

Rauli Hämäläinen

**TIETOMALLINNUKSEN HYÖDYNTÄMINEN INFRAHANKKEES-  
SA**

# **TIETOMALLINNUKSEN HYÖDYNTÄMINEN INFRAHANKKEES- SA**

Rauli Hämäläinen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikka suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Rauli Hämäläinen

Opinnäytetyön nimi: Tietomallinnuksen hyödyntäminen infrahankkeessa

Työn ohjaajat: Lehtori Terttu Sipilä, Oamk; Projektipäällikkö Keijo Körkkö, Plaana Oy

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014

Sivumäärä: 70

---

Työn tavoitteena oli selvittää Plaana Oy:n tietomallipohjaisen suunnittelun nykytila. Tarkemmin nykytilaa selvitettiin lähtötietomallin muodostamisen näkökulmasta vertaamalla tilannetta yleisiin lähtötietomallin ohjeisiin ja vaatimuksiin. Nykytilaa konkreettisesti kuvataan esimerkkihankkeen näkökulmasta. Työssä esiteltiin myös tietomallinnuksen nykytilanne yleisellä tasolla, ja tätä verrattiin Plaana Oy:n nykytilaan. Tavoitteena työlle oli tehdä selvitys, jonka pohjalta voidaan asettaa kehittämishankkeelle ja -projektille kehittämissuunnat ja tavoitteet.

Työ suoritettiin enimmäkseen haastattelemalla yrityksen työntekijöitä ja tutustumalla konkreettisesti yrityksen suunnittelun nykytasoon käynnissä olevien hankkeiden kautta. Yleisen osan tärkeimpinä materiaaleina toimi InfraBIM-internetsivujen materiaali ja yleisesti saatavilla olevat ohjeet ja tiedotteet. Oman osansa materiaalin tuotantoon antoi myös työn aikana järjestetty Infra-alan BIM-oppisopimuskoulutus, jossa ajantasaista työhön liittyvää tietoa jaettiin lähiopeuspäivinä alalla toimivien tekijöiden kanssa keskusteluilla ja luennoilla.

Työn lopputuloksena syntyi selvitys, josta tulee ilmi yrityksen sekä ohjeiden ja vaatimusten mukaisen tietomallipohjaisen suunnittelun nykytila ja tavoitteet sekä infrahankkeen lähtötietomallin muodostusprosessi. Selvityksen lopputuloksena on myös asetetut tavoitteet ja johtopäätökset, joiden pohjalta kehittämistä aletaan jalostaa yrityksessä

---

Asiasanat: tietomalli, lähtötietomalli, Infra FINBIM, infrahanke

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, Municipal engineering

---

Author: Rauli Hämäläinen

Title of thesis: Usage of BIM in Infrastructure Project

Supervisors: Terttu Sipilä OAMK, Keijo Körkkö Plaana Ltd.

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2014 Pages: 70

---

The aim of this thesis was to find out about the current situation of BIM planning in Plaana Ltd. The current state is explained in more detail by comparing the current situation of the formation of the initial data model to general infrastructure modeling guidelines and requirements. The status was described through a project example. The work was also presented present situation of information modeling in general, and this was compared with Plaana Ltd's current state. The aim of the project was to provide a statement, which set the basis of directions and goals for the future development projects.

The research was done mostly by interviewing employees and familiarizing oneself with the current level of planning in the company's ongoing projects. The most important material of the general part of the study was the material from the InfraBIM-website and other generally available information and studies of the subject. A part of the material was also gained through the Infrastructure Sector BIM – apprenticeship with its up to date information. The apprenticeship was divided into classroom days with experts and online studies.

The result was a report that widely explains the company's guidelines, as well as the requirements of the initial data model-based design goals and the current state of the infrastructure project. The result also presents objectives and conclusions on which the development of the company's BIM-strategy will be based.

---

Keywords: BIM, Initial Data Model, Infra FINBIM

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
INFRAN TIETOMALLINTAMISEN SANASTO	7
1 JOHDANTO	10
2 TIETOMALLINNUKSEN NYKYTILA	11
2.1 Tietomallinnuksen nykytila ja tavoitteet Suomessa ja Plaana Oy:ssä	12
2.1.1 Tietomallinnus Suomessa	12
2.1.2 Tietomallinnus Plaana Oy:ssä	15
2.2 Tietomallinnuksen hyödyntäminen	18
2.3 Tietomallinnusohjeet ja -vaatimukset	20
2.4 Tietomallinnuksen nykyiset siirtoformaatit	21
2.5 Tiedonsiirto	22
2.6 Tiedonsiirto ja siirtoformaatit Plaana Oy:ssä	26
3 LÄHTÖTIETOMALLIN MUODOSTAMINEN	29
3.1 Lähtötietomalli	29
3.2 Lähtötietomallin muodostaminen ja aineiston laadunvarmistus	31
3.2.1 Muodostusprosessi	31
3.2.2 Lähtötietomallin rakenne, laadunvarmistus ja laatuvaatimukset	32
3.2.3 Lähtötietomallin muodostaminen ja aineiston hankinta Plaana Oy:ssä	39
4 ESIMERKKIHANKE VT19 SEINÄJOEN ITÄINEN OHIKULKUTIE	45
4.1 Tausta	45
4.2 Tilaajan vaatimukset	45
4.3 Lähtötietomalli	47
4.4 Tiedonsiirto	49
4.5 Rakennussuunnitteluprosessi	52
5 TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMINEN PLAANA OY:SSÄ	57
5.1 Yleistä	57
5.2 Käyttöympäristö	57
5.3 Tietomallin käytön vaikutukset suunnittelutyöhön	58

5.4 Kehittäminen	60
5.5 Pitkän- ja lyhyenajan tavoitteet	61
6 KEHITTÄMISEHDOTUKSET	63
LÄHTEET	67
LIITTEET	

## INFRAN TIETOMALLINTAMISEN SANASTO

<b>Lähtötietomalli</b>	Eri tietolähteistä saadut ja mitatut tuotteiden, toiminnan ja palveluiden suunnittelua varten hankitut lähtötiedot jäsennehtynä digitaalisessa muodossa. Lähtötietomalli sisältää esimerkiksi maastomallin, kaavamallin, maaperämallin ja nykyisten rakenteiden mallin sekä muut viiteaineistot.
<b>Nykytilamalli</b>	Tarkasteluhetkeä edustava inframallin tietomäärittelyjen mukainen kuvaus/malli/tietosisältö kohteen todellisista, olemassa olevista rakenteista.
<b>Tietomalli</b>	Tuotteen tai rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisien tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Ta-voitetilassa yhden mallin avulla hallinnoidaan rakennuskohteen elinkaarta aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpidon kautta purkamiseen.
<b>BIM</b>	Lyhenne rakennuksen tietomallin englanninkielisestä termistä (Building Information Model). Käytetään myös kuvaamaan rakentamisen tietomallintamista (Building Information Modelling).
<b>InfraBIM</b>	Rakennusten ympäristön tuotemallin, inframallin ja siihen liittyvien rakenteiden ja ympäristön tietojen englanninkielinen lyhenne. Infra etuliite tulee englanninkielisen sanasta Infrastructure.
<b>Inframalli</b>	Infrarakenteen tuotemalli.
<b>Tuotemalli</b>	Tiettyä tuotetta kuvaavat tiedot tuotetietomallin mukaisesti jäsennehtynä ja tallennettuna tuotetietona tietokonesovelluksilla tulkittavissa olevassa muodossa. Tuo-

temalli kuvaa suunnitteluvaiheen rakennetta, esimerkiksi tietä tai siltaa, jotka ovat osa tietomallia.

<b>Inframodel 3</b>	Kansainvälinen LandXML-standardiin perustuva Inframodel on avoin menetelmä infratietojen siirtoon.
<b>LandXML</b>	Erikoistettu XML-pohjainen formaatti, joka sisältää määrittelyt infra- ja maanmittaustiedolle, jota käytetään yleisesti maanrakennuksessa ja väylien rakentamisessa ja ylläpidossa.
<b>Maastomalli</b>	Digitaalinen maaston pintamalli.
<b>Yhdistelmämalli</b>	Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli. Esimerkiksi maastomallista, maaperämallista, vanhojen rakenteiden mallista sekä tien ja sillan tuotemalleista muodostettu yhdistelmämalli. Yhdistelmämallia käytetään mm. yhteensopivuuden tarkistamiseen eri rakennusosien välillä.
<b>Koordinointimalli</b>	Eri rakennusosista koottu yhteinen malli, joka kuvaa aina ajantasaista tilannetta. Malli näyttää osien väliset konfliktit ja ohjaa suunnittelemaan paremmin.
<b>Ortokuva</b>	Koordinaatistoon oikaistu digitaalinen ilmakekuva, jota käytetään maastomallin tuotannossa, suunnittelussa visuaalisena oheisaineistona sekä suunnitelmien havainnollistamisessa.
<b>CAD</b>	Computer Aided Design eli tietokoneavusteinen suunnittelu.
<b>Metatiedot</b>	Tietoa kuvaileva tieto.
<b>Virtuaalimalli</b>	Jalostettu versio muista malleista. Esittelymalli sisältää mm. rakennepintojen tekstuureja, valoa, varjoja ja



muita detaljeja, jotka tekevät mallista visuaalisesti mahdollisimman todellisuutta vastaavan

**Likimalli**

Yleispiirteinen malli. Esimerkiksi maastomalli, josta muodostetaan likimalli, jossa malli perustuu laserkeilausaineistoon ja maastomittauksin täydennettyyn malliin.

**Kaavamalli**

Digitaalinen kaava-aineiston malli.

# 1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli selvittää työn tilaajana toimivan yrityksen tietomallipohjaisen suunnittelun nykytilaa. Yrityksessä on lisääntyvässä määrin alettu tuottaa tilaajan vaatimuksesta tietomallinnettua suunnittelumateriaalia. Tietomallintamisen hyödyntäminen tulevaisuudessa tulee olemaan merkittävässä roolissa yrityksen suunnittelutyössä, joten selvitys oli erittäin ajankohtainen. Opinnäytetyön tekohetkellä järjestetty Infra-alan BIM oppisopimustyyppinen täydennyskoulutus, johon työnlaatijakin osallistui, lisäsi työn tulosta, käytettävää materiaalia ja tekijän perehtymistä asiaan.

Tavoitteena työlle oli selvityksen laatiminen yrityksen tietomallipohjaisen suunnittelutyön nykytilasta ja kehitystarpeista sekä kuvaus lähtötietomallin muodostamisprosessista infrahankkeessa. Selvitys tehdään vertaamalla lähtötietomallin muodostamista yleisten infran tietomallinnusvaatimuksien ja yrityksen nykytilan välillä. Yrityksen sisällä koettiin myös, että tietomallinnuksesta puuttuvat yhteiset menettelytavat ja toimintaohje, joilla yrityksessä toimitaan. Selvitystyön tavoitteena on selvittää yrityksen lähtötietomallin taso sekä kartoittaa yleistä tietomallintamisen tasoa, ongelmia ja menettelytapoja sekä luoda niiden pohjalta yrityksen tietomallintamisen tavoitteet ja lähtöselvitys toimintaohjeelle. Tämän työn kehittämistavoitteet eivät kohdistu ainoastaan henkilöstön kehittämiseen vaan myös koko organisaation kehittämiseen ja toimitapamuutokseen.

Opinnäytetyö on selvitys, jonka pohjalta luodaan kehittämistavoitteet myöhemmin erillisesti tehtävälle kehittämisprojektille. Kehittämisprojektin parissa työn laatija tulee jatkamaan opinnäytetyön valmistuttua. Kehitystyö laaditaan Infra-alan BIM –oppisopimuskoulutuksessa projektityönä vuoden 2014 aikana.

## 2 TIETOMALLINNUKSEN NYKYTILA

Tietomalli (engl. BIM= Building Information Model) on tuotteen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kattava digitaalinen kokonaisuus (kuva 1). Tietomallin tavoitteena on koota kaikki tarvittava tieto yhteen, jotta tiedon hyödyntäminen olisi helppoa. Tietomallinnuksella tarkoitetaan koko rakentamisen ja ylläpidon kattavaa tietomallipohjaista tietokantaa, jota hyödynnetään koko infrahankkeen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja lähtötietojen keräämisestä jatkuen vielä rakentamisen jälkeen käyttöön ja ylläpitoon.(1; 2, s.3; 8.)



KUVA 1. Tietomallin elinkaari infrahankkeessa (Rakennustietosäätiön infraBIM-internetsivut)

Infra-alan tuottavuus on ollut perinteisesti jäljessä talonrakennusalasta, kun tuottavuutta on mitattu infran eri osa-alueiden eli suunnittelun, rakentamisen sekä huollon ja ylläpidon kannalta. Perinteisinä tuottavuutta heikentävinä tekijöinä on havaittu muun muassa kommunikaation, dokumentaation ja tiedonkulun ongelmat. Näihin ongelmiin juuri tietomallintamisella ja sen kehittämällä pyritään löytämään ratkaisuja ja parannuksia infra-alalle. Yksi merkittävimmistä ja runsaasti aikaa vievästä työvaiheista on lähtötietojen selvittäminen, mikä Norjassa selvitetyn tutkimuksen mukaan vei jopa 30 % ajasta isoissa infrahankkeissa. Tässä tapauksessa lähtötiedoilla on tarkoitettu kaikkia lähtötietoja, jotka kuhunkin hankkeen vaiheeseen on pitänyt selvittää. Ongelma kertaantuu hankkeen jokaisessa vaiheessa uudelleen, koska hankkeen uuden vaiheen alkaessa osapuolet selvittävät lähtötiedot uudelleen. Tulevaisuudessa lähtötietojen helpommalla ja nopeammalla saatavuudella ja tarkalla dokumentoinnilla pystytään tehostamaan tätäkin työvaihetta, jolla voidaan saavuttaa parempaa tuottavuutta. Tietomallintamisella pyritään myös parantamaan hankkeen sisäistä tiedonsiirtoa, laadunvalvontaa, työnlaatua ja -yllätyksellisyyttä sekä vähentämään suunnitelmien virheellisyyttä ja parantamaan tuottavuutta. Esimerkiksi puutteellisen tiedonsiirron on todettu olevan rakennushankkeissa suurin yksittäinen syy hukan syntymiseen. Hukkaa syntyy, kun tietoa katoaa, ja sen uudelleen etsimiseen menee aikaa. Mallintamisen käytöllä saavutetaan myös säästöjä materiaalinenkissä. (14, s.3; 8.)

## **2.1 Tietomallinnuksen nykytila ja tavoitteet Suomessa ja Plaana Oy:ssä**

### **2.1.1 Tietomallinnus Suomessa**

Infra-alalla on viimeisen 10 vuoden aikana edetty hyvällä vauhdilla kohti tietomallintamisen tehokasta hyödyntämistä suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Tietomallintamisen käyttöönottoa on pohjustettu monissa tutkimus- ja kehityshankkeissa ja -ohjelmissa:

- 2001-2005 Tekes Infra-teknologiaohjelma. Ohjelmassa käynnistettiin Inframodel-hanke, jonka tarkoituksena oli kehittää tiedonsiirtoa infran suunnittelujärjestelmien välillä. Inframodel1 – projekti toteutettiin aikavälillä 1.8.2002–31.12.2003.(15, s. 46.)

- (2004-) 2005–2006 Inframodel2-hanke. LandXML v1.0 tiedonsiirtostandardiin perustuva Inframodel2 julkaistiin maaliskuussa 2006. (29, s. 2.)
- 2005-2008 Infra 2010 –hanke. Hankkeen tarkoituksena oli jatkaa Tekesin Infra-teknologia ohjelman kehitystyötä. Kehitystyö oli jaettu hankkeessa kolmeen ohjausryhmään. Tulosten perusteella hanke ei saavuttanut asettamia tavoitteita, vaan sen tuloksia pidettiin kyselyjen perusteella vaatimattomina. Infra 2010 –hanke loi edellytykset vuonna 2009 käynnistyneelle Infra TM –hankkeelle. (27, s. 1-3.)
- 2009 Rakennustietosäätiön koordinoima Infra TM -hanke käynnistyi. Hankkeen tavoitteena oli vauhdittaa infra-alan muutosta kohti tuotemallipohjaista elinkaaritiedon yhteiskäyttöä. Infra TM -hankkeessa valmisteltu tutkimus- ja kehitystyö tapahtuu lähinnä RYM Oy:n PRE-ohjelman Infra FINBIM-työpaketissa. Infra TM -hankeen vastuulla siellä oli mallinnusohjeiden valmistelu ja infra-alan nimikkeistön laajentaminen tietomallintamista tukevaksi. Infra TM -hanke koordinoi lisäksi myös Inframodel 3 – tiedonsiirtoformaatin käyttöönottoa. (11.)
- 2010 Infra FINBIM –työpaketin käynnistyy. Infra FINBIM -työpaketti koostuu kolmesta alatyöpaketistä, joita ovat hankintamenettelyjen kehittäminen, rajapintojen ja standardien kehittäminen sekä suunnittelun ja rakentamisen uudet prosessit. Infra FINBIM -työpaketin työtehtäviin kuuluu myös InfraBIM-mallinnusohjeiden laatiminen ja vaatimusten kehittäminen.(4) Infra FINBIM –työpaketin tavoitteena on, että vuodesta 2014 lähtien suuret infranhaltijat, kuten ELY-keskukset ja Liikennevirasto tilaavat vain tietomallipohjaisia suunnitelmia.
- 2012 InfraFINBIM- hankkeessa valmistuu suunnitelma Inframodel3-formaatista, joka perustuu lokakuussa 2012 julkaistuu LandXML 1.2-versioon. Inframodel3-formaatti on tarkoitus ottaa käyttöön 1.1.2014. (30.)
- 2014 Infra-alan BIM -oppisopimustyyppinen täydennyskoulutus käynnistyy tammikuussa Helsingissä, Tampereella ja Oulussa. Koulutuksella on tarkoitus lisätä kunkin osallistujan työnkuvan edellyttämää tietomallintamisen ja sen hyödyntämisen uutta osaamista. Koulutuksessa on tavoitteena työelämälähtöinen osaaminen.(19.)

- 2014 Rakennustietosäätiön koordinoima BuildingSMART Finlandin alaisuuteen perustettiin toimialaryhmä 15. tammikuuta 2014. Toimialaryhmä jatkaa RYM Oy:n PRE-ohjelman Infra FINBIM –työpaketissa tehtyä kehitystyötä. Myös Rakennustietosäätiön InfraTM –hankkeessa tehty kehitystyö saa jatkoa. (29.)
- 2014 Infra FINBIM –hanke päättyy 30.4.2014. Tulokset siirtyvät BuildingSMART Finland Infra -toimialaryhmälle ylläpitoa, edelleen kehittämistä ja käyttöönottoa varten. (29.)
- 2014 Liikennevirasto edellyttää Inframodel3:n käyttämistä kaikissa 1.5.2014 jälkeen käynnistävissä suunnittelu-, toteutus- ja parantamishankkeissa. Hankkeissa edellytetään myös, että lähtötiedot tulee jäsenellä hankesuunnittelussa InfraFINBIM –lähtötietomalliohjeiden mukaisesti. (18.)

Nykyisin suunnittelu tapahtuu jo pääosin 3D-maailmassa, mutta aineisto toimitetaan suunnittelijalta rakentajalle erilaisina 2D-piirustuksina, tiedostoina ja tulosteina. Tällöin suunnittelijan tekemä 3D-malli jää hyödyntämättä ja on vain suunnittelijan käytössä. Ongelmina nykyisessä toimintatavassa on myös se, että suunnitelmien sisältö esitetään useissa kuvissa, kuten esimerkiksi kartoilla, pituusleikkauksissa, paalukohtaisissa poikkileikkauksissa, geoteknisissä kuvissa ja siltapiirustuksissa. Lisäksi työmaille lähetetään myös erillisenä tiedostona x-, y- ja z -mittaustietoa. Mallintamisen avulla voidaan ennen monissa eri piirustuksissa olleet tiedot tuoda nyt päällekkäin ja tarkastella niiden toimivuutta 3D-muodossa. Tulevaisuuden tavoitetilassa mallipohjainen suunnittelu tapahtuu yhteisessä tietokannassa, jossa hyödynnetään yhteisesti sovittuja mallinnuskäytäntöjä, nimikkeistöjä ja ohjeita. Yhteisistä tietokannoista malleja voidaan koota ja esittää eri tarkoituksiin sopivilla tavoilla sekä suunniteltu tieto voidaan hyödyntää monissa eri tarkoituksessa poimimalla kuhunkin tarkoitukseen sopiva tieto tietokannasta. Mallintaminen suunnitteluvaiheessa parantaa myös suunnitelmien laatua ja vähentää virheitä. Sen on todettu myös vähentävän huomattavasti työmaalla tapahtuvaa muutossuunnittelua, joka voi pahimmillaan johtaa useiden viikkojen viivästymiseen. Myös työnsuunnittelu helpottuu työmaalla, kun mallista voidaan havainnoida tulevia rakennusvaiheita. Vaikka mallintamisella pyritään paperittomiin hankkeisiin, niin perinteinen paperidokumentaatio

(esim. pdf-formaatti) tulee säilymään mallipohjaisen suunnittelun rinnalla. Paperidokumentaation määrää pyritään asteittain vähentämään teknologian, työkentelytapojen ja menettelyjen kehittyessä, mutta muun muassa juridisista, hallinnollisista ja hyväksymismenettelyihin liittyvistä syistä dokumentaatio tulee säilymään paperisena todennäköisesti vielä pitkään. (5, s.4; 7; 14, s.6; 17, s.14.)

### **2.1.2 Tietomallinnus Plaana Oy:ssä**

Infrahankkeiden tilaajat tulevat jatkossa tilaamaan vain mallipohjaisia suunnitelmia, ja Plaana Oy:ssä on aktiivisesti alettu suuntaamaan ja kehittämään suunnittelua ja kouluttamaan henkilöstöä tilaajan vaatimuksia vastaavaksi. Tavoitteena Plaana Oy:ssä on tuottaa ja vastata tilaajan yhä suurempaan tietomallipohjaiseen suunnittelun kysyntään ja vaatimustasoon. Kehitystyöllä pyritään siihen, että Plaana Oy pysyy jatkossakin kilpailukykyisenä ja laadukkaana suunnittelutoimistona Suomessa ja se pystyy vastaamaan tilaajan vaatimuksiin. Plaana Oy:ssä mallipohjainen suunnittelu on kehittynyt vuosien varrella seuraavasti:

- 2001 Plaana Oy:n perustaminen.
- 2003 Plaana Oy:n hankittiin ensimmäiset tietotekniikkaa hyödyntävät inf-rasuunnitteluohjelmat. Alkuun suunnittelu tapahtui maastomallipohjaisesti ja suunnittelu perustui poikkileikkauksiin, eivätkä suunnitelmat olleet jatkuvia.
- 2004 saatiin ensimmäiset jatkuvaa rakennemallia tuottavat ohjelmat jolloin siirryttiin pois poikkileikkaus ajattelusta jatkuvaan rakennemalli ajatteluun.
- 2008 tehtiin ensimmäisiä kokeiluja ohjelmistolla tuotettujen jatkuvien rakennemallien hyödyntämistä koneohjauksessa. Urakoitsijalle lähetettiin rakennekerrosten yläpinnoista jatkuvaa taiteviivatietoa urakoitsijan tarpeiden mukaisesti. Koneohjaukseen sopivia tiedostoja luotiin yhteistyössä urakoitsijan mittaajan kanssa. Kokeilusta saadut tulokset olivat rohkaisevia.

- 2010 ensimmäiset rakennemallit toimitettiin työmaalle. Rakennemalli sisälsi väylän rakenteet, josta urakoitsijan mittausinsinööri muutti ne koneohjaukseen sopivaksi.
- 2014 vuodesta eteenpäin tavoitteena on tuottaa kaikista suunnitteluhankkeista rakennemallit koneohjausta varten. Mallintamisessa ja tiedonsiirrossa pyritään soveltamaan yleisiä ohjeita ja tiedonsiirtoformaatteja. Toiminta muuttuu urakoitsijan ja suunnittelijan välisestä yhteisestä toimitavasta yleiseen toimitapaan, jota kaikki voivat hyödyntää. Tavoitteena on tehdä mallipohjaisesta suunnittelusta rutiinia, jossa hyödynnetään laajamittaisesti tietomallia.

Pääsääntöisesti Plaana Oy:ssä mallipohjainen suunnittelu on toteutettu Tekla-Civil-ohjelmalla (entinen Xstreet-ohjelma), ja suunnitelmat on yhdistetty AutoCAD Map 3D:llä. Nykytilassa ja vaatimukseen nähden TeklaCivil-ohjelmalla päästään Plaana Oy:ssä kiitettävään suunnittelutarkkuuteen, mutta tarkkuustaso on tietenkin riippuvainen asiakkaan vaatimuksista. Kiitettävään suunnittelutarkkuuteen päästään muun muassa linjaosuuksien rakenteen mallintamisessa, joista suunnittelija pystyy tuottamaan urakoitsijalle tien eri rakennekerrosten yläpinnoista koordinaatistossa olevaa taiteviivatietoa. Rakennemallit eivät nykytilassa kuitenkaan ole aukottomia ja virheettömiä. Suunnitteluohjelmilla pystytäisiin kyllä tuottamaan virheettömiä ja aukottomia rakennemalleja, mutta nykytilassa se ei ole taloudellisesti ja työmäärältään kannattavaa eikä tarpeellista. Väylien rakennemalleissa ilmenee vielä epäjatkuvuuskohtia erityisesti rakenteiden muutoskohdissa, liittymäalueilla ja kiertoliittymien rakenteissa, mutta ne ovat kyllä riittävän tarkkoja koneohjaukseen. Suunnittelija on saanut kyllä käyttöönsä erillisen ohjelmaversiokseen, jolla mallitiedostossa olevia aukkoja ja virheitä voi korjata. Opinnäytetyön tekohetkellä sen käyttö oli vielä kuitenkin kokeilutasolla. Nykyhetkellä ja tarvittaessa suunnitelmien pienet epäjatkuvuuskohdat on korjattu kuntoon yhteistyössä urakoitsijan mittajaan kanssa 3D-WIN-ohjelmalla. Mittaaja pystyy myös yhdistämään eri rakennepintoja samaan tiedostoon, vaikka tiedon lähettäminen onnistuu vasta vain yksi rakennepinta kerrallaan. Mittaaja on huolehtinut myös tiedoston kolmioinnista sekä formaattimuunnoksesta koneohjaukseen sopiviksi. Muutamissa hankkeissa suunnittelija



on kokeilumielessä korjannut kaikki epäjatkuvuuskohdat täysin itsenäisesti AutoCAD-ohjelmalla.

Tulevaisuudessa haasteita lisää myös uuden lähtötietomallin jäsentelyyn ja muodostamiseen vaadittavat työtavat. Uudenlainen muodostamisprosessi luo lisää työtä ja lisää entisestään suunnittelijan vastuuta lähtötietojen oikeellisuudesta. Tulevaisuudessa lähtötietomallin dokumentointiin ja laadunvarmistukseen tulee kiinnittää huomiota, jottei jo lähtötiedoissa oleva virhe siirry hankkeessa seuraaviin työvaiheisiin ja aiheuta näin yllätyksellisyyttä sekä mahdollisia lisäkuluja.

Ongelmina Plaana Oy:ssä nähdään tietomallintamisen suhteen yrityksen yhteisen toimintalinjan puuttuminen mallintamisen suhteen. Tämän aiheuttaa se, että yrityksellä ei ole sisäistä toimintaohjetta tietomallipohjaiselle suunnittelulle, vaan suunnittelussa on toistaiseksi toimittu kunkin suunnittelijan oman osaamisen perusteella. Myös tietämys yleisesti tietomallintamisesta ja sen vaatimuksista on yrityksen henkilöstön keskuudessa vähäistä. Suunnitteluohjelmien käytön ja yrityksen suunnittelukäytännön nuori suunnittelija on oppinut yleensä vanhemmalta suunnittelijalta niin sanotulla kisälli-periaatteella. Mallintamisen hyödyntäminen ja työn taso eivät ole yrityksessä tasaista vaan jokaisen omien taitojen mukaista. Tavoitteena on, että yritykselle saadaan tietomallinnukseen selkeä toimintaohje, josta käy selväksi tarvittava yleinen Infra FINBIM -mallinnusohjeiden mukainen vaatimustaso ja tietomallipohjaisen suunnittelun menettelytavat, sekä tuoda esille tarvittava dokumentaatiotarve, jota täydennetään hankkeen edetessä. Toimintaohjeella on tarkoitus yhdenmukaistaa yrityksen suunnitelmien osaamista sekä suunnittelijoiden taitotasoa, varmistaa suunnitelmien sisällöllinen oikeellisuus sekä olla osa riskienhallintaa. Myös uuden työntekijän tai nuoren suunnittelijan perehdyttäminen onnistuu yhtenäisillä toimintaohjeilla helposti ja vaivattomasti, jolloin hän oppii heti alusta asti oikeat toimitavat ja mallintamisen vaatimustason. Toimintaohjeen avulla myös vanhempien työntekijöiden on helppo päivittää ja ylläpitää tietoa tietomallipohjaisen suunnitelmahankkeen vaatimuksista ja sisällöstä. Toimintaohjeella ja muulla henkilöstön ja toimitapojen kehittämishankkeilla pyritään yrityksessä yhteiseen parempaan laatutasoon, jota tietomallinnuksen vaatimukset alalle tuo. Laatutasoon

pääseminen edellyttää, että koko henkilöstö on laatumietoinen ja että jokainen vastaa omassa työssään laadun syntymisestä ohjeiden mukaisesti. Tällä tavoitteperällä on tarkoitus lähteä viemään yrityksen suunnittelutasoa yhtenäisellä linjalla uudelle ja vaadittavalle Infra FINBIM -ohjeiden sekä tilaajien vaatimusten mukaiselle mallintamisen tasolle.

## **2.2 Tietomallinnuksen hyödyntäminen**

Tietomalli mahdollistaa erilaisten tarkastuksien ja visualisointien tekemisen jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Tietomallintaminen edesauttaa vaatimukset täyttävien, toimivien ja kustannustehokkaiden kohteiden suunnittelua. Dokumenttipohjaiseen toimintatapaan nähden hankkeen tiedot eivät ole hajallaan eri piirustuksissa ja luetteloissa vaan ovat luettavissa kunkin käyttäjän tarpeiden mukaisesti. (1.)

Tietomallinnuksen käytöllä myös tavoitellaan yleisesti ottaen rakennushankkeen tuottavuuden ja laadun paranemista, virheiden vähenemistä sekä parempaa kustannustenhallintaa, määrätietoutta sekä kommunikoinnin ja yhteistyön paranemista. Mallintamisen hyödyntäminen suunnittelussa edesauttaa myös merkittävästi projektin eri osapuolia hahmottamaan kokonaiskuvan, mikä vähentää projektin etenemisen yllätyksellisyyttä, kun lopputulos on havainnollistettavissa mallin pohjalta virtuaalimalleiksi. Tämä mahdollistaa sen, että kaikilla on yhtenäinen kuva hankkeen sisällöstä koko suunnitteluprosessin ajan (7). Myös vuorovaikutus eri osapuolten kanssa todennäköisesti helpottuu mallintamisen johdosta. Virtuaalimalleista onkin tullut viime vuosina merkittäviä asukkaiden, sidosryhmien ja päättäjien kanssa käytävien vuoropuhelujen työkalu. Tällöin esimerkiksi hankkeen yleisötilaisuudessa yleisöllä on visuaalisesta esityksestä helpompi nähdä ja ymmärtää hankkeen kokonaiskuva paperisiin tai sähköisiin 2D-tulosteisiin hankepiirustuksiin verrattuna. Virtuaalimalli ei vaadi katsojaltaan myöskään teknistä osaamista, koska virtuaalimalliin voidaan asettua, jolloin suunnitelmaa voidaan tarkastella esimerkiksi suunniteltavan kadun käyttäjän näkökulmasta. (17, s. 12-13.)

Tietomallien lähtötietoaineistojen määrä sekä suunnitelman pohjaksi tehtävät mittaukset tuottavat nykytilassa suuren määrän aineistoa. Infrahankkeissa teh-

dään pintamallit mittaus- ja tutkimusaineistojen perusteella. Suunnitelman laatiminen voidaan yleensä aloittaa pintamallien ja kartta-aineistojen avulla, minkä jälkeen lähtötietoja täydennetään tarpeiden mukaisesti eri tutkimuksilla. Lähtöaineistojen ja projektin laajuudesta riippuen lähtötietomateriaalia on yleensä paljon. Lähtötietojen jäsentely InfraFINBIM -lähtötietomalliohjeen mukaisesti on tarkoitus yhdenmukaistaa alan käytäntöjä lähtötietojen jäsentelyssä. Ohjeiden mukainen jäsentelytapa vaatii jokaisen organisaation toteuttamaan lähtötietojen jäsentelyn samalla tavalla, joka helpottaa tiedon jälleen käyttöä lähtötietomallin siirtyessä esimerkiksi hankkeessa vaiheesta toiseen tai toiselle organisaatiolle.

Hyvän ja selkeän lähtötietomallin ja toimivien suunnitteluohjelmien avulla suunnitteluun tarvittavat tiedot on helposti saatavilla ja niiden hallinta on helpompaa. Tietomallintamisen hyvänä puolena on myös nähtävä se, että se tekee suunnitelmaan tehtyjen vaihtoehtojen ja muutosten vertailusta nopeaa ja luontevaa. Myös mallinnetun suunnitelman tarkastelu eri näkökulmista on mallista luontevampaa, ja mallista voidaan huomioida helposti olemassa olevien rakenteiden ja laiteiden vaikutukset suunnitteluun. Esimerkiksi väylä- ja vesihuoltohankkeissa linjausvaihtoehtoja voidaan tarkastella jo hyvin aikaisessa vaiheessa suunnittelua. Ensimmäisten suunnittelumallinnusten jälkeen voidaan reittien ja pituuksien lisäksi arvioida rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia sekä alustavasti eri vaihtoehtojen vaikutusta maisemaan ja ympäristöön.(15, s. 26–27.)

### **Tietomallinnuksen hyödyntäminen Plaana Oy:ssä**

Tietomallintamista käytetään periaatteessa yrityksessä joka päivässä Tekla-Civil-ohjelmalla tehtävässä suunnittelussa hyväksi, ja se näyttää suurta osaa hankkeiden suunnittelumateriaalin tuotannossa kaikissa eri suunnitteluvaiheissa (yleis-, tie- ja rakennussuunnitelmat). Tietomallintamisen käytöllä yrityksessä tullaan parantamaan suunnitelmien laatua. Tietomallintamisen käytön taso vaihtelee hankkeissa paljon tilaajan vaatimuksista, suunnittelijan osaamisesta, lähtötietojen tasosta ja suunnitteluvaiheesta (yleis-, tie-, rakennussuunnittelu). Yrityksen suunnittelutyössä on paljon tietomallinnuksen piirteitä alkaen lähtötietojen hankinnasta ja niiden jalostamisesta lähtötietomalliksi ja päättyen valmiiksi koneohjaukseen sopiviksi aineistoiksi. Taulukossa 1 on esitetty tarkemmin mallintamista hyödyntävien suunnittelutöiden eri vaiheessa tuottamia mallisisältöjä

Plaana Oy:ssä. Mallien sisältö on tietysti myös riippuvainen itse suunnitteluvaiheesta, mutta pääsääntöisesti sisältö on taulukon mukainen.

*TAULUKKO 1. Plaana Oy:n mallinnuksen eri vaiheiden tuottamat mallien sisältö*

Lähtötietomalli	Suunnittelumalli	Toteutusmalli
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maastomalli</li> <li>- Pohjatutkimustiedot</li> <li>- Rakenteet ja järjestelmät (viemärit ja kaivot, vesijohdot, kaapelit, kaukolämpö, ilmajohdot)</li> <li>- Kartta- ja paikkatiedot</li> <li>- Ilmakuvat</li> <li>- Aikaisemmat suunnitelmat ja selvitykset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Väylien geometriatiedot ja poikkileikkaukset</li> <li>- Melueterakenteet</li> <li>- Massanvaihdot</li> <li>- Kuivatus ja kuivatusrakenteet</li> <li>- Varusteet (valaisimet, kaiteet, portaalit)</li> <li>- Sillat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Väylien rakennepinnat</li> <li>- Geometriat ja poikkileikkaukset</li> <li>- Melusteet</li> <li>- Massanvaihtokaivannot</li> <li>- Varusteet</li> <li>- Kuivatusrakenteet</li> </ul>

### 2.3 Tietomallinnusohjeet ja -vaatimukset

Mallinnusohjeilla ja -vaatimuksilla on tavoitteena saattaa mallit samalle tasolle jokaisen hyödyntäjän osalta sekä saada käyttöön tietomallinnuksen ohjeet ja vaatimukset sekä yhtenäinen nimikkeistö koskien infrahankkeen lähtötietojen tuottamista, suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa. Ohjeilla pyritään siihen, että ne palvelevat sekä prosessin eri vaiheiden toteuttamista ja johtamista että töiden tilaamista. Opinnäytetyön toteuttamishetkellä Infra FINBIM -työpaketissa laaditut Yleiset inframallivaatimukset 2014 olivat luonnoksia, ja ne oli lähetetty lausunnoille infra-alan toimijoille. Yleiset inframallivaatimukset 2014 ohjeluonnokset ja nimikkeistö oli saatavilla opinnäytetyön tekohetkellä infrabim-internetsivuilta. Yleisten ohjeiden lisäksi Liikenneviraston internetsivuilta on saatavilla myös Liikenneviraston nykyiset suunnitelmien tilaajaa koskevat ohjeistukset ja ohjeluonnokset. Liikennevirasto tavoitteena on pilotoida omissa hankkeissaan Infra FINBIM:ssä syntyneitä ohjeita. (18; 13, s. 2-4.)

Mallinnusvaatimukset luodaan yhteisiksi ohjeiksi ja toiminnan helpottamiseksi kaikille infrahankkeen osapuolille, koska tietomallintaminen on infran eri osapuolille uusi toimitapa. Vaatimuksilla on tarkoituksena ohjata tietomallinnuksen tasoa ja helpottaa jokaista osapuolta luomaan näkemyksen siitä, mitkä tehtävät kuuluvat toimeksiantoon. Ohjeiden avulla hankkeen osapuolet voivat sopia hankkekohtaisesti muun muassa tiedonsiirtotavoista, velvoitteista ja mallinnustehtävien sisällöistä. Ohjeet määrittelevät myös yhdenmukaisuuden alalla käytettävien tietomallien nimikkeistön ja tiedonsiirtoformaatin suhteen. Tilaajalle mallivaatimukset luovat uusia toimintatapoja töiden määrittelyyn ja tilaamisen vaatimukseksi ja tarjouspyyntöön eri suunnitteluvaiheisiin, rakentamiseen ja ylläpidon tehtäviin. Suunnitteluun mallinnusvaatimukset luodaan yhtenäisten standardoitujen käytäntöjen muodostamiseksi. Mallipohjainen suunnittelu poikkeaa perinteisestä suunnittelusta, joten kaikki on sovittava tarkasti etukäteen. Mallinnusvaatimuksia tarvitaan myös, jotta suunnittelutehtävien työmääränarviointi helpottuu. (13, s. 2-4.)

## **2.4 Tietomallinnuksen nykyiset siirtoformaatit**

Useiden eri ohjelmistojen ja tekniikan kehitys on tuottanut useita erilaisia formaatteja suunnittelualalle. Yhteisesti sovittuihin tiedostomuotoihin on kehittynyt erilaisia muunnoksia, kun alkuperäiseen kuvaukseen on lisätty omia tietoja. Tiedostomuotojen ja niihin tehtyjen muutosten dokumentointi eli ominaisuustieto on ollut yleensä vajavaista, eivätkä formaatit tarjoa lisätietoa aineistosta esimerkiksi mittaajasta, alkuperästä, tarkkuusluokasta tai käytetystä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmästä. Ominaisuustieto luo varmuuden ja oikeellisuuden tiedoston sisällölle.

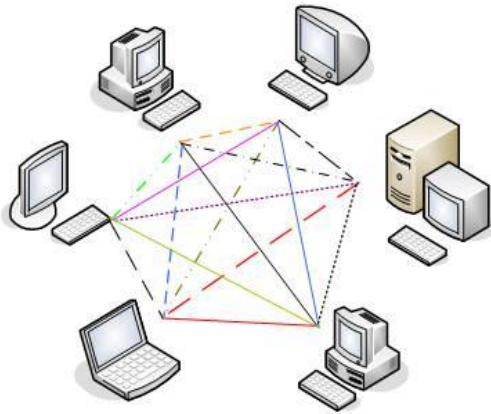
Yleensä formaatit ovat tekstitiedostoja eli niin sanottuja ascii-formaattia, jotka on yleisesti siirrettävissä erilaisissa kone- ja käyttöjärjestelmäympäristöissä. Formaatteista osa on niin sanottuja binääriformaatteja, joiden lukeminen onnistuu yleensä vain samalla ohjelmistolla samassa käyttöjärjestelmässä. Oman lisänsä formaatteihin on tuonut myös alun perin piirto-ohjelmiksi tarkoitettut CAD-ohjelmat. Suunnitteluun hyvin paljon kuuluvaa karttamuotoista tietoa siirretään yleensä CAD-ohjelmiin perustuvissa formaatteissa, esimerkiksi AutoCADin dxf-

muodossa ja sen sisäisesti käyttämässä dwg-formaatissa sekä myös Microstationin dgn -formaatissa. Myös eri suunnitteluohjelmilla on omat formaattinsa. Osa tiedoista on siirrettävissä ohjelmasta toiseen, mutta nykyisissä tiedonsiirtoformaateissa ei välttämättä kaikki tieto siirry tiedonsiirron mukana kuten ominaisuustieto. Esimerkiksi vesihuoltoverkostojen ja väylärakenteiden siirto on ollut lähes mahdotonta kun taas maastomallit, pohjakartat ja pohjatutkimukset siirtyvät ongelmitta. (15, s. 45–46.)

## **2.5 Tiedonsiirto**

Tiedonsiirto on iso osa koko infrahankkeen elinkaarta, mikä korostuu eri suunnitteluvaiheissa lähtötietojen hankkimisessa sekä projektin loppuessa. Suunnittelutyöstä kuluu merkittävästi aikaa tietojen siirtoon esimerkiksi lähtötietoja hankittaessa. Ongelmia ja ylimääräistä työtä aiheuttaa tiedonsiirrossa muun muassa se, että erilaisia tiedon tallentamiseen ja siirtoon tarkoitettuja tiedostoformaatteja on lukuisia, jolloin formaattia voidaan joutua muokkaamaan ja tietoa voi hävitä siirryttäessä formaatista toiseen. Ongelmana on myös nähtävä lähtötietomallin hyödyntäminen hankkeen seuraavissa vaiheissa. Nykytilassa ongelmana on, että vanhaa jo koottua lähtötietomallia ei hyödynnetä tehokkaasti sellaisenaan, vaan aina uuden vaiheen alkaessa lähtötiedot selvitetään ja hankitaan uudestaan ja turhaa tiedonsiirtoa ja formaattimuunnoksia tehdään uudestaan. Elinkaarellista hanketta ajatellen lähtötietomallin pitäisi siirtyä vaiheesta toiseen (15, s.45–46.)

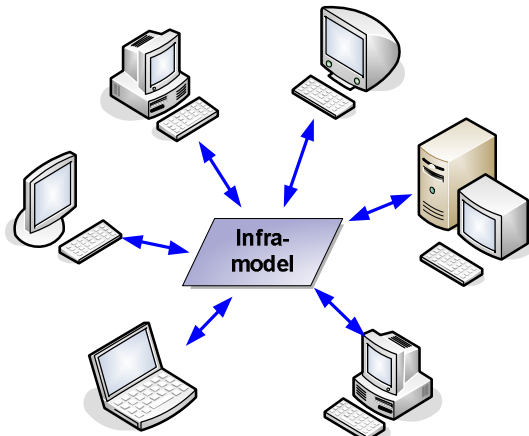
Nykytilassa tiedonsiirtoa tapahtuu eri toimijoiden, ohjelmistojen ja elinkaarenvaiheiden välillä. (Kuva 2.) Tietojen siirto tapahtuu enimmäkseen sähköisten kuva- ja tekstitiedostojen avulla. Nykyisessä tiedonsiirto tavassa ongelmana on, ettei kaikki ominaisuustieto siirry aina mukana. Tämä johtuu tiedostojen formaateista ja ohjelmien käyttämästä koodauksesta, jotka voivat poiketa eri organisaatioiden välillä. (21,s. 6.)



*KUVA 2. Tiedonsiirron nykytilanne (Kohti infra-alan yhteistä tuotemallistandardia 21, s. 6)*

Infra-alalla on tunnistettu tiedonsiirtoon liittyvät ongelmat ja puutteet. Tiedonsiirtoa on lähdetty kehittämään erillisessä Inframodel-hankkeissa, jonka tuloksina on kehitetty kaikkien alan toimijoiden yhteistyössä avoin tiedonsiirtoformaatti. Hankkeissa on edetty jo siihen vaiheeseen, että tuloksena on syntynyt Inframodel3-tiedonsiirtoformaatti, joka on ollut tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2014 alussa. (15, s. 46.) Inframodel3-formaatista on kerrottu enemmän Inframodel3-luvussa.

Inframodel-tiedonsiirtomenetelmän kehittäminen ja käyttöönotto mahdollistavat sen, että seuraavana tavoitteena alalla on nykyisten formaattien yhtenäistäminen ja dokumentointi ja uuden avoimen tiedonsiirtoformaatin käyttöönotto sekä yhtenäisen InfraBIM-nimikkeistön mukainen nimeäminen. Tarkoituksena kehittämisellä on mahdollistaa uudenlainen toimintamalli, jossa kaikki suunnitteluohjelmistot tuottavat tiedon vakiomuotoisena, ja se on mahdollista lukea muihin järjestelmiin esimerkiksi koneohjaukseen ja mittalaitteisiin. (21, s.6.) Tämän tiedonsiirtomenetelmän pitäisi periaatteessa alkaa toteutumaan 1.5.2014 jälkeen alkavissa Liikenneviraston ja ELY-keskuksen hankkeissa (18). Uusi avoin tiedonsiirtoformaatti mahdollistaa periaatteessa myös helpomman lähtötietomallin muodostamisen ja hyödyntämisen, kun muokkaustoimenpiteitä tulee vähemmän tiedoston ollessa vakiomuotoista. Myös ominaisuustiedon siirtymiseen avoin formaatti tuo parannusta, ja näin siirrettävän datan laatu ja oikeellisuus paranee. (Kuva 3.)



*KUVA 3. Yhteiseen tuotetietomalliin perustuva tiedonvaihto (Kohti infra-alan yhteistä tuotemallistandardia 21, s.6)*

### **Inframodel3**

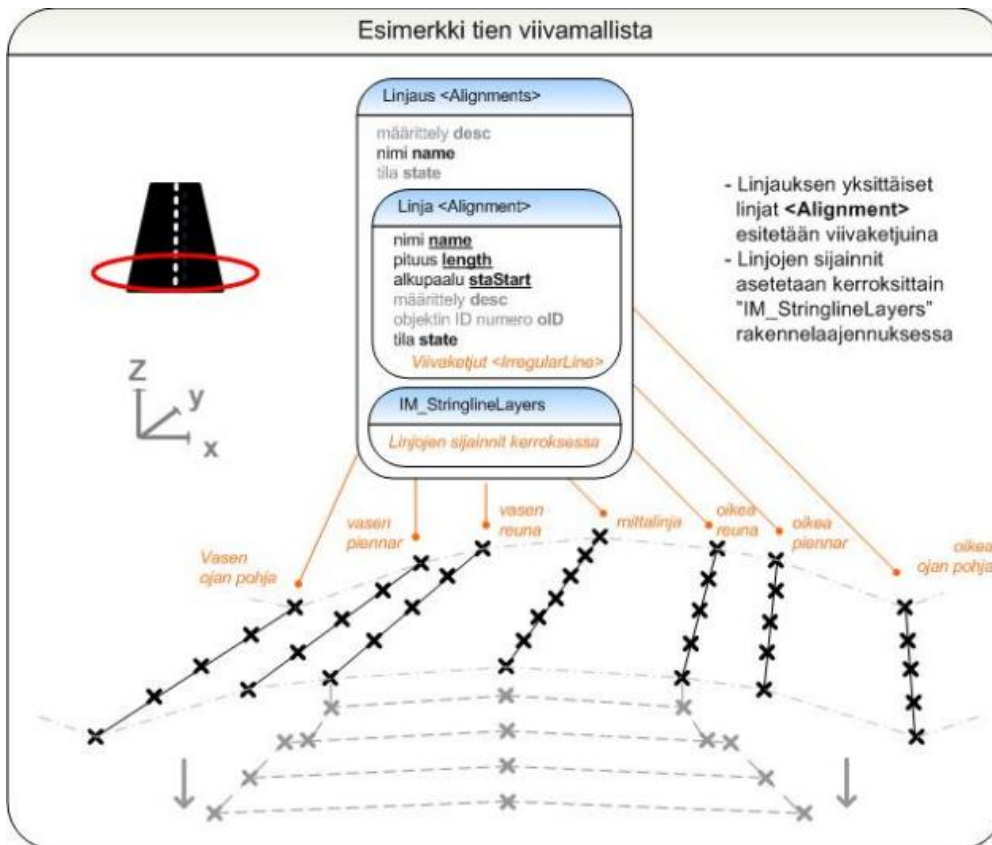
Inframodel3 on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva avoin formaatti infratietojen siirtoon. Inframodeliin on lisätty laajennuksia asioissa, joissa perustandardissa on katsottu olevan puutteita. Itse XML on merkintäkieli, jolla kuvataan tietoa ja sen merkitystä. Inframodel3-formaatilla on tarkoitus toimia laajasti koko infra-alalla niin suunnitteluohjelmissa kuin mittaus- ja koneohjaussovelluksissa. Tavoitteena formaatille on luoda käyttöönottohankkeessa yhtenäinen sisältö ja tehdä ohjeet suunnittelu- ja toteutusmallien tiedonsiirtoa varten. XML-dokumenttien käytöllä tavoitellaan muun muassa sisältöjen yhdenmukaisempaa tallennusmuotoa sekä suunnittelutoimistojen riippumattomuutta tietystä ohjelmistotoimittajasta. Tavoitteena on myös

- auttaa välttämään sisältövirheitä
- parantaa sisällön monikäyttöisyyttä ja tiedon säilymistä
- helpottaa tiedon hakemista
- automatisoida käsittelyvaiheita
- helpottaa integraatiota.

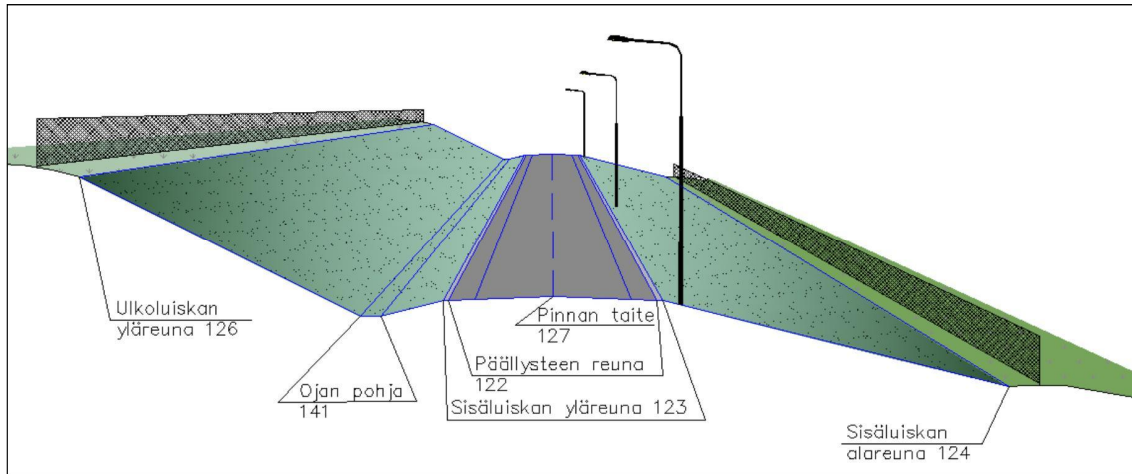
Erityisinä hyötyinä inframodel-tiedonsiirrossa on muun muassa tiedonsiirron ja sen käytäntöjen yhdenmukaistuminen, virheiden ja hukan väheneminen sekä mahdollisuus välittää metatietoja eli varsinaiseen dataan liittyvää ominaisuustietoa. Muodoltaan inframodel-tiedosto on tekstimuotoinen. Sitä voidaan avata ja



sitä voidaan katsella esimerkiksi selaimella tai tekstieditorilla. Inframodel-tiedoston muokkaus tekstieditorilla on mahdollista mutta ei suositeltavaan vaan toimijoiden tulee luottaa sovellukseen niin toimittaessa kuin vastaanottaessakin sitä. Kuvassa 4 on esimerkki tien viivamallista ja sen lajikoodauksesta Inframodelissa, ja kuvassa 5 on ylimmän yhdistelmäpinnan taiteviivojen nimet InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti. (15, s.47; 16, s.4.)



KUVA 4. Tierakenteen kuvaus Inframodelissa (Inframodel tiedonsiirton sovel-lusohje v1.2. 2010, 45)



*KUVA 5. InfraBIM-nimikeistön mukainen ylimmän yhdistelmäpinnan taiteviivojen nimet (PRE/infraBIM tietomallivaatimukset ja -ohjeet, Osa 4. 2013, 16)*

## 2.6 Tiedonsiirto ja siirtoformaatit Plaana Oy:ssä

Tiedonsiirrossa havaittiin Plaana Oy:llä pieniä ongelmia muun muassa formaattimuunnosten johdosta. Tässä ongelmia aiheuttaa se, että tiedostoja vaihdellaan formateista toiseen puolin ja toisin. Tähän toivottiin parannusta, koska nykyisellä systeemillä yhteistä reaaliaikaista mallia eli koordinoitumallia ei päästä tutkimaan ja täydentämään, koska eri formateista johtuvien tiedostojen lukeminen ei välttämättä onnistu eri suunnitteluorganisaatioissa oleviin suunnitteluhjelmiin. Formaattien paljous aiheuttaa myös työtä lähtötietomallin muodostamiseen, koska muokattavaa materiaalia on paljon. Riskinä on aina lähtötietoja muokattaessa, että jokin ominaisuustieto häviää tiedostomuunnoksen aikana ja tuottaa näin virheen lähtötietoon. Suunnittelun ja lähtötietomallin muodostamisen kannalta onkin erittäin tärkeää, että tiedonsiirron mukana tulee dokumentaatio, jossa kerrotaan tiedoston sisältö, laajuus ja tarkkuus. Dokumentaation avulla suunnittelijan on helppo tarkastaa, että tiedosto on sisällöltään oikea tiedonsiirrosta ja mahdollisesta formaattimuunnoksesta huolimatta.

Plaana Oy:llä suunnittelumateriaalia on totuttu siirtämään ja vastaanottamaan monessa eri tiedostomuodossa. Yksi yleisimmistä on maastotietojen siirtämiseen käytettävä tielaitosformaatti eli gt-formaatti. Myös kehitysasteella olevaa Inframodel-formaattia on kokeiltu Plaana Oy:ssä. Tietojen uloskirjoittaminen ja sisäänlukeminen suunnittelujärjestelmään on onnistunut Inframodel 2 ja 3 -formaateilla vaihtelevalla menestyksellä. Inframodelin avoimesta formaatista

huolimatta kaikki tieto ei vielä siirry, ja sen arvellaan johtuvan ohjelmistoissa olevista virheitä. Kaiken kaikkiaan suunnitelmia ja tiedostoja lähetään myös vielä paljon dwg-, pdf-formaateissa ja paperille tulostettuina suunnitelma kansioina.

Yleisesti ottaen tiedonsiirto on hankkeesta riippuva. Tiedonsiirtoa tapahtuu paljon lähtötietomallin muodostamisen aikaan, jolloin tiedostoja otetaan paljon vastaan ja siirretään suunnittelujärjestelmiin. Lähtötietojen tilaamisesta ja vastaanottamisesta vastaavat kaikki suunnittelijat, joten suunnittelijoilla pitää olla tieto siitä mitä vaaditaan ja millä tasolla. Ongelmia tiedonsiirrossa esiintyy erityisesti varusteiden ja rakenteiden, kuten kuivatusrakenteiden, kaiteiden ja valaisimien siirrossa. Suurimpana ongelmana on, ettei varusteiden ja rakenteiden mukana siirry ominaisuustietoa esimerkiksi suunnittelujärjestelmästä toiseen.

Suunnitelmia lähetetään aina tilaajan vaatimassa tiedostomuodossa. Rakennussuunnittelussa koneohjaukseen tuotettavaa materiaalia tuottaessa periaatteena on, että suunnittelija tuottaa urakoitsijalle tien eri rakennekerrosten yläpinnoista koordinaatistossa ja korkeudessa olevaa taiteviivatietoa. Tämä tieto lähetetään yleensä eteenpäin gt-formaatissa, joka on havaittu toimivan tiedonsiirrossa hyvin. Yleisimmät yrityksessä käytettävät tiedonsiirron eri tiedostomuodot on koottu taulukkoon 2, jossa on eritelty vastaanotetun tiedoston sekä uloskirjatun tiedoston muodot.

TAULUKKO 2. Plaana Oy:n tiedonsiirrossa yleisesti käytettävät formaatit

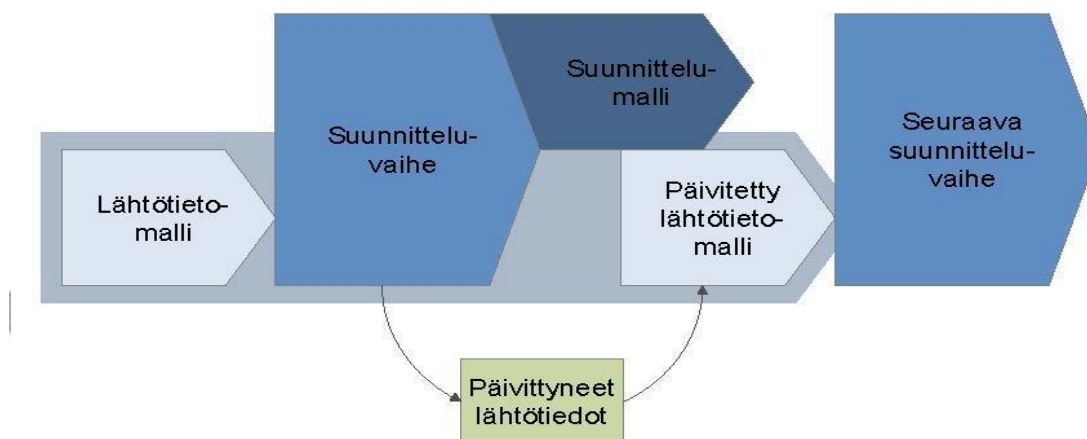
Vastaanotettavat lähtötietojen tiedostomuodot	Uloskirjatut tiedostomuodot
<p>-<b>Dwg/dgn</b> kartta- ja kaava-aineisto, johto- ja kaapelitiedot</p> <p>- <b>Gt-formaatti</b> maasto- ja maaperämalli</p> <p>- <b>Tekla Xcity</b> kartta- ja kaava-aineisto</p> <p>- <b>Infra/tekla- formaatti</b> pohjatutkimukset</p> <p>- <b>Xroad</b> väylien ja katujen geometria tiedot</p> <p>- <b>Pdf</b> johto- ja kaapelitiedot, selvitykset</p> <p>- <b>Paperi tulosteet</b></p>	<p>- <b>Gt-formaatti</b> maasto- ja maaperämallit</p> <p>- <b>Pdf</b> työselitykset</p> <p>- <b>Dwg/dgn</b> kartta-aineisto</p> <p>- <b>Inframodel 2 ja 3</b> väylien ja katujen rakenteet, varusteet</p>

## 3 LÄHTÖTIETOMALLIN MUODOSTAMINEN

### 3.1 Lähtötietomalli

Lähtötietomalli on kuvaus suunnittelualueen nykytilasta. Lähtötietomallilla tarkoitetaan tietynlaista tapaa koota, muokata ja hallita hankkeen nykytilaa kuvaavaa lähtöaineistoa. Lähtötietomalli käsittää eri tietolähteistä saatuja ja mitattuja tuotteiden, toimintojen ja palveluiden lähtötietoja, jotka ovat jäsennehtynä digitaalisessa muodossa. Lähtötietomalli toimii tärkeänä perustana suunnittelutyölle, joten prosessissa on tärkeää dokumentoida huolellisesti sekä lähtötietoihin liittyvät alkuperä- ja metatiedot sekä lähtöaineistolle suoritettavat muokkaustoimenpiteet. Näitä tietoja on esimerkiksi tieto tiedostojen oikeellisuudesta, tarkkuudesta ja keneltä tieto on tullut. Tavoitteena on koota lähtötietomalliin kaikki tarvittavat lähtötiedot ja sovittaa yhteen nykytilaa kuvaavat lähtötiedot sellaiseen muotoon, joka tukee tietomallipohjaista suunnittelua. (3, s.4; 2, s.5)

Lähtötietomallin kokoaminen on hyvä aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen suunnitteluprosessin alkua. Lähtötietomalli seuraa hanketta kokosen elinkaaren läpi tarkentuen suunnitteluvaiheessa syntyneiden uusien lähtötietojen osalta (kuva 6 ja kuva 7). Päivitykset voivat olla esimerkiksi hankkeen aikana laadittuja uusia pohjatutkimuksia tai täydentäviä maastomittauksia (3, s. 4). Lähtötietomalliin voidaan lisätä myös suunnittelijan itse tekemiä havaintoja.



KUVA 6. Lähtötietomalli osana suunnitteluvaihetta (PRE/inframallin vaatimukset ja ohjeet, Osa 3.0 Lähtötiedot. 2014, 4)

Hyvä lähtöaineisto toimii hyvän suunnitelman perustana. Lähtötietojen ajan- tasaisuus, tarkkuus ja koodaus auttavat tuottamaan toteutettavissa olevan suunnitelman. Lähtötietomallin kokoamistyössä erittäin merkittävässä osassa on myös tiedon dokumentointi. Dokumentointi on tärkeää, jotta tiedon alkuperän selvittäminen on helppoa ja dokumentoinnilla on myös tarkoitus tuoda varmuus ja luotettavuus lähtötiedolle. Yleensä virheet lähtöaineistossa siirtyvät sellaise- naan myös suunnitelma- ja toteutusmalliin ja sitä kautta rakentamiseen aiheut- taen turhia ongelmia ja kustannuksia sekä muutossuunnittelu tarvetta, mikä aina hidastaa työn etenemistä työmaalla. Tarkalla dokumentoinnilla ja virheettömällä lähtötietomallilla voidaan siis välttää ja ehkäistä niin suunnittelussa kuin sitä seuraavassa toteutusvaiheessa syntyviä virheitä. Ensisijaisesti suunnittelijan onkin pyrittävä saamaan kaikki lähtötiedot sähköiseen muotoon, jotta ne olisivat suunnittelussa mahdollisimman hyvin hyödynnettävissä. Suurimpana ongelma- na lähtötietomallin kokoamisessa suunnittelijalla on aineistojen yhteensovitta- minen, koska aineisto on useasti eri formaateissa ja luokituksissa. Suunnittelija tarvitsisikin suunnittelutyöhönsä helposti koottavan lähtötietomallin, jolloin sääs- tyisi merkittävästi aikaa ja kustannuksia. Myös lähtötietomallin siirtäminen suunnitteluvaiheesta toiseen ja sen täydentäminen tulee olla mahdollista, jottei uuden suunnitteluvaiheen alkaessa tarvitse alkaa uudestaan selvittämään jo ennestään selvitettyjä lähtötietoja. (5, s.5; 15, s.32.)



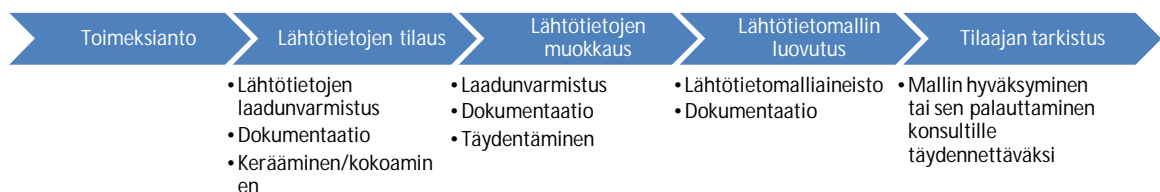
*KUVA 7. Lähtötietomalli osana hankkeen elinkaarta. Päivittyvä lähtötietomalli siirtyy tavoitetilassa suunnitteluvaiheesta toiseen (PRE/inframallin vaatimukset ja ohjeet, Osa 3.0 Lähtötiedot. 2014, 4)*

## 3.2 Lähtötietomallin muodostaminen ja aineiston laadunvarmistus

### 3.2.1 Muodostusprosessi

Yleisesti olisi siis toivottavaa, että lähtötietomallin muodostaminen olisi yksi oma vaihe suunnittelun alussa, mutta näin ei läheskään aina ole. Valmiilla lähtötietomallilla pyritään varmistamaan, että suunnittelutyöhön voidaan ryhtyä välittömästi riittävin ja ajantasaisin tiedoin. Lähtöaineiston hankintaprosessi voi pahimmillaan olla hidas ja aikaa vievä prosessi hankeen koon sekä aineiston laajuuden ja monimuotoisuuden johdosta. Muodostamistyön tulisi olla siis tarkkaa ja selkeää, jotta saataisiin suunnittelun kannalta mahdollisimman selkeä ja täydellinen lähtötietomalli. Lähtötietomallin muodostamisella omana vaiheenaan pyritään lyhentämään itse suunnittelutyön läpivientiaikaa.

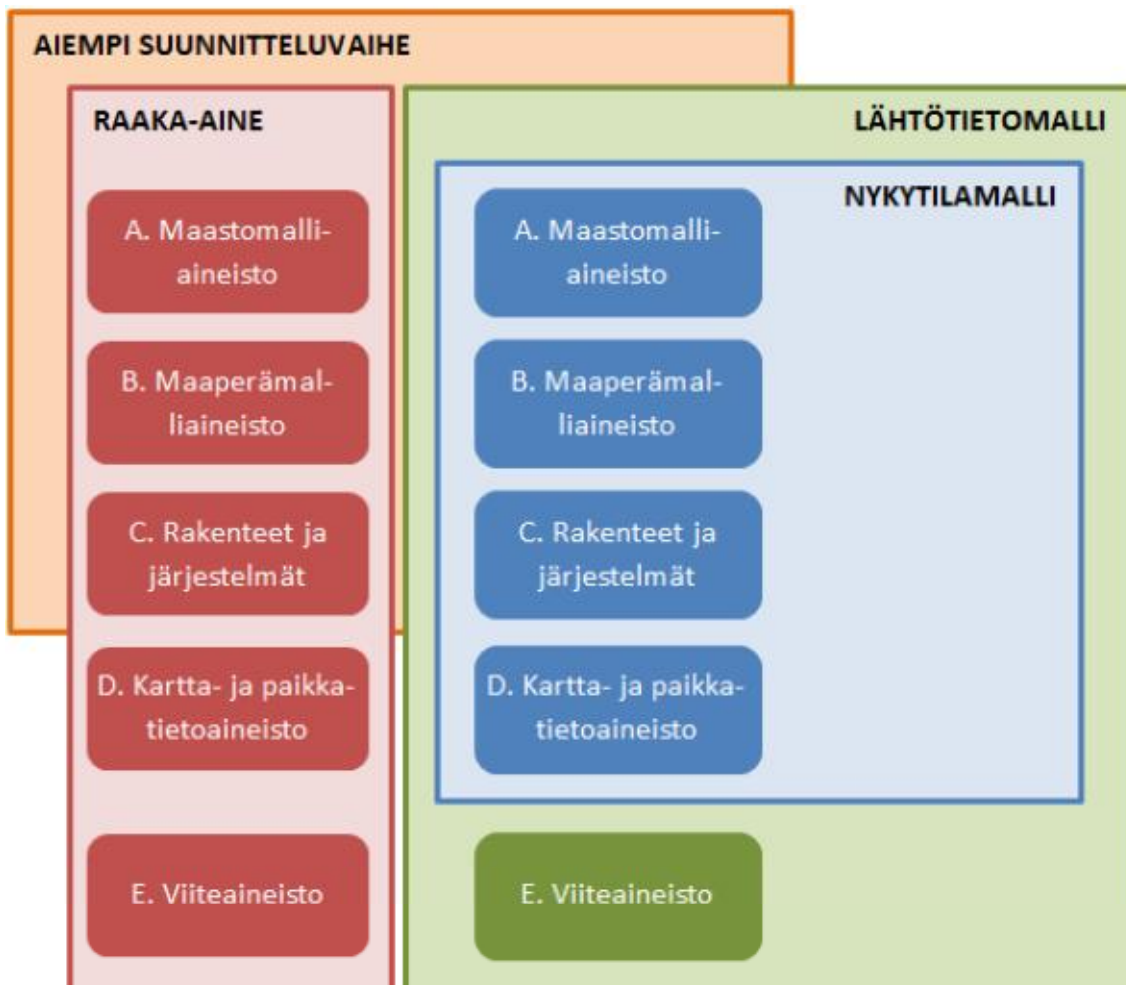
Lähtötietomalli sisältää paljon aineistoja niin 2D- kuin 3D-muodossakin ja myös monissa eri tiedostomuodoissa, joten käsiteltävää aineistoa on runsaasti. Tärkeää muodostamisprosessissa on dokumentoida tiedon alkuperä ja tarkkuus. Lähtötietomallin hyötynä on, että saadaan parempi kokonaiskuva suunnittelualueen nykytilasta, lähtötiedoista ja selkeä lähtöaineistoluettelo suunnittelua varten. Itse muodostusprosessi voidaan jakaa kuvan 8 mukaisesti työvaiheisiin. (3, s.7; 22.) Kuvasta voi nähdä, että lähtötietomallin muodostamisprosessissa dokumentaatio on merkittävässä osassa toistuen jokaisen vaiheen jälkeen.



*KUVA 8. Lähtötietomallin muodostusprosessi (PRE/inframallin vaatimukset ja ohjeet, Osa 3.0 Lähtötiedot. 2014, 7, Itse täydennetty)*

### 3.2.2 Lähtötietomallin rakenne, laadunvarmistus ja laatuvaatimukset

Lähtötietomalli koostuu siis hankkeen suunnittelualueen nykytilannetta kuvaavista aineistoista (nykytilamalli) sekä hankkeen suunnittelun kannalta oleellisista, nykytilannetta kuvaavista viiteaineistoista, kuten viranomaisluvista ja -päätöksistä. Yksinkertaisesti lähtötietomalli kuvaa hankkeen suunnittelualueen nykytilatietoa eli sitä, mikä on nähtävissä ja mitä on jo rakennettu (3, s. 5). Lähtötietomalli laaditaan saatavien lähtötietojen eli raaka-aineiden pohjalta. Raaka-aineilla tarkoitetaan lähtötietomalliin saatavien tiedostojen alkuperäisversioita eli alkuperäisiä tiedostoja ja aineistoja sekä niiden formaatteja. Raaka-ainemateriaali tulee jalostaa mahdollisimman pitkälle tietomallipohjaista suunnittelua tukevaan muotoon. (9, s. 8 – 9.)



KUVA 9. Lähtötietomallin rakenne (PRE/inframallin vaatimukset ja ohjeet Osa 2.0. 2013, 6)



Lähtötietomallin lähtöaineistoja tilatessa tulee huomioida, että aineistot on tavoitteena yhdenmukaistaa mahdollisimman pitkälle tietomallipohjaista suunnittelua tukevaan muotoon. Aineistolle on syytä jo tilattaessa asettaa vaatimukseksi mahdollisuuksien mukaan tietomallipohjainen formaatti. Myös aineiston tilaaminen oikeassa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä tulee mahdollisuuksien mukaan asettaa vaatimukseksi. Aineistoja tilatessa tulee huomioida erilaisten aineistojen alueellinen laajuus, joka tulee määrittellä aineistokohtaisesti. Esimerkiksi pohjavesialueet tulee selvittää suunnittelualueelta laajemmalla alueelta. Tilatessa lähtötietoaineistoa usealle projektinvaiheelle tulee tilauksen lähtökohdaksi se suunnitteluvaihe, jolla on tarkimmat vaatimukset. Aineistojen hankinnassa tulee huomioida myös, että aineiston tulee olla mahdollisimman ajantasaista. Mikäli ajantasaista tai tarkemmitattua aineistoa ei ole saatavilla tulee aineistoon liittyvät riskit ja epävarmuustekijät käydä ilmi lähtötietomallin dokumentaatioissa, kuten lähtöaineistoluettelosta ja toimenpideselostuksista. Kaikille lähtöaineistoille yhteisiä vaatimuksia asetetaan aineiston laajuudelle, ajantasaisuudelle, tarkkuudelle sekä alkuperätiedoille. (3, s. 8.)

Raaka-aineiden hankinta tapahtuu yleensä eri palvelimilta lataamalla, sähköpostilla tai puhelimella tilaamalla. Saadut lähtötiedot tallennetaan lähtötietomallin kokoojan omalle palvelimelle, ja kokooja suorittaa dokumentaation, jossa tuodaan aineiston tärkeimmät tiedot esille sekä lähtötietoaineistoon mahdollisesti liittyvät epävarmuustekijät. **Aineisto jäsenellään sisällön mukaan ja tallennetaan oikeaan alakansioon (kansiot A-E).** Lähtöaineistoluetteloon tulee kirjata seuraavat tiedot:

- Aineiston nimi
- Hankintavastuu (Kenellä vastuu ko. aineiston tilaamisesta)
- Vastaanottopäivämäärä
- Vastaanottaja
- Lähde
- Omistaja
- Omistajan yhteystiedot
- Lähdejärjestelmä (koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä, missä aineisto vastaanottohetkellä)

- Lähdeformaatti (tiedostoformaatti, jossa aineisto on otettu vastaan)
- Aineiston päiväys
- Saatavuus- ja käyttörajoitukset
- Tarkkuustaso
- Lopputuote (tiedostoformaatti, johon aineisto muutetaan)
- Selite (lisäselitykset)

Lähtötietomallin alakansioiden sisältö on suunnitteluvaiheesta riippuva, mutta sisältö on yleisesti ottaen alla esiteltyjen kohtien mukainen. Saadulle aineistolle on syytä suorittaa laadunvarmistus eli niin sanottu vastaanottotarkastus aina vastaanoton yhteydessä. Laadunvarmistuksella on tarkoitus todeta muun muassa, että saatu materiaali on sitä, mitä tilattiin, ajantasaista, siinä ei ole puutteita, aineistoa on riittävältä alueelta ja ettei aineistossa ole selkeitä virheitä. Laadunvarmistus voidaan tehdä osittain lähtötietomallin osalta myös ohjelmallisesti tai visuaalisesti (avaamalla tiedostot esim. suunnitteluohjelmilla). Mahdolliset puutteet ja havainnot tulee dokumentoida tarkasti, kuten myös vastaanotetun lähtöaineiston huolellinen kirjaaminen lähtöaineistoluetteloon. Lähtötietojen analyysin perusteella päätetään aineistojen päivittämis- ja täydennystarpeesta, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi. Dokumentaatioissa tärkeintä on, että virheet ja puutteet tulee kirjattua dokumentaatioon, jotta se osataan huomioida hankkeen tulevissakin vaiheissa. Suunnittelijan on tärkeää suorittaa dokumentaatio, muuten vastuu mahdollisista virheistä jää suunnittelijalle.

Saatavat raaka-ainetiedostot tulee myös nimetä InfraBIM-ohjeiden mukaisesti ja suorittaa mahdolliset muokkaustoimenpiteet. Aineistolle tehtävät muokkaustoimenpiteet ovat muun muassa seuraavat:

- Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien yhdenmukaistaminen
- Tiedostoformaattien yhdenmukaistaminen
- Useampien aineistojen tai tiedostojen yhdistäminen yhdeksi tiedostoksi
- Aineistojen leikkaaminen tietyllä, aineistokohtaisella aluerajauksella
- Verkosto- ja pintamallien laatiminen (Inframodel-/ LandXML – formaatti)
- Rakenteiden mallintaminen
- Aineistojen tarkentaminen ja täydentäminen

Mahdollisia muokkaustoimenpiteitä voi esimerkiksi olla 2D-aineiston muuttaminen 3D-muotoiseksi. Tällaista aineistoa ovat vielä tyypillisesti johto- ja kaapeli-tiedot, joista yleensä operaattori lähettää 2D-kuvan joko pdf- tai dwg-muotoisena tiedostona. (23; 24, s.9-10; 3, s.11.)

**Aineisto jäsenellään sisällön mukaan ja tallennetaan oikeaan alakansioon (kansiot A-E). Seuraavaksi on esitelty kansioden sisällöt, laadunvarmistus sekä laatuvaatimukset.**

### **A. Maastomalliaineisto**

Maastomallilla tai pintamallilla tarkoitetaan yleisesti digitaaliseen muotoon luotua kolmiulotteista mallia maaston pinnanmuodoista. Maastomalliaineisto kuvaa nykyisen maaston pinnan korkeutta ja mahdollisesti myös sen erilaisia ominaisuuksia, kuten rakenteita ja kasvillisuutta. Mallin kuvatessa pelkästään pinnan korkeuseroja kutsutaan sitä korkeusmalliksi. Korkeusmallia voidaan käyttää korkeuskäyrien, profiilien ja poikkileikkausten määrittämiseen. Maastomalliksi kutsutaan mallia, jossa kuvataan erilaiset maanpäälliset rakenteet, rakennukset ja mahdollisesti myös kasvillisuus ja puusto sekä myös pintavesitiedot ja/ tai -malli. Maastomalli koostuu mitatuista ja luokitelluista pisteistä ja viivoista, joista muodostetaan kolmioitu pintamalli. Maastomalli ei perinteisesti sisällä varsinaista ominaisuustietoa eli esimerkiksi maanpinnan tyyppiä, mutta nykyisiin aineistoihin voidaan lisätä myös ominaisuustietojen luokittelua. Lähtötietomallin laatijan on suoritettava maastomalliaineistolle saataessa visuaalisia tarkistuksia, kolmioinnin tarkistus, muutamien leikkausten tarkistukset sekä maastomallin koodien tarkistus tarkistustoimenpiteenä. (15 s.41-42; 9, s.9; 23 s.10.)

Maastomallia, joka kuvaa maanpinnan muotoja ja tehtyjä rakenteita, tarvitaan suunnitteluhankkeissa geometrioiden, rakenteiden ja kuivatuksen suunnittelussa sekä massalaskennoissa ja tiealueiden lunastuksen laajuuden määrittämisessä. Tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa tarvitaan tarkka maastomalli, jonka avulla voidaan suunnitella lopulliset rakenteet. Mikäli yleissuunnittelusta siirrytään välittömästi tie- ja rakennussuunnitteluun, on tarkka maastomalli syytä muodostaa jo yleissuunnitteluvaiheessa. Muuten yleissuunnitteluvaiheessa tehdään vain yleispiirteinen maastomalli eli niin sanottu likimalli. (24 s.16.)

Suunnitteluvaiheesta riippuen maastomalli voidaan tuottaa monella menetelmällä ja lähtöaineistolla. Lähtöaineistona voidaan käyttää esimerkiksi ilmakuvaa, laserkeila-aineistoa tai kartta-aineistoa. Esisuunnitteluvaiheessa voidaan esimerkiksi käyttää Maanmittauslaitoksen laserkeilauksella tuotettua korkeusmallia. Tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa tarvitaan taas tarkka maastomalli, jonka avulla voidaan suunnitella lopulliset rakenteet ja jota voidaan käyttää myös rakentamisvaiheessa määrälaskentoihin. Mikäli tie- ja rakennussuunnittelu seuraa välittömästi yleissuunnittelua, tehdään tarkka maastomalli jo yleissuunnitteluvaiheessa. Muuten yleissuunnitteluvaiheessa tuotetaan yleispiirteinen maastomalli, jossa esitetään suunnittelun kannalta oleelliset maastotiedot. Itse maastomalliaineistolle asetetaan vaatimuksia muun muassa

- mittausperustan pisteille
- yksikäsitteisten kohteiden mittauksen keskivirheelle
- pinnan korkeuden interpoloinnin keskivirheelle
- taiteviivojen ja hajapisteiden pistevälille.

Maastomallin ja mittausperustan laatimisesta on kirjoitettu muun muassa julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 18/2011 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje ja niiden tilaamisesta julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet.(3, s.13; 24, s.16-18.)

## **B. Maaperämalliaineisto**

Maaperämalli perustuu aina arvioon. Maaperämalliaineisto kuvaa maanpinnan alapuolisia maakerroksia ja kallionpintaa sekä pohjavesitietoja. Maaperämallisissa maakerrosrajapinnat tulkitaan topografian ja pohjatutkimuksien perusteella erillisinä pintoina, esimerkiksi kallion pinta tai saven alapinta.

Suunnittelualueen maa- ja kallioperää ja niiden kerroksia esimerkiksi pohjatutkimuksien perusteella voidaan alueesta luoda maastomallin kaltaiset pintamallit kerroksittain. Ominais tietoa voidaan antaa mallipinnoille kuten maastomallillekin, kuten esimerkiksi maa- ja kalliolajit sekä niiden geotekniset ja maa- tai kalliomekaaniset ominaisuudet. Käyttämällä päällekkäisiä pintamalleja yhdessä voidaan puhua maa- tai kallioperämallista. Pinnat ovat mallissa jokainen erilli-

senä pintana, mutta suunnitteluohjelmistojen avulla niistä voidaan yhdessä analysoida ja laskea suunnittelun tarvitsemia tietoja, kuten pinta-aloja ja tilavuuksia.

Maaperämallin käyttöä tulee arvioida hankekohtaisesti yleissuunnitelmavaiheessa. Maaperämallien laatu ja tarkkuustaso on karkea, koska tutkimustietoa on yleensä käytettävissä niukasti. Yleissuunnitelmavaiheessa voidaan hyödyntää Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) rekisteristä saatavaa maaperäkarttaa. Maakerrosrajapinnat muodostuvat, kuten maastomallitkin, pisteistä ja viivoista sekä niistä muodostetusta kolmiopinnasta. Kalliopinnan osalta on erotettava avokalliopisteet ja -viivat, varmistetun kallionpinnan pisteet ja tulkitut pisteet ja viivat. Maaperämallille lähtötietomallin laatijan tulee suorittaa visuaaliset tarkastukset, kolmioinnin tarkistus, leikkausten läpikäynti ja vertailu kairauksiin, korkeus- ja syvyyskäyrien muodostus ja tarkistus sekä maalajirajojen ja kallionpinnan törmäystarkastelu tarkastustoimenpiteet. (17 s.25; 3 s.14.)

Maaperämallissa maakerrosrajapinnat tulkitaan topografian ja pohjatutkimustuloksien perusteella erillisinä pintoina, esimerkiksi kallion pinta tai saven alapinta. Maakerrosrajapinnat muodostuvat kuten maastomallitkin pisteistä ja viivoista sekä niistä muodostetuista kolmiopinnoista. Kalliopinnan osalta on erotettava avokalliopisteet ja -viivat, varmistetun kallionpinnan pisteet ja tulkitut pisteet ja viivat.

Pohjatutkimuksia tulee tehdä suunnittelun eri vaiheissa sen verran, että tutkimusten tarkkuus vastaa suunnitteluvaiheen vaatimuksia. Kattavat pohjatutkimukset on syytä tehdä jo aikaisissa suunnitteluvaiheissa, koska rakentamissuunnittelu tehdään yleensä juuri ennen rakentamista tai jopa sen aikana. Pohjatutkimuksille asetetaan vaatimukseksi, että tutkimuspisteet tulee olla paikalleen mitattu.

Pohjatutkimuksista ja niiden tilaamisesta on kirjoitettu julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet (3, s.13-14).

### **C. Rakenteet ja järjestelmät**

Rakenteet ja järjestelmät -alakansioon säilytetään suunnittelualueella olemassa olevien kaupunkien, kuntien ja laiteomistajien taholta saatavien rakenteiden ja

järjestelmien tiedot, kuten johto- ja laitetiedot, kaivot, sillat, valaistus ja viitoitukset ja opastustaulut. Olennaista on, että johdot ja laitteet, joista aiheutuu merkittäviä siirtokustannuksia, viedään malliin mahdollisimman tarkasti, jotta siirtokustannusten ja työmäärän arviointi on mahdollisimman paikkansa pitävää. Tarkastustoimenpiteenä rakenteiden ja järjestelmien osalta tulee tarkastaa, että nykyiset rakenteet vastaavat todellisuutta. Tarkastustoimenpiteinä rakenteille ja järjestelmille tulee suorittaa törmäystarkastelut, nimikkeiden ja termien tarkistukset sekä geometrioiden tarkistukset. (3, s.17; 9 s. 10; 23, s.10.)

Rakenteita mallinnettaessa on vaatimuksena, että tasot ja objektit tulee litteroida voimassa olevan Infra2006-nimikkeistön mukaisesti malliin (3, s.14).

#### **D. Kartta- ja paikkatietoaineisto**

Kartta- ja paikkatietoaineistosta hyödynnetään kaikissa suunnitelmavaiheissa, ja niitä täydennetään ja päivitetään suunnitteluprosessin edetessä. Aineistosta käy ilmi eri rekistereistä ja paikkatietojärjestelmistä sekä erillisselvityksistä saatavat materiaalit, joita tarvitaan yleissuunnitelman laatimiseksi. Hankittavasta materiaalista lähtötietomalliin tuodaan tarvittaessa seuraavia:

- kartat (MML:n kartta-aineistot, kuntien pohjakartat)
- maankäytön tiedot: maakunta- yleis- ja asemakaavat
- maanomistus: tilarajat ja maanomistustiedot
- nykyiset liikenneverkot ja sitä koskevat tiedot
- pohjavesi-, liito-orava-, muinaismuisto-, suojelualueet, pilaantuneet maat jne.
- toteuttamiseen liittyvät alueiden käyttöoikeudet
- suunnittelun aikana tehtävät selvitykset, inventoinnit ja niistä koottavat tieto viedään paikkatietomuodossa lähtötietomalliin. (17 s. 25-26.)

Tarkastustoimenpiteinä kartta- ja paikkatietoaineistolle on, että mahdollisesti formaattimuunnoksen läpikäyneet tiedostot tulee avata ja tarkistaa visuaalisesti. Korkeus- ja koordinaattimuutoksen läpikäyneet aineistot vastaanottajan tulee tarkistaa vertailemalla niitä referenssiaineistoihin. (3 s.17.)

Kiinteistötietojen ja pohjakartan tilaamisesta on säädetty muun muassa julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet. Pohjakartan mittaamisesta on säädetty julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 18/2011 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje. (3, s.14.)

### **E. Viiteaineisto**

Viiteaineisto sisältää kaiken muun mahdollisen aineiston, kuten luvat ja lausunnot sekä ilma- ja ortokuvat. Tieto kootaan suunnitteluprosessin alusta alkaen, ja sitä päivitetään suunnitteluprosessin edetessä. Laadunvarmistustoimenpiteinä viiteaineiston osalta on, että formaattimuunnoksen läpikäyneet tiedostot tulee avata ja tarkistaa visuaalisesti. Korkeus- ja koordinaattimuutoksen läpikäyneet aineistot vastaanottajan tulee tarkistaa vertailemalla niitä referenssiaineistoihin.(3, s. 6, 17; 9, s. 9-10, 17 s. 26.)

Ilmakuvien tilaamisesta on säädetty julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet. Ortokuvien mittaamisesta on säädetty julkaisussa Liikenneviraston ohjeita 18/2011 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje. (3, s.14.)

### **3.2.3 Lähtötietomallin muodostaminen ja aineiston hankinta Plaana**

#### **Oy:ssä**

Plaana Oy:ssä ei täysin voida puhua vielä lähtötietomallista, joka vastaisi Infra-FINBIM-lähtötietomallivaatimuksien mukaista kansiorakennetta ja nimeämiskäytäntöä. Yrityksessä on toimittu lähtötietojen osalta oman selkeän ja yhdenmukaisen nimeämisperinteen ja kansiorakenteen mukaan, joka on koettu hyväksi ja toimivaksi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että yritys ei aikois siirtyä noudattamaan yhteisiä yleisiä käytäntöjä ja ohjeita. Yritys näkee tulevaisuudessa yleisen lähtötietomallin mukaisen rakenteen hyvänä asiana alalle ja yritykselle, koska lähtötietomalli on hyvin jäsenneily ja yhdenmukaisuus helpottaa lähtötietomallin jatkokäyttöä. Lähtötietoaineistojen kokoamisesta ja tilaamisesta vastaavat kaikki suunnittelijat itse. Lähtötietomallin kokoaminen maastomallien ja maaperämallien osalta on keskitetty muutamalle vastuuhenkilölle. Tarkoituksena tällä on varmistaa lähtötietomallien sisällön ja rakenteen homogeenisuus ja laatu näiltä osin.

Lähtötietojen osalta koordinaatistojen ja korkeusjärjestelmien yhdenmukaisuuden sekä siirrettävien aineistojen ominaisuustietojen puute koettiin suurimmaksi ongelmaksi lähtötietomalliin siirrettävissä aineistoissa Plaana Oy:llä. Lähtötietojen tarkkuus ja oikeellisuus ovat merkittävässä osassa suunnittelutyötä ja sen lopputulosta, koska lähtötiedoissa olevat virheet siirtyvät yleensä sellaisenaan suunnitelmien mukana aina rakentamiseen saakka. Lähtöaineistoja saadaan Plaana Oy:ssä runsaasti niin 2D- kuin 3D-muodossakin ja monessa eri tiedostoformaattissa (dwg, dgn, pdf, yms.). Taulukossa 3 on esitetty nykyisin saatavien lähtötietojen tiedostoformaatit ja myös tulevaisuuden tavoitetilassa saatavien tiedostojen siirtoformaatit.

*TAULUKKO 3. Lähtötietojen formaatit nykytilassa Plaana Oy:llä*

<b>Lähtötietomalli materiaali</b>	<b>Nykytilan saatavan materiaalin tiedostomuodot</b>
<b>Maastomalli</b>	Tielaitos-/gt -formaatti (3D)
<b>Maaperämalli</b>	Tielaitos-/gt -formaatti (3D)
<b>Pohjatutkimukset</b>	Infra/ Tekla -formaatti
<b>Nykyiset rakenteet</b>	
Putkijohtoverkostot	dwg/dgn, Xcity (2D/3D)
kaapelit, johdot	dwg/dgn, paperi,pdf (2D)
sillat	Tielaitos-/gt -formaatti (3D)
rakennukset	dwg/dgn (2D)
<b>Kartta- ja paikkatiedot</b>	dwg/dgn, Xcity (2D)
<b>Aikaisemmat suunnitelmat</b>	Pdf, paperi, dwg, Xroad (2D ja 3D)



Lähtötietojen hankinta muodostaa ison osan suunnittelutyöhön käytettävissä olevasta ajasta, ja se on koettu ongelmaksi myös Plaana Oy:llä. Itse lähtötietojen taso on koettu pääosin nykyiseen suunnittelutasoon riittäväksi. Ongelman lähtötietojen osalta on aiheuttanut tietojen hajanaisuus useilla eri organisaatioilla, ja lähtötietojen osalta suunnittelijan vaikein tehtävä on tietää ja selvittää, mistä tiedot löytyvät. Pääsääntöisesti lähtötiedot on koettu siis tarkkuustasoltaan riittäväksi, mutta selviä tarkkuustason vaihtelevuuksia on myös koettu. Esimerkiksi kaapeleiden ja muiden maanalaisten laitteiden lähtötiedot ovat useasti eri formaateissa, suttuisista pdf-tiedostoista tarkkaan dwg-kuvaan. Myös osa lähtötiedoista on vain paperilla, jolloin ne joudutaan digitoimaan suunnittelujärjestelmään. Useasti maanalaisten laitteiden ja rakenteiden tiedot ovat 2D-muodossa, joista saadaan x- ja y-tieto muttei korkeustietoa (z-koordinaatti). Joissakin tapauksissa voidaan saada myös tietoa 3D-muodossa, mutta useasti näistä tiedoista puuttuu ominaisuustieto eli tieto siitä, mitä maan alla on, esimerkiksi kaapeli vai kaapelinippu, sekä se, onko tieto korkeudesta vain arvio. Dwg-kuvan tarkkuustasosta ei ole usein mitään tietoa, ja se voi olla esimerkiksi työmaalta tulleen käsin piirretyn tiedon varassa. Luotettavuuden ja mittatarkan tiedon laitteille ja kaapeleille antaa siis dokumentaatio, josta pitää ilmetä, onko mittaustiedot tarkemittattuja vai arvioita. Usein mittaustiedoista ei käy ilmi, onko esimerkiksi kaukolämpö- ja vesijohtojen korkeustieto (eli z-tieto) annettu vesijuoksusta vai putken laesta. Yleensä ottaenkin on tärkeää, että aineiston koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät ovat annettu. Kaikissa tapauksissa korkeus- ja koordinaattijärjestelmää ei välttämättä ole aina annettu ja sen selvittämiseksi pitää suorittaa lisäkyselyjä.

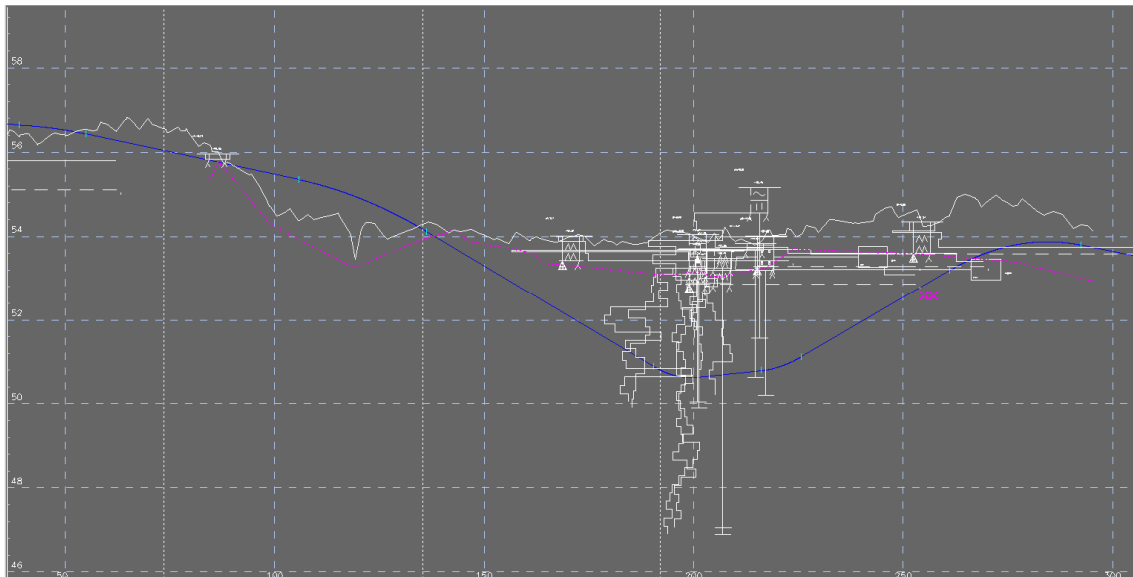
Maastomalli koettiin Plaana Oy:llä tasoltaan vaihtelevaksi. Maastomalleja saadaan monen tasoisia ja ne voidaan yleisesti todeta mittausmenetelmien luotettavuudelta tarkimmasta epätarkimpaan: takymetrimittaus, gps-mittaus, laserkeilaus, ilmakuvatulkinta ja pohjakartasta digitoidut korkeuskäyrät. Tarkkuus maastomalli aineistossa voi vaihdella suuresti esimerkiksi suunnitelma-alueen rajakohdissa, jolloin ongelmia voi syntyä jos suunnittelualue mahdollisesti laajenee. Maastomallien sisään lukeminen suunnittelujärjestelmään tapahtuu muutamien vastuuhenkilöiden toimesta, johtuen käytettävien suunnitteluohjelmien käyttöoikeuksista ja siitä, että laatutaso halutaan pitää tasalaatuisena. Maastomallien

sisäänluku ei siis onnistu jokaiselta työntekijältä omatoimisesti, jolloin vastuu maastomallien oikeellisuudesta ja kelpoudesta suunnitteluun jää vastuuhenkilöille. Mallin sisäänluvun yhteydessä on tarkistettava päällisin puolin mallin virheellisyydet ja aukot. Liikennevirastolla on yleensä tarkka ohjeistus ja vaatimustaso suunnittelussa käytettäville maastomalleille. Liikenneviraston hankkeissa maastomallin laadunvarmistus tapahtuu mittajaan toimesta, jonka mukana toimitetaan yleensä mittausraportti. Mittausraportti toimii hyvänä laadunvarmistuksena maastomallille ja suunnittelijan ei juuri enää muita laadunvarmistus toimenpiteitä tarvitse tehdä näissä hankkeissa maastomalliin liittyen. Yleisesti ongelmia maastomallien käytöstä aiheutuu lähinnä silloin, kun esimerkiksi yleissuunnitteluun tehtyä maastomallia käytetään tie- ja rakennussuunnittelussa, koska suunnitelmavaiheilla on erilaiset tarkkuusvaatimukset. Tarkkuusvaatimuksien erilaisuuden johdosta olisi suunnittelijan hyvä saada käyttöönsä mallien dokumentaatiot, joilla voidaan täsmentää tiedon tarkkuus ja käytettävyys mahdolliseen suunnitteluvaiheeseen.

Lähtötietoaineistoja saadaan yleensä tilaajalta, mutta joissakin projekteissa, joissa tilaajana toimii yksityinen rakennuttaja, voi lähtötietojen selvittäminen jäädä kokonaan suunnittelijakonsultin tehtäväksi. Esimerkiksi maastomalliaineiston etsiminen ja selvittäminen voi jäädä suunnittelijan työksi eri rekistereistä ja paikakatietojärjestelmistä. Työvaiheen voi tehdä työlääksi etsittävän alueen aineiston tiedostomuoto, jonka sisään ajaminen suunnittelijan suunnitteluohjelmaan ei käy välttämättä suoraan ilman tiedostomuunnosta. Suunnittelijan aineistoa muokatessa on myös hyvä muistaa tarkistaa x- ja y-koordinaatin oikeellisuus, esimerkiksi maanmittauslaitoksen sivuilta saatavan laserkeilausaineiston x- ja y-koordinaatit ovat vastaisessa järjestyksessä TeklaCivil-suunnitteluohjelman kanssa.

Maanpinnan tietojen lisäksi suunnittelijalle tärkeitä ovat myös maanpinnan alapuolisten kerrosten ja kalliopintojen tiedot. Maanpinnan alapuolisten kerrosten aineiston eli maaperämalliaineisto saadaan yleensä tulkitsemalla suunnittelualueelta tehtyjen pohjatutkimusten perusteella. Kairaustiedot ovat tärkeää tietoa suunnittelijan määritellessä esimerkiksi kalliopintaa tai massanvaihdon tarvetta, tasoa ja laajuutta. Pohjatutkimuksia ei kuitenkaan voida suorittaa yleensä

ottaen koko suunnittelualueelta, joten tulkinnaa varaa maakerroksille yleensä jää, ja suunnittelija voi joutua tekemään itse arvioita maakerrosten rajoista. Suunnittelijan määrittäessä suunnittelualueen kalliopintaa ja muodostaessaan siitä kolmiopintamallia voidaan yleensä muodostustyö jakaa kolmeen vaiheeseen: avokallion tulkinna, pohjatutkimustiedon tulkinta sekä suunnittelijan oma tulkinta. Ensimmäisenä suunnittelija tulkitsee avokallion paikat mittaustietojen, näköhavaintojen ja karttatietojen perusteella. Jos tutkimustiedot ja näköhavainnot eivät ole riittävät täydentämään suunnittelualueen kalliotietoja voi suunnittelija tehdä oman tulkintansa mahdollisesta kalliopinnasta kokemuksen ja arvion perusteella.



*KUVA 10. Kalliopinta arvioituna pohjatutkimusten, näköhavaintojen ja suunnittelijan oman tulkinnaa mukaan TeklaCivil -ohjelmassa (Kuvankaappaus Plaana Oy:n suunnitteluohjelmasta)*

Suunnittelussa tärkeitä tietoja ovat suunnittelualueen nykyiset rakenteet ja laitteet. Saatavien aineistojen tarkkuus- ja mittaustiedot vaihtelevat näiden osalta merkittävästi. Nykyään jo olemassa olevien vesihuoltoverkostojen tarkkuus-, tyyppi- ja paikkatiedot ovat kyllä selvillä ja saatavilla kiitettävästi isompien kuntien ja kaupunkien vesilaitosten osalta. Ongelmia aiheuttaa suunnittelualueella mahdollisesti olevat yksityiset rakenteet ja laitteet, joita ei välttämättä ole missään rekisterissä. Esimerkiksi peltojen salaojarakenteet voivat olla yksityistä

tietoa, joiden käyttöön tarvitaan maanomistajan suostumus. Olemassa olevien kuivatusrakenteiden mittaustiedoissa on myös havaittu joitakin puutteita ja varusteita on voinut jäädä mittaamatta. Näin on voinut käydä esimerkiksi olemassa olevien rumpujen kanssa, joiden tietoa on sitten paikattu maastokäynneillä ja uusinta mittauksilla. Energiayhtiöiden ja puhelinyhtiöiden kaapelitiedot ovat osaltaan myös puutteellisia. Kaapelitiedoista on saatavilla kyllä melko tarkka paikkatieto, mutta yleensä kaapelin syvyydestä ei ole mitattu. Päänvaivaa aiheuttavat myös yksityiset johdot, joiden sijainnista tai olemassaolosta ei ole tietoa tai varmuutta. Myös kaapeleihin liittyvä ominaisuustieto on yleensä epävarmaa, eli onko kyseessä yksittäinen kaapeli, kaapelinippu vai suoja-putki. Kaapeleita mallintaessa operaattoreilta saatavat johtokartat yleensä mallinnetaan oletuksena 0,5 – 0,7 metrin syvyyteen, mutta tämä ei välttämättä edelleenkään ole varmistettu kaapelin paikka vaan oletus. Kaapelien mallintamisen tarkoitus onkin varmasti vielä alkuvaiheessa olla vain koneohjauksiin varoittavana tekijänä, ja siihen ei tule konemiehen sokeasti luottaa. Kaapeleista tehtävä malli ei myöskään poista rakentamisvaiheen kaapeleiden näyttöpyynnön velvollisuutta, joka urakoisijalla on.

## **4 ESIMERKKIHANKE VT19 SEINÄJOEN ITÄINEN OHIKULKUTIE**

### **4.1 Tausta**

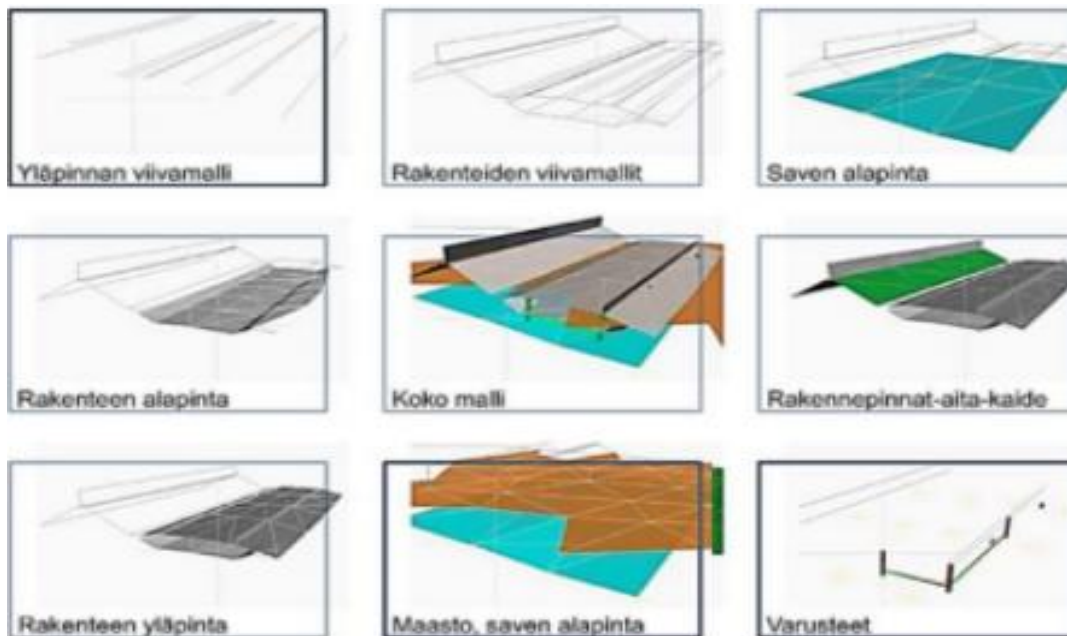
Kyseessä on ST-urakka, jonka tilaajana on Liikennevirasto. Hankkeen rakennussuunnitelmien laatimisesta vastaa urakoitsija. Tarjouspyynnön mukaiset rakennussuunnitelmat laaditaan hyväksytyyn tiesuunnitelman pohjalta sillä tarkkuudella ja siinä laajuudessa kuin sen tilaaja on tarjouspyyntöaineistossa määrittänyt. Rakennussuunnitelman laatimisen perustana on tiesuunnitelmamateriaali sekä suunnittelijan kokoama lähtötietoaineisto, johon on koottu suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot. Valmista lähtötietomallia suunnitteluhankkeeseen ei ole saatu vaan sen kokoaminen on ollut osa suunnittelutyötä. Tavoitetilassa hanke on tarkoitus toteuttaa tietomallipohjaisesti suunnittelusta toteutukseen, jossa rakennussuunnittelumalli lähetetään koneohjaukseen sopivana avoimena Inframodel3-tiedostona. Ohitustien tietomallipohjaista toteuttamista tukee tilaajan lupaama bonuspalkkio, joka on suhteutettu tietomallintamisen laadun ja kehittämisen onnistumiseen.

Seinäjoen itäinen ohikulkutie tullaan toteuttamaan tavoitetilassa kokonaisuudessaan tietomallinnetulla suunnittelumateriaalilla. Työ sisältää ST-urakkaan liittyvien teiden, katujen, pohjanvahvistuksien, siltojen sekä melusteiden ja muiden taitorakenteiden suunnittelutyöt suunnittelemaselostuksessa ja tarjouspyynnössä esitetyssä laajuudessa. Suunnitelma-aineisto on tarkoitus siirtää työmaalle Inframodel3-formaatissa, mutta hankkeen alku vaiheessa tiedonsiirto tapahtuu vielä yrityksen nykytilanteen mukaisesti. Oman haasteensa suunnitteluun tuo myös suunnittelutyöhön kuuluvan 25-sillan yhteensovittaminen väylärakenteiden kanssa.

### **4.2 Tilaajan vaatimukset**

Vt19-hankkeessa tilaaja (Liikennevirasto) on asettanut tietomallipohjaiselle suunnittelulle ja hankkeen toteuttamiselle bonusmahdollisuuden. Urakoitsijalla on mahdollisuus saada bonukset, mikäli urakoitsija toimii tilaajan asettamien hankkeen toimintaa ohjaavien arvojen/tavoitteiden edistämiseksi ja hankkeen toteuttaminen onnistuu niin, että tavoitteet toteutuvat.

Tilaaajan vaatimuksesta hankkeen sähköinen aineisto on toteutettava Inframodel 3-formaatissa. Tietomallipohjaisen suunnittelun tavoitteet tilaaja on jakanut kolmeen kohtaan, jossa se määrittää vaatimukset. Ensimmäisenä vaatimuksena tilaajalla on, että koneohjausmallit tulee toimittaa sähköisenä työmaalle ja projektiportaaliin LandXML-standardin mukaisessa suoraan koneohjaukseen sopivassa tiedostomuodossa. Mallit tulee olla lähetettäessä alueittain pilkottuina sekä yhdistettynä pintamallina. Seuraavana kohtana tilaaja määrittää siltojen tietomallipohjaiset suunnitelmat. Siltojen tietomallipohjaiset suunnitelmat on voitava hyväksyä mallipohjaisesti, joihin vaatimukset asettaa Liikenneviraston ohje siltasuunnitelmien tarkastaminen sekä sillansuunnittelun tietomalliohje. Viimeisenä kohtana tilaajalla on vaatimuksena, että eri suunnittelualojen tietomallit on eroteltuna ja koordinoitumalli on yhdistettynä erikseen katselua varten. Koordinointimallin päivitysväli on tilaajan vaatimana vähintään kerran kuukaudessa. Kuvassa 11 on esitetty esimerkki Inframodel3:n tietosisällöstä, jota lähetettävien suunnitelmien pitää tavoitetilassa sisältää.



*KUVA 11. Esimerkki Inframodel3-tiedoston sisällöstä (Inframodel – käyttöönottohje versio 1.0. 2013, 7)*

Plaana Oy:llä on tarkoitus kehittää omaa toimintaansa yhteistyössä urakoitsijan Skanska Infran kanssa. Tavoitteena on siirtyä mittaus suunnitelmasta avoimeen

tietomalliin, mutta se vaatii vielä kehitystyötä. Skanska Infra on asettanut tavoitteet, mihin suunnittelussa ja toteuttamisessa on päästävää. Kuvassa 12 on esitetty tilaajan asettamat vaatimukset sekä Skanska Infran määrittämät tavoitteet, jotka on saavutettava. Kehitystyön eteneminen on jaettu Plaana Oy:ssä kolmeen kehitysaskelukseen, joita lähdetään molempien valmiuksien mukaisesti toteuttamaan erillisessä kehittämisprojektissa. Kehitysaskleet on muodostanut Plaana Oy:n suunnitteluohjelmien pääkäyttäjä ja kehittämisprojektin vetäjä Toivo Kämäräinen, jonka kanssa käytyjen keskustelujen ja saatujen muistiinpanojen pohjalta ne on esitetty tässä opinnäytetyössä kappaleessa 4.4.

## SKANSKA

### Vt19-Tilaajan muokatut toiveet mallinnuksessa 1/2

bonuksia tietomalliin käytöstä, maksimissaan 320 000 €

#### Tietomallipohjainen suunnittelu InfraModel3-formaatissa (20%)

1. työmaalle ja projektiportaaliin koneohjausmallit LandXML-tiedostojen tuotantoversiot sähköisenä suoraan koneohjaukseen sopivina formaatteina alueittain pilkottuina ja yhdistettynä pintamallina
2. siltojen tietomallipohjaiset suunnitelmat voitava hyväksyä mallipohjaisesti
  - LiVi:n siltasuunnitelmien tarkastamisohje ja sillansuunnittelun tietomalliohje
3. tietomallit eroteltuina ja koordinoitumalla yhdistettynä erikseen katselua varten päivitysväli vähintään kerran kuukaudessa

#### Koneohjaus ja sen kehittäminen (20%)

1. työnjohdolla maastotyöasemissaan käytössään sama paikkatieto ja suunnitelmamalli kuin koneessa
2. toteutumat, mittaus vertailu mallista laadunvalvontaan reaaliajassa kuvin ja dokumentein
  - maatyö, siltatyö

#### SAAVUTETTAVA!

Tähän perustuu kaikki loput  
Formaatti avoin, mutta IMX, aikajänne vaikuttaa

Geometriamalleina, mahdollisesti joku viimeisistä silloista  
Siirrot IFCnä  
Saavuttaminen 100%:sesti ei ole tavoite

Saavutettava  
Suunnittelun yhteensovittamisen työkalu. Osa laadunvarmistusketjua!  
Hankkeen hahmottaminen  
Mahdollisuudet työnsuunnittelussa, perehdyttämisessä jne.

Saavutettava  
BEMiin, serveriin yhteensopiva  
Suunnittelijalta mittatieto työmaalle suoraan

Saavutettava  
Mobiiliyökalussa ja mittalaitteissa (takyt ja KO) kameratoiminto paikannuksella, kuvakaappaus suunnitelmasta ja metadatat kommentointi  
Viestit serveriin eikä spostiin

2

Kyösti Ratia

*KUVA 12. VT-19 tilaajan toiveet mallinnuksesta Skanskan suunnittelupäällikön Kyösti Ratian kommentoimana (Kyösti Ratia, Skanska Infra. 25.11.2013 Plaana Oy:n tiloissa käydyin palaverin materiaali)*

### 4.3 Lähtötietomalli

Valmista lähtötietomallia ei hankkeeseen saatu vaan sen kokoaminen tehtiin normaaliin tapaan Plaana Oy:ssä itse osana suunnittelutyötä. Lähtötietomallin puute nähtiin tietenkin ongelmana, koska sen muodostaminen lisäsi suunnitteli-

jan työmäärää ja varsinaiseen suunnitteluun ei päästy ryhtymään heti hankkeen alkaessa. Toisaalta hankkeessa ei odotettukaan valmista lähtötietomallia, vaan toiminta hankkeen alussa oli niin urakoitsijalla kuin suunnittelijaorganisaatiolla-kin vielä kuten aikaisemmissa hankkeissa, joissa varsinaista lähtötietomallia ei ole käytetty. Yrityksen on tarkoitus kyseessä olevan hankkeen aikana kokeilla yleistä ohjeiden ja vaatimuksien mukaista lähtötietomallin dokumentointitapaa ja muodostamista osana kehittämishanketta, jollaisena VT19-hanke toimii. Lähtötietomallin muodostamiseen ja dokumentointiin tullaan siis panostamaan yrityksessä tulevaisuudessa voimakkaasti.

Itse lähtötietoaineisto muodostettiin samoin kuin yrityksen muissakin hankkeissa, eli yritys ei saanut mitään valmista lähtötietopakettia vaan hankki lähtötiedot erikseen pyytämällä ja jalostamalla omaan tietojärjestelmään. Hankkeeseen saatu maastomalli oli rakennussuunnitteluhankkeen alkaessa tiesuunnitelman aikainen maastomalli. Tämä tuotiin yrityksen omaan tietokantaan ja siirrettiin luodun projektin alle. Maastomallia sisään ajettaessa muokkaustoimenpiteitä jouduttiin jonkin verran tekemään. Tämä johtui tiesuunnitelma aikaisen suunnitteluorganisaation suunnitteluohjelmasta ja niiden tiedostomuodosta, joka poikkesi Plaana Oy:n käyttämästä. Maastomallista saatiin muun muassa pohjatutkimustiedot ja väylien vaaka- ja pystygeometria tiedot. Näidenkin tiedostomuotoja jouduttiin muokkaamaan sen verran, että ne saatiin ajettua Plaana Oy:n suunnitteluohjelmaan sisään. Lähtötietomateriaalin mukana saatujen tyyppi-poikkileikkausten tiedostomuoto oli dwg, jotka yrityksen tekniset avustajat muuttivat pdf-muotoon helpottamaan käytettävyyttä. Suunnittelijoiden mielestä saadut lähtötiedot oli suunnittelun aloittamiseen riittävät. Suunnittelun aikana lähtötietoihin on jouduttu jonkin verran tekemään täydennyksiä, mutta muuten lähtötiedot on koettu riittäviksi. Täydennyksiä on kaivattu pohjatutkimuksiin ja maastomallin täydennysmittauksiin. Nämä lisätutkimukset on tehnyt tarpeelliseksi esimerkiksi tien uudet linjaukset tai pohjatutkimusten laajentamisen tarve epävarmoilta alueilta.

Maastomallille ja muille saataville lähtötiedoille suoritettiin vastaanoton yhteydessä pintapuolinen tarkastus, ja yleensä suunnittelija pystyy luottamaan mittausutuloksiin. Tarkastuksissa katsottiin yleensä ottaen, että tilattu materiaali vas-



tasi pyydettyä ja se sisälsi tarvittavat tiedot. Lähtötietojen oikeellisuuteen on luotettu myös niissä tapauksissa joiden tarkastustoimenpiteisiin ei suunnittelu-toimistossa pystytä. Tällaisia tietoja on yleensä johto- ja kaapelitiedot.

Kun siirrytään avoimeen tietomalliin, jossa tavoitteena on toteuttaa työmaalle suoraan kelpaavaa koneohjausmateriaalia, tulee lähtötietojen olla entistä tarkempia suunnittelun kannalta. Hankkeessa toimitaan paljon yhteistyössä urakoitsijan kanssa, ja urakoitsija ei välttämättä kaikissa tapauksissa vaadi aukottomia malleja. Yrityksen tavoitteena on kuitenkin lähes virheetön suunnittelu ja mallintaminen, johon tarkat ja paikkansa pitävät lähtötiedot antavat mahdollisuuden.

#### **4.4 Tiedonsiirto**

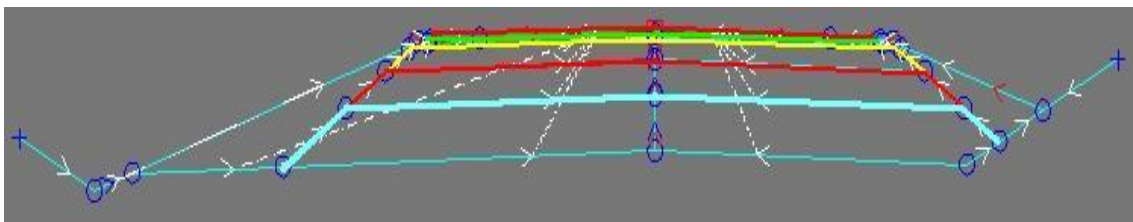
Hankkeessa tiedonsiirtoa tullaan kehittämään koko hankkeen ajan. Tiedonsiirrossa toimitaan aina ajankohtaisesti parhaaksi katsomalla tavalla, mikä palvelee parhaiten molempia osapuolia. Plaana Oy:ssä on sisäisesti tarkoitus tehdä tiedonsiirto kokeiluja suunnitteluohjelmaan perustetussa kokeiluhankkeessa, jolla pilotoidaan tiedonsiirtymistä suunnittelijaorganisaation ja työmaan välillä. Tällä on tarkoitus todeta paras mahdollinen tiedonsiirtotapa, jolla tiedonsisältö saadaan täydellisenä siirtymään sekä nähdä, millä tasolla tieto siirtyy ja tuleeko siirron aikana ongelmia tai tiedon katoamisia.

Hankkeessa lähtötiedot otettiin vastaan eri organisaatioilta erimuotoisina tiedostoina. Tiedostoja muokattiin omaan suunnitteluun sopiviksi ja helpottamaan käytettävyyttä. Lähtötietojen osalta tiedonsiirrossa ei koettu ongelmia, vaan tieto siirtyi moitteettomasti pieniä tarkistuksia lukuun ottamatta.

Nykytilassa työmaille lähetetään geometriatietoja sekä tietoja rakenteiden pinnoista eli tien pituussuuntaisista taitteista. Nykytilassa geometriatiedot tulostetaan vgp-muodossa ja rakenteen pinnat kirjoitetaan gt-muotoon eli rafo-muotoon. Työmaalla urakoitsijan mittausinsinööri on muuttanut tiedot koneohjaukseen sopiviksi. Hankkeen alkuvaiheessa on myös kokeiltu tiedostosiirtoja Inframodel3-formaatilla, mutta se on vielä koettu ongelmalliseksi. Tiedonsiirrossa on kokeiltu lähettää työmaalle Inframodel3-tiedostoa, jossa on monta pintaa

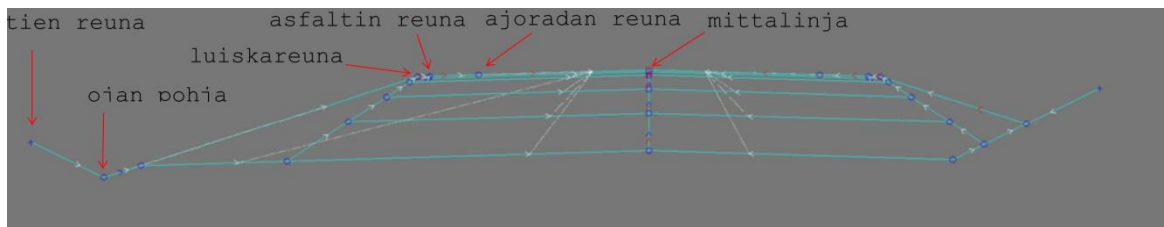
mukana. Tiedoston ongelmaksi on osoittautunut, että pinnat sekoittuvat tiedostosiirrossa ohjelmasta toiseen. Ongelman aiheuttajaksi on epäilty mittaussinöörin käyttämän ohjelman aiheuttamaksi, itse Inframodel3-formaatissa ei epäillä olevan virhettä. Alkuvaiheessa käytettävässä gt-muodossa pintatiedoista lähetetään aina yksi rakennepinta per tiedosto, ja alkuvaiheessa pintojen nimikkeistö ei noudata InfraBIM-nimikkeistöä mutta ovat ymmärrettäviä. Esimerkkinä pintojen nimityksistä ovat

- Väylä\_plv\_7002.rafo päällysrakenteen yläpinta
- Väylä\_plv\_7003.rafo päällysrakenteen alapinta
- Väylä\_plv\_7105.rafo kantavan yläosa 1
- Väylä\_plv\_7107.rafo jakavan yläosa 1
- Väylä\_plv\_12020.rafo massanvaihtokaivanto, rak.pinta.



KUVA13. Tierakenteen pinnat. Ylhäältä alaspäin katsottaessa: päällysrakenteen yläpinta, päällysrakenteen alapinta, kantavan yläosa 1, jakavan yläosa 1 ja suodatin 1

Myöskään pintojen taiteviivat eivät vielä noudata InfraBIM-nimikkeistöä mutta ovat kyllä ymmärrettäviä. Esimerkiksi päällysrakenteen yläpinnassa taiteviivojen nimet ovat tien keskeltä reunaan luettuna: mittalinja, ajoradan\_reuna, asfaltin\_reuna, luiskareuna, ojan\_pohja ja tien\_reuna.

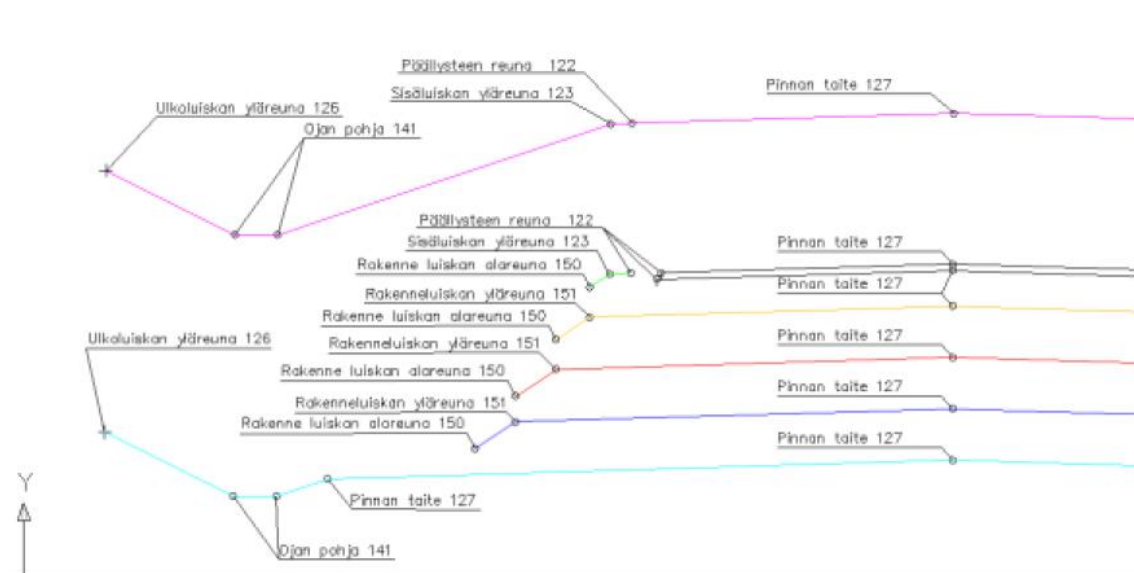


KUVA 14. Nykyiset päällysrakenteen yläpinnan taiteviivojen nimet

## Kehitysaskeleet

Ensimmäisenä kehitysaskeleena kohti avointa tietomallinnusta tullaan rakenteiden pinnat kirjoittamaan Inframodel3-muotoon. Rakenteista kirjoitetaan kokeiluna kolmiomalli, viivamalli sekä yhdistetty kolmiomalli ja viivamalli. Tarkoituksena on kokeilla avata tiedostot Skanska Infran mittalaitteilla ja todeta, mikä edellä kuvatuista tiedostoista on käyttökelpoisin.

Toisena kehitysaskeleena on tarkoitus Inframodel3-tiedostot lähettää infraBIM-nimikkeistön mukaisesti nimettynä. Tarkoituksena on kirjata rakenteen pinnat Inframodel3-muotoon ohjaustiedoston läpi, jolloin saadaan pintojen nimet sekä taiteviivojen nimet vastaamaan InfraBIM-nimikkeistöä. Plaana Oy:n suunniteluohjelmien pääkäyttäjän Toivo Kämäräisen arvion mukaan pintojen nimet saadaan 90-prosenttisesti muutettua InfraBIM-nimikkeistön mukaiseksi ohjaustiedostoa käyttämällä. Taiteviivojen lajien osalta saadaan muutettua ohjaustiedostoa käyttämällä 70-prosenttisesti. Myöhemmissä hankkeissa Plaana Oy:ssä tullaan käyttämään sellaisia rakennesovelluksen poikkileikkaustyyppisiä, jossa taiteviivojen lajit ja pinnat ovat valmiiksi InfraBIM-nimikkeistön mukaisia ja ohjaustiedostoja ei tarvita. Kyseessä olevassa hankkeessa kytkettyjen rakenteiden taiteviivojen ja pintojen muuttaminen ei enää onnistu.



*KUVA 15. Tien toteutusmallin taiteviivat rakennekerroksittain eriteltynä InfraBIM-nimikkeistön ohjeiden mukaisesti (PRE/infraBIM tietomallivaatimukset ja -ohjeet, Osa 4. 2013, 17)*

Kolmas ja viimeinen kehitysaskel on tietokannanyhteyden luominen Plaana Oy:n ja Skanska Infran välille. Kehitysaskeleena tämä on iso, ja askel tulee varmasti täydentymään ja tarkentumaan erillisiin osatavoitteisiin hankkeen edessä. Päättävänä on, että osapuolten välille saataisiin luotua tietokantayhteys, jossa osapuolilla olisi pääsy toistensa tietokantaan. Tietokantayhteyden luominen edellyttää osapuolten yhteistyötä sekä myös ohjelmistotalon Tekla Oy:n mukana oloa yhteistyössä. Tietokantayhteydellä olisi tarkoitus parantaa projektinhallintaa sekä vuorovaikutusta osapuolten välillä. Itse tietokantaan Plaana Oy toimittaisi aina Skanska Infran TeklaCivil-projektiin ajantasaiset ja oikeat geometriatiedot ja valmiit pinnat sekä taiteviivat Inframodel3-muodossa sekä myös varustetiedot, kuten rummut, kaivot ja putket. Tällöin Skansa Infra voi tehdä omalla TeklaCivil-ohjelmallaan muun muassa seuraavia asioita:

- Kirjoittaa koneohjaustiedostot haluamaltaan alueelta.
- Ottaa leikkauskuvia tai 3D-kuvia haluamistaan kohteista työmaakäyttöön.
- Laskea massoja pintojen välisistä tilavuuksista.
- Tallentaa tarkkeita.

Skanska Infra voi tehdä Plaana Oy:n TeklaCivil-projektiin myös merkintöjä tietokantayhteyden kautta. Plaana Oy:n projektista Skanska Infra voi tarkistaa mallista luonnostason tietoa ja kirjoittaa muistilappuja suunnittelijoille, jolloin tieto välittyy suunnittelijalle esimerkiksi tarvittavasta muutossuunnitelmasta välittömästi. Skanska Infralla on ainoastaan Plaana Oy:n projektiin katseluoikeudet ja tallennusoikeus ainoastaan muistilappuille.

#### **4.5 Rakennussuunnitteluprosessi**

Hankkeen rakennussuunnittelu tulee toteuttaa tarjouspyyntönä olleen tiesuunnitelma-aineiston pohjalta suunnitteluohjeiden mukaisesti ja toteuttaa kohdeyleisten sekä urakkakohtaisten laatuvaatimusten mukaisesti, jotta lopputuotteen vaatimukset täyttyvät. Suunnittelu prosessi voidaan hankkeessa jakaa karkeasti kolmeen osaan: lähtötietojen hankkiminen, suunnittelu ja lopputuote

Ensimmäisessä eli lähtötietovaiheessa aloitetaan hankkeen suunnittelumateriaalin eli lähtötietomallin/-aineiston kokoaminen. Tämä tarkoittaa jo olemassa

olevien lähtötietojen pohjalta kasaan kerättävää lähtötietoaineistoa, jota on ker-  
tynyt aikaisemmista suunnitteluvaiheista. Lähtötietomalliin lisätään myös uusia  
ja tarkentavia mittaustietoja ja suunnittelun kannalta tarvittavia tietoja. Tiesuun-  
nitelma toimii rakennussuunnittelun tärkeimpänä lähtötietona, jonka pohjalta  
rakennussuunnitelmaa aletaan suunnitella. Rakennussuunnitelmavaiheessa  
lähtötietoaineisto on jo kattava, kun lähtötietoja on kasattu jo aikaisempia suun-  
nittelu vaiheita varten, mutta ne ovat levällään eri organisaatioilla. Rakennus-  
suunnitelmavaiheessa tärkeimpiä lisäyksiä lähtötietoihin on päivittyvät pohjatut-  
kimukset ja tarkemmat maastomittaukset, joita voidaan tehdä suunnittelijoiden  
pyynnöstä.

Suunnitteluprosessin suunnitteluvaiheessa varsinainen suunnittelutyö aloitetaan  
lähtötietomallin/ -aineiston pohjalta. Suunnitteluprosessiin osallistuu monta osa-  
puolta, ja suunnittelussa on toimittava yhteistyössä monen eri suunnittelijaor-  
ganisaation kanssa, joten vuorovaikutus on tärkeää osapuolten välillä. Suunni-  
telmien yhteensovittaminen on tilaajan yksi vaatimuksista yhdistelmä-  
/koordinoitumallin tasolle. Oman hankaluutensa suunnitelmien yhteensovittami-  
seen tuo eri suunnitteluohjelmien käyttämät tiedostomuodot, jotka vaihtelevat  
eri suunnittelijaorganisaatioista riippuen. Hankkeessa onkin tarkoitus tuottaa  
suunnittelumateriaali LandXML-standardiin perustuvassa avoimessa InfraMo-  
del3-formaatissa tai muussa avoimessa formaatissa, jotta suunnitelmat on luet-  
tavissa niiden sisällöiltään täydellisinä jokaisella organisaatiolla. Aineistojen yh-  
teensopivuus varmistetaan yhdistelmä- /koordinoitumallin avulla, jossa suunnit-  
telija voi yhdistellä eri suunnittelualoilta saatuja suunnitelmia ja tehdä törmäys-  
tarkasteluja esimerkiksi nykyisten ja suunniteltujen objektien väillä. Koordinointi-  
/yhdistelmämalli on toistaiseksi vain katselua varten, ja sieltä ei voi kysellä tark-  
koja tietoja. Tämä ei siis ole urakoitsijan kannalta kovinkaan hyödyllinen työka-  
lu. Malleja on tarkoitus ylläpitää koko suunnitteluprosessin ajan ajankohtaisilla  
päivityksillä, jolloin sen hetkisten suunnitelmien ja rakentamisen sisältö käy aina  
selväksi. Hankkeen aikana on tarkoitus myös kokeilla lähettää suoraan urakoit-  
sijalle väylien rakennepintatietoa Inframodel3-muodossa.

## **Yhteistoiminta toteutusmallin avulla**

Hankkeessa Plaana Oy toimii suunnittelijaosapuolena, jonka tehtävänä on tuottaa hankkeeseen suunnittelmamalli, väylämallit, kuntatekniset mallit sekä koordinaatimallit. Muita hankkeen suunnittelijaosapuolia ovat siltasuunnittelusta vastaava Ponvia Oy, vesihuoltosuunnittelusta vastaava Pöyry Finland Oyj, geoteknisestä suunnittelusta vastaava Geobotnia Oy sekä Suomen Sähkörakennus Oy, joka vastaa valaisimien x- ja y-koordinaattien sijainnista. Valaisimien korkeustiedon eli z-tiedon valaisimille suunnittelee Plaana Oy. Hankkeen suunnitteluosapuolet ovat vastuussa suoraan kokohankkeen projektipäällikölle ja suunnittelupäällikölle.

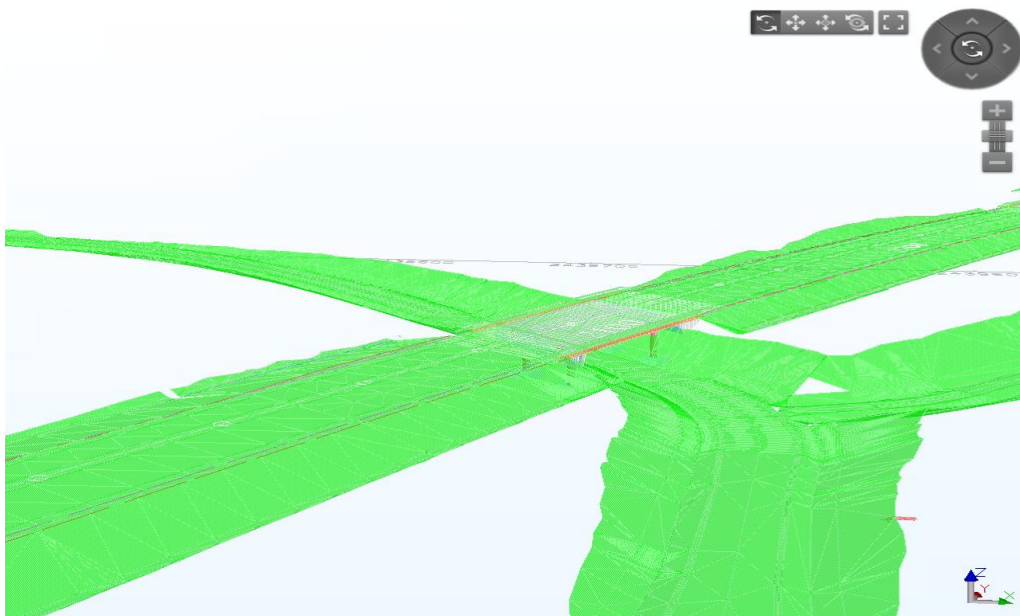
Tarkoituksena suunnittelussa on toimia hyvin paljon yhteistoimisesti ja keskustelevasti. Hankkeen tavoitetilassa olisi tarkoitus perustaa urakoitsijalle oma tietokanta, johon koottaisiin hankkeen aikana syntyvää materiaalia. Ensimmäinen tietokannoista on niin sanottu Plaana Oy:n kanta, jonka päällä suunnittelutyö tehdään mallipohjaisesti ja johon se tallentaa kootun yhdistelmämallin sekä suunnittelijoilta mahdollisesti tulevia suunnitelma muutoksia. Toinen tietokannoista olisi niin sanottu työmaan kanta, johon Plaana Oy tallentaisi toteutussuunnitelmat ja niihin mahdollisesti tulevat päivityksensä. Tämä olisi myös yhteydenpitoreitti työmaan ja suunnittelutoimiston välillä, joka mahdollistaisi välittömän keskustelun työmaan ja suunnittelutoimiston välillä niin kutsutulla muistilappukeskustelulla. Keskustelulla on tarkoitus nopeuttaa vuorovaikutusta työmaan ja suunnittelijan välillä. Muistilappukeskustelu toimii siten, että työmaa voi mallista virheen havaittuaan lisätä malliin muistilapun, joka näkyy myös suunnittelijalle. Näin suunnittelija saa välittömästi tiedon huomautuksesta, jolloin suunnitelmavirheen paikallistaminen ja muutossuunnitelman toteuttaminen nopeutuu. Muistilappukeskustelun toimivuuteen täytyy sopia selvät pelisäännöt, joissa määritetään, miten usein tietokantaa tulee käydä tarkastamassa mahdollisten viestien varalta. Muistilappukeskustelulla on tarkoitus vähentää huomattavasti esimerkiksi muutossuunnitelmien läpimenoaikaa, kun suunnitelmavirhe tulee nopeasti suunnittelija osapuolelle.

## **Koordinointimalli**

Koordinointimalli on useista suunnitelmista koostuva malli, johon kaikki suunnittelun osa-alueet on liitetty yhdeksi kokonaisuudeksi katselua varten. Mallia päivitetään määräajoin, esimerkiksi ennen työmaakokouksia, joten hankkeen kaikilla osapuolilla tulee olla pääsy malliin esimerkiksi internetin kautta. Tämä on hyvä työkalu myös tilaajalle, jolloin tilaajakin pääsee seuraamaan hankkeen etenemistä reaaliaikaisesti. Koordinointimalli on tehokas tapa perehtyä aiheeseen ja hahmottaa lopputilanne, jossa aina hankkeen ajantasainen tilanne käy selväksi. Mallilla on myös tarkoitus helpottaa tekniikka-alojen ja muiden osapuolten välistä kommunikaatiota. Koordinointimalli mahdollistaa hanke- ja rakennusosien yhteensopivuuden ja konfliktien tarkastelun, joka ohjaa suunnittelemaan paremmin ja parantaa lopullista suunnitelmätiedon laatua. Malli toimii osana lopullista suunnitelma-aineistoa tai se voidaan toimittaa seuraavaan suunnitelmavaiheeseen tai rakennusurakan tausta-aineistoksi. (26, s. 27–28.)

Hankkeessa koordinointimalli tulee olla yhdistettynä erikseen katselua varten, ja sitä pitää päivittää vähintään kuukauden välein. Hankkeessa koordinointimallin päivittämisestä vastaa Plaana Oy. Koordinointimalli toimii hankkeessa myös suunnittelun yhteensovittamisen työkaluna, jossa voidaan tarkastaa mahdollisia virheitä tai törmäyskohtia. Tämä on osa laadunvarmistusketjua, joka läpi käydään hankkeessa. Koordinointimallilla on myös helpompi hahmottaa hankkeen kokonaisuus ja käyttää hyväksi esimerkiksi perehdyttämisessä tai työnsuunnittelussa työmaalla. Koordinointimalli tehdään ilmaisohjelma Tekla BIMsightilla, ja sen heikkous on, että tiedostot pitää tuottaa erikseen ja katselijan tulee ladata ne.

Väylien ja siltojen yhdistelmämalli on yksi asia, jonka tilaaja haluaa hankkeessa tuotettavan katselumallitasolle. Tämä on myös suunnittelijoille yksi osa laadun- tarkastusta, kun yhdistelmämallilla suoritetaan törmäystarkasteluja. Itse yhdistelmämallin tuottaminen katselutasolle onnistuu väylien ja siltojen osalta hyvin esimerkiksi Tekla BIMsight -ohjelmalla.



*KUVA 16. Vt19-hankkeen väylä- ja siltamallin yhdistelmämalli Tekla BIMsight -katseluohjelmalla nähtynä*



## **5 TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMINEN PLAANA OY:SSÄ**

### **5.1 Yleistä**

Mallipohjaista suunnittelua on hyödynnetty Plaana Oy:ssä jo vuodesta 2004 lähtien. Mallintamista on hyödynnetty lähinnä tienrakenteiden ja kuivatusrakenteiden mallintamisessa. Tietenkin suunnittelu on ollut verrattavissa tietomallintamiseen, mutta siitä ei ole käytetty mallinnettaessa nimitystä tietomallinnus, vaan suunnittelu on ollut suunnittelutyötä mallintamiseen kykenevien ohjelmien avulla. Mallintaminen on ollut yrityksessä laadukasta, ja mallintamatta on lähinnä vain varusteet, kuten kaiteet ja liikenteen ohjauslaitteet. Yrityksessä mallintamisen ja alan kehitystä on seurattu aktiivisesti eri työryhmien kehityshankkeiden kautta, jolloin ajantasaisesta tiedosta on pysytty perillä. Tulevaisuudessa yrityksen tavoitteena on kehittää mallintamista tulevaisuuden vaatimuksien mukaan. Kehittämishalukkuudesta kertoo se, että yrityksestä osallistuu kaksi työntekijää vuonna 2014 järjestettävälle Infra-alan BIM -oppisopimuskouluun, jossa alan muiden organisaatioiden kanssa keskustellaan ja päivitetään nykyistä ja tulevaa tietoa infran tietomallinnuksen suhteen. Myös yrityksen ennakkoluuloton osallistuminen hankkeisiin, joissa on kehitetty rakennemallien hyödyntämistä muun muassa koneohjaukseen, on omiaan kertomaan yrityksen halusta kehittää itseään. Kehittämisellä pyritään pitämään yritys kilpailukykyisenä ja laadukkaita infra-alan suunnittelu- ja rakennuttamispalveluita tuottavana yrityksenä.

### **5.2 Käyttöympäristö**

Mallintamista käytetään yrityksessä joka päivässä TeklaCivil-ohjelmalla tehtävässä suunnittelussa hyväksi, ja se näyttää suurta osaa hankkeiden suunnittelumateriaalin tuotannossa niin yleis-, tie- kuin rakennussuunnittelussa. Yrityksen suunnittelutyössä mallintamista on hyödynnetty jo pitkään alkaen lähtötietojen hankinnasta ja niiden jalostamisesta lähtötietomalliksi ja päättyen valmiiksi koneohjaukseen soveltuviksi pintamalleiksi. Mallipohjaista suunnittelua on hyödynnetty yrityksessä jo vuodesta 2004 perinteisenä suunnittelutapana. Suunnitelmamallien käyttöympäristö on ollut vain suunnittelijan oma käyttöympäristö ja

mallin lähettäminen ei ole onnistunut sellaisenaan esimerkiksi tilaajalle tai urakoitsijalle, vaan tietoa on muokattu aina osapuolten tarpeiden mukaan. Suunnitelmamallit ovat olleet kokonaisuudessaan vain suunnittelijan työkaluina tarkistuksia ja toimivuuksia tarkastellessa eli tärkeä osa laadukkaiden suunnitelmien tuotantoa.

Tietomallintamisen hyödyntämien vaihtelee hankkeissa paljon tilaajan vaatimuksista, suunnittelijan osaamisesta ja saatavien lähtötietojen tasosta riippuen. Suunnittelun perustaksi on suunnittelualueesta pyritty laatimaan lähtötietojen tarkkuutta vastaava lähtötietomalli, joka sisältää suunnittelualueen maastomallin sekä pohjatutkimukset. Lähtötietomallin vaatimuksena yrityksessä on aina ollut mahdollisimman tarkka nykytilamalli sisältäen olemassa olevat rakenteet ja laitteet.

Vaikkakin mallipohjaista suunnittelua on tehty jo pitkään yrityksessä, niin ensimmäisenä tietomallinnettuna hankkeena yritys pitää edellä mainittua VT19 Seinäjoen itäinen ohikulkutie -hanketta, jossa suunnitelmat vaaditaan toteutettavan tietomallipohjaisina koneohjaukseen sopivina. Tässä hankkeessa myös ensimmäisen kerran pyritään siirtymään urakoitsijan ja suunnittelijan keskinäisestä toimintatavasta yleisiin vaatimuksiin sidottuun hankkeeseen sekä käyttämään Infra FINBIM -nimikkeistöä ja Inframodel3-tiedonsiirtoformaattia tiedonsiirrossa. Uusia haasteita hankkeessa asettaa myös käyttöympäristön laajentuminen, jossa urakoitsijalla on katseluoikeudet hankkeen suunnitelmamalliin. Tällä on tarkoituksena lisätä ja tehostaa vuorovaikutusta työmaan ja suunnittelutoimiston välillä.

### **5.3 Tietomallin käytön vaikutukset suunnittelutyöhön**

Plaana Oy:llä ei ole mitään erillistä omaa suunnitelmien tarkkuustasoon liittyvää ohjeistusta, vaan suunnitelmat laaditaan kunkin suunnitteluvaiheen tarkkuusvaatimuksien mukaisesti. Tarkkuustaso vaihtelee siis projektista riippuen ja siitä, onko kyseessä yleis-, tie- vai rakennussuunnitelma. Yleensä ottaen tiesuunnitelmatkin ovat hyvin pitkälle tarkkuudeltaan vietyjä ja vaativat vain vähän tarkennuksia rakennussuunnitteluvaiheessa. Tarkkuustasoltaan ja vaatimuksiltaan suunnitelmat ovat vaatimukset täyttäviä, koska lähes kaikki suunnitelmat laadi-

taan mallintamalla. Joissakin tapauksissa suunnitelmat ovat liiankin tarkkoja vaatimuksiin ja suunnitteluvaiheeseen nähden.

Kun selkeää vaatimustasoa tarkkuustasosta ei ole, niin tulee suunnittelijalla usein ongelmaksi se, että mille tasolle suunnitelma on mielekästä viedä. Tarkka ja viimeistelty työ on tietenkin paras, mutta välttämättä ei toteutuksen ja kyseessä olevan hankkeen kannalta niin merkityksellinen. Nykyisin esimerkiksi rakennussuunnitelmissa voi jatkuvissa rakennemalleissa olla aukkoja, jotka on korjattu sitten työmaalla. Osa malleissa olevista aukoista johtuu myös suunnitteluohjelmistoissa olevista puutteista. Aukottoman mallin tekeminen vaatii myös kohtuuttomasti aikaa ja ei ole kustannusten kannalta kannattavaa. Tulevaisuudessa, kun tietomallipohjaista suunnittelua tullaan tekemään enemmän, luovat yleiset Infra FINBIM -ohjeet oman vaatimuksensa tarkkuustason ja dokumentaation suhteen. Nämä on tärkeää tuoda selkeästi esille myös yrityksessä sisäisesti, jotta jokainen suunnittelija on tietoinen vaadittavasta suunnitelma tarkkuudesta ja dokumentaation tarpeesta. Tätä myötä suunnittelusta tulisi ajan mittaan rutiniinomaista ja aikaa säästyisi.

Suunnittelutyön mennessä tietomallintamisen johdosta entistä tarkemmaksi ja enemmän suunnittelutyötä vaativaksi voidaan olettaa myös, että siirtymävaiheessa uuden opettelu tulee kasvattamaan suunnittelijoiden työmäärää. Etenkin lähtötietomallin kokoaminen vaatii huomattavasti enemmän työtä, koska malli joudutaan kokoamaan monilta eri organisaatioilta saatavista erittäin laajoista ja epähomogeenisista aineistoista. Tulevaisuudessa on tärkeää miettiä, kuka yrityksessä hankkii lähtötietoja ja vastaan lähtötietomallin oikeellisuudesta. Tärkeää on miettiä, jatketaanko vanhaan tapaan vai muodostetaanko yritykseen esimerkiksi mallikoordinaattorin virka, joka vastaa lähtötietomallien oikeellisuudesta. Kaiken kaikkiaan tietomallinnus tulee muuttamaan paljon yrityksen toimintaa ja suunnittelutyötä.

Tulevaisuudessa myös jatkuvien, suhteellisen aukottomia rakennemallien tuottaminen lisää työtä. Enemmän aikaa ja tarkkuutta vaativa suunnittelutyö nostaa myös suunnittelutyön kokonaiskustannuksia, ja merkittäviä kustannushyötyjä ei varmaankaan lähimpinä vuosina saavuteta suunnittelun osalta. Suunnittelutyön

työmäärissä on varauduttava myös siirtymävaiheessa kasvuun, joka on omiaan lisäämään jossakin määrin myös suunnittelutyön kustannuksia. Joissakin tapauksissa suunnittelutyölle on tehty jo erillinen arvio kustannuksille, joita mallipohjainen suunnittelu tulee nostamaan. Kuitenkin tilaajilta lisääntyneiden kustannusten saaminen voi olla vaikeaa varsinkin, jos hankkeet ovat kilpailutettuja. Tulevaisuudessa onkin varmasti hyvä miettiä, mille tasolle tietyt rakennussuunnitelmat on toteutuksen kannalta järkevää tuottaa ja käytetäänkö suunnitelmia esimerkiksi ollenkaan koneohjauksessa, jossa mahdollinen kustannushyöty voitaisiin saavuttaa. Olennaista varmasti onkin tuotetun mallin dokumentaatio, josta käy esille mallin tarkkuustaso ja puutteet. Keskusteltaessa suunnitelmien tarkkuustasosta on suunnittelijan ja tilaajan hyvä olla tietoisia toistensa tarpeista, jotta mahdollinen ”turha” työ jää tekemättä ja ylimääräisiä ajan ja rahan menetyksiä ei synny. Voidaan olettaa, ettei tietomallipohjainen suunnittelu ainakaan alkuvuosinaan vielä tuota suunnittelutoimistolle merkittäviä kustannussäästöjä, mutta pidemmällä tähtäimellä asioiden ja taitojen kehittyessä ja rutiinoituessa voidaan kustannushyödyt saavuttaa. Kustannushyötyjä saavutetaan todennäköisesti hankkeen toteutuksessa, josta sitten tulevaisuudessa voitaisiin hyötyä myös siirtää suunnitteluun.

#### **5.4 Kehittäminen**

Kehittämistyön pohjaksi yrityksessä haastateltiin suunnittelijoita, projektipäälliköitä ja toimitusjohtajaa. Haastattelut on toteutettu avoimina keskusteluina sekä kirjallisina kyselyinä, joissa asioita on käsitelty paljon eri näkökulmista hakien organisaation jokaisen portaan näkökulma siitä, mihin suuntaan yrityksen mallintamista tulisi kehittää. Vastauksissa näkyi tietenkin eri asemassa olevien ihmisten painotus kehittämiselle, mutta yhtenä kohtana kaikilta osapuolilta tuli suunnitteluohjelmistojen kehittämisen tarve.

Suunnittelijoiden ja projektipäälliköiden keskuudessa suurimmaksi kehittämistä vaativaksi asiaksi nousi käytössä olevien suunnitteluohjelmien käyttöön liittyvien ongelmien poisto ja suunnittelun kannalta tarvittavien ohjelmien hankkiminen/kehittäminen. Liikenneviraston uusien vaatimusten täyttämiseksi joudutaan suunnittelukäytäntöjä kehittämään lähinnä liittymäalueiden sekä varustei-

den ja laitteiden mallintamisen osalta. Tarkoituksena on myös kehittää urakoitsijalle toimitettavien mallien tarkastamiseen ja korjaamiseen liittyviä työmenetelmiä sekä selvittää koneohjaukseen sopivien mallien tason vaatimukset, jotta suunnittelutyö voidaan tehdä mahdollisimman pitkälle omatoimisesti loppuun asti. Tulevaisuudessa työtä täytyy tehdä yhä enemmän aukottomien rakennemallien toteuttamiseksi, ja tähän tarvitaan toimiva ohjelmisto, jolla korjausten ja tasokkaiden suunnitelmien laatiminen onnistuisi ilman, että suunnitelmia täytyisi siirrellä ohjelmasta toiseen tai toiselle osapuolelle. Vaihtoehtona suunnitelmien korjaamiseen on myös sellaisen apuohjelman hankkiminen pääsuunnitteluohjelman rinnalle, millä korjaaminen voitaisiin suorittaa mahdollisimman helposti. Tulevaisuudessa myös vaaditaan Inframodel3:n käyttämistä tiedonsiirrossa. Vielä tällä hetkellä kaikki tieto ei suunnitteluohjelmasta siirry moitteettomasti Inframodel3:n avulla, joten tulevaisuudessa ohjelmille asettaa vaatimuksensa myös, että ne mahdollistavat tiedostojen uloskirjaamisen halutussa muodossa.

Hankkeiden muuttuessa yhä enemmän mallipohjaisiksi tulee myös niiden havainnollistamista kehittää sidosryhmille esimerkiksi jonkinlaisella katseluohjelmalla. Tämä tarkoittaa, että suunnitelmien virtuaalimallien esittämistä ja luomista varten tulee hankkia tarvittava ohjelmisto. Tämä nähtiin myös yrityksen sisällä kehittämiskohdaksi niin suunnittelijoiden kuin projektipäälliköidenkin keskuudessa. Projektipäälliköillä visuaalinen esitys tuo hankkeen yleisötilaisuuksiin ja hankekokouksiin merkittävää lisää ja selkeyttä, josta yleisöllä on helppo hahmottaa hankkeen kokonaisuus. Suunnittelijoilla toiveissa oli ohjelma, joka olisi suunnitteluohjelmista riippumaton tietomallin katseluohjelma. Tämä kehittämis-kohta on varmasti kuitenkin enemmän riippuvainen ohjelmistovalmistajista kuin yrityksen kyvystä.

## **5.5 Pitkän- ja lyhyenajan tavoitteet**

Tavoitteiden pohjalta yrityksessä on haastateltu suunnittelijoita, projektipäälliköitä ja toimitusjohtajaa. Tavoitteita asetettiin yleisesti niin toiminnan kuin ohjelmistonkin kehittämiseen. Tärkeimpänä tavoitepohjana nähtiin henkilöstön kehittäminen ja siihen panostaminen, jotta työntaso pysyy ajantasaisena. Kehittämis-tavoitteena nähtiin myös suunnittelun tason tasoittamisessa eri suunnittelijoiden

välillä. Tämä tarkoittaa, että tavoitteena on luoda toimintaohje, jonka avulla saadaan suunnittelun tasoa homogeenistettua.

Päätavoitteena Plaana Oy:ssä on kyky tulevaisuudessa vastata tietomallipohjaisella suunnittelulla alan johtavien tilaajien ja urakoitsijoiden asettamiin vaatimuksiin. Tällä on tarkoitus pitää yritys siinä asemassa, että se pystyy aina vastaamaan vaatimuksiin ja pystyy toimimaan vallitsevat tilanteen mukaisesti. Tämä vaatii toimistolta voimakasta panostusta työskentelytapojen ja -mallien kehittämiseen sekä henkilöstön koulutukseen. Työskentelytapojen ja henkilöstön koulutus tulee aloittaa ja on aloitettukin välittömästi, jotta yritys pysyy alan kehityksen mukana. Pitkänajan tavoitteena on tulevien vaatimusten vakiinnuttaminen käytäntöön, jolloin tietomallipohjaisesta suunnittelusta tulee arkipäiväistä ja rutiininomaista. Tulevaisuudessa yrityksen tulee selvittää, miten syntyvää suunnitelma-aineistoa säilytetään ja arkistoidaan, kun tiedosto määrät kasvavat.

## 6 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Plaana Oy:n osalta selvityksestä kävi ilmi, millä tasolla tietomallinnuksessa mennään yleiseen tasoon nähden. Eniten kehittämistä vaativia tekijöitä on yrityksen suunnitteluohjelmistojen päivittäminen ja hankkiminen sille tasolle, että vaadittava suunnittelutaso saavutetaan. Myös työntekijöiden osaamisen kehittämiseen ja kouluttamiseen on panostettava tulevaisuudessa. Yrityksen johdon toiveissa on, että yrityksen suunnittelijoiden osaamistasot tasoittuvat ja suunnittelusta tulee tasalaatuista ja että se ei olisi enää niin paljon riippuvainen työntekijän taidoista vaan kaikki kykenisivät tuottamaan tasaista laatua. Tähän mielestäni kyetään vain ihmisten osaamista, tietämystä ja motivaatiota kehittämällä. Mielestäni hyvä lopputulos saavutetaan, kun kaikille työntekijöille tehdään selkeästi selväksi, mitä suunnittelulta vaaditaan, missä tasossa ja millä tarkkuudella sekä mitä merkittäviä työvaiheita ja laadunvarmistuksia työlle pitää tehdä. Tähän toivottavasti antaa helpotusta tulevaisuudessa laadittava toimintaohje, jolla saadaan ohjattua työntekijöiden työtä tasalaatuisemmaksi ja rutiininomaiseksi. Toimintaohjeeseen on tarkoitus laatia suunnittelijoiden työtä helpottamaan eräänlainen tehtävälista, josta suunnittelijan on helppo luettelon mukaan edetä ja tarkastaa tehty työ. Tehtävälistalla on tarkoitus helpottaa virheiden havainnointia, jolloin suunnitelmien laatu paranee. Suunnitelmien laadun parantumisessa myös työn toteuttaminen paranee ja tuottavuus kasvaa hankkeen toteutusvaiheessa, jolloin saavutetaan kustannus säästöjä. Laadukkaiden suunnitelmien tuottaminen ja hyvä yhteistyö työmaan kanssa on myös merkittävä asia yritykselle. Hyvin onnistuneet hankkeet tuottavat yleensä lisää työtä ja uusia sopimuksia.

Motivaation kehittäminen onnistuu mielestäni jo hyvin esimerkiksi maksettavilla tulospalkkioilla ja kehittämisiltapäivillä. Tulevaisuudessa voitaisiin miettiä tulospalkkion keskittämistä entistä enemmän myös oman työnlaadun parannuksen osoittamiseen. Tulevaisuudessa suunnittelun kokiessa eräänlaisen toimintamallin muutoksen myös sen tuomat uudet työtavat ja rutiinit vaativat totuttelua, joten itsensä kehittämiseen on hyvät mahdollisuudet kaikilla. Uuden toimintamallin voidaan nähdä lisäävän alkuun myös työhön käytettävän ajan määrää sekä

sitä myötä kustannuksia. Työmäärissä on siis tulevaisuudessa yrityksessä varauduttava kasvuun ja mahdollisesti siihen, ettei lisääntyviin kustannuksiin saada lisää rahoitusta, varsinkin jos hankkeet ovat kilpailutettuja. Alkuun on siis yrityksessä varauduttava siihen, ettei merkittäviä kustannussäästöjä tule. Tulevaisuuden kannalta työ on parempi kehittää etujoukoissa kuin alkaa kiriä kiinni kehitystä jälkeensä, joten tuottavuutta parantavat työkalut on laitettava kuntoon ensitilassa.

Merkittävästi yrityksen joka päivässä suunnittelutyössä muuttuu myös lähtötietomallin muodostamiseen liittyvät työtavat. Selvityksessä lähtötietojen kannalta selvisi, että yrityksen tulee tulevaisuudessa muuttaa toimitapojaan lähtötietojen erityisesti dokumentointiin ja tallennustapaan liittyvissä tehtävissä. Tulevaisuudessa vaatimuksena on *yleisten inframallivaatimusten 2014* lähtötietomalliohjeen mukainen lähtötietomalli, ja sen käyttämistä vaaditaan Liikenneviraston ja muiden suurimpien tilaajien hankkeissa 1.5.2014 alkaen. Tämä tulee myös lisäämään työhön käytettävää aikaa, koska saatava materiaali on nykytilassa vielä kirjavaa, ja sen harmonisointi ja dokumentointi tulee viemään enemmän aikaa. Tulevaisuudessa olisi toivottavaa, että lähtötietojen tiedostomuodot yhdenmukaistuisivat ja saataisiin lähtötietomallin kannalta helposti jäsenneltävää materiaalia. Seuraavalla sivulla taulukossa 4 on esitetty tulevaisuuden tavoitetilan tiedostomuodot sekä nykyiset tiedostomuodot.

Lähtötietomallin ja yleisesti mallipohjaisen suunnittelutyön lisääntyessä on syytä mielestäni yrityksessä miettiä jonkin tasoisen mallikoordinaattorin virkaa, tai sitten hankkeisiin nimettäisiin aina vastuussa oleva mallikoordinaattori. Mallikoordinaattorin tehtäviin ei kuuluisi ainoastaan lähtötietomallia koskevat asiat vaan koko tietomallinnusketjua koskevat työtehtävät. Mallikoordinaattorin työtehtäviin kuuluisi muun muassa koordinoita suunnitteluprosessia, kehittää tietomallin-  
nusaamista, yleistä kehittämistä sekä lähtötietomallin hallintaa ja riittävän dokumentoinnin varmistamista. Mallikoordinaattoriksi tulisi mielestäni nimittää henkilö, jolla on riittävästi kokemusta mallintamisesta ja siihen liittyvistä laadunvarmistus asioista.



TAULUKKO 4. Lähtötietomalliin saatava materiaali ja formaatit nykytilassa ja tavoitetilassa

Lähtötietomalli materiaali	Nykytilan saatavan materiaalin tiedostomuodot	Tavoitetilan tiedostomuodot
<b>Maastomalli</b>	Tielaitos-/gt -formaatti (3D)	Inframodel/LandXML
<b>Maaperämalli</b>	Tielaitos-/gt -formaatti (3D)	Inframodel/LandXML
<b>Pohjatutkimukset</b>	Infra/ Tekla -formaatti	Infra-formaatti
<b>Nykyiset rakenteet</b> Putkijohdoverkostot kaapelit, johdot sillat rakennukset	dwg/dgn, Xcity (2D/3D) dwg/dgn, paperi,pdf (2D) Tielaitos-/gt -formaatti (3D) dwg/dgn (2D)	Inframodel/LandXML dwg/dgn/ Inframodel IFC/InfraModel dwg/dgn
<b>Kartta- ja paikkatiedot</b>	dwg/dgn, Xcity (2D)	KuntaGML
<b>Aikaisemmat suunnitelmat</b>	Pdf, paperi, dwg, Xroad (2D ja 3D)	Inframodel/LandXML

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirryttäessä täytyy muistaa, että kyseessä on toimintamallin muutos, johon erityisesti yrityksen johdon pitää sitoutua vahvasti. Mielestäni muutostyö lähtee johdosta ja heidän esimerkistään työntekijöille. Tähän Plaana Oy:ssä on lähdetty mielestäni hyvin mukaan, mistä kertoo se, että yleistä mallinnuskehitystä on seurattu aktiivisesti jo vuosia ja kehittämistä on suoritettu yrityksessä omiin mittakaavoihin nähden riittävästi. Myös yrityksen toimitusjohtajan ja tietomallinnuksen kehittämiseen osallistuvat projektipäälliköt ovat hyvin tietoisia nykytilasta, ja heillä on selkeä näkemys siitä, mihin yrityksen

on panostettava tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa mielestäni tulee keskittyä yhä enemmän kaikkien työntekijöiden osaamisen kasvattamiseen ja perehdyttämiseen uudistuviin käytäntöihin ja toimitapoihin, jotta vaadittava taso saavutetaan.

Selvityksen aikana kävi hyvin selväksi, että alan kehitystä vielä jarruttaa tiedonsiirron ongelmat sekä tiettyjen lähtötietojen puutteellisuus ja epätarkkuus. Tulevaisuuden kannalta on ehdottoman tärkeää, että esimerkiksi kaapeleita, johtoja, putkia ja muita varusteita koskevat laitetiedot on saatava tarkasti johonkin rekisteriin. Nykytilassa näitä varusteita koskevat tiedot ovat epävarmoja ja niistä tehtävä dokumentaatio vajavaista. Tärkeää siis on, että tulevaisuudessa myös rekistereissä oleva tieto on tarkkaa, ja niiden mukana on saatavilla dokumentaatio, josta käy ilmi tiedon tarkkuus ja paikkansa pitävyys. Tulevaisuuden kannalta myös tärkeää elinkaarimallia ajatellen on laitteisiin liittyvän laadun, tyyppin tai muun laitteeseen liittyvän merkittävän tiedon (ominaisuustiedon) dokumentointi. Dokumentoinnilla on tarkoitus helpottaa esimerkiksi hoidon ja ylläpidon tehtäviä, kun käytettävissä on rekisteri, josta tiedon tarkastaminen käy helposti.

Kehittämissuositukset on laadittu tämän selvityksen pohjalta, ja niitä on tarkoitus käyttää tulevaisuudessa kehittämishankkeen ja -projektin näkökulmina. Kehittämissuositukset perustuvat tekijän omaan näkemykseen, ja niiden näkökulmasta hän aikoo kehitystyötä jatkaa. Kaiken kaikkiaan merkittävimmät kehittämistä kaipaavat kehittämiskohdat ovat

- tiedonsiirron kehittäminen
- lähtötietomallin muodostamiseen ja dokumentointiin liittyvät tehtävät
- työntekijöiden kehittäminen
- suunnitteluohjelmien kehittäminen.

## LÄHTEET

1. Suomen Rakennusinsinöörien liiton internetsivut. Tietomallinnus. Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>. Hakupäivä: 15.1.2014.
2. Liukas, Juha- Kempainen, Liisa/ Sito Oy 2013. PRE/inframallin vaatimukset ja –ohjeet Osa 1.0 ”Yleiset mallivaatimukset”. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM\\_Mallinnusohjeet\\_OSA1\\_Yleiset%20vaatimukset\\_1%204.pdf](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM_Mallinnusohjeet_OSA1_Yleiset%20vaatimukset_1%204.pdf). Hakupäivä 20.11.2013.
3. Liukas, Juha- Virtanen Juuso/ Sito Oy 2013. PRE/inframallin vaatimukset ja ohjeet Osa 2.0 LÄHTÖTIEDOT. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM\\_Mallinnusohjeet\\_OSA2\\_Lahtotiedot\\_1.2.pdf](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM_Mallinnusohjeet_OSA2_Lahtotiedot_1.2.pdf).
4. InfraBIM internetsivut. Työpaketti. ”Infra-alan visio: vuonna 2014 tilataan vain tietomallipohjaisia palveluja”. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/tyopaketti.html](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/tyopaketti.html) Hakupäivä: 15.1.2014.
5. Liukas, Juha- Niskanen, Jari/ Sito Oy, Vianova Systems Finland Oy 2007. Infra- tuotemallin hyödyt. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/tyopaketti.html](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/tyopaketti.html) Hakupäivä: 15.1.2014.
6. InfraBIM internetsivut. Tietomallintaminen uudistaa infra-alaa. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/index.html](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/index.html). Hakupäivä: 15.1.2014.
7. Liikenneviraston internetsivut. 2013. Tietomallinnus tekee tuloaan. Saatavissa:

- [http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/uutiset/2013/2013\\_1\\_2/20130208\\_tietomallit](http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/uutiset/2013/2013_1_2/20130208_tietomallit). Hakupäivä: 15.1.2014.
8. Perttula, Tiina/ Liikennevirasto 2013. Mikä on tietomalli? 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). Hakupäivä: 15.1.2014.
  9. Pienimäki Markku- Janhunen Niko/FINNMAP Infra, Parantala Sepo/Ramboll Finland Oy 2013. PRE/infraBIM tietomallivaatimukset ja – ohjeet Osa 3 MALLINNUS HANKKEEN ERI SUUNNITTELUVAIHEISSA ENNEN RAKENNUSSUUNNITELMAN LAADINTAA. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM\\_Mallinnusohjeet\\_OSA\\_3\\_Mallinnus\\_hankkeen\\_eri\\_vaiheissa\\_131129.pdf](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM_Mallinnusohjeet_OSA_3_Mallinnus_hankkeen_eri_vaiheissa_131129.pdf). Hakupäivä: 17.1.2014.
  10. InfraBIM internetsivut 2014. Etusivu. Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/> . Hakupäivä: 17.1.2014.
  11. InfraBIM internetsivut. InfraTM hanke lyhyesti. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/infratm\\_hanke\\_lyhyesti.html](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/infratm_hanke_lyhyesti.html). Hakupäivä: 17.1.2014.
  12. Kimmo Laatonen, 2014. Infra-alan BIM-koulutus opintomateriaali. Diaesitys: BIM Suomessa infra-alalla.
  13. Mäkelä Harri- Séren Kalle/ Rakennusentietosäätiö 2011. INBIM mallinnusvaatimukset, Mitä mallinnusvaatimuksilla tarkoitetaan ja miksi niitä tarvitaan. Saatavissa: [http://www.rts.fi/infrabim/INBIM\\_mallinnusvaatimukset270111.pdf](http://www.rts.fi/infrabim/INBIM_mallinnusvaatimukset270111.pdf). Hakupäivä: 24.1.2014.
  14. Perttula Tiina, 2014/Liikennevirasto. Infra-alan BIM-koulutus opintomateriaali. Dia-esitys: Inframallit tilaajan näkökulmasta.

15. Junnonen Juha-Matti. 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy.
16. PRE infraFINBIM Inframodel-ryhmä. 2013. Inframodel –käyttöönotto-ohje versio 1.0. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/Inframodel3-kayttoohje.pdf](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/Inframodel3-kayttoohje.pdf). Hakupäivä: 29.01.2014.
17. Liikennevirasto, koekäytössä oleva ohje. 2013. Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta.
18. Liikenneviraston internetsivut, 2014. Liikenne virasto edistää inframallintamisen käyttöönottoa. Saatavissa: [http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat\\_suunnittelijat/tietomallit/Liikennevirasto\\_edistaa\\_inframallintamisen\\_kayttoonottoa](http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/Liikennevirasto_edistaa_inframallintamisen_kayttoonottoa). Hakupäivä: 2.4.2014.
19. Ammattikorkeakoulu Metropolian internetsivut. Infra-alan BIM –koulutus. Saatavissa: <http://www.metropolia.fi/koulutusohjelmat/rakennus-ja-kiinteistoala/oppisopimuskoulutus/infra-ala-bim/>. Hakupäivä: 2.4.2014.
20. Liikenneviraston internetsivut, 2014. Tietomallinuksen ohjeistus. Saatavissa: [http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat\\_suunnittelijat/tietomallit/tietomalli\\_ohjeet](http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/tietomalli_ohjeet). Hakupäivä: 2.4.2014.
21. Infra TM –hankekokonaisuuden tausta, tavoitteet ja toimintamudot. Diaesitys. Saatavilla: [www.rts.fi/infrabim/InfraBIM\\_kalvosarjaJS.ppt](http://www.rts.fi/infrabim/InfraBIM_kalvosarjaJS.ppt). Hakupäivä: 2.4.2014.
22. Liukas Juha, 2014. Esitys Infra-alan BIM –oppisopimuskoulutuksen 2.lähipäivänä Espoossa. Dia-esitys: Lähtötietomalli.

23. Mäkinen Erkki / Tekla Oy. 2013. PRE/inframallin vaatimukset ja -ohjeet. Osa 7 INFRAMALLIN LAADUNVARMISTUS. Saatavissa: [http://www.infrabim.fi/infrabim\\_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM\\_Mallinnusohjeet\\_OSA\\_7\\_Inframallin\\_Laadunvarmistus\\_09\\_2013.pdf](http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM_Mallinnusohjeet_OSA_7_Inframallin_Laadunvarmistus_09_2013.pdf). Hakupäivä: 2.4.2014.
24. Liikenneviraston internetsivut, 2011. Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet. 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). Hakupäivä: 2.4.2014.
25. Liikenneviraston internetsivut, 2014. Tilannekatsaus infran tietomalleihin. Saatavissa: [http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat\\_suunnittelijat/tietomallit/tilannekatsaus\\_tietomalleihin](http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/tilannekatsaus_tietomalleihin). Hakupäivä: 16.2.2014.
26. Sireeni Jarkko/ Vianova Systems Finland Oy. 2009. Koordinointimallit infra-hakkeissa. Saatavissa: <http://www.nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=2679>. Hakupäivä: 2.4.2014.
27. Korkialla- Tanttunen Leena, Ala-Kotila Paula, Mäkeläinen Tarja. 2009. Infra 2010 – hanke arviointiraportti. Saatavissa: <http://www.asuntotieto.com/INFRA2010/Aineisto/Infra%202010%20loppuraportti.pdf>. Hakupäivä: 14.4.2014.
28. Infra2010 internetsivut. 2006. Inframodel- tiedonsiirto. Raportti. Saatavissa: [http://www.infra2010.fi/Aineisto/Inframodel\\_tiedons.pdf](http://www.infra2010.fi/Aineisto/Inframodel_tiedons.pdf). Hakupäivä: 14.4.2014.
29. InfraBIM internetsivut. 2014. Buildingsmart Finland inframallintamisen kehittämisfoorumiksi. Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/buildingsmart-finland-inframallintamisen-kehittamisfoorumiksi/>. Hakupäivä: 14.4.2014.

## LIITTEET