

Arttu Äikäs

Inframallin tiedonhallinta tarjouslaskennassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriytyö

21.12.2016

Tekijä(t) Otsikko	Arttu Äikäs Inframallin tiedonhallinta tarjouslaskennassa
Sivumäärä Aika	29 sivua 21.12.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori Mervi Toivonen, Metropolia AMK DI Jere Keskinen, YIT Rakennus Oy
<p>Inframallinnus on kiihtynyt viimevuosina hurjalla vauhdilla, mutta niiden hyödyntäminen on usein tehotonta. Paremmalla tiedonhallinnalla inframalleista voidaan saada enemmän irti ja tehostaa omaa työympäristöä. Tässä työssä selvitettiin, kuinka inframalleja pystytään hyödyntämään paremmin tarjouslaskennassa ja kuinka sen tietoa hallitaan. Työn tilaajana toimi YIT Rakennus Oy Infrapalvelut.</p> <p>Insinööriyössä tarkasteltiin inframallien tiedonhallintaa tarjouslaskennan näkökulmasta ja sitä, kuinka tarjouslaskenta voisi samalla palvella tuotantovaihetta. Työssä keskityttiin lähinnä infran väylämalleihin yhdistelmämalleissa. Katseluohjelmana toimi suurimmaksi osaksi VDC Explorer. Työn teoria etsittiin alan kirjallisuutta ja internetlähteitä hyödyntäen. Näistä saatuihin tietoihin pohjautui testiluonteinen ohjelmistokäyttö, jota sovellettiin tutkimuksen suorittamiseen. Lisäksi tietoa kerättiin haastatteluista ja eri tapaamisissa saatuihin tietoihin.</p> <p>Työn tuloksena saatiin informatiivinen käsitys inframalleista ja niiden tiedon käytettävyydestä sekä hallinnasta. Tärkeimpänä tuloksena yritys sai toimintamallin tiedonhallinnalle, kun tarjousaineistona on inframalli. Toimintamallin avulla YIT Rakennus Oy Infrapalvelut saa käsityksen tiedonhallinnan mahdollisuuksista tarjouslaskennassa, jota pystytään jatkojalostamaan eteenpäin, kun toimintamallia päästään pilotoimaan.</p>	
Avainsanat	tietomalli, inframalli, tiedonhallinta, BIM

Author(s) Title	Arttu Äikäs Data Management of Infra Model in Tender Calculation Stage
Number of Pages Date	29 pages 21 December 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Mervi Toivonen, Senior Lecturer, Metropolia AMK Jere Keskinen, M.Sc. (Tech.), YIT Rakennus Oy
<p>Infrastructure modeling has become increasingly common in recent years, but its utilization has often been inefficient. With better information management, more can be get out utilization of infrastructure modeling can be enhanced, and work environment be made more efficient. This study examined how infra models can be used more effectively in tender calculation. The study was commissioned by YIT Rakennus Oy Infrapalvelut.</p> <p>This thesis reviews information management of infra models from the tender calculation point of view, and considers how tender calculation could at the same time serve the production stage. The study focuses mostly on infra corridor models in combination of models. The viewer program used in this thesis was mostly VDC Explorer. The theory part is based on literature of the industry and related internet sources. Based on the obtained data, a testing program was produced that was used to finish the research. Also information was collected by conducting interviews and attending different meetings.</p> <p>As a result of the study, an informative understanding of infra models was gained, as well as their utilization and management. As the most important outcome, the company received a functional model for information management, when the tender is based on infra models. With this approach, YIT Rakennus Oy Infrapalvelut will see the possibilities of information management in tender calculation, which can be utilized further after the piloting phase.</p>	
Keywords	infra modeling, data management, BIM

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Infrarakentamisen tietomallit	3
2.1	Historia	3
2.2	Lähtötietomalli	4
2.3	Inframalli	6
2.4	Yhdistelmämalli	8
3	Tiedonsiirtoformaattit	9
3.1	LandXML	9
3.2	Inframodel	9
3.3	IFC	10
4	Mallinnusohjeet ja vaatimukset	12
4.1	Yleiset Inframallivaatimukset 2015	12
4.2	InfraBIM-nimikkeistö	13
4.3	Liikenneviraston julkaisut	15
5	Inframallin tiedonhallinta tarjouslaskennassa	17
5.1	Tarjouspyyntöaineisto	18
5.2	Tarkastusprosessi	21
5.3	Määrä- ja ominaisuustietojen hallinta	22
5.4	Laskentamalli	25
5.5	Visualisoinnin hyödyntäminen	27
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

1 Johdanto

Inframallintaminen tai infran tietomallintaminen mielletään usein kolmiulotteisen tuloksen luomiseksi jostain tietyistä hankkeista. Tietomallista kuitenkin vain osa on kolmiulotteista ja visuaalista ulosantia. Suurin osa tietomallista koostuu kuitenkin ominaisuusdatasta, joka kuvaa rakennetta sen materiaalien tai laatuvaatimusten kannalta. Jotta tietomallista saadaan kustannustehokas, on sen sisältämää tietoa pystyttävä hallita yhteisillä pelisäännöillä. Infrahankkeissa, niin kuin muussakin rakentamisessa tiedon on pystyttävä kulkemaan koko rakentamisen elinkaaren ajan siten, että tieto on helposti saatavilla ja ymmärrettävässä muodossa. Jotta tällaiseen tilanteeseen päästäisiin, on tiedon käyttäjien tunnettava tiedon ympäristö, alkuperä ja käyttötarkoitus. Usein tarjousvaihe ei ole ajallisesti kovin pitkä ja sen tiedon elinkaari on usein hyvin lyhyt. Tällöin tieto on pystyttävä löytämään helposti ja kirjaamaan selkeästi ja riittävällä tarkkuudella lyhyessäkin ajassa niin, että se palvelisi tuotantovaihetta mahdollisimman kattavasti.

Tässä insinööriyössä tavoitteena on tuottaa YIT Rakennus Oy:lle toimintaohje tiedonhallinnalle, kun tarjousvaiheessa aineistona on inframalli. Toimintaohjeen tarkoituksena on luoda selkeä polku vaihe vaiheelta koko tarjouslaskentaprosessin läpi. Ohjeen avulla tarjouslaskennassa käytettävä aineisto ja siihen kirjattavat materiaali-, kustannus-, aikataulu- ja muistiinpanotiedot voidaan lukea yksiselitteisesti, vaikka tarjouksen tekijöitä olisikin ollut useampi. Tällöin säästytään väärin ymmärryksiltä ja tarjouksessa käytettävät lyhenteet ja kirjaukset ovat yhtenäiset riippumatta siitä, kuka tarjouksen on tehnyt.

Tutkimus suoritetaan kolmessa eri vaiheessa. Kirjallisuus- ja internetlähteiden tutkimisella, eri haastatteluilla yrityksen sisällä eri yksiköistä, sekä yrityksen ulkopuolelta ja YIT Rakennus Oy:n käytössä olevien ohjelmistojen käytöstä saatavan kokemukseräisen tiedon avulla.

Insinööriyön aihetta käsitellään erityisesti teoriaosuudessa inframallin näkökulmasta, jotta pystytään ymmärtämään, miten ja millaista tietoa mallissa pystytään hallitsemaan ja käsittelemään. Näkökulma on myös vahvasti inframallin käyttäjällä eli tarjouslaskijalla eteenkin työn loppupuolella.

Aiheen rajaus tässä työssä on tehty selkeästi tarjousvaiheeseen ja sen aikaiseen aineistoon ja työtehtäviin. Tutkimusta tehdessä tullaan kuitenkin ottamaan huomioon tuotantovaiheen tiedon tarpeet, kuitenkin siihen sen tarkemmin syventymättä. Lisäksi tarjouslaskennan prosessin kuvaukseen ei syvennyttä, vaan tutkimuksessa keskitytään tiedonhallintaan tarjouslaskennan eri vaiheissa.

2 Infrarakentamisen tietomallit

Infrahankkeessa käytettävä tietomalli sisältää eri osakokonaisuuksia, joita voidaan käyttää yhdessä tai erikseen. On tärkeää tuntea mitä kukin osakokonaisuus pitää sisällään ja mihin niitä käytetään, jotta käytettävää tietoa voidaan hyödyntää mahdollisimman kattavasti. Seuraavassa on kerrottu yksityiskohtaisesti eri mallien käyttötarkoitus ja alkuperä infrahankkeessa.

2.1 Historia

Nykyäänkin käytössä oleva tietomallinnuksen termi "Building Information Model" (BIM) tuli julki ensikerran, kun Robert Aish yhdisti kaksi aikaisemmin käytettyä termiä vuonna 1986 [1]. Tuolloin tietomallintaminen oli käytännössä rakennesuunnittelua ja lujuuslaskentaa helpottavia tietokoneohjelmia. Infra-alalla helpotukset näkyivät lähinnä siirtomasojen, maanmittauksen ja kunnallistekniikan laskennassa. [2.]

1990-luvulla tietomallinnus otti suuren edistysaskeleen tietokoneiden yleistyessä. Suuret monimuotoiset ja haasteelliset hankkeet, sekä informaation valtava lisääntyminen ovat tuoneet haasteita 2000-luvun tietomallintamiselle. Samalla yksittäiset laskentaohjelmat ovat hävinneet ja tilalle on kehittynyt alalle integroituja suunnitteluohjelmia. [2.]

Talonrakennuksessa ja erilaisissa taitorakenteissa käytettävää kansainvälistä IFC-tiedonsiirtoformaattia (kts. luku 3.2) on kehitetty jo vuodesta 1994 Yhdysvalloissa. Tämä oli ensiaskel avoimen tiedonsiirtostandardin synnylle rakennusalalla. Kun talonrakentamisessa ollaan löydetty yksi yhteinen suunta varsin varhaisessa vaiheessa tiedonsiirtoformaattia ajatellen, on sen tietomallinnuskin edennyt infra-alaa korkeammalle tasolle, pois lukien sillat ja muut taitorakenteet.

Infrarakentamisessa käytettäviä formaatteja on vielä useita ja niitä kehitetään lähinnä kansallisella tasolla. Vuonna 2001 Suomessa on aloitettu kehittämään kansainväliseen LandXML-standardiin (kts. luku 3.1) pohjautuvaa Inframodel- laajennusta Tekesin Infrateknologiaohjelmaan kytköksissä olevan Inframodel-hankkeen myötä (kts. luku 3.3), joka on edelleen kehittyvässä roolissa Suomessa. InfraTM-hanke käynnistyi vuonna 2009, joka puski Inframodel-hanketta edelleen eteenpäin. Tällä hetkellä käytössä on Inframodel 3 ja kehitteillä Inframodel 4.[2.]

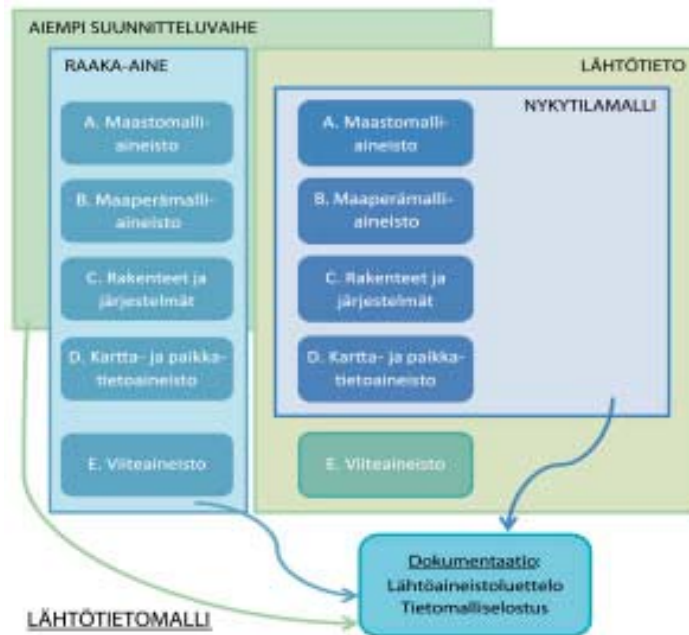
2.2 Lähtötietomalli

Lähtötietomalli sisältää hankkeen nykytilaa kuvaavaa aineistoa, joka on koottu fyysisistä, paikkatietoon sidotuista ja viitteellisistä lähtöaineistoista. Nämä kolme asiaa voidaan käytännössä ilmaista 3-ulotteisena, 2-ulotteisena ja tekstiaineistona. Ymmärrettävällä tavalla jalostetut, dokumentoidut ja jaotellut em. lähtöaineistot yhdessä muodostavat lähtötietomallin, jonka sisältämä tieto on puristettu yhdeksi hallituksi digitaaliseksi kokonaisuudeksi. [18.]

Lähtötietomallin eri lähdeaineistoja voidaan kutsua raaka-aineiksi (Kuva 1). Tällaisia ovat mm.

- Maastomalliaineisto
- Maaperäaineisto
- Rakenteet ja järjestelmät
- Kartta- ja paikkatietoaineisto (kuva 3.)
- Viiteaineisto.

Raaka-aineista jatkokäyttöön jalostetut aineistot ovat koottu hankekohtaiseksi kokonaisuudeksi selkeään YIV2015 mukaiseen kansiorakenteeseen. Lisäksi jalostuksen yhteydessä saadaan lähtötietomalliluettelo ja lähtötietomalliselostus, jotka ovat lähtötietomallin tueksi tulostettuja dokumentteja. Ne pitävät sisällään luettelon mallissa käytettävistä osakokonaisuuksista ja oleellista informaatiota lähtötietomallia tarkasteltaessa. Lähtötietomalliselostusta käydään tarkemmin läpi kohdassa 5.1.



Kuva 1. Lähtötietomalli

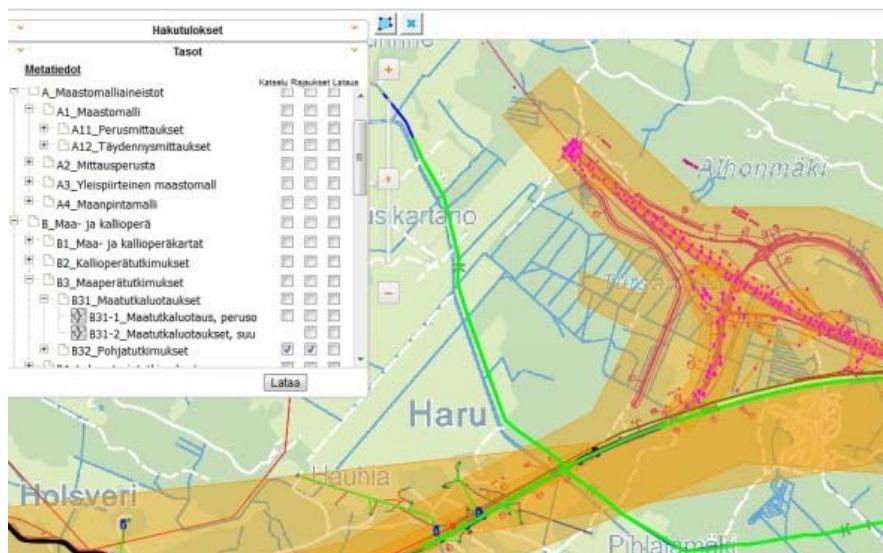
Tietomallipohjaisessa infrahankkeessa lähtötietomalli on ensiarvoisen tärkeässä roolissa. Varsinkin suurissa massansiirtoa vaativissa kohteissa, lähtötietomalli voi olla avainasemassa onnistuneessa projektissa. Lähtötietomallin sisältämät maaperämalli, maastomalli ja nykyisten rakenteiden tiedot helpottavat massasuunnittelua niin tarjouslaskennassa, kuin tuotantovaiheessa. [3.]

Lähtötietomalli kootaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hanketta, jotta suunnitelmat olisivat alusta alkaen mahdollisimman tarkkoja. Kun lähtötietomalli on valmiiksi jaostettu juuri tietylle hankkeelle, päivittyy se automaattisesti koko hankkeen elinkaaren ajan (kts. kuva 3). Tällaisiin päivityksiin lukeutuu mm. hankkeen aikana tehdyt pohjatutkimukset tai hankkeessa valmistuneet rakenteet. Aineiston laajuutta voidaan helposti havainnollistaa karttapohjaisella tietomallikoneella, jolla voidaan tarkastella eri lähtötietoa-aineistoja yhdessä tai erikseen (kts. kuva 2). Luotettavalla lähtötiedolla tuotettu lähtötietomalli on yksi suurimpia tekijöitä onnistuneessa inframallissa. [4.]



Kuva 2. Lähtötietomallin päivittyminen

Vt7 (E18) Hamina-Vaalimaa TTS



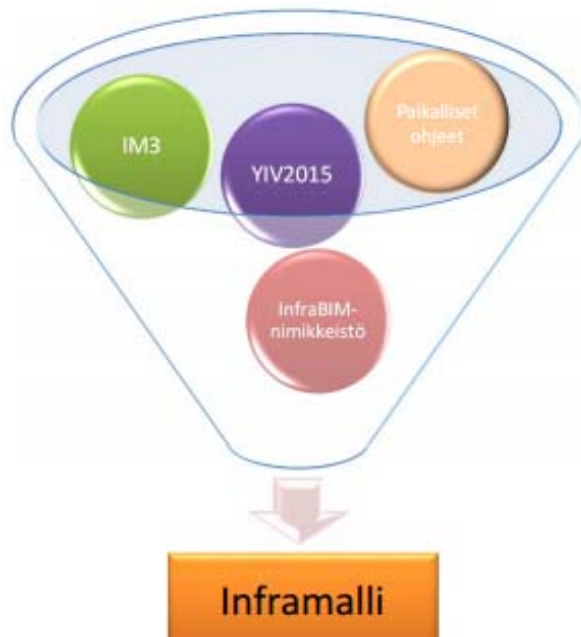
Kuva 3. Lähtöaineistojen laajuutta voidaan havainnollistaa kartalla.

2.3 Inframalli

Puhuttaessa inframallista, puhutaan käytännössä infran tieto- tai tuotemallista. Tällöin määritelmänä voidaan pitää: Infran rakenteiden 3D-esittämistä ominaisuustietoineen. Inframalli on kokonaisuus, joka pitää sisällään teknisen suunnitelman hankkeesta kootuna yhteisiä vaatimuksia ja käytäntöjä käyttäen. Parhaassa tapauksessa inframalli on käytössä koko hankkeen elinkaaren ajan aina suunnittelusta ylläpitoon ja purkamiseen asti. [5.] Päivittyvä inframalli toimii hankkeen tietopankkina, jolloin lähes kaikki hankkeeseen liittyvä tieto löytyisi mallista ajantasaisesti.

Inframalli on jaoteltu osamalleihin, joita pystytään tarkastelemaan yhdessä tai erikseen riippuen kuitenkin mallin tiedostotyyppistä. Osamallit on jaoteltu usein tekniikkalajeittain, jotta hanketta on helpompi ja kevyempi tarkastella. Tämä helpottaa myös vastuun jakamista. Yksi osamalli voi vielä sisältää useita tiedostoja, joten inframallin kansiorakenne on rakennettava selkeästi. Inframallin jako osamalleihin on esitetty YIV2015:ssä esimerkiksi seuraavasti:

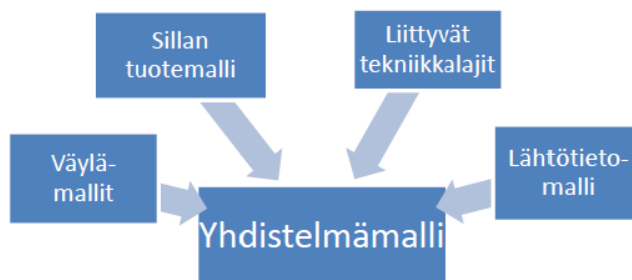
- väylämalli
- pohjarakennus
- vesien hallinta
- johdot ja laitteet
- väyläympäristö
- työnaikaiset rakenteet
- sillat
- muut taitorakenteet
- valaistus
- liikenteen-ohjaus
- tunnelit
- radan sähköistys
- radan turvalaitteet
- hallinnolliset rajat. [6;7.]



Kuva 4. Inframallin koostuminen

2.4 Yhdistelmämalli

Infrahankkeen kokonaiskuva tulee esille yhdistelmämallissa. Kun esim. väylämallissa näkyy vain hankkeen väylän osuus, voidaan yhdistelmämalliin lisätä väylämallin lisäksi myös esim. siltamalli ja lähtötietomalli (kuva 5.). Kun eri tietomallit yhdistetään, voidaan suorittaa havainnollistamisen lisäksi myös törmäystarkastelua eri tekniikkalajien välillä. Tällöin pystytään ennakoimaan tuleviin ongelmiin huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa, kuin normaalisti. Yhdistelmämallien avulla suunnitelmat visualisoituvat konkreettisesti mallin käyttäjälle. Näin voidaan jo suunnitteluvaiheessa löytää ongelmapaikat, jotka muuten tulisivat vasta työmaalla esille. Näin voidaan varmistua siitä, että kohde on toteutettavissa. [7.]



Kuva 5. Yhdistelmämallin koostuminen

3 Tiedonsiirtoformaatit

3.1 LandXML

Yleiseksi muodostunut ja varsinkin maanrakennusalan tiesuunnittelijoiden päivittäisessä käytössä oleva LandXML on tiedonsiirtoformaatti, joka on avoin XML-kieleen pohjautuva kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, eikä tällöin ole ohjelmistoriippuvainen. Formaatti kehitettiin vuonna 1999 ja uusin versio siitä on LandXML 1.2, joka syntyi vuonna 2008. Se kehitettiin joustavaksi tavaksi siirtää suunnittelu- ja mittaustietoja eri ohjelmistojen välillä. Se ei kuitenkaan ota kantaa suunnittelun graafiseen puoleen, joten suunnitelman visuaalinen puoli on jätetty ohjelmistojen määriteltäväksi. LandXML:n kehityksestä on vastannut LandXML-organisaatio, johon kuuluu alan suuria toimijoita kuten: Autodesk Inc. Trimble Navigation ja Leica. Suomessa LandXML:n käyttö on vähäisempää, sillä siihen pohjautuva Inframodel on ottanut vahvan jalansijan.

3.2 Inframodel

Inframodel on avoin kansallinen tiedonsiirtoformaatti, joka pohjautuu em. kansainväliseen LandXML 1.2 -standardiin. Vuonna 2003 kehitetty Inframodel 1:sen (IM1) tarkoituksena on ollut parantaa silloisen LandXML 1.0 tiedonsiirtoformaattia poistamalla sen virheet ja näin lisätä tiedonsiirron luotettavuutta ohjelmistojen välillä. Lisäksi se on laajennettu tukemaan erityisesti suomalaista suunnittelua ja tiedonhallintaa väylähankkeissa. Päätaavoitteena kuitenkin sillä on ollut taata kyky tallentaa kartta-, ja pohjatutkimustietoja, maasto- ja maaperämalleja ja väyliä geometriaa koskevaa dataa. Myös vesihuolto on ollut osana kokonaisuutta. [2.]

Inframodel 2 (IM2) kehitettiin parantamaan edellistä versiota ja erilaisten määritelmien täsmentämiseen. Vuonna 2006 valmistuneessa IM2 kehitystyössä oli mukana myös LandXML-organisaatio. Projektin lopputuotteena saatiin laajempi Inframodel versio, joka tukee geo-, alue- ja ympäristösuunnittelua, sekä vesihuollon ja vesiväylien suunnittelua. [14.]

Inframodel 3

Poiketen muista versioista Inframodel 3 (IM3) on Inframodelin ensimmäinen versio, jota on testattu pilottihankkeissa käytännön tasolla. Sen on tarkoitus toimia suunnittelussa sekä mittaus- ja koneohjaussovelluksissa.[11.] IM3 formaatissa käytetään InfraBIM-nimikkeistöön perustuvaa nimeämistä esim. taiteviivoissa tai mittalinjassa. Edellä olevassa kuvassa 6. on esitetty IM3 formaatin rakenne. [10.]

```
- <LandXML xmlns="http://www.inframodel.fi/inframodel"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.inframodel.fi/inframodel
  http://www.inframodel.fi/schemas/3.0.1/inframodel.xsd" version="1.2" date="2015-12-28"
  time="16:18:39" language="finnish" readOnly="false">
- <Units>
  <Metric areaUnit="squareMeter" linearUnit="meter" volumeUnit="cubicMeter"
    temperatureUnit="celsius" pressureUnit="HPA" diameterUnit="meter" widthUnit="meter"
    heightUnit="meter" velocityUnit="kilometersPerHour" angularUnit="grads" directionUnit="grads"
    elevationUnit="meter" />
</Units>
<CoordinateSystem name="ETRS89 / GK24FIN" epsgCode="3878" rotationAngle="0"
  verticalCoordinateSystemName="N2000" />
- <FeatureDictionary name="inframodel" version="1.2">
  <DocFileRef name="inframodel_tiedonsiirron_sovellusohje_v1.2.pdf"
    location="http://www.rts.fi/inframodel2010" />
</FeatureDictionary>
- <Project name="Kolmioraiteen rakennussuunnitelma" desc="Kolmioraiteen rakentaminen
  Riihimäelle">
  - <Feature name="IM_1" code="IM_codings" source="inframodel">
    <Property label="terrainCoding" value="Tielaitos" />
    <Property label="surfaceCoding" value="Tielaitos" />
    <Property label="infraCoding" value="InfraBIM" />
  </Feature>
</Project>
- <Application name="3D-Win" manufacturer="3D-system Oy" version="6.1.2.1"
```

Kuva 6. Esimerkki IM3-koodin rakenteesta.

3.3 IFC

IFC on lyhenne englanninkielien sanoista Industry Foundation Classes ja on kansainvälinen tiedonsiirtoformaatti, jonka on kehittänyt nykyiseltä nimeltään oleva buildingSMART. LandXML:n tavoin IFC-tiedosto on avoin XML-pohjainen tiedostomuoto. IFC:n tarkoituksena on saavuttaa oliopohjainen ohjelmistojen välinen objekti- ja para-

metriyhteensopivuus niin suunnittelussa kuin ylläpidossakin. Ohjelmistoja on mahdollisuus sertifioida, jolloin ohjelmistolla on oikeus käyttää kuvan 7. mukaista logoa esim. markkinoinnissa.



Kuva 7. IFC-sertifioidulla ohjelmistolla on oikeus käyttää logoa.

Useat mallinnusohjelmat ymmärtävät IFC-formaatissa olevaa tietoa, mutta silti yhteensopivuusongelmia esiintyy eri ohjelmistojen välillä. Tämä johtuu siitä, että IFC-objektien ja elementtien määritykset eivät ole vielä täydellisiä ja niitä kehitetään koko ajan eteenpäin. Eri mallinnusohjelmat pitävät sisällään suuria objekti- ja ominaisuustietokirjastoja ja niiden yhteensopivuuksia ohjelmistojen välillä on vaikea taata. [8.]

IFC-mallit ovat tavallisesti olleet talonrakennuspuolella yleisesti käytössä, mutta myös infra-alalla IFC:tä käytetään silloissa, paaluissa ja muissa taitorakenteissa. Maailmalla on myös kehitteillä väyläsuunnitteluohjelmia, jotka tuottavat IFC-formaattia. Nämä ovat kuitenkin vielä jääneet vähemmälle huomiolle. [22.]

4 Mallinnusohjeet ja vaatimukset

4.1 Yleiset Inframallivaatimukset 2015

Lähtökohtana yleisten inframallivaatimusten (YIV) synnylle on ollut suurien infratilaajien halu siirtyä tietomallintamisen säännölliseen käyttöön infrahankkeissa. Hankkeiden tilaajalla ja sen eri palvelujen tarjoajilla on oltava yhteinen käsitys mallintamisesta, jotta informaatio olisi jokaiselle osapuolelle yhdenmukaisessa muodossa koko hankkeen elinkaaren ajan. Yleiset inframallivaatimukset ovatkin tarkoitettu hankintojen yleisinä teknisinä asiakirjoina ja mallinnusohjeina. [15.] YIV:n julkaisuista vastaa Rakennustietosäätiön erityistoimikunta buildingSMART Finlandin infratoimialaryhmä.

YIV 2015 on 12-osainen ohjekokonaisuus, johon kuuluu seuraavat osat:

1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset mallinnusvaatimukset
3. Lähtötiedot
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit; Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet ja maa-rakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) ja toteumamallin laadintaohje
6. Rakennemallit; Järjestelmät
7. Rakennemallit; Rakennustekniset rakennusosat
8. Inframallin laadunvarmistus
9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Infran hallinta

12. Inframallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa ja infran rakentamisessa. [15.]

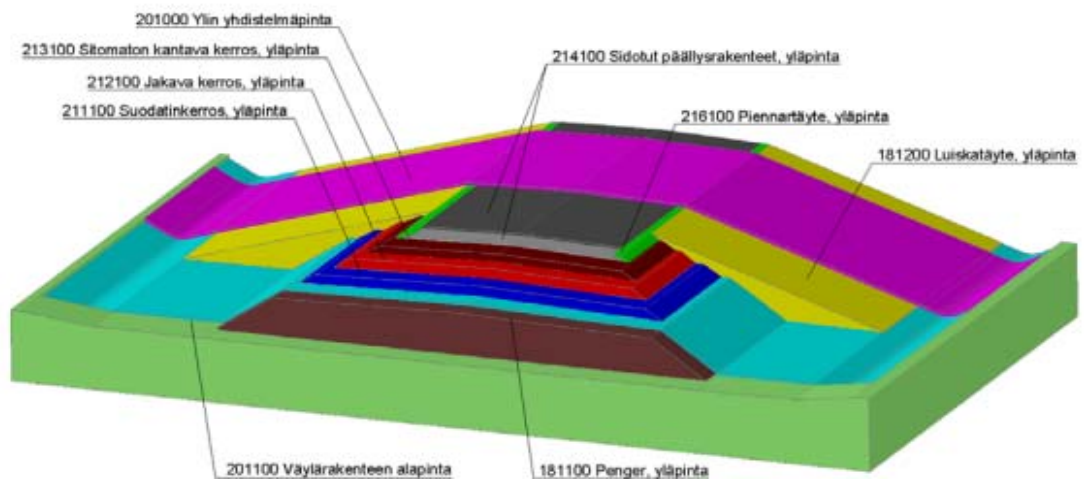
Ensimmäiset kaksi osaa ovat johdantoa, joissa käydään mallinnuksen perusasiat sekä mallien tuottamiseen ja käyttöön liittyviä vaatimuksia ja ohjeita yleisesti hankkeen eri vaiheissa. Ohjeita ja vaatimuksia käydään syvällisemmin YIV:n osissa 3-11. [15.]

4.2 InfraBIM-nimikkeistö

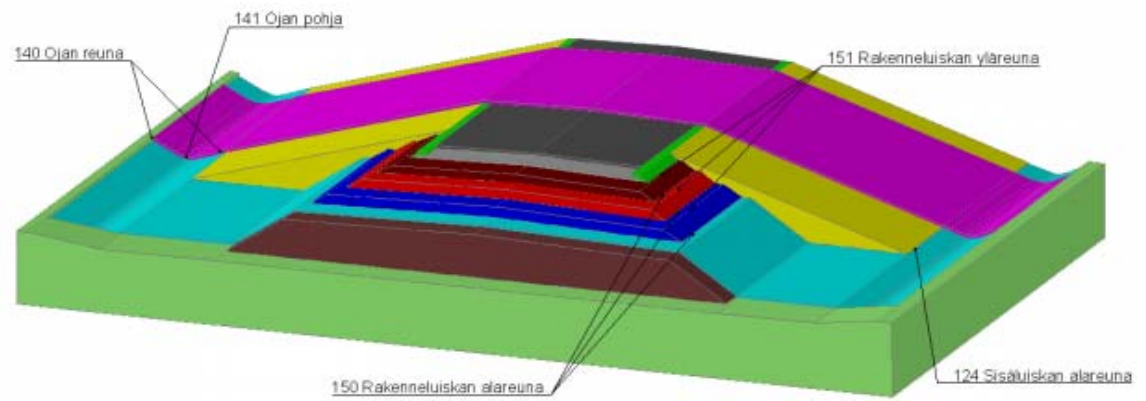
Nimikkeistö määrittelee infrarakenteiden ja -mallien nimeämis- ja numerointikäytäntöjä koko elinkaaren ajalle. Infra2015-rakennusosanimikkeistöön perustuva InfraBIM-nimikkeistö yhtenäistää nimeämis- ja numerointikäytäntöjä eri hankkeiden välillä sekä koko hankkeen elinkaaren ajan lähtötiedoista aina ylläpitoon suunnittelijasta riippumatta. [12.]

Inframallissa nimeämis- ja numerointikäytännöt ilmenevät suunnitelman rakennepinnoista visuaalisesti. Jokaisella rakennepinnalla on oma numerosarja ja nimi ja ne perustuvat sillä hetkellä voimassa olevaan rakennusosanimikkeistöön (kts. kuva 8). Rakennepinnat koostuvat taiteviivoista, joissa myös käytetään omaa nimeämiskäytäntöä. Taiteviiva tavallisesti mallinnetaan pintaan, jossa on taite (kts. kuva 9). Poikkeuksena kuitenkin esim. tien maalimerkinnät, joissa taiteviivaa ei piirretä. [13.]

Rakenneosat ovat rakennusosanimikkeistössä pääsääntöisesti nelinumeroisella tasolla. Siitä alemmat tasot ovat usein rakenneosaan liittyviä ominaisuustietoja, jotka esitetään rakennepintaan erillisinä attribuutteina. Esimerkiksi putkissa ja kaivoissa käytetään erillistä attribuuttitietoa. [16.]



Kuva 8. Rakennepinnat mallissa



Kuva 9. Taiteviivat mallissa

4.3 Liikenneviraston julkaisut

Liikenneviraston sivuille on koottu Liikenneviraston käyttämät ohjeistukset ja ohjeluetelot liittyen inframalleihin. Liikennevirasto vaatii suunnittelijoilta noudattamaan näitä ohjeita mallintaessaan hankkeita, kun tilaajana on Liikennevirasto. [9.]

Siltojen tietomalliohje 6/2014

Ohjeen on tarkoitus määritellä Liikenneviraston eri hankkeissa olevien taitorakenteiden tietomallien sisältöä, sen rakennetta ja tiedon hallintaa. Se ohjaa tietomallipohjaista suunnittelua ja määrittelee sen pelisääntöjä, jotta eri toimijoiden yhdenvertaisuus olisi mahdollista eri hankkeissa. [17.]

Sitä voidaan soveltaa eri urakkamuodoissa ja suunnitteluvaiheissa. Varsinaiseen sillan tai muiden taitorakenteiden suunnitteluun se ei ota kantaa, vaan ne ovat kuvattu julkaisuissa TIEL 2172067-2000 ja RIL 214-2002. [17.]

Tien mallipohjaisen suunnittelun hankinta

Ohjeen tavoitteena on antaa suunnittelun tilaajalle kokonaiskuva infran tietomallinnuksesta suunnittelun eri vaiheissa ja antaa peruserusvalmiudet hankkia mallipohjaista suunnittelua. Sen tavoitteena on myös toimia yleisohjeena suunnitelmia laativille konsultteille ja suunnittelijoille. Ohje on vasta koekäytössä. [18.]

Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje

Tavoitteena ohjeella on yhdenmukaistaa suunnittelun tiedonhallintaa ja näin parantaa suunnitelmien laatua ja vähentää ristiriitoja muiden tekniikkalajien suunnitelmien kanssa. Suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot ja niiden sisältö ja tallennusmuodot, sekä niiden vaatimuksia on ohjeistettu tässä julkaisussa. Ohjetta on tarkoitettu käyttää mallipohjaisen suunnittelun taitorakenteiden lähtötietoaineiston tuottamiseen. Lisäksi ohjeessa on määritelty ylläpitovaiheen ja korjaussuunnitelmien lähtötietojen vaatimukset. Sitä voidaan käyttää kaikissa urakkamuodoissa ja suunnittelutoimeksiannoissa. [19.]

Liikennevirasto on sivuillaan myös listannut myös muiden toimijoiden tekemiä yleisiä ohjeita, joissa osassa Liikennevirasto on myös ollut mukana tuottamassa. Tällaisia ohjeita ja julkaisuita ovat:

- Inframodel 3-käyttöohje
- InfraBIM -nimikkeistö
- Yleiset inframallivaatimukset YIV.

Lisäksi Liikennevirastolle on tehty lukuisia päättöitä liittyen tietomallintamiseen, jotka myös ovat listattuna Liikenneviraston sivuille. [11.]

5 Inframallin tiedonhallinta tarjouslaskennassa

Tiedonhallinta on tietokantojen suunnitelmallista järjestämistä siten, että tieto on uudelleen löydettävissä helposti ja luettavassa muodossa. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan pitää perinteiset kirjastot. Suuri määrä tietoa on järjestetty niin, ettei oikean kirjan löytämiseen mene kovin kauan. Kirjat ovat jaoteltu kirjastoissa lajityypeittäin ja vielä mahdollisesti alalajeihin, joiden jälkeen kirjat ovat järjestetty aakkosjärjestykseen. Oikea kirja löytyy nopeasti, vaikkei tietokonetta käytettäisi.

Tietokonepohjaisen tietokannan hallinnassa apuna on vielä erilaiset hakusanat tai avainsanat. Kun kaikille tiedostoille on annettu sitä kuvaavat avainsanat, voidaan tieto löytää erittäinkin nopeasti suurestakin datamassasta.

Inframallien tiedonhallinnassa tulee ottaa huomioon eri formaatit ja nimeämiskäytännöt, jotta systemaattinen tiedonhallinta olisi mahdollista. Yhteisen tiedonhallinnan pelisäännöt luovat tiedonhallinnan kolmikannan, joka on esitetty kuvassa 10. Kun aineiston käyttäjä luovuttaa aineistoa arkistoon ja seuraavalle käyttäjälle, on varmistettava, että tieto on käytettävissä useiden vuosien ajan, vaikka ohjelmistot ja ohjelmistoversiot vaihtuisivatkin. Tästä syystä avoimien tiedonsiirtoformaattien käyttö on tärkeää. Avoimen tiedonsiirtoformaatin lisäksi on aineiston tueksi lisättävä natiiviformaatissa oleva aineisto, jotta tiedetään, mistä aineisto on luotu ja avoimissa formaateissa häviävät tiedot ovat saatavilla edes jonkin aikaa. [20.]

Tarjouslaskennassa hyvän tiedonhallinnan hyödyt korostuvat, kun tarjottu urakka voiteaan tarjouskilpailussa. Laskennassa käytetty aika ja informaation siirto tuotantoon voi tehostaa työmaanalkua huomattavasti. Tuotannosta vastaavan henkilön on helppo omaksua tarjouslaskennassa käytetyt laskennan perusteet havainnollistavan mallin ja selkeästi dokumentoidun aineiston avulla.



Kuva 10. Tiedonhallinnan kolmikanta tietomallinnuksessa.

5.1 Tarjouspyyntöaineisto

Tarjouspyyntöaineiston sisältö vaihtelee hankkeesta riippuen. Tämän takia tietomalliselostus on syytä lukea ensimmäisenä, ennen kuin alkaa tarkastella muuta inframalliaineistoa. Tietomalliselostus usein on sisällytetty yleisten asiakirjojen kanssa samaan kansioon, mutta tarkemmat ja yksittäisten rakenteiden tietomalliselostukset ovat samassa kansiossa rakenteen IM3 tiedostojen kanssa. Tietomalliselostuksesta on kerrottu tarkemmin tämän kappaleen loppupuolella.

Kansiorakenne tarjouspyyntöaineistossa riippuu suunnittelijan mieltymyksistä sekä inframallin laajuudesta ja tarkkuudesta. Lähtökohtana kuitenkin kansiorakenteella pidetään YIV2015:ssä määriteltyä jaottelua, kts. kohta 2.3 Inframalli. Kuvassa 11. on kuvattu Riihimäen kolmioraitteen tarjouspyyntöaineiston inframalliaineistoa ja sen jaottelua.

	Nimi	Muokauspäivä	Tyyppi
Yhdistelmämalli			
3.1_1000			
1100_Nykyiset_jarjestelmat	061B_KR_Yyp_kmv_71+883-71+923	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
1300_Perustusrakenteet	061B_KR_Yyp_kmv_71+923-72+900	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
1400_Pohjarakenteet	061B_KR_Yyp_kmv_72+900-72+951	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
1500_Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet	062_R_Yyp_kmv_72+376-73+970	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
1600_Maaleikkaukset- ja kaivannot	H1_Yyp_plv_0-172	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
1700_Kallioleikkaukset_kaivannot_ ja_tunnelit	H2_Yyp_plv_51-317	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
1800_Penkereet, maapadot ja täytöt	RII_LAH_ER_Yyp_kmv_73+530-73+652	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
3.2_2000			
2010_Yiin_yhdistelmäpinta	RII_LAH_PR_Yyp_kmv_72+889-73+652	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
2012_Alin_yhdistelmäpinta	RII-TPE_IR_Yyp_kmv_72+650-72+730	31.12.2015 10:03	XML-asiakirja
2021_Jakava_kerros_ylapinta			
2122_Eristyskerros_ylapinta			
2123_Valikerros_ylapinta			
2131_Kantava_kerros_ylapinta			
2224_Vahvisteverkot			
2410_Tukikerros_ylapinta			
2420_Kiskojen_selat			
2431_Tasoristeyskansi			
3.3_3000			
3.4_4000			
3.5_5000			
BIMONE-iaaturaportit			
Yhdistelmämalli			

Rakenteen pinnan osa
Osamallit
Laadunvarmistusraportti
Yhdistelmämalli

Kuva 11. Riihimäen kolmioraitteen inframalliaineisto tarjouslaskentaan.

Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on johdanto tietomalliaineistoon, josta selostus on tehty. Sen tarkoituksena on kertoa tietomallin käyttäjälle, mitä tietomalli pitää sisällään, miltä osin malli poikkeaa oletetusta aineistosta ja millä tarkkuustasolla malli on luotu. Kuvassa 12 on esitetty esimerkki tietomalliselostuksesta. Huolellisesti luotu selostus helpottaa tietomallin siirtymistä hankkeen elinkaaren vaiheiden välillä. Tällöin uusi käyttäjä ymmärtää tietomallin tarkkuuden aikaisemmalla suunnitteluvaiheella ja pystyy tulkitsemaan mallia sen vaatimalla tasolla. Selostus luodaan jokaisessa suunnitteluvaiheessa siltä osin, miten malli on kullakin suunnitteluvaiheessa muuttunut.

Tietomalliselostus voidaan luoda koko tietomalliaineistosta tai jokaisesta osamallista erikseen. Tärkeintä on, että selosteessa tulee kertoa mallin käyttäjälle:

- Mallin kohde ja käyttötarkoitus
- Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

- Malliin sisältyvät tekniikkalajit ja niiden sisältö
- Suunnitteluohjelmisto, versio ja kaikki aineistossa käytetyt tiedostomuodot
- Eri osien nimeämiskäytännöt
- Puutteet ja valmiusaste suhteessa vaiheen vaatimukseen
- Tarkkuustaso
- Tuotetut tiedostot
- Mallin laaduntarkastustoimenpiteet
- Tarkastus- ja hyväksymistiedot.

Mikäli aineistoon sisältyy yhdistelmämalli, tulee selosteessa käydä ilmi myös yhdistämistapa, formaatti ja poikkeamat [20;4].

3.11 Siljat

Tehtävän määrittäminen

- Silloista tehdään tiesuunnitelman edellyttämällä siltasuunnitelman noudattaen voimassa olevia ohjeistusta 'Siltojen tietomalliohje'
- Siltojen osalta määritetään siltojen pääyksiön rakenne ja perustukset sekä siltojen soveltaminen teihin ja rataan (päätykeilat ja luskat).
- Siltamalli tulee voida liittää yhdistelmämalliin.

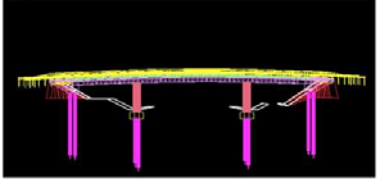
Id	Parent	Name	Description	Created By	Created Date	Last Modified By	Last Modified Date
1		Infra Malli					
2	1	Infra Malli					
3	1	Infra Malli					
4	1	Infra Malli					
5	1	Infra Malli					
6	1	Infra Malli					
7	1	Infra Malli					
8	1	Infra Malli					
9	1	Infra Malli					
10	1	Infra Malli					
11	1	Infra Malli					
12	1	Infra Malli					
13	1	Infra Malli					
14	1	Infra Malli					
15	1	Infra Malli					
16	1	Infra Malli					
17	1	Infra Malli					
18	1	Infra Malli					
19	1	Infra Malli					
20	1	Infra Malli					
21	1	Infra Malli					
22	1	Infra Malli					
23	1	Infra Malli					
24	1	Infra Malli					
25	1	Infra Malli					
26	1	Infra Malli					
27	1	Infra Malli					
28	1	Infra Malli					
29	1	Infra Malli					
30	1	Infra Malli					
31	1	Infra Malli					
32	1	Infra Malli					
33	1	Infra Malli					
34	1	Infra Malli					
35	1	Infra Malli					
36	1	Infra Malli					
37	1	Infra Malli					
38	1	Infra Malli					
39	1	Infra Malli					
40	1	Infra Malli					
41	1	Infra Malli					
42	1	Infra Malli					
43	1	Infra Malli					
44	1	Infra Malli					
45	1	Infra Malli					
46	1	Infra Malli					
47	1	Infra Malli					
48	1	Infra Malli					
49	1	Infra Malli					
50	1	Infra Malli					
51	1	Infra Malli					
52	1	Infra Malli					
53	1	Infra Malli					
54	1	Infra Malli					
55	1	Infra Malli					
56	1	Infra Malli					
57	1	Infra Malli					
58	1	Infra Malli					
59	1	Infra Malli					
60	1	Infra Malli					
61	1	Infra Malli					
62	1	Infra Malli					
63	1	Infra Malli					
64	1	Infra Malli					
65	1	Infra Malli					
66	1	Infra Malli					
67	1	Infra Malli					
68	1	Infra Malli					
69	1	Infra Malli					
70	1	Infra Malli					
71	1	Infra Malli					
72	1	Infra Malli					
73	1	Infra Malli					
74	1	Infra Malli					
75	1	Infra Malli					
76	1	Infra Malli					
77	1	Infra Malli					
78	1	Infra Malli					
79	1	Infra Malli					
80	1	Infra Malli					
81	1	Infra Malli					
82	1	Infra Malli					
83	1	Infra Malli					
84	1	Infra Malli					
85	1	Infra Malli					
86	1	Infra Malli					
87	1	Infra Malli					
88	1	Infra Malli					
89	1	Infra Malli					
90	1	Infra Malli					
91	1	Infra Malli					
92	1	Infra Malli					
93	1	Infra Malli					
94	1	Infra Malli					
95	1	Infra Malli					
96	1	Infra Malli					
97	1	Infra Malli					
98	1	Infra Malli					
99	1	Infra Malli					
100	1	Infra Malli					

Käytetyt ohjelmistot

- Tietomalliselostus
- TEKLA-natiivi formaatissa zip-pakattuna
- IFC-formaatissa
- DWG-formaatissa (siltamalli ja natiivimallin referenssit)
- TEKLAN BIMsight formaatissa

Aineiston tarkkuus / puutteet / muuta huomioitavaa

- Siltojen tietomalliselostuksissa esitetty silta-kohtaisesti mallinnetut osat ja puutteet.



Geotekniikka

Selostus aineiston sisällöstä,

Sisältö

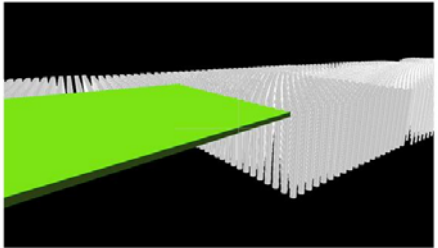
- Paalulaatat: Mallinnettu tehtävään soveltuvilla tietomallipohjaisilla työkalulla
- Stabiointi: Mallinnettu tehtävään soveltuvilla tietomallipohjaisilla työkalulla
- Massanvaihdot: Mallinnettu tehtävään soveltuvilla tietomallipohjaisilla työkalulla
- Geolujitteet: Mallinnettu tehtävään soveltuvilla tietomallipohjaisilla työkalulla

Käytetyt ohjelmistot

- Natiivi- / DWG -formaatissa
 - Kaikki aineisto

Aineiston tarkkuus / puutteet / muuta huomioitavaa

- pohjarakenteet on mallinnettu tiesuunnittelun edellyttämällä tarkkuudella, eikä rakenteiden laajuuksia ole määritetty yksityiskohtaisesti
- paalulaattojen paaluja ei ole mallinnettu
- stabiointissa piirintehyitä ei ole suunniteltu yksityiskohtaisesti, vaan mallinnuksessa on käytetty keskimääräistä piirintehyitä



Kuva 12. Esimerkki tietomalliselostuksesta.

5.2 Tarkastusprosessi

Ennen tietomallipohjaisen laskennan aloittamista, olisi tärkeää käydä koko tietomalli systemaattisesti läpi. Johdonmukaisella tarkistusprosessilla saadaan selville mallin soveltuvuus urakoitsijan laskentatyökaluille ja laskentatavoille. Onnistuneen tarkistuksen johdosta voidaan säästää aikaa laskennassa ja osataan varautua kyseisen laskennan tarkkuustasoon ja käyttämään oikeita laskentamenetelmiä.

Tarkastusprosessi lähtee liikkeelle tietomalliselostukseen tutustumisella, jolloin saadaan tieto siitä, miten suunnittelija itse on nähnyt mallin kokonaisuuden. Tietomalliselostuksessa ilmoitetun tarkkuustason on toimittava tarkastusprosessin lähtökohtana ja vaatimustasona. Ei siis voida vaatia enempää, kuin mallin lähtökohtainen tarkkuustaso.

Tarkastuksessa käydään myös läpi mallin nimikkeistön, taiteviivojen ja pintamallin laatu-taso. Tällaiseen löytyy erilaisia tietokonepohjaisia sovelluksia, kuten esimerkiksi suomalainen BimOne Checker, joka tarkistaa mallin pilvipalvelupohjaisesti ja raportoi mallin laadullisesta tasosta. Liikenneviraston pilotointi on osoittanut, että kyseinen laatumittari on parantanut inframallien mallinnuksen laatua. [21.] Tarjousaineistoa tarkastaessa tällaisen ohjelmiston käytöstä ei löydy kattavaa tietoa, eikä BimOne Checkeria ehditty pilotoimaan urakoitsijan näkökulmasta tämän lopputyön puitteissa. Suunnittelija on voinut jo aiemmin suorittaa laadunvarmistuksensa tällaista ohjelmaa käyttäen, jolloin raportti tulisi näkyä esimerkiksi tietomalliselostuksessa.

Malli voidaan myös tarkastaa visuaalisesti. Kun kyseessä on yhdistelmämalli, on visuaalinen tarkastaminen tärkeässä roolissa. Tällöin voidaan havaita eri pintojen päällekkäisyyksiä ja varautua laskelmavirheisiin. Tällaisista havainnoista on tärkeää dokumentoida malliin selkeästi, jotta mallin käyttäjä osaa havaita ongelmakohdat tehokkaasti.

Haastattelussa käydyssä keskustelussa kävi ilmi yleisimpiä mallien virheitä ja sijainteja, joissa virheitä ilmenee. Tällaisia virheitä voivat olla esim. ylimääräisiä kolmioita tai kolmiointi ”piikkejä” jossa korko muuttuu yllättävästi esim. keskellä väylää. Toinen yleinen seikka oli kahden eri mittalinjan risteämä kohdissa. Kahden mittalinjan yhdistyessä ne saattavat usein olla eri korkeudessa tai niissä voi esiintyä sivuttaissuuntaista eroavaisuutta, jolloin rakenteen oikeellisuus kärsii. [Haastattelu: YIT Rakennus Oy, Mittatyönjohtaja.]

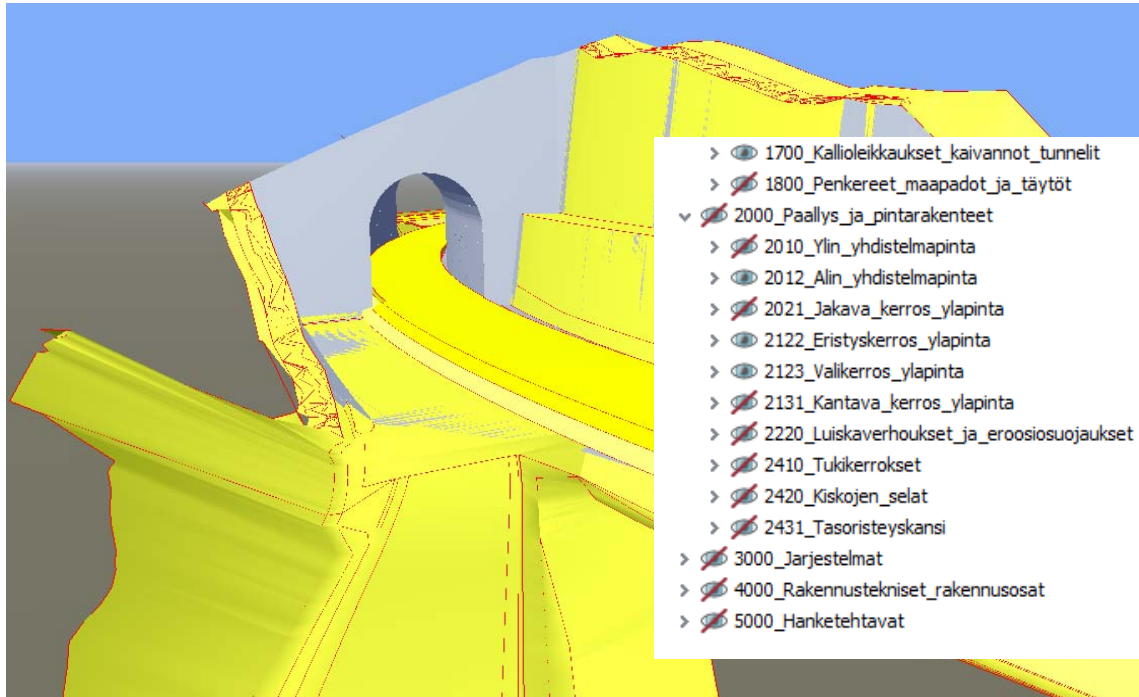
5.3 Määrä- ja ominaisuustietojen hallinta

Tähän mennessä inframallipohjaista määrälaskentaa ei juuri olla voitu suorittaa muulla tavalla, kuin suunnitteluohjelmilla, joilla itse malli on luotu. Ongelma tavallisesti on se, ettei urakoitsijoilla ole kyseisiä suunnitteluohjelmia, eikä suunnittelijat tai tilaaja sitoudu annettuihin määriin. Urakoitsijan on tällöin pystyttävä laskemaan määrät myös itse tehokkaasti ja mahdollisimman tarkasti, jotta inframallista tulisi mahdollisimman hyödyllinen ja kustannustehokas.

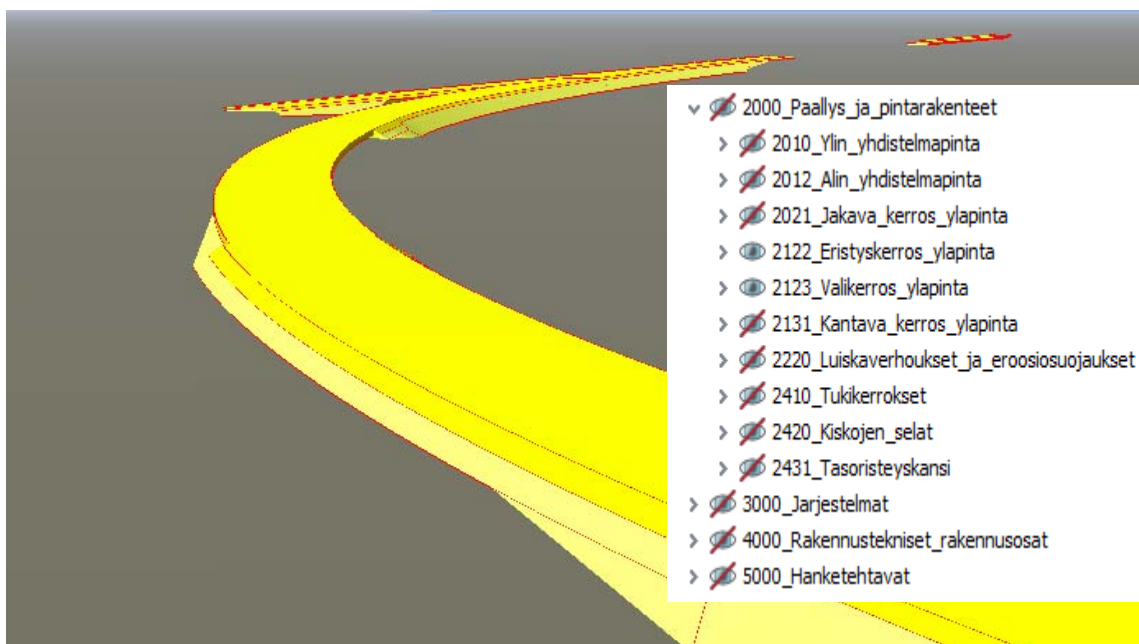
Mikäli ajatellaan YIV 2015 pohjalta luotua inframallia, määrien laskenta vaatii tehokasta mallin suodattamista, jotta voidaan selkeästi laskea massoja eri pintojen väliltä. Tällöin käytännössä on tunnettava mallin kansiorakenne. Inframodel- formaatissa laskettujen määrien perustana on mallinnuksessa tehdyt taiteviivat ja rakenteiden eri pinnat ja niiden hallinta.

Tehokkaasti suodatetulla mallilla voidaan selkeyttää laskentaa ja havainnointia huomattavasti. Vertaa kuvan 13. suodatusta, jossa on välikerroksen laskemiselle tarpeettomia pintoja näkyvissä ja kuvan 14. näkymää, jossa on suodatettu vain tarpeelliset pinnat välikerroksen laskemiselle.

Suurissa hankkeissa tarjouslaskennassa työskentelee usein useita henkilöitä jo pelkäävät määrälaskennassa. Määrätietojen tallentaminen pilvipalvelupohjaiseen ohjelmaan selkeästi ja systemaattisesti on osoittautunut tehokkaaksi tavaksi työskennellä ryhmässä. YIT Rakennus Oy:llä on käytössään RIB Software AG:n iTwo pohjainen 5D projektin hallintajärjestelmä, johon tarjouslaskija on syöttänyt jo valmiiksi InfraRYL:n hankenimikkeistöä mukailevan määräluettelo pohjan, johon laskijat voivat yhteisesti lisätä määrätietoa ja siihen liittyvää lisäinformaatiota. Laskijat pystyvät myös tämän kautta seuraamaan määrälaskennan edistymistä ja jakamaan vastuualueita.



Kuva 13. Suodattamaton näkymä



Kuva 14. Tehokkaasti suodatettu näkymä.

IM3 formaatissa mallinnetun väylämallin ominaisuustiedot ovat IFC:n ominaisuustietoihin verrattuna huomattavasti suppeammat. Tällaisen väylän ominaisuustietoihin lukeutuu mm:

- Mallinnusohjelmisto ja versio
- Muokkaus päivämäärä ja mallintaja
- Formaatti
- Pinnan nimi
- Korkeustaso.

Malliin voidaan lisätä "ominaisuustietoja" laskentavaiheessa, jotka tukevat tuotantoa. Tällaista kutsutaan myös mallin rikastamiseksi. Lisätyillä attribuuteilla voidaan lisätä mallin käytettävyyttä ja informatiivisuutta. Esimerkiksi lisättyjä attribuutteja voivat olla:

- Materiaali
- Määrä
- Linkki oikeaan työselostuksen otteeseen
- Linkki hankinnasta saatuun esitarjoukseen
- Linkki lupadokumentteihin.

Tällaisten linkitysten edellytyksenä on pilvipalvelupohjainen projektipankki tai muu vastaava, joka ei ole riippuvainen verkkoympäristöstä. Dokumentit ovat myös edullista tallettaa samaan kansioon käytettävän mallin kanssa, jolloin dokumentit liikkuvat aina mallin mukana. Tällöin tarvittavat dokumentit ovat saatavilla suoraan mallista ja mallin jakaminen helpottuu kolmansille osapuolille, joille on projektipankkiin annettu oikeudet. Joissain ohjelmistoissa dokumenttien syöttö suoraan malliin on mahdollista, jolloin varsinaista URL-linkkiä ei tarvittaisi.

Linkitetyissä dokumenteissa on myös tärkeää muistaa ajantasaisuus ja se, kuinka hallitaan tiedostoja, jotka päivittyvät. Yksi ratkaisu voisi olla taulukko, johon kirjataan kaikki dokumentit, sen linkitykset ja päivämäärät. Näin pystyttäisiin hallitsemaan malliin linkitettyjä dokumentteja, niin että mallissa on aina uusin mahdollinen dokumentti. Dokumentin nimeämisessä on myös oltava selkeät pelisäännöt. Kun linkitettävä dokumentti nimettäisiin samalla tavalla versiosta riippumatta, niin linkityskatkoa ei tapahtuisi. Ajatus olisi, että vanha dokumentti uudelleen nimettäisiin ja uusimman version nimi pysyisi aina vakiokona.

Malliin lisättyihin tietoihin ja dokumentteihin sisältyy myös ongelmia. Yksi suurimmista ongelmista on tiedonsiirto. Ohjelmat joissa tällaista mallin rikastamista voidaan suorittaa, eivät pysty tuottamaan enää uudelleen IM3 formaatissa olevaa tiedostoa. Tämä tarkoittaisi sitä, että yritysten ja yhteistyökumppanien tulisi vakioida omat työkalunsa, jotta maksimihyöty saataisiin informaatiosta irti. Tarjouslaskennassa saatua tietoa harvemmin tarvitsee säilyttää tällaisessa laajuudessa, jolloin tarkastelussa ei ole otettu huomioon pidempiaikaista tiedonsäilyttämistä, vain projektin elinkaaren aikainen tiedonsäilyttäminen on otettu tarkastelukohteeksi.

5.4 Laskentamalli

Laskennassa käytettyä mallia, johon ollaan tallennettu määrälaskennasta jääneet laskentaperusteet toimivat laskentamallin pohjana. Ihanne tilanteessa urakoitsijalla olisi laskennan jälkeen laskentamalli, jossa olisi selkeästi luettavissa määrät visuaalisesti, joihin voitaisiin lisätä kustannuslaskelma ja aikataulu.

Laskentamallin tarkoituksena on sujuvoittaa ja nopeuttaa laskennan siirtymistä tuotantoon. Laskennassa havaitut kriittiset kohdat, materiaalivaatimukset, hankinnat ja yhteyshenkilöt olisivat helposti löydettävissä yhdestä selkeästä paikasta, eikä tuotannossa olevien henkilöiden tarvitse näin etsiä samoja asioita uudelleen.

Laskennasta jää usein tuotannolle vain tarjouslaskelma tositteeksi laskennan tekemästä työstä. Määrälaskelmia ja jopa hankinnan kyselyvaiheen tarjouksia häviää usein tiedon omistajanvaihdon aikana. Kun tällaiset asiat lisätään suoraan tietomalliin, voitaisiin tie-

don hävikkiä vähentää huomattavasti ja tehokkuus paranisi. Varsinaisia pilotointia laskentamallille ei olla tämän opinnäytetyön puitteissa voitu tehdä, vaan ajatukset perustuvat teoreettiseen pohdintaan alan asiantuntijoiden kanssa.

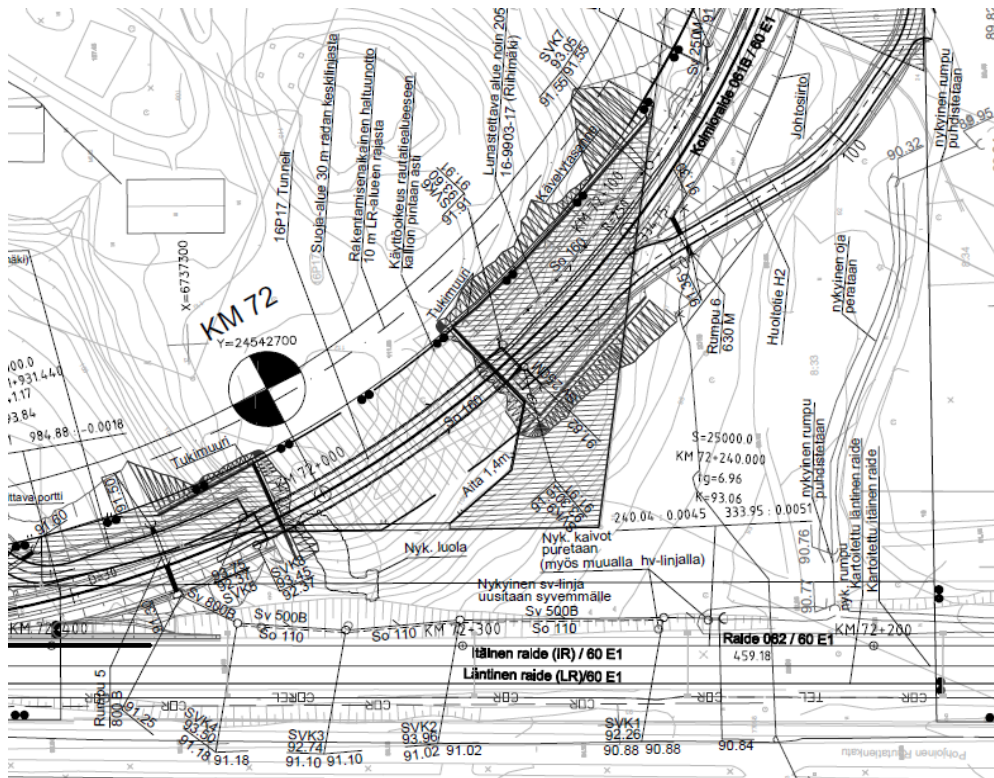
Laskentamalli toimii myös samalla määrälaskentaselosteena, kun malliin voidaan tallentaa lasketuiden pintojen väliin jäävät volyymit ja käytetyt objektit. Tällainen säästää laskennan aikaa ja tuotannolle jää selkeä jälki siitä, mitä laskija on kussakin tilanteessa laskenut.

5.5 Visualisoinnin hyödyntäminen

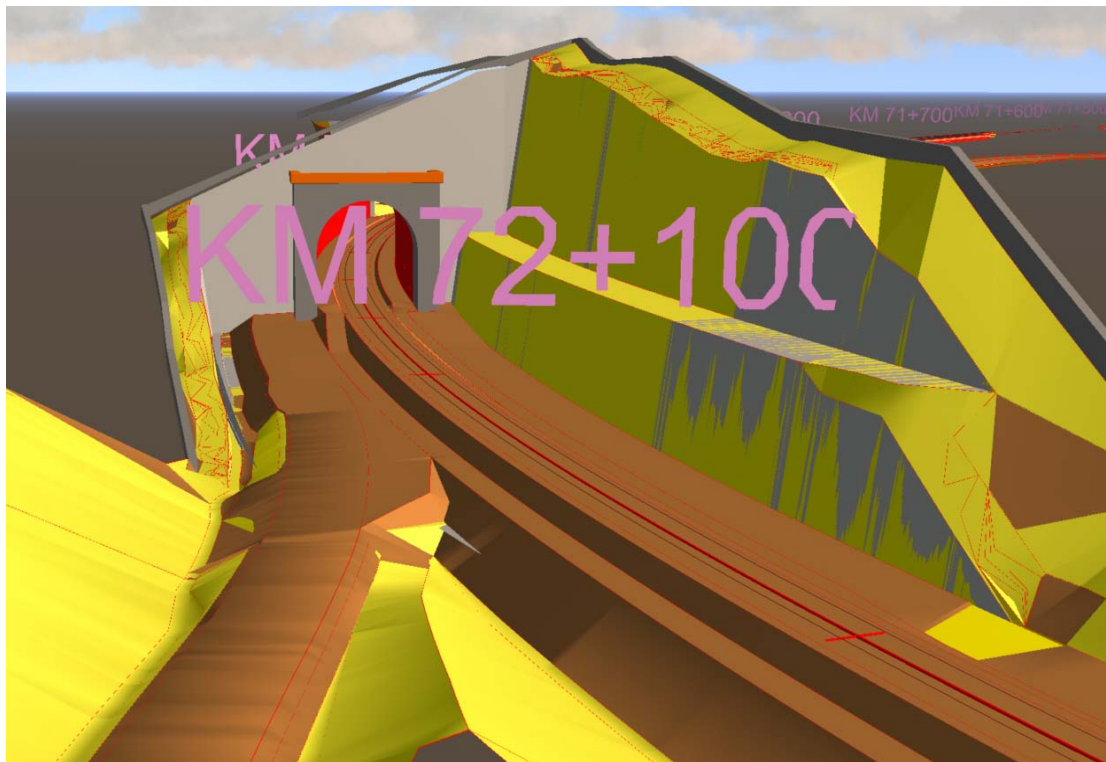
Visualisointi on erilaisten asioiden esittämistä helposti ymmärrettävässä muodossa. Jokapäiväisessä elämässä visualisointia esiintyy mm. normaalissa keskustelussa, jossa jokin asia kuvaillaan sanallista. Tämä on omalla tavallaan myös visualisointia. Sanallista esittämistä tuetaan kuitenkin myös usein piirtämällä ja mallintamalla 3D-malleja ja toisin päin, jolloin ihmisen aisteja voidaan hyödyntää laajemmalti ja asioiden ymmärtäminen kasvaa. Visualisointia voitaisiinkin kutsua eräänlaisena kommunikointikielenä. [2.]

Visualisoinnin päätehtävänä rakennusalalla ja myös muilla sitä hyödyntävillä aloilla on muokata monimutkaiset ja tekniset lähtötiedot havainnolliseksi ja helposti ymmärrettäväksi kuvamateriaaliksi (kts. kuvat 15. ja 16.). Havainnoinnin, kommunikoinnin ja näkemisen lisäksi visualisointi on asioiden ymmärtämistä ja selventämistä [Junnonen 2009]. Esimerkiksi isoissa allianssi hankkeissa tai muissa hankkeissa, joissa jo lähtökohtaisesti on useita osapuolia mukana toteuttamassa hanketta, voidaan visualisoidulla materiaalilla parantaa asioiden ymmärtämistä ja tiedon kulkua.

Tarjouslaskennassa visualisointia voidaan hyödyntää havainnollistamaan ja simuloimaan erilaisia työsuunnitteluun liittyviä tekijöitä. Tällaisia voisi olla esimerkiksi työmaatukikohdan tai varastoalueiden mallintaminen ja visualisointi. Myös työmaanostureita voidaan mallintaa ja simuloida, jotta löydetään mahdollisimman tehokas nosturin toimintasäde. Tällaisten asioiden ennalta suunnittelu helpottaa ja tehostaa työn suunnittelua ja parantaa työmaan aloitusta, kun asioita on suunniteltu ja dokumentoitu tarjousvaiheessa.



Kuva 15. Perinteinen 2D- piirustus Riihimäen Kolmioraiteesta.



Kuva 16. 3D geometriaa hyödyntävä malli Riihimäen Kolmioraiteesta.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää millaista informaatiota inframallit sisältävät ja kuinka sitä hallitaan. Lisäksi tarkasteltiin mitä vaatimuksia inframallinnus tuo tarjouslaskentaan, jotta informaatiohävikki vähentyisi laskenta- ja tuotantovaiheen välissä. Näiden tietojen pohjalta luotiin YIT Rakennus Oy:lle toimintamalli tarjouslaskentavaiheen tiedonhallinnalle, kun aineistona on inframalli.

Kirjallisella aineistolla ja internetlähteillä kerättiin tarvittava tieto insinööriyön teoriapohjaksi, jotta pystyttiin ymmärtämään paremmin inframallinnuksen vaatimuksia ja sen tuomia rajoituksia. Tämän lisäksi käytiin useita tapaamisia eri inframalleja käyttävien ohjelmistotuottajien kanssa, joista saatiin laajempaa käsitystä tiedonhallinnasta ja sen mahdollisuuksista. Ohjelmistojen testaus sekä haastattelut kuuluivat myös tutkimussuunnitelmaan, jotta saatiin käytännönläheinen näkökulma insinööriyöhön.

Insinööriyön tuloksena saatiin informatiivinen käsitys inframalleista ja niiden tiedon käytettävyydestä sekä hallinnasta tarjouslaskennassa. Tuloksena voidaan sanoa inframallien tuovan paljon mahdollisuuksia tarjouslaskennan informaationkulkuun ja sen hallintaan. Yhteisillä pelisäännöillä on tiedonhallinnassa suuri merkitys, jotta jokainen pystyy ymmärtämään tallennettua tietoa.

Työn yhtenä tuloksena tuotettu toimintamalli tarjouslaskennan tiedonhallintaan auttaa yritystä systemaattiseen ja yhteiseen tapaan toimia, kun aineistona on inframalli. Toimintamallia tullaan jalostamaan tarkemmaksi, kun insinööriyön aikana havaittuja toimintatapoja tullaan pilotoimaan tulevissa hankkeissa.

Lähteet

- 1 History of Building Information Modelling. Verkkodokumentti. <http://code-bim.com/resources/history-of-building-information-modelling>
- 2 Junnonen, J-M. 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy.
- 3 Infrakit ja lähtötietomallit. Verkkodokumentti. <http://infrakit.com/fi/infrakit-ja-lahto-tietomallit/>
- 4 InfraBIM, inframallintamisen yhteistyöfoorumi. Verkkodokumentti. www.infrabim.fi/lahtotiedot-ovat-inframallintamisen-peruskivi
- 5 Liikennevirasto, inframallit. Verkkodokumentti. <http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli-#.WEIqluS7q4Q>
- 6 YIV 2015 Mallinnusohjeet osa 4. Verkkodokumentti. http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA4_Mallinnus_hankkeen_eri_vaiheissa_V_1_0.pdf.
- 7 InfraBIM, inframallintamisen yhteisöfoorumi. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/oulun-kaupunkia-rakennetaan-inframallien-avulla/>
- 8 IFC-tiedonsiirto. Verkkodokumentti. <http://www.mad.fi/tiedostot/pdf/kasi-kirja15/YS.IFC.pdf>
- 9 Liikennevirasto, Tietomalliohjeistus. Verkkodokumentti. <http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/inframallit/tietomalli-ohjeistus#.WB7tj-S7ojY>
- 10 PRE, Inframodel3-toteutus. Verkkodokumentti. http://www.inframodel.fi/docs/ohje_esimerkit.pdf
- 11 InfraBIM inframallintamisen yhteistyöfoorumi. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/inframodel-3-tiedonsiirtoformaatti-otetaan-kayttoon/>
- 12 InfraBIM, inframallintamisen yhteistyöfoorumi, InfraBIM-nimikkeistö. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/infrabim-nimikkeisto/>
- 13 InfraBIM-nimikkeistö. Verkkodokumentti. http://infrabim.fi/infrabim_nimikkeisto/InfraBIM_nimikkeisto_v1_6.pdf
- 14 Inframodel3-käyttöohje. Verkkodokumentti. http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/Inframodel3-kayttoohje.pdf

- 15 InfraBIM, inframallintamisen yhteistyöfoorumi, YIV. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/yiv/>
- 16 PRE, Inframodel3-toteutus. Verkkodokumentti. http://www.inframodel.fi/docs/ohje_esimerkit.pdf
- 17 Liikennevirasto, Siltojen tietomalliohje. Verkkodokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-06_siltojen_tietomalliohje_web.pdf
- 18 Liikennevirasto, Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. Verkkodokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-20_tiehankkeiden_mallipohjaisen_web.pdf
- 19 Liikennevirasto, Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje. Verkkodokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-21_taitorakenteiden_suunnittelun_web.pdf
- 20 YIV mallinnusohjeet osa 2. Verkkodokumentti. http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA2_Yleiset_Vaatimukset_V_1_0.pdf
- 21 Liikennevirasto, Inframallien laadunvarmistus. Verkkodokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-03_inframallien_laadunvarmistus_web.pdf
- 22 InfraBIM, inframallintamisen yhteistyöfoorumi. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/inframallit-suomessa-ja-muualla-miten-rakennettu-ymparisto-kokonaisuutena-maaritellaan-tai-mallinnetaan/>