestävästä kehityksestä päätöksenteon tukena jo suunnittelun alkuvaiheessa. Hanketta rahoittaa muun muassa TEKES ja sen toteuttavat VTT ja TTY-säätiö yhdessä Liikenneviraston ja Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen kanssa. Hanke toteutetaan yhteistyössä pilottihankkeiden kanssa. (VTT, 2013)

### 3.2.1 Yleiset inframallivaatimukset YIV2014

Yleiset inframallivaatimukset YIV2014 ovat tässä vaiheessa luonnoksia ja osittain keskeneräisiä. Ne tulevat sisältämään 11 teknisiä vaatimuksia koskevaa osaa. Niissä kerrotaan vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. Ohjeista muutama on käynyt lausuntokierroksella, mutta hyväksytyjä ohjeita ei tällä hetkellä ole. Tavoitetilassa ne tulevat olemaan kansallisia ohjeita, joita tulee noudattaa, ellei tilaaja toisin määrää. Inframalliohjeet eivät vaikuta lakiin, vaan ne tullaan liittämään toiminta- ja suunnitteluohjeisiin (kuva 4). Kuvassa 4 on mainittu myös InfraRYL-ohjeet ("Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset"), jotka on jaettu toimivuusvaatimuksiin ja teknisiin vaatimuksiin. Osia on tällä hetkellä neljä. (Rakennustieto, 2012) Niitä käytetään rakennusalalla omaksutun tavan mukaan, eli tilaajan tarvitsee vain viitata sopimusasiakirjoissa ohjeen yksilöityyn kohtaan saadakseen sen määräykset voimaan hankkeessa.



Kuva 4. Määräävät ohjeet hankkeissa, tietomalleja koskeva ohjeistus vihreällä. Tietomalliohjeita pitää noudattaa, ellei tilaaja toisin määrää. (Carlstedt ja Kylmä 2014)

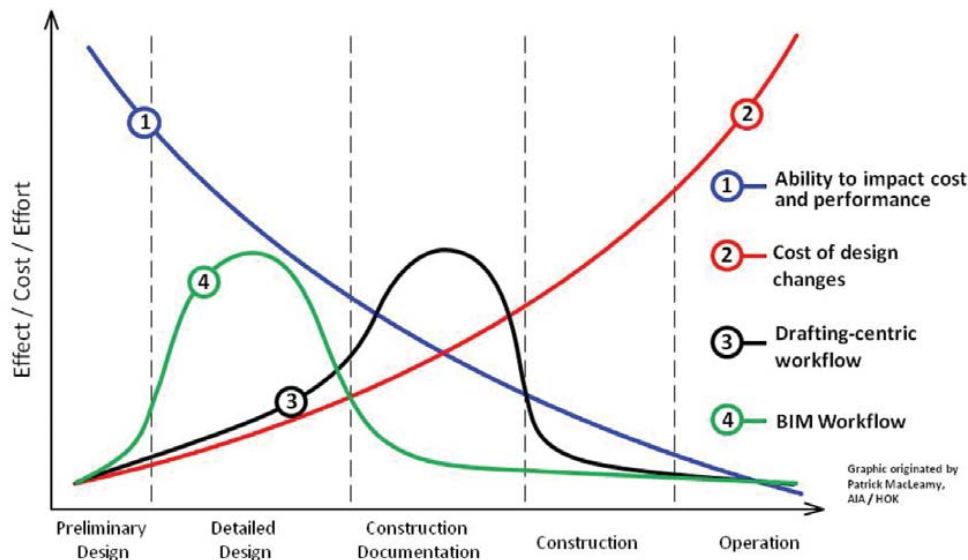
Inframallivaatimuksissa YIV2014 käsitellään lähtötietoja, rakennemalleja, laadunvarmistusta, määrälaskentaa ja kustannusarviota, havainnollistamista ja visualisointia sekä tietomallipohjaisen hankkeen johtamista. Inframallivaatimusten YIV2014 ohjekokonaisuus ja niiden keskeisin sisältö on kuvailtu taulukossa 5.

Taulukko 5. YIV 2014 osat ja niiden keskeisin sisältö. Osat 6 ja 7 koskevat enemmän tie- ja rakennussuunnittelua, muut osat koskevat myös yleissuunnittelua.

OSA	Osan nimi	Sisältö
1	Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen	Käsittelee tietomallihankkeen johtamisen kannalta suunnittelua, tavoitteita ja käyttötarkoituksia, kuvaa tietomallipohjaista prosessia sekä siihen liittyviä tietomalliselostusta sekä tietomallin sisältöä. Lisäksi se käsittelee määrä- ja kustannuslaskentaa sekä mallin hyödyntämisen periaatteita eri hankevaiheissa.
2	Yleiset vaatimukset	Käsittelee tietomallinnuksen päätavoitteita sekä kuvaa yleisesti tietomallipohjaisen hankkeen perusasiat ja käsitteet. Lisäksi tarkoitus on antaa ohjeet ja vaatimukset eri hankevaiheisiin tietomallin tuottamiseen ja hyödyntämiseen
3	Lähtötietojen vaatimukset; lähtötilamallit	Käsittelee lähtöaineiston hankkimista, harmonisointia sekä niiden laatua dokumentoinnissa ja laadunvarmistuksessa.
4	Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa	Kuvaa vaadittavat malliaineistot eri tekniikkalajeittain hankkeen eri suunnitteluvaiheissa (esi-, yleis-, tie-, katu- ja ratasuunnitteluissa). Lisäksi kerrotaan yleisiä perusasioita ja käsitteitä mallintamisesta.
5	Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällysy- ja pintarakenteet ja maarakennustöiden toteutusmallin laadintaohje	Kuvaa tie-, katu- ja ratarakenteiden rakennemallien sisällön, formaatin ja dokumentoinnin hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, sekä erityisesti toteutusmallin tarkkuusvaatimukset rakennussuunnitteluvaiheessa.
6	Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), järjestelmät (RO nimikkeet 3000)	kuvaa tie-, katu- ja rataväylien sekä -alueiden varustevaatimukset rakennussuunnitteluvaiheessa, kuten vesihuollon järjestelmien (kaivot, putket) ominaisuustiedot sekä sijainnin esittämistavan.
7	Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), rakennustekniset rakennusosat (RO nimikkeet 4000)	kuvaa infrahankkeissa käytettävien rakennusteknisten rakenneseosten tietomallien sisällön hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, kuten siltojen perustus- ja tukirakenteet. Esitystapa on taulukoitu helpolukuisesti. Lisäksi käsitellään lyhyesti tietomallinnusta hankkeen eri vaiheissa sekä kuvataan yleisesti tietomallipohjaisen hankkeen perusasiat ja käsitteet.
8	Inframallien laadunvarmistus	Kertoo laadunvarmistuksesta eri toimijoiden näkökulmista ja lähtötietomallin sekä suunnitelmamallin tarkastamisesta eri suunnitteluvaiheissa. Lisäksi liitteenä on tarkastuslomakkeet hankkeen eri vaiheen malleille.
9	Määrälaskenta, kustannusarvio	Kuvaa määrälaskennan vaatimuksia infran tietomalleille, määrälaskentaa ja kustannusarvioita hankkeen eri vaiheissa sekä määrälaskennan prosessia. Ohjeen alussa määritellään mallinnuksen eri termejä. Mallinnuksen kehittyessä koko alan yleiseksi toimintatavaksi hankeosalaskennasta voitaisiin luopua kokonaan siirryttäessä yhä aikaisemmassa vaiheessa mallipohjaiseen määrälaskentaan.
10	Havainnollistaminen	Käsittelee mallin teknistä ja esittävää havainnollistamista hankkeen eri vaiheissa (esi-, yleis-, tie-, rata-, katu-, rakennussuunnittelu sekä rakentamisen ja ylläpidon aikana).
11	Tietomallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa, infran rakentamisessa sekä infran käytössä ja ylläpidossa	Tekeillä, sisältö ei vielä julkaistu Internetissä

### 3.3 Tietomallinnuksen käyttö tienrakennusalalla

Infra-alalla ollaan vasta siirtymässä tietomallintamiseen ja sen hyödyistä on monenlaisia näkemyksiä. Tietomallinnuksen tavoitteena on koko hankkeen elinkaaren aikainen toiminnan tehostaminen ja tiedonhallinta. BIM-vaikuttaja Patrick Macleamy on väittänyt, että mitä aikaisemmin hankkeen suunnitteluun panostetaan, sitä suuremmat välittömät säästöt saavutetaan ylläpitovaiheessa. Tätä kuvaa graafinen esitys kuvassa 5.



Kuva 5. Tietomallien hyödyt maksimoituvat sen perusteella, miten aikaisessa vaiheessa ne tehdään ja niitä käytetään. Perinteistä suunnittelua kuvaava musta käyrä, tietomallintamista vihreä käyrä ja niihin sijoitettujen resurssien merkitystä hankkeen kokonaiskustannuksiin kuvaava sininen käyrä. Punainen käyrä kuvaa suunnitteluratkaisujen muutoksista aiheutuvia kustannuksia suhteessa suunnitteluvaiheeseen. Kuvan lähde: (Strafica, 2008)

Tietomallien hyödyt tilaajille ja omistajille ovat Liikenneviraston t&k-lehden mukaan tuottavuuden ja laadun parantuminen ja kustannussäästöt, prosessien nopeutuminen ja parempi hallinta, tehokkaampi sähköinen kilpailuttaminen, tuote- ja ohjelmistoriippuvuuden vähentyminen, parempi tiedonhallinta käytön aikaisessa johtamisessa sekä infra-alan vetovoimaisuuden lisääntyminen. Vastaavasti hyödyt suunnittelijoille ja toteuttajille ovat kansainvälisesti yhteensopiva toimintamalli, suunnittelutarkkuuden parantuminen, resurssien tehokkaampi käyttö, virheiden vähentyminen ja tehokkuuden parantuminen sekä parempi kannattavuus. (Tirkkonen et al. 2010) Tiepuolella inframalleja hyödynnetään tällä hetkellä pääasiassa rakentamisessa ja rakennussuunnittelussa. Esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa tietomallipohjaisesta prosessista ei ole kokemusta. Tietomallinnuksen hyödyntämisen tärkeimmät käyttökohteet eri suunnitteluvaiheissa on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Neljä esimerkkiä tietomallien hyödyistä tiehankkeen eri vaiheissa. Tummempi väritys tarkoittaa, että mainittu asia tulee vahvemmin esille kyseisessä vaiheessa. Lähde: (Liikennevirasto, 2014)

	Esisuunnittelu	Yleissuunnittelu	Tiesuunnittelu	Rakennus-suunnittelu	Urakkatarjous-vaihe	Rakentaminen	Hoito ja ylläpito
Tiedon jälleenkäyttöarvo							
Suunnittelun laadunvarmistus							
Visualisointi ja vuorovaikutus							
Työmaaprosessien tehostaminen							

### 3.3.1 Yleissuunnitteluvaihe

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa tietomallipohjaisesta prosessista ei ole kokemusta. Vuoden 2014 alussa ELY-keskus päätti kuitenkin tilata Sito Oy:stä lisätyönä tien yleissuunnitelman tietomallinnuksen Valtatien 6 parantamisesta Kouvolan kohdalla. Työvaiheeseen oli määritelty lähtötietomalli, suunnittelumallit ja esittely- ja yhdistelmämalli. Tavoitteena oli hyödyntää tietomallia hankkeen jatkosuunnittelussa ja vaihtoehtojen vertailussa. (ELY-keskus, 2014a) Hanketta on käytetty tässä työssä yleissuunnittelun tietomallinnus-case:nä, jota käsitellään tarkemmin luvussa 3.4.

### 3.3.2 Tiesuunnitteluvaihe

Tiesuunnitteluvaiheessa on tehty muutamia pilottihankkeita ja tietomallipohjaisia tiesuunnitelmia on muutama käynnissä. Esimerkiksi hyviä kokemuksia tietomallinnuksesta on saatu Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen teettämästä Hamina-Vaalimaatie-suunnitelmasta, jossa perinteisten paperidokumenttien lisäksi laadittiin tietomalli (Liikennevirasto, 2014b). Projektissa oli tavoitteena hallita lähtötietoja mallinnusohjeiden mukaisesti, käyttää tietomallia tuotetun aineiston visuaalisessa tarkastuksessa ja eri tekniikkalajien välisessä yhteensovituksessa (törmäystarkastelut), hyödyntää mallia työkokouksissa ja vuoropuheluissa suunnitelmaratkaisujen esittelyssä ja merkittävien vaihtoehtovertilujen havainnollistamisessa. Lisäksi tarkoitus oli antaa mahdollisimman hyvät lähtökohdat mallipohjaisen prosessin jatkamiselle. Tavoitteet toteutuivat hyvin ja mallien avulla havaittiin epäkohtia, joita perinteisin menetelmin olisi ollut todennäköisesti vaikeampi tunnistaa. Lähtötietoja oli helppo ladata lähtötietokoneesta ja muita hyötyjä oli mm. hyödyllisten linkkien lisääminen malliin, kuten luontoselvitysraportit ja piirustukset. (InfraBIM, 2014b)

### 3.3.3 Rakennussuunnitteluvaihe

Tietomalleja käytetään tällä hetkellä pääasiassa rakentamisen ja suunnittelun loppupuolella. Esimerkiksi tietomallinnusta hyödynnettiin Espoon Nöykkiössä Vanhan Kirkkotien ja sen liittymien rakentamisessa vuonna 2013. Urakkaan kuului rakennussuunnitelman laatiminen, hulevesilinjan rakentaminen, teiden rakennekerrosten uusiminen, kevyen liikenteen väylien rakentaminen sekä ympäristö- ja vihertyöt. Kohteesta mallinnettiin urakoitsijan käyttöön putkikaivannot sekä eri rakennekerroksia.

Tietomallinnuksen avulla saatiin tarkempi suunnitelma, jolloin ongelmat tulivat esille jo suunnitteluvaiheessa eivätkä vasta työmaalla. Kuitenkin urakoitsija koki, että urakan tietomallit olivat osittain puutteellisia. Lisäksi suunnittelusta koettiin, että suunnitteluohjelmissa on vielä kehittämistä eikä suunnitelmamallin tarkastamiseen löytynyt työkaluja. (InfraBIM, 2014b)

### 3.3.4 Rakennussuunnitteluvaihe

Myös rakentamisvaiheessa hyödynnetään tietomalleja muun muassa koneohjauksessa siten, että työkoneen koneohjausjärjestelmään syötetään suoraan suunnittelu- tai toteutusmallista tuotettu koneohjausmalli. Saarisen (2008) diplomityössä testattiin InRoads -ohjelmalla tuotettua 3D-koneohjausmallia ja todettiin, että se voidaan tuottaa vaivattomasti, kunhan suunnitelmat on alusta asti tehty huolellisesti. Vuonna 2012 valmistui InfraFINBIM-hankkeen yhteydessä ohjeluonnos ”Väylärakenteen toteutusmallin laatimisohje”, jonka tarkoitus on yhtenäistää menettelytapoja ja saada toteutusmalleista yhdenmukaisia ja suoraan työkoneohjausjärjestelmien käyttöön soveltuvia 3D-toteutusmalleja. (Snellman, 2012) Suomessa infrarakentamisen koneohjauslaitteita on käytössä arviolta muutama sata yksikköä ja niitä on hyödynnetty lähinnä hanke- tai pilottikohtaisesti. Eräs koneohjauksen pilottihanke, joka kuuluu InfraTM-hankkeeseen perustuvaan kehittämisprojektiin, on tehty mm. Oulun kaupungissa Ritaharjun uudella asuinalueella sekä Tampereen kaupungin Veisun nykyisellä asuinalueella. Kohteista toinen oli uudisrakennuskohde ja toinen osittainen saneerauskohte. Molemmissa pilottikohteissa mallinnus tehtiin vanhan rakennussuunnitelman aineistojen pohjalta ja suunnitelmista laadittiin tietomalli, jota hyödynnettiin suoraan koneohjausmallina ilman erillistä mallin rakentamista. Kokemukset olivat hyviä. Kun rakennuskohde suunniteltiin alusta alkaen tietomallipohjaisena, pitäen mielessä koneohjausmallien vaatimukset, rakentamisen tehokkuus parani. Lisäksi koneohjaus teki työn suorittamisesta tarkkaa, työn laatu ja työturvallisuus parani, kun tarkasteluja voitiin tehdä 3D-mallinnuksen avulla etukäteen. (Tekes, 2010) Muita koneohjauksen käytön hyötyjä ovat työmaalla tarvittavan henkilöstön määrän vähentyminen, jolloin syntyy kustannussäästöjä. Samat työt voidaan tehdä vähemmällä koneilla ja sitä myöten kuljettajilla. Lisäksi merkkipisteitä ei tarvitse mitata maastoon, joten aikaa ei tarvitse laskea sen suorittamiseen ja väärin tehdyn työn riski pienenee, kun sijainti ja tehtävävaihe ovat tiedossa jatkuvasti. (Kumanto, 2011)

### 3.3.5 Hoito ja ylläpito

Tietomallia on tarkoitus käyttää hyväksi myös teiden ylläpidossa ja hoidossa. Muutamia hankkeita on jo pilotoitukin (InfraBIM, 2014b). Jotta malli- ja osasuunnitelmat palvelisivat hoitoa ja ylläpitoa rakentamisen jälkeen, on ne aina päivitettävä toteutumatioiden perusteella. Siten mallin käyttäjien on mahdollista seurata esimerkiksi internetin kautta jo valmistuneen hankkeen jatko- ja huoltosuunnitelmia tai mahdollisia laajennuksia ja ottaa niihin kantaa. (Leppänen, T. 2013)

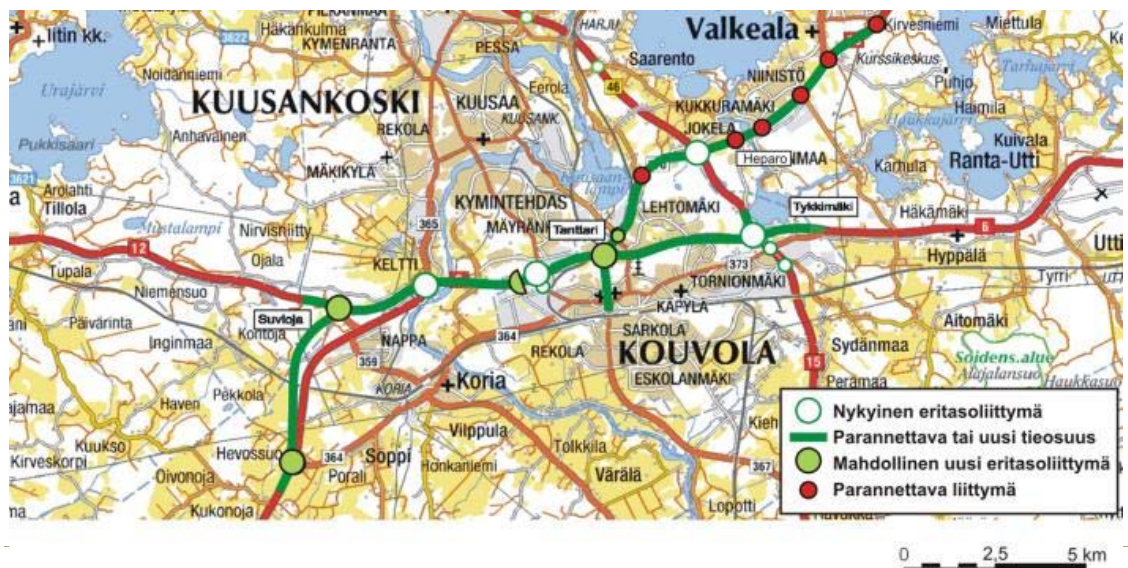
## 3.4 Yleissuunnittelun inframallinnus -case

Vuoden 2014 alussa aiemmin käynnistyneessä yleissuunnitelmassa ”Valtatien 6 parantaminen Kouvolan kohdalla” päätettiin hyödyntää tietomallinnusta, jonka tarkemmaksi sisällöksi sovittiin lähtötietomalli, suunnittelumallit ja esittely- ja yhdistelmämalli. Työn tavoitteena oli hyödyntää tietomallia hankkeen jatkosuunnittelussa ja vaihtoehtojen vertailussa.

### 3.4.1 Hankkeen tausta

Yleissuunnitelman laatiminen aloitettiin maaliskuussa 2012 ja sen tarkoitus on valmistua loppuvuodesta 2014. Suunnittelun tavoitteena on kehittää ja parantaa valtatie 6 ja siihen kytkeytyviä tie-, liittymä- ja katu järjestelyjä. Alueelle laaditaan maantielain mukainen yleissuunnitelma ja aluevaraussuunnitelma.

Hankkeessa tutkittava valtatie 6 on erityisen tärkeä Kaakkois-Suomen suurteollisuudelle ja Venäjän tavarakuljetuksille, joiden kasvu on lisännyt tien kuormitusta. Ongelmana on nähty tieverkon jäsentelyn puutteet valtatie 6 liittymien takia ja liikenteen ruuhkautuminen alueen runsaan kesäasutuksen takia erityisesti kesäviikonloppuisin. Lisäksi Valkealan suunnan (vt15 ja mt370) yhteydet alueen kaupalliseen keskittymään ovat olleet puutteellisia. Puhjon eritasoliittymän (Kouvolan pääliittymä) yhteyteen on myös muodostunut seudun suurin kauppakeskittymä, joka on aiheuttanut liikenteen lisääntymistä valtatiellä ja liittymien ruuhkautumista. Liikenneturvallisuustilanne on todettu heikoksi: tieosuuden liikennekuolemiin ja henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien tiheys on yli kaksinkertainen pääteiden keskiarvoon verrattuna. Ohitusmahdollisuudet ovat olleet huonot ja liittymien ruuhkautuminen on lisännyt onnettomuusriskejä. Asuntoalueille valtateiden varressa on aiheutunut meluhaittoja ja kevyen liikenteen yhteyksissä on ollut puutteita. Myös pohjavesialueita on ollut suojaamatta. (Kuva 6)



Kuva 6. Parannustoimenpiteet hankealueella (Lähde: Hankekortti vt6 parantamisesta Kouvolan kohdalla)

Mediatiedotteen (ELY-keskus, 2014d) mukaan yleissuunnitelman laatimiseen ja tieosuuden kehittämiseen sovellettiin ns. neliporrasajattelua. Neliporrasajattelu on suunnittelumenetelmä, jolla pyritään aiempaa laajempiin liikenneverkollisiin tarkasteluihin ja turvataan tieverkon palvelutaso ennen suurten investointien toteutumista.

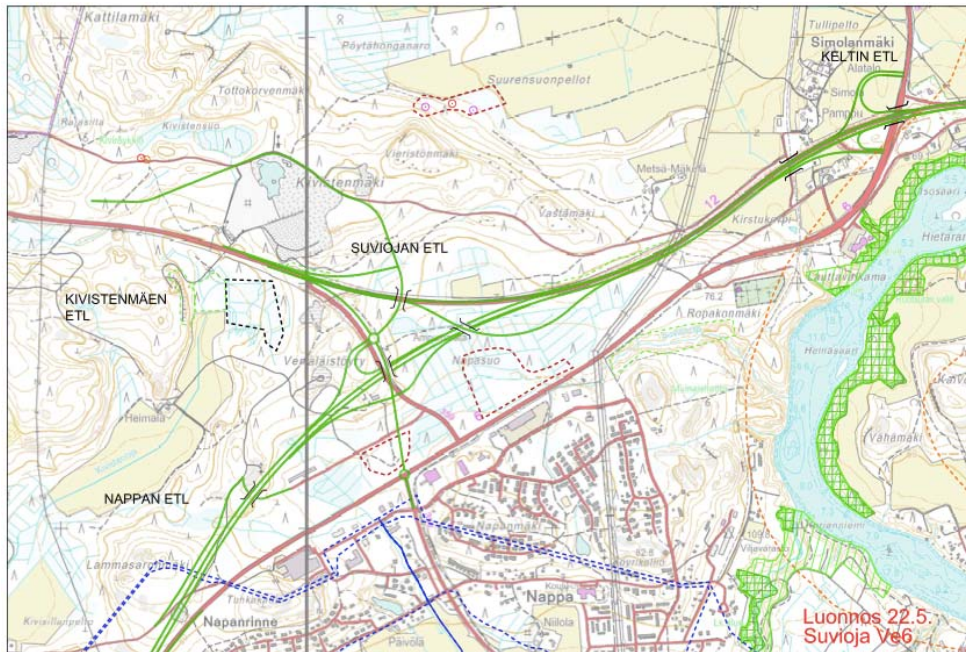
Suunnittelutyö liitettiin tiiviisti Kouvolan kaupungin keskustaajaman osayleiskaavan suunnitteluprosessiin. Yleissuunnittelu tehtiin yleiskaavasuunnittelun kanssa samanaikaisesti tiiviissä yhteistyössä. Lisäksi suunnittelulle edellytettiin maastossa tehtäviä maaperätutkimuksia ja mittauksia ja se laadittiin käyttäen laajaa vuoropuhelua, joka mahdollistaa avoimen osallistumisen. Suunnittelun kuluessa järjestettiin esittelytilaisuuksia, työpajoja sekä maastokävelyjä alueen asukkaille, maanomistajille ja muille sidosryhmille. Hankkeelle avattiin Internet-pohjainen karttapalautejärjestelmä, jonka kautta sai antaa palautetta ja tutustua suunnitelmiin koko suunnittelun ajan. Hankkeen etenemistä saattoi myös seurata internetin www-sivuilta. (ELY-keskus, 2014d)

### **3.4.2 Inframallinnusprosessi**

Tarkoitus oli, että lähtöaineisto kootaan lähtötietomalliproessin mukaiseen muotoon ja että rakenteista mallinnetaan sillat (joko piirustuksista tai ajoneuvokeilauksesta), tärkeät voimajohdot sekä johdot ja kaapelit. Myös tietyt kriittiset maaperäkohteet mallinnetaan tarvittaessa (pohjanvahvistukset, siltapaikat, tms.). Lisäksi tarkoitus oli mallintaa suunnittelualue kokonaisuudessaan karkealla tarkkuudella (vaaka- ja pystygeometria sekä rakenteen ylä- ja alapinta sekä rakennekerrokset jollakin vakioratkaisulla) ja tämän lisäksi tietyt kohteet tarkemmin. Siltojen mallintamisen osalta keskitytään tärkeimpiin siltoihin ja mallintaminen linkitetään siltojen tietomalliohjeeseen. Yleissuunnitelmavaiheessa tämä tarkoittaa käytännössä tekniikkalajien yhteensovitusta. Vaatimuksena on pintamalli sillasta sen oikeilla mitoilla, mutta perustuksia ei suunnitella tarkemmin maan alle. Luovutusaineiston muodolla ei koettu olevan suurta merkitystä, kunhan suunnitelmaratkaisu on toimiva. Tärkeintä mallinnuksessa oli keskittyä Suviojan ja Tanttarin alueiden eri vaihtoehtojen vertailuun ja esittämiseen. (ELY-keskus, 2014c)

Tietomallintamista hyödynnettiin vaihtoehtojen vertailussa Suviojan alueella ja Kymi-joen kevyen liikenteen siltojen osalta sekä toteuttamisratkaisun havainnollistamisessa Tanttarin alueella. Suviojan kohta on tulevaisuuden tavoitetilanteessa järjestelmäliittymä: valtatie 6 rakennetaan hallitsevaksi tieksi, johon valtatie 12 liittyy. Tietomallintamisen käynnistyessä vaihtoehtojen päätarkaisut oli jo tehty Suviojan aluetta ja kevyen liikenteen ratkaisuja lukuun ottamatta. Suviojan alueesta luonnosteltiin useita luonnosvaihtoehtoa paperilla ja tietokoneella 2D-muodossa. Jokaista vaihtoehtoa ei voitu mallintaa kustannusten takia, joten päädyttiin mallintamaan vain muutama vaihtoehto. Mallinnuksessa käytettiin tiensuunnitteluohjelmistoa nimeltä Citycad. Kuvassa 7 on luonnos esitettyä perinteisesti 2D-muodossa.





Kuva 7. Suviojan kohta, 2D-luonnosesitys

Tilajilla oli käytössä katselumalli 3D-ympäristössä (kuva 8). Työkokouksessa käytettiin esittelymallia keskustelun pohjana. Suviojan kohdalla valituista vaihtoehdoista lähempään tarkasteluun tuotiin viivan näkyvät pinnat tiesuunnitteluohjelmasta VirtualMap-ohjelmaan, jossa ne viimeisteltiin (kuva 9). Vaihtoehtojen kustannuksien laadinnassa käytettiin perinteisesti hankeosalaskentatarkkuutta.

Jatkosuunnitteluun päätettiin valita vaihtoehto 6, sillä se oli otollinen maankäytön liittymille ja hajautetut liittymät oli saatu niputettua yhteen tiiviiseen pakettiin. Vaihtoehtojen merkittävimmät erot olivat tilantarve ja maisemaan liittyminen. Lopullisen vaihtoehdon valinta tehtiin pääasiassa seuraavien asioiden perusteella:

- Päätiikennevirtojen sujuvuus ja taloudellisuus ja liittymisturvallisuus
- Liittymäalueen kokonaisliikennesuorite pienin
- Valtatieliikenne joutui käyttämään osassa vaihtoehdoista alemmaa tieverkkoa
- Yhteydet maankäyttöön
- Matka-ajat ovat kokonaisuudessaan lyhyimmät vaihtoehdossa 6, johtuen suorista yhteyksistä pääsuunnille
- Suotuisa vaihtoehto erikoiskuljetuksille



*Kuva 8. Lähtötietokoneesta kaapattu näkymä. Liito-oravien elinalueet on esitetty punaisella värillä. Myös nykyiset tiealueen rajat näkyvät viivana punaisella.*



*Kuva 9. Suviojan kohta valitusta vaihtoehdosta (VE6, VirtualMap). Leikkaukset ja penkeres näkyvät selvästi.*

Vaikka työn tekeminen on tämän tutkimuksen valmistuttua kesken, siitä on jo saatu olennaista tietoa tietomallien käytöstä vaihtoehtojen vertailussa. Keskeisimmät muutokset perinteiseen suunnitteluun nähden olivat konsultin näkökulmasta:

- Yleissuunnittelussa vaihtoehtojen vertailussa suunnittelu joudutaan tekemään tarkemmin kuin normaalisti. Se johtaa lisääntyneisiin työmääriin.
- Epävarmuustekijät pystytään hallitsemaan helpommin kuin perinteisesti.
- Tilaajan osalta tietomallinnus helpottaa päätöksentekoa ja tiedon saantia havainnollisesti

3D-katselumallin etuja olivat muun muassa käytettävyys (kaltevuuksia pääsi tarkastelemaan suoraan) sekä ympäristön ja maankäytön havainnollisuus, joka helpotti asioiden kokonaisuuden hahmotusta. Leikkaukset ja penkeres erottuivat selvästi. Katselumalliin on mahdollista liittää myös kaava-alueen rajat, mutta sitä ei tässä hankkeessa käytetty. Koko hankkeen kannalta tietomallipohjainen suunnittelu

tuotti paljon hyvää tietoa ja muut ymmärsivät ratkaisut paremmin, mutta suunnittelu-työhön olisi tarvittu enemmän resursseja. Karttapalautejärjestelmä koettiin hyväksi.

## 3.5 Muut käyttökohteet ja kansainvälinen tilanne

### 3.5.1 Tietomallinnus talonrakennusalalla

Suomessa talonrakennusalalla Senaatti-kiinteistöt toteutti ensimmäisen pilottiprojektin tietomallintamisen saralla jo vuonna 2001 ja on vaatinut tietomallintamista rakennushankkeissaan vuodesta 2007. Senaatti-kiinteistöt oli vuonna 2009 yksi tietomallintamisen edelläkävijöistä niin kansallisilla kuin kansainvälisilläkin mittareilla arvioituna. Tietomallinnuksen tavoitteena on ollut sujuvampi suunnittelu- ja toteutusprosessi, mutta tarkoitus on käyttää tietomallia myös ylläpitoon ja korjauksiin. Mallinnus on tällä hetkellä käytössä kaikilla talopuolen suunnittelualoilla arkkitehtisuunnittelusta automaatioon ja rakennesuunnittelusta LVIS-suunnitteluun. (Senaatti-kiinteistöt, 2009)

Alan kansainvälisesti tunnustetun teoksen BIM Handbook mukaan (Eastman, et al., 2011) tietomallien hyödyt tilaajille ja omistajille ovat suorituskyvyn ja laadun paraneminen, yhteistyön paraneminen ja parempi varmuus siitä, vastaako rakennus annettuja vaatimuksia ja kustannuksia. Hyötyjä suunnittelijoille ovat aikaisemmat ja tarkemmat suunnitelmien visualisoinnit, muutosten helpompi tekeminen, jolloin ne on helpompi myös tuottaa 2D-piirustuksiksi. Lisäksi tietomallien avulla yhteistyö aikaisemmissa vaiheissa useiden tieteenalojen kanssa helpottuu, mikä vie vähemmän aikaa ja vähentää merkittävästi virheitä. Kustannukset ja määrät voidaan määrittää yhä tarkemmin ja yhä aikaisemmassa vaiheessa. Lisäksi energiatehokkuus ja kestävä kehitys voidaan arvioida jo aikaisissa suunnitteluvaiheissa paremmin.

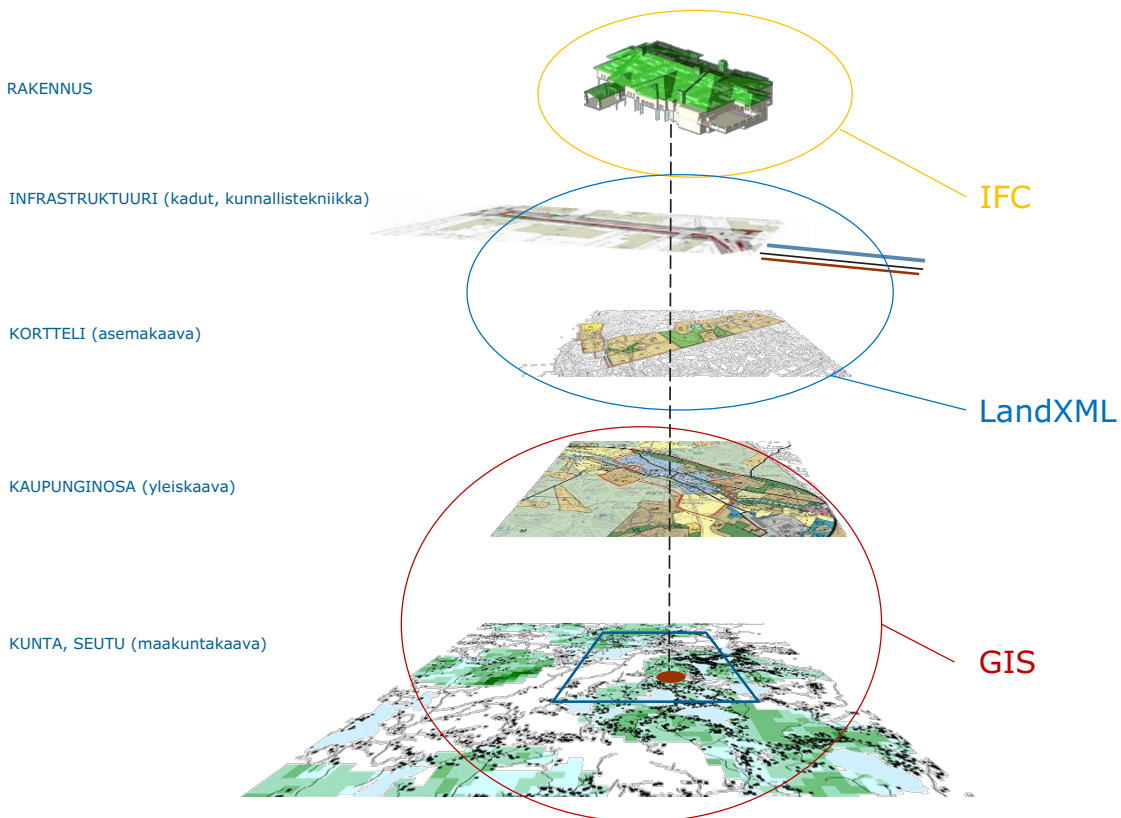
Suomessa talonrakennusalan kansalliset yleiset tietomallivaatimukset (YTV2012) julkaistiin vuonna 2012 ja niiden täydentäminen jatkuu. Kokemusten mukaan YTV2012 ei ole vielä hankintojen osalta kovin suuressa roolissa, koska ohjeistus ei ole vielä täysin loppuun asti vietyä, mutta vaatimukset ovat tuoneet yhdenmukaisuutta mallinnuskäytäntöihin ja tilaajan ja suunnittelijan työ kohtaa paremmin. (BuildingSmart Finland, 2012)

### 3.5.2 Tietomallinnus aluesuunnittelussa

Tietomallintaminen yleistyy myös aluesuunnittelussa. PRE-tutkimusohjelmassa (BIMCity) on tehty pilotointeja erilaisissa maankäytön hankkeissa. (Suomen kunta-liitto, 2014) Tietomallintamisen hyödyt korostuvat, kun suunnitteluprosessissa hallittava tietomäärä kasvaa. Paikkatietoja maankäytön suunnittelussa on hyödynnetty jo pitkään, mutta niiden yhdistäminen suunnittelun tietomalliksi ja esimerkiksi palvelemaan alueiden yksityiskohtaisempaa 3D-suunnittelua ei käytännössä vielä toteudu. Maankäytön suunnittelun prosessissa tärkeää on tunnistaa kriittiset kohdat, olennaiset vaikuttavuustekijät ja niihin tarvittavat työkalut. (Tekes, 2012)

Eri toimijat (kuntien kaavoittajat, päätöksentekijät, suunnittelijat ja rakennuttajat) kaipaavat tällä hetkellä helppokäyttöisiä arviointityökaluja vaihtoehtoisten ratkaisujen arviointiin. Yksittäisille rakennuksille arviointimenetelmiä on jo runsaasti, mutta kaupunginosien arviointiin ei vielä ole vakiintuneita työkaluja. Arviointityökaluissa voidaan saada lähtötiedot kaavoitustyökaluista ja esimerkiksi paikkatietokannoista. Arviointityökalujen on toimittava eri kaavatasoilla ja suunnitteluprosessin eri vaiheissa, joissa tarvitaan eri tarkkuustason tietoja. Eri kaavavaiheille ja päätöksentekoympäristöihin sopivat erilaiset työkalut. (Tekes, 2012)

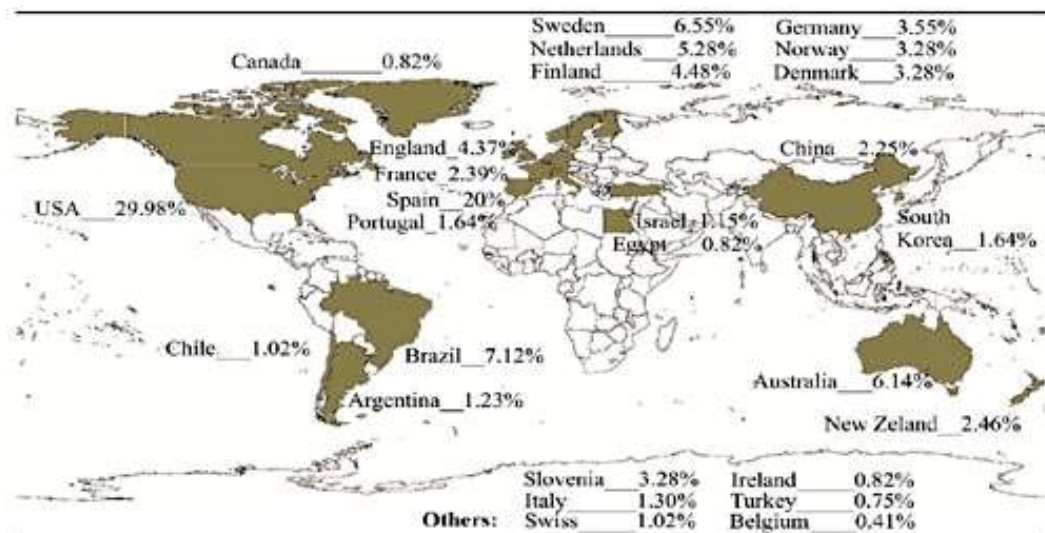
Tietomallintamisen hyötyjä aluesuunnittelussa on useita. Se helpottaa tiedon hallintaa, sillä selvitykset ja raportit on mahdollista liittää malliin linkkeinä. Kaavoitusprosessin kuulemisvaiheessa kansalaisilla on mahdollisuus kommentoida suunnitelmia suoraan malliin, ja suunnitelmat esitetään perinteisiä kaavakarttoja luettavammassa ja ymmärrettävämmässä muodossa. Lisäksi rakentamiskelpoiset maa-alueet voidaan tunnistaa paremmin, sillä malliin sisältyvät maaperätiedot, maaston kaltevuustiedot ja tulvariskialueet. Uuden ja vanhan infran yhteensovittaminen on mallintamisen avulla paljon havainnollisempaa ja tarkempaa kuin perinteisillä menetelmillä. Virtuaalimallin merkittävin hyöty on siinä, että suunnitelmia voi vertailla ennen päätöksentekoa. Tietomalliin on yhdistettävissä laskennallista tietoa, mikä helpottaa vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen vertailua esimerkiksi energiatehokkuuden suhteen. (Tekes, 2012)



Kuva 10. Tietomallinnus eri suunnittelualoilla ja niissä käytettävät tiedonsiirtoformaattit IFC ja LandXML. GIS (Geographic Information System) on yleinen lyhenne paikkatiedolle ja paikkatietojärjestelmälle. Kuvan lähde: (Suomen kuntaliitto, 2014)

### 3.5.3 Tietomallinnus kansainvälisesti

Useat maat julistavat tavoitteekseen olla johtavassa asemassa BIM:n käytössä. Vuonna 2012 julkaistun BIM:n leviämistä koskevan tutkimuksen mukaan (Carneiro, 2012) eri maat ovat yleisesti ottaen kiinnostuneita tietomallinnuksesta ja ovat lähteneet kehittämään sitä. Eniten BIM-julkaisuja kansainvälisistä lähteistä poimittuna vuosina 2010–2011 on tehty Yhdysvalloissa (29,98 %), Brasiliassa (7,12 %) ja Ruotsissa (6,55 %). Suomessa vastaavat prosentit olivat 4,48 %. (Kuva 11)



Kuva 11. Eri maissa tuotetut BIM- julkaisut prosentteina kansainvälisistä lähteistä. Kuvan lähde: (Carneiro, 2012)

Infra-alan BIM:iin keskittyntä tutkimusta on selvästi vähemmän kuin talonrakentamiseen keskittyntä tutkimusta. Internetin hakupalvelusta löytyy kansainvälisiä artikkeleja ja seminaariaineistoa tietomallinnuksen siirtymisestä infra-alalle, mutta tietoa tietomallinnuksen hyödyntämisestä tiesuunnittelun aikaisissa vaiheissa ei ole löydettävissä. Hakusanoilla ”BIM” + ”infra” tai ”road” ei suoraan löydy kansainvälisiä teoksia Aalto-yliopiston kansallisesta kirjastojen tiedonhakujärjestelmästä.

Infra-alalla Suomi kuuluu tietomallintamisen kärkimaihin Euroopassa. Myös kaikissa Pohjoismaissa tietomallintamista edistetään valitun strategian mukaisesti. Ruotsin liikennevirastossa (Trafikverket) on valittu painopisteiksi tietomalliossaamisen ja toiminnan ohjausjärjestelmän kehittäminen ja tavoitteena on käyttää tietomalleja kaikissa Trafikverketin hankkeissa jossain määrin vuodesta 2015 lähtien (Salminen, 2014). Nyt tietomallinnuksen eteen kehitetään uusia toimintatapoja, normeja ja järjestetään koulutusta. Tietomallinnusteknologiaa on jo käytetty Ruotsissa eri tavoin niin pienissä kuin isoissakin hankkeissa, joista kuuluisimpia ovat Hallandsåsin tunneli ja Tukholman ohikulkutie (Trafikverket, 2014). Norjan tiehallinto (Vegvesen) on päättänyt vaatia Ruotsin liikenneviraston tapaan tietomallinnusta vuonna 2015. Norjassa kokemusta on kertynyt pitemmältä ajalta ja valmiita vastauksia on ehkä olemassa hieman enemmän kuin Suomessa. Norjan tiehallinnossa ensimmäiset tietomallinnusohjeet julkaistiin luonnosversiona vuonna 2010. Testauksen ja käyttökokemuksen jälkeen nykyinen ohjekirja HB 138 (Modelgrunnlag) päivitettiin vuonna 2012 (VTT, 2013b). Ohjekirjassa täsmennetään vaatimuksia lähtötiedoille ja niiden tilaamiselle, annetaan ohjeet vaaditun mallin luomiseen ja sen sisältöön, sen kansiorakenteille ja tiedostoformaateille sekä selvennetään tilaajan, konsultin ja rakenuttajan rooleja ja vastuuta. Esimerkiksi tietomallinnusta käytettiin yksityiskohtai-

seen suunnitteluun ja aikataulutukseen Norjan tiehallinnon ja ratahallinnon yhteistyöprojektissa E6 – ”Dovre Line”, jossa suunniteltiin 22 kilometriä nelikaistaista moottoritietä ja 17 kilometriä kaksoisraidetta (Sekse, 2014).

Tietomallien hyödyntämisessä koneautomaatioissa Norja, Ruotsi ja Hollanti ovat olleet edelläkävijöitä. Aasian alueella Kiina on hyödyntänyt koneohjausta louhos-toiminnassa, Australiassa koneautomaatio on puolestaan laajasti käytössä ja Yhdysvalloissa koneautomaatiota on testailtu eri kohteissa. (Kumanto, 2011)

Ohjelmistosuunnittelijat ovat myös huomanneet tarpeen siirtyä tietomallinnusta tukevaan teknologiaan infra-alalla. Muun muassa Autodesk on kehittänyt työkaluja teiden tietomallipohjaista suunnittelua varten eri suunnitteluvaiheisiin. Bentley on kehittänyt tiensuunnitteluun erikoistuneen ohjelmiston nimeltä InRoads, joka hyödyntää saman yhtiön tekemän MicroStationin perusominaisuuksia. (Saarinen, 2008) Yhdysvaltalainen ohjelmistokehittäjä Trimble on kehittänyt suunnittelujärjestelmän nimeltä Quantm ratojen ja tiekäytävien ja linjauksien optimoimiseen. Ohjelma tutkii miljoonia linjausvaihtoehtoja, jotta suunnittelu olisi nopeampaa ja alentaisi käyttökustannuksia ja rakentamiskustannuksia. Sillä on kyky osoittaa nopeasti useiden skenaarioiden analyysijä ja avustaa johtoryhmää tekemään nopeasti oikeita päätelmiä (Lazaris, 2014). Aluesuunnittelun saralla amerikkalainen yritys nimeltä ESRI on kehittänyt ohjelmiston nimeltä City Engine, jossa osana mallinnusta voi käyttää paikkaan sidottua tietoa (ajantasakaava, kiinteistörajat ym.) generoimaan teoreettista ja toteutunutta kaupunkirakennetta. Mallista saadaan nykyistä helpommin automaattisesti ulos eri tekijöitä, kuten alueiden tuottamia vaikutuksia (liikennetuotokset, CO<sub>2</sub>-päästöt, jätemäärät, maa-ainekuljetukset, materiaalihokkuus ym.) (ESRI, 2014) Uusista kansainvälisistä ATK-ohjelmista infra-rakentamisen alalla sekä niiden tulevaisuuden mahdollisuuksista ja haasteista laadittiin vuonna 2014 opinnäytetyö Tampereen ammattikorkeakoulussa (Pelttari, 2014), ja ne on koottu liitteeseen 1.

## 4 Inframalliohjeiden soveltaminen yleissuunnittelussa

Tässä luvussa on tarkoitus vertailla nykyistä yleissuunnitteluprosessia (Liikennevirasto, 2010) yleisiin inframallivaatimusten YIV2014 luonnoksiin (BuildingSmart Finland, 2012) sekä Liikenneviraston laatimiin inframalliohjeisiin ”Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta” (Liikennevirasto, 2013d) sekä ”Siltojen tietomalliohje” (Liikennevirasto, 2014c). Luvuissa vertaillaan soveltuvien osien tehtäviä, laadunvarmistusta, tuloksia ja dokumentointia. Vertailun tavoitteena on löytää vastauksia seuraaville kysymyksille:

**Mitä puutteita on inframallivaatimusten ohjekokonaisuudessa ja mihin ne eivät anna vastauksia?**

**Mitä ongelmia tai mahdollisuuksia syntyy kun yleissuunnittelu ja tietomallinnus yhdistetään?**

### 4.1 Suunnittelun hankinta

Suunnittelun hankintaa on käsitelty Tiehallinnon oppaassa ”Tiensuunnittelun toimintaohjeet – Tilaaajan menettelyt” (Liikennevirasto, 2001). Suunnittelun hankintaan kuuluvat valintamenettelyn määrittely, tehtävän määrittely, tarjouspyynnön valmistelu ja tarjousten pyytäminen, jonka jälkeen konsultit laativat tarjouksen ja projektisuunnitelman. Lopuksi tilaaja käsittelee tarjoukset ja valitsee konsultin. Lopuksi tehdään sopimus. (Tiehallinto, 2001).

Tietomallipohjaisten suunnitelmien tilaaminen vaatii muutoksia infran suunnittelun toimintaprosessiin, jota voidaan tehokkaasti ohjata hankintamenettelyillä. Tietomallinnus ei muuta hankintakäytäntöjä, vaan tavoite on edelleen sama. Itse hankinta-asiakirjoihin on kuitenkin määriteltävä, miten tietomallinnusta halutaan käyttää. Tavoitteena on käyttää tietomallinnusta osana suunnitteluprosessia, ei erillisenä työnä.

Yleiset inframallivaatimukset YIV2014 eivät käsittele hankintaa, mutta sitä varten on erillinen koekäytössä olevia ohje ”Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta” (Liikennevirasto, 2014d), jossa on valmiita malliasiakirjoja suunnittelun hankintaan Liikennevirastoa ja ELY-keskuksia varten. Ne eivät ole tosin vielä yleissuunnittelua varten, mutta niitäkin tehdään parhaillaan ja niihin tullaan viemään tietomallivaatimukset.

**Tarjouspyyntö.** Tarjouspyynnön tulee sisältää mm. vaatimukset tietomallin laajuudesta, tiedon luokittelusta tietomallissa sekä mallinnuksen käyttötarkoituksista. Tärkeää on, että hankintaprosessin osapuolet tietävät, mitä tietomallintamisella on tarkoitus saavuttaa ja mihin tilattua mallia voidaan käyttää. YIV2014 osa 2 ”Yleiset vaatimukset” antaa esimerkkejä mallinnuksen käyttötarkoituksesta hankevaiheesta riippumatta. Myös osassa 1 ”Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen” kerrotaan mallin käyttötarkoituksia tiesuunnittelussa, mutta ei yleissuunnittelussa. Toki ne voivat olla pitkälti samoja. Ne tulisi kuitenkin selvittää ja lisätä ohjeisiin. Tarkkuus selviää tietomalliohjeissa ja Liikenneviraston hankinta-ohjeessa melko hyvin yleissuunnittelutasoisten lopullisten suunnitelmamallien ja lähtötietomallien osalta. Tietomallinnuksen laajuus on hankekohtaisesti sovittava.

**Tarjoukset ja projektisuunnitelma.** Tarjouksia ei erityisemmin käsitellä YIV2014:n inframallivaatimuksissa eikä Liikenneviraston tietomalliohjeissa. YIV2014:n osassa 2 ”Yleiset vaatimukset” kerrotaan kuitenkin, että ”tarjouksissa on mainittava mallin-  
nusohjelma, sen versio sekä siitä saatavat tiedostomuodot”. Yleissuunnitteluohjeen (Liikennevirasto, 2010) mukaan tarjouksen liitteeksi laadittavaan projektisuunnitelmaan sisältyy osallistumis- ja vuoropuhelusuunnitelma, jossa sovitaan mm. internetin ja tietokoneavusteisten menetelmien käytöstä, sekä siitä, miten asianosaisten kannanotot käsitellään suunnitteluprosessissa. YIV2014 käsittelee havainnollistamista osallistumisessa ja vuorovaikutuksessa osassa 10, mutta ei anna vastausta siihen, miten tietomalleja voidaan hyödyntää kannanotoissa tai palautteiden käsittelyssä.

**Sopimus.** YIV2014:n osasta 1 ”Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen” selviää, että hankkeesta vastaava laatii suunnittelusopimuksen liitteeksi tietomallinussuunnitelman, joka liittyy kiinteästi suunnitteluperusteisiin ja suunnitteluohjelmaan. Tietomallinussuunnitelman sisältö määritellään kyseisessä ohjeessa. Siihen liittyy mm. hankkeen toimijat, joista kerrotaan tarkemmin osissa 1 ja 2: uusia tehtävänimikkeitä ovat tietomallikoordinaattori ja tietomallikontrolleri. Nämä tulisi ottaa huomioon tarjouspyynnössä, jotta konsultti osaa valita henkilöiden resurssit.

Hankekohtaisesti sovittavat asiat tietomallinnuksen osalta on kerätty Liikenneviraston ohjeisiin ”Tiehankeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta” (Liikennevirasto, 2013d).

## 4.2 Osallistuminen ja vuorovaikutus

Osallistuminen ja vuorovaikutus on tärkeintä yleissuunnitteluvaiheessa, ja sitä tapahtuu koko suunnitteluprosessin ajan. YIV2014:n osassa 10 ”Havainnollistaminen” kuvataan tietomallinnuksen hyötyjä osallistumisessa ja vuorovaikutuksessa.

**Tehtävät.** Yleissuunnitteluohjeissa tehtävät on jaettu eri osallistumis- ja vuorovaikutusryhmiin: asianosaiset, sidos- ja asiakasryhmät sekä tilaajan ja konsultin yhteistyö. (Liikennevirasto, 2010) YIV2014:n osassa 10 puolestaan tietomallinnus jaetaan tekniseen ja esittävään havainnollistamiseen, joten tehtäviä on vaikeampi hahmottaa.

**Tehtäviin asianosaisten sekä sidos- ja asiakasryhmien kanssa** kuuluu mm. projektisuunnitelmaan sisältyvä osallistumis- ja vuoropuhelusuunnitelman laatiminen, jossa on syytä mainita tietomallinnuksen käytöstä. Lisäksi tiedotetaan hankkeen tavoitteista ja ratkaisusta yleisötilaisuuksissa. YIV2014:n osassa 10 puhutaan esittävän havainnollistamisen, kuten esittelymallien, käytöstä yleisötilaisuuksissa. Esittävän havainnollistamisen tarkkuudesta kerrotaan esi- ja yleissuunnittelussa, että ”yksi tärkeimmistä tavoitteista on asioiden ymmärtäminen. Tämän takia esittävän havainnollistamisen ei aina tarvitse olla täysin realistinen vaan joskus rakenteita voidaan esittää myös luonnosmaisina.” Esittävän havainnollistamisen tarkkuuden yleisohjeeksi annetaan esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa, että ”visuaalinen tarkkuus on tapauskohtaista ja riippuu hanke- ja tilaajakohtaisista laatuvaatimuksista. Yleisesti esittävän havainnollistamisen sisältö on yleispiirteisesti määriteltyä ja lopputuote kuvaa todellisuutta suunta-antavasti.” Lisäksi ohjeessa 10 kerrotaan, että ”esittelymallien sisältö, työmäärä ja tarkkuus sekä siitä jatkojalostettavista havainnollistamisaineistoista (havainnekuvat, videot) sovitaan hankekohtaisesti”. Tätä ei kerrota Liikenneviraston tietomalliohjeissa (Liikennevirasto, 2013d) hankekohtaisesti sovittavien asioiden listassa.



Se, miten suunnittelun tueksi käytettävästä teknisestä mallista tuotetaan esittelymalli, jää epäselväksi. Esittelymallin laatiminen vaatii kuitenkin työtä, vaikka yhdistelmämallia käytetäänkin pohjana. YIV2014 osassa 5 ”Rakennemallit” kohdassa ”jatkuvuus ja laatuvaatimukset” yleissuunnitteluvaiheessa todetaan: ”Mahdollista esittelykäyttöä varten malli voidaan viimeistellä näkyviltä pinnoiltaan esim. VirtualMapissa.”. Lisäksi olisi hyvä kertoa, missä vaiheissa laaditaan yhdistelmämalli ja esittelymalli ja mitä varten (yleisötilaisuus, internet, päätöksenteko). Edellä kuvatut puutteet mainitaan Liikenneviraston tietomalliohjeessa (Liikennevirasto, 2013d). Esimerkiksi ”esittelymalli viimeistellään yhdistelmämallista lisäämällä tekstuureja, ympäröiviä rakennuksia, kasvillisuutta ym.” ja että ”sitä käytetään hankkeen havainnollistamisessa mm. vuoropuhelussa asianosaisten kanssa sekä päätöksenteon tukena.” Lisäksi mainitaan, että esittelymalli (tässä ohjeessa virtuaalimalli) ja esittelymateriaali kuuluvat hankekohtaisesti sovittaviin asioiden listaan.

Lisäksi osallistumisen ja vuorovaikutuksen tehtäviin kuuluu kannanottojen ja palautteiden kokoaminen, käsittely ja dokumentointi. Myös hankkeen verkkosivustolle tulee toimittaa ajantasaista tietoa hankkeen etenemisestä (Liikennevirasto, 2010) Mitkään tietomalliohjeet eivät käsittele, miten verkkosivustoilla voidaan hyödyntää erilaisia malleja.

**Tilaajan ja konsultin yhteistoimintaan** kuuluvat mm. työkokoukset ja suunnitteluaineiston jakelutavat (Liikennevirasto, 2010). Työkokouksiin soveltuu nimenomaan tekninen havainnollistaminen, josta YIV2014:n osa 9 kertoo. Tarkkuustaso esi- ja yleissuunnittelutasolla määräytyy ensisijaisesti muiden tietomalliohjeiden perusteella. Lisäksi kerrotaan, että eri tekniikkamallit kootaan laadunvarmistuksen jälkeen yhdistelmämalliksi. Kyseisestä ohjeesta ei selviä, kuka kokoaa ne, missä vaiheessa ja onko yhdistelmämallille oma laadunvarmistuksensa. YIV2014:n osassa 7 ”Laadunvarmistus” annetaan vastauksia näihin kysymyksiin. Lisäksi YIV2014:n osassa 6 mainitaan, että ”yhdistelemällä eri tekniikkalajien mallit sovituin määräajoin, voidaan havaita suunnitelmien ristiriitaisuudet mahdollisimman aikaisin”. Olisi hyvä selvittää missä vaiheissa yhdistelmämallia tarvitaan, mutta se voidaan lisätä hankekohtaisesti sovittaviin asioihin.

**Laadunvarmistus.** YIV2014:n osassa 10 kerrotaan, että havainnollistamisen laatuvaatimukset, tehtävien laajuus ja tarkkuus tulee määritellä erikseen tarjouksessa ja sopimuksessa.

**Tulokset ja dokumentointi.** Yleissuunnitteluohjeen mukaan (Liikennevirasto, 2010) tuloksiin osallistumisen ja vuorovaikutuksen osalta kuuluvat mm. yleisötilaisuuksien esittelyaineistot, maastokäynneistä tehdyt muistiot ja kannanotot. Tietomalliohjeissa ei kerrota miten asianosaiset voivat ottaa kantaa tietomallipohjaisiin suunnitelmiin ja miten palautteet on mahdollista dokumentoida tietomalliin. Ei myöskään kerrota uusista mahdollisuuksista käyttää havainnollista mallia esim. maastossa tai simuloinnissa.

## 4.3 Suunnittelu

### 4.3.1 Lähtötietojen hankinta ja analysointi

Lähtötietojen hankintaprosessia selkeytetään ja ohjataan YIV2014:n osassa 3 ”Lähtötietojen vaatimukset; lähtötilamallit”. Ne eivät kumoa yleisiä yleissuunnittelun toimintaohjeita, vaan tuovat melko yksityiskohtaisia lisäyksiä tiedon käsittelyyn ja tukevat tietomallipohjaista suunnittelua.

**Tehtävät.** Yleissuunnitteluohjeen mukaan (Liikennevirasto, 2010) lähtötietojen hankkimisen valmistelussa laaditaan lista olemassa olevista lähtötiedoista, kuka ne hankkii ja mistä. Lisäksi arvioidaan maaperä- ja muiden tutkimusten ja selvitysten tarve. Lähtöaineiston tarkkuudesta kerrotaan YIV2014:n osassa 4 ”Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa” eriteltynä maastomallin, maaperämallin, rakenteiden ja järjestelmien sekä kartta- ja paikkatietoaineistojen osalta. Lisäksi Liikenneviraston maastotietojen hankinnan toimintaohjeissa (Liikennevirasto, 2011c) otetaan kantaa eri suunnitteluvaiheiden tarkkuuteen.

Lähtötietojen hankkimiseen yleissuunnitteluohjeiden (Liikennevirasto, 2010) mukaan kuuluvat lähtötietojen hankinta, tarvittavien selvitysten teettäminen tai tekeminen sekä tutkimukset ja mittaukset. YIV2014:n osassa 3 puolestaan kerrotaan lähtöaineiston hankkimisesta tietomallipohjaisesti, ei niinkään, mitä hankitaan. Tämän jälkeen seuraa lähtötietojen harmonisointi ja muokkaus. Aineistot harmonisoidaan ja yhdenmukaistetaan mahdollisimman pitkälle tietomallipohjaista suunnittelua tukevaan muotoon (esim. koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien yhdenmukaistaminen, tiedostoformaattien yhdenmukaistaminen, useampien aineistojen tai tiedostojen yhdistäminen yhdeksi tiedostoksi).

Yleissuunnitteluohjeen mukaan (Liikennevirasto, 2010) lähtötietoja analysoidaan ja teetetään lähtötiedoista karttaesityksiä, taulukoita ja kirjallisia yhteenvetoja. Lisäksi analysoidaan edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisuehdotus. YIV2014:n osassa 3 ei mainita mitään lähtötietojen analysoinnista, mutta analysointia varten on tehtävissä katselumalli.

**Laadunvarmistus.** Yleissuunnitteluohjeissa (Liikennevirasto, 2010) kerrotaan lähtötietojen tarkistamisesta ja tallentamisesta. YIV2014 puhuu vastaanottotarkastuksesta. Lähtötietomallin lopullisesta laadunvarmistuksesta kerrotaan YIV2014:n osissa 3 ja 8. Osassa 3 kerrotaan, että ”tilaajan tehtäväksi prosessissa jää mallin laatijan laadunvarmistusdokumentaation läpikäyminen, minkä perusteella tilaaja joko hyväksyy lähtötietomalliaineiston tai palauttaa sen mallin laatijalle täydennettäväksi”. Laadunvarmistusdokumentaatiota ovat lähtöaineistoluettelo, toimenpideselostukset sekä lähtötietomallin malliselostus. Osassa 8 kerrotaan lähtöaineiston ja lähtötietomallin laadunvarmistuksesta lisää, sekä myös tarkastustoimenpiteet eri osa-alueiden malleille.

**Tulokset.** Tuloksena syntyy yleissuunnitteluohjeen (Liikennevirasto, 2010) mukaisesti lähtötietoluettelo. Niin syntyy myös YIV2014:n osan 3 mukaan, mutta lähtötietoluetteloon kirjattaviin tietoihin tulee lisäyksiä. Aineiston hankintaa koskevien perustietojen lisäksi tulee ilmoittaa lähdejärjestelmä, lähdeformaatti, aineiston ajantasaisuus, saatavuus- ja käyttörajoitukset, tarkkuus ja lopputuote siinä tiedostoformaattis- sa, johon se tulee muuntaa.

**Dokumentointi.** Yleissuunnitteluohjeissa (Liikennevirasto, 2010) mainitaan, että lähtötiedot ja analyysien tulokset tallennetaan sähköisessä muodossa projektihakemistoon. YIV2014:n osassa 3 kerrotaan hyvinkin tarkasti, miten aineisto dokumentoidaan. Olennaista on lähtötietojen sijoittelu kahteen pääkansioon ja niiden nimeäminen ohjeen mukaan. Pääkansiot ovat RAAKA-AINE ja LAHTOTIETOMALLI. Saatu lähtöaineisto tallennetaan RAAKA-AINE-kansion alle muokkaamattomana ja muokatut aineistot tallennetaan LAHTOTIETOMALLI-kansion alle. Niiden alakansiot nimetään yhteneviksi. Yleissuunnitteluohjeissa (Liikennevirasto, 2010) luovutettava aineisto kuvataan yhdessä kaiken muun luovutettavan aineiston kanssa, mutta YIV2014:n osassa 3 kerrotaan erikseen luovutettava lähtöaineisto: lähtötietomalliaineisto, lähtöaineistoluettelo ja lähtöaineiston tietomalliselostus.

#### 4.3.2 Vaihtoehtojen muodostaminen ja vertailu

**Tehtävät.** Tehtävät yleissuunnitteluohjeen (Liikennevirasto, 2010) mukaisesti ovat vaihtoehtojen suunnittelu, vaihtoehtojen vertailu ja vaihtoehdon valinta. YIV2014:n ohjekokonaisuudesta on niukasti viittauksia vaihtoehtojen vertailuun yleissuunnittelun osalta. Osassa 4 ”Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa” on kuvattu pääasiassa lähtötietomallin tarkkuus sekä suunnitelma-asiat, jotka on esitettävä suunnitelmamallissa. Lisäksi kuitenkin todetaan luonnosten tarkkuudesta, että ”Suunnitteluvaiheen alussa, kun suunnitelmat ovat vielä luonnoksia, ei mallintamiselle tulisi asettaa liian tarkkoja vaatimuksia, jottei suunnitelmaluonnosten tuottaminen aiheuta ylimääräistä työtä. Tarkkuutta kuvaavat määrittelyt asetetaan hankekohtaisesti.” Osa 5 kertoo lähinnä rakennemallien sisältövaatimukset eri suunnitteluvaiheissa (väylärakenne), nekin koskevat lopullista mallia. Vaihtoehtoisille linjauksille ei esitetä mallinnusvaatimuksia eikä -ohjeita tällä hetkellä. Tulisikin selvittää missä vaiheessa ja millä tarkkuudella mallinnusta kannattaa käyttää. Sitä pyritään selvittämään tässä työssä haastattelumenetelmin.

**Laadunvarmistus.** YIV2014:n osassa 8 ”Inframallien laadunvarmistus” kerrotaan miten suunnitelmamalli tarkastetaan ja eri toimijoiden osuus tarkastuksessa. On selvittävää, tarvitsevatko tutkitut vaihtoehdot laadunvarmistusta.

**Tulokset.** Lopputuloksena yleissuunnitteluohjeen (Liikennevirasto, 2010) mukaan ovat vaihtoehtojen suunnitelmaratkaisut ja niiden vaikutusarvioinnit. Perinteisesti vaihtoehtoja havainnollistetaan raportissa pienimittakaavaisilla karttakuvilla. Raportissa tarvittavien kuvien ja karttojen tarve kannattaa siis ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa ja valita vaihtoehtojen esittämiskarttojen esitystapa ja mittakaava sen mukaisesti. On selvittävää, muuttuvatko vaihtoehtojen esitystapa ja tulokset tietomallinnuksen myötä.

**Dokumentointi.** Yleissuunnitteluvaiheessa (Liikennevirasto, 2010) tehdyt vaihtoehtotarkasteluiden mallit sekä viimeisteltäväksi valitun vaihtoehdon malli sisällytetään lopulliseen luovutusaineistoon. YIV2014:n osassa 5 ”Rakennemallit” kerrotaan, mitä siirretään seuraavaa suunnitteluvaihetta varten. Suunnitelma-asioista tallennetaan väyliä geometriatiedot, alustavat aluerajaukset taiteviivana ja tien pinta. Lisäksi kerrotaan, missä muodossa ne tallennetaan ja toimitetaan eteenpäin.

### 4.3.3 Vaikutusten arviointi

**Tehtävät.** Yleissuunnitteluohjeen (Liikennevirasto, 2010) mukaan tulee tunnistaa tiehankkeen olennaiset vaikutukset ja valita mittarit vaikutusten arviointiin. Vaikutusten arviointia on käsitelty kaikissa tietomalliohjeissa niukasti. YIV2014 kertoo, että vaikutusten mallintamista harkitaan hankekohtaisesti. YIV2014:n osassa 4 mainitaan vaikutusten arviointi johdannossa seuraavasti: ”Suunnittelun aikana tehdään usein lopputilannetta koskevia vaikutusarvioita, kuten melu- ja värinäselvityksiä sekä muita ympäristövaikutuksia kuvaavia selvityksiä. Monet näistä tiedoista ovat paikkatietosidonnaisia ja niitä tullaan hyödyntämään seuraavissa suunnitteluvaiheissa.” Kuitenkaan ei kerrota vielä miten nämä käsitellään ja dokumentoidaan.

**Tulokset.** Yleissuunnitteluohjeen (Liikennevirasto, 2010) mukaan tuloksena syntyy vaikutusarviot eri vaihtoehdoista osa-alueittain sekä yhteenveto vaikutustarkasteluista. YVA-hankkeissa syntyy lisäksi arviointiohjelma ja -selostus. YIV2014:n ohjeista selviää, että tuloksena inframalliin syntyvät vaikutusalueiden rajaukset, joita voivat olla esim. liikennemelualueen rajat, liikenteen päästömallinnuksen tuottamat leviämisalueiden rajaukset, pohjaveden alentamisen vaikutusalueen rajat ja värinän vaikutusalueen rajat. Vielä ei tiedetä, voidaanko vaikutusten arvioinnissa hyödyntää tietomalleja jollain muulla tavalla kuin esittää aluerajauksia, ja sitä on tarkoitus pohdita tässä työssä. Myöskään mallien ominaisuustietojen hyödyntämistä analyyseissa ei ole käsitelty.

### 4.3.4 Valitun vaihtoehdon viimeistely

**Tehtävät.** Yleissuunnitteluohjeiden (Liikennevirasto, 2010) mukaan tehtävät tässä vaiheessa ovat: lähtötietojen täydennys, suunnitelman laatiminen ja vaikutustarkastelujen täydentäminen. Lisäksi laaditaan vaiheittain rakentamissuositus ja tarkennetaan alustava kustannusarvio. YIV2014:n mukaisesti voidaan rinnastaa tehtäviksi lähtötietomallin täydennys ja suunnitelmamallin laatiminen ja vaikutustarkastelujen täydentäminen malliin. YIV2014 soveltuukin pääasiassa tähän vaiheeseen. Suunnitelmamallin tarkkuusvaatimukset on esitetty eri tekniikkalajeille, osamalleille, YIV2014:n eri osissa. Liikenneviraston tietomalliohjeessa ”Tiehankeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta” (Liikennevirasto, 2014d) on määritelty tekniikkalajeittain suunnitelmamallin luovutusaineisto. Työskentely suunnitteluprojekteissa organisoidaan yleensä tämän jaottelun mukaisesti.

**Väylä.** Tien osamallille eri suunnitteluvaiheissa annetaan ohjeita YIV2014:n osassa 5: yleissuunnittelussa valitusta vaihtoehdosta laaditaan rakennemalli, jossa on kuvailtu mitkä geometriat ja pinnat tietomallin tulee sisältää (päällyste, ylin ja alin pinta) sekä minkälainen rakennemalli laaditaan eri osuuksille (maaleikkaus/penger/kalliorakenne, rakennepaksuus vastaa edustavaa pohjamaata). Liittymien mallinnuksesta kerrotaan, ettei liittymäalueilla taiteviivoja tarvitse viimeistellä jatkuviksi. Kuivatukseen liittyvät ojat ja luiskat mallinnetaan myös, mutta niiden esittämistä havainnollisesti ei ole käsitelty tietomalliohjeissa. Kuitenkin yleissuunnitelman pituusleikkauksissa kuivatuksen periaatteet on perinteisesti esitetty havainnollisesti kartan yläosassa.

**Järjestelmät.** Järjestelmien mallintamiseen annetaan ohjeita YIV2014:n osassa 6 ”Järjestelmät”. Niihin kuuluvat mm. vesihuolto, sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, sekä lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät. Järjestelmät nimetään INFRA 2006:n rakennusosa- ja hankenimikkeistön luvun 30000 mukaisista rakennusosista, joista on kerrottu sijaintimerkintätapa ja ilmoitettavat ominaisuudet. Ohjeessa ei kuitenkaan kerrota, mitkä rakennusosat mallinetaan missäkin suunnitteluvaiheessa. Kaikkia ominaisuuksia, kuten kaivon kokoa ja materiaalia tuskin tarvitsee määrittää yleissuunnitteluvaiheessa.

**Georakenteet.** Georakenteiden mallintamisen yleisohjeena on, että tietomalliin sisällytetään merkittävät pohjanvahvistukset ja massanvaihdot sekä kallioleikkaukset ”riittävällä tarkkuudella ja havainnollisesti”. YIV2014:n osassa 4 kerrotaan, mitä pohjanvahvistustoimenpiteitä esitetään mallissa yleissuunnitteluvaiheessa (merkittävät massanvaihdot, paalukentät ja paalulaatat, stabilointikentät ja merkittävät routasuojaukset). Nämä esitetään mallissa alueina tai avaruuskappaleina.

**Sillat.** Siltojen mallintamisen yleisohjeena on, että tietomalliin sisällytetään silta ja siltapaikat ”riittävällä tarkkuudella ja havainnollisesti”. YIV2014:n osassa 4 kerrotaan, että ”silloista mallinetaan näkyvissä olevat rakenteet ja varusteet sekä siltaan liittyvät maastorakenteet” sekä viitataan Liikenneviraston tietomalliohjeisiin (Liikennevirasto, 2014c), joista löytyy ohjeistus kattavammin. Lisäksi tarkemmin mallinnettavat rakennusosat eri suunnitteluvaiheissa löytyvät YIV2014:n osasta 7.

**Ympäristö.** Ympäristöalalla mallintamisen yleisohjeeksi annetaan, että periaatteet on esitettävä ”riittävällä tarkkuudella ja havainnollisesti”. YIV2014:n osassa 4 kerrotaan, että kasvillisuus voidaan esittää alueobjekteina, joille on annettu riittävästi ominaisuustietoja. Mallinnettavat ympäristörakenteet eri suunnitteluvaiheissa on esitetty YIV2014:n osassa 7 (melu ja värinärakenteet).

**Väylien varusteet ja turvalaitteet.** Liikenteenohjauslaitteet ja valaistus mainitaan mallinnettavien asioiden yleisohjeessa. YIV2014:n osassa 4 myöhemmin kuitenkin kerrotaan, ettei liikenteenohjauslaitteita ja tiekaiteita tms. tarvitse mallintaa yleissuunnitelmavaiheessa. Osassa 4 kerrotaan myös, että valaistuksen periaatteet voidaan esittää esim. alueina, joilla on ominaisuustietoja.

**Muut asiat.** Mallinnettavien asioiden yleisohjeessa mainitaan myös muut asiat, joilla on merkitystä kustannusten ja havaittavuuden kannalta. Näitä asioita ovat mm. YIV2014:n osassa 4 myöhemmin käsiteltävät johdot ja laitteet, purettavat ja siirrettävät rakenteet sekä työnaikaiset rakenteet.

**Laadunvarmistus.** YIV2014:n osassa 8 kerrotaan toimijoiden tehtävät laadunvarmistuksen osalta, suunnitelmamallin tarkastamismenetelmä ja suunnitelmadokumenttien tarkastaminen, siinä kuitenkin todetaan vain, että ”tietomallin laadunvarmistuksen kautta myös suunnitelmadokumenttien laatu ja toteutuskelpoisuus paranee”. Mallin jatkuvuudesta ja laadunvarmistuksesta yleissuunnitteluvaiheessa kerrotaan YIV2014:n osassa 5, ettei esimerkiksi liittymäalueilla taiteviivoja tarvitse viimeistellä jatkuviksi, lisäksi viitataan osaan 8 ”Inframallin laadunvarmistus”.

**Tulokset.** Tulokset vastaavat lopullista aineistoa suunnitelmadokumentteineen. Tietomallinnuksen osalta tässä vaiheessa tuloksena on eri tekniikkalajien tietomallit ja yhdistelmämalli, kenties myös esittelymalli. Tietomalliohjeistus ei ota kantaa siihen, korvaavatko tietomallit perinteiset suunnitelmapiirustukset vai kulkeeko malliaineisto omana osanaan luovutusaineistossa. Olisi hyvä listata ohjeisiin, mitkä laadittavat asiakirjat voidaan tuottaa tietomallista ja miten ne esitetään. Lisäksi perinteisillä suunnitelmakartoilla on esitettävä paljon asioita, joita ei yleissuunnittelussa tarvitse mallintaa, kuten keskikorokkeet, liikennevalot tms. Jos tietomalli korvaa perinteiset suunnitelmakartat, on kerrottava, miten nämä pienetkin asiat esitetään mallintamalla.

## 4.4 Kustannussuunnittelu ja kustannusten arviointi

Määrälaskentaa ja kustannusarviota käsitellään YIV2014:n osassa 9 ”Määrälaskenta ja kustannusarvot”. Jotta määrälaskentaohjeen mukaisia määriä voidaan laskea suoraan tietomallista, tietomallin objektit on kuvattava valitun nimikkeistöjärjestelmän ohjeiden ja sääntöjen mukaisesti. Tämä on osan 9 ensimmäinen vaatimus ja lähtökohta mallipohjaiselle määrälaskennalle.

**Tehtävät.** Yleissuunnitteluohjeiden (Liikennevirasto, 2010) mukaan laaditaan vaihtoehtojen vertailussa hankeosalaskentaan perustuvat alustavat kustannusarvot. Vaihtoehtojen valinnan jälkeen päivitetään kustannusarviota, kun suunnitteluratkaisut tarkentuvat. Vaihtoehtojen vertailuun YIV2014 ei ota kantaa, vaan ohjeet koskevat lopullisen mallin tarkkuutta.

**Tarkkuus.** Yleissuunnitelman kustannusarvio laaditaan yleensä hankeosatarkkuudella. Merkittävästi kustannuksiin vaikuttavien erien osalta käytetään rakennusosalaskentaa. Tietomallipohjainen määrälaskennan tarkkuus määräytyy YIV2014:n osista 5, 6 ja 7 ”Rakennemallit”. Yleissuunnittelun osalta YIV2014:ssä todetaan, että ”Tällä hetkellä koko kustannusavion laatiminen yleissuunnittelun mallin pohjalta johtaa liian raskaaseen mallintamiseen yleissuunnitteluvaiheessa.” Tämä tarkoittaa sitä, ettei esimerkiksi siltojen kaikkia osia ole järkevää mallintaa yleissuunnitteluvaiheessa.

YIV2014:n osasta 4 tulee ilmi, että yleissuunnittelua seuraavassa tiesuunnitteluvaiheessa kustannusarvio laaditaan rakennusosatarkkuudella, jolloin mallipohjainen suunnittelu mahdollistaa tarkemman ja nopeamman tarkastelun eri vaihtoehtojen välillä. Yleissuunnitteluvaiheessa vaihtoehtojen kustannuksia ja riskejä ei ole mainittu.

Lisäksi YIV2014:n osassa 1 ”Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen” todetaan, että ”Tätä ohjetta kirjoitettaessa ei ole olemassa vakiintuneita tapoja hankkeen määrä- ja kustannushallinnan mallipohjaiseen hoitamiseen tai esimerkiksi hanke- ja rakennusosalaskentajärjestelmien täydelliseen kytkentään tietomallipohjaisiin suunnittelu- ja järjestelmiin.”

**Laadunvarmistus.** Konsultti tarkastaa laskelmien oikeellisuuden. YIV2014:n osassa 9 kerrotaan lisäksi tarkastusmenetelmästä: laskennassa mukana olevat rakennusosat visualisoidaan malliin laskennan kattavuuden arvioimiseksi. Visualisointia verrataan esimerkiksi mallin piirustuksiin.

**Tulokset.** Yleissuunnitteluohjeiden (Liikennevirasto, 2010) mukaan tuloksena on yleissuunnitelman ja sen eri toteutusvaiheiden alustava kustannusarvio ja mahdolliset kustannusjakokohteet, määräluettelo ja kustannusarvio sekä riskit. YIV2014:n osassa 9 todetaan, että ”määrälaskennan lopputuloksena syntyy määräluettelo, joka toimitetaan edelleen kustannuslaskentaan ja muuhun käyttöön tilaajan edellyttämällä tavalla jäsenneiltyä.” Lisäksi mainitaan, että mallipohjainen laskenta antaa mahdollisuuden havainnollistaa määriä uudella tavalla. Kuitenkaan ei oteta kantaa siihen, mitä nämä uudet tavat ovat.

**Dokumentointi.** Yleissuunnitelmaraportissa esitetään kustannusarvion yhteenveto, riskivaraukset ja kustannusjakokohteet ja aineistoon lisätään yksityiskohtaisemmat kustannuslaskelmat. (Liikennevirasto, 2010) YIV2014 ei mainitse, miten mallipohjainen määrälaskenta dokumentoidaan ja esitetään raportissa.

## 4.5 Raportointi ja dokumentointi

**Tehtävät.** Yleissuunnittelun keskeiset tulokset kootaan suunnitelmaraportiksi ja se toimitetaan kaikkine liitteineen paperisena sekä sähköisessä muodossa tilaajalle. Lisäksi kootaan kansio hallinnollista käsittelyä varten. (Liikennevirasto, 2010) Tietomallinnuksen osalta suunnitelmasta luovutetaan malliaineisto vaaditussa tiedostomuodossa (IM2/3, LandXML) sekä malliselostus, jonka yleinen sisältöohje esitellään YIV2014:n osassa 2 ”Yleiset vaatimukset”. Liikenneviraston tietomalliohjeesta (Liikennevirasto, 2013d) saadaan selville luovutusaineisto (lähtötietomalli ja metatiedosto, suunnitelmamalli ja metatiedosto sekä suunnitelmaselostus). Mallien luovutusaineistoon kuuluvat osa-alueet esitellään tarkemmin liitteenä. Esittelymalli (tässä ohjeessa virtuaalimalli) ja esittelymateriaali kuuluvat hankekohtaisesti sovittaviin asioiden listaan. Lopuksi yleissuunnitteluohjeiden mukaan tiedot tallennetaan projekti-kansioihin ja teknisiin työkansioihin: tämä tarkoittaa myös tietomalliaineistoa.

**Laadunvarmistus.** Konsultti tarkastaa raportit sisäisesti ennen niiden lähettämistä tilaajalle ja laaditaan hankekortti. Suunnitteluaineisto arkistoidaan. (Liikennevirasto, 2010) Tietomalliaineiston laadunvarmistus on esitelty YIV2014 osassa 8 eri toimijoiden osalta. YIV2014:n osassa 1 kerrotaan myös hieman luovutetun malliaineiston laadunvarmistuksesta tilaajan kannalta. Tietomallien arkistoinnista ei mainita YIV2014 ohjeistuksessa. Ainoastaan Liikenneviraston tietomalliohjeissa (Liikennevirasto, 2013d) mainitaan, että ”suunnitelmien ja toteutettujen kohteiden tietomallit ovat tietovarastoissa palvelimilla.”

**Tulokset.** Tietomalliohjeistus ei ota kantaa siihen, korvaavatko tietomallit paperiset suunnitelmapiirustukset. Olisi hyvä listata ohjeisiin, mitkä laadittavat asiakirjat voidaan tuottaa tietomallista ja miten ne esitetään. Kuitenkin Liikenneviraston tietomalliohjeessa (Liikennevirasto, 2013d) hankekohtaisesti sovittaviksi asioiksi on listattu tulostettavien piirustusten määrittely suunnitelmamallin lisäksi. Lisäksi kyseisessä ohjeessa mainitaan, että ”siirtymävaiheessa perinteinen paperidokumentaatio säilyy mallipohjaisen suunnittelun rinnalla ja sen määrää pyritään asteittain vähentämään, kun teknologia ja työskentelytavat muuttuvat.”

## 4.6 Yleissuunnitelman tarkastaminen ja hyväksyminen

Hankevastaava ja tilaajan asiantuntijat tarkastavat suunnittelutyön tuotevaatimusten mukaisuuden toteamiseksi. Lopuksi tilaaja vastaanottaa eli hyväksyy työn, minkä jälkeen konsultti luovuttaa suunnitelman tilaajalle ja toimeksianto katsotaan päättyneeksi. Suunnitelman hyväksymistä varten konsultti toimittaa ennakkotarkastusmateriaalin sekä sovitut laatudokumentit tilaajalle sekä muille suunnitteluosapuolille kommentoitaviksi. Suunnittelutyön päätyminen todetaan loppukokouksessa. (Tiehallinto, 2001) Tilaajan tarkastusmenettelyistä kerrotaan tarkemmin Liikenneviraston ohjeessa ”Hyväksymispäätöksensittely: Tie- ja ratahankeiden suunnitelmien käsittelyohje” (Liikennevirasto, 2011a). YIV2014:n osassa 8 ”Inframallin laadunvarmistus” kerrotaan laadunvarmistusmenettelyt ja tarkastaminen eri vaiheiden inframalleille (lähtötietomalli, suunnitelmamalli, toteutusmalli, toteumamalli ja ylläpitomalli). Lisäksi annetaan tarkastuslomakkeet eri suunnitteluvaiheiden inframalleille.

Hallinnollinen käsittely sisältää kunnan nähtäväksi asettamisen, lausuntojen hankkimisen ja yleisesti nähtävänä olleen suunnitelman muuttamisen (Tiehallinto, 2008). Raportti palvelee ensisijaisesti hankkeen käsittelyvaihetta ja hankearvioinnin yhteenvedo päätöksentekoa. Tietomalliohjeistus ei puutu hyväksymisprosessiin. Liikenneviraston tietomalliohjeessa (Liikennevirasto, 2013d) mainitaan kuitenkin, että ”tietyiltä osin suunnitelmat tullaan todennäköisesti hyvin pitkään dokumentoimaan paperille (esim. pdf- formaattiin) mm. juridisista, hallinnollisista ja hyväksymismenettelyihin liittyvistä syistä.”

## 4.7 Yhteenvedo

Ohjeiden vertailu on melko haastavaa, koska ohjeet ovat vielä luonnoksia ja sisällön harmonisointi on kesken. Tässä vaiheessa YIV2014:n sisältö on yleissuunnittelu-prosessiin nähden melko hajallaan, koska ohjeet palvelevat niin laajaa aluetta (eri suunnitteluvaiheet, eri toimijat, eri tekniikkalajit). Tehtävät ja dokumentointiohjeet yleissuunnitteluprosessin eri vaiheissa ovat kuitenkin löydettävissä ja pääteltävissä. Yhteenvedo eri yleissuunnittelun päävaiheista on koottu taulukkoon 7.

YIV2014 määrittelee yleissuunnittelun lopullisten suunnitelmamallien tarkkuuden melko hyvin, mutta vaihtoehtojen mallintamista ei käsitellä. Mallintamisen laajuus on hankekohtaista. Tietomallinnuksen käyttötarkoitus on esitetty lähinnä tie- ja rakennussuunnitelmia varten, mutta ohjeissa ei ole eritelty mikä on tietomallien käyttötarkoitus juuri yleissuunnittelussa. Laadunvarmistus on esitetty tietomalliohjeissa melko kattavasti: yhteenkootusti ja erikseen eri osissa. Ainoastaan vaikutusten arvioinnin ja vaihtoehtotarkastelujen osalta ei ole käsitelty laadunvarmistusta.

YIV2014 inframallivaatimuksissa tarjouspyynnön sisältöä on käsitelty niukasti. Suunnittelun hankintaa varten pitäisi määritellä mallinnuksen käyttötarkoitus yleissuunnittelussa. Esimerkiksi käyttötarkoitus vaikutusten arvioinnissa ja vaihtoehtojen vertailussa on määrittelemättä. Tämän jälkeen on harkittava, miten ne ilmaistaan hankinta-asiakirjoissa. Olisi hyvä koota esimerkki siitä, miten tietomallinnus näkyy hankinta-asiakirjoissa. Hankekohtaisesti sovittavia asioita löytyi useita, mutta kaikkia ei ole listattu Liikenneviraston tietomalliohjeisiin (Liikennevirasto, 2013d).



Osallistumista ja vuorovaikutusta on käsitelty pääasiassa YIV2014:n osassa ”Havainnollistaminen”. Se kertoo kuitenkin vain tietomallinnuksen hyödyntämisestä teknisessä ja esittävässä havainnollistamisessa, muita tietomallin käyttömahdollisuuksia osallistumisessa ja vuorovaikutuksessa ei käsitellä.

Pisimmälle viety tietomalliohjeistus koskee lähtötietoja (YIV2014:n osa 3). Lähtötietojen tarkkuudesta on annettu kattavasti ohjeita eri tekniikkalajeittain. Tietomallinuso-ohjeista ei tule vielä ilmi, miten tietomallinnusta voidaan hyödyntää lähtötietojen analysoinnissa, joka tarkoittaa lähtötiedoista laadittavia karttaesityksiä, taulukoita ja kirjallisia yhteenvetoja.

Vaihtoehtojen vertailua ei ole käsitelty yleissuunnittelun osalta tietomalliohjeistuksessa. Ensinnäkin olisi hyvä selvittää tarvitseeko vaihtoehtoisille linjauksille määritellä sisältövaatimuksia tietomalliohjeissa. Sen jälkeen tulisi selvittää, mitkä vaihtoehdot ja vaikutukset mallinnetaan, tavoitteet ja hyödyt vaihtoehtojen mallinnuksesta ja miten päätöksentekijät siitä hyötyvät. Sen jälkeen tulisi miettiä, mikä on riittävä mallinnuksen tarkkuus ja miten vaihtoehdot halutaan esittää. Lopuksi on mietittävä laadunvarmistusta ja dokumentointia.

Vaikutusten arviointia on käsitelty niukasti tietomalliohjeistuksessa yleissuunnitteluvaiheessa. On jo selvillä, että vaikutuksista mallinnetaan aluerajaukset, mutta olisi selvitettävä, miten muuten mallinnusta voitaisiin käyttää vaikutusten arvioinnissa. Ominaisuustietojen hyödyntämistä analyyseissä ei ole käsitelty.

Valitun vaihtoehdon mallintamista on käsitelty kattavasti tietomalliohjeistuksessa. Toisaalta ei ole puututtu siihen, korvaako tietomalli suunnitelmapiirustukset ja kartat tai muun informatiivisen aineiston. Suunnitelmapiirustuksissa esitetään kuitenkin paljon asioita, joita ei mallinneta yleissuunnittelussa, kuten keskikorokkeet tai kaitteet, tai kuivatuksen periaatteet. Jos tietomalli korvaa suunnitelmaportaat, olisi kerrottava mistä ei-mallinnettavat asiat nähdään ja miten ne esitetään. Lisäksi järjestelmien osalta (YIV2014:n osa 7) ei ole eroteltu, mitkä ominaisuudet mallinnetaan eri suunnitteluvaiheissa, vaan ne viittaavat rakennussuunnitteluvaiheeseen. Muissa osissa (5-6) kerrotaan mallinnettavat rakennusosat vaiheittain.

Raportointi ja dokumentointi luovutettavasta materiaalista yleissuunnitteluvaiheessa kerrotaan eri YIV2014:n osissa hieman eri otsikoilla, mutta ne löytyvät kootusti Liikenneviraston tietomalliohjeesta. Tietomallien rooli perinteisiin suunnitelmapiirustuksiin verrattuna on hieman epäselvä. Ohjeet eivät kerro myöskään mitään tietomalliaineiston arkistoinnista.

Tietomallipohjaisen määrä- ja kustannusarvion hyödyntäminen yleissuunnittelussa on vielä melko epäselvää. Lopullisen kustannusarvion laatiminen mallin pohjalta yleissuunnitteluvaiheessa johtaa liian raskaaseen malliin, joten on harkittava voidaanko mallia käyttää vaihtoehtojen kustannusten laadintaan lainkaan. Vaihtoehtojen kustannuksiin tietomalliohjeet eivät ota kantaa. YIV2014 ei kerro, miten mallipohjainen määrälaskenta dokumentoidaan ja esitetään.

Taulukko 7. Yhteenveto tietomalliohjeistuksesta verrattuna yleissuunnitteluohjeisiin.

Hankinta	Käyttötarkoitus yleissuunnittelussa määrittelemättä. Hankekohtaisesti sovittavat asiat -listassa puutteita.
Osallistuminen ja vuorovaikutus	Käsitellään pääasiassa havainnollisuuden kannalta, muita käyttömahdollisuuksia ei käsitellä.
Lähtötiedot	Ominaisuustietojen hyödyntämistä eri lähtötietojen analyyseissä ei ole käsitelty.
Vaihtoehtojen vertailu	Ei käsitellä yleissuunnittelun osalta. Olisi hyvä käsitellä käyttötarkoitus, laadunvarmistus, tarkkuustaso, määrien ja kustannusten arviointi sekä dokumentointi ja esitystapa.
Vaikutusten arviointi	Käsitellään niukasti. Olisi hyvä käsitellä käyttötarkoitus, laadunvarmistus sekä dokumentointi ja esitystapa.
Valitun vaihtoehdon viimeistely	Käsitelty kattavasti eri suunnitteluvaiheissa, paitsi järjestelmien osalta. Ei selviä, miten ei-mallinnettavat asiat esitetään karkealla tasolla.
Raportointi ja dokumentointi	Kerrotaan, mutta ei yhtenäisesti. Tietomallien rooli perinteisiin piirustuksiin hieman epäselvä. Ei kerrota tietomallien arkistoinnista.
Määrä- ja kustannuslaskenta	Mallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta yleissuunnittelussa jää hieman epäselväksi, koska ollaan hankeosatasolla. Vaihtoehtojen kustannuksiin yleissuunnittelussa ei oteta kantaa.
Hyväksymismenettelyt	Hyödyntämistä hallinnollisessa käsittelyssä ja hyväksymismenettelyissä käsitellään niukasti.

## 5 Empiirinen tutkimus

### 5.1 Tutkimusasetelma ja haastateltavat

Työn empiirinen osuus koostui haastatteluista. Haastattelumenetelmä valittiin tutkimukseen, koska kysymyksessä on aihe, josta ei ole riittävästi tutkimusaineistoa. Lisäksi jo ennalta tiedettiin, että tutkimuksen aihe tuottaa monitahoisia vastauksia. Tutkimusmetodinä käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua. Teemahaastattelussa haastattelu kohdennetaan tiettyihin teema-alueisiin, jotka ovat kaikille samoja. Vastauksia ei ole sidottu vastausvaihtoehtoihin, vaan haastateltavat voivat vastata omin sanoin. Teemahaastattelu ei sido haastattelua kvalitatiiviseen tai kvantitatiiviseen tutkimukseen. Olennaisinta on, että yksityiskohtaisten kysymysten sijaan haastattelu etenee tiettyjen keskeisten teemojen varassa. (Hirsjärvi, 2006)

Osa haastatteluista suoritettiin englanniksi kyselylomakkeella, johon kysymykset muotoiltiin samalla tavoin kuin teemahaastattelun rungossa. Tähän päädyttiin ulkomaisten vastaajien kohdalla helpottamaan tiedon keruuta. Haastattelulla ja kyselylomakkeella on kuitenkin eroja; esimerkiksi kyselylomake ei anna tilaisuutta motivoida haastateltavia eikä salli täsmennyksiä kuten teemahaastattelu (Hirsjärvi, 2006).

Haastateltavat henkilöt valittiin yhdessä työn ohjaajien ja tilaajan kanssa. Valinnassa kiinnitettiin huomiota siihen, että he edustivat mahdollisimman monipuolisesti tutkitavan aihepiirin näkökulmia ja asiantuntemusta. Lähtökohtaisesti osa haastateltavista on ollut tekemisissä tietomallinnuksen kanssa, osa ei. Haastateltaviksi valittiin tasapuolisesti tilaajia ja konsultteja. Kansainvälistä näkökulmaa tuo paikallisten Liikennevirastojen edustajat Ruotsista ja Tanskasta. Tarkoitus oli saada mukaan myös edustaja Norjan liikennevirastosta, mutta useista yrityksistä huolimatta vastausta ei saatu. Haastateltavat henkilöt on lueteltu taulukoissa 8 ja 9.

Tutkimussuunnitelma toimitettiin haastateltaville henkilöille etukäteen, jotta he olisivat tietoisia haastatteluissa käsiteltävistä aihepiireistä ja ehtisivät miettiä asiaa ennakoon. Haastatteluissa esiin nousseet asiat käsiteltiin työssä luottamuksellisesti. Se ilmoitettiin haastateltaville henkilöille etukäteen. Näin haluttiin varmistaa, että haastateltavat esittivät omia ja aitoja mielipiteitään. Haastattelut nauhoitettiin.

Haastattelujen avulla pyrittiin syventämään tietomallinnuksen ymmärrystä, selvittämään tietomallinnuksen tarve yleissuunnittelussa ja sen eri vaiheissa, sekä löytämään vastaukset luvun 4 esille tulleisiin ohjeistuksen puutteisiin. Joka teeman alussa haastateltavilta kysyttiin nykyisiä ongelmia ja haasteita kyseisellä sektorilla, jonka jälkeen haastateltava sai arvioida itse, voisiko tietomallinnus auttaa niissä.

Tutkimuksessa alustavaa analysointia tehtiin jo haastattelujen aikana. Aineiston käsittelyn osatehtäviä olivat luokittelu, analysointi ja tulkinta.

Teemat olivat seuraavat:

- Yleistä
- Lähtötiedot
- Vaikutukset
- Vaihtoehtojen vertailu
- Osallistuminen ja vuorovaikutus
- Dokumentointi, arkistointi ja hyväksyminen

*Taulukko 8. Haastatellut konsultit ja tutkijat*

<b>Pvm</b>	<b>Haastateltava</b>	<b>Työnantaja</b>	<b>Tehtävänimike</b>
28.5.2014	Rauno Tuominen	Sito Oy	Tiejohtaja (yleissuunnittelu)
16.5.2014	Pekka Vehniäinen	Sito Oy	Projektipäällikkö (aluesuunnittelu)
4.6.2014	Jouni Lehtomaa	Ramboll	Toimialapäällikkö (liikenne)
27.5.2014	Niklas von Schantz	Ramboll	Tietomallinnuksen kehitysjohtaja / projektipäällikkö
15.5.2014	Anssi Savisalo	FCG	Johtava konsultti (aluesuunnittelu)
20.5.2014	Taina Klinga	Sito Oy	Vanhempi asiantuntija (ympäristöpalvelut)
30.5.2014	Vishal Singh	Aalto-yliopisto	apulaisprofessori (talosuunnittelu)

*Taulukko 9. Haastatellut tilaajat Suomesta, Ruotsista ja Tanskasta*

<b>Pvm</b>	<b>Haastateltava</b>	<b>Työnantaja</b>	<b>Tehtävänimike</b>
28.5.2014	Joona Peltoniemi	ELY-keskus/ Pohjois-Savo	Projektivastaava
13.6.2014	Janne Ponsimaa	ELY-keskus/ Etelä-Pohjanmaa	Projektipäällikkö
20.5.2014	Juha Laamanen	Ely-keskus/ Kaakkois-Suomi	Hankesuunnitteluryhmän päällikkö
3.6.2014	Kirsi Rontu	Kuntaliitto	Yhdyskuntatekniikan päällikkö
3.6.2014	Pauliina Kuronen	Espoo	Projektipäällikkö (tiet)
12.6.2014	Ville Alajoki Kati Kiyancicek (Parihaastattelu)	Helsinki (HKR)	Projektinjohtaja (sillat) Projektinjohtaja (kadut)
24.6.2014	Charlott Andersson	Trafikverket (Ruotsi)	BIM- projektikoordinaattori/ projektipäällikkö
6.6.2014	Søren Hauge Krabbe	Vejdirektoratet (Tanska)	(yhdyskuntatekniikan insinööri)

## 5.2 Haastateltujen taustatiedot

Haastattelujen analysoinnissa käytettiin apuna nelikenttää. Haastattelujen alussa kartoitettiin vastaajan taustaa tietomallinnuksen tuntemisesta kahdella kysymyksellä:

- Kuinka tuttua tietomallinnus teille on?
- Oletteko olleet mukana tietomallipohjaisissa hankkeissa?

Tietomallinnuksen tuttuus ja tietomallipohjaisten hankkeiden kokemus jaettiin nelikenttään ja vastaajat jaettiin näiden perusteella eri ryhmiin taulukossa 10. Nelikentän ulottuvuudet ovat:

- Ei paljon kokemusta: on ollut mukana yhdessä tai ei yhdessäkään tietomallipohjaisessa suunnitteluhankkeessa (tarkoitetaan hankkeita, joissa on käytetty uusia tietomalliohjeita)
- Hyvin paljon kokemusta: on ollut mukana useissa tietomallipohjaisissa hankkeissa
- Ei kovin tuttua: haastateltavan itse määrittelemä kokemus tietomallinnuksen tuntemuksesta
- Hyvin tuttua: on osallistunut aktiivisesti tietomallinnuksen kehittämiseen

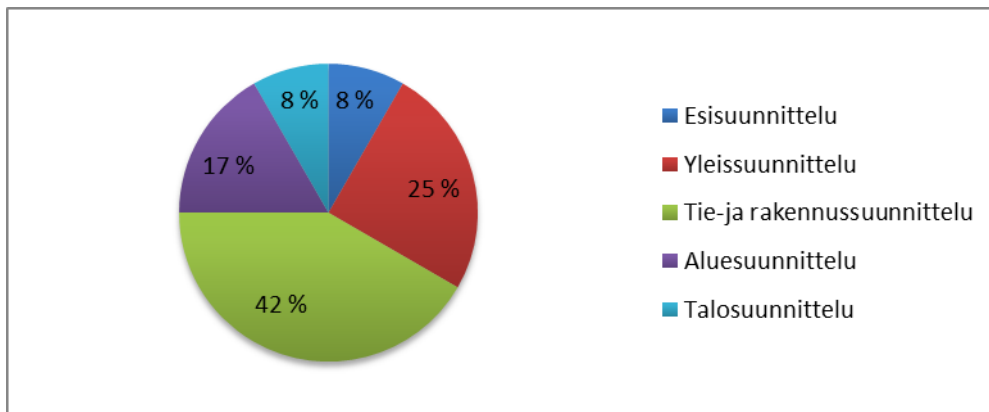
Taulukko 10. Nelikenttäjako

Tietomallinnus	Ei paljon kokemusta	Hyvin paljon kokemusta
Ei kovin tuttua	RYHMÄ 1 (5 henkilöä)	
Hyvin tuttua	RYHMÄ 2 (4 henkilöä)	RYHMÄ 3 (5 henkilöä)

Vastaukset esitetään ryhmittäin, paitsi nykyisten ongelmien kohdalla tai niiden kysymysten kohdalla, joihin saatiin vain muutama vastaus. Pohjoismaisten tilaajien vastauksia ei ole jaoteltu edellä kuvailtuihin ryhmiin, vaan niihin viitataan erikseen. Suorat lainaukset teemahaastatteluista on esitetty erikseen laatikoissa.

Vastaajien taustasta kartoitettiin myös, minkälaisien hankkeiden kanssa he ovat pääasiassa tekemisissä (kaavio 1). Vastaajien tämän hetkiset näkemykset tietomallinnuksen tarpeesta yleissuunnittelussa sekä sitä, miten tietomallinnus muuttaa suunnitteluprosessia esitellään ensin. Tämän jälkeen esitellään eri teemojen vastaukset.

Kaavio 1. Vastaajien kokemus eri suunnittelualoilta



Onko tarpeellista siirtyä tietomallinnukseen yleissuunnittelussa ja miten se vaikuttaa suunnitteluprosessiin?

RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

”Yleissuunnitelmavaiheessa tehty jo kauan tietomallinnusta tavalla tai toisella”

”Vähän liikaa yleissuunnitteluvaiheessa”

”Enemmän suunnitelmia havainnollistava työkalu”

”Kannattaa jos tietomallinnus viedään koko hankkeen läpi”

”Mitä se tietomallinnus nyt sitten on, onko 3D-esittämistä vai tiedonhallintaa”

Ryhmän 1 haastateltavat kokivat pääasiassa, että tietomallinnuksen tarve yleissuunnittelussa on vaikea määrittää. Eräs vastaajista esitti, että ohjeet ovat lähteneet yksityisuunnittelusta ja että tiedon tarkkuus on täten erilaista esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa ainakin ympäristönäkökulmista. Yksi vastaajista totesi, että vastaus riippuu siitä, tehdäänkö yleissuunnittelussa malli, jota asioiden tarkentuessa täydennetään seuraavissa suunnitteluvaiheissa, vai tehdäänkö havainnollistava 3D-malli eri tarkkuudella. Yleissuunnitteluvaiheessa tietomallinnus nähtiin enemmän suunnitelmia havainnollistavana työkaluna. Työmäärän kannalta ajateltiin, että tietomallipohjainen suunnittelu ei välttämättä kuulosta järkevältä. Kuitenkin olisi hyvä, jos tietomallintaminen kulkisi koko hankkeen elinkaaren läpi ja muutenkin olisi hyvä järkeistää nykytoimintaa. Aluesuunnittelun näkökulmasta tiedon järkevää hallinnointia tulisi käyttää ehdottomasti myös yleiskaavavaiheessa alusta saakka. Jos kysymys on kaiken tiedon 3D-mallintamisesta (building information model), niin sitä kannattaa käyttää vain silloin, kun siitä saavutetaan hyötyjä suunnitteluprosessissa (aikasäästöä, parempaa tiedonhallintaa, vähemmän virheitä, näyttävämpiä ja informatiivisempia tulosteita jne.). Jos 3D-mallintamisella ei saavuteta hyötyjä, ei siihen tulisi pakottaa.

Haastateltavat kokivat, että suurin muutos tulee olemaan se, että jos tietomallinnus saadaan jo alussa mukaan ja siihen varataan resursseja (lähtötietomalli kootusti), se helpottaa ja osittain muuttaa suunnittelusysteemiä ja sitä kautta kaikki olennaiset asiat saadaan tutkittua ja näytettyä yhden mallin kautta. Yksi vastaajista toi esille, että arkistointivaiheessa saatetaan ryhtyä puhdistaa tiedostoja ylimääräisistä tiedoista, jotka eivät ole relevantteja. Siihenkin vaiheeseen auttaa lähtötietojen järjestelmällinen käsittely. Toisaalta työtävät, työkalut ja niiden käyttö tulee viedä eteenpäin, jotta pystytään myös hyödyntämään luonnosvaiheen suunnittelua, tosin esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa ei ole resursseja tehdä asioita niin tarkasti. Tavallaan on tiedostettava ja tunnistettava keskeiset asiat, miltä kannalta tietomallia ja sen tarjoamia mahdollisuuksia käytetään hyväksi. Aluesuunnittelun näkökulmasta yleiskaava-vaiheessa koko kaupungin mallintaminen 3D:nä (tai valmiin laserkeilatun 3D-datan käyttäminen) ei ole välttämättä tarpeellista tai kustannustehokasta, kun suurin osa datasta on 2D-kaaviopohjaista. Erillinen 3D-malli visualisointia varten on kuitenkin usein tarpeen tehdä.

*RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)*

*”Suhtaudun skeptisesti hyötyihin yleissuunnitelmavaiheessa”*

*”On tarpeen jo esisuunnittelussa hahmottaa asioita 3-ulotteisesti, mutta ominaistiedon lisääminen ei ole niin välttämätöntä”*

*”Se parantaa laatua ja sujumista”*

*”On ehdottomasti tarve siirtyä tietomallinnukseen, jo maankäytöstä lähtien”*

Ryhmän 2 haastateltujen mielipiteet vaihtelivat. Yksi koki, että on strateginen tarve siirtyä tietomallinnukseen myös aikaisissa suunnitteluvaiheissa, sillä nyt pyritään eroon 2D-kartasta ja siirtymään 3D-kaupunkimalliin. Toinen vastaajista ihmetteli, miksi vasta nyt tienrakennusalalla ollaan siirtymässä tietomallipohjaiseen suunnitteluun, kun 3-ulotteista suunnittelua on ollut jo pitkään. Se ei välttämättä koske kaikkia vaiheita jokaisessa kohteessa, mutta jo esisuunnittelussa on tarpeen hahmottaa suunnitelmia siten, että niitä voidaan joko havainnollistaa tai siirtyä virtuaalitilaan. Kuitenkaan ominaistiedon lisääminen malliin ei aina ole niin välttämätöntä. Olisi hyvä, jos malli olisi käytössä koko hankkeen elinkaaren ajan: silloin on helpompi jatkaa suunnittelua seuraavassa vaiheessa. Etenkin lähtötietojen kerääminen on aina työläs vaihe varsinkin, jos konsulttitoimisto vaihtuu välillä. Yksi tilaajista toi myös esille negatiivisen kokemuksen, joka ei mennyt odotusten mukaisesti. Eräessä tilatussa tietomallipohjaisessa hankkeessa käytettiin edelleen paperikarttoja ja 2D-kuvia suunnittelun edetessä, ja vasta lopussa tuotettiin lopullinen 3D-malli. Syynä saattoi olla se, että tehtiin mahdollisimman vähän työtä, ennen kuin lopulliset ratkaisut päätettiin. Tilaajan näkökulmasta ainut iso hyöty nähtiin olevan lähtötietomallista. Olisikin hyvä, jos suunnittelun edetessä oltaisiin koko ajan 3D-ympäristössä, jolloin hankekokouksissa voitaisiin hyödyntää malleja vaihtoehtojen tarkastelussa ja päätöksenteon tukemisessa.

Osa vastaajista koki, että perinteiseen suunnitteluun nähden yleissuunnitteluvaiheessa saadaan tietomallinnuksen avulla havainnollisempia kuvia, vaikka perinteisestikin suunnittelussa on ollut 3-ulotteisuutta. Aikaisemmin kun siirryttiin käsillä piirtämisestä tietokoneella tehtävään suunnitteluun, niin samalla tavalla nyt siirrytään 2D-

maailmasta 3D-maailmaan. Eräs haastateltavista pohti, ettei jatkossa ole kuitenkaan hyvä pitää kahta erilaista systeemiä yllä, esimerkiksi vain pienet hankkeet perinteisellä tavalla ja vain suuret mallintamalla. Kaikessa suunnittelussa pitäisi olla sama tietomallipohjainen suunnittelu. Menetelmät on otettava käyttöön, kun ne ohjeistetaan. Tilaajan kannalta tietomallinnus muuttaa prosessia siinä vaiheessa, kun suunnitteli-joilta pyydetään tarjouksia, muuten itse prosessi ei varsinaisesti muutu.

### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

*”Muuttaa lähinnä esitystapaa yleissuunnitteluvaiheessa”*

*”Ilman muuta aletaan hyödyntää yleissuunnitteluvaiheessa”*

*”Kohteen merkittävyys ratkaisee käytetäänkö tietomallinnusta yleissuunnittelussa”*

*”On tarve tietomallinnukselle yleissuunnittelussa, mutta se on vain uusi työkalu”*

*”On tarve tietomallinnukselle kaikilla suunnittelualoilla, se on tärkeää kaikessa yleissuunnittelussa”*

Ryhmän 3 kaikki vastaajat kokivat, että tietomallinnusta on tarpeen käyttää hankkeen alusta asti. Eräs vastaaja toi esille, että tietomallinnuksen ensisijainen tehtävä on tukea päätöksentekoa ja suunnitteluprosessia. Malli on jaettu tietolähde kohteesta, se on moniulotteinen ja sitä voi hyödyntää moniin eri tarkoituksiin. Tietomallinnus vaikuttaa koko prosessin aikaiseen yhteistyöhön eri tekniikka-alojen kesken, vuorovaikutukseen ulkopuolisten kanssa havainnollisuuden avulla riskienhallintaan. Yleissuunnittelussa tietomallinnus muuttaa prosessia varmasti enemmän kuin tie- ja rakennussuunnittelupuolella, koska yleissuunnitelmat on tehty yleensä paperilla tähän asti. Tiedon pitäisi kuitenkin siirtyä jatkossa seuraaviin vaiheeseen, jos tietomallinnusta ryhdytään käyttämään yleissuunnittelussa. Se vaikuttaa enemmänkin esittämiseen, mutta ainakin laadunvarmistus tulee myös muuttumaan, ja niihin tulee miettiä toimintatapa uudestaan.

Yksi haastateltavista totesi, että käytännössä asian voi nähdä vain uutena työkaluna. AutoCAD-suunnitteluunkin siirryttiin vaiheetta, ja vaikka vieläkin luonnostellaan paperille, niin nykyään AutoCAD:n käyttö on omaa toimintaa, vaikka se ei aluksi sitä ollutkaan. Tietenkin jossain vaiheessa pitää siirtyä sopivampiin työkaluihin, mutta pitää erottaa se, ettei mallintaminen välttämättä ole sitä, että käytetään 3D-rakennussuunnitteluohjelmistoa heti, vaan alkuvaiheessa se voi olla joku muu tapa toimia. Tärkeää on se, että tieto siirtyy eteenpäin jollakin muulla tavalla kuin piirustuksena. Esimerkiksi jos kartta-aineisto tehdään 2D:nä, niin sen voi edelleen tehdä, kunhan sitä ei tarvitse digitoida uudestaan. Ei ole kuitenkaan järkevää ylläpitää kahta erilaista systeemiä. Kun ensimmäisiä hankkeita, joissa kilpailuttaminenkin tapahtui mallin avulla, niin paperiset piirustukset vähentyivät huomattavasti.

Talosuunnittelun näkökulmasta tietomallinnus on tärkeää missä tahansa hankkeessa jo suunnittelun alusta alkaen, myös tiensuunnittelussa. Se on avain päätösten tekoon. On tärkeä ymmärtää, että tietomallinnus on laaja käsite. On tärkeä ymmärtää myös, minkälaista tietoa tarvitaan, miten tieto rakennetaan, esitetään ja organisoidaan sekä mitä sillä voidaan tehdä.



Aluesuunnittelun näkökulmasta tietomallinnus muuttaa suunnitteluprosessia ainakin vuorovaikutteisuuden osalta. Alkuvaiheessa korostuvat erilaiset työpajat ja iterointi, jolloin aineiston visuaalisuus on korkeassa arvossa (3D-mallit ja virtuaaliympäristö). Kun mennään eteenpäin suunnittelussa, alkaa korostua hiljalleen tarkkuus, määrällisyys ja mitattavuus. Mitä pitemmälle mennään, sitä kuivemmaksi ja tylsemmäksi aineisto muuttuu. Siinä mielessä mallipohjainen suunnittelu kääntää perinteisen suunnittelun pääläelleen: perinteisesti piirretään ensin 2D-luonnoksia ja lopuksi tuotetaan 3D-malli. Eli asia käännetään toisinpäin: ensin tehdään malli hyvin visuaalisesti ja vuorovaikutteisesti, ja se hiljalleen muuttuu ammattikielelle. Lisäksi kaikki olemassa oleva perustieto olemassa olevasta yhdyskuntarakenteen verkostoista ja toiminnoista on hyödyksi kaupunkisuunnittelussa. Lähtötietomallin kautta saadaan olemassa olevaa tietoa, jota voidaan sitten hyödyntää.

Pohjoismaiset tilaajat kannattivat myös tietomallinnuksen käyttöä aikaisissa tien-suunnitteluvaiheissa. Heidän mielestään on suotavaa ja järkevää kierrättää tietoja tiehankkeen suunnittelun alusta loppuun saakka.

## 5.1 Lähtötiedot hankkeissa

Luvun 4 ohjeiden vertailun päätelmänä oli, että pisimmälle viety tietomalliohjeistus koskee lähtötietoja (YIV2014:n osa 3). Lähtötietojen tarkkuudesta on annettu kattavasti ohjeita eri tekniikkalajeittain, mutta tietomallinnusohjeista ei tullut ilmi, miten tietomallinnusta voidaan hyödyntää lähtötietojen analysoinnissa ja mihin tarpeisiin lähtötietomallia voidaan käyttää.

*Onko lähtötietojen kanssa ollut ongelmia tai parannettavaa?*

Konsulttien maailmassa lähtötietojen keruussa on aina ollut ongelmia. Ne ovat eri tiedostomuodoissa tai erilaisilla teemakartoilla. Eräs vastaajista kertoi, että lähtötietojen yhteiskäyttö, esimerkiksi paikkatieto, on vaatinut tiedonsiirtoa eikä se aina onnistu, jolloin on aina tarvinnut tehdä ylimääräistä työtä. Sen mukaan mistä hankkeesta on kyse, on aika paljon olemassa olevaa tietoa, jota ei hyödynnetä. Esimerkkinä tästä ovat maaperätutkimukset kaupunkihankkeessa, joissa maaperätiedon ja sen ominaisuustiedon muodostaminen maalajikerrostumien ja kalliopintojen osalta vaatii paljon työtä, jotta voidaan muodostaa riittävää pohjaa suunnittelulle. Haastatteluissa tuotiin myös esille, että olemassa olevat johtotiedot ovat heikkoja sekä yleisten teiden että katujen osalta. Ainakin tällä hetkellä merkittävät kustannukset syntyvät johtosiirroista tai niiden saneerauksesta.

Tilaajien puolelta koettiin, että lähtötietojen osalta on jossain määrin ongelmia ja juuri siihen pitää kiinnittää huomiota. Monessa paikassa nimenomaan lähtötietojen tallentaminen on puutteellista. Usein jossain vaiheessa huomataan, että lähtötiedot ovat olleet puutteelliset, jotain puuttuu tai ne ovat olleet kokonaan vääriä. Eri virastoilla tai organisaatioilla saattaa olla aiempaa tietoa, mikä saadaan liian myöhään, vaikka sen pitäisi olla lähtötietoa. Vanhojen teiden parantamisessa joudutaan usein vanhan tien tieto kaivamaan arkistosta paperisena ja digitoimaan, kun on paljon vanhoja suunnitelmia, jotka eivät ole numeerisessa muodossa. Paljon tietoa on myös henkilöiden omassa päässä, ja sitä ei ole dokumentoitu minnekään.

Paikkatiedon kannalta on todella tärkeä asia kiinnittää huomiota lähtötietojen hankintaan, keräämiseen ja nimeämiseen, sekä luettelointiin ja dokumentointiin. Eräs vastaajista kertoi, että GIS-data on erilaista lähtötietoa muuhun nähden, koska aineisto pitää järjestää eri tavalla, jotta se toimisi. Sitä varten on yritetty sopia yhteisiä käytäntöjä paikkatiedon käyttäjien kanssa ja jotkin tavat ovat vakiintuneet. Kuitenkin koko ajan tulee erilaisia käytäntöjä paikkatiedon järjestämiseen ja käytön suhteen. Siihen liittyy paljon ongelmia, kun ei aina tiedetä missä lähtötieto on.

Aluesuunnittelun näkökulmasta lähtötietojen kerääminen ja suunnittelun hankinta on ylipäätään hyvin ongelmallinen ja haasteellinen prosessi, joka vaatii monipuolisesti kärsivällisyyttä sekä tilaajalta että konsultilta. Haasteena on kerätä aineistoa eri lähteistä, joista osa on julkisia ja osa ei, kuten esimerkiksi joukkoliikennetiedot. Tärkeää on saada ne tiettyyn järjestykseen. Yksi haastateltavista toi esille, että jos pystyttäisiin ottamaan enemmän huomioon olemassa olevaa rakennettua ympäristöä ja laitteistoa, pystyttäisiin kaavoittamaan kustannuksiltaan tehokkaampia ratkaisuja.

Talosuunnittelun näkökulmasta lähtötietojen analysointi voi olla ongelmallista monestakin syystä. Ongelmia saattaa syntyä, jos tiedon keruuta ei ole hyvin mietitty alussa ja sidosryhmät eivät ole selvillä siitä, mitä he voivat tehdä tiedolla. Tämän johdosta tietojen riittävyys voi olla ongelma lähtötietojen kanssa, etenkin jos jotain tietoa tietyn analyysin tekoon ei ole alkujaan kerätty tai data on tallennettu formaatissa, mikä ei sovi yhteen analyysityökalujen kanssa.

Pohjoismaisten vastaajien mielestä lähtötietoja on vaikea kerätä yhteen paikkaan ja käyttää systemaattista standardia. Ongelma on myös siinä, että vaikka käytössä on oikeat työkalut lähtötietojen analysoimiseen, niin organisaatiossa voi olla vain muutama, joka pystyy analysoimaan ja ymmärtämään lähtötietoja.

#### *Onko lähtötietomalli vastaus ongelmiin?*

Haastateltavien mukaan lähtötietomalli voi joissain tilanteissa olla ratkaisu. Mutta on asioita, joihin se ei välttämättä auta, esimerkiksi aina ei huomata pyytää kaikkea olennaista tietoa. 3D-esittämisen kannalta lähtötiedot ovat hyvin erilaisia, esimerkiksi maastomallista huomataan virheet helpommin, jos se on tehty 3D-maailmassa. Mutta on niin paljon muita lähtötietoja, mitä ei varmaan pitkään aikaan pystytä viemään 3D-maailmaan. Yleissuunnittelu on oikeastaan tärkein suunnitteluvaihe, silloin päätetään periaateratkaisut. Tällöin lähtötiedot tulisi koota järjestelmällisesti, vaikka tiedot tarkentuvat myöhemmin. Tähän lähtötietomalli on hyvä ratkaisu, sillä perinteinen lähtötietojen kokoaminen ei ole kuitenkaan välttämättä riittävän kokonaisvaltaista.

Lähtötietomalli tuo etuja kaikille. Lähtötietojen katselumallin avulla voidaan tarkastella ja muuttaa yhdessä tiettyä paikkaa. Paikkatietomaailmassa sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi tiedostojen nimeämisessä tai metatietojen ja koordinaattien dokumentoinnissa. Lähtötietomalli on järkevää laatia ja siihen kannattaa varata resursseja kaikissa lakisääteisissä yleissuunnitelmissa, koska silloin tehdään oleellisia vaihtoehtotarkasteluja. Se on syytä koota niin yleissuunnitteluvaiheessa kuin myöhemmissäkin vaiheissa; se on yhtä arvokas joka vaiheessa. Lähtötietomalli voidaan laatia, vaikka se olisi ”köyhän miehen lähtötietomalli”. Varsinkin isoissa hankkeissa se toisi ryhtiä. Eräs haastateltavista koki, että pienemmissä hankkeissa, joissa tehdään vain rakennussuunnitelma ilman yleissuunnitelmaa ja joissa sama konsultti tekee tie- ja rakennussuunnittelua, lähtötietomalli ei ole kuitenkaan niin tarpeellinen. Kuitenkin

mitä enemmän vaiheita on, sitä tärkeämpi se on. Tiedonhallinta on tärkeää jokaisessa hankkeessa, jossa on useampi vaihe.

Lähtötietomallin sisällössä yksi olennainen seikka on saada korkeustason tietoa esimerkiksi kaapeli- ja johtotiedoista, laitetiedoista ja yleensä maanalaisista rakenteista. Niiden tarkka mallinnus yleissuunnitteluvaiheessa ei ole vielä niin tärkeää, ellei kyseessä ole tietty kohde, esimerkiksi suuri maakaasukohde silloin, kun sitä joudutaan siirtämään.

Tavoitteiden mukaan pitää määritellä, mitkä ovat lähtötietomallissa esitettävät asiat; esimerkiksi yleissuunnittelussa puhelinjohdot eivät ole niin tärkeitä.

Lähtötietomalliprosessissa lähtötietojen hankinta ja muokkaus dokumentoidaan tarkasti ja sen pitäisi olla lähtökohtana seuraavassa suunnitteluvaiheessa. Lähtötietojen ei välttämättä tarvitse olla yhdessä mallissa, vaan niitä voidaan käyttää rajapintojen kautta. Esimerkiksi pohjakartta voidaan hakea maanmittauslaitokselta rajapintojen kautta, eli pohjakarttoja ei tarvitse ladata omalle serverille. Tulevaisuudessa kunnilla on vastaavia rajapintoja. Lähtötietojen 3D-mallintaminen ei ole niin tärkeää: oli ohjelma mikä tahansa, takana on sama aineisto. Virtuaalimalleja ei lähdetä erikseen rakentamaan, sillä se on eri asia. Visuaalisuus on tärkeää, mutta se voi olla myös tekstinä järjestämistä tai numerointia. Tilaaajien puolelta tuli myös esille, että pitäisi olla jokin valtakunnallinen järjestelmä tiedon hallintaan, esimerkiksi kun rakennetaan uusia maanteitä, rakenteita, putkia, johtoja ja muita asioita, joilla on merkitystä jatko-suunnittelun kannalta. Niillä pitäisi olla joku yhteinen paikka, mihin kartoitustiedot laitetaan. Johto- ja kaapeliyhtiöiltä tulisi vaatia tarkat kartoitustiedot ja kerätä ne yhteen, kun ne rakentavat omia putkia ja johtojaan.

Eräs kokemus lähtötietomallista oli, että lähtötietojen järjestäminen ohjeiden mukaisesti tuntui todella työläältä. Tiedon järjestäminen pitäisi kuitenkin jollain tasolla jäädä omaan harkintaan, esimerkiksi lähtötietokansiossa kannattaa määrätä ylemmän tason kansioden nimet ja numerot, mutta sitä enemmän pitää antaa vapautta mitä alemmas mennään. Muuten on loputon ohjeistamisen tarve. Lisäksi tekniikan kehittyessä olisi hienoa, jos ohjelma itsessään generoisi dokumentin nimen ja lähteen lähtötietoluetteloksi ja se muuttaisi väärin nimetyt tiedostot automaattisesti standardin mukaiseksi. Lisäksi koettiin, että lähtöaineiston kokoamiseen lähtötietomalliksi rauhoitettaisiin työn alussa sopiva aika, jolloin ei ole painetta tuottaa mitään, koska se on tärkeä työvaihe.

Talosuunnittelun näkökulmasta tietomallinnus voi auttaa lähtötietojen osalta, jos tuntee tiedonkeruun tarkoituksen, tiedonkeruujärjestelmä on hyvin suunniteltu ja se mahdollistaa viestinnän erilaisilla laskennallisilla työkaluilla, joiden avulla voidaan siirtää tietoja analyyseja ja palautteita varten. Pohjoismaisten vastaajien mielestä tietomallin katselumallin avulla olisi helpompi kuvitella mitä analysoidaan, esimerkiksi törmäystarkastelujen kohdalla. Lisäksi lähtötietomalli tuo järjestystä dataan, ja siksi se on laadukkaampaa.

## 5.2 Infrahankkeiden vaikutukset

Luvun 4 ohjeiden vertailun tuloksena oli, että vaikutusten arviointia on käsitelty tietomalliohjeistuksessa yleissuunnitteluvaiheessa niukasti. Oli jo selvillä, että vaikutuksista mallinnetaan aluerajaukset. Oli kuitenkin tarkoitus selvittää, miksi aluerajauksia mallinnetaan ja kuka niistä hyötyy. Lisäksi oli selvitettävä, miten muuten mallinnusta voitaisiin käyttää vaikutusten arvioinnissa. Ominaisuustietojen hyödyntämistä ei ollut käsitelty.

*Onko vaikutusten arvioinnissa ollut ongelmia tai parannettavaa? Voisiko tietomallinnus auttaa?*

Lähes kaikki haastateltavat kokivat, että vaikutusten arvioinnissa kohdataan nykyään monenlaisia ongelmia ja haasteita. Ensinnäkin vaikutusten arvioinnin tiesuunnittelu-työkalut ovat vielä hyvin alkeellisella tasolla. Ei ole käytössä sellaisia laskenta-ohjelmia, joilla pystyttäisiin vaikutusten arviointia tekemään siten, että niissä olisi selvemmin mitattavissa olevia suureita. Yksi haastateltu oli sitä mieltä, että liikenteellisten vaikutusten arviointiin tarkoitettu IVAR-ohjelmisto on hieman kömpelö. Vaikka se on isojen hankkeiden ja hankkeen osien hyvä laskentaväline, se soveltuu aika huonosti pienempiin hankeosiin. Varsinkin kun hankkeet ja toimenpiteet muuttuvat yhä pienemmiksi – koska investointeihin ei ole varaa – ei ole kunnan välineitä verrata vaihtoehtoja. Yhtenä haasteena koettiin vaikutusten painottuminen (mikä vaikutus on tärkeämpi kuin toinen) ja merkittävyyden arviointi (määrittäminen ja lähestyminen järjestelmällisesti). YVA-maailmassa vaikutusten merkittävyyden arviointia on jo lähdetty kehittämään Imperia-nimisessä EU-hankkeessa. Sen tarkoitus on parantaa vaikutusten käsittelyn laatua lähestymällä vaikutusta järjestelmällisesti tai yhteisillä säännöillä, kun asiantuntijan arvion taustalla ajatteluketju on läpinäkyvä tai jäljitettävissä.

Toinen pohjoismaisista vastaajista totesi, ettei nykyään ole standardisoitua tapaa vertailla vaikutuksia. Toinen toi esille, että esimerkiksi sillan mallintaminen vie aikaa, eikä sitä yleensä ole paljon aikaisessa tiensuunnitteluvaiheessa.

*Aikaisessa tiensuunnitteluvaiheessa ratkaistavia ongelmia vaikutusten arvioinnissa talosuunnittelun näkökulmasta:*

- Periaateratkaisujen riittävä määrä sovitussa aikataulussa optimaalisen suunnittelun saavuttamiseksi
- Tekniikan alojen mahdolliset ristiriidat aikaisessa suunnitteluvaiheessa, kun suunnitellaan tien eri osia
- Suunnittelun toimivuus eri näkökulmista, esimerkiksi kustannusnäkökulmasta tai kestävyysnäkökulmasta
- Aikaiset arviot rakennustyön potentiaalisesta kestosta
- Aikaiset arviot siitä, tukeeko suunnitelma haluttuja toimintoja, kuten liikennettä
- Aikaiset arviot erilaisten ratkaisujen potentiaalisista ympäristövaikutuksista
- Mahdolliset tien pitkäaikaiset vaikutukset kaupunkien kasvuun

*Tietomallinnuksen avulla kaikki edellä esitetyt ongelmat voidaan ratkaista, kun*

1. Otetaan relevantteja tietoja tietomalliin
2. Käytetään mielekästä tiedon järjestelyä organisoimaan dataa niin, että oikeita tietoja voidaan seurata ja käyttää oikeaan aikaan
3. Kehitetään erilaisia analyyseja ja simulointityökaluja, jotka voivat ratkaista näitä ongelmia käyttäen tietoa, joka sisältyy tietomalliin
4. Sallitaan tiedon käyttö, kommunikointi ja vaihto kohdan 3 työkaluilla

*Kuva 12. Aikaisessa tiensuunnitteluvaiheessa ratkaistavia ongelmia ja ratkaisuja talosuunnittelun näkökulmasta*

Talosuunnittelun näkökulmasta vaikutusten arvioinnissa on useita ongelmia, jotka pitäisi ratkaista aikaisessa tiensuunnitteluvaiheessa, mutta tietomallinnuksen avulla ongelmat voidaan ratkaista. Ongelmia aiheuttavat muun muassa aikataulutus, eri tekniikan alojen välisissä ristiriidoissa ja suunnittelun toimivuudessa eri näkökulmista. Ongelmiin voidaan löytää vastaukset muun muassa ottamalla relevantteja tietoja tietomalliin ja kehittämällä erilaisia analyyseja ja simulointityökaluja. (ks. kuva 12)

*Mitä hyötyjä tai haittoja tietomallien käytöstä on vaikutusten arvioinnissa?*

#### RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Vaikutusten arvioinnin perustana on lähtötieto, joten tietomallinnuksen avulla saadaan laadukasta lähtötietoa kokonaisuuden hahmottamiseksi. Yksi haastateltavista koki, että 3D-esittäminen auttaa hahmottamaan maisemallisia vaikutuksia ja kokonaisuutta paremmin, mutta se ei tuo niinkään lisätietoa yleissuunnittelussa. Internetissä ratkaisut olisi helpompi esittää hankkeen ulkopuolisille. Toinen haastateltu pohti, että jos käytetään 3D-esitystä, niin voi olla että siitä ei osatakaan lukea tiettyjä asioita, kun on opittu lukemaan vanhalla tyyllillä. Eräs vastaajista koki, että tietoja yhdistelemällä kokonaisuudesta saa havainnollisemman kuvan. Tosin ei ole varmaa tietoa siitä, miten eri tyyppiset vaikutukset saadaan yhteen ja miten vaikutukset tuodaan esille siinä muodossa, että on helppo tehdä päätös vaihtoehtojen välillä. Usein päätöksen tekevät päättäjät, joilla ei ole ammatillista osaamista. Lopputuloksen pitää kuitenkin olla sellainen, että kuka tahansa pystyy sen ymmärtämään. Lisäksi ongelmana voi olla kaivaa mallista keskeisin tieto. Aluesuunnittelussa koontimalliin voi-

daan laittaa esimerkiksi melualueen rajat, vaikka yleensä siihen ei ole tarvetta, koska ne näkyvät riittävän hyvin melukartoista. Tilajien näkökulmasta yleissuunnitteluvaiheessa on mietittävä tarkkaan, onko tietomallinnuksen hyöty tarpeeksi suuri suhteessa työmäärään, sillä joudutaan pohtimaan kasvavatko kustannukset liikaa, jos tietomallinnusta käytetään.

#### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 2 haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että tietomalli antaa kolmiulotteisen kuvan kyseisen ratkaisun sijoittumisesta ympäristöön ja sen avulla pystytään selvemmin hahmottamaan, mitkä ovat ympäristövaikutukset, maankäyttö tai tilantarve. Pelkästään 2D-maailmassa ei välttämättä ole luotettavaa tietoa. Yksi haastateltavista totesi, että jos puhutaan vain kolmiulotteisesta havainnollistamisesta ja hahmottamisesta, niin visuaalinen puoli tai estetiikka voisi olla paremmin vertailutekijänä, tai ainakin löydettäisiin keskusteluille yhteinen alusta, ettei jokin asia ole vain jokaisen oman mielikuvituksen varassa. Tietomallinnuksen hyötynä vaikutusten osalta koettiin erityisesti nopea vaihtoehtojen vertailu. Vaikutuksia voidaan näyttää nopeasti myös asiantuntijaryhmille sekä yhteistyöryhmille (esimerkiksi kunnat, maakunnat, yhteistyöfoorumit). Lisäksi tulosteet saadaan tietomallin kautta nopeasti ja ne ovat havainnollisempia. Kun vaikutukset saadaan yksilöityä, tiedon tallentaminen helpottuu, ja jos tulee uutta tietoa, niin se täydentyy myöhemmin. Toisaalta eräs vastaajista koki, että jos jokin asia esitetään viivana 3D-mallissa, niin sitä saatetaan tulkita liian tarkasti ja sen perusteella esitetään vaatimuksia myöhemmin. Esimerkiksi melualueiden kohdalla mallissa pitäisi ilmaista, että viivat esitetään likimääräisenä, ei eksaktisti. Ylipäänsä kuitenkin on erittäin hyvä, jos tieto on yhdessä mallissa.

#### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 3 vastauksissa korostui, että 3D-visualisoinnin avulla pystytään merkittävästi tukemaan maisemallista vaikutusten arviointia. Vaikutusten arviointi on havainnollisempaa joissain tapauksissa, esimerkiksi maajohdoista nähdään suoraan törmäyvätkö ne johonkin, vaikka tämä on ollut periaatteessa mahdollista paperilla aikaisemminkin. Tärkeää on se, että tietomallinnuksesta ymmärretään myös tiedonhallintapuoli. Melun arvioimisessa tietomallinnus auttaa siinä mielessä, että jos on olemassa oikein mitattu maastomalli ja tieto on standardi, niin se voidaan ”imeä” toiseen järjestelmään, joka sitten laskee helpommin asioita eteenpäin, vielä rakennusvaiheessakin. Edelleen, jos on tehty liikennesimulaatiomalli, olisi järkevämpää, että tieto liikkuisi suoraan toisiin ohjelmistoihin, jolloin saataisiin vähemmällä työmäärällä esimerkiksi liikennehäiriöanalyysi. Myös kustannusten arviointi on vaikutuksen arviointia. Nykyään sama tieto syötetään uudelleen Fore-kustannuslaskentapalveluun. Yleissuunnitteluvaiheessa hanke jo tavallaan mallinnetaan Foressa, kun valitaan esimerkiksi katuluokkia, jotka sisältävät olettamuksia kadun pintarakenteesta. Parempi olisi, jos tieto siirtyisi suunnitelmasta suoraan Foreen. Näin saataisiin paljon ylimääräistä työtä pois. Yksi haastatelluista totesikin, että asiasta on käynnistynyt juuri kehityshanke, joten ehkä tulevaisuudessa tieto liikkuukin suoraan ohjelmasta toiseen. Eräs vastaajista pohti myös, että yhtenä ongelmana mallin tekijöiden osalta on se, ettei luoteta lukijan ymmärtävän, että tieto on likimääräistä. Luottamus on tällöin iso asia.

Aluesuunnittelussa tietomallinnusta voidaan hyödyntää hyvin monipuolisesti jo nyt, joskaan tähän ei ole vielä vakioituja toimintatapoja. Yksi aspekti on laskenta- ja simulointiperusteinen vaikutusten arviointi. Aikaisessa suunnitteluvaiheessa voidaan tehdä dataan perustavaa analyysiä vaihtoehtojen vaikutuksista ja saada todenmukaisempia tuloksia. Olennaista tietomallinnuksen käytössä on paikkatiedon hyödyntäminen. Erilaista GIS-aineistoa on ollut olemassa jo 20 vuotta, ja tietoja voidaan nyt käytössä olevilla ja kehittyvillä työkaluilla analysoida tai hyödyntää vaikutusten arvioinnissa monipuolisemmin kuin aikaisemmin. Esimerkiksi jos pitää arvioida tietyn alueen, kuten kunnan tai kunnan osan soveltuvuutta rakentamiselle, tai mihin kohtaan sijoitetaan uusi väylä, paikkatiedon avulla voidaan etsiä eri parametreillä paras ratkaisu. Tällaisia parametrejä voivat olla luontoarvot tai kulttuurimaisema, palvelut ja rauhoitettavuus tai liikenneverkon toimivuus. Näitä yhdistelemällä voidaan saada karttaesitys siitä, millä parametreillä mitkäkin alueet ovat enemmän ja vähemmän suotuisia linjaukselle.

Talosuunnittelun näkökulmasta tietomallinnuksen käyttö parantaa suunnittelun tulosta ja ratkaisee useita periaatetasolla suunnitteluongelmia, jotka saattaisivat myöhemmissä vaiheissa osoittautua kalliiksi. Se myös mahdollistaa pitkäaikaiset vaikutusten arvioinnit valitusta vaihtoehdosta muiden tekijöiden lisäksi sekä mahdollistaa tiedonhallinnan. Haittana on se, että vaikutusten arviointi voi olla vain niin hyvää kuin ovat mallin oletukset, ja mallien tarkkuutta pitää parantaa suhteessa todellisiin kokemuksiin projekteissa.

Yhden pohjoismaisen vastaajan mielestä tietomallinnuksen hyötynä ovat aikaiset visualisoinnit, joiden avulla voidaan tuottaa helpompia ja nopeampia päätöksiä, etenkin vaihtoehtojen vertailussa. Lisäksi inframalli voisi luoda kaivatun standardisoinnin vaikutusten arviointiin. Toinen pohjoismainen vastaaja toi esille, että käyttämällä BIM-työkaluja tiesuunnittelun aikaisessa vaiheessa suunnittelijalla on tilaisuus käyttää väylämallia myös myöhemmissä suunnitteluvaiheissa ja näin säästää aikaa. Jos olisi olemassa standardisoituja malleja silloille, niitä voisi käyttää visualisointiin ja myöhemmissä vaiheissa käyttää uudelleen. Lisäksi mallien avulla voidaan tehdä törmäystarkasteluja ja saada parempi kuva siitä, kuinka eri elementit yhdistetään. Vaikka mallinnus vie aikaa, tuloksena saadaan parempi tuntuma ja visuaalinen efekti siitä, miten mallit on yhdistetty.

*Tarvitseeko tietomallinnuksen käytölle asettaa vähimmäisvaatimuksia vaikutusten arvioinnissa? Mitä?*

#### RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Ryhmässä 1 koettiin, että on varmasti tarve laatia vähimmäisvaatimukset tai yhtenäiset kriteerit, jos lähetään enemmän mallintamaan. Mitä enemmän sitä käytetään, sitä enemmän vaatimuksia asetetaan.

#### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmässä 2 pohdittiin, että jos vähimmäisvaatimuksia ei laadita, niin osa tekee ja osa ei tee. Jollain tavalla vähimmäisvaatimukset voisivat olla edistämässä alan kehitystä eikä se olisi pelkästään vapaaehtoista.

### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmässä 3 tuotiin esille, että on vaikea määritellä vaatimuksia, jotka pätevät kaikkiin hankkeisiin universaalisti, tilanne on kuitenkin eri kaupunkiympäristössä ja neitseellisessä maastossa. Vähimmäisvaatimukset on kuitenkin syytä olla. Kaikki pitää määritellä ennen kuin suunnitelma tilataan. Yksi vastaajista olikin sitä mieltä, että on tärkeää ohjeistaa mallin vaadittu tarkkuus yleissuunnitteluvaiheessa, jottei käy niin, että asioita tehdään vain silloin kun hankkeella on rahaa. Talosuunnittelun asiantuntijan ja pohjoismaisten vastaajien mielestä vähimmäisvaatimukset vaikutusten mallintamiselle olisivat suotavia, mutta niitä voi olla haastava määrittää.

#### *Mitä vaikutuksia pitäisi vähintään mallintaa?*

Haastattelujen perusteella pitäisi vähintään mallintaa melu, päästöt ja myös rakentamisen vaikutusalue. Kaiken muun arvioitiin olevan enemmän tai vähemmän tulkintaa. Lisäksi eräs vastaajista koki tärkeänä myös liikenteen toimivuuden, vaikka tavallaan toimivuustarkastelut ja simulointimallit tehdään jo nyt. Hiilitasetta ei ole juurikaan otettu huomioon vanhemmissa suunnitelmissa. Yksi vastaajista totesi, että yleissuunnitteluvaiheessa tehdään aika merkittäviä ratkaisuja, jolloin hiilitaseen määrittämisen pitäisi olla mukana. Hiilidioksidipäästöistä on perinteisesti tehty päästöanalyysi ja tulokset on esitetty kartalla tai mainittu selostuksessa. Toisaalta eräs vastaajista koki, etteivät hiilidioksidipäästöt ole yleissuunnitteluvaiheessa enää kovin relevantti kysymys, sillä ne pitäisivät tulla esille jo aikaisemmin, silloin kun lähdetään kehittämään liikennejärjestelmää. Talosuunnittelun näkökulmasta hiilitase voidaan määrittää, jos tiedetään, mitä tietoja tarvitaan arvioinnin tekemiseen ja mikä on teoreettinen perusta arvioinnin tekemiselle, ja jos suunnittelu vaatii tiedon esittämistä. Toinen pohjoismaisista vastaajista totesi, että inframalli voisi auttaa hiilijalanjäljen arvioimisessa. Haastatteluihin osallistuneet pitivät tärkeänä, että merkittävimmät vaikutukset saadaan tavalla tai toisella yhdistettyä. Ohjelmat eri vaikutusten arvioimiseen on hyvä olla erikseen, sillä yksi ohjelma ei taivu kaikkeen. Tärkeämpää tietomallinnuksen kannalta olisi, että tieto olisi saatavilla kustakin ohjelmasta siten, ettei erikseen tarvita visuaalista ohjelmaa, vaan tieto olisi saatavilla pikemminkin formaattimuunnoksen avulla. Toisin sanoen tiedon tulisi olla käytettävissä muuallakin kuin suunnitteluohjelmassa. Tietojen manuaalinen syöttö toiseen ohjelmaan luo kuitenkin virhemahdollisuuden.

#### *Minkälaista laadunvarmistusta tietomallinnuksen käyttö vaatii vaikutusten arvioinnin osalta?*

Kysymykseen saatiin vain muutamia vastauksia. Tiedon laadusta riippuen, sen oikeellisuus pitää todentaa jollain tavalla. Vaikutusten arvioinnin osalta ainakin lähtötietojen pitää olla oikein ja niistä pitää löytyä päivämäärä. Talosuunnittelun näkökulmasta laadunvarmistusta tarvitaan eri asioissa, kuten teknologiassa, mallinnusprosessissa, mallin tarkkuudessa ja käyttäjän taidoissa. Pohjoismaiset vastaajat sanoivat, että laadunvarmistus on suotavaa, mutta sitä voi olla hankala määrittää. Aikaisessa tiansuunnitteluvaiheessa perusrakennetta on seurattava ja se vaatii laadunvarmistusta, samoin täytyy tehdä laadunvarmistusta malleille, joiden kanssa työskennellään.



### *Vaikutusten raportointi ja dokumentointi*

Dokumentoinnissa tärkeintä on lopputuloksen luettavuus ja esitystapa. Pääosa tutkimukseen osallistuneista ei osannut sanoa, miten tietomallinnus vaikuttaa vaikutusten raportointiin ja dokumentointiin. Jatkosuunnittelua varten tärkeintä on ainakin paikkatiedon osalta, että perustiedot on dokumentoitu. Dokumentoitavat asiat ovat ainakin tiedon tyyppi, lähde, päivämäärä jolloin tieto on tuotettu, epävarmuustekijät, koordinaattijärjestelmä sekä selvitettävät asiat jatkosuunnittelua varten. Eräs vastaajista totesi, että vaikutusten arviot voidaan esittää havainnollisesti esimerkiksi teemakartoilla. Niissä on paljon tietoa yhdessä kartassa, kuten ympäristötekijät, pituusleikkaus, kartta, paalukohtaisesti valaistus, geotekniikka, vaikutuksista melukäyrät. Päästöjen osalta voidaan tehdä suurin piirtein samoin. Yhtenä ideana haastatteluissa esitettiin, että jos tietomallissa on ominaistietoa mukana, se voi muuttaa esitystekniikkaa raportointimenetelmästä enemmän yleisölle omaksuttavampaan muotoon. Esimerkiksi liikenteen kehittymisen osalta voitaisiin tehdä liikkuvaa kuvaa siitä, miten hankkeen ekologia tai ekotehokkuus kehittyy, tai miten melualueet laajenevat. Ihmisille pystytään näin kertomaan paremmin, että muutos on ajan funktio, eikä yhtäkkiä tapahtuva asia. Erään vastaajan mielestä on nähty hyvänä aloitteena, että malliin linkitetään tiettyjä asiakirjoja (linkkilaatikko tietyn rakenteen yläpuolella), esimerkiksi ajankohtainen siltapiirustus, josta löytyvät tekniset tiedot ja lisätiedot. Piirustuksella on monta etua, joita mallissa on vaikea esittää. Olisikin hyvä pyrkiä yhdistämään mallien hyvät puolet ja piirustusten hyvät puolet. Mallit vahvistuvat tulevaisuudessa, mutta alkuvaiheessa piirustukset ja mallit tukevat toisiaan.

## 5.3 Infrahankkeiden vaihtoehtojen vertailu

Luvun 4 ohjeiden vertailun pohjalta päädyttiin siihen tulokseen, että tietomalliohjeistuksessa vaihtoehtojen vertailua ei ole käsitelty yleissuunnittelun osalta riittävästi. Päätelmänä oli, että olisi tarve selvittää tarvitseeko vaihtoehtoisille linjauksille määritellä sisältövaatimuksia tietomalliohjeissa, mitkä vaihtoehdot ja vaikutukset mallinnetaan, tavoitteet ja hyödyt vaihtoehtojen mallinnuksesta sekä miten päätöksentekijät siitä hyötyvät. Lisäksi tulisi selvittää, mikä on riittävä mallinnuksen tarkkuus vaihtoehtoilta ja miten ne halutaan esittää. Myös laadunvarmistukseen ja dokumentointiin kaivattiin lisää tietoa tietomallinnuksen osalta.

*Mitä ongelmia / parannettavaa on ollut vaihtoehtojen muodostamisessa ja vertailussa?*

Haastattelujen perusteella vaihtoehtojen muodostamisessa ja vertailussa koettiin ainakin kaksi perusongelmaa. Vaihtoehtojen vertailussa ongelmat johtuvat lähinnä suunnittelumenetelmistä ja osaamisesta. Yleensä vaihtoehtojen vertailussa ja muodostamisessa vertailu pitäisi pystyä tekemään valittujen mittareiden ja tavoitteiden perusteella ja se vaatii silloin nykyistä parempaa tekemistä ja tarkastelua. Toinen asia on, että vertailussa olisi hyvä keskittyä olennaisiin vaikutuksiin, ettei pieniä asioita käsiteltäisi isojen asioiden seassa. Esimerkiksi YVA-selostukset saattavat olla 200-sivuisia ja niistä on vaikea löytää mikä on iso ja mikä pieni vaikutus. Eräitä haasteita koettiin merkittävyuden arvioinnissa ja painotuksissa, osittain ongelmat ovat samoja kuin vaikutusten arvioinnissa. Eräs vastaajista koki, että vaihtoehtojen tarkastelua pitäisi myös lisätä, mutta se ei ole tietomallinnusohjeiden vaan tilaajan tehtävä.

Pohjoismaista vastattiin, että voi olla abstraktia harjaantumattomalle silmälle vertailua erilaisia vaihtoehtoja, jotka on tehty perinteisesti piirustusten avulla. Toisena ongelmana koettiin, ettei käytössä ole standardoitua vaihtoehtojen vertailua.

*Mitä hyötyjä tai haittoja tietomallien käytöstä on vaihtoehtojen vertailussa?*

#### RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Ryhmän 1 vastauksissa korostui, että suurimmat hyödyt ovat vaihtoehtojen visuaalinen esittäminen ja tietojen yhdistäminen. Esimerkiksi virtuaalimallista voidaan tehdä päättäjille videoesitys, jos ratkaisut muuttavat maisemaa ja ympäristöä. Se on kuitenkin vain yksi osa-alue. Tietojen yhdistäminen tuo helpotusta ja ymmärrystä, kun eri lähteitä ei tarvitse tulkita niin tarkasti, eikä 3D-malli vaadi karttojen lukutaitoa. Parhaiten näistä hyötyvät maisema-arkkitehti ja hankeryhmässä päätöksentekijät, sekä muu yleisö ja sidosryhmät, jotka eivät tunne aineistoa niin hyvin.

#### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 2 vastauksissa korostui samoin, että visuaalisesta esityksestä on eniten hyötyä. 3D-esittämisen hyöty on ilmiselvä: ratkaisut ovat paremmin ymmärrettävissä. Niiden avulla nähdään nopeammin ja monipuolisemmin hyvät ja huonot vaikutukset. Tavallaan mallista pystytään havaitsemaan myös pienet negatiivisetkin asiat. Etenkin maisema voi tietomallilla tuotetun karkeankin kuvan avulla avautua paremmin, kun sitä voidaan katsella eri katselukulmista. Erään kokemuksen perusteella 3D-mallista oli nopea tehdä päätelmiä, eikä 2D-kuvia tarvinnut tuottaa niin paljon. Tilaajien kannalta tärkeää on, että kaikki tieto mikä tuotetaan, saadaan talteen ja sitä on helppo hallita jatkossa. Tuotemalli tavallaan parantaa tiedon luotettavuutta ja antaa päätöksentekoon enemmän eväitä. Eräs vastaajista totesi, että asiantuntijalla täytyy olla jonkinlainen silmä, että tämä osaa muodostaa itse käsityksen miltä 2D-esitys näyttää kolmiulotteisena. Yhtenä haittana koettiin se, että ratkaisuja saatetaan tulkita liian tarkasti mallista. Lisäksi eräässä tiehankkeessa tilaaja koki, ettei tietomallipohjaisuudesta huolimatta havainnollisia 3D-malleja kuitenkaan saatu niin, että ne olisivat auttaneet vaihtoehtojen vertailussa päätöksenteon tukena. Toivottiin, että niitä olisi käytetty enemmän. Haastatteluissa tuli myös esille, että vaihtoehtoja ei välttämättä tarvitse esitellä esittelymallin avulla. Siihen voidaan käyttää myös ilmakuvia, joihin on istutettu 3D-aineisto. Ne saattavat kertoa etenkin asukkaille paremmin lopputilanteen, jos esittelymalliin ei saada tarkasti mallinnettua ympäristöä, ja ne saattavat olla myös edullisempia. Virtuaalimalli menee kuitenkin vaihtoehtovertailussa ääripäähän, ja se sopiikin paremmin yleisötilaisuuksia varten. Tilaajan tarpeisiin ja ohjausryhmätyöskentelyä varten hanketta pitäisi pystyä jollain tavalla katsomaan 3D-muodossa, esimerkiksi yhdistelmämallin avulla, toki sekin tapauskohtaisesti. Jo esisuunnittelussa pitäisi käyttää rahaa suunnitteluun, kun tehdään merkittäviä päätöksiä.

#### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 3 vastauksista tuli esille, että visuaalista esitystapaa vaihtoehtojen vertailussa käytetään suunnittelijoiden väliseen ja asukkaiden väliseen vuorovaikutukseen. Jos on jokaisesta vaihtoehdosta 3D-esitys, voivat maanomistajatkin ottaa helpommin kantaa. Jos vain yksi vaihtoehto mallinnetaan, on vaikea ottaa kantaa muihin vaihtoehtoihin. Normaalisti maanomistaja ei näe vaikutusta omaan elämään paperilta. Yksi tilaajista pohti, että jos vaihtoehdot tehdään mallintamalla, niin tekniikka tulee enemmän mukaan alussa, mutta rankka matemaattinen työ vähenee myöhemmin.

Esimerkiksi liikennesimulaatio on hyvä esimerkki, jota ei voida arvioida päässä. Mutta jos se mallinnetaan, mahdollistaa se vaikutusten arvioinnin ja rakentamisjärjestyksen varioinnin. Sitä ei perinteisellä tavalla ole voitu tehdä työmäärän takia.

Aluesuunnittelun näkökulmasta vaihtoehdot on perinteisesti suunniteltu pääpiirteittäin siten, että suunnittelija laatii omasta mielestään parhaan ratkaisun, sitten laatii kaksi muuta ratkaisua ja esittää nämä kolme vaihtoehtoa kunnanvaltuustolle. Tietomallinnus mahdollistaa sen, että simuloinnin kautta vaihtoehtoja voi olla useita, jopa satatuhatta. Niistä voidaan simulointiavusteisesti etsiä optimaalista ratkaisua sitä mukaa, kun saadaan lisää tietoa suunnittelun edetessä. Kaikkia vaihtoehtoja ei tarvitse tulostaa kartalle ja laittaa seinälle, vaan ne asetetaan itse keskinäiseen paremmuusjärjestykseen. Tällöin nimenomaan tehdään tietomallinnukseen perustuvaa vaikutusten arviointia. Kipupisteet alkavat löytyä, kun testataan mitä suunnittelun osaratkaisua muuttamalla saadaan aikaiseksi parempi tai huonompi vaihtoehto. Simulaatio-ohjelma ei kuitenkaan voi antaa suoraan oikeaa vastausta, vaan on välttämätöntä tehdä poliittista päätöksentekoa, ja joskus voidaan valita vähiten huono ratkaisu. Esimerkiksi väyläsuunnitteluhankkeessa liikenneverkkoon pitäisi tehdä parannustoimenpide määrättyllä budjetilla. Kaikki indikaattorit viittaavat siihen, että tilanne pitäisi tehdä paikassa A, mutta poliittinen tahto on parantaa liikenneyhteyksiä esimerkiksi Helsingin ja Venäjän välillä. Siksi voidaankin valita kohde B, koska se edistää pitkän tähtäyksen tavoitetta, vaikka se ei indikaattorien mukaan olekaan kannattavaa tai yhtä vaikuttava kuin kohde A. Siksi poliittisten päätösten takia ei voida siirtyä kokonaan simulointiyhteiskuntaan. Tietomallinnuksen avulla päätökset voidaan tehdä paremman tietopohjan perusteella. Yhtenä haittana nähtiin ainakin aluesuunnittelun näkökulmasta, että kun suunnittelun panos siirtyy aikaisempaan vaiheeseen suunnitteluprosessissa, on mallipohjainen suunnittelu joissakin tilanteissa kalliimpaa kuin aikaisemmin. Toisaalta odotusarvo on se, että urakkavaiheessa on parempaa tietoa ja parempia ratkaisuja, jolloin säästö on moninkertainen. Lisäksi vaikka työmäärä lisääntyikin alkupäässä vaihtoehtojen mallintamisella, voi se auttaa siinä vaiheessa, kun vaihtoehtoista pitää esittää kustannuksia.

Pohjoismaiset vastaajat toivat esille, että tietomallien avulla voidaan tehdä nopeita visualisointeja, jotka antavat parempaa ymmärrystä. Toinen vastaajista koki, että vaihtoehtojen mallinnus vie aikaa ja voi olla kallista, toinen että standardisoinnin avulla useampia vaihtoehtoja voidaan esittää vähemmällä kustannuksilla kuin perinteisesti. Jotkin ohjelmistot voidaan linkittää hintaan ja tietolähteisiin. Se antaa mahdollisuuden nähdä reaaliaikaiset kustannukset ja voi helpottaa suunnittelijaa tekemään ratkaisuja.

*Minkälaisissa hankkeissa tietomallinnusta tulisi käyttää vaihtoehtojen vertailuun?*

#### RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Ryhmässä 1 tuotiin esille, että tietomallinnus tarjoaa lähes kaikkeen vertailuun lisää tiedonkäyttömahdollisuuksia. Yleisperiaatteena haastateltavat pitivät, että hankkeen koosta riippuen, 3D-esitystä tulisi käyttää, kun vaihtoehtoilla on olennaisia eroja jonkin tärkeän asian suhteen. Pieneen hankkeeseen riittää perusvälineet, kun laaditaan kustannusarvioita. Yksi haastateltu oli sitä mieltä, että esimerkiksi pienen liittymän parantamisessa ei 3D-esitystä tarvita, mutta varsinkin jos ollaan maisemallisesti tai luontoarvojen kannalta keskeisellä alueella tai yleensäkin herkemmissä kohteissa, siitä on paljon hyötyä esimerkiksi siltavaihtoehtojen esittämisessä. Jos taas ollaan rakennetussa kaupungissa tai moottoritieympäristössä ja tavoitteena on rakentaa

uusi ramppi tai tasoliittymä, ei 3D-esittämisestä ole niin suurta hyötyä. Asukkaiden kannalta taas 3D-esitys saattaa joissain tapauksissa vähentää vastustusta hanketta kohtaan, joissain lisätä.

#### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 2 haastateltujen vastaukset erosivat hieman toisistaan. Osa oli sitä mieltä, että tietomallinnusta käytettäisiin vain isoimmista suunnitteluhankkeissa. 3D-esitystä ei kuitenkaan välttämättä tarvita, jos vaihtoehtojen eroilla ei ole juurikaan merkitystä. Jos ihmisten elinpiiri muuttuu paljon, tai jos muutoksella on paljon visuaalista merkitystä tai muita merkittäviä vaikutuksia ihmisten elämään ja luontoon, tietomallinnusta tarvitaan. Silloin tietomallinnuksen pitäisi olla automaattisesti vaatimus, eikä pelkkä lupaus. Osan mielestä taas kaikessa suunnittelussa pitäisi olla sama tietomallipohjainen suunnittelu ja kahta erilaista systeemiä ei pitäisi olla, kuten vain pienet hankkeet perinteisesti ja suuret mallintamalla.

#### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 3 haastatteluissa tuli esille myös erilaisia näkemyksiä asiaan. Osa koki, että tietomallinnusta pitäisi käyttää kaikissa hankkeissa vaihtoehtojen vertailuun. Osan mielestä sitä ei tarvita pienemmissä hankkeissa ainakaan silloin, kun suoria vaikutuksia ei ole maanomistajille tai tienkäyttäjryhmään. Eräs vastaajista toi esille, että vaihtoehtojen mallinnukseen vaikuttavat seuraavat asiat: kuinka merkittävä kohde on, kuinka merkittäviä hankkeeseen kohdistuvat toimenpiteet ovat, koostuuko hanke isoista vai pienistä toimenpiteistä, sekä käytössä oleva aika ja resurssit. Kaikista hankkeista ei ole tarpeen tehdä mallia, sillä ihmiset hahmottavat peruskartaltakin vaihtoehdot. Monesti riittää asiantuntijan luonnos paperilla tai koneella, mutta aina pitää arvioida tilanne ja suhteuttaa se hankkeeseen. Ammattilaisten vuorovaikutukseen ei välttämättä tarvita visuaalista esitystä. Lisäksi eräs tilaajista muistutti, että tavallaan visuaalisen esityksen pitäisi tulla sivutuotteena luonnollisesti, kun toimitaan mallipohjaisesti. Oikein merkittävässä kohteissa voidaan tehdä virtuaalimalli, mutta sitäkään ei pitäisi rakentaa erikseen, kun käytetään mallipohjaista toimintaa. Vaikka mallin esitys ei tulisikaan samasta ohjelmasta, niin ainakin se pitäisi pystyä avaamaan jollain toisella ohjelmalla ja järkevällä työmäärällä tekemään esitykseksi ilman, että tehdään samoja asioita uusiksi. Tilaajalle saattaa olla hankala tilanne, kun pitää ratkaista jo tarjouksessa, tarvitseeko 3D-mallia tehdä ja miten.

Talosuunnittelun näkökulmasta kaikissa projekteissa pitäisi käyttää tietomallinnusta. Pohjoismaisesta näkökulmasta todettiin, että tietomallinnusta tulisi käyttää sellaisissa projekteissa, joissa on enemmän kuin yksi silta, yksi risteävä putki, yksi liikenteen portaali, jossa on arinapohja ja niin edelleen, eli lähes kaikissa hankkeissa.

*Millä tarkkuudella mallinnetut vaihtoehdot tulisi esittää?*

#### RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Ryhmän 1 haastateltujen mukaan esittelymallissa pitäisi esittää vähintään liikenne-ratkaisut, kaikki istutukset, valaisimet, perusmaastomuodot, sillat, risteämät, tiet, tien reuna-alueista puuton osuus ja kaikki muu mikä muuttaa maisemaa. Meluntorjunnan esittäminen on myös tärkeää, esimerkiksi tarvitaanko meluaitaa vai -vallia. Tärkeää on myös miettiä mallin rajausta, vaikutusalueita ja ympäristöä. Lisäksi asunnot tulisi esittää mahdollisimman oikein, jotta asukkaat tietävät missä asuvat.

### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 2 vastaajat toivat esille, että yleissuunnittelun vaihtoehtoista tulee esittää karkeampi malli, ei niin yksityiskohtainen. Riittää, että vaihtoehtoista saadaan erot helposti esille. Olennaisiksi asioiksi koettiin pääasiassa tilantarve suhteessa ympäristöön sekä maisemaan sopivuus. Merkittävät vaikutukset – ennen kaikkea muutokset – pitäisi pystyä tuomaan esille, samoin kuin olemassa oleva ympäristötieto. Tärkeintä on, että periaateratkaisu syntyy, jotta pystytään arvioimaan, mikä on vaikutuksiltaan paras vaihtoehto. Se vaatii monipuolista ja laajaa vaihtoehtojen selvittelyä.

### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmässä 3 tuli esille, että esittelymallissa ei tarvitse esittää laitteita tai valaisinpylväitä – vain väylämalli, ja sillatkin voivat olla 3D-objekteja. Monessa suunniteluohjelmassa on kuitenkin olemassa pikatyökalut siltojen ja tunnelien mallintamiseen. Lisäksi tarvitaan maastomuotoilut, jotta nähdään milloin ollaan korkealla penkereellä ja milloin leikkauksissa, ja puuston tulisi olla suurin piirtein oikein.

Aluesuunnittelun näkökulmasta yleissuunnitteluvaiheessa yksi tärkeä tieto katu- ja tiensuunnittelussa on tilanvaraus, eli mikä maa-ala pitää varata kadun tai tien rakentamiselle. Esimerkiksi eräässä asemakaavahankkeessa, joka tehtiin tietomallipohjaisesti, pystyttiin optimoimaan katualueet 3D-mallin ja yhdistelmämallin ansiosta. Kunnan ja maanomistajien välillä voitiin sopia, että katualueet optimoidaan katu-geometrian mukaan, ja mallista nähtiin minkälaisia luiskia korkeuserot vaativat kiinteistölle. Pelkästään tällä optimoinnilla saavutetuilla säästöillä maksettiin käytännössä koko suunnitteluvaihe.

Talosuunnittelun näkökulmasta mallissa pitäisi esittää avainparametrit suhteessa ongelmaan. Toinen pohjoismaisista vastaajista sanoi, että mallissa pitäisi esittää vähintään väylä, sillat ja geotekniikka, toinen että mallissa pitäisi vähintään esittää funktionaaliset vaatimukset ja että vaihtoehtoilla pitää olla ainakin yksi rakennettavissa oleva ratkaisu. Ylipäätään vähimmäisvaatimuksena vaihtoehtojen vertailussa tulisi olla ohjelma, joka antaa mallille ulkoasun.

#### *Miten hankkeen sisällä valitaan mallinnettavat vaihtoehdot?*

Haastatteluun osallistuneet pitivät tärkeänä, että myös vaihtoehtoista tehdään 3D-esitykset, eikä pelkästään lopullisesta vaihtoehdosta. Vaihtoehdot karsitaan sen perusteella, onko jokin niistä liian kallis tai muuten sellainen, ettei sitä kannata lähteä tutkimaan tarkemmin. Yleisesti koettiin, että kannattaa mallintaa niin monta vaihtoehtoa kuin mahdollista, mutta ainakin ne, jotka ovat vaikutuksiltaan merkittävimpiä kohteita. Muut voidaan käsitellä perinteisemmin. Yleensä yleissuunnittelussa tehdään kahdesta viiteen vaihtoehtoa, jotka esitetään tarkemmin, mutta se riippuu kokonaisuudesta. Talosuunnittelun näkökulmasta olisi hyvä mallintaa niin monta vaihtoehtoa kuin on mahdollista. Se kuitenkin vaatii sellaisia erityisiä työkaluja, jotka pystyvät testaamaan useita vaihtoehtoja eri parametrien avulla.

### *Mallinnettujen vaihtoehtojen raportointi ja dokumentointi*

Tutkimukseen osallistuneet pohtivat, että mallinnus saattaa vaikuttaa vaihtoehtojen dokumentointiin jossain määrin tai ei lainkaan. Tällä hetkellä saadaan havainnollisia kuvia, mutta pidemmällä tähtäyksellä ei osata vielä sanoa miten se muuten vaikuttaa dokumentointiin. Arveltiin, että dokumentoitavaa tulee varmaankin enemmän. Kuitenkin yleissuunnitteluraportti joudutaan joka tapauksessa tuottamaan ohjeistuksen mukaisesti. Lisäksi joka tapauksessa kaikki käsitellyt vaihtoehdot on tallennettava, dokumentoitava ja listattava järjestelmällisesti ja selvästi. Tutkitut vaihtoehdot pitäisi saada myöhemmin esille, mukaan lukien hylätyt vaihtoehdot.

### *Mallinnettujen vaihtoehtojen laadunvarmistus*

Kysymykseen saatiin vain vähän vastauksia. Haastateltavat kokivat, että uusi esitystekniikka ei välttämättä tuo uusia vaatimuksia, sillä eteneminen tapahtuminen tapahtuu kuitenkin yleissuunnittelun ohjeistuksen mukaisesti. Vaihtoehdot eivät tarvitse sen suurempaa laadunvarmistusta kuin lopullisen ratkaisun suunnittelukaan. Suunniteltujen vaihtoehtojen lähtötietojen pitäisi olla luotettavia ja kunnossa, tarkistussmittauksiakin olisi hyvä olla tehtynä. Aluesuunnittelun näkökulmasta vastattiin, että kun tietoa tuottaa useampi taho, riittää vaihtoehtojen laadunvarmistuksessa, että yhdistelmämallin työstämisestä sovitaan päivystyskalenterissa. Kukin osapuoli täyttää kalenteriin esimerkiksi viikoittain tai päivittäin uusimman suunnitteluvaiheensa, ja kalenteriin määritellään myös prosessin välivaiheet, joissa ”jäädytetään” tietyt osat. Vastaaja totesi lopuksi, että laadunvarmistus on oma tieteenalansa, josta olisi paljon opittavissa talosuunnittelusta.

### *Mallinnettujen vaihtoehtojen kustannukset*

Vaihtoehtojen kustannuslaskenta ei tilaajien osalta synnyttänyt suurta keskustelua, koska menetelmät kustannusten laskemiseen eivät ole niinkään tuttuja. Useimmat kokivat, että vaihtoehtojen kustannusarviot ovat nykyään riittävän tarkkoja. Konsulttien maailmassa tietomalleja hyödynnetään nykyään jo määrien laskennassa, eikä ilman niitä voida arvioida vaihtoehtojen kustannuksia. Aluesuunnittelun saralla ollaan kuitenkin tietoisia, että muun muassa katusuunnittelussa ja taitorakennesuunnittelussa on jo kehitetty ohjelmia, jotka antavat matkan varrella tapahtuvia automaattisia kustannusarvioita (esimerkiksi VDT-sketch, Revit). Ne ikään kuin antavat lennossa koko ajan kustannusarvioita eri vaihtoehdoista

## 5.4 Valitun vaihtoehdon kustannukset

Luvussa 4 vertailtiin tietomalliohjeita ja yleissuunnitteluohjeita, ja päädyttiin siihen, että valitun vaihtoehdon mallintamista on käsitelty kattavasti tietomalliohjeistuksessa. Siksi sitä ei käsitelty tarkemmin haastatteluissa. Kuitenkin valitun vaihtoehdon kustannusten osalta niissä käytiin keskustelua. Haastatteluissa osa koki, että tarkempi kustannusarvio olisi hyvä yleissuunnitteluvaiheessa, koska ei ole hyväksi, jos ne muuttuvat myöhemmin paljon. Yleisesti ajateltiin, että olisi hyvä jos kustannukset saataisiin helpommin ja nopeammin selville. Tietomallipohjainen kustannuslaskenta kannattaa suurimman osan mielestä, mutta se vaatii paljon ohjelmistokehittäjiltä. Esimerkiksi Foren linkittäminen automaattisesti tiensuunnitteluohjelmaan olisi tervetullutta. Nykyään tiesuunnitteluohjelmisto laskee, kuinka paljon leikataan ja pengerretään, ja tiedot syötetään käsin taulukkolaskenta-ohjelmaan tai Fore-palveluun kus-

tannuslaskentaa varten. Koska tietojen mallintaminen tuottaa tavallaan enemmän ja luotettavampaa aineistoa, jos se on tehty alusta pitäen kunnolla, niin myös määrä- ja kustannustiedonkin täytyy olla luotettavampaa. Toisaalta suhtauduttiin kriittisesti automatisoituun kustannuslaskentaan: esisuunnitelmavaiheessa tulee käyttää myös ammattitaitoa, kun kaikkea ei suunnitella.

*”Mallintaminen tuottaa tavallaan enemmän aineistoa ja luotettavampaa niin voisi kuvitella että myös määrä- ja kustannustieto on luotettavampaa.”*

*”Voisi hyödyntää tietomallia kustannuslaskennassa, jos se on tehty alusta pitäen kunnolla, niin päästäisi rakennusosalaskentaan aikaisemmin käsiksi.”*

*”Kun yleissuunnittelutasolla ollaan, mallista ei tule liian raskas, koska käytetään tietomallinnuksen kautta tuotettavaa tietoa.”*

*”Kustannusarviot kannattaa ehdottomasti laatia tietomallipohjaisesti, mutta se vaatii paljon kehitystä ohjelmistokehittäjiltä.”*

*”Riippuen työvaiheesta, mutta kustannuslaskenta pitäisi integroida tietomalliin ainakin osittain.”*

*”Nopeasti en usko automaattiseen kustannuslaskijaan, jossa ei ole suunnittelijaa mukana.”*

## 5.5 Osallistuminen ja vuorovaikutus infra-hankkeessa

*Mitä hyötyjä/haittoja tietomallien käytöstä on osallistumisessa ja vuorovaikutuksessa?*

Haastatellut toivat esille, että yleissuunnitteluvaiheessa yhteistyö korostuu ja tietomallinnuksen avulla saatavat visuaaliset esitykset auttavat useampia ihmisiä ymmärtämään mitä ollaan tekemässä, varsinkin jos on isoja ja merkittäviä muutoksia tulossa. Koettiin, että esittelymallin avulla kaikki voivat ymmärtää asiat samalla tavalla, eikä tulkinnassa ole ristiriitaisuuksia. Eräissä tiesuunnittelun yhteydessä pidetyissä kokouksissa ja yleisötilaisuuksissa havaittiin, että esittelymallien avulla kaikkien oli helpompi ottaa kantaa suunnitelmiin ja se helpotti yhteisen ratkaisun aikaan saamista demokraattisemmin. Yhtä lailla se helpottaa asukkaita ja päättäjiä, sekä edistää vuorovaikutusta projektin sisällä. Toisaalta haittana koettiin se, että niissä saatetaan joutua ottamaan kanta niihinkin asioihin, joita ei pitäisi suunnitella kyseisessä vaiheessa.

Haastatteluissa tuli esille, että suunnitelmien palautteita annetaan usein asukastilaisuuksissa tai soittamalla. Viime aikoina käytössä on ollut myös karttapalauttejärjestelmää, jossa suunnitelma on sähköisenä ja siinä on kommentointityökalu. Se on koettu joissain suunnitelmissa käteväksi ja hyvin havainnolliseksi. Näin on tarjottu suurelle yleisölle myös netin kautta mahdollisuus tutustua hankkeeseen, mutta se vaatii lisätyötä. Alkuaikoina oli ongelmia siitä, että suunnitelmia pystyi katsomaan vain tietyillä koneilla, mutta nyt on menty eteenpäin ja suunnitelmia voi katsoa millä tahansa koneella. Palaute on ollut positiivista ja siihen ollaankin siirtymässä enenevässä määrin. Jatkossa sitä voidaan kehittää esimerkiksi tuomalla huoneistorekistereitä tai maanomistustietoja näkyviin. Myös aineiston esittäminen kolmiulotteisesti

internetissä kuulostaa hienolta. Olisi myös hyvä, jos mallin kautta pääsisi suoraan tietolähteisiin. Linkkien käyttö tekee malleista rikkaampia. Lisäksi ainakin FCG on tehnyt paikkamallinnus-vuorovaikutusta tablettitietokoneen avulla - eli malli tuodaan asukkaan kotipihalle, josta suunnitelmaa voidaan tarkastella.

Talosuunnittelun näkökulmasta osallistumista ja vuorovaikutusta voidaan kehittää vielä paljon ja tietomallinnus luo siihen suuria mahdollisuuksia. Useammat ihmiset voivat antaa palautetta ja lausuntoja, kun he ymmärtävät 3D-malleja paremmin. Kehitystä voidaan edistää mm. hyvillä tietojen esitystavoilla, tilannesidonnaisilla kokoonpanoilla, vakiomoduuleilla ja hyvällä mallien käytettävyydellä ja yksinkertaisilla rajapinnoilla.

## 5.6 Dokumentointi, arkistointi ja hyväksyminen

Haastatteluissa tuli esille, että nykyään tilaajilla on hyllyt täynnä kansioita ja cd-levyjä erilaisista suunnitelmista. Kaupungeilla joissain hankkeissa on siirrytty jo kokonaan sähköiseen aineistoon ja paperista pyritään eroon. Toistaiseksi paperista katsominen on nopeampaa ja helpompaa, eikä sähköinen dokumentointi ei ole vielä korvannut paperia. Sähköinen dokumentointi vaatisi tietynlaisen lukuohjelman. Jatkossa tietomallien tulisi korvata ainakin osa papereista niin, ettei tarpeettomia piirustuksia tuotettaisi. Tietomallista saa kuitenkin aina tarvittaessa papereita ulos. Hallinnollisessa käsittelyssä papereita tarvitaan vielä pitkään. Nykyään hallinnolliseen käsitteelyyn annetaan raportti, josta pyydetään lausunnot. Tietomallinnuksen avulla yleisuunnitteluraporttiin saadaan paljon kuvia, jotka havainnollistavat ratkaisua ja lisäksi hankkeesta voidaan luovuttaa myös esittelymalli tai video. Silti käsittelymenettelyjäkin täytyy ohjeistaa. Kaikki, mikä on tuotettu 3D:nä, arkistoidaan ja hyödynnetään seuraavassa vaiheessa. Jatkosuunnittelua varten tärkeintä on ainakin paikkatiedon osalta, että perustiedot on dokumentoitu: tiedon tyyppi, tiedon lähde, päivämäärä, epävarmuustekijät, koordinaattijärjestelmä sekä mitä selvitettävää jää jatkosuunnitteluun. Kun suunnittelu tehdään tietomallipohjaisesti, on lähtötietomallin, suunnittelumallin ja yhdistelmämallin jatkokäyttö on helpompaa seuraavassa suunnitteluvaiheessa. Lisäksi IM3 tuo jäämäkkyyttä tiedonsiirtoon.

Viralliseen arkistointiin käytetään nykyään paperiversioita. Arkistointilaki ei kuitenkaan sano, missä muodossa suunnitelma pitää arkistoida, vaan se kertoo vain dokumentit, jotka arkistosta pitää löytyä. Nykyään ei voida luottaa yhteen välineeseen arkistoinnissa, kun tekniikka muuttuu. Ongelmana tietomalliaineistoissa ja sähköisessä aineistossa on se, että suunnitelmia ei arkistoida riittävästi oikeisiin paikkoihin niin, että ne olisi jatkossa käytettävissä. Esimerkiksi valmiille tiesuunnitelmillekaan ei ole mitään paikkaa, jonne arkistoida. Kun seuraavan vaiheen käynnistymiseen saattaa kulua aikaa, ei ole mielekästä lähteä kyselemään tietoja edellisen suunnitelman laatijalta. Tarvitaan siis valtakunnallisia järjestelmiä tai kaupunkikohtaisia arkistoja. Tampereella käytetäänkin jo kaupunkimallia, jota päivitetään jatkuvasti. Tietoa luovutetaan rakennushankkeelle ja hankkeesta syötetään tiedot takaisin. Melutietojen osalta on olemassa valtakunnallinen meluntorjuntatietokanta, jota ylläpitää Uudenmaan ELY-keskus. Sitä ei kuitenkaan päivitetä niin kuin pitäisi, sillä kaikista hankkeista ei lähetetä tietoja tietokantaan. Jotta tietoja voitaisiin hyödyntää jatkossakin, ne pitäisi lähettää oikeassa muodossa syötettäväksi valtakunnalliseen tietokantaan.



Haastateltavat pohtivat, että paperien korvaaminen sähköisillä dokumenteilla ei ole vielä näköpiirissä, mutta ei se ole mahdotontakaan. Se vaatii ohjeistusta, mistä mitään löytyy, minkä lisäksi täytyy sopia tiedostoformaateista, jolla arkistoidaan. Esimerkiksi pitää tietää, missä formaatissa hanke lähetetään rakennusvalvontaan, jotta kaupunki tallentaa sen. Ensin pitää tietysti ratkoa tähän liittyvät ongelmat, kuten sähköiset allekirjoitukset. Lausunnotkin olisi hyvä saada sähköisesti. Haasteita tulee myös avoimesta datasta, eli millä taataan ettei esimerkiksi vesihuoltoverkosto joudu väärin käsiin. Tällöin riskienhallinta pitää miettiä tarkkaan.

Talosuunnittelun näkökulmasta ongelmia ovat nykyään dokumentoinnin määrä ja kyvyttömyys tarkistaa dokumenttien tarkkuutta, konflikteja ja täydellisyyttä. Välineitä tällaisten asioiden tarkistamiseen on käytettävissä, mutta käyttäjät tarvitsevat tietoa, koulutusta ja standardoituja prosesseja. Lisäksi erilaisten työkalujen ja prosessien on oltava keskenään yhteensopivia. Pohjoismaista vastattiin, että dokumentoinnissa ja arkistoinnissa on ongelmana se, ettei ole standardoituja tapoja työskennellä. Tietomallinnuksen avulla sitä voitaisiin parantaa. Tietomallien tulisi myös korvata viralliset paperiset piirustukset. On tarpeellista arkistoida mallit joka suunnitteluvaiheen loppuksi, mutta mallin täytyy saada elää koko tien elinkaaren ajan. Ongelmana saattaa olla että pidetään yllä liian monta järjestelmää dokumentointia ja arkistointia varten.

*Miten tietomallinnus muuttaa nykyisiä tarkastusmenettelyjä?*

Osa haastatelluista koki, että kolmiulotteisen suunnitelman tarkastaminen on iso haaste tilaajille, kun on monta suunnittelijaa ja osa-aluetta. Vielä tietomallien käyttö ei ole muuttanut tarkastusmenettelyjä. Vaikka käytetään sähköisiä suunnitelmia, joudutaan esikopioitkin pyytämään edelleen paperisina, koska perussuunnitelman tarkastamiseen tarvitaan useampi kartta samaan aikaan vierekkäin. Myös oikean version hallinta saattaa olla haastavaa. Esimerkiksi kun suunnittelussa tulee muutoksia, on vaikeampi hallinnoida sitä, että kaikista asioista on uusin versio. Useimmat tilaajat toivat esille sen, että nykyisin tilaajilla ei ole työkaluja tarkastaa IM3-mukaisuutta. Tähän mennessä mallit on pyydetty sellaisessa muodossa, että tilaaja ei tarvitse erityisiä ohjelmia siihen. Esimerkiksi siltamallit on pitänyt katsoa Tekla BIMsightilla. Hankintavaiheessa tuleekin mainita, että malli pitää saada sellaisessa muodossa, että sen voi tarkastaa ilman erityisohjelmia, koska tilaajalla ei ole resursseja opetella uusia ohjelmia tai hankkia niihin lisenssejä. Toisaalta eräs vastaajista toi esille, että tilaaja ei jatkossa välttämättä edes tarkasta malleja, niistä saatetaan katsoa periaatteet ja ratkaisut yleispiirteisemmin, mutta teknisten tietojen osalta saatetaan siirtyä ulkopuoliseen tarkastukseen. Loppu jäisi konsultin vastuulle.

## 5.7 Yleissuunnittelun hankinta ja muut asiat

*Pitäisikö tietomallinnusosaamista arvioida? Miten?*

RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Ryhmän 1 haastatelluista suurin osa koki, että tietomallinnusosaamista pitää arvioida, jos sitä aletaan käyttää. Nyt kun tietomallinnus ei ole vielä rutiinia, asia vaatii opettelua kaikilta. Mitä enemmän sitä käytetään, sitä enemmän pitäisi arvioida. BIM-tekijöitä varmasti löytyy, mutta niiden käsittelijöitä ja lukijoita voi olla vaikeampi löytää, kun useasti tilaajilla on pinttyneitä tapoja. Tulisi kehittää molemmin puolin osaamista. Erään vastaajan mielestä tiedonhallintaa (building information manage-

ment) pitäisi käyttää aina kaikissa projekteissa ja sitä tulisi arvioida myös työn hankinnassa. Mallintaminen ei ole itseisarvo, vaan mahdollinen väline parempaan tai tehokkaampaan suunnitteluun. Se tarjoaa mahdollisuuden myös luovuttaa työ 3D-tiedostona tilaajalle, jos sillä on käyttöä.

### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmän 2 haastateltavat kokivat, että jos on tietomalliosaamista, sen pitäisi näkyä annetussa tarjouksessa jollain tavalla. Asia kuuluu samaan kategoriaan kuin laatu-järjestelmä, toimintasuunnitelma ja muu osaaminen ja tietomalliosaaminen voisi olla yksi laatutekijä muiden joukossa. Tässä vaiheessa kaikki on vielä alussa ja kehitteillä, mutta myöhemmin tietomallinnusosaamista pitäisi kuitenkin arvioida, ainakin siirtymävaiheessa. Sitten kun kaikki osaavat käyttää tietomalleja, sen osaamisen arviointi on turhaa. Alussa voi olla hyväksyttävääkin, että tietomallinnukseen tietyin osin pakotetaan. Tietomallinnusosaamisen arviointiin haastateltavat esittivät erilaisia ratkaisuja. Yksi haastateltavista esitti, että referenssit tietomallikohteista voisivat antaa laatu-arvioinnissa parempia pisteitä esimerkiksi tietomallikoordinaattorin kohdalla. Toinen vastasi, että käytännössä konsultin tulisi kuvata tapa, millä suunnittelu hoidetaan sekä antaa referenssit ja henkilöiden kokemukset tietomallipohjaisesta. Näihin tulisivat arviointiperusteet ja pisteytys, ja sillä olisi oma painoarvonsa suunnittelun valinnassa.

### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Ryhmässä 3 eräs vastaajista pohti, että tällä hetkellä ikävä kyllä tietomalliosaamista pitää arvioida. Kun tietomalleista tulee normaali työtapa, silloin arvioinnista pitää luopua. Ei nykyään enää CAD-osaamista arvioida, kun se on normaali työtapa. Kuitenkaan sitä, miten suunnittelija toimii, ei pitäisi arvioida, koska tilaajat ostavat lopputuotteen ja vaatimus koskee sitä missä formaatissa suunnitelma pitää toimittaa. On kuitenkin asioita, joihin pitää panostaa. Toisaalta voidaan asettaa vaatimukseksi alkuvaiheessa, että tietyissä hankkeissa pitää olla kokemusta vastaavanlaisista hankkeista tietty määrä. Tämä kuitenkin tarkoittaa ennemminkin minimivaatimusta kuin pisteytystä. Tietysti joudutaan arvioimaan myös esimerkiksi tietomallikoordinaattoreiden osaamista, vähän samoin kuin tähänkin asti on arvioitu vastuuhenkilöiden osaamista. Se on tosin hankalaa, kun yleensä vastuuhenkilöillä ei tällaista osaamista ole, vaan sitä on yleensä nuoremmilla suunnittelijoilla. Tarjoukseen voidaan pyytää myös esitys mallinnusprosessista, joka voidaan pisteyttää. Toisen vastaajan näkökulmasta siihen ei kannata vielä ryhtyä, koska joillakin konsulteilla on selvästi parempi osaaminen kuin muilla ja pitäisi ajatella koko alan kehitystä ja saada kaikki mukaan. On tärkeä yrittää ajaa asiaa yhteisesti eteenpäin. Sitten kun osaamista alkaa olla kaikilla, sitä voidaan arvioida. Vasta muutaman vuoden päästä saadaan kokonaiskuva asiasta, ja nähdään onko tietomalliosaamista tarpeellista pisteyttää.

*Mikä on tärkeintä tässä vaiheessa?*

### RYHMÄ 1 (ei paljon kokemusta, ei kovin tuttua)

Yhden haastateltavan mielestä tällä hetkellä konsulttien ja tilaajien maailmat tuntuvat olevan kaukana toisistaan. Tilaajat miettivät, voidaanko jossain vaiheessa luopua siitä, että allekirjoitukset kirjoitetaan käsin joka ikiseen suunnitelmaan. Konsultit miettivät, voidaanko kaikki suunnitelmat laatia 3D:nä ja sähköisesti. Sen, missä eletään ja sen, mihin kohta olisi valmiudet tietoteknisen osaamisen kannalta, on iso kui-

lu. Muutos tulee hitaasti ja ohjelmistot kehittyvät pikkuhiljaa. Lisäksi olisi tärkeää ymmärtää kokonaisuus mihin kaikkeen tietomallinnus vaikuttaa ja osata ohjeistaa ne asiat.

#### RYHMÄ 2 (ei paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Yhden haastateltavan mielestä olisi parempi, jos saataisiin valtakunnallisesti yksi tai kaksi järjestelmää, ettei jokainen yhtiö ja tuottaja laadi omia sääntöjä ja ohjeita. Suomessa helposti käytetään erikseen aikaa ja rahaa, sen sijaan että tehtäisiin yhdessä asioita. Tietomallinnus tähtää yksinomaan tulevaisuuteen ja se on melkein uskon asia. Yksi vastaajista toi esille, että yleissuunnittelun ohjeistus pitäisi tarkistaa ja täsmentää tietomallinnuksen osalta, kuten tiesuunnitelmavaiheessa. Ei ole tarpeen kirjoittaa kokonaan uusiksi ohjeita, vaan täsmentää vanhoja.

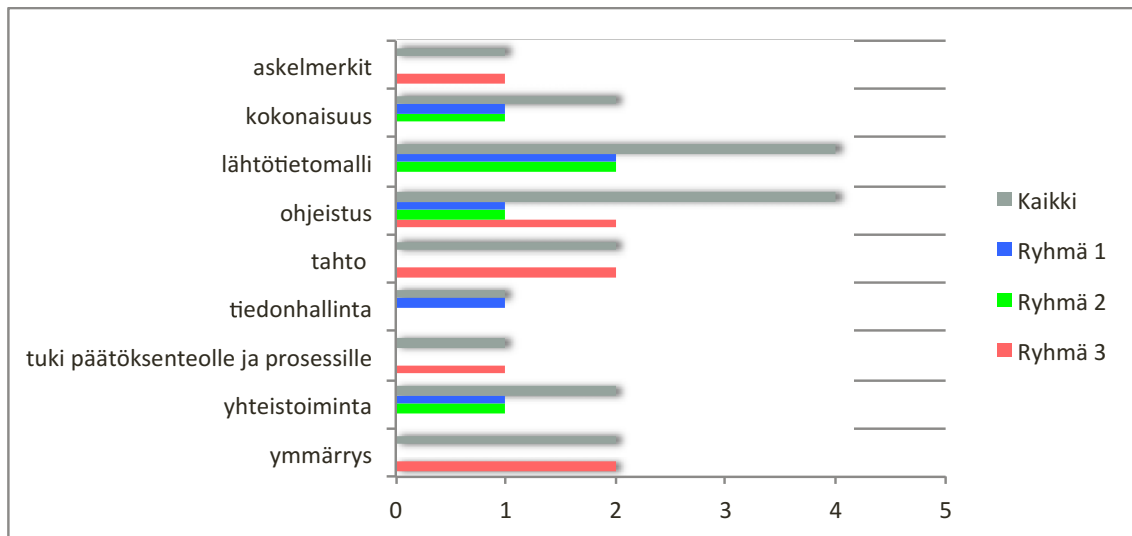
#### RYHMÄ 3 (hyvin paljon kokemusta, hyvin tuttua)

Eräs haastateltava kommentoi, että joka osa-alueella ja osapuolella on kehitettävää, ja pitkä matka on kuljettavana. Ainut keino siihen, että päästään eteenpäin, on aktiivinen keskustelu kaikkien osapuolten kesken. Toinenkin haastateltava totesi, että tarvitaan paljon yhteistyötä ja halua auttaa toisia. Vaatimuksia voidaan kirjata, mutta tärkein asia on, noudatetaanko niitä ja ovatko tilaajat tarpeeksi tietoisia asiasta. Tärkeää on, että tietomalliohjeet ovat suunnitteluprosessin sisällä tukemassa ja tämän vaiheen ohjeistus saisi pikaisesti mennä eteenpäin. Yhden haastateltavan mielestä tärkeintä on kolme erilaista asiaa: ensinnäkin prosessi täytyy ottaa haltuun palakerrallaan. Jokaisella on visioita siitä, mihin ollaan menossa, mutta pitäisi lähteä myös jotain tekemään. Pitää olla ymmärrys, mitä ollaan muuttamassa. Tavoitteen tulisi olla oikea ja pitkän tähtäyksen visio siitä, mihin ollaan menossa, kirkkaana mielessä. Toiseksi pitäisi löytää askelmerkit, miten toimintaa muutetaan: mitä kaikkea pitää tehdä ja missä vaiheessa. Kolmantena on normaalihankkeen muuttaminen pikkuhiljaa. Siihenkin tulee antaa normaaliohjeistus. Normaaleihin hankkeisiin on vaikea löytää toimintamallimuutosta, koska ongelmia ei löydy, ennen kuin on kokeiltu tietomallinnusta hankkeissa. Ei voida myöskään tehdä mitään siitä, ellei ole kaupallisia ohjeita mitä ollaan ostamassa ja mitä ollaan tekemässä. Lopuksi, tärkeintä on tahto. Jos ei ole tahtoa, mikään ei muutu.

Pohjoismaissa tärkeimpinä asioina pidettiin muun muassa erilaisten standardien ja geomallien luomista (models for geotechnics).

Ryhmässä 1 ja 2 tulivat esille lähes samat asiat: tärkeintä on lähtötietomalli. Ryhmän 3 vastaukset erosivat sikäli muista ryhmistä, että tärkeimpinä asioina ohjeistuksen lisäksi pidettiin abstrakteja asioita: tahtoa muuttaa asioita sekä ymmärrystä siitä, mitä ollaan muuttamassa. Kun ryhmien vastauksia tarkastellaan yhdessä, useimmiten mainittiin lähtötietomalli sekä ohjeistuksen eteenpäinvienti. Seuraavaksi useimmiten mainitut asiat olivat yhteistoiminta, kokonaisuus, tahto ja ymmärrys. Loput kaaviossa 2 esitetyt asiat mainittiin kerran.

Kaavio 2 Tärkeintä tietomallinnuksessa haastateltujen mielestä



## 6 Tulosten tulkintaa

### 6.1 Inframallinnuksen hyödyt yleissuunnittelussa

Tietomallinnusta käytettäessä on ensin määriteltävä, mitä hyötyä tietomallinnuksella tavoitellaan. Tietomallinnuksen hyödyt eri toimijoille on esitetty taulukoissa 11 ja 12. Ne on koottu haastatteluista ja niiden hyödynsaaja on päätetty tuloksista. Taulukossa 11 on esitetty hyödyt tiedonhallinnan osalta ja taulukossa 12 3D-esittämisen osalta. Tulokset ovat myös liitteessä 2. Yleissuunnittelun inframallinnus -case ”Vt6 parantaminen Kouvolan kohdalla” tukee näitä tuloksia niiltä osin kuin tapausta ehdittiin tutkia. Myös kirjallisuusosiossa selvitettyt hyödyt tukevat tätä taulukkoa. Tämän taulukon avulla voidaan tarkastella, mitä hyötyä inframallinnuksesta on tietyllä yleissuunnittelun osa-alueella ja sen perusteella voidaan asettaa inframallinnuksen tavoitteet hankkeessa.

Taulukko 11. Inframallinnuksen hyödyt tiedonhallinnan näkökulmasta

Tieto- malli	Tiedonhallinta Hyödyt	Kuka hyötyy
<b>Yleissuunnittelu</b>		
<b>Lähtötiedot</b>	Kokonaisvaltainen lähtötietojen hallinta. Rajapintojen käyttö tehostaa toimintaa (tieto on yhdistettävissä helposti eri lähteistä).	tilaajat, konsultit
<b>Vaikutusten arviointi</b>	Vaikutusten arvioimiseen tarvittava lähtötieto on laadukasta ja järjestelmällisesti koottu. Se mahdollistaa tiedon tehokkaan yhdistelyn ja analysoinnin. Tiedon täydentäminen helpottuu.	tijaajat, konsultit
<b>Vaihtoehtojen vertailu</b>	Vaihtoehtojen vertailu tehostuu. Mahdollistaa reaaliaikaisen kustannuslaskennan helpommin.	tilaajat, konsultit
<b>Valitun vaihtoehdon valinta</b>	Kaikki tieto mikä tuotetaan, saadaan talteen ja sitä on helppo hallita jatkossa.	tilaajat, konsultit
<b>Kustannukset</b>	Luotettavampi määrä- ja kustannustieto, tulevaisuudessa kustannukset siirtyvät automaattisesti kustannuslaskentaohjelmaan.	tilaajat, konsultit
<b>Osallistuminen ja vuorovaikutus</b>	Palautteet ja lausunnot voivat olla osa tiedonhallintaa/tietomallia. Sähköiset metatiedot helposti koottavissa.	tilaajat, konsultit
<b>Dokumentointi</b>	Paperin vähentyminen, jatkokäyttö helpompaa seuraavassa vaiheessa, vakioitu tiedonsiirto.	tilaajat, konsultit
<b>Arkistointi</b>	Jälleenkäyttöarvo ja tietosisällön vakioiminen.	tilaajat, konsultit, sidosryhmät

Taulukko 12. Inframallinnuksen hyödyt 3D-esittämisen kannalta

Tieto- malli	3D-esittäminen	Kuka hyötyy
	Hyödyt	
<b>Yleissuunnittelu</b>		
<b>Lähtötiedot</b>	Lähtötietomallin avulla nähdään helposti nykytilanne ja kokonaisuus sekä kriittiset kohdat hahmotetaan paremmin (maastomallin virheet, maanalaiset rakenteet, jne.).	tilaajat, konsultit
<b>Vaikutusten arviointi</b>	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
<b>Vaihtoehtojen vertailu</b>	Nopea ja monipuolinen vaihtoehtojen vertailu vaikutusten osalta, antaa varmuutta päätöksentekoon ja helpottaa sitä.	hankeryhmä, päättäjät, maanomistajat
<b>Valitun vaihtoehdon valinta</b>	Tulos helpommin ymmärrettävissä ja hyväksyttävissä.	päättäjät, lausunnonantajat
<b>Kustannukset</b>		
<b>Osallistuminen ja vuorovaikutus</b>	Kaikki voivat ymmärtää asiat samalla tavalla, eikä tulkinnassa ole ristiriitaisuuksia. Helpompi ottaa kantaa suunnitelmiin, jolloin saadaan demokraattisempi ratkaisu.	asukkaat, päättäjät, konsultit, tilaajat
<b>Dokumentointi</b>	Mahdollistaa uudet dokumentointitavat. Saadaan havainnollisemmat kuvat raporttiin, voidaan tuottaa esittelymalli tai video.	päättäjät, lausunnonantajat
<b>Arkistointi</b>	Nykytilanne ja suunnittelun tulos helppo nähdä.	sidosryhmät, konsultit, tilaajat

Tietomallinnuksen haittana nähtiin ainoastaan pääasiassa hankkeen ulkopuolisilla 3D-esittämisen tulkintavirheet sekä kustannusten kasvu. Tosin nämäkin asiat korjaantuvat ajan myötä, kun ihmiset oppivat lukemaan likimääräisiä kuvia ja 3D-kuvat saadaan sivutuotteena. Mutta siirtymisvaiheessa on pakko kiinnittää näihin asioihin huomiota.

## 6.2 Tehtävämäärittelyt

Keskeisimpänä tavoitteena tässä työssä oli tuottaa hankintaa varten tietomallinnuksen tehtävämäärittelyt verraten inframalliohjeita yleissuunnitelmapirosessiin. Vertailua alustettiin jo luvussa 4 ja se tehtiin yleissuunnittelun toimintaohjeisiin. Toista yleissuunnittelua koskevaa ohjetta ”Yleissuunnitelman sisältö ja esitystapa” käsitellään seuraavassa luvussa. Vertailun ja haastattelujen avulla määriteltiin tietomallinnusta koskevat tehtävät kullekin yleissuunnitteluohjeen osa-alueelle, jotka on esitetty seuraavissa laatikoissa. Tietomallinnuksen osalta on erikseen mainittu tulevaisuuden visiona ne tehtävät, joita ei ole vielä mahdollista toteuttaa. Taulukoiden tarkoitus on auttaa tilaajia määrittelemään ne alueet, joihin pitää suunnittelutyössä panostaa.

On tärkeää tietää, mitä asioita inframalliohjeet ja -vaatimukset koskevat yleissuunnitteluprosessissa. Ei ole helppoa yhdistää inframalliohjeita yleissuunnitteluprosessiin, koska ne koskevat vain osittain yleissuunnittelua. Liitteestä 3 voidaan nähdä kootusti ohjeiden vertailu ja tehtävämäärittelyjen muodostuminen. Sen avulla hankkeen eri osapuolet voivat myös nähdä kokonaisuuden; mitä tehtäviä inframallinnukseen liittyy kullakin suunnittelun osa-alueella ja koko hankkeessa. Kaikkiin osa-alueisiin inframallinnus ei kuitenkaan aiheuta toimenpiteitä, ja ne nähdään myös samasta liitteestä.

<b>OSALLISTUMINEN JA VUOROVAIKUTUS</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektisuunnitelmaan sisältyvä osallistumis- ja vuoropuhelusuunnitelman laatiminen</li> <li>- Tiedotetaan hankkeen tavoitteista ja ratkaisuista yleisötilaisuuksissa</li> <li>- Kannanottojen ja palautteiden koostaminen, käsittely ja dokumentointi</li> <li>- Hankkeen verkkosivustolle tulee toimittaa ajantasaista tietoa hankkeen etenemisestä</li> <li>- Työkokoukset ja suunnitteluaineiston jakelutavat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yhdistelmämallia tulee käyttää koko hankkeen ajan, ja sen käyttö tulee sovittaa hankkeen aikatauluun.</li> <li>- Esittelymallia käytetään yleisötilaisuuksissa ja suunnitelmien esittelyyn päättäjille. Esittelymalli tallennetaan projektikansioon.</li> <li>- Malli viedään asiakkaan luo tarvittaessa (ipad).</li> </ul> <p>Tulevaisuuden visiot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hanke esitellään internetissä 3-ulotteisesti tai videolla.</li> <li>- Palautteet ja kannanotot kerätään sähköisesti ja linkitetään suunnittelmamalliin (esimerkiksi karttapalauttejärjestelmään). Palautteet ja kannanotot dokumentoidaan sähköisesti.</li> </ul>

<b>LÄHTÖTIEDOT</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laaditaan lista olemassa olevista lähtötiedoista, kuka ne hankkii ja mistä.</li> <li>- Arvioidaan maaperä- ja muiden tutkimusten ja selvitysten tarve.</li> <li>- Lähtötietojen hankinta, tarvittavien selvitysten teettäminen tai tekeminen sekä tutkimukset ja mittaukset.</li> <li>- Lähtötietoja analysoidaan ja teetetään lähtötiedoista karttaesityksiä, taulukoita ja kirjallisia yhteenvetoja. Lisäksi analysoidaan edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisuehdotus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lähtötietomalli laaditaan jokaisesta hankkeesta YIV2014:n osan 3 mukaan.</li> <li>- Lähtötietojen hankinta ja muokkaus dokumentoidaan tarkasti YIV2014:n osan 3 mukaan.</li> <li>- Lähtötietojen katselumallia hyödynnetään nykytilanteen hahmotamisessa.</li> <li>- Aineiston huolellinen dokumentaatio, vastaanottotarkastus ja muokattu aineiston laadunvarmistus tehdään YIV2014:n osan 3 mukaan.</li> <li>- Lopullinen laadunvarmistus tehdään YIV2014:n osan 8 mukaan.</li> </ul>

<b>VAIHTOEHTOJEN VERTAILU</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaihtoehtojen suunnittelu, vaihtoehtojen vertailu ja vaihtoehdon valinta</li> <li>- Laaditaan vaihtoehtojen vertailussa hankeosalaskentaan perustuvat alustavat kustannusarviot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suunnittelukohteen merkittävyys ratkaisee sen, tuleeko kohteesta esittää vaihtoehdot 3-ulotteisesti.*</li> <li>- 3-ulotteista esitystapaa käytetään suunnittelijoiden väliseen ja asukkaiden kanssa käytävään vuorovaikutukseen.</li> <li>- Vaihtoehtojen vertailuun käytetään sellaista ohjelmaa, jonka avulla voidaan tutkia suunnitelmaa 3-ulotteisesti.</li> </ul> <p>Tulevaisuuden visiot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Käytetään ohjelmia, jotka antavat matkan varrella tapahtuvia automaattisia kustannusarvioita.</li> </ul>

\*3D-esityksen vaihtoehtoista pitäisi olla automaattisesti vaatimus tilaajan tarpeisiin ja ohjausryhmätyöskentelyä varten, kun

- vaihtoehtoilla on merkittäviä ja olennaisia eroja jonkin tärkeän asian suhteen, kuten jos ihmisten elinpiiri muuttuu paljon, hankkeella on paljon visuaalista merkitystä tai joitain muita merkittäviä vaikutuksia ihmisten elämään ja luontoon
- ollaan maisemallisesti tai luontoarvojen kannalta keskeisellä alueella



<b>VAIKUTUSTEN ARVIOINTI</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tunnistetaan tiehankkeen olennaiset vaikutukset ja valitaan mittarit vaikutusten arviointiin. Selvitetään ja arvioidaan eri vaihtoehtojen vaikutukset ja riskit</li> <li>- Arvioidaan toimenpiteiden vaikutukset ja toteuttamismahdollisuudet, tehdään herkkyystarkastelut</li> <li>- YVA-hankkeissa laaditaan ympäristövaikutusten arviointiohjelma tilaajan kanssa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valitaan relevantteja tietoja tietomalliin. Yhdistetään vähintään melualueen raja, päästöalueen raja sekä rakentamisen vaikutusalue samaan malliin.</li> <li>- Tieto järjestetään järjestelmällisesti ja maisemallisessa vaikutusten arvioinnissa käytetään apuna 3-ulotteisuutta.</li> </ul> <p>Tulevaisuuden visiot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esitetään melualueen laajeneminen / ekologian kehitys ajan funktiona tietomalleja hyödyntäen.</li> <li>- Mallissa käytetään linkkejä erilaisiin selvityksiin ja suunnitelmiin.</li> </ul>

<b>VALITUN VAIHTOEHDON VIIMEISTELY</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lähtötietojen täydennys, suunnitelman laatiminen ja vaikutustarkastelujen täydentäminen</li> <li>- Laaditaan vaiheittain rakentamissuositus ja tarkennetaan alustava kustannusarvio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kun vaihtoehto on valittu, täydennetään lähtötietomalli, suunnitelmalli ja vaikutustarkastelut YIV2014 inframalliohjeiden mukaan.</li> <li>- Kun tietoa tuottaa useampi taho, yhdistelmämallin työstämisestä sovitaan päivystyskalenterissa.</li> </ul>

<b>KUSTANNUKSET</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Päivitetään kustannusarviota, kun suunnitteluratkaisut tarkentuvat ja tarkempia määrätietoja on käytettävissä</li> <li>- Merkittävästi kustannuksiin vaikuttavien erien osalta käytetään rakennusosalaskentaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inframallin objektit on kuvattava valitun nimikkeistöjärjestelmän ja sääntöjen mukaisesti.</li> <li>- Kustannuslaskennassa noudatetaan YIV:n osan 9 vaatimuksia.</li> </ul> <p>Tulevaisuuden visiot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kustannusarviointeihin käytetään automaattista kustannuslaskentaa.</li> </ul>

<b>RAPORTOINTI, DOKUMENTOINTI JA NÄHTÄVILLÄ OLO</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keskeiset tulokset kootaan suunnitelmaraportiksi ja se toimitetaan kaikkine liitteineen paperisena ja sähköisessä muodossa tilaajalle</li> <li>- Laaditaan hankekortti ja muistio jatkosuunnittelua varten</li> <li>- Suunnitteluaineisto arkistoidaan</li> <li>- Hallinnollinen käsittely sisältää kunnan nähtäväksi asettamisen, lausuntojen hankkimisen ja yleisesti nähtävänä olleen suunnitelman muuttamisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tietomalliselostuksen laadinta ja suunnitelmatiedon järjestely tehdään inframalliohjeiden mukaisesti. Tiedot tallennetaan määrättyyn formaattiin</li> <li>- Suunnitelma toimitetaan tilaajalle vaadituissa formaateissa.</li> <li>- Suunnitelmat esitellään yleisölle havainnollisesti 3D-kuvina tai esitelyvideon avulla.</li> </ul> <p>Tulevaisuuden visiot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suunnitelmatiedot arkistoidaan valtakunnallisiin järjestelmiin.</li> </ul>

<b>SUUNNITELMAN VASTAANOTTO JA HYVÄKSYMINEN</b>	
<i>Yleissuunnitteluohjeet</i>	<i>Inframallinnuksen tehtävämäärittelyt</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suunnitelman tarkastus ja vastaanotto</li> <li>- Hyväksymisehdotuksen laatiminen</li> <li>- Hyväksymisesityksen laatiminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mallit pitää toimittaa sellaisessa muodossa, että ne voi tarkastaa ilman erityisohjelmia.</li> <li>- Aineiston tekninen tarkastus kuuluu työhön ja tarkastuksesta toimitetaan aineiston mukana allekirjoitettu tarkastusdokumentti</li> </ul>

## 6.3 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutukset

Tämän työn keskeisenä tavoitteena oli tutkia vaihtoehtojen vertailua ja vaikutusten arviointia. Inframallinnus ei tule muuttamaan yleissuunnitelman sisältöä, vaan tarkoitus on antaa vähimmäisvaatimuksia inframallien sisältöön. Haastatteluissa kävi ilmi, että vähimmäisvaatimusten laatiminen olisi suotavaa näillä osa-alueilla. Niinpä seuraavassa on koottu ne vähimmäisvaatimukset, jotka tässä vaiheessa inframallin tulisi sisältää. Niiden määrittämiseksi on käytetty apuna haastateltavien asiantuntijoiden mielipiteitä, sekä yleissuunnittelun asiantuntijaa. Lisäksi lukuun on koottu esille tulleita mahdollisuuksia tietomallinnuksen käytöstä yleissuunnittelussa.

Mallinnuksen tarkkuudesta ei saatu uutta tietoa, puhuttiin vain likimääräisestä tarkkuudesta yleissuunnittelussa. Likimääräinen tarkkuus on vaikea määritellä, sillä ei ole kuitenkaan tarkoitus määritellä toleransseja suunnitteluratkaisujen sijainnille tai kustannuksille, koska niiden toteutumista ei voi yleissuunnittelussa tarkastaa.

### 6.3.1 Vaihtoehtojen vertailu

Liikenneviraston ohjeen ”Yleissuunnittelun sisältö ja esitystapa” mukaan vaihtoehtoista pitää esittää liikenteelliset ja tekniset perusratkaisut, arvioidut vaikutukset, alustava kustannusarvio sekä tien likimääräinen sijainti. Taulukossa 13 on esitetty vähintään esitettävät asiat tietomallinnuksen osalta esittelymallille ja inframallille. Esittelymallia ei kuitenkaan joka hankkeessa ole tarpeellista laatia, mutta sitä käytettiin apuna selvittämään, mitä suunnitelmamallin tulisi sisältää. Vähimmäisvaatimuksena mallien sisällölle vaihtoehtojen vertailun osalta voidaan siis tämän tutkimuksen perusteella esittää **väylämalli, geotekniikka ja sillat likimääräisellä tarkkuudella.**

Haastattelujen perusteella voidaan antaa ohjeita vaihtoehtojen mallintamiseen. Kun hankkeessa vaaditaan inframallien käyttöä vaihtoehtojen vertailuun, vaihtoehdot mallinnetaan ainakin ne, jotka ovat vaikutuksiltaan merkittävimpiä. Vaihtoehdot, jotka ovat liian kalliita tai muuten sellaisia, ettei niitä kannata lähteä tutkimaan perusteellisemmin, voidaan käsitellä perinteisillä menetelmillä. Tavoitteena on mallintaa mahdollisimman monta vaihtoehtoa. Yleensä yleissuunnittelussa tehdään kolmesta viiteen vaihtoehtoa, jotka esitetään tarkemmin, mutta se riippuu kokonaisuudesta. Tärkeintä on pyrkiä siihen, että tärkeimmistä vaihtoehtoista tehdään 3D-esitykset, ei pelkästään lopullisesta vaihtoehtoista. Virtuaalimallit ovat yleisötilaisuuksia varten, mutta niitäkään ei pitäisi rakentaa erikseen, kun käytetään mallipohjaista toimintaa. Vaikka mallin esitys ei tulisikaan samasta ohjelmasta, niin se pitää pystyä ainakin

avaamaan jollain toisella ohjelmalla ja järkevällä työmäärällä tekemään esitykseksi ilman, että tehdään samoja asioita uusiksi. Jos mahdollista, olisi hyvä käyttää ohjelmia, jotka antavat vaihtoehtoista reaaliaikaiset kustannukset ikään kuin ”lennossa”.

*Taulukko 13. Inframallin vähimmäisvaatimukset vaihtoehtoista. Esittelymallissa voidaan esittää enemmän asioita, mitä suunnitelmamallissa.*

Tietomalli	Inframallin sisältö (vähintään esitettävät asiat riittävällä tarkkuudella)			
	Aluerajaukset	Pinnat	Poikkileikkaus	Geometriatiedot
linkit sanallisiin arviointeihin				
tien likimääräinen sijainti	alustava aluevaraus	ylin yhdistelmäpinta, alin yhdistelmäpinta, päällyste	tien leveys, maaleikkaus /penger/(kallio)-rakenne, rakennepaksaus edustavan pohjamaaluokan mukaan	alustava vaaka- ja pystygeometria
sillat (3D-objekti, sillan muoto ja pituus)		näkyvät pinnat		
perusmaastomuodot		maastomallin pinta (meluvallin pinta)		
meluntorjunnan todennäköisin ehdotus (aita 3D-objekti/valli 3D-pinta)	melualueen rajat			
ympäristökohteet	päästörajat			
geotekniikka (3D-objekti/aluevaraus)	pohjanvahvistukset ja pohjaveden suojaukset			
hankkeen vaikutusalue	hankkeen vaikutusalue			
risteämät (3D-viiva)				
kulkuyhteydet (3D-viiva)				
(valaisimet)				
(istutukset)				

Tulevaisuudessa vaihtoehtojen vertailussa oikeilla suunnittelujärjestelmillä voidaan optimoida ratojen ja tiekäytävien ja linjauksia. Tietomallinnus mahdollistaa sen, että simuloinnin kautta vaihtoehtoja voi olla useita, jopa satatuhatta. Niistä voidaan simuloitavusteisesti etsiä optimaalista ratkaisua sitä mukaa, kun saadaan lisää tietoa suunnittelun edetessä.

### 6.3.2 Vaikutukset

Vaikutusten osalta on käytetty apuna kirjallisuusosion luvun 2.4 esimerkkihanketta. Taulukkoon 14 on koottu eri vaikutusten esittäminen inframallissa. Vähimmäisvaatimuksina vaikutusten arvioinnin osalta mallien sisältöön voidaan tämän tutkimuksen perusteella esittää **melualueen rajat, päästöalueen rajat sekä rakentamisen vaikutusalue likimääräisellä tarkkuudella.**

Vaikutusten arvioinnista tutkimuksessa selvisi useita mahdollisuuksia, joita tietomallinnuksen avulla voidaan kehittää. Tässä tutkimuksessa tulivat esille seuraavat mahdollisuudet:

- Laskentaan- ja simulointiin perustuvassa vaikutusten arvioinnissa esi- ja yleisuunnittelussa voidaan tehdä dataan perustavaa analyysiä vaihtoehtojen vaikutuksista ja tuoda enemmän todellisuuspohjaa niihin tuloksiin mitä ollaan saamassa. GIS-aineiston avulla voidaan käytössä olevilla ja kehittyvillä työkaluilla analysoida tai hyödyntää vaikutusten arvioinnissa monipuolisemmin kuin aikaisemmin.
- Jos tietomallissa on ominaistietoa mukana, se voi muuttaa esitystekniikkaa raportointimenetelmästä enemmän yleisölle omaksuttavampaan muotoon. Esimerkiksi liikenteen kehittymisen osalta voitaisiin tehdä liikkuvaa kuvaa siitä, miten hankkeen ekologia tai ekotehokkuus kehittyvät, tai miten melualueet laajenevat. Ihmisille pystytään näin kertomaan paremmin, että muutos on ajan funktio, eikä yhtäkkiä tapahtuva asia.
- Myös kustannusten arviointi on vaikutuksen arviointia. Nykyään sama tieto syötetään uudelleen Fore-kustannuslaskentapalveluun. Parempi olisi, jos tieto siirtyisi suunnitelmasta suoraan Foreen. Näin saataisiin paljon ylimääräistä työtä pois. Asiasta on käynnistynyt juuri kehityshanke, joten ehkä tulevaisuudessa tieto liikkuu suoraan ohjelmasta toiseen.
- Malliin voidaan linkittää tiettyjä asiakirjoja (linkkilaatikko tietyn rakenteen yläpuolella), esimerkiksi ajankohtainen siltapiirustus, jossa ovat tekniset tiedot ja lisätiedot. Piirustuksella on monta etua, joita mallissa on vaikea esittää. Olisi hyvä pyrkiä yhdistämään mallien ja piirustusten hyvät puolet. Mallit tulevat vahvistumaan tulevaisuudessa, mutta alkuvaiheessa ne tukevat toisiaan.

Taulukko 14. Vaikutusten esittäminen suunnitelmamallissa ja vähimmäisvaatimukset luovutettavalle aineistolle esimerkkihankkeeseen sovellettuna

Vaikutus	Lähtöaineisto	Menetelmä	Inframalli
Liikenteelliset vaikutukset	Liikenneviraston rekisteritiedot, onnettomuusrekisteritiedot, liikenteen automaattisten mittauspisteiden seurantatiedot	Laskennalliset: IVAR-ohjelmisto Tarva-ohjelmisto Asiantuntija-arvio	liikenteen simulointimalli 2D/3D, <b>päästöalueen rajat 2D</b>
Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön	Maakuntakaava, yleis- ja asemakaavat, muut maankäytön suunnitelmat, rakennus- ja huoneistorekisteri, kiinteistörajat, maastotietokanta, lausunnot, mielipiteet, maastokäynnit	Asiantuntija-arvio	kaavarajat, kiinteistörajat 2D
Kiinteistövaikutukset	Sama kuin yllä	Asiantuntija-arvio	tilanvaraus 2D
Vaikutukset ihmisten elinoloihin	Kokemustieto, maastokäynnit, kirjallisuus, asukasvuoropuhelu	Asiantuntija-arvio	kartta tai 3D-esitys, linkit
Meluvaikutukset	Liikennemäärät, rakennus- ja huoneistorekisteri, kartta-aineisto, maastomalli	Laskennalliset: Cadna 4.3-ohjelmisto	<b>melualueen rajat 2D</b>
Tärinävaikutukset	Julkaisut, liikennetiedot, maaperätiedot	Asiantuntija-arvio	tärinäalueen rajat 2D
Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriperintöön	Kartta-aineisto, selvitykset, kaavoitus, muu kirjallisuus, kokemustieto, maastokäynnit	Asiantuntija-arvio	kartta tai 3D-esitys, linkit
Vaikutukset luonnonoloihin	Luontoselvitys, liito-oravaselvitys, inventoinnit, eliölajien esiintymät (OIVA-paikkatietopalvelu, Herttatietojärjestelmä, kuntien aineistot)	Asiantuntija-arvio	luontoselvitysrajat 2D
Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin	Kartat, pohjavesialuetiedot	Asiantuntija-arvio	pohjavesialueen rajat 2D
Rakentamisen aikaiset vaikutukset	Kartat, maaperätiedot	Asiantuntija-arvio	<b>rakentamisen vaikutusalue 2D</b>
Taloudelliset vaikutukset	Maaperätiedot, kiinteistörajat, kartta-aineisto, liikenteelliset vaikutukset	Asiantuntija-arvio	automaattinen kustannuslaskenta

## 6.4 Tietomallipohjaisen suunnitelman hankinta

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli antaa tukea Liikenneviraston hankintaa varten. Tietomallinnuksen tulisi olla osa prosessia, eikä lisätyönä tehtävä asia. Inframallinnuksen tilaamista varten olisi otettava huomioon seuraavat seikat:

### 1. Alussa voidaan tietyin osin pakottaa käyttämään inframallinnusta, kunnes kaikki osaavat käyttää sitä.

Suurin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että ainakin siirtymävaiheessa tietomallinnusosaamista tulisi arvioida. Sitten kun tietomallinnuksesta tulee normaali työtap, sen osaamisen arvioinnista pitäisi luopua. Toinen näkökulma asiaan oli, ettei tietomallinnuksen osaamisen arviointiin kannata vielä ryhtyä, koska joillakin konsulteilla on selvästi parempi osaaminen kuin muilla ja pitäisi ajatella koko alan kehitystä ja saada kaikki mukaan. Vasta sitten kun osaamista alkaa olla kaikilla muutaman vuo-

den päästä, saadaan kokonaiskuva asiasta ja nähdään onko tietomallinnusosaamista tarpeellista pisteyttää. Arvioitiin tietomallinnusosaamista tai ei, alkuun voi olla hyväksyttävää, että tietyin osin pakotetaan käyttämään tietomallinnusta. Tietomallinnuksen käyttöä voidaan vaatia esimerkiksi näin:

- Työvaiheeseen kuuluvat lähtötietomalli, suunnittelumallit ja esittely- ja yhdistelmämalli. (esimerkki hankkeesta Vt6 Kouvolan kohdalla)

## **2. Määritetään asiat, joihin pitää panostaa tai asetetaan minimivaatimukset**

Sitä ei pitäisi arvioida miten suunnittelija toimii, koska tilaajat ostavat lopputuotteen ja vaatimus koskee sitä, missä formaatissa suunnitelma pitää toimittaa. On kuitenkin asioita, joihin pitää panostaa. Tehtäviin ja panostusalueisiin voidaan viitata seuraavasti (ks. myös luku 7.2 tehtävämäärittelyt):

- Tavoitteena on hyödyntää tietomallia hankkeen jatkosuunnittelussa ja vaihtoehtojen vertailussa. (esimerkki hankkeesta Vt6 Kouvolan kohdalla)
- Inframalliaineisto tulee luovuttaa sellaisessa muodossa, että sen voi tarkastaa ilman erityisohjelmia.
- Lähtötietomalli laaditaan YIV2014 mukaan siten, että se voidaan havainnollistaa 3-ulotteisesti.
- Ratkaisut esitetään hankkeen sisällä sähköisesti 3-ulotteisena. Päätäjille ja asukkaille laaditaan vaihtoehtoista havainnollisempi 3D-esitys (esittelymalli, esittelyvideo tai 3D-aineiston istutus kartalle).
- Tiedonhallintaan käytetään erilaisia sähköisiä palveluja (projektipankit, aineistopalvelut, karttapalautejärjestelmä)
- Kun vaihtoehto on valittu, täydennetään lähtötietomalli, suunnitelmamalli ja vaikutustarkastelut YIV2014 ohjeiden mukaan.
- Aineiston tekninen tarkastus kuuluu työhön ja tarkastuksesta toimitetaan aineiston mukana allekirjoitettu tarkastusdokumentti.

## **3. Arvioitavat asiat.**

Haastattelujen perusteella ei ole varmuutta siitä, mitä asioita pitäisi arvioida. Asiaa on kuitenkin pohdittu, ja tietomallinnus voisi olla yksi laatutekijä muiden joukossa. Asia kuuluu samaan kategoriaan kuin laatujärjestelmä, toimintasuunnitelma ja muu osaaminen. Haastattelujen perusteella arvioitavia asioita voivat olla esimerkiksi mallinnusprosessi, referenssit tai tietomallikoordinaattorin osaaminen. Tarjoukseen voidaan pyytää esitys mallinnusprosessista, joka pisteytetään. Tällöin konsultin tulee kuvata tapa millä suunnittelu hoidetaan, referenssit ja kokemus tietomallipohjaisesta työstä, sekä nimetä heidän asiantuntijansa. Näihin tulee arviointiperusteet ja pisteytys ja sillä on oma painoarvonsa suunnittelun valinnassa. Myös referenssit voisivat antaa laatuarvioinnissa parempia pisteitä esimerkiksi tietomallikoordinaattorin kohdalla. Tietomallikoordinaattori voidaan pisteyttää samoin kuin tähänkin asti vastuuhenkilöt. Toisaalta voidaan asettaa vaatimukseksi alkuvaiheessa, että tietyissä hankkeissa pitää olla kokemusta vastaavanlaisista hankkeista tietty määrä. Se kuitenkin tarkoittaa ennemminkin minimivaatimusta kuin pisteytystä.

## 6.5 Tulosten luotettavuus

Tutkimuksessa ei ollut kyse tilastollisesta tutkimuksesta, vaan laadullisesta tutkimuksesta, jolla pyrittiin ymmärtämään tietomallinnusta sekä antamaan mielekkäitä tulkintoja ilmiöstä. Kirjallisuusselvityksessä etsittiin taustainformaatiota aiheeseen ja tavoitteena oli selvittää tietomallinnuksen nykytilanne. Tutkimustietoa aiheesta löytyi vain vähän, mutta koska suurin osa lähteistä oli arvostettujen alan asiantuntijoiden kirjoittamia, ei tämä merkittävästi heikennä tulosten luotettavuutta. Aineistoa oli kuitenkin riittävästi, koska uudet tapaukset työn aikana eivät tuottaneet enää uutta tietoa tutkimukseen. Kirjallisuusanalyysissä todennettiin inframalliohjeistuksen puutteet yleissuunnittelun osalta. Ohjeet olivat vasta luonnoksia, joten vertailu aiheutti omat haasteensa työlle.

Tutkimuksen toinen osa perustui asiantuntijoiden haastatteluihin. Haastatteluissa kysyttiin heidän henkilökohtaisia mielipiteitään, jotka sitten analysoitiin. Haastattelutavat oli valittu edustamaan alaa ja heitä oli sopiva määrä. Lisäksi kaikki olivat kiinnostuneita työn aiheesta. Annetuilla vastauksilla saatiin melko hyvin kartoitettua eri osapuolien tarpeita ja muodostettua tehtävämääritykset. Vastauksiin saattoivat vaikuttaa erilaiset haastattelutilanteet ja tulkinnat käytetyistä termeistä sekä henkilöiden tausta. Haastattelutilanne voi tuoda tietynlaista epävarmuutta ja muutama vastaaja joutui kiinnittämään huomiota samanaikaisesti muihin asioihin. Lisäksi eri haastattelumenetelmillä saadaan hieman erilaisia vastauksia: teemahaastattelussa voi tulla enemmän ideoita kuin kyselylomaketta käytettäessä, mutta kyselomakkeen täyttäminen puolestaan vaatii kaiken huomion, joten vastaukset ovat tarkemmin pohdiskeltuja.

Työn ohjaajien panoksen ansiosta joitain ilmenneitä asiavirheitä työn aikana on korjattu. Siksi on perusteltua olettaa, että haastattelujen pohjalta tehty tutkimus tuottaa luotettavaa ja jollain tapaa yleistettävää tietoa ja työn tuloksia voidaan käyttää apuna yleissuunnitelman hankinnoissa.



## 7 Yhteenveto, päätelmät, suositukset

### 7.1 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli tuottaa Liikennevirastolle tien yleissuunnittelun hankintaa varten inframallinnuksen tehtävämäärittelyt ja esittää vaatimuksia luovutettavalle aineistolle. Keskeistä työssä oli vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten arviointi. Työ tehtiin kirjallisuus- ja haastattelututkimuksena. Haastateltavia alan asiantuntijoita oli 16 edustajan tilaajan ja konsultin näkemystä asiasta.

Kirjallisuudessa selvitettiin yleissuunnittelun ja tietomallinnuksen nykytilanne Suomessa, sekä tietomallinnuksesta tehtiin lyhyt katsaus ulkomaille sekä talo- ja aluesuunnitteluun. Sen jälkeen vertailtiin inframallinnusohjeita yleissuunnittelun toimintaohjeisiin ja todennettiin inframallinnusohjeiden puutteita. Osittain mainitut puutteet ovat selvinneet tutkimuksen aikana, kun asiaa on kehitetty vauhdikkaasti eteenpäin muillakin tahoilla. Hankinnan osalta Liikenneviraston inframalliohjeistusta on viety eteenpäin ja lähtötietojen osalta YIV2014-inframalliohjeita on täydennetty. Puutteisiin oli kirjattu eniten vaihtoehtojen vertailua ja vaikutusten arviointia koskevia asioita, ja niihin saatiin tyydyttäviä vastauksia. Tutkimuksessa määriteltiin vaatimuksia vaihtoehtoisille linjauksille ja tavoitteet sekä hyödyt selviävät luvusta 6.1. Haastatteluissa pohdittiin laadunvarmistusta ja dokumentointia, joskin niistä saatiin vain vähän uutta tietoa. Vaihtoehtojen esittämisestä saatiin kootuksi ohjeita lukuun 6.3. Vaikutusten arvioinnista voidaan sanoa, että tutkimus antaa vastaukset todennettuihin puutteisiin vain osittain, mutta esille tuli useita mahdollisuuksia inframallinnuksen käytössä. Inframallien arkistoinnista sekä hyödyntämistä hallinnollisessa käsittelyssä ja tarkastusmenettelyissä käsitellään tarkemmin Maija Carlstedtin diplomityössä, jonka on tarkoitus valmistua vuoden 2015 alussa. Osallistumisessa ja vuorovaikutuksessa inframallinnus tuo paljon mahdollisuuksia, mutta se ei ollut tässä työssä tärkeintä ja aihetta on tutkittu paremmin VIRE Smart-hankkeessa, josta mainittiin kirjallisuusosion luvussa 3.2.

Empiirisessä osuudessa haastattelujen avulla pyrittiin syventämään inframallinnuksen ymmärrystä, selvittämään inframallinnuksen tarve yleissuunnittelussa ja sen eri vaiheissa, sekä löytämään vastaukset luvun 4 esille tulleisiin inframalliohjeistuksen puutteisiin. Haastattelutulokset esiteltiin ryhmittäin kokemuksen ja teorian tiedon perusteella. Ryhmien vastauksissa ei ollut suuria eroja. Ne, joilla oli enemmän kokemusta tietomallien käytöstä, antoivat joissain kohdissa enemmän sovellettuja ja abstraktimpia vastauksia kuin ne, joilla käytännön kokemusta ei liiemmästi ollut. Kaikki olivat kuitenkin selvillä mistä puhutaan ja tietomallinnus koettiin tärkeäksi asiaksi joka taholla. Negatiivisempi asenne inframallinnuksen käytölle yleissuunnittelussa saattaa kuitenkin syntyä, jos kaikki ei mene odotusten mukaan pilottihankkeissa.

Lopuksi työn tulokset koottiin yhteen. Tulokset ovat tämän hetken näkemys inframallinnuksesta. Tehtävämäärittelyt saattavat vanheta nopeastikin, kun inframallinnuksesta tulee normaali työskentelytapa. Vähimmäisvaatimukset vaikutusten arvioinnissa ja vaihtoehtojen vertailussa saattavat muuttua jo vuoden sisällä. Lisäksi vähimmäisvaatimuksia voidaan käyttää vain lähtökohtana, koska jokainen hanke on erilainen. Tietomallinnusosaamisen arvioimisesta ei voi tehdä tässä vaiheessa yleistyksiä, koska haastateltavien vastaukset olivat melko ympäröityjä, mutta suurimman osan mielipidettä voidaan käyttää suuntaa-antavana tietona. Hyötyjen kartoitus oli kannat-

tavaa, koska niiden avulla voidaan motivoida ihmisiä käyttämään inframallinnusta. Tärkeää onkin, että alalla työskentelevät ihmiset ymmärtävät, miksi tietomallinnusta kannattaa käyttää.

## 7.2 Päätelmät

Haastatteluissa eniten ongelmia aiheutti se, että ihmisillä on hyvin erilaisia mielikuvia tietomallinnuksesta. Määrittelyjä on yhtä monta kuin on asiantuntijoita. Tietomallinnuksessa tulisi erottaa selvästi tiedonhallinta (Building Information Management) ja 3D-esittäminen (Building Information Modeling), etenkin kun puhutaan inframallinnuksen hyödyistä. Lisäksi inframallien rooli perinteisiin piirustuksiin nähden on ollut hieman epäselvää. Ei ole tarkoitus korvata kaikkea kolmiulotteisilla malleilla, vaan ennemminkin kysymys on tiedonhallinnasta siten, että tarvittavaa suunnittelmatietoa voidaan tarkastella halutussa muodossa (esimerkiksi taulukkona, tekstinä tai 3D-näkymänä).

Vaikka haastattelujen vastaukset olivatkin suuremmalti oletuksia ja mahdollisuuksia, kirjallisuusosiossa esitelty yleissuunnittelucase todistaa, että inframallinnusta voidaan käyttää jo yleissuunnittelussakin. Yleissuunnittelucase peilautui nykyään käytössä oleviin ohjelmiin, joten tutkimuksessa esitetyt inframallinnuksen mahdollisuudet eivät vielä toteutuneet hankkeessa. Toiseksi hanke oli jo käynnissä kun inframallinnus tilattiin, joten työmäärän koettiin lisääntyvän. Jos inframallinnus olisi ollut mukana hankkeen alusta asti, se olisi palkinnut todennäköisesti enemmän. Siksi on tärkeää, että mallinnusta ei tehdä erikseen lisätyönä, vaan se on mukana hankkeen alusta asti.

Haastattelujen ja yleissuunnittelucasen perusteella inframallinnuksesta koetaan olevan paljon hyötyä. Ainoina haittoina koettiin suunnitelmien tulkintavirheet ja kustannusten kasvu. Olisikin kerrottava selvästi yleissuunnittelun 3D-kuvissa, että ne ovat likimääräisiä. Mutta onko tarpeen käyttää lisää rahaa suunnitteluun? Aluksi siirtyminen tietomallipohjaisiin hankkeisiin saattaa kasvattaa suunnittelukustannuksia, mutta odotettavissa kuitenkin on, että se on vain välivaihe, jolloin ihmiset opettelevat käyttämään uusia työkaluja ja menettelyjä. Kun tiedot ovat paremmin hyödynnettävissä, jatkossa voidaan tietojen etsimisen sijaan keskittyä suunnitteluun, jolloin suunnitteluun käytetty rahamäärä säilyy samana, mutta resurssit kohdentuvat oikein.

Vähemmälle huomiolle tutkimuksessa jäi ominaisuustietojen hyödyntäminen erilaisissa analyyseissä, vaikka ominaisuustiedot tulivatkin esille haastatteluissa. Niiden hyödyntämistä olisi hyvä tutkia enemmän. Toiseksi inframallinnusohjeet eivät ota kantaa kaikkiin yleissuunnittelun osa-alueisiin. Siksi olisikin hyvä, että yleissuunnittelun ohjeistus käytäisiin läpi ja täsmennettäisiin inframallinnuksen osalta. Tämä tutkimus on luonut pohjaa tällaiselle tarkastelulle.

## 7.3 Toimenpidesuositukset

Yleinen suositus tutkimuksen aiheesta kiinnostuneille osapuolille on, että tietomallinnus-sanana sijasta käytettäisiin sanoja tiedonhallinta ja 3D-esittäminen. Lisäksi tulisi muistaa, että tietomallin sijaan yleisesti infra-alalla pyritään käyttämään inframalli-termiä. Seuraavat suositukset tilaajille ja konsulteille inframallinnuksen käyttöä yleissuunnittelussa on laadittu alan kehityksen eteenpäinviemiseksi. Kaksi ensimmäistä ovat jo Liikennevirastossa vaatimuksena. Suositukset tärkeysjärjestyksessä ovat:

1. **Lähtötietomallin käyttöönotto yleissuunnittelussa.** Talo-, alue- ja tiensuunnittelussa on ollut paljon ongelmia lähtötietojen keräämisessä ja käsittelyssä, joten lähtötietomallin laatiminen joka hankkeesta on tarpeellista. Lähtötietomallin laatiminen inframallinnusohjeiden mukaisesti hyödyttää kaikissa suunnitteluvaiheissa esisuunnittelusta rakennussuunnitteluun. Tähän kuuluu myös rajapintojen käyttö. Lähtötietomallin ohjeistusta on jo kokeiltu eri suunnitteluvaiheissa ja se on koettu hyväksi. Tämä kannattaa ilman muuta ottaa käyttöön myös yleissuunnittelussa. On kuitenkin tärkeää, että lähtötietomallin laatimiseen varataan riittävä aika, jolloin ei ole painetta tuottaa muuta. Lisäksi on hyvä tiedostaa, että YIV2014-inframalliohjeistusta ei ole laadittu vain yleissuunnittelun näkökulmasta.
2. **Lopputuotteen tiedonsiirtoformaatin vaatimusten käyttöönotto.** Jo InfraBIM-hankkeen tavoitteena oli toimittaa hankkeen suunnitelmat tiettyssä formaatissa vuonna 2014. Myös yleissuunnittelun osalta se on mahdollista vaatia, jotta tietoa voidaan hyödyntää hankkeen koko elinkaaren ajan.
3. **Vaihtoehtojen vertailun lisääminen.** Vaihtoehtojen vertailun osalta suurimmat ongelmat johtuivat haastattelujen perusteella lähinnä suunnittelumenetelmistä ja osaamisesta. Tilaajan näkökulmasta koettiin, että vaihtoehtojen tarkastelua pitäisi lisätä, mutta se ei ole mallinnuksen tehtävä vaan tilaamisen tehtävä. Kuitenkin jo nyt voidaan kehitystä edistää tilaamalla vaihtoehtojen vertailua, jossa käytetään apuna inframallinnusta. Tällöinkin tulisi silti korostaa sitä, että 3D-esittäminen on vain sivutuote.
4. **Vaihtoehtojen vertailun ja vaikutusten arvioinnin ohjeistus ja standardien luominen.** Tiettyjä osa-alueita voitaisiin ohjeistaa enemmän ja luoda standardeja tapoja, ja siihen inframalliohjeilla voidaan vaikuttaa. Tämän tutkimuksen perusteella laaditut vähimmäisvaatimukset voidaan ottaa käyttöön. Vaihtoehtojen vertailun osalta voitaisiin hyvin kirjata, mitä tiesuunnitteluohjelmasta vähintään vaaditaan yleissuunnitteluvaiheessa, jos on kyseessä hanke, johon sitä voi soveltaa. Vaikutusten osalta voidaan ohjeistaa, mitkä vaikutukset vähintään esitetään yhdessä mallissa ja miten tieto tulee esittää.
5. **Erialaisten analyysien ja simulointityökalujen kehittäminen vaikutusten arviointiin käyttäen tietoa, joka sisältyy tietomalliin.** Vaikutusten arvioinnissa kohdataan nykyään monenlaisia ongelmia ja haasteita, syynä ovat lähinnä alkeelliset työkalut. Tässä asiassa tiesuunnittelussa voitaisiin hyvin ottaa mallia aluesuunnittelussa jo käytössä olevista laskenta- ja simulointiperusteisista ohjelmista. Hyvä esimerkki tiesuunnittelualalla on luvussa 3.4 mainittu Quantm-ohjelma, joka soveltuu juuri vaihtoehtoisten tielinjausten

vertailuun. Vaikka ensituntuma onkin, että ohjelma soveltuu ennemminkin esisuunnitteluvaiheeseen, myös yleissuunnitteluvaiheessa siitä voisi olla hyötyä etenkin isommissa hankkeissa ja sovellettuna myös pienemmissä hankkeissa. Näin voitaisiin saada parempia ja halvempia ratkaisuja helpommin.

6. **Avoimeen tiedonsiirtoon käytettävien työkalujen kehittäminen (suunnitteluohjelmien välinen tiedonsiirto esimerkiksi väylämalli-melulaskenta, väylämalli-kustannuslaskenta, väylämalli-liikenteen simulointi).** Suunnittelun aikana siirretään paljon tietoa ohjelmasta toiseen. Esimerkiksi tiedonsiirtoa väylämallista melulaskentaohjelmaan tai liikennelaskennasta melulaskentaan olisi hyvä kehittää. Yksi kannattava kehityskohde työskentelyä helpottamaan on Fore-palvelun linkittäminen tiesuunnitteluohjelmistoon. Haastatteluissa selvisi, että kustannukset olisikin hyvä saada tarkemmin ja nopeammin selville yleissuunnittelussa, mutta kokemusta automaattisesta kustannuslaskennasta ei vielä ole tienrakennusalalla. Määrätietojen manuaalinen syöttö taulukkolaskentaohjelmaan luo virhemahdollisuuksia, joten tiedonsiirtoon olisi syytä kiinnittää huomiota. On kuitenkin syytä muistaa, että inframallin hyödyntämiseksi kustannuslaskennassa mallin objektit on kuvattava valitun nimikkeistöjärjestelmän ohjeiden ja sääntöjen mukaisesti.
7. **Päästöjen mallintamiseen käytettävien ohjelmien kehittäminen.** Vaikutusten osalta mallissa tulisi esittää vähintään melu ja päästöt (sekä rakentamisen vaikutusalue). Melulaskelmien tekemiseen on jo olemassa hyvät menetelmät, mutta päästöjen arviointi ei ole niin selvää. Vaikka IVAR-ohjelmistosta saadaankin päästöjen määrä tonneina, sen käyttö koettiin hieman kömpelöksi. Luvussa 2.4 esiteltiin uusi pohjoismainen työkalu nimeltä LICCER-malli. Se on kehitetty elinkaariarviointiin kasvihuonekaasupäästöjen ja energian osalta aikaisessa tiesuunnitteluvaiheessa. Sen tarkoitus on auttaa liikenneväyriä ja muita tahoja vertailemaan vaihtoehtoisia linjauksia päätöksenteossa. Sen käyttöä kannattaa testata myös Suomessa. Sitä kokeillaan ensin Norjassa ja Ruotsissa, mutta tarkoitus on ottaa se käyttöön laajemmaltikin Euroopassa. Tulisi selvittää, soveltuuko se myös pienien hankkeiden vertailuun.

Suurin osa edellä tulleista asioista koskee lähinnä inframallinnusta (Building Information Modeling). Mutta entäpä tiedonhallinta (Building Information Management)? Paperitonta tiedonhallintaa kehittäessä on otettava käyttöön oikeat ohjelmat. Tiedonhallinnan kannalta olisi panostettava erityisesti seuraaviin osa-alueisiin:

1. **Lähtötietojen tarkasteluun käytettävät ohjelmat (esimerkiksi lähtötietokone).**
2. **Osallistumiseen ja vuorovaikutukseen käytettävät ohjelmat, kuten karttapaalutejärjestelmä.** Karttapaalutejärjestelmä on koettu joissain suunnitelmassa hyväksi ja hyvin havainnolliseksi. Se myös helpottaa sähköisten palautteiden ja kannanottojen dokumentoimista.
3. **Suunnitelman tarkasteluun käytettävät ohjelmat.** On kiinnitettävä huomiota siihen, millä ohjelmilla tarkastellaan suunnitelmia erilaisissa kokouksissa ja tilaajan tarkastuksissa.

4. **Valtakunnallinen arkistointipalvelu / kaupunkien tietomallipalvelu.** Maantielain mukaisten yleissuunnitelmien arkistointi sähköisesti johtaa siihen, että tulisi panostaa valtakunnalliseen tietojärjestelmään. Mallia voitaisiin ottaa ELY-keskuksen ylläpitämästä valtakunnallisesta melutietokannasta tai Tampereen kaupungilla käytössä olevasta kaupunkimallista. Tiesuunnittelussa mallin tulisi kuitenkin saada elää tien koko elinkaaren ajan. Siksi järjestelmän tulisi olla päivitettävissä jatkuvasti. Luonnollisesti tämä ei kuitenkaan ole yleissuunnittelun asia, vaan kaikkien suunnitteluvaiheiden asia.
5. **Yhteiset sähköiset palvelut projektin sisäiseen tiedonkulkuun ja hankkeen aineiston hallintaan (esimerkiksi Kaiku-palvelu, Louhi-palvelu).**

## Lähteet

Autodesk, 2014. Civil Infrastructure: transportation: roads and highways. Ohjelmistosisivut. <http://www.autodesk.com/industry/civil-infrastructure/transportation-infrastructure/road-highway-design-infrastructure#.dynamic-filter-1> [Viitattu 4.5.2014].

Brattebø, H., 2014. The LICCER- project. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.ntnu.no/trykk/publikasjoner/Annual%20Report%202012/files/assets/downloads/page0013.pdf> [Haettu 29.4.2014].

BuildingSmart Finland, 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Verkkosarja. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8> [Haettu 29.4.2014].

Carneiro, Lins & Neto, 2012. Spread of BIM – A Comparative Analysis of Scientific Production in Brazil and Abroad. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.dropbox.com/s/nkhv99fh1d2z3jm/Carneiro%26Lins%26Barros-Nto%202012%20Spread%20of%20BIM%20%3D%3D%20a%20Comparative%20Analysis%20of%20Scientific%20Production%20in%20Brazil%20and%20Abroad.pdf> [Haettu 4.5.2014].

Eastman, C., Teicholz, P., Rafael, S. & Liston, K., 2011. BIM Handbook., Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

ELY- keskus, 2013. Tienpidon pitkä historia. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tienpidon-pitka-historia?cssIs=text#.U2M-IF6rLUA> [Haettu 7.4.2014].

ELY-keskus, 2014a. Valtatien 6 parantaminen Kouvolan kohdalla. Muistio 13.2.2014.

ELY-keskus, 2014b. Valtatien 6 parantaminen Kouvolan kohdalla. Hankkeen web-sivut. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-kaakkois-suomi-vt-6-parantaminen-kouvolan-kohdalla#.U3xsx16rLUA> [Viitattu 4.5.2014].

ELY-keskus, 2014c. Valtatien 6 parantaminen Kouvolan kohdalla. Muistio 2.4.2014.

ELY-keskus, 2014d. Valtatien 6 parantaminen Kouvolan kohdalla. Mediatiedote, Yle Kymenlaakso ja alueen lehdet. 16.3.2012.

ESRI, 2014. ESRI City Engine. Yrityksen kotisivut. <http://www.esri.com/software/cityengine> [Viitattu 4.5.2014].

Gustafsson, L., 2008. Tiesuunnitteluratkaisujen vaikutus tien hoitotoimenpiteisiin. Tiehallinnon selvityksiä 34/2008. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201114-v-tiesuunn\\_ratk\\_vaik\\_tien\\_hoit.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201114-v-tiesuunn_ratk_vaik_tien_hoit.pdf) [Haettu 7.4.2014].

Hirsjärvi, S., Hurme, H., 2008. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press, 2008.

Horn, F., 2013. Rakennustuotemallit kalliorakennuskohteiden suunnittelun ja rakentamisen apuvälineinä. [Diplomityö], Aalto-yliopisto, Otaniemi, Espoo.

InfraBIM, 2014a. Yleiset inframallivaatimukset 2014. Verkkosarja. Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/yiv2014/> [Haettu 4.5.2014].

InfraBIM, 2014b. Pilottipäivä 9. Luentoaineisto 6.2.2014. Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/pilottipaivien-aineisto/> [Viitattu 4.5.2014].

Kankainen, J., Manninen, A-P., 2008. 2. Infrahankkeen kokonaisprosessin ja tietotarpeiden mallintaminen. [Esittelykalvot] Saatavissa: <http://www.cem.tkk.fi/fsr/Inpro/index.htm> [Haettu 20.3.2014].

Karstila, K., 2004. Rakennusten tuotemallintamisen sanasto. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_sanasto\\_v10.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_sanasto_v10.pdf) [Haettu 17.3.2014].

Kumanto, 2011. Koneohjauksen käyttöönotto Tampereen kaupungilla. Opinnäytetyö. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/31694/Kumanto\\_Jouni.pdf?sequence=2](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/31694/Kumanto_Jouni.pdf?sequence=2) [Haettu 3.6.2014].

Leppänen, T. 2013. Tietomallinnus infra-alalla. Opinnäytetyö. Saatavissa: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54381/Leppanen\\_Touko.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54381/Leppanen_Touko.pdf?sequence=1) [Haettu 17.3.2014].

Liikennevirasto, 2001. Tilaajan menettelyt, Toimintaohjeet. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tilaajan\\_menettelyt.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tilaajan_menettelyt.pdf) [Haettu 17.3.2014].

Liikennevirasto, 2010. Yleissuunnittelu, Toimintaohjeet. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2010-19\\_yleissuunnittelu\\_toimintaohjeet\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-19_yleissuunnittelu_toimintaohjeet_web.pdf) [Haettu 20.3.2014].

Liikennevirasto, 2011a. Tie- ja ratahankkeiden suunnitelmien käsittelyohje. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2011-25\\_tie\\_ja\\_ratahankkeiden\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-25_tie_ja_ratahankkeiden_web.pdf) [Haettu 20.3.2014].

Liikennevirasto, 2011b. Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2011-14\\_liikennevaylien\\_hankearvioinnin\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-14_liikennevaylien_hankearvioinnin_web.pdf) [Haettu 7.4.2014].

Liikennevirasto, 2011c. Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2011-23\\_maastotietojen\\_hankinta\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-23_maastotietojen_hankinta_web.pdf) [Haettu 13.8.2014].

Liikennevirasto, 2012. Suunnitelmatiedon hallinta. Toimintaohje. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2012-23\\_suunnitelmatiedon\\_hallinta\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-23_suunnitelmatiedon_hallinta_web.pdf) [Haettu 13.8.2014].

Liikennevirasto, 2013a. Tien rakennussuunnitelma. Sisältö ja esitystapa. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-44\\_tien\\_rakennussuunnitelma\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-44_tien_rakennussuunnitelma_web.pdf) [Haettu 7.4.2014].

Liikennevirasto, 2013b. Tiehankkeiden arviointiohje. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-13\\_tiehankkeiden\\_arviointiohje\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-13_tiehankkeiden_arviointiohje_web.pdf) [Haettu 31.3.2014].

Liikennevirasto, 2013c. Tien rakennussuunnitelma. Toimintaohjeet. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-45\\_tien\\_rakennussuunnitelma\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-45_tien_rakennussuunnitelma_web.pdf) [Haettu 7.4.2014].

Liikennevirasto, 2014. Suunnittelun lähtökohdat. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/strategia> [Haettu 20.3.2014].

Liikennevirasto, 2014a. Mikä on tietomalli. Artikkelit. Saatavissa: [http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat\\_suunnittelijat/tietomallit/mika\\_tietomalli](http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/mika_tietomalli) [Haettu 9.4.2014].

Liikennevirasto, 2014b. Tietomallia hyödyntävät hankkeet. Artikkelit. Saatavissa: [http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat\\_suunnittelijat/tietomallit/tietomalli\\_hankkeet](http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/tietomalli_hankkeet) [Haettu 4.5.2014].

Liikennevirasto, 2014c. Siltojen tietomalliohje. Liikenneviraston ohjeita 6/2014. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo\\_2014-06\\_siltojen\\_tietomalliohje\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-06_siltojen_tietomalliohje_web.pdf) [Haettu 4.5.2014].

Liikennevirasto, 2014d. Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. Koekäytössä oleva ohje. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo\\_2014-20\\_tiehankkeiden\\_mallipohjaisen\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-20_tiehankkeiden_mallipohjaisen_web.pdf) [Haettu 24.8.2014].

PaikkaOppi, 2014. Paikkatiedon avoin oppimisympäristö. Verkkosivusto. <http://www.vesseli.fi/paikkaoppi/abc.htm> [Viitattu 24.8.2014].

Pelttari, M., 2014. Infrarakentamisen uudet ATK-ohjelmistot. Opinnäytetyö. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/72801/Pelttari\\_Miia.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/72801/Pelttari_Miia.pdf?sequence=1) [Haettu 22.5.2014].

Rakennustieto Oy, 2006. Tielaki uudistui maantielaiksi. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/P\\_242.html](http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/P_242.html) [Haettu 22.3.2014].

Rakennustieto Oy, 2012. InfraRYL Net-palvelu. <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/> [Viitattu 22.4.2014].

Rakennustieto Oy, 2014. InfraBIM verkkosivusto. <http://www.rts.fi/infrabim/> [Viitattu 22.4.2014].

RYM Oy, 2012. InfraBIM-nimikkeistö 2012. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2014/03/InfraBIM\\_nimikkeisto\\_v1\\_5.pdf](http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2014/03/InfraBIM_nimikkeisto_v1_5.pdf) [Haettu 20.3.2014].



RYM Oy, 2014. INFRA FINBIM. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://aedesign.fi/rym/tutkimusohjelmat/PRE/infracinbimtyopaketti/index.html> [Haettu 20.3.2014].

RYM Oy, 2014. Tietomallintamisella on Englannissa korkea poliittinen status. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://rym.fi/fi/tietomallintamisella-on-englannissa-korkea-poliittinen-status/> [Haettu 20.3.2014].

Saarinen, P., 2008. 3D-koneohjausjärjestelmä tienrakentamisessa. Diplomityö.

Salminen, K., 2014. Infra-ala hamuaa edelläkävijän roolia mallinnuksessa. (Rakennuslehti nro 4, 7.2.2014).

Sekse, M., 2014. BIM in infrastructure for Public clients in Norway. Seminaariesitys. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.aicqci.it/documenti/AreaRiservata/Costruzioni%20civili/convegno-bim/9---marisus-sekse---bim-in-infrastructure-for-public-clients-in-norway.pdf> [Haettu 9.6.2014].

Serén, K., 2013. InfraBIM Sanasto (v. 0.5). [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.rts.fi/infrabim/InfraBIM\\_Sanasto\\_0\\_5.pdf](http://www.rts.fi/infrabim/InfraBIM_Sanasto_0_5.pdf) [Haettu 17.3.2014].

Senaatti-kiinteistöt, 2009. Tietomalli on rakennuksen sähköinen manuaali. Artikkel. Saatavissa: <http://yhteiskuntavastuu.senaatti.fi/tietomallintaminen> [Haettu 2.4.2014].

Snellman, S., 2012. Väylärakenteen toteutusmallin laatimisohe. Ohjeluonnos. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.rts.fi/infrabim/infrabim\\_uusi/mallinnusohjeita/Vaylarakenteen\\_toteutusmallin\\_laatimisohe\\_17102012.pdf](http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/Vaylarakenteen_toteutusmallin_laatimisohe_17102012.pdf) [Haettu 19.8.2014].

Strafaci, A., 2008. What does BIM mean for civil engineers? Artikkel. Saatavissa: [http://www.cenews.com/article/6098/what\\_does\\_bim\\_mean\\_for\\_civil\\_e](http://www.cenews.com/article/6098/what_does_bim_mean_for_civil_e) [Haettu 17.3.2014].

Suomen kuntaliitto, 2014. Paikkatietoseminaari 11.2.2014. Luentoaineisto, Anssi Savisalo. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tapahtumat/aineisto/2014/2014-paikkatietoseminaari-aineisto/Sivut/default.aspx> [Haettu 4.5.2014].

Tarva, 2014. Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.tarva.net/site/> [Haettu 2.4.2014].

Tekes, 2010. Tietomallit ja koneohjaus katuhankkeissa. Tekes loppuraportti. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.rts.fi/infrabim/InfraTM\\_pilotti\\_Tampere\\_Oulu\\_loppuraportti.pdf](http://www.rts.fi/infrabim/InfraTM_pilotti_Tampere_Oulu_loppuraportti.pdf) [Haettu 3.6.2014].

Tekes, 2012. Kestävä maankäyttö. Uusia toimintatapoja, menetelmiä ja työkaluja. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.tekes.fi/u/Kestava\\_maankaytto.pdf](http://www.tekes.fi/u/Kestava_maankaytto.pdf) [Haettu 4.5.2014].

Tiehallinto, 2001. Tilaaajan menettelyt, toimintaohjeet. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tilaaajan\\_menettelyt.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tilaaajan_menettelyt.pdf) [Haettu 4.5.2014].

Tiehallinto, 2007. Yleissuunnittelu. Suunnitelman sisältö ja esitystapa. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100043-v-07-yleissuunnittelu.pdf> [Haettu 15.4.2014].

Tiehallinto, 2009a. Tienpidon toimenpiteiden esiselvitysopas. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100061-v-tienpidon\\_toimenpiteiden\\_esiselvitysopas.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100061-v-tienpidon_toimenpiteiden_esiselvitysopas.pdf) [Haettu 16.4.2014].

Tiehallinto, 2009b. Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat, Sisältö ja esitystapa. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100060-v-09-tiesuunnitelmavaiheen\\_asiakirjat.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100060-v-09-tiesuunnitelmavaiheen_asiakirjat.pdf) [Haettu 16.4.2014].

Tiehallinto, 2009c. Ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeiden suunnittelussa. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000027-v-09-yva-ohje.pdf> [Haettu 16.4.2014].

Tielaitos 1998, *Kevyen liikenteen suunnittelu*, Helsinki: Tielaitos, Tiehallinto, ISBN 951-726-431-3.

Tirkkonen, T. & Yli-Villamo, H. & Mäkelä, H. Väylärakenteiden hallinta tuotemallipohjaisesti. Liikenteen Suunta. Liikenneviraston t&k -lehti 1/2010. S. 28–33. ISSN1799-2052.

Trafikverket, 2014. Att införa BIM i Trafikverket. [Verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-infora-BIM-pa-Trafikverket/> [Haettu 9.6.2014].

VTT, 2013. VIRE-smart hankkeen kotisivut. <http://cic.vtt.fi/projects/viresmart/VIREsmart/Suomeksi.html> [Viitattu 4.5.2014].

VTT, 2013b. Katsaus infrasuunnittelun visualisointia hyödyntäviin suunnittelu-sovel-luksiin. Tutkimusraportti.

## Haastattelut

- Alajoki, V., 2104. Projektinjohtaja, HKR [Haastattelu] (12.6.2014).
- Andersson, C., 2014. BIM-projektikoordinaattori, Trafikverket (Ruotsi) [Kyselylomake] (24.6.2014).
- Kiyanchicek, K., 2014. Projektinjohtaja, HKR. [Haastattelu] (12.6.2014).
- Klinga, T., 2014. Vanhempi asiantuntija, Sito Oy. [Haastattelu] (20.5.2014).
- Krabbe, S., 2014. Yhdyskuntatekniikan insinööri, Vejdirektoratet (Tanska). [Kyselylomake] (6.6.2014).
- Kuronen, P., 2014. Projektipäällikkö, Espoo. [Haastattelu] (3.6.2014).
- Laamanen, J., 2014. Hankesuunnitteluryhmän päällikkö, Kaakkois-Suomen ELY-keskus. [Haastattelu] (20.5.2014).
- Lehtomaa, J., 2014. Toimialapäällikkö, Ramboll Oy. [Haastattelu] (4.6.2014).
- Peltoniemi, J., 2014. Projektivastaava, Pohjois-Savon ELY-keskus. [Haastattelu] (28.5.2014).
- Ponsimaa, J., 2014. Projektipäällikkö, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. [Haastattelu] (13.6.2014).
- Rontu, K., 2014. Yhdyskuntatekniikan päällikkö, Kuntaliitto. [Haastattelu] (3.6.2014).
- Savisalo, A., 2014. Johtava konsultti, FCG Oy. [Haastattelu] (15.5.2014).
- Schantz, N., 2014. Projektipäällikkö/tietomallinnuksen kehitysjohtaja, Ramboll Oy. [Haastattelu] (27.5.2014).
- Singh, V., 2014. Avustava professori, Aalto-yliopisto. [Kyselylomake] (30.5.2014).
- Tuominen, R., 2014. Tiejohtaja, Sito Oy. [Haastattelu] (28.5.2014).
- Vehniäinen, P., 2014. Projektipäällikkö, Sito Oy. [Haastattelu] (16.5.2014).Infra-alan uudet ATK-ohjelmat (Pelttari,2014)



## Infra-alan uudet ATK-ohjelmat

Käyttökohde	Omistaja	Ohjelman nimi
Rautatiet	Transsoftsolution	Auto TURN Rail 3D
	Vianova	Novapoint Railway
	Bentley	Rail Track
	Bentley	Optram
Kadut ja tiet	Transsoftsolution	Auto TURN Professional 3D
	Vianova	Novapoint 19
	Autodesk	AutoCAD Civil 3D
	Bentley	Power GEOPAK
	Tekla Corporation	Tekla Civil
	Bentley	PowerCivil for Finland
Luonnostelu	Vianova	Novapoint VDC Sketch
	Esri	City Engine
	Trimble	Quantm
Visualisointi	Vico Software	Vico 5D Presenter 2008
	Vianova	Novapoint VDC Live
	Bentley	Descartes
	Autodesk	Infraworks
Sillat	Bentley	RM Bridge
Verkostot	Viavova	Novapoint Utility Network
	Bentley	Utilities Designer
	Terrasolid	TerraHeat
	Terrasolid	Terrapipe
	Tekla Corporation	Tekla NIS
	Trimble	eRespond
	Keypro	KeyCom
	Keypro	KeyAqua
	Keypro	Keylight
	Keypro	KeyEnergy
	Keypro	KeyYJK
Kustannuslaskenta	Exactal	CostX
	Tocoman	TCM PRO
	Tietohippu Oy	RAIKU2
Rakentaminen	Hohto Labs Oy	Kuura
	Vico Software	Vico Office
	RIB	iTWO
	Topcon	Sitelink 3D
	Topcon	Magnet
	Trimble	Visionlink
	Topcon	DynaRoad
Yhteisöalusta	Vianova	Quadri
	Autodesk	Naviswork
	Autodesk	BIM 360-ohjelmistot
	Autodesk	Infrastructure Map Server
	Tekla Corporation	Tekla BIMsight
	Trimble	Trimble Connect
	Trimble	Trimble connected Community
	Linkedin	Linkedin
	Microsoft	Yammer
	Vianova	VDC Explorer
	Bentley	ProjectWise

## Infra-alan uudet ATK-ohjelmat

Käyttökohde	Omistaja	Ohjelman nimi
Omaisuuudenhallinta	Vianova	Novapoint IRIS
	Tekla Corporation	Tekla GIS
	Bentley	Inspect Tech
Laserkeilaus	Terrasolid	Terrasolid-tuoteperhe
	Trimble	Trimble LASERGen
Yhteisöalusta	Sandvik	iSure
	ITASCA	3DEC
	ITASCA	PFC3D
	ITASCA	FLAC3D
	Trimble	Trimble 4D control
	Vianova	Novapoint Tunnel
Itsenäiset järjestelmät	RIB	AutoBauLog
	Sandvik	AutoMine-tuoteperhe

# Inframallinnuksen hyödyntäminen

Tietomalli	Tiedonhallinta	Kuka hyötyy	3D-esittäminen	Kuka hyötyy
<b>Yleis-suunnittelu</b>	<b>Hyödyt</b>		<b>Hyödyt</b>	
<b>Lähtötiedot</b>	Kokonaisvaltainen lähtötietojen hallinta. Rajapintojen käyttö tehostaa toimintaa (tieto on yhdistettävissä helposti eri lähteistä).	tilaajat, konsultit	Lähtötietomallin avulla nähdään helposti nykytilanne ja kokonaisuus sekä kriittiset kohdat hahmotetaan paremmin (maastomallin virheet, maanalaiset rakenteet, jne.).	tilaajat, konsultit
<b>Vaikutusten arviointi</b>	Vaikutusten arvioimiseen tarvittava lähtötieto on laadukasta ja järjestelmällisesti koottu. Se mahdollistaa tiedon tehokkaanyhdistelyn ja analysoinnin. Tiedon täydentäminen helpottuu.	tilaajat, konsultit	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
<b>Vaihtoehtojen vertailu</b>	Vaihtoehtojen vertailu tehostuu. Mahdollistaa reaaliaikaisen kustannuslaskennan helpommin.	tilaajat, konsultit	Nopea ja monipuolinen vaihtoehtojen vertailu vaikutusten osalta, antaa varmuutta päätöksentekoon ja helpottaa sitä.	hankeryhmä, päättäjät, maanomistajat
<b>Valitun vaihtoehdon valinta</b>	Kaikki tieto mikä tuotetaan, saadaan talteen ja sitä on helppo hallita jatkossa.	tilaajat, konsultit	Tulos helpommin ymmärrettävissä ja hyväksyttävissä.	päättäjät, lausunnonantajat
<b>Kustannukset</b>	Luotettavampi määrä- ja kustannustieto, tulevaisuudessa kustannukset siirtyvät automaattisesti kustannuslaskentaohjelmaan.	tilaajat, konsultit		
<b>Osallistuminen ja vuorovaikutus</b>	Palautteet ja lausunnot voivat olla osa tiedonhallintaa/tietomallia. Sähköiset metatiedot helposti koottavissa.	tilaajat, konsultit	Kaikki voivat ymmärtää asiat samalla tavalla, eikä tulkinassa ole ristiriitaisuuksia. Helpompi ottaa kantaa suunnitelmiin, jolloin saadaan demokraattisempi ratkaisu.	asukkaat, päättäjät, konsultit, tilaajat
<b>Dokumentointi</b>	Paperin vähentyminen, jatkokäyttö helpompaa seuraavassa vaiheessa, vakioitu tiedonsiirto.	tilaajat, konsultit	Mahdollistaa uudet dokumentointitavat. Saadaan havainnollisemmat kuvat raporttiin, voidaan tuottaa esittelymalli tai video.	päättäjät, lausunnonantajat
<b>Arkistointi</b>	Jälleenkäyttöarvo ja tietosisällön vakioiminen.	tilaajat, konsultit, sidosryhmät	Nykytilanne ja suunnittelun tulos helppo nähdä.	sidosryhmät, konsultit, tilaajat





## OSALLISTUMINEN JA VUOROVAIKUTUS

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	-Projektisuunnitelmaan sisältyvä osallistumis- ja vuoropuhelusuunnitelman laatiminen -Tiedotetaan hankkeen tavoitteista ja ratkaisuista yleisötilaisuuksissa -Kannottojen ja palautteiden kokoaminen, käsittely ja dokumentointi -Hankkeen verkkosivustolle tulee toimittaa ajantasaista tietoa hankkeen etenemisestä -Työkokoukset ja suunnitteluaineiston jakelutavat	-Maastokäynneistä tehdyt muistiot ja kirjalliset kannanotot, yleisötilaisuuksien esittelyaineistot jne.	-Projektipäällikkö vastaa suunnittelun etenemisestä projektisuunnitelman mukaisesti	-Vuorovaikutukseen liittyvä aineisto dokumentoidaan projektinhallintakansioon.	-Yhteenvedo asianosaisten esittämistä mielipiteistä ja kannanotoista	
<b>Osallistuminen ja vuorovaikutus</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet	-Havainnollistamisen tehtävien laajuus ja tarkkuus määritellään erikseen tarjouksessa ja sopimuksessa (YIV2014 osa 10)  -Esittelymallien sisältö, työ määrä ja tarkkuustaso sekä siirätkojoalostettava havainnollistamisaineisto sovitaan hankekohtaisesti. (YIV2014 osa 10)  -YIV2014:n osa 10 mukaan teknisessä havainnollistamisessa annetaan vaatimukset yhdistelmämallissa käytettävistä väleistä	-Yhdistelmämalli, esittelymalli, esittelyvideo	-YIV2014:n osa 10 havainnollistamisesta ei ota kantaa laatuvaatimuksiin, vaan ne määritellään erikseen tarjouksessa ja sopimuksessa -"Visuaalinen tarkkuus on tapauskohtaista ja riippuu hanke- ja tilaajakohtaisista laatuvaatimuksista." (YIV2014 osa 10) -YIV2014 osa 6 "Yhdistelemällä eri teknikkalajien mallit sovituin määräjain, voidaan havaita suunniteomien ristiriitaisuudet mahdollisimman aikaisin"			-Esittelymalli, esittelyvideo
<i>Tutkimus</i>	-Yhdistelmämallia käytetään hankeryhmien kokouksissa -Esittelymallia käytetään yleisötilaisuuksissa ja suunnitelman esittelyyn päättäjille - Viedään malli asiakkaan luo tarvittaessa (ipad) - Hanketta esitellään internetissä mahdollisesti 3-ulotteisesti tai videolla. - Palautteet ja kannanotot kerätään sähköisesti ja linkitetään suunnitelmamalliin (karttapalautejärjestelmä)			-Esittelyvideo tallennetaan projektikansioon -Palautteet ja kannanotot dokumentoidaan sähköisesti		

## LÄHTÖTIEDOT

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	<p>-Laaditaan lista olemassa olevista lähtötiedoista, kuka ne hankkii ja mistä. Lisäksi arvioidaan maaperä- ja muiden tutkimusten ja selvitysten tarve.</p> <p>-Lähtötietojen hankinta, tarvittavien selvitysten teettäminen tai tekeminen sekä tutkimukset ja mittaukset.</p> <p>-Lähtötietoja analysoidaan ja teetetään lähtötiedoista karttaesityksiä, taulukoita ja kirjallisia yhteenvetoja. Lisäksi analysoidaan edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisuehdotus.</p>					
<b>Lähtötiedot</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet	<p>-Lähtöaineiston tarkkuus yleissuunnittelussa YIV2014 osa 4 mukaan (maastomalli, maaperämalli, rakenteet ja järjestelmät, kartta- ja paikkatieto)</p> <p>- Lähtötiedot kootaan ja järjestetään YIV2014:n osan 3 mukaisesti.</p>	<p>-Lähtötietomalli ja lähtötietoluettelo (laajempi kuin yleissuunnitelman toimintaohjeissa)</p>	<p>-Aineiston huolellinen dokumentaatio, vastaanotto-tarkastus ja muokatun lähtöaineiston laadunvarmistus YIV2014 osa 3 mukaan</p> <p>-Lopullinen laadunvarmistus YIV2014 osa 8 mukaan</p>	<p>-Lähtöaineistoluettelo, toimenpideselostukset , lähtötietomallin malliselostus</p> <p>-Kansiorakenne laaditaan YIV2014 osa 3 mukaan</p>	<p>-Lähtötietomalliaineisto, lähtöaineistoluettelo, lähtöaineiston tietomalliselostus</p> <p>-Minimissään DVD, mutta aineisto voidaan jakaa myös muuta kautta (rajapinnat, hankeportaalit)</p>	
Tutkimus	<p>- Laaditaan lähtötietomalli jokaisesta hankkeesta</p> <p>- Määritellään mitkä lähtötiedot mallinnetaan</p> <p>- Lähtötietojen hankinta ja muokkaus dokumentoidaan tarkasti</p> <p>- Käytetään rajapintoja mahdollisuuksien mukaan</p> <p>- Katselumallia voidaan hyödyntää analyyseissä ja nykytilanteen hahmottamisessa</p>					

## VAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	-Vaihtoehtojen suunnittelu, vaihtoehtojen vertailu ja vaihtoehdon valinta, laaditaan vaihtoehtojen vertailussa hankeosalaskentaan perustuvat alustavat kustannusarviot	-Vaihtoehtojen suunnitelmaratkaisut ja niiden vaikutusarvioinnit, vertailun yhteenveto ja esitys sekä päätös valitusta vaihtoehdosta	-Toteuttamiskelpoisuus varmistettu, menetelmät sovittu tilaajan kanssa ja käsitelty hankeryhmässä	-Vaihtoehdot ja niiden vaikutukset esitellään suunnitelmaraportissa. YVA-selostus raportin liitteeksi.	-Muu suunnitteluaineisto ja hankeryhmän pöytäkirjat dokumentoidaan projektinhallintakansioon.	
<b>Vaihtoehdot</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet	-Hankekohtaisesti on harkittava, onko päävaihtoehtojen mallintaminen vertailun helpottamiseksi tarpeen ja mikä on vaihtoehtoja kuvaavien mallien tarkkuus (YIV2014 osa 4)	-YIV2014 osa 4: "suunnitteluvaiheen alussa, kun suunnitelmat ovat vielä luonnoksia, ei mallintamiselle tulisi asettaa liian tarkkoja vaatimuksia"				
<i>Tutkimus</i>	- <i>Suunnittelukohteen merkittävyys ratkaisee sen, tuleeko kohteesta esittää vaihtoehdot 3-ulotteisesti.</i> - <i>Visuaalista esitystapaa käytetään suunnittelajoiden väliseen ja asukkaiden vuorovaikutukseen</i> - <i>Vaihtoehtojen vertailuun tulisi olla sellainen ohjelma, jonka avulla voidaan tutkia suunnitelmaa 3-ulotteisesti</i> - <i>Käytetään mahdollisuuksien mukaan ohjelmia, jotka antavat matkan varrella tapahtuvia automaattisia kustannusarvioita</i>	- <i>Vähintään väylämalli, sillat ja geotekniikka vaaditulla tarkkuudella</i>  - <i>Vähintään yksi rakennettavissa oleva ratkaisu</i>	- <i>Vaihtoehdot eivät tarvitse sen suurempaa laadunvarmistusta kuin lopullisen ratkaisun suunnittelunkaan.</i> - <i>Kun vaihtoehtoja tuottaa useampi taho, laaditaan päivityskalenteri yhdistelmämallin työstämisestä</i> - <i>Suunniteltujen vaihtoehtojen lähtötietojen pitäisi olla luotettavat ja kunnossa</i>  - <i>Lähtötietojen tarkistusmittaukset tulisi olla tehtynä</i>	- <i>Vaihtoehdoista tuotetaan havainnollisia kuvia raporttiin</i>	- <i>Käsitellyt vaihtoehdot on tallennettava, dokumentoitava ja listattava järjestelmällisesti ja selkeästi</i> - <i>Tutkitut vaihtoehdot pitää saada myöhemmin esille, myös hylätyt vaihtoehdot</i>	<i>Vaihtoehtojen inframallit</i>

## VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	<p>-Tunnistetaan tiehankkeen olennaiset vaikutukset ja valitaan mittarit vaikutusten arviointiin. Selvitetään ja arvioidaan eri vaihtoehtojen vaikutukset ja riskit</p> <p>-Arvioidaan toimenpiteiden vaikutukset ja totauttamismahdollisuudet, tehdään herkkyystarkastelut</p> <p>-YVA-hankkeissa laaditaan ympäristövaikutusten arviointiohjelma tilaajan kanssa</p>	<p>-Vaikutusarviot eri vaihtoehtoista osa-alueittain, yhteenveto, YVA-hankkeissa arviointiohjelma ja selostus lausuntoineen</p>	<p>-Varmistetaan arviointeihin tarvittavan aineiston oikeellisuus, lähtökohdat selvillä ja tulokset raportoitu ohjeen mukaan</p>	<p>-Tiivistelmät vaikutusarvioinneista ja hankearvioinnista liitetään raporttiin</p>	<p>-Varmistetaan laskelmien toistettavuus ja läpinäkyvyys. Muu aineisto liitetään projektinhallintakansioon</p>	
Vaikutukset	Tehtävät	Tulokset	Laadunvarmistus	Raportointi	Dokumentointi	Luovutettava aineisto
Inframalliohjeet	<p>-YIV2014 vaikutusten mallintaminen harkitaan hankekohtaisesti</p>	<p>-Vaikutusalueiden rajaukset, joita voivat olla esim. liikennemelun alueen rajat, liikenteen päästömallinnuksen tuottamat leviämisalueiden rajaukset, pohjaveden alentamisen</p>				
Tutkimus	<p>-Tietomalleja hyödynnetään vaihtoehtojen kustannuslaskennassa, mahdollisuutena reaaliaikainen kustannuslaskenta</p> <p>-Hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan ominaisuustietoja ja simuloiteja</p> <p>-Valitaan relevantteja tietoja tietomalliin. Yhdistetään vähintään melualueen raja, päästöalueen raja sekä rakentamisen vaikutusalue samaan malliin</p> <p>-Tieto järjestetään järjestelmällisesti ja käytetään apuna 3-ulotteisuutta niiltä osin kuin mahdollista, etenkin maisemallisessa vaikutusten arvioinnissa</p>	<p>-Vaikutusten tulokset esitetään yhdessä mallissa, käytetään tarvittaessa linkejä selvityksiin</p> <p>Mallissa esitetään vähintään melualueen raja, päästöraja sekä hankkeen vaikutusalue</p>	<p>- Varmistetaan kuinka tarkka analyysi on (teknologia/työkalu)</p> <p>- Varmistetaan kuinka tarkka on malli ja todetaan käyttäjän taidot</p> <p>-Lähtötietojen laadunvarmistus</p> <p>-Todennetaan perustuuko mallinnusprosessi parhaisiin käytäntöihin</p>	<p>-Käytetään uusia mahdollisuuksia esitystekniikassa, kuten liikkuvat kuvat (melualueen laajeneminen, ekologian kehitys)</p> <p>-Tuotetaan erilaisia teemakarttoja</p> <p>-Tärkeintä on lopputuloksen luettavuus ja esitystapa</p>	<p>-Perustiedot dokumentoidaan (lähde, päivämäärä, epävarmuustekijät, koordinaattijärjestelmä ja mitä selvittävää jää jatkosuunnitteluun)</p>	<p>-Vaikutusten arviointia varten tuotettu aineisto</p>

## VALITUN VAIHTOEHDON VIIMEISTELY

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	-Lähtötietojen täydennys, suunnitelman laatiminen ja vaikutustarkastelujen täydentäminen -Laaditaan vaiheittain rakentamissuositus ja tarkennetaan alustava kustannusarvio	-Suunnitelmakartat, pituusleikkaukset, tieympäristön yleiskartta, tunneleiden ja taitorakenteiden alustavat suunnitelmat jne.	-Toimivuus varmistetaan, Liikenne- ja väylätekniiset mitoitukset ja muut asiat tarkastetaan. Tilaaja hyväksyy mitoitukset ja kustannusarvion.	-Suunnitelmaratkaisun kuvaus, vaikutukset, hankearviointi ja alustava kustannusarvio esitetään suunnitelmaraportissa, liitteet sisällytetään raporttiin	Liikenneturvallisuustarkastuksen tulokset kirjataan muistioon. Muu aineisto liitetään projektihallintakansioon.	
<b>Valitun vaihtoehdon viimeistely</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
	-Malliaineiston sisältövaatimukset yleissuunnittelussa eri tekniikkalajeittain YIV2014:n osassa 4	-Eri tekniikkalajien tietomallit, yhdistelmämalli, esittelymalli	-YIV2014 osassa 8 kerrotaan toimijoiden tehtävät laadunvarmistuksen osalta sekä suunnitelmamallin tarkastamismenetelmä	-Tietomalliselostukseen kirjataan mallin alkutilanne, mallissa ilmenneet ongelmat ja niiden ratkaisut, poikkeamat mallin sovitusta sisällöstä, käyttöön ja luotettavuuteen liittyvät seikat jne. (YIV2014 osa 2)		-Eri tekniikkalajien tietomallit vaaditussa tiedostomuodossa
Inframalliohjeet						-Suunnitelmamallin luovutusaineisto tekniikkalajeittain LiVin ohjeessa
<i>Tutkimus</i>	<i>-Lähtötietomallin täydennys, suunnitelmamallin laatiminen ja vaikutustarkastelujen täydentäminen malliin</i>		<i>-Kun tiedonsiirtoa tuottaa useampi taho, yhdistelmämallin työstämisestä sovitaan päivystyskalenterissa</i>			

## KUSTANNUKSET

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	-Päivitetään kustannusarviota, kun suunnitteluratkaisut tarkentuvat ja tarkempia määrätietoja on käytettävissä -Merkittävästi kustannuksiin vaikuttavien erien osalta käytetään rakennusosalaskentaa	-Yleissuunnitelman ja sen eri toteutusvaiheiden alustava kustannusarvio ja mahdolliset kustannusjakokohteet, määräluettelo ja kustannusarvio sekä riskit	-Konsultti vastaa, että määrälaskennat on laadittu luotettavilla menetelmillä. Konsultti tarkastaa laskelmien oikeellisuuden	-Kustannusarvion yhteenveto, riskivaraukset ja kustannusjakokohteet -Suunnitteluaineistoon lisätään yksityiskohtaisemmat kustannuslaskelmat		
<b>Kustannukset</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet	-Tietomallin objektit on kuvattava valitun nimikkeistöjärjestelmän ohjeiden ja sääntöjen mukaisesti (YIV2014 osa 9) -Kustannukset laaditaan tietomallipohjaisesti niiltä osin, mitä pystytään (saadaan YIV2014:n osasta 4)  -Hankkeen sisältäessä useita eri tekniikkalajeja ja niiden tietomalleja, määrät lasketaan yhdistelmämallin tietojen pohjalta (YIV2014 osa 9)	-Määräluettelo, joka toimitetaan edelleen kustannuslaskentaan ja muuhun käyttöön tilaajan edellyttämällä tavalla jäsennehtynä (YIV2014 osa 9) -Määrälaskentaselostus, jossa selostetaan määräluettelon maadinnassa käytetyt pinnat ja objektit (YIV2014 osa 9)	-Laskennassa mukana olevat rakennusosat visualisoidaan malliin laskennan kattavuuden arvioimiseksi (YIV2014 osa 9)	-Luettelo voidaan tallettaa useissa erilaisissa tiedostomuodoissa. Mallipohjainen laskenta antaa mahdollisuuden havainnollistaa määriä uusilla tavoilla. (YIV2014 osa 9) -Suunnitteluohjelmassa tai suunnitteluohjelman ja määrälaskentaohjelman välillä määrät linkitetään laskennassa käytettyyn malliin dynaamisesti. (YIV2014 osa 9)		
<i>Tutkimus</i>	<i>-Kustannusarviointeihin käytetään mahdollisuuksien mukaan automaattista kustannuslaskentaa</i>					

## RAPORTOINTI JA DOKUMENTOINTI

Yleissuunnittelun toimintaohjeet	<p>-Keskeiset tulokset kootaan suunnitelmaraportiksi ja se toimitetaan kaikkine liitteineen paperisena ja sähköisessä muodossa tilaajalle. Laaditaan hankekortti ja muistio jatkosuunnittelua varten. Suunnitteluaineisto arkistoidaan.</p> <p>-Hallinnollinen käsittely sisältää kunnan nähtäväksi asettamisen, lausuntojen hankkimisen ja yleisesti nähtävänä olleen suunnitelman muuttamisen</p>					
	-Suunnitelmaraportti liitteineen toimitetaan tilaajalle paperilla ja sähköisesti. Kootaan kansio hallinnollista käsittelyä varten.	-Konsultti tarkastaa raportit sisäisesti ennen niiden lähettämistä tilaajalle (itselleluovutus)		-Suunnittelutyön projektikansioihin ja teknisiin työkansioihin tallennetaan tiedot mm. maanomistajista, tavoitteista, jatkosuunnittelusta, lausunnoista	-Raportti, suunnitelma-aineisto paperisena ja sähköisenä. Kansio hallinnolliseen käsittelyyn.	
<b>Raportointi ja dokumentointi</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet		-Tietomalliselostus, lähtötietomalli, suunnitelmamalli		-Tietomalliselostukseen kirjataan mallin alkutilanne, mallissa ilmenneet ongelmat ja niiden ratkaisut, poikkeamat mallin sovitusta sisällöstä, käyttöön ja luotettavuuteen liittyvät seikat jne. (YIV2014 osa 2)		-Lähtötietomalli ja metatiedosto vaaditussa tiedostomuodossa, Suunnitelmamalli ja metatiedosto vaaditussa tiedostomuodossa sekä suunnitelmaselostus
<i>Tutkimus</i>	<i>-Tietomalliselostus laaditaan ja suunnitelmätieto järjestetään tietomalliohjeiden mukaisesti. Tiedot tallennetaan määrättyyn formaattiin.</i>			<i>-Tuotetaan raportti kuten ennenkin, mutta mahdollisuuksien mukaan vältetään turhia paperitulosteita</i>	<i>-Kaikki mikä on tuotettu 3D:nä arkistoidaan ja hyödynnetään seuraavassa vaiheessa. Tärkeintä on, että perustiedot on dokumentoitu.</i>	<i>-Suunnitelmätiedot arkistoidaan valtakunnallisiin järjestelmiin tai kaupunkimalleihin vaaditussa tiedostoformaatissa</i>

## SUUNNITELMAN VASTAANOTTO

Yleissuunnitelman toimintaohjeet	-Suunnitelman tarkastus ja vastaanotto					
<b>Suunnitelman vastaanotto</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet			-Laadunvarmistusmenettelyt ja tarkastaminen eri vaiheiden inframalleille ja tarkastuslomakkeet (YIV2014 osa 8)			
<i>Tutkimus</i>	<i>-Mallit pitää saada sellaisessa muodossa, että sen voi tarkastaa ilman erityisohjelmia.          -Teknisten tietojen osalta saatetaan käyttää apuna ulkopuolista tarkastusta</i>					

## HYVÄKSYTTÄMINEN

Yleissuunnitelman toimintaohjeet	-Hyväksymisehdotuksen laatiminen, hyväksymisesityksen laatiminen		- Hyväksymisehdotus ja hyväksymisesitys	-Hyväksymisehdotus tulee suunnitelmaraportin osaksi.		-Hyväksymisesitys
<b>Hyväksyttäminen</b>	<b>Tehtävät</b>	<b>Tulokset</b>	<b>Laadunvarmistus</b>	<b>Raportointi</b>	<b>Dokumentointi</b>	<b>Luovutettava aineisto</b>
Inframalliohjeet						
<i>Tutkimus</i>						





