

YLEISET INFRAMALLIVAATIMUKSET 2015
-OHJEISTUKSEN KÄYTTÖ
ESIMERKKIPROJEKTEISSA

Brax Ville-Petteri
Karjalainen Mika

Opinnäytetyö
Tekniikan- ja liikenteenala
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikan- ja liikenteenala
Maanmittaustekniikan ko
Insinööri (AMK)

Tekijät	Ville-Petteri Brax Mika Karjalainen	Vuosi	2016
Ohjaaja	Timo Karppinen		
Työn nimi	Yleiset inframallivaatimukset 2015 -ohjeistuksen käyttö esimerkkiprojekteissa		
Sivu- ja liitesivumäärä	46 + 6		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut selvittää Yleisten inframallivaatimusten 2015 käyttöä ja hyötyjä tietomallipohjaisten hankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Työssä perehdytään Yleisiin inframallivaatimukseen 2015 ja tutkitaan kokemuksia tietomallintamisen hyödyistä eri rakennushankkeissa.

Työhön on valittu kolme esimerkkihanketta. Hankkeet valikoituivat työhön niistä saatavilla olevien tietojen määrän ja laadun mukaan. Kahden hankkeen osalta kokemuksia ja kommentteja on kerätty hankkeessa tietomallintamisen parissa työskennelleiltä henkilöiltä. Kolmannessa hankkeessa kokemuksia on kerätty omakohtaisesti olemalla itse mukana toteuttamassa mittauksia kyseiseen hankkeeseen.

Työn johtopäätöksenä todetaan, että Yleiset Inframallivaatimukset tuovat taloudellisia hyötyjä hankkeen eri toimijoille. Lisäksi parantunut tiedonhallinta takaa sen, että jokaisella hankkeen osapuolella on aina saatavilla viimeisin oikea tieto. Koska Yleiset Inframallivaatimukset 2015 on vasta julkaistu, on niissä vielä lähitulevaisuudessa kehitettävää.

School of Technology,
Communication and Transport
Degree Programme of Land Surveying

Authors	Ville-Petteri Brax Mika Karjalainen	Year	2016
Supervisor	Timo Karppinen		
Subject of thesis	Use of Common InfraBIM Requirements Instructions in Example Projects	2015	
Number of pages	46 + 6		

The purpose of this thesis was to find out how the Common InfraBIM Requirements 2015 are used and what the benefits are of using it, in information model based projects. This thesis focused on exploring the user experiences of using information modelling in different projects.

Three example projects were chosen for this thesis. The projects were selected due to the quality and the amount of the information available. For two of the projects, the experiences and the comments were collected from the individuals who had been working with information modelling in these projects. In third project experiences were collected based on the author's participation in the project.

The result of this study was that using the Common InfraBIM Requirements 2015 instructions could result in some economic benefits to companies being involved. In addition, they help to manage the projects files and guarantee that all the participants have the latest versions of the plans and the other documents. Because the Common InfraBIM Requirements 2015 instructions have been just published, there are still some improvements to be made.

Key words

Common InfraBIM Requirements 2015, information model, initial data

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	8
2 YLEISET INFRAMALLIVAATIMUKSET 2015.....	10
2.1 Tietomalli	11
2.2 Mallinnusvaatimukset.....	13
2.3 Lähtötiedot	16
2.4 Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa.....	18
2.5 Rakennemallit	19
2.6 Määrälaskenta ja kustannusarviot	21
2.7 Laadunvarmistus	22
2.8 Havainnollistaminen.....	22
2.9 Infran hallinta ja korjausrakentaminen	24
3 ISOISÄNSILTA	25
3.1 Urakoitsijan näkökulma.....	25
3.2 Tilaajan näkökulma.....	26
4 PISARARATA.....	29
4.1 Tietomallinnus Pissararata	29
4.2 Toimijoiden näkökulmia hankkeesta	30
5 AITTAJÄRVI	33
5.1 Mittaukset Aittajärvellä	34
5.2 YIV 2015 hyödyntäminen esimerkkiprojektissa.....	36
5.2.1 Raaka-aine.....	38
5.2.2 Lähtötietomalli	39
5.2.3 Omat kokemukset ja YIV 2015:n käytön edut hankkeessa	39
6 POHDINTA.....	41
LÄHTEET.....	43
LIITE.....	46

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Tietomalli (Sipti Infra Oy 2012)	11
Kuvio 2. Infrahankkeen aineisto hankevaiheittain (InfraBim 2015a, 4)	12
Kuvio 3. Standardien jaottelu (InfraBim 2015b, 11)	14
Kuvio 4. Lähtötietomallin muodostaminen (InfraBIM 2015c, 6)	16
Kuvio 5. Esimerkki kansiorakenteesta	17
Kuvio 6. Mallinnustasot (InfraBim 2015d, 5)	19
Kuvio 7. Kaivon mallinnus (InfraBim 2015h, 7)	20
Kuvio 8. Määrälaskennan prosessi (InfraBim 2015j, 17)	21
Kuvio 9. Tekninen havainnollistaminen (InfraBim 2016b, 7)	23
Kuvio 10. Esittävä havainnollistaminen (InfraBim 2016b, 9)	24
Kuvio11. Isoisänsilta (Kreate Oy, 2015)	25
Kuvio 12. Isoisänsillan tiedonvaihto (Alajoki 2015b, 5)	26
Kuvio 13. Isoisänsillan eri mallit (Alajoki 2015b, 11)	28
Kuvio 14. Pissaradan suunniteltu reitti (Liikennevirasto 2016c)	29
Kuvio 15. Tunneliverkon laserkeilaus (Valtonen 2015b, 14)	31
Kuvio 16. Töölön asema (Liikennevirasto 2014, 13)	32
Kuvio 17. Aittajärven sijainti	33
Kuvio 18. Aittajärvellä mitatut pisteet	34
Kuvio 19. Suunniteltu putken linjaus	35
Kuvio 20. Pituusleikkaus	36
Kuvio 21. Aittajärven kansiorakenne	37

TERMIT JA LYHENTEET

BIM	Lyhenne englanninkieliselle termille, Building information model. Suomeksi Rakennuksen tietomalli.
Havainnollistamismalli	Virtuaalimalli, jolla voidaan visuaalisesti havainnollistaa esimerkiksi rakenteita ja rakennuksia.
InfraBIM	Inframallintamisen yhteistyöfoorumi. Vastaa Yleisten infraaatiimusten 2015 kehityksestä.
Lähtötietoluettelo	Taulukko, johon on listattu kaikki hankittu lähtötieto ja tiedot niiden muokkauksista.
Lähtötietomalli	Eri lähteistä hankitut lähtötiedot digitaalisessa muodossa, yksinkertaisimmillaan maastomalli, harmonisoitua raaka-ainetta.
Lähtötietoselostus	Dokumentti, johon tulee liittää tietomalliin liittyvät tiedot ja mahdolliset poikkeamat.
Nykytilamalli	Eli lähtötilamalli, kuvaus kohteen olemassa olevista rakenteista.
Projektipankki	Projektin tietojen keskitetty tallennus paikka, johon pääsy kaikilla projektin osapuolilla.
Raaka-aine	Eri lähteistä peräisin olevaa muokkaamatonta tietoa, jonka pohjalta lähtömalli koostetaan.
Rakennemalli	Malli, josta selviää tiettyjen rakenneosien tiedot.
Suunnitelmamalli	Malli kohteesta, jossa näkyvillä suunnittelijoiden suunnittelu ratkaisut.

Tietomalli	Rakennuksen tietomalli. Projektin tiedot kolmiulotteisesti esitettynä.
Toteumamalli	Malli joka kuvaa lopullisen toteutuksen.
Toteutusmalli	Malli joka kattaa toteutuksen näkökulman rakentamisen, resurssien ja ajoituksen kannalta.
Yhdistelmämalli	Eri malleista yhdistetty tietomalli, jossa on näkyvillä lähtötiedot ja suunnitellut rakenteet.
Ylläpitomalli	Malli joka kattaa ylläpidontarpeet.

1 JOHDANTO

Vuonna 2015 InfraBIM työryhmä julkaisi Yleiset inframallivaatimukset 2015 -ohjeet (myöhemmin YIV 2015) inframallintamisen ohjenuoraksi. Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirryttäessä tällaiselle ohjeistukselle on syntynyt selkeä tarve, jotta tällaiset hankkeet pysyvät selkeinä ja yhtenäisinä.

Tietomallipohjaisesti toteutettuja hankkeita on Suomessa vasta kourallinen, joten niistä on kertynyt kokemuksia melko vähän. Hankkeet ovat olleet lähinnä pilottihankkeita tietomallipohjaisen suunnittelun ja toteutuksen saralla. Näitä hankkeita on dokumentoitu hyvin esimerkiksi infrabim.fi -verkkosivulle, josta löytyy muun muassa videoituja seminaareja hankkeista.

Tässä opinnäytetyössä perehdymme Yleiset inframallivaatimukset 2015:n sisältöön ja sen vaatimuksiin tietomallipohjaisten hankkeiden osalta, sekä siihen miten sen noudattaminen hyödyttää hanketta. Opinnäytetyössämme tutkimme asiansaisten kokemusten perusteella miten tietomallintamista on hyödynnetty kahdessa suuren kokoluokan hankkeessa ja millaisia kokemuksia niistä on saatu.

Osana opinnäytetyötä olemme olleet osallisena toteuttamassa tietomallipohjaisesti Rovaniemen Aittajärvelle rakennettavan yksityisen pienvesivoimalan mittauksia. Projektista saatuja omakohtaisia kokemuksia YIV 2015:n hyödyntämisestä hankkeessa käytämme pohjana opinnäytetyössä. Tämä projekti antaa pienuutensa puolesta näkökulman siihen miten tietomallipohjainen suunnittelu toimii tämän kokoluokan hankkeissa.

Opinnäytetyö on jaettu osiin eri hankkeiden mukaan sekä Yleisiä inframallivaatimuksia koskevaan osioon. Jokaisen hankkeen osalta kokemuksia, mielipiteitä ja hyötyjä ja kehityskohteita on käyty läpi kunkin hankkeen omassa osiossa.

Tutkimus on tehty vertailemalla kokemuksia tietomallipohjaisesta suunnittelusta ja rakentamisesta. Työssä käytettyihin esimerkkiprojekteihin kokemuksia löytyi pääosin Internetin kautta. InfraBIM internetsivustolta löytyi kattavat listaukset eri hankkeista, joissa tietomallintamista on kokeiltu ja käytetty. Esimerkkiprojektien

suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kokemuksista ja mielipiteistä saimme tietoa InfraBIM seminaareista, joissa he olivat esittelemässä hankkeitaan sekä tietomallintamisen hyödyntämistä niissä. Lisäksi olemme hyödyntäneet omia kokemuksia Aittajärvi projektista, jossa pyrimme noudattamaan YIV 2015 -ohjeita tietomallintamisesta.

Vertailuun valitsimme eri kokoluokan hankkeita. Vertailussa olevista hankkeista Isoisänsilta ja Pissararata ovat kokoluokaltaan suuria usean toimijan ja suunnittelijan hankkeita, joita varten ohjeistus on erityisesti tarkoitettu. Itse toteuttamamme Aittajärvi projekti on taas kooltaan toisesta ääripäästä, ollen hyvin pieni hanke.

2 YLEISET INFRAMALLIVAATIMUKSET 2015

Yleiset inframallivaatimukset 2015 on luotu tarjoamaan ja helpottamaan alan toimijoiden yhteistyötä tietomallintamisen käytössä. Ne on tarkoitettu ohjeistukseksi eri osapuolien, kuten tilaajan ja tuottajan välille tarjoamaan yhteiset perissäännöt tietomallintamiseen sitä hyödyntävissä projekteissa. (InfraBIM 2015a, 3.)

Inframallivaatimukset koostuvat 14 osasta ohjeita. Ohjeet käsittelevät kukin eri osa-alueita projektista. Ohjeet on pääosin julkaistu vuoden 2015 aikana ja loput julkaistaan vuoden 2016 aikana. (InfraBIM 2015a, 3.)

Ohjeet ovat kukin otsikoitu aihealueittain seuraavasti:

1. tietomallipohjainen hanke
 2. yleiset mallinnusvaatimukset
 3. lähtötiedot
 4. inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
 5. rakennemallit (maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päälly- ja pintarakenteet, maanrakennustöiden toteutusmallin laadintaohje ja maanrakennustöiden toteutumamallin laadintaohje)
 6. rakennemallit (järjestelmät)
 7. rakennemallit (rakennustekniset rakennusosat)
 8. inframallin laadunvarmistus
 9. määrälaskenta, kustannusarviot
 10. havainnollistaminen
 11. infran hallinta
 12. inframallin hyödyntäminen suunnittelun eri vaiheissa ja rakentamisessa
- (InfraBIM 2015a, 3).

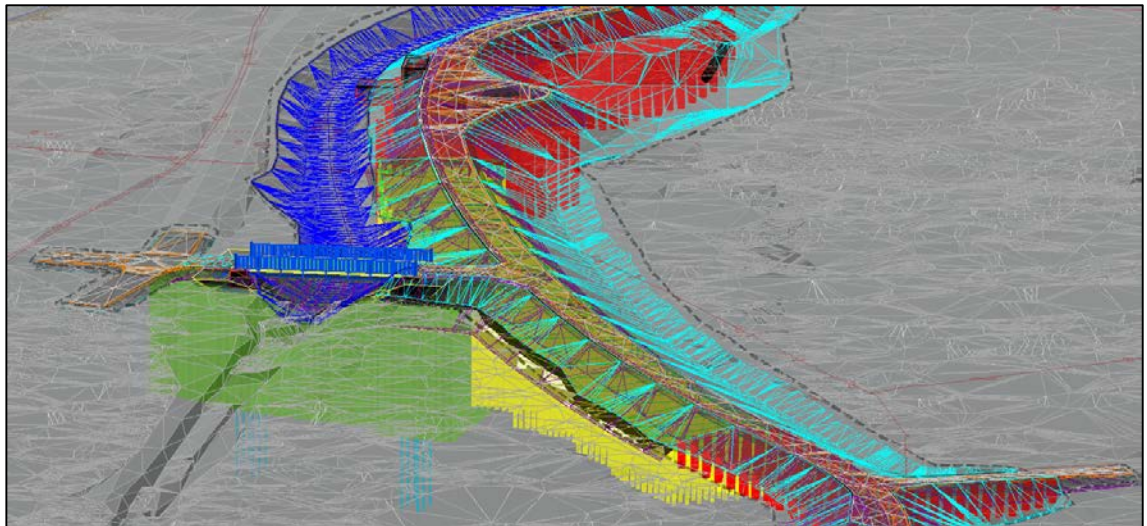
Ohjeiden valmistelusta ovat vastanneet RYM Oy:n PRE-ohjelman InfraFINBIM työpaketin osapuolet ja projektin loppuvaiheessa buildingSMART Finland Infra-toimialaryhmä (suomalaisten kiinteistö- ja infra-alan omistajien ja palvelun tuottajien yhteistyöfoorumi). Ohjeiden valmisteluun on osallistunut myös useita alan

suuria yrityksiä, kaupunkeja ja toimijoita. Tulevaisuuden ylläpito vastuu ohjeista on buildingSMART Finland Infra -toimialaryhmällä. (InfraBIM 2015a, 3.)

2.1 Tietomalli

Tietomallilla tarkoitetaan projektin kaikkia tietoja kolmiulotteisessa muodossa, aina suunnittelusta valmiin lopputuloksen ylläpitoon asti. Tietomalli mahdollistaa tiedon helpon hyödyntämisen, koska kaikki tiedot ovat samassa mallissa. Mallin vahvuuksia ovat teknisten ristiriitaisuuksien helpompi hahmottaminen ja sitä kautta myös kustannuksien helpompi arviointi. (RIL 2016.)

Tietomallintamisen yleistymistä edesauttavat siitä saavutettavat hyödyt. Suunnitelmat ovat paljon havainnollisempia 3D-mallien vuoksi (Kuvio 1). Malleista on mahdollista havaita mahdolliset ristiriidat jo hyvissä ajoin, jolloin niihin voidaan reagoida entistä aiemmin. (Valtonen 2015a.)

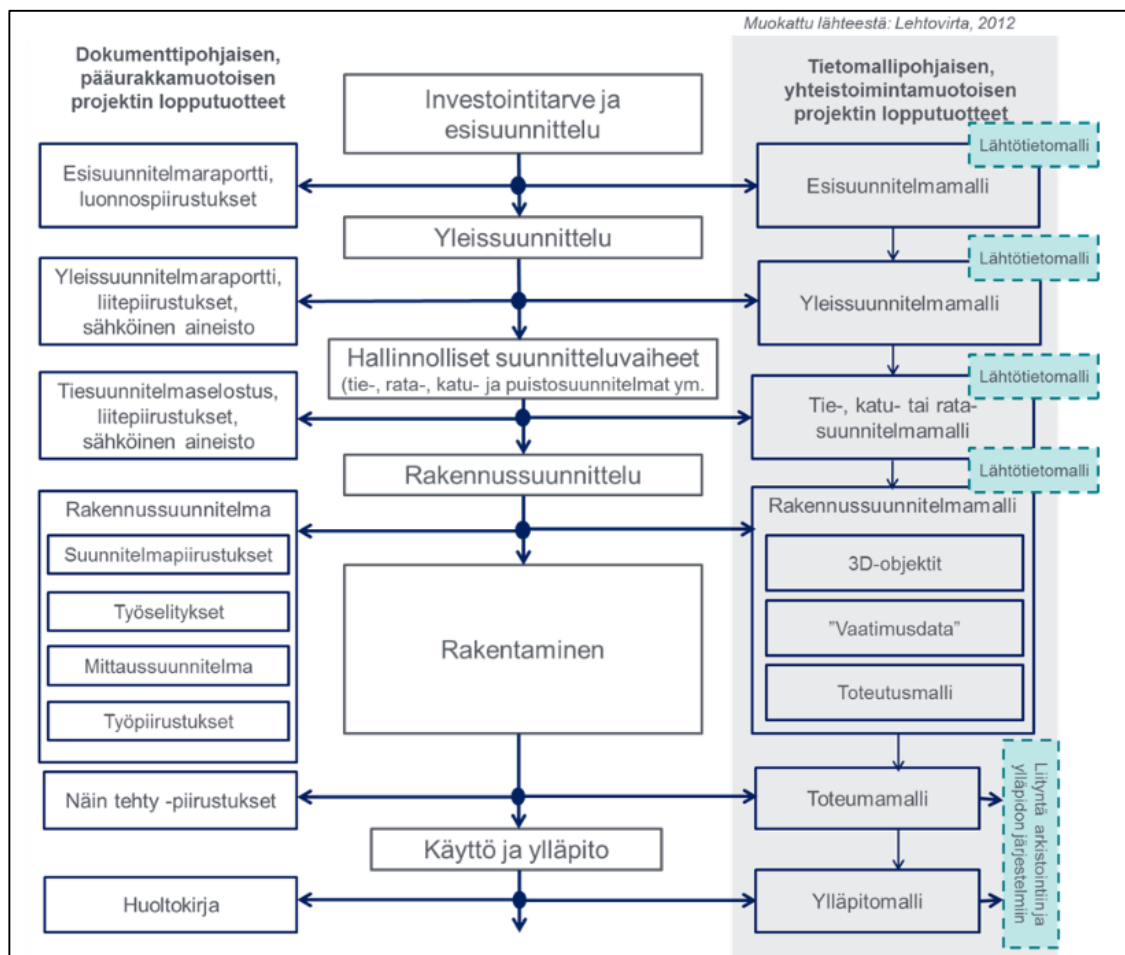


Kuvio 1. Tietomalli (Sipti Infra Oy 2012)

Myös kustannusten hallinta helpottuu, koska malleista saadaan tarkempi tieto esimerkiksi tarvittavista massanvaihdosta ja määristä. Yhteinen yksi malli helpottaa eri toimijoiden yhteistyötä, koska kaikilla on käytössä sama malli, josta löytyy ajantasainen tieto. (Valtonen 2015a.)

Suuremmissa projekteissa on käytössä projektipankki, jota ylläpitää erillinen toimija joka vastaa tietokannan ylläpidosta (esim. Pissararata projekti). Projektipankin avulla samat ajantasaiset tiedot ovat helposti saatavilla kaikille, koska kaikki tarvittava tieto löytyy yhdestä mallista josta voidaan poimia vain kulloinkin tarvittava tieto. Myös tietomallintamisen yhteydessä tiedon ja tiedostojen määrä on suuri. Tähän ongelmaan YIV 2015 tarjoaa ratkaisun yhtenäisellä tiedostojen nimeämisellä ja järjestelyllä. (Valtonen 2015a.)

Tietomallipohjaisen infrahankkeen vaiheet esisuunnittelusta käyttöön ja ylläpitoon menevät kuvion 2 mukaan. Kuviossa on esitettyä perinteisen dokumenttipohjaisen hankkeen vaiheet rinnakkain tietomallipohjaisen hankkeen kanssa. Kuvio havainnollistaa tarvittavat mallit hankkeen eri vaiheissa (Kuvio 2).



Kuvio 2. Infrahankkeen aineisto hankevaiheittain (InfraBIM 2015a, 4)

2.2 Mallinnusvaatimukset

Yleisten inframallivaatimusten 2015 osassa kaksi annetaan mallitekniset vaatimukset, jotka projektin eri osapuolten tulee täyttää, jotta tiedonsiirto ja käytetty tieto olisi yhtenäistä ja toimivaa kaikkien kesken. Ohjeessa kerrotaan vaatimukset seuraaviin asioihin:

- ohjelmistot ja formaatit
- mittayksiköt ja koordinaatistot
- liittyvät standardit ja ohjeet
- infra-nimikkeistöjärjestelmän liittyminen tietomallinukseen
- tietomallintamisen suunnittelu
- tietomalliselostus
- mallien nimeäminen
- mallien julkaisu
- mallien tarkkuus
- tietomallien laadunvalvonta
- luovutettava aineisto.

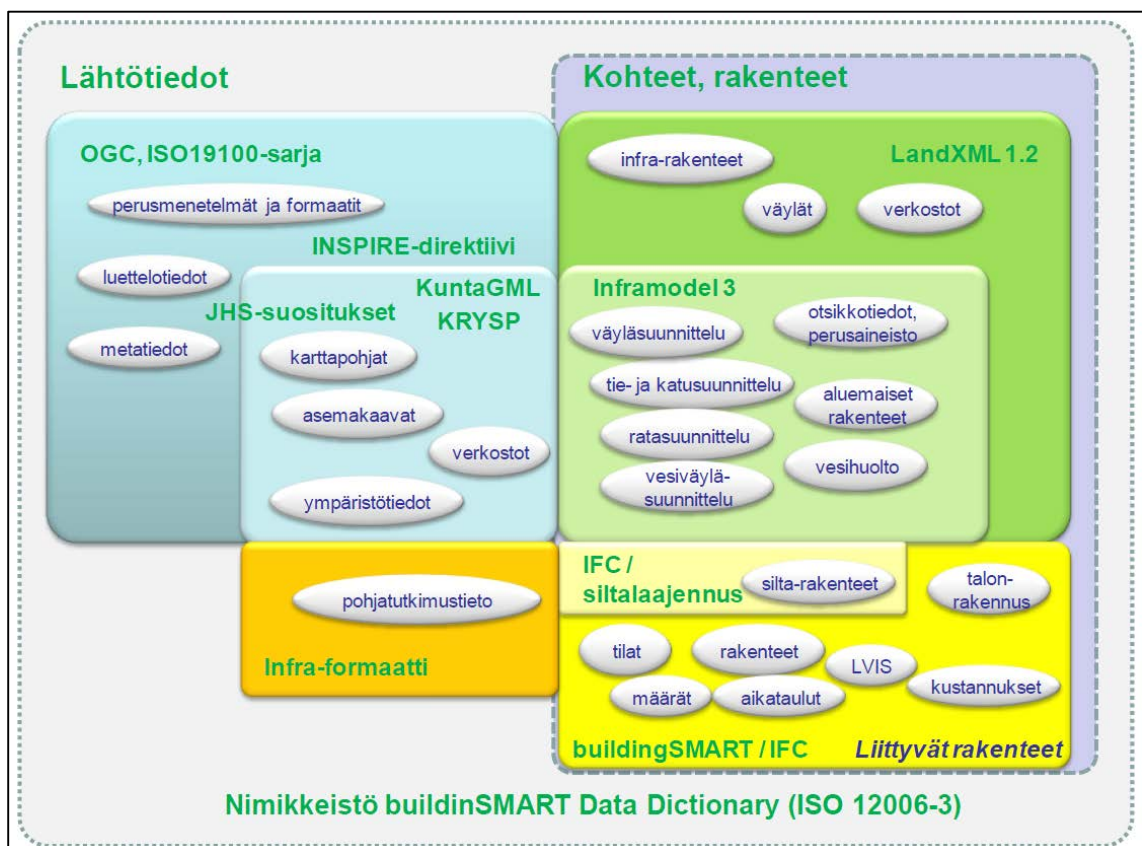
(InfraBIM 2015b, 3 – 4.)

Ohjelmistojen- ja formaattien osalta oheistuksessa kerrotaan millaisia ohjelmistoja sekä formaatteja tulee käyttää. Vaatimuksena on käyttää avoimia formaatteja, jotka tukevat tietomallintamista. Avoimet standardit eivät vielä alkuvaiheessa tue kaikkia inframallintamiseen vaadittavia toimintoja, joten joissain tapauksissa täytyy käyttää ohjelmien omia suljettuja formaatteja. Ideana olisi, että tiedot olisivat käytettävissä mahdollisimman monella eri ohjelmistolla. (InfraBIM 2015b, 8.)

Mittayksiköistä ja koordinaatistoista ohjeet antavat tarkat määritykset. Mittayksikönä on käytettävä metriä ja korkeusjärjestelmänä N2000:ta. Koordinaateista käytetään valtakunnallisella tasolla ETRS-TM35FIN-koordinaatistoa ja tarkem-

malla tasolla käytetään ETRS-GKn-koordinaatistoa, josta käytetään sopivaa projektiokaistaa. Erikoistilanteissa, joissa valtakunnallisia koordinaatistoja ei voida hyödyntää, ohjeet määrittelevät kuinka tulee toimia. (InfraBIM 2015b, 9 – 10.)

Standardien ja ohjeiden osalta ohje antaa tiedot eri inframallintamisen osa-alueilla käytettävistä standardeista ja standardointitahoista. Alla oleva kuvio kuvaa standardien jaottelun karkeasti (Kuvio 3). (InfraBIM 2015b, 11.)



Kuvio 3. Standardien jaottelu (InfraBIM 2015b, 11)

Tärkein inframalliin liittyvä dokumentti on tietomalliselostus, joka tehdään jokaisen mallin yhteydessä. Selostus on tiivistelmä tietomalliin kuuluvista tiedostoista ja työvaiheista sekä siitä miten ja millä niitä on muokattu. Siitä tulee käydä ilmi ainakin seuraavat seikat:

- kohde ja mallin käyttötarkoitus
- sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö
- käytetty ohjelmisto ja sen versio ja tiedostomuodot (osamallit, yhdistelmämalli)

- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä
- osien nimeämis- ja numerointikäytännöt
- mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet mallissa suhteessa kyseisen vaiheen vaatimukseen
- rakenteiden tarkkuus inframallissa verrattuna vaadittuun vaiheeseen
- tuotetut tiedostot
- laadunvarmistustoimenpiteet
- mallin tarkastus- ja hyväksymistiedot
- muut huomioon otavat asiat

(InfraBIM 2015b, 14.)

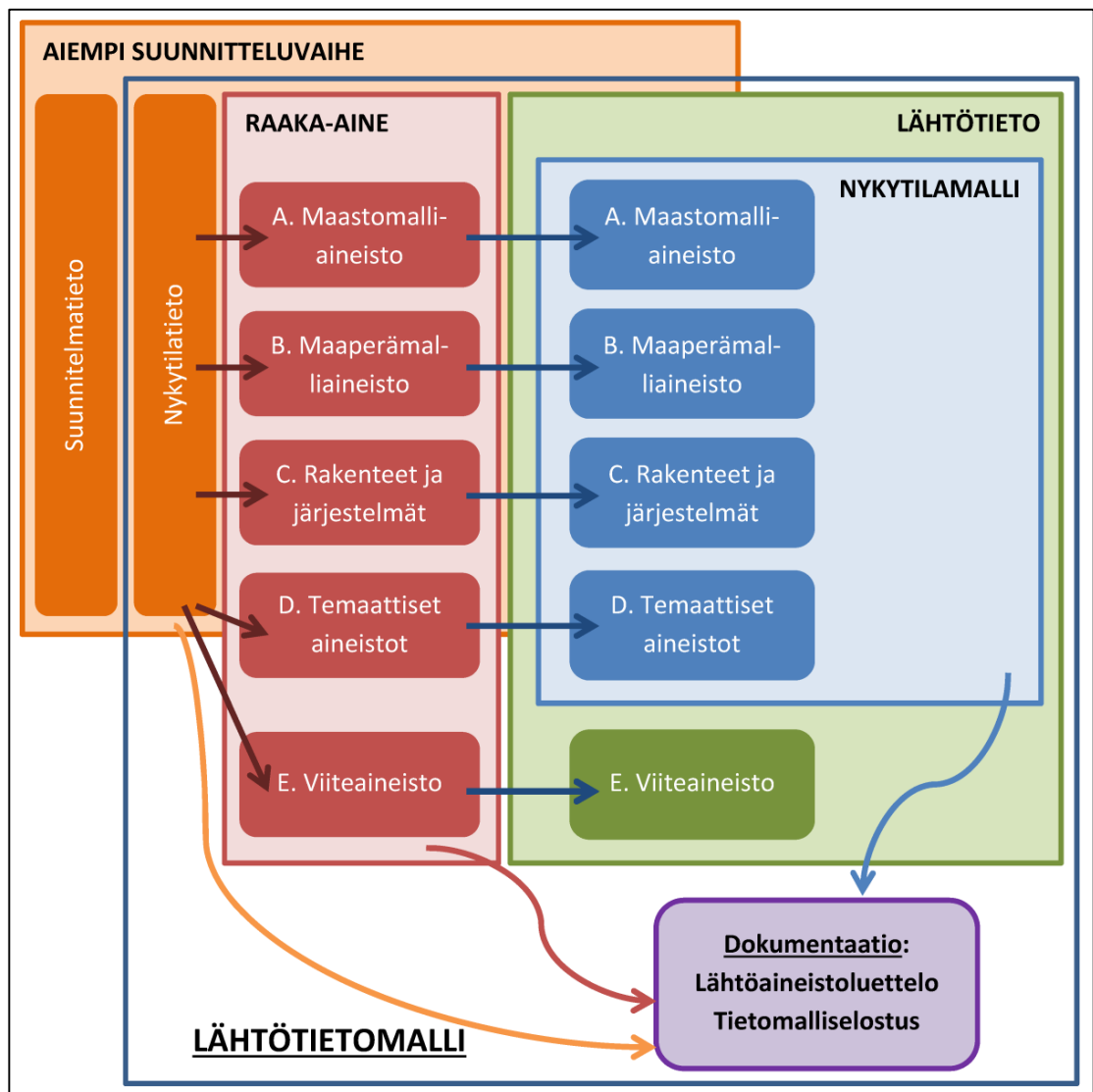
Mallien tiedostonimet tulee nimetä Infra-rakennusosanimikkeistön ja InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti. InfraBIM-nimikkeistö on laajennus osa Infra-rakennusosanimikkeistölle. Tiedoston nimien tulee olla selkeitä joista käy ilmi mitä ne sisältävät. Nimissä tulee myös huomioida sallitut merkit, numerot ja erikoismerkit, jotta tiedostot aukeaisivat kaikilla tarvittavilla laitteilla. (InfraBIM 2015b, 15.)

Inframallin luovutuksesta ja mahdollisesta julkaisusta sovitaan projektin alussa. Luovutettavan aineiston tarkkuuteen vaikuttaa suunnitteluohjeissa esitetyt tarkkuusvaatimukset. Inframallia luovuttaessa on aina luovutettava myös tietomalliselostus. Aineistoa luovutettaessa on selvitettävä mitä tietoa saa luovuttaa, eli onko vastaanottajalla oikeus käyttää mallin tietoja. Luovutuksen yhteydessä laaditaan luovutussopimus, joka määrittää mallin käyttöä ja luovuttamista edelleen. (InfraBIM 2015b, 16.)

2.3 Lähtötiedot

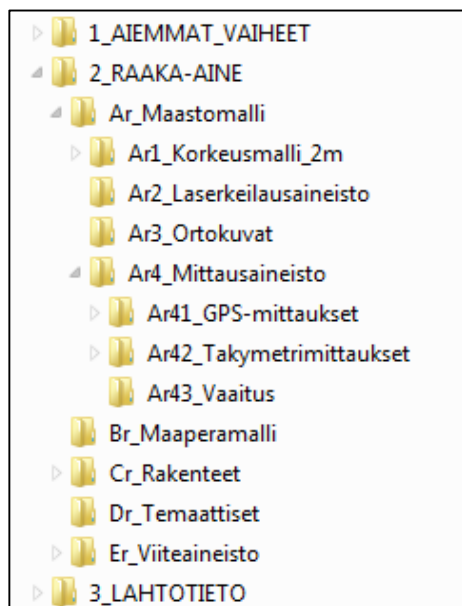
Ohjeiden osassa 3 kerrotaan hankkeiden sisällölle annettavat vaatimukset. Siinä myös kerrotaan yhteinen kansiorakenne, jonka mukaan eri lähtötiedot, raaka-aineet ja aiempien vaiheiden tiedot tulee järjestää, jotta tiedon luettavuus on helppoa kaikille. (InfraBIM 2015c, 4.)

Lähtötietomallilla tarkoitetaan projektin kohteen nykytilaa. Lähtötietoon luettavia malleja ovat mm. maastomalli, kaavamalli, maaperämalli ja olemassa olevien rakenteiden malli sekä erilaiset luvat ja päätökset (Kuvio 4). Malli sisältää ainoastaan jo olemassa olevia tietoja, eikä siihen kuulu suunniteltuja rakenteita. (InfraBIM 2015c, 4.)



Kuvio 4. Lähtötietomallin muodostaminen (InfraBIM 2015c, 6)

Lähtötietomallin kansiorakenne rakentuu suunnitteluvaiheen aineistosta (AIEMMAT_VAIHEET), kootuista lähtötietoaineistoista (RAAKA-AINE) ja harmonisoituista eli mahdollisimman pitkälle jalostetuista raaka-aineista (LAHTOTIETO). Lähtötiedon muodostavan raaka-aineen hankinnassa tulee ottaa huomioon YIV 2015 -ohjeistuksen ja hankkeen formaatti ja koordinaatisto vaatimukset. Tällöin raaka-aine on suoraan hyödynnettävissä, eikä sen muokkaamiseen kulu aikaa niin paljon. Kansio rakenteessa raaka-aine tuodaan suoraan raaka-aine kansioon ja niiden tiedostonimet pidetään alkuperäisinä, myös itse tiedostot säilytetään koskemattomina raaka-aine kansiossa, koska se on lähtötietomallin lähtöaineistoa. Aiemmista suunnitteluvaiheista tulleet aineistot tuodaan AIEMMAT_VAIHEET-kansioon, josta kopioidaan kaikki lähtötietomallin kannalta tärkeät aineistot joko RAAKA-AINE-kansioon tai LAHTOTIETO-kansioon (Kuvio 5). (InfraBIM 2015c, 6, 9-10.)



Kuvio 5. Esimerkki kansiorakenteesta

Raaka-ainetta muokattaessa muokattu tieto siirretään suoraan LAHTOTIETO-kansioon. Muokkaus tarkoittaa tässä tilanteessa aineiston harmonisointia. Aineistoa muutetaan yhtenäisemmäksi esimerkiksi koordinaattimuunnoksilla tai formaatteja yhtenäistämällä. Myös useampia tiedostoja voidaan yhdistää, jotta niiden käytettävyys paranee. (InfraBIM 2015c, 13.)

Kansioiden ja tiedostojen nimeämiseen on annettu erittäin tarkat ohjeet osassa 3. Tämä on tarpeen varsinkin eri loppukäyttäjien kannalta, koska monet työlaitteet esimerkiksi GPS-laitteet ovat tarkkoja sallituista merkeistä, joita tiedostonimissä saa olla. Lisäksi yhtenäinen nimeämistapa selkeyttää oikean tiedon löytämistä.

Lähtötietomallin mukana kulkee aina kaksi muuta dokumenttia, lähtöaineistoluettelo ja lähtötietomallin tietomalliselostus. Lähtöaineistoluettelo on listaus kaikista lähtötietomallin tiedostoista. Lisäksi luetteloon on koottu tiedot aineistojen muokkauksista. Lähtötietojen tietomalliselostus on dokumentti, johon kirjataan kaikki lähtötietojen myöhempään käyttöön ja luotettavuuteen vaikuttavat asiat. Vaikka lähtöaineistoluettelo ja tietomalliselostus ovat erilliset dokumentit, täydentävät ne silti toisiaan. Siinä missä lähtöaineistoluettelo kuvaa lähtötietomallin lähtötietoja, kuvaa tietomalliselostus sitä, mitä on tehty. (InfraBIM 2015c, 14, 19.)

2.4 Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa

YIV 2015 ohjeiden neljäs osa käsittelee eri mallinnettavien kohteiden, kuten ratojen, teiden tai puistojen mallinnusvaatimuksia alkusuunnitteluvaiheessa. Ohjeen myöhemmistä osista löytyy mallinnusohjeet eri rakenneosille. (InfraBIM 2015d, 4.)

Mallinnustarkkuus vaihtelee hankkeen suunnitteluvaiheesta ja rakenneosasta riippuen. Ohje jaottelee mallinnuksen seuraaviin vaiheisiin: esi- ja tarveselvitys-vaiheeseen, yleissuunnitteluvaiheeseen sekä tie-, katu- ja ratasuunnitteluvaiheeseen. Mallinnustarkkuudet on määritelty ohjeessa seuraavan kuvan mukaisesti (Kuvio 6). (InfraBIM 2015d, 5.)

Mallinnustaso	Mallinnustarkkuus
0	Lähtökohtaisesti ei mallinneta. Voidaan sopia hankekohtaisesti.
1	Mallinnetaan osan ulkopinnat. Ei vaadita tilavuusominaisuuksia, 2D-pinta, aluerajaus tai taiteviiva riittää.
2	Mallinnetaan osat 3-uloitteisina kappaleina, pintoina tai taiteviivoina. Malli toimii määrälaskennan perusteena, mutta tarkentuu jatkosuunnittelussa. Objektien ominaisuustiedoista kerrotaan vain ko. suunnitteluvaiheessa olennaiset asiat.
3	Mallinnetaan osat kokonaisuudessaan. Sisältää täydellisen kuvauksen rakenteesta. (Tarvittavat ominaisuustiedot on kerrottu YIV-ohjeiden osissa 5-7)
H	Mallinnus ja sen tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti

Kuvio 6. Mallinnustasot (InfraBIM 2015d, 5)

2.5 Rakennemallit

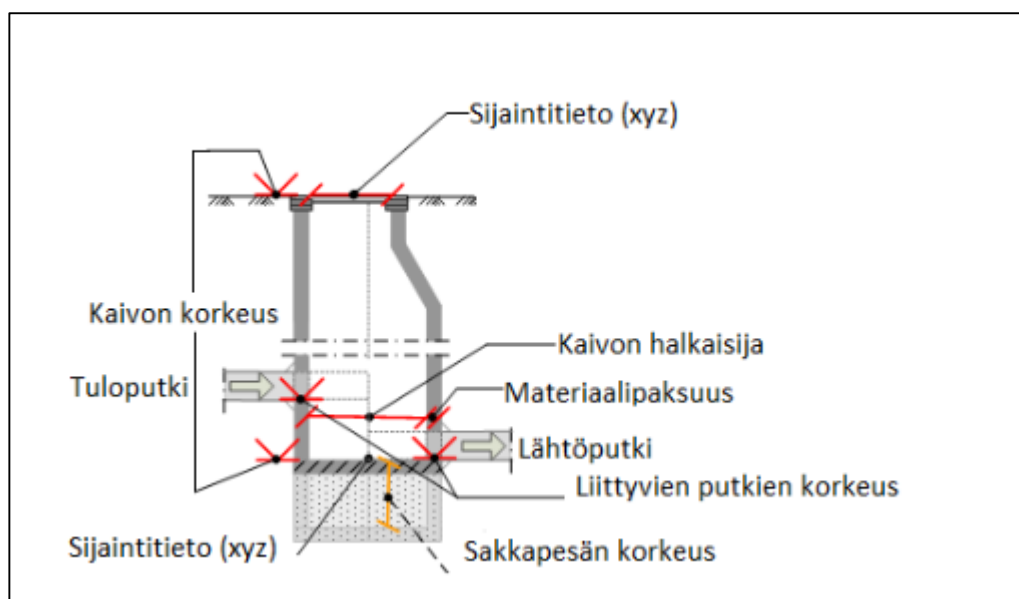
Ohjeen osat 5-7 käsittelevät mallinnusvaatimuksia rakentamiseen tähtäävässä suunnittelussa. Niissä annetaan tarkat mallinnustasot jokaiselle rakenneosalle. Ohjeet on nimetty rakennemalleittain seuraavasti, 5.1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällyys- ja pintarakenteet, 5.2 Maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje, 5.3 Maarakennustöiden toteutumamallin laadintaohje, 6.1 Järjestelmät ja 7.1 Rakennustekniset rakennusosat. Rakennusosat tulevat suoraan InfraRYL 2012 -rakennusosanimikkeistöstä. Rakennusosat on numeroitu ohjeissa Infra Rakennusosa- ja hankenimikkeistön mukaan. (InfraBIM 2015a, 3.)

Osassa 5.1 kerrotaan siis tarkat mallinnusvaatimukset geometrian ja ominaisuuksien osalta, maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällyys- ja pintarakenteista. Nämä vaatimukset on tarkoitettu ainoastaan rakennussuunnitelmavaiheessa tuotettavien mallien käyttöön. Käytännössä ohjeissa annetaan esimerkiksi geometria tieto, että paalu mallinnetaan objektina xyz-koordinaatistossa ja ominaisuuksien osalta esimerkiksi paalusta tulee mallintaa muun muassa paalun koko, paalutus-työluokka, paalun kestävyuden mitoitusarvo. (InfraBIM 2015e, 4, 8.)

Osassa 5.2 annetaan vaatimukset toteutusmallien pintojen tarkkuuksiin maarakennuksen osalta. Tämä ohje onkin tärkeässä osassa työkoneohjausmallien käyttöön liittyvien mallien teossa. Yksinkertaisuudessaan tässä ohjeessa kerrotaan miten, milloin ja miksi kukin pinta tulee mallintaa. (InfraBIM 2015f, 3.)

Ohjeiden osassa 5.3 maarakennustöiden toteumamallin laadintaohjeen tarkoituksena on saada toteumamalli osaksi inframallia. Toteumamalli siis sisältää suunnitelmien ja toteutuksen lopullisen toteuman, josta selviää kaikki rakentamisen mittaamisessa ja työkoneautomaatiossa käytetty tietosisältö. (InfraBIM 2015g, 4.)

Ohjeen osassa 6.1 mallinnusohjeet annetaan INFRA2015 rakennusosa- ja hanke-nimikkeistä löytyvän JÄRJESTELMÄT-otsikon alle kuuluville rakenneosille. Näihin rakenneosiin kuuluvat seuraavat rakenneosat pääotsikoittain: vesihuollon järjestelmät, turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät, sähkö-, tele- ja kone-tekniiset järjestelmät, lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät. Näistä rakenneosista löytyy mm. vesikaivon mallinnusohjeet (Kuvio 7). Kuvio kerrotut kohdat siis kaikki on mallinnettava. (InfraBIM 2015h, 4.)



Kuvio 7. Kaivon mallinnus (InfraBIM 2015h, 7)

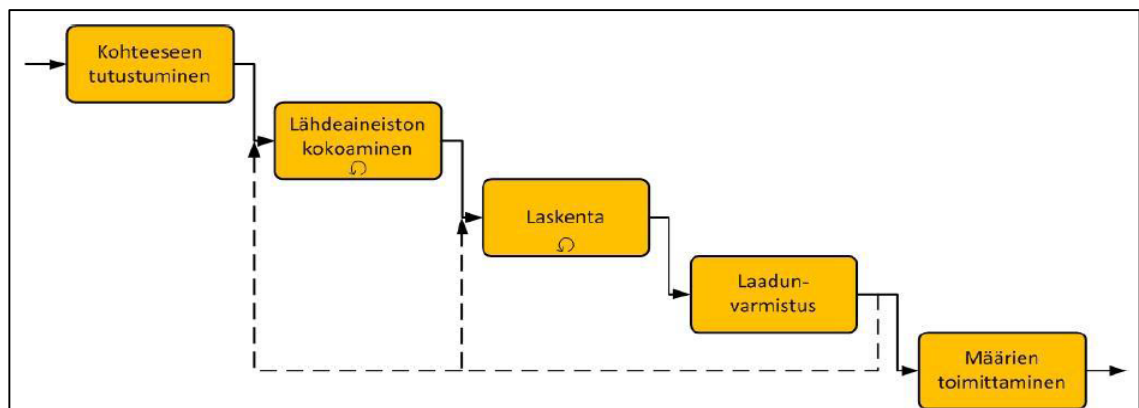
Rakennusteknisten rakenneosien mallintaminen ja niiden tarkkuus projektin eri-vaiheissa käsitellään ohjeiden osassa 7. Ohjeen tarkoitus on varmistaa, raken-nusosien mallinnustarkkuuden olevan yhtäläinen eri projektien ja niiden osien kesken. Samaa aihetta on käsitelty Liikenneviraston Siltojen tietomalliohjeessa sekä Helsingin kaupungin rakennusviraston taitorakenteiden tietomalliohjeessa.

Osaa 7 tullaan vielä päivittämään ja täydentämään kokemusten karttuessa. (InfraBIM 2015i, 4.)

2.6 Määrälaskenta ja kustannusarviot

Yksi suurimmista inframallintamisen hyödyistä on tarkkojen määrätietojen tuottaminen. Tarkkojen määrätietojen ansiosta urakoitsijoiden on helpompi tehdä tarjouksia ja suunnittelijoilla kustannusarvioita rahoituspäätöksien tueksi. (InfraBIM 2015j, 4.)

Määrälaskennan perusteena käytetään aina yhdistelmämallia. Yhdistelmämallissa on mallinnettuna koko hankkeen tiedot, joten sitä käyttämällä saadaan kokonaisvaltaisin arvio määrästä. Alla olevasta kaaviosta selviää määrälaskennan prosessi (Kuvio 8). Mallia, josta määrät lasketaan, kutsutaan aina laskentavaiheessa määrälaskentamalliksi. Määrälaskentamallista tulee tehdä määrälaskentaseloste ja määräluettelo, joista käy ilmi käytetyt laskentaperusteet. Selosteeseen ja luetteloon kerätään kaikki tiedot käytetyistä objekteista ja pinnoista ynnä muista. (InfraBIM 2015j, 6.)



Kuvio 8. Määrälaskennan prosessi (InfraBIM 2015j, 17)

Itse määrälaskenta suoritetaan tarkoituksen mukaisella tietokoneohjelmistolla mallin perusteella. Ohjelmisto on suuressa roolissa määrälaskennan luotettavuuden kannalta ja siksi sen valintaan kannattaa panostaa. (InfraBIM 2015j, 19.)

2.7 Laadunvarmistus

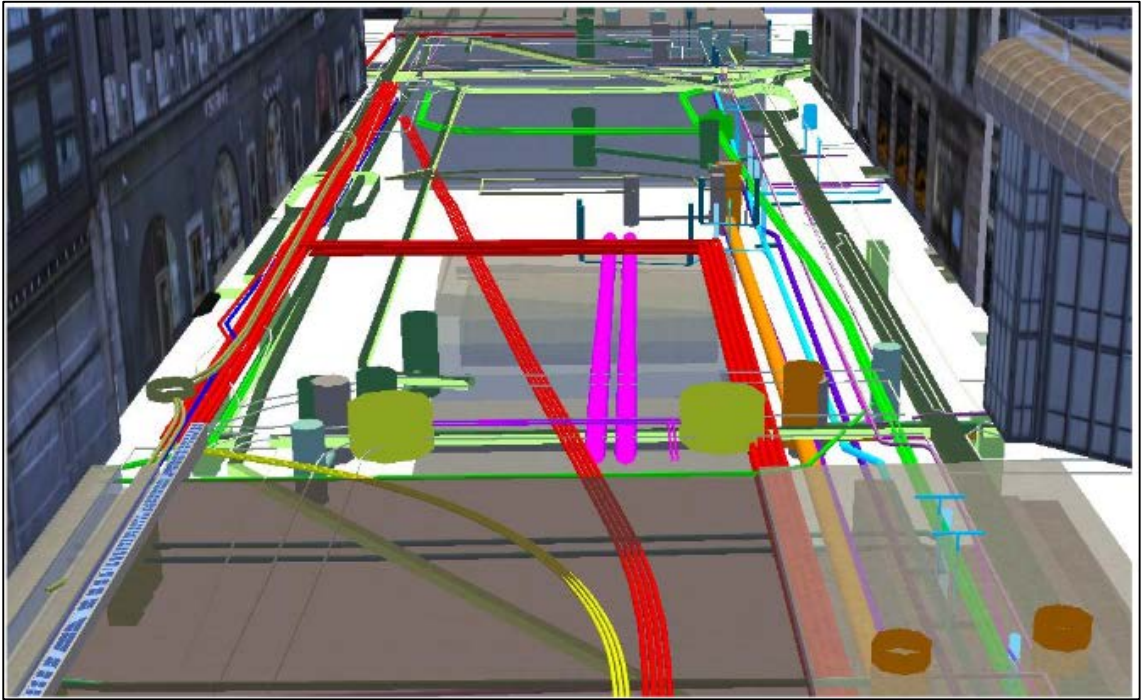
Laadunvarmistuksen tavoitteena on, että tarvittavat tiedot tuotetaan hankekoh- taisten ja alan yleisten ohjeiden mukaan. Lisäksi on tärkeä turvata ketju, jossa edellisten hankkeiden toteutusmallit toimivat uusien hankkeiden lähtötietoina. Näin varmistetaan, että suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpitovaiheet ovat tehok- kaita. (InfraBIM 2016a, 4 – 5.)

Laadunvarmistuksen tavoitteena on havaita malleissa mahdollisesti esiintyvät vir- heet ajoissa. Tietomallintamisessa mallintuottaja on vastuussa tietomallin sisäl- löstä ja siitä, että se on tuotettu hankkeen vaatimusten ja yleisten ohjeiden mu- kaan. Tilaajalla on velvollisuus tarkistaa laadunvarmistusdokumentit ja mallit. Mi- käli virheitä löytyy, palautuu malli takaisin sen laatijalle. Koska tietomallinnus ei vielä ole arkipäivää infrarakentamisessa, tulee mallin tekoon kuluva aika huomi- oida urakan aikataulussa. (InfraBIM 2016a, 9.)

2.8 Havainnollistaminen

Havainnollistaminen on tärkeimpiä työkaluja tietomallin analysoinnissa. Varsinkin suunnitteluvaiheen aikana havainnollistamisen hyödyt tulevat esiin, kun mallia voi tarkastella ”valmiin näköisenä”. Havainnollistamien jaetaan kahteen eri lajiin, tek- niseen havainnollistamiseen ja esittävään havainnollistamiseen. (InfraBIM 2016b, 4.)

Tekninen havainnollistaminen on tarkoitettu lähinnä suunnittelijan, tilaajan, johto- ryhmän ja työntekijöiden käyttöön, helpottamaan hankkeen kokonaiskuvan hah- mottamista. Teknisessä mallissa eritellään objektit väreillä ja muilla visuaalisilla tavoilla (Kuvio 9). Eroteltuja asioita ovat mm. nykytila, suunnitellut rakenneosat, purettavat kohteet, toteutuneet rakenneosat ja epävarma tieto. YIV 2015:n osassa 10 kuvataan erimallinnus osissa käytettävät värisävyt teknisen mallinnuk- sen osalta. Käytettävät värisävyt ovat Infra 2006 -rakennusosanimikkeistön mu- kaisia. (InfraBIM 2016b, 4 – 5.)



Kuvio 9. Tekninen havainnollistaminen (InfraBIM 2016b, 7)

Esittävä havainnollistaminen taas on tarkoitettu enemmän ison yleisön käyttöön. Esimerkiksi suunnitteluhankkeessa on mukana asiantuntijoita, päättäjiä, virkamiehiä ja kansalaisia, jolloin esittävällä havainnollistamisella saadaan kaikki ymmärtämään projektin sisältö paremmin. Esittävä havainnollistaminen on visuaalisesti ”hienompi” ja valokuvamaisempi, jolloin se antaa hankkeesta paremmin myyvän kuvan (Kuvio 10). Se ei myöskään yleensä sisällä muuta tietoa kuin geometrian ja pintamateriaalien tiedot. Teknisestä havainnollistamisesta esittävän havainnollistamisen parhaiten erottaa muun muassa istutuksista ja puista sekä valaistuksesta, jotka ovat vielä suunnittelijan näkemyksiä. (InfraBIM 2016b, 9.)



Kuvio 10. Esittävä havainnollistaminen (InfraBIM 2016b, 9)

2.9 Infran hallinta ja korjausrakentaminen

Vaikka YIV 2015 ohjeistus on tarkoitettu pääasiassa uudisrakentamiseen, antaa se myös ohjeita korjausrakentamiseen ja ylläpitoon. Korjausrakentaminen muistuttaa monissa infrarakentamisen hankkeissa teknisesti uudisrakentamista. Mallintamisen edut korjausrakentamisessa ovat hyvin pitkälti samoja kuin uudisrakentamisessa. (InfraBIM 2015k, 5.)

Erityisesti korjausrakentamisessa eri lähtötietoaineistoja on jo olemassa edellisistä rakennusvaiheista, joten niitä yhdistelemällä saadaan hyvät lähtötiedot hankkeelle. Inframallintaminen luokin tulevaisuuden korjausrakentamiselle hyvän pohjan valmiiden tietomallien avulla. (InfraBIM 2015k, 5.)

3 ISOISÄNSILTA

Isoisänsilta on Kalasataman ja Mustikkamaan yhdistävä silta Helsingissä (Kuvio 11). Sillan rakentaminen aloitettiin vuonna 2014, itse silta on jo valmis, mutta rantojen maanrakennustyöt ovat vielä kesken. Helsingin kaupungin rakennusvirasto päätti toteuttaa projektin kokonaan tietomallipohjaisena. Projekti toimi kaupungille ja urakoitsijoille pilottihankkeena tämän kaltaisesta toteutustavasta. Helsingin kaupunki kilpailutti siltahankkeen tietomallina, jolloin urakoitsijat saivat lasketua kaikki tarvittavat massat ym. suoraan mallista. (Alajoki 2015a.)



Kuvio 11. Isoisänsilta (Kreate Oy, 2015)

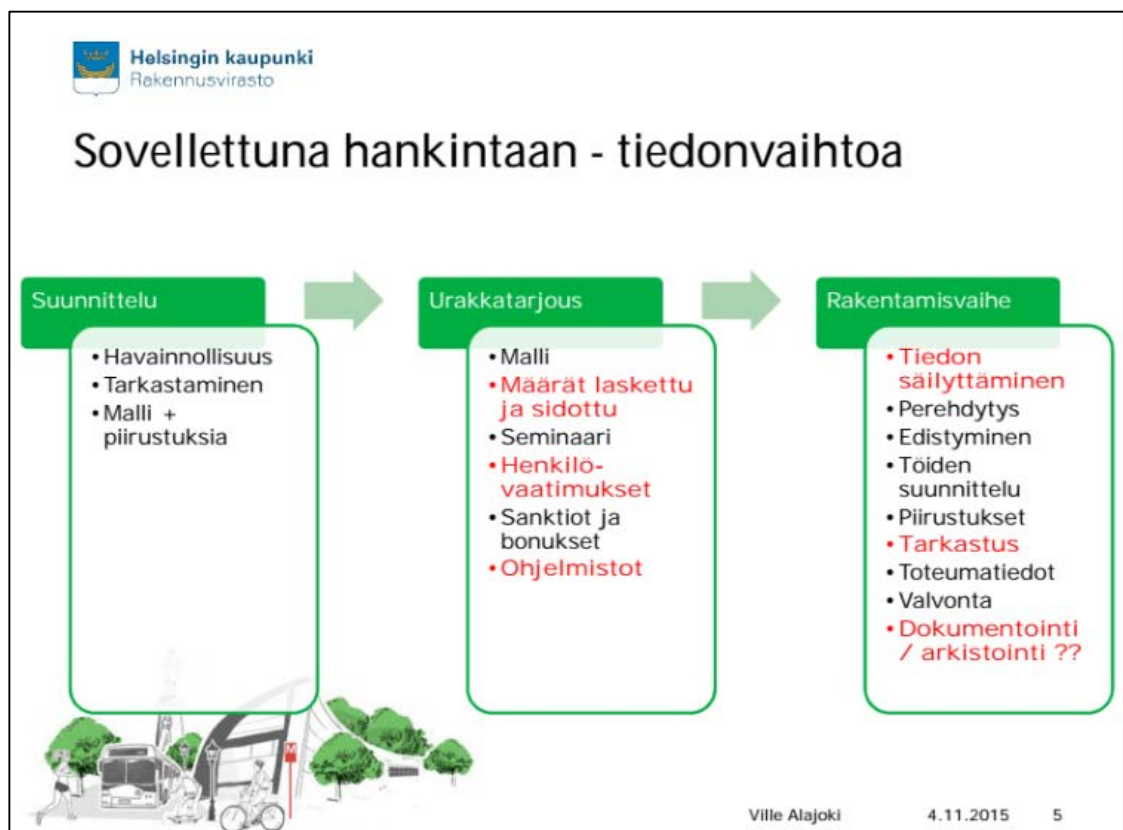
3.1 Urakoitsijan näkökulma

Pääurakoitsija Kreate Oy:n mukaan Isoisänsilta on ensimmäinen kokonaan tietomallipohjaisesti toteutettu siltahanke Suomessa. Rakennustöiden yhteydessä eri urakoitsijat saivat paljon arvokasta kokemusta ja tietoa tietomallipohjaisen hankkeen toteuttamisesta. Kreaten mukaan kokemus sillanrakennuksesta yhdistettynä nykyaikaiseen tietomallin on ollut suureksi hyödyksi, vähentäen ristiriitoja ja tehostaen eri työvaiheita. He myös toteavat tämän näkyneen kustannuksissa.

Yhtenä mallinnettavana kohteena Kreatella oli työtelineiden mallinnus, näitä mallinnettaessa havaittiin ristiriitoja varsinaisen rakenteen kanssa, joita ei olisi muuten huomattu ja näin ollen niihin pystyttiin reagoimaan ajoissa. Mallin avulla työtelineet pystyttiin suunnittelemaan rakentamisen kannalta helpommin toteutettaviksi. (Kreate Oy, 2015.)

3.2 Tilaajan näkökulma

Helsingin Kaupungin rakennusviraston Ville Alajoki kertoi InfraBIM-seminaarissa 4.11.2015 projektin etenemisestä ja kuinka inframallintaminen toimi hankkeessa (kuvio12). Helsingin kaupunki toimi hankkeessa tilaajana. Alajoen esityksen mukaan kaupungilla oli heti alusta alkaen kunnianhimoinen tavoite toteuttaa hanke kokonaan tietomallipohjaisesti, jolloin kaikilla osapuolilla on viimeisin tieto käytävissä. Näin ollen oli tärkeää saada tieto kulkemaan järjestelmissä kaikkien osapuolten kesken. (Alajoki 2015a.)



Kuvio 12. Isoisänsillan tiedonvaihto (Alajoki 2015b, 5)

Jo urakkakysely toteutettiin tietomallista, joka on vielä harvinaista Suomessa. Suunnitelmasta saatiin tarkat määrälaskennat, joiden pohjalta urakoitsijat tekivät omat tarjouksensa (kuviot 12). Ville Alajoen mukaan perinteisesti toteutetut urakkakyselyt, joissa urakoitsijat tekevät omat laskentansa ovat huomattavasti epätarkempia. Näin ollen jo tässä vaiheessa tiedettiin hankkeen kokonaiskustannukset melko hyvin. (Alajoki 2015a.)

Tietomallipohjaisen toteutuksen mukana tuli vaatimus urakoitsijan osaamisesta tietomallin hyödyntämisessä. Kaupungilla oli myös vaatimus, että työmaalla tuli aina olla henkilö joka hallitsee tietomallien käytön. Urakoitsija palkkasikin työmaalle oman tietomallikonsultin, joka varmisti että työmaalla osattiin hyödyntää tietomallia oikein. (Alajoki 2015a.)

Hankkeen aikana ainoat perinteiset piirustukset tuotettiin sillan rakenteiden valmistamisesta vastanneelle konepajalle, jolla ei Alajoen mukaan ollut vielä valmiuksia hyödyntää tietomallia valmistuksessaan. Rakenteiden suurten kustannusten vuoksi ei haluttu ottaa riskiä, mikä olisi voinut seurata tietomallien virheellisestä tulkitsemisesta. (Alajoki 2015a.)

YIV 2015-ohjeistuksen mukaan tulisi käyttää avoimia formaatteja, mutta tässä projektissa käytettiin Teklan natiiviformaattia. Ville Alajoen mukaan avoimet formaatit eivät ole vielä tänä päivänä tarpeeksi luotettavia ja kehittyneitä verrattuna esimerkiksi Teklan formaattiin. Urakassa käytettiin kaikkien osapuolten kesken samaa ohjelmistoa ja ohjelmistoversiota, tällä varmistettiin tiedon yhteensopivuus. Myös tiedon säilytykseen ja ajantasaisuuteen kiinnitettiin erityistä huomiota. Urakkasopimuksessa vaadittiin, että urakoitsija siirtää joka yö tiedot omiin järjestelmiinsä, jotta työnteko ei keskeytyisi tietoliikenne katkosten takia. (Alajoki 2015a.)

Lisäksi uutena haasteena tuli tietomallin arkistointi. Tietomalli formaattien jatkuvien muutosten vuoksi yhdessä formaatissa tallennetut mallit eivät välttämättä ole käytettävissä vuosien tai vuosikymmenten päästä. Kaupunki onkin päätenyt arkistoimaan ne useammassa muodossa, jopa paperisena. (Alajoki 2015a.)

Alajoen mukaan tietomallihankkeissa yksi malli ei välttämättä riitä kattamaan koko hanketta. Isoisänsilta hankkeessa käytettiinkin useita malleja eri vaiheiden ja rakenteiden osalta. Ensimmäinen malli oli arkkitehtimalli, josta saatiin sillan geometria suunnittelijoille (Kuvio 13). Suunnittelijoiden tekemät väylämallit, silta-malli sekä lähtötietomalli muodostivat yhdistelmämallin. Työmallissa tuli myös ottaa huomioon esimerkiksi lämpötilan muutoksen vaikutukset 170 metriä pitkiin teräsrakenteisiin. (Alajoki 2015a.)



Kuvio 13. Isoisänsillan eri mallit (Alajoki 2015b, 11)

4 PISARARATA

Pisarrarata on Helsinkiin suunnitella oleva noin kahdeksan kilometrin mittainen ratahanke. Toteutuessaan rata kulkisi Pasilasta Alppipuistoon, josta alkaisi Hakaniemen, keskustan ja Töölön alittava noin kuusi kilometriä pitkä tunneli. Tunneli päättyisi Eläintarhassa, josta rata jatkuisi Pasilaan. Radan tarkoituksena olisi helpottaa Pasilan ja päärautatieaseman välisiä ruuhkia. Pisarraradan nimi tulee sen pisaramaisesta muodosta (Kuvio 14).



Kuvio 14. Pisarraradan suunniteltu reitti (Liikennevirasto 2016c)

4.1 Tietomallinnus Pisarrarata

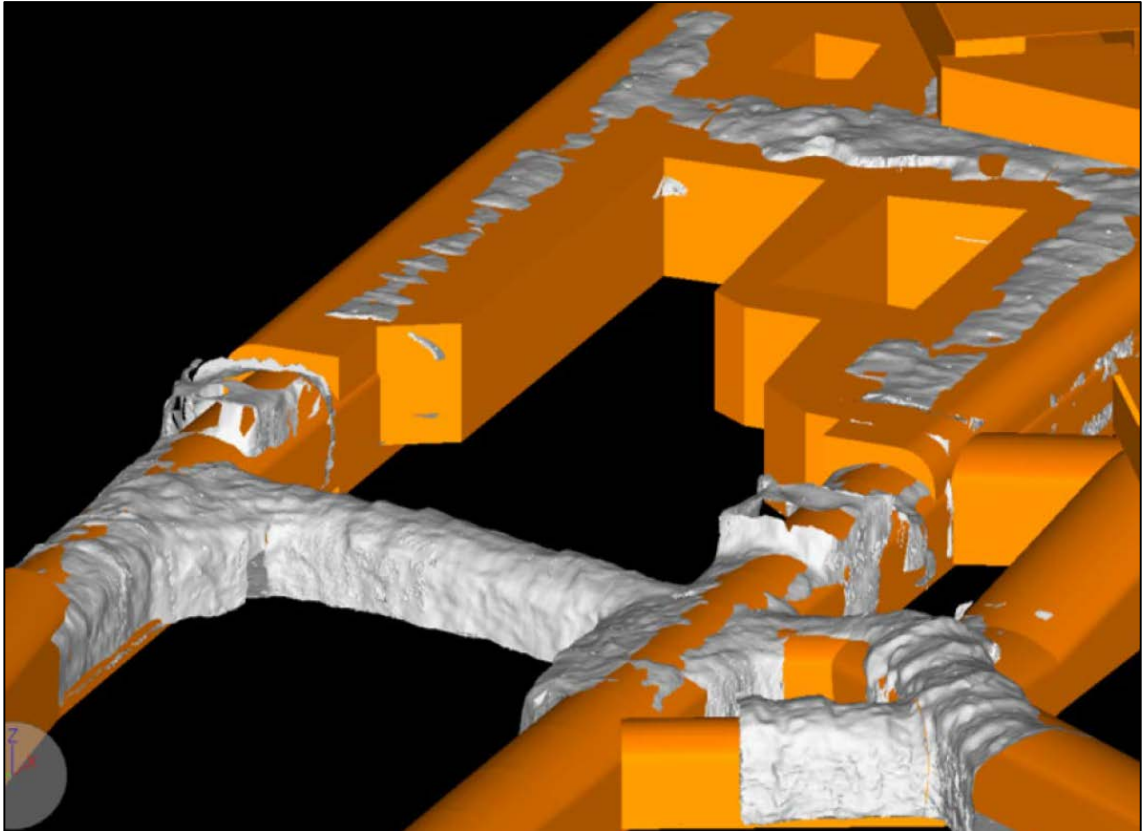
Pisarraradan suunnitteluvaiheessa projektin eri osapuolien ja suunnittelijoiden on tullut käyttää tietomallintamista tehokkaasti hyväkseen. Hankkeen suunnittelun

jokainen osa-alue oli aikataulutettu tarkasti, ja näistä osista koottiin yhdistelmämalli. Ennen aineistojen hyväksymistä, niiden oikeellisuus varmistettiin, jotta eri osat ovat yhteensopivia toistensa kanssa. Tärkeänä osana on ollut myös yhteinen tietokanta, Pissararadan ylläpitopalvelu, jotta jokaisella on ollut käytössään viimeisin versio aineistosta. Suunnitteluvaiheessa tärkeäksi havaittuja etuja ovat mm. kustannusten seuranta ja parempi arviointi sekä esimerkiksi olemassa olevan kunnallistekniikan havainnointi. Projektin hinta-arvion ollessa lähes miljardin euron luokkaa, tietomallintamisen edut näkyvät selvästi budjetoinnissa. (Liikennevirasto 2016a.)

Pissararadan rakentamisvaihe ei siis ole vielä käynnistynyt, eikä sen käynnistymisajankohdasta ole vielä varmuutta, mikäli se edes koskaan käynnistyy. Yhtenä tärkeänä seikkana eri suunnittelijat ovatkin nähneet, että suunnittelu aineiston tulee olla käypää vielä 10-vuodenkin kuluttua, joitain seikkoja ei siis ole voitu vielä suunnitella/mallintaa täydellisen tarkasti. (Liikennevirasto 2016b.)

4.2 Toimijoiden näkökulmia hankkeesta

Pissararatahankkeen tietomallintamisesta kertoi Helsingissä 3.12.2015 järjestetyssä seminaarissa Sweco PM Oy:n Perttu Valtonen. Hankkeen haasteista Valtonen nosti erityisesti esille vaikean suunnittelu ympäristön ja lähtötietojen tarkkuuden. Pissaradan sijainti keskellä tiiviisti rakennettua Helsingin keskustaa tuottaa haasteita suunnittelulle, jotta kaikki rakenteet saadaan mahtumaan jo olemassa olevien tunneleiden, rakennusten ja infran sekaan. Myös lähtötietojen epätarkkuus tällaisella alueella luo ongelmia. Pissararata projektin lähtötietojen kokoamisen yhteydessä on havaittu puutteita muun muassa jo olemassa olevien tunneleiden sijainnissa ja mallinnuksessa. Lähtötietoja on jouduttu täydentämään esimerkiksi laserkeilaamalla tunneleita uudestaan, jolloin löytyi muun muassa aiemmin kartoittamattomia tunneleita (Kuvio 15). (Valtonen 2015a.)



Kuvio 15. Tunneliverkon laserkeilaus (Valtonen 2015b, 14)

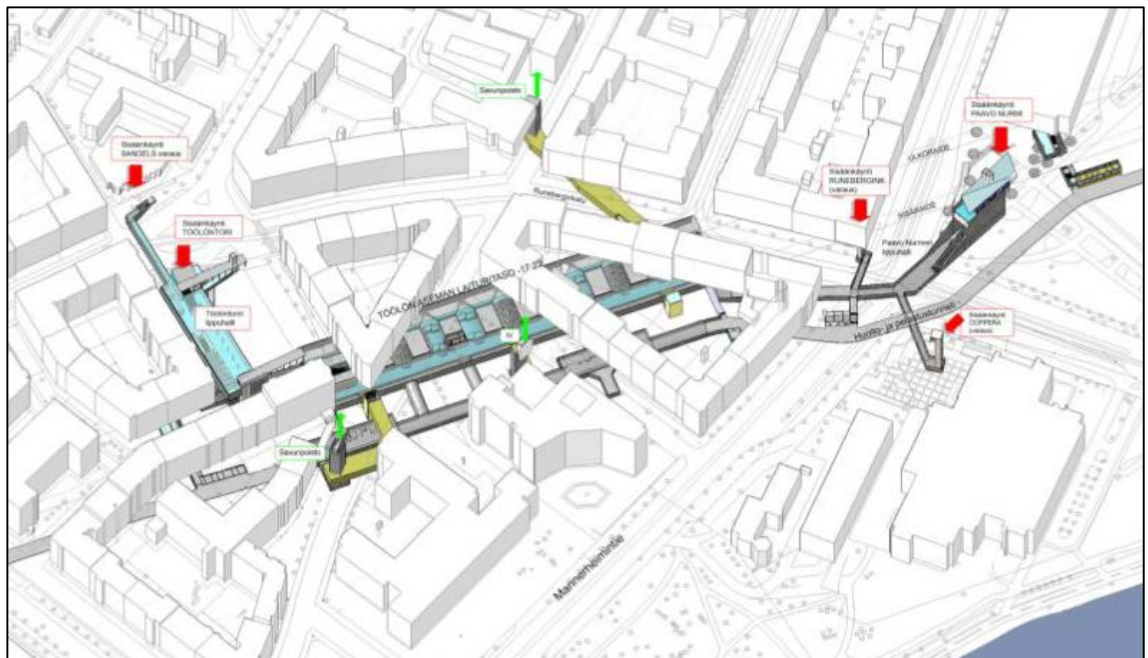
Tässä vaiheessa hanketta ei tehdä vielä detaljsuunnittelua, vaan tarkoituksena on luoda sellainen mallinnustaso, josta saadaan laskettua määrät muun muassa urakkakilpailutusta varten. Detaljsuunnittelua ei haluta tehdä myöskään sen vuoksi, että hankkeen toteutus vaihe saattaa venyä pitkälle tulevaisuuteen, jolloin nykyiset suunnitelmat eivät välttämättä enää toimisi. (Valtonen 2015a)

Tilajana hankkeessa toimii Liikenneviraston, jonka johdolla siis projekti etenee. Tilajajan edustaja Tiina Perttula kertoi näkemyksiään pisararata hankkeesta seminaarissa Helsingissä 3.12.2015. Tärkeimpinä seikkoina tämän hankkeen tietomallintamisessa hän näkee, tiedon käytettävyyden takaamisen tulevaisuudessa, koska pisararata projektin rakennusvaiheen käynnistymisestä ei ole vielä tietoa. Liikennevirasto on päättänyt tukeutua käyttämään avoimia standardeja, jotka toimivat vielä tulevaisuudessa. (Perttula 2015)

Yhtenä kompastuskivenä puhtaassa tietomallipohjaisessa hankkeessa Perttula näkee juridiset seikat, joita varten edelleen tarvitsee paperisia dokumentteja ja suunnitelmia. Tämän vuoksi pisararata hankkeessa onkin päädytty käyttämään

kaksoisdokumentaatiota. Esimerkkinä Perttula kertoi, että mikäli hyväksymispäätöksestä tulee valitus hallinto-oikeuteen, niin tietomalli ei kelpaa sinne suunnittelu dokumentiksi. (Perttula 2015)

Suunnittelijan näkökulmaa Pesaradan ja asemien suunnittelusta kertoi Tomi Tulamo Arkkigraf Oy:sta Helsingin seminaarissa. Tulamo korosti esitelmässään alueen jo tiiviin infran haasteita suunnittelulle, eli miten saada kaikki tulevat rakenteet mahtumaan jo olemassa olevien rakenteiden sekaan. Alueen ahtautta kuvaa hyvin alla oleva kuva tulevasta Töölön asemasta, joka tulee sijaitsemaan jo hyvin täyden Töölöntorin alapuolella (Kuvio 16). (Tulamo 2015.)



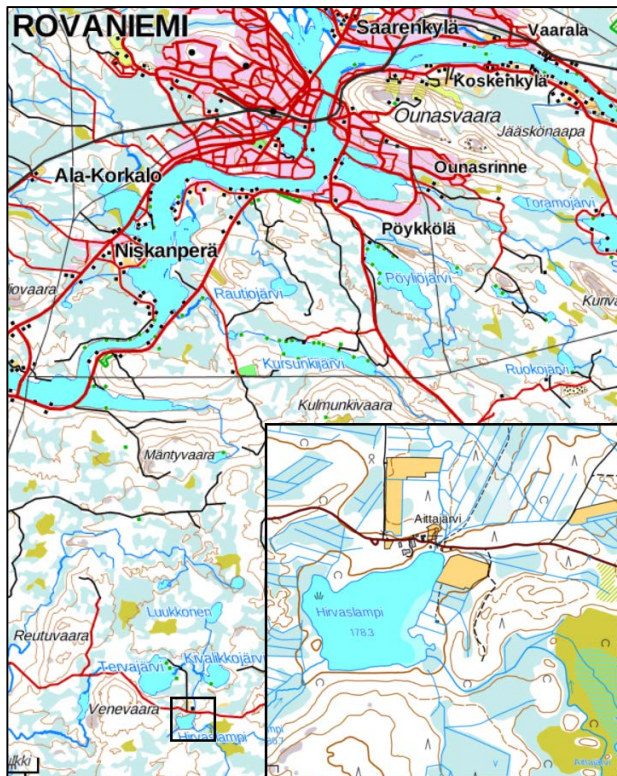
Kuvio 16. Töölön asema (Liikennevirasto 2014, 13)

5 AITTAJÄRVI

Esimerkki projektinamme toimii pienvesivoimalan rakentaminen yhden talon tarpeisiin. Pienvesivoimala rakennetaan kahden vesistön väliin, joiden väliin vedettävällä putkella saadaan turbiinille tarvittava lasku, jotta voimala toimii.

Aittajärven tila sijaitsee noin 40 kilometrin päässä Rovaniemen keskustasta (Kuvio 17). Tilalle ei tule sähkölinjaa, vaan tähän asti sähkö on tuotettu aggregaatilla, jonka tilalle suunniteltu pienvesivoimala tulee. Projektissa tilaajana toimii Aittajärven tilan omistaja Markku Niemelä, jonka toiveiden ja ohjeiden perusteella olemme toteuttaneet mittauksia alueella. Häneltä olemme myös saaneet osan tarvittavista lähtötiedoista projektiin.

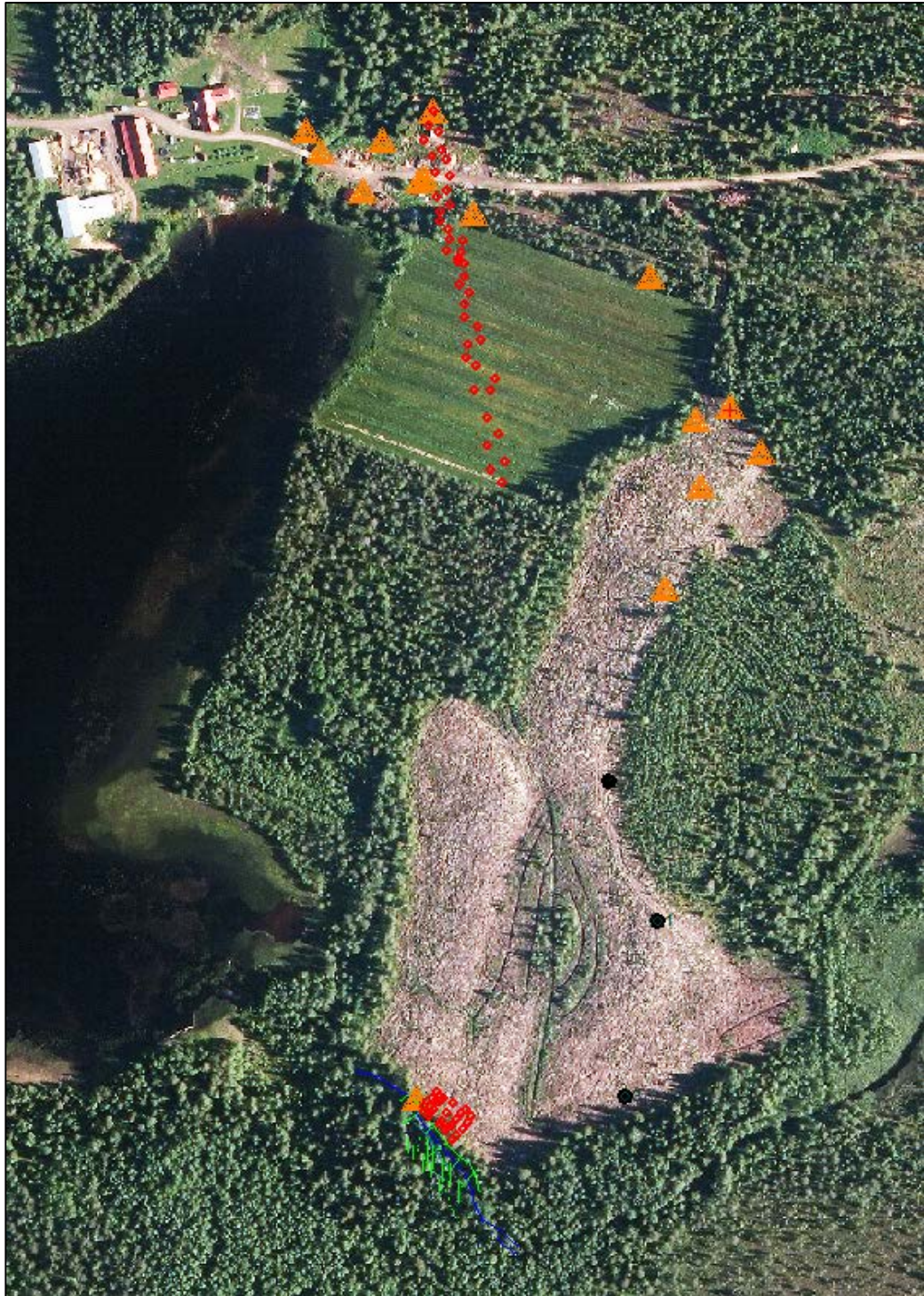
Aittajärven osalta tutkimme YIV 2015 soveltuvuutta kyseiseen projektiin ainoastaan mittausten osalta, joka maanmittareita lähinnä koskettaakin. Lisäksi olemme itse olleet maastossa toteuttamassa kyseisiä mittauksia ja jalostamassa mittaustietoa. Itse aittajärven projekti on valmis ainoastaan mittausten osalta ja rakennustyöt jäävät tilan omistajan toteutettaviksi.



Kuvio 17. Aittajärven sijainti

5.1 Mittaukset Aittajärvellä

Mittauksia Aittajärvellä on tehty kahtena eri kertana syksyn 2015 aikana, osana kartoitushankkeet kurssia. Maastotöitä oli suorittamassa oppilaita 2012 ja 2013 aloittaneilta vuosikursseilta. Mittauksia Aittajärvellä tehtiin rakennettavan putken linjauksen sekä putken lähtö- ja loppupisteen alueelle (Kuvio 18).



Kuvio 18. Aittajärvellä mitatut pisteet

Mittauksissa alueelle tuotiin korko lähistöllä sijaitsevalta korkeuskiintopisteeltä, sekä määritettiin kullekin mitatulle pisteelle tarkat koordinaatit. Tulevan putken alueelle mitattiin myös kolmioverkkoa, jonka avulla maastomalli padon ja putken linjauksesta saatiin luotua (Kuvio19). Maastomallin teossa hyödynnettiin myös jo olemassa olevaa Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoa alueesta. Varsinkin alueella olevan hakkuuaukean kohdalla laserkeilaus aineisto oli niin luotettavaa, että kolmiointi tehtiin lähes pelkästään siihen pohjautuen. Omia mittauksia hyödynsimme erityisesti tulevan padon alueella, jossa laserkeilausaineisto ei ollut tarkkaa alueen puuston vuoksi. Arvokkainta tietoa projektin jatkoon kannalta oli putkilinjan pituusleikkaus, jotta tarvittava korkeusero lähtö- ja loppupisteen välillä varmasti saavutettaisiin. Myöskin mittauksista selviävä putken pituus oli tärkeää tietoa, jotta arvokasta putkea osattaisiin tilata oikea määrä.

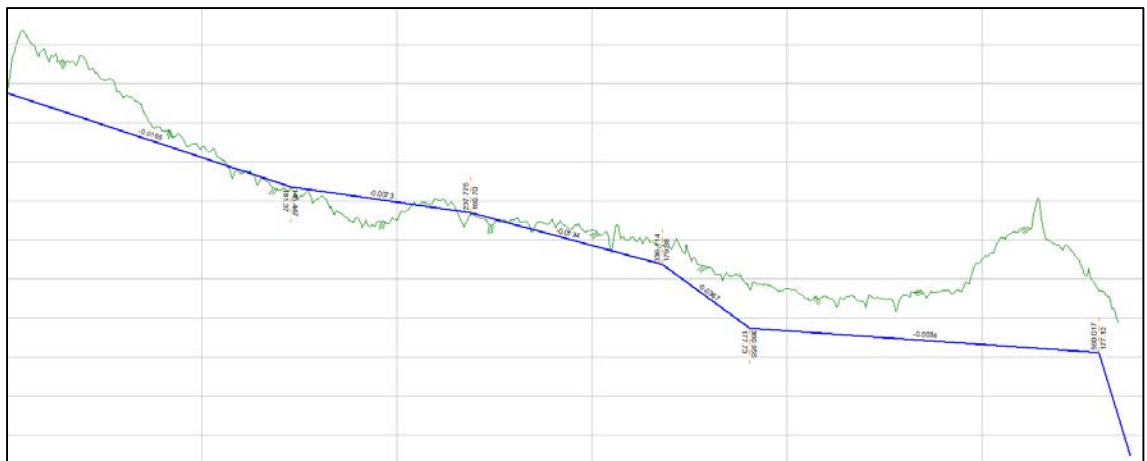


Kuvio 19. Suunniteltu putken linjaus

Mittauksissa hyödynnettiin vaaituskojetta, GPS-laitteita ja takymetrejä. Vaaituskojeella tuotiin korko tunnetulta korkeuskiintopisteeltä tulevan padon luo sekä rakennetuille apupisteille. GPS-laitteilla mitattiin rakennettujen apupisteiden x ja y koordinaatit. Takymetrejä käytettiin kartoitukseen. Maastomallin teossa sekä mitausaineiston käsittelyssä käytettiin ohjelmistona 3D-Win ohjelmiston versiota 6.0.4.

Aittajärvestä Hirvaslampeen laskevaan puroon määritimme padon paikan vedenpinnan korkeuden mukaan. Padon korkeus määrittyi Aittajärven suurimman sallitun patoamiskorkeuden mukaan (N2000 185.3 m).

Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston sekä paikalla suoritettujen mittauksien perusteella teimme pituusleikkauksen, josta selviää tulevan putken lähtö- ja loppukorko. Pituusleikkauksen avulla määritimme tarvittavat maanpinnanleikkaukset, jotta putkelle tulisi tasainen lasku. Putken olisi tarkoitus kulkea mahdollisimman hyvin maanpintaa tasolla, jotta maansiirtotöiden määrän voisi minimoida (Kuvio 20).



Kuvio 20. Pituusleikkaus

5.2 YIV 2015 hyödyntäminen esimerkkiprojektissa

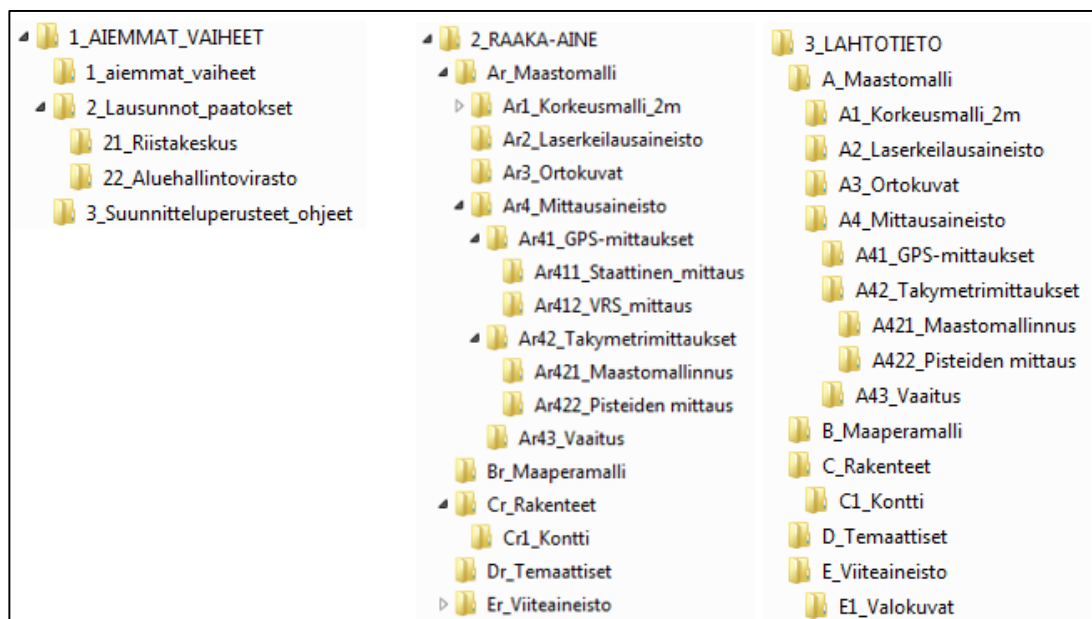
Projektin yhteydessä olemme tutustuneet juuri ilmestyneisiin YVI2015 -ohjeisiin opettajan johdolla sekä itsenäisesti ja yritetty hyödyntää niitä mahdollisuuksien

mukaan. Projektin edetessä syksyn 2015 aikana ohjeistus on myös täydentynyt ja tarkentunut.

Mielenkiintoiseksi projektin ja ohjeistuksen yhdistämisen on tehnyt erityisesti projektin pienuus, jollaisen toteuttamiseen ohjeistusta ei ole täysin tarkoitettu, eikä vastaavan kokoisia esimerkkihankkeista ole olemassa. Myöskään rakennusvaiheen urakoitsijalla ei ole täysiä mahdollisuuksia hyödyntää inframallia. Mallipohjaisen suunnittelun rinnalla olemme myös antaneet urakoitsijalle mahdollisuuden toteuttaa työvaiheet ilman nykyaikaisia koneohjaus laitteistoja ynnä muita. Merkitsimmekin korkoja maastoon korkolapuilla, joita hyödyntämällä urakoitsija voi tehdä työt ”vanhanaikaisesti”.

Kaikesta tästä huolimatta olemme kuitenkin vieneet omalta osaltamme projektia enteenpäin YIV 2015 -ohjeistuksen mukaisesti, jotta saisimme kokemuksia tietomallipohjaisesta suunnittelusta. Lisäksi luotu malli antaa mahdollisuuden projektin toteuttamiseen tietomallipohjaisesti, mikäli urakoitsijan valmiudet mallin hyödyntämiseen muuttuisivat.

Projektin alusta lähtien olemme jaotelleet kaikki hankitut aineistot YIV 2015:n mukaiseen kansiorakenteeseen (Kuvio 21). Jaoteltuihin aineistoihin kuuluivat aiemmat päätökset, kuten Aluehallintoviraston lupapäätökset, kerätyt mittausaineistot ja niistä jalostetut lähtötiedot.



Kuvio 21. Aittajärven kansiorakenne

5.2.1 Raaka-aine

Projektiin käytetty raaka-aine koostui itse mitatusta datasta, joka oli pääasiassa sijaintitietoa ja korkeustietoa projektin kannalta tärkeimmiltä ja kriittisimmiltä alueilta, joissa mittauksien tarkkuus oli äärimmäisen tärkeää. Itse kerätyllä mittaus-tiedolla halusimme myös varmistaa jo valmiina saatavilla olevan tiedon tarkkuu-den. Toisena tärkeänä lähteenä oli Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen latauspalvelu, josta hyödynsimme erityisesti laserkeilausaineisto ja ortokuvia. La-serkeilausaineisto alueelta oli erittäin tarkkaa ja sen tarkkuuden korkeustiedon osalta varmistimme siis omilla mittauksilla maastossa. Laserkeilausaineiston an-siosta tietomallia varten ei tarvinnut itse mitata kaikkia alueita, vaan sillä sai hyvin täydennettyä omia mittauksia.

YIV 2015 -ohjeet eivät kerro tarkkaan, millä tarkkuuksilla mittaukset tulee suorit-taa, vaan tarkkuudet määrittyvät projekti kohtaisesti. Mittaukset pyrimme suorit-tamaan niin tarkkaan kuin mahdollista. Ohjeissa kuitenkin määritetään käytettä-vät koordinaatistot ja korkeusjärjestelmät. Aittajärvi projektissa käytimme ETRS-TM35FIN-koordinaatistoa sekä N2000-korkeusjärjestelmää, jossa muodossa maanmittauslaitoksen aineistot olivat valmiiksi.

Laadunvarmistuksesta on YIV 2015 -ohjeissa oma osansa, jossa keskitytään lähinnä valmiin inframallin laadunvarmistukseen. Raaka-aineen ja lähtötiedon osalta laadunvarmistus tapahtuu, itsenäisesti ja suunnittelijan vastuulla.

Aittajärvi projektissa varmistimme laadun jo mittausvaiheessa sulkemalla jono-vaaituksen, vertailemalla takymetrimittauksien korkoja keskenään sekä varmis-tamalla maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston yhteneväisyyden omien mit-tauksien kanssa. Osana laadunvarmistusta tarkistimme mittauslaitteiden kunnan ennen mittauksien aloittamista.

5.2.2 Lähtötietomalli

Lähtötietomallin teimme keräämiemme materiaalien pohjalta. Laserkeilausaineistosta rajasimme alueen siten, että se kattoi koko suunnittelualueen. Lähtötietoaineistojen avulla loimme alueesta maastomallin. Maastomallin avulla pystyimme suunnittelemaan tulevan putken linjauksen siten, että se kulkisi mahdollisimman hyvin nykyisen maaston pinnan mukaan.

Lähtötietoja käsitellessä olemme pitäneet yllä lähtötietoluetteloa ja lähtötietoselostusta. Luetteloon on listattu kaikki Aittajärven projektin lähtötiedot. Lähtötietoselostukseen olemme kirjanneet kaikki muokkaukset, joita olemme lähtötiedoille tehneet. Lisäksi selostukseen on merkitty lähtötietojen tarkkuustiedot. YIV 2015 -ohjeissa vaaditaan lähtötietoluettelon ja -selostuksen ylläpitoa koko hankkeen ajan (Liite 1).

5.2.3 Omat kokemukset ja YIV 2015:n käytön edut hankkeessa

Näkyvin asia minkä YIV 2015 on tuonut mukanaan projektiin toteuttajan kannalta, on ollut selkeä rakenne. Kansiorakenteen muoto ja tiedostojen määrätty nimeämistapa selkeyttää huomattavasti kaiken mahdollisen projektiin liittyvän materiaalin säilyttämistä ja hallinnointia. Toisaalta alkuvaiheessa tiedostojen oikeisiin kansioihin jako vei jonkin verran aikaa ja olisikin ollut helpompi vaan tallentaa tieto jonnekin ja unohtaa asia, mutta jälkeinpäin tiedostojen helppo löytäminen palkitsee. Myös lähtötietoselostuksen- ja luettelon ylläpito on lopulta helpottanut työtä, kun on voinut jälkeinpäin katsoa mitä millekin materiaalille on tehty ja milloin. Näin ollen projektia jatkavan henkilön ei tarvitse pohtia onko aineisto luotettava ja kuinka sitä on mahdollisesti muokattu aiemmin. Jälkeinpäin on helppo ymmärtää mitä ohjeistuksen tekijät ovat kaikella tällä hakeneet, varsinkin isompien hankkeiden kohdalla tämä on elintärkeää.

Aittajärvi projekti on ollut opettava, koska sen myötä olemme perehtyneet meille uusiin aiheisiin: Yleisiin inframallinnusvaatimuksiin 2015 ja sitä kautta inframallin-

tamiseen. Aiheen uutuuden myötä tutustuminen on tapahtunut pääosin itsenäisesti. Lisäksi Aittajärvi projektin avulla olemme saaneet käytännön kokemusta inframallintamisesta lähtötietomallin tekemisen myötä. Vaikka projekti on kooltaan hyvin pieni, olemme noudattaneet Yleisiä Inframallinnusvaatimuksia 2015.

YIV 2015:n hyödyt ja mahdollisuudet ovat kiistattomat isoissa infra-alan hankkeissa, joissa se säästää aikaa, mutta aittajärvi projektin yhteydessä olemme huomioineet sen, että pienemmässä projektissa se ei välttämättä toimi niin hyvin. Pienemmissä projekteissa työn toteuttajilla ei usein ole valmiuksia esim. koneohjauksen käyttöön tai ylipäätään tietokoneen hyödyntämiseen osana työtä. Aittajärvi projektissa putken ja patojen kaivuun tulee todennäköisesti suorittamaan henkilö jolla on hyvinkin perinteiset työmenetelmät, joten YIV 2015:n tarjoamat tuotokset eivät hyödytä häntä työnteossa vaan rinnalle hänelle täytyy tuottaa perinteistä mittaustyötä ja käytännön maastoon merkitsemistä.

6 POHDINTA

Yleisten inframallivaatimusten julkaisu ja toteutus tuntuisivat esimerkkiprojek-teista saatujen kokemusten mukaan tulleen tarpeeseen. Tietomallipohjaisen hankkeeseen kuuluu suuri määrä tietoa, jonka hallinta ja sisäistäminen on valtava urakka yksittäisessäkin hankkeessa. Yhtenäinen runko eri hankkeissa helpottaa tietomäärän sisäistämistä, kun joka hankkeen kohdalla ei erikseen tarvitse ope-tella mistä kukin tieto löytyy. Myös tiedon tietty ja oikea muoto määräytyy ohjeis-tuksesta. Tämä luo yhteiset pelisäännöt eri toimijoille, jolloin toiselta toimijalta saatuun tietoon voidaan luottaa ja tiedetään mitä siitä löytyy ja mitä ei.

Esimerkki projekteissamme toimineilta suunnittelijoilta, tilaajilta ynnä muilta toi-mijoilta kerätyistä kokemuksista kävi ilmi hyviä seikkoja joita tulee ottaa huomioon tulevaisuudessa tällaisissa hankkeissa. Erityisesti kehityskohteita suunnittelun kannalta tällaisissa hankkeissa tuli hyvin ilmi, joita noudattamalla tulevissa vas-taavanlaisissa hankkeissa päästään helpommalla. Yhtenä suurimpana haas-teena nousi ilmi eri suunnittelu ohjelmistojen yhteensopivuus formaattien osalta ja formaattimuunnosten jälkeen tietojen luettavuus. Formaattien osalta eri hank-keiden ja toimijoiden välillä oli hieman ristiriitaisuuksia siinä suosivatko he avoi-mia formaatteja vai jonkin ohjelmiston natiiviformaatteja. Yleisissä inframallivaa-timuksissa 2015 pyritään avoimiin formaatteihin, mutta kompastuskivenä vielä on se että ne eivät ole ihan niin monipuolisia kuin natiiviformaatit.

Meille opinnäytetyön tekoprosessissa hyödyllisintä antia oli ehdottomasti Yleisiin inframallivaatimukseen 2015 perehtyminen. Ohjekokoelma on varsin suuri ja sen omaksumiseen menee aikaa useita työtunteja. Ilman opinnäytetyötä tällaiseen ohjeistukseen tuskin tulisi vapaa-ajalla tutustuttua yhtä tiiviisti. Ohjeistuksen si-säistämisestä on varmasti tulevaisuudessa hyötyä tietomallintamisen yleistyessä maanmittausalalla, jolloin sitä tulee tarvitsemaan työelämässä. Myös suuriin infra-alan projekteihin tutustuminen alan suunnittelijoiden kokemusten kautta oli antoisaa ja niistä saikin hyvän kuvan kuinka suuresta prosessista esimerkiksi Iso-isänsillan kokoisen sillan suunnittelussa ja rakentamisessa on kysymys.

Aittajärvi projektin osalta saimme tuotettua lähtötietomallin, jonka pohjalta pien-vesivoimalaa varten rakennettava pato ja putki on mahdollista rakentaa. Projekti toimi hyvänä lähtökohtana omakohtaisessa tutustumisessa tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen. Koska projekti oli kooltaan hyvin pieni, ei tietomallista saatu juuri minkäänlaisia hyötyjä verrattuna perinteiseen suunnitteluun. Suurin käytännön hyöty opinnäytetyöstämme varmasti olikin Aittajärven isännälle Markku Niemelälle, joka opinnäytetyön oheismateriaalina sai paljon hankettaan hyödyttäviä tietoja.

Yleisistä inframallinnusvaatimuksista 2015 -ohjeista tekemästämme osiosta opinnäytetyöhön voi olla hyötyä tulevaisuudessa myös mahdollisena opetusmateriaalina alan kouluilla. Työssä laaja ohjekokonaisuus on tiivistetty helpommin sisäistettävään ja tiivistettyyn muotoon, josta saa käsityksen ohjeistuksen sisällystä sekä ideasta kätevämmän kuin itse ohjeita lukemalla.

Jatkotutkimuksen kannalta aiheessa voisi tutkia tulevaisuudessa tietomallintamisen yleistymistä sekä sitä miten Yleiset inframallinnusvaatimukset 2015 ohjeistus otetaan laajemmin käyttöön alalla. Koska molemmat tietomallintaminen ja varsinkin YIV 2015-ohjeistus ovat vasta alkuvaiheessa, niin muutaman vuoden aikana niiden käyttö tulee varmasti laajentumaan.

LÄHTEET

Alajoki, V. 2015a. Helsingin kaupunki. Projektipäällikön seminaariesitys Helsingissä 15.3.2015.

Alajoki, V. 2015b. Case Isoisänsilta: Kokemuksia tietomallipohjaisesta hankkeesta. Viitattu 12.3.2016 <https://drive.google.com/folderview?id=0BwW--TGJ8ePARnM3WXdaeGNsUmc&usp=sharing&tid=0BwW--TGJ8ePAeG04T194eTJOcXc>.

InfraBIM 2015a. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa1 Tietomallipohjainen hanke. Viitattu 12.2.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA1_Tietomallipohjainen_hanke_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015b. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 2 Yleiset mallinnusvaatimukset. Viitattu 15.2.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA2_Yleiset_Vaatimukset_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015c. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 3 Lähtötiedot. Viitattu 28.2.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA3_Lahdotiedot_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015d. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 4 Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa. Viitattu 28.2.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA4_Mallinnus_hankkeen_eri_vaiheissa_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015e. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 5.1 Rakennussuunnitelmavaiheen maa-, pohja- ja kalliorakenteet sekä päällys- ja pintarakenteet. Viitattu 8.4.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA5_1_Maarakenteet_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015f. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 5.2 Maanrakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje. Viitattu 8.4.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA5_2_Vaylarakenteen_toteutusmallin_laatimisohje_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015g. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 5.3 Maarakennustöiden toteutumamallin laadintaohje. Viitattu 8.4.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA5_3_Maarakennustoiden_toteumamallin_laadintaohje_V_0_9.pdf.

InfraBIM 2015h. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 6.1 Järjestelmät. Viitattu 8.4.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA6_Jarjestelmat_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015i. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 7.1 Rakennustekniset rakennusosat. Viitattu 8.4.2016 http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA7_Rakennustekniset_rakosat_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2015j. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa 9 Määrälaskenta ja kustannusarviot. Viitattu 28.2.2016 http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA_9_Maaeraelaskenta_ja_kustannusarviot.pdf.

InfraBIM 2015k. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa11.1 Inframallinnus päällysteiden korjaamisessa. Viitattu 11.3.2016 http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/11/YIV2015-Mallinnusohjeet_OSA11_1_Inframallinnus_paaellysteiden_korjaamisessa_V_1_0.pdf.

InfraBIM 2016a. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 Osa 8 Inframallin laadunvarmistus. Viitattu 1.4.2016 http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/02/YIV-2015_OSA_8_Inframallin-laadunvarmistus_20160211.pdf.

InfraBIM 2016b. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015 Osa10 Havainnollistaminen. Viitattu 10.3.2016 http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2016/02/YIV2015_OSA_10_Havainnollistaminen_250216.pdf.

Kreate Oy 2015. Isoisänsilta. Viitattu 10.3.2016 <http://www.kreate.fi/palvelut/referenssit/isoisansilta/>.

Liikennevirasto 2014. Pisararadan hankearviointi ratasuunnitelmavaiheessa.

Liikennevirasto 2016a. Pisararata. Viitattu 20.3.2016 <http://www.liikennevirasto.fi/pisara#.Vwti303VyUk>.

Liikennevirasto 2016b. Tietomallintaminen Pisararadan suunnittelussa. Viitattu 20.3.2016 <http://www.liikennevirasto.fi/pisara/tietomallintaminen-pisararadan-suunnittelussa#.VrMhKU1f2Uk>.

Liikennevirasto 2016c. Reitti ja asemat. Viitattu 20.3.2015 <http://www.liikennevirasto.fi/pisara/reitti-ja-asetat#.VwtkPE3VyUI>.

Perttula, T. 2015 Liikennevirasto. Kehityspäällikön seminaariesitys Helsingissä 3.12.2015.

RIL 2016. Tietomallinnus. Viitattu 12.01.2016 <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>.

Sipti Infra Oy 2012. Vartiokylänlahden tulvarakenteen Infra tietomalli. Viitattu 15.03.2016 <http://sipti-infra.fi/vartikylanlahden-tulvarakenteen-infra-tietomalli/>.

Tulamo, T. 2015 Arkkigraf Oy. Suunnittelijan seminaariesitys Helsingissä 3.12.2015.

Valtonen, P. 2015a. Sweco PM Oy. Tietomallikoordinaattorin seminaariesitys Helsingissä 3.12.2015.

Valtonen, P. 2015b. Sweco PM Oy. Oppeja ja kokemuksia Pissararadan suunnittelun tiedonhallinnasta. Viitattu 12.4.2016 http://www.rakli.fi/media/tapahtumien-aineistot/tietomallintamisen-opit-infran-tilaamisessa-ja-hyodyntamisessa-3.6.2015/20150603_pissararata_valtonen_sweco.pdf.

Tietomalliselostus, lähtötiedot

Aittajärvi

Lapin ammattikorkeakoulu/Ville-Petteri Brax & Mika Karjalainen

12.3.2016

SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	3
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	3
1.2	Työn sisältö ja ohjaus.....	3
1.3	Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä	3
1.4	Suunnitteluperusteet ja muuta huomioitavaa	3
2	LÄHTÖTIETOMALLI	4
2.2	A Maastomalliaineisto	4
2.2.1	A1 Korkeusmalli_2m.....	4
2.2.2	A2 Laserkeilausaineisto	4
2.2.3	A3 Ortokuvat	4
2.2.4	A4 Mittausaineisto	5
2.3	E Viiteaineisto	5
2.3.1	E1 Valokuvat	5
2.4	Aiemmat vaiheet	6
2.4.1	Lausunnot ja päätökset	6

1 YLEISTÄ

1.1 Tausta ja tavoitteet

Lähtötietomallin pohjalta on tarkoitus tuottaa tietomalli Aittajärvelle rakennettavaa pienvesivoimalaa varten

1.2 Työn sisältö ja ohjaus

Työhön sisältyy omien mittauksien avulla saatu data sekä Maanmittauslaitoksen avoimista aineistoista saatavilla olevaa dataa.

1.3 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Suunnitelma on tehty ETRS-TM35FIN -koordinaatistoon. Korkeusjärjestelmänä käytetään N2000 -korkeusjärjestelmää.

1.4 Suunnitteluperusteet ja muuta huomioitavaa

2 LÄHTÖTIETOMALLI

2.1 Lähtöaineistoluettelo

Tässä luettelossa on listattu kaikki lähtötietomalliin liittyvät tiedostot.

2.2 A Maastomalliaineisto

2.2.1 A1 Korkeusmalli_2m

A1-1 Maastomalliaineisto 1

Selostusteksti.

A1-2 Maastomalliaineisto 2

Selostusteksti

2.2.2 A2 Laserkeilausaineisto

A2-1_T4314D3.laz

Maanmittauslaitoksen laserkeilaus aineisto, ETRS-TM35FIN, N2000

A2-2_T4314F1.laz

Maanmittauslaitoksen laserkeilaus aineisto, ETRS-TM35FIN, N2000

A2-3_laserkeilaus_yhd.las

Maanmittauslaitoksen laserkeilaus aineisto, ETRS-TM35FIN, N2000,
yhdistelmä laserkeilausaineistoista

A2-4_laaserkeilausmaap_yhdistelmä.las

Maanmittauslaitoksen laserkeilaus aineisto, ETRS-TM35FIN, N2000,
yhdistelmä laserkeilausaineistoista vain maanpinnan pisteet

2.2.3 A3 Ortokuvat

A3-1_T4314D.jp2

Maanmittauslaitoksen ortokuva alueesta, ETRS-TM35FIN

A3-2_T4314F.jp2

Maanmittauslaitoksen ortokuva alueesta, ETRS-TM35FIN

2.2.4 A4 Mittausaineisto

A41 GPS-mittaukset

A411 Staattinen mittaus

Ar411_39902680.t02

Staattisella mittauksella kerätty aineisto ETRS-TM35FIN

Ar411_AITTAJARVISTAT.htm

Staattisen mittauksen raportti

A412 VRS mittaus

Ar412_aittajarvi2509.xyz

VRS-mittauksella kerätyt pisteet, ETRS-TM35FIN

Ar412_aittajarvi2509.htm

Raportti gps-laitteesta

A42 Takymetrimittaukset

A421 Maastomallinnus

A421-1_Aitta1v3.gt

Takymetrillä mitattuja pisteitä rakennettavan padon luota,
ETRS-TM35FIN

A422_Pisteiden mittaus

Ar422_Aittajarvi250915.xyz

Takymetrillä mitatut ja alueelle rakennetut apupisteet, ETRS-
TM35FIN

A43 Vaaitus

A43-1_Vaaituskirja

Kopio vaaituksen kirjapidosta

A43-2_Selostus aittajärven vaaituksesta

Selostus vaaitustyön etenemisestä

2.3 E Viiteaineisto

2.3.1 E1 Valokuvat

E1-1_Maisema_1.pdf

Aittajärven maisemaa

E1-2_Maisema_2.pdf

Puroa

E1-3_Maisema_yleiskuva.pdf

Valokuvien ottopaikat

2.4 Aiemmat vaiheet

2.4.1 Lausunnot ja päätökset

21 Riistakeskus

21_Riistakeskus.pdf

Riistakeskuksen lausunto vedenpinnan noston vaikutuksista alueen lintujen pesintään

22 Aluehallintovirasto

22_AVI_1.pdf

Vesilain mukainen lupahakemus

22_AVI_lupapäätös_1.pdf

Aluehallintovirastan antama lupapäätös