

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2016

Arto Piispanen

LÄHTÖTIETOMALLIN LAADUNVARMISTUS VESIVÄYLÄSUUNNITTELUSSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

2016 | 61 + 4

Ohjaaja: DI Pirjo Oksanen

Arto Piispanen

LÄHTÖTIETOMALLIN LAADUNVARMISTUS VESIVÄYLÄSUUNNITTELUSSA

Suurimpien infratilaajien tavoite siirtyä tietomallipohjaisten palveluiden käyttöönottoon on luonut tarpeen ohjeistuksen laatimiselle. Yleiset inframallivaatimukset 2015 on laadittu ohjeistamaan inframallipohjaista toimintaa Suomessa. Liikennevirasto suurimpana infran haltijana ja tilaajana edistää osaltaan mallintamisen käyttöönottoa ja laatii hankkeissaan noudatettavaa tietomalliohjeistusta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä vesiväylähankkeen lähtötietomallin laadunvarmistukseen ja tuottaa aiheesta tarkastuslista liitettäväksi Liikenneviraston vesiväyliä mallipohjaista suunnittelua koskevaan ohjeeseen. Tarkastuslistaa kehitettiin ja pilotoitiin Rauman meriväylähankkeen tietomallipohjaisen rakennussuunnittelun yhteydessä.

Laadunvarmistusta tarkasteltiin lähtötietomallin teknisen sisällön, tietosisällön ja laadunarvioinnin näkökulmista. Laadunvarmistuksessa tärkeässä roolissa on kattava dokumentointi mallin aineistoista ja niille suoritetuista toimenpiteistä sekä dokumentaatioiden huolellinen päivitys malliin tehtyjen muutosten yhteydessä.

Lähtötietomallin tuottajan suorittamaa teknisen sisällön tarkastusta ohjasi pääosin yleiset inframallivaatimukset. Tietosisällön tarkastuksella ja laadunarvioinnilla varmistettiin, että lähtötietomallin sisältämät tiedot ovat kattavia ja soveltuvat vesiväylähankkeen rakennussuunnittelun lähtötiedoiksi. Suunnittelussa käytettyjen ohjelmistojen ominaisuuksia, eritoten 3D-Win-ohjelman toimintoja, sovellettiin hyödynnettäväksi aineistojen tarkastuksessa.

ASIASANAT:

InfraBIM, inframalli, laadunvarmistus, lähtötietomalli, vesiväylä, rakennussuunnittelu, tarkastuslista, YIV 2015

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2016 | 61 + 4

Instructor: Pirjo Oksanen, M.Sc. (Eng.)

Arto Piispanen

QUALITY ASSURANCE OF AN INITIAL DATA MODEL IN A WATERWAY DESIGN PROCESS

The objective of the largest infrastructure clients to proceed in adapting data model-based services has established a need to create the instructions. The common InfraBIM requirements YIV 2015 were created to instruct the infrastructure information model-based operations in Finland. As the most prominent infrastructure owner and the largest customer, the Finnish Transport Agency advances the initialization of the modelling and compiles the BIM instructions applied in its projects.

The aim of this Bachelor's thesis was to become acquainted with the quality assurance of an initial data model in a waterway project and to produce a checklist for the initial data model inspection. The checklist, which will be enclosed in the Finnish Transport Agency instructions, was created and tested in the infrastructure information model-based waterway design process of Rauma channel deepening project.

The quality assurance was investigated from the perspective of the technical content, information content and quality assessment. In quality assurance, comprehensive documentation of the model data and actions performed play an important role, as well as careful revisions conducted when changes to the initial data model are applied.

The inspection of the technical content carried out by the compiler of the initial data model was primarily guided by the common InfraBIM requirements. The examination of the information content and quality assessment were used to secure that the information included in the initial data model is sufficiently comprehensive and can be used as the basis of the construction planning of the waterway project. The features of the CAD software used in the planning, particularly regarding the 3D-Win software, were applied in the inspection of the data.

KEYWORDS:

Common InfraBIM requirements, checklist, data model, InfraBIM, infrastructure information model, initial data model, waterway design, quality assurance

SISÄLTÖ

SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUN OHJEISTUS	11
2.1 Tietomallintamisen kehitys Suomen infra-alalla	11
2.2 Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015	12
2.3 Liikenneviraston ohjeistus	13
2.4 Muu ohjeistus	13
3 VESIVÄYLÄHANKE	14
3.1 Tutkimukset ja lähtötiedot	14
3.2 Suunnitteluprosessin vaiheet	16
3.3 Rakentaminen ja käyttöönotto	18
4 LÄHTÖTIETOMALLI VESIVÄYLÄSUUNNITTELUSSA	20
4.1 Yleisesti	20
4.2 Mallin tekninen sisältö	21
4.2.1 Mittayksiköt sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät	21
4.2.2 Kansiorakenne ja nimeämiskäytännöt	21
4.2.3 Nimikkeistö ja koodaus	24
4.2.4 Tiedostoformaatit	26
4.2.5 Tarkkuustasot	26
4.3 Lähtötietomalliaineisto	28
4.3.1 Maastomalliaineisto <i>A_Maastomalli</i>	28
4.3.2 Maa- ja kallioperäaineisto <i>B_Maa_ja_kalliopera</i>	28
4.3.3 Rakenteet ja järjestelmät <i>C_Rakenteet</i>	29
4.3.4 Kartta- ja paikkatietoaineisto <i>D_Temaattiset</i>	30
4.3.5 Viiteaineisto <i>E_Viiteaineisto</i>	30
5 LÄHTÖTIETOMALLIN LAADUNVARMISTUS	32
5.1 Inframallien laadunvarmistuksen tavoitteet	32
5.2 Laadunvarmistuksen osapuolet	32
5.3 Laadunvarmistusdokumentit	33
5.3.1 Inframallisuunnitelma	33

5.3.2 Lähtöaineistoluettelo	34
5.3.3 Tietomalliselostus	34
5.3.4 Tarkastusdokumentti	35
5.4 Lähtötietomallin tarkastaminen	35
6 RAUMAN MERIVÄYLÄN SYVENTÄMINEN	37
6.1 Hankkeen yleisesittely	37
6.2 Rakennussuunnittelun lähtötietojen hankinta	38
6.3 Lähtötietomallin muodostaminen	39
6.4 Mallin tarkastusprosessin vaiheet	39
6.5 Teknisen sisällön tarkastaminen	40
6.6 Tietosisällön tarkastaminen ja laadunarviointi	48
6.7 Lähtötietomallin tarkastuslista	55
7 HAVAINNOT JA PÄÄTELMÄT	57
LÄHTEET	60

LIITTEET

Liite 1. Vesiväylähankkeen lähtötietomallin tarkastuslistaluonnos

KUVAT

Kuva 1. Esimerkki vedenalaisen louhinnan InfraBIM-nimikkeistä.	25
Kuva 2. Ote Rauman meriväylähankkeen rakennussuunnitelman yleiskartasta.	37
Kuva 3. Maastomalli kokonaisuudessaan sekä suurenoksena 3D-Win-ohjelmiston 2D-näkymässä.	44
Kuva 4. Maastomallin visuaalinen tarkastelu suunnitteluohjelmiston 3D-näkymässä.	45
Kuva 5. 3D-Win-ohjelmiston Tiedoston yhteenveto -toiminnon tulokset tekstieditorissa.	46
Kuva 6. Pooki-reunamerkin tarkastus AutoCad-ohjelmistossa.	47
Kuva 7. Pintamallin kattavuuden tarkastus eropintamenetelmällä.	49
Kuva 8. Sataman maastomallin piikkien tarkastelu.	51
Kuva 9. Ote maastomallin ja maaperämallien pintojen vertaamisesta porakonekairauksen havaintoihin poikkileikkausmenetelmällä.	52

KUVIOT

Kuvio 1. Vesiväylähankkeen kulku.	16
Kuvio 2. Lähtötietomallin vakioidut pääkansiot ja ensimmäisen tason alakansiot.	22
Kuvio 3. Esimerkki kansiorakenteesta ja kansioiden nimeämisestä.	23
Kuvio 4. Esimerkki Inframodel3-muotoisen maastomallin tarkastelusta internetselaimen avulla.	43

TAULUKOT

Taulukko 1. Syvyysmittausmenetelmiä ja niiden soveltuvuuksia.	14
Taulukko 2. Vesiväylien yleisimmät pohjatutkimusmenetelmät ja niiden soveltuvuudet eri ominaisuuksien selvittämiseen.	15
Taulukko 3. Vesiväylän inframallin osien mallinnustarkkuusluokitus ja luokkia vastaavat numerotunnukset.	27
Taulukko 4. Esimerkki teknisen sisällön tarkastuslistan luonnosversiosta.	41
Taulukko 5. Lähtötietomallin tietosisällön ja laadunarvioinnin tarkastuslista Rauman meriväylähankkeen rakennussuunnittelussa.	54
Taulukko 6. Esimerkki vesiväylähankkeen lähtötietomallin tarkastuslistasta.	55

SANASTO

3D-Win	Maastomittaustiedon tuottamiseen ja käsittelyyn tarkoitettu Windows-ohjelmisto (3D-system Oy 2016).
BimOne Checker	Pilvilaskentapohjainen työkalu, joka tarkastaa inframallin sisältöä geometrian ja metatietojen osalta (YIV-ohjeet, nimikkeistö ja Inframodel-formaatti) (T. Palomaa, henkilökohtainen tiedonanto 18.5.2016).
IFC-tiedonsiirtoformaatti	IFC-spesifikaation määrittelemä tiedonsiirron formaatti rakennuksen ja kiinteistönpidon tuotetietojen siirtämiseksi sovellusten välillä (Serén 2014, 19).
IM3	Ks. Inframodel3
InfraBIM	Rakennetun ympäristön tuotemallin, inframallin ja siihen liittyvien rakenteiden ja ympäristön tietojen, englanninkielinen lyhenne (Serén 2014, 7).
Inframalli	Infrarakenteen tuotemalli (Serén 2014, 7).
Inframallintaminen	Ala, joka käsittelee infrarakenteiden mallintamista tietokonesovelluksilla sekä infratietojen kuvaamista ja tiedonsiirtoa tietokonesovelluksilla tulkittavasta muodossa (Serén 2014, 21).
Inframodel3	Kansallisen inframallin, Inframodel2:n InfraFINBIM-hankkeessa jatkokehitelty, XML-pohjainen tietomäärittely, joka perustuu kansainväliseen LandXML-määrittelyn versioon 1.2 (Serén 2014, 22).
LandXML	Erikoistettu XML-pohjainen formaatti, joka sisältää määritellyt infra- ja maanmittaustiedolle, jota käytetään yleisesti maanrakennuksessa ja väylien rakentamisessa ja ylläpidossa (Serén 2014, 27).
Lähtötietomalli	Eri tietolähteistä saadut tai mitatut tuotteiden, toiminnan ja palveluiden suunnittelua varten hankitut lähtötiedot jäsennehtynä digitaalisessa muodossa (Serén 2014, 28).
Maaperämalli	Digitaalinen maaperän (maanpinnan alapuolinen) malli. Sisältää maalajikerrosten likimääräiset (tulkitut) rajapinnat sekä mahdollisesti myös materiaaliominaisuus- ja vesipitoisuustietoja. (Serén 2014, 28.)
Maastomalli	Digitaalinen maaston pintamalli (Serén 2014, 28).
Mallipohjainen	Tiedon käsittelyn paradigma tai soveltamistapa, jossa esim. tuotetta kuvataan tietokonesovelluksilla mallina ja sen muodostavina osina, ja sovellukset pystyvät automaattisesti tulkitsemaan mallin sisältämiä tuotetietoja (Serén 2014, 28).
Metatieto	Tietoa kuvaileva tieto (Serén 2014, 28).

Natiiviformaatti	Tietokoneohjelman oma tallennusmuoto (Liukas & Kemppainen 2015).
PRE-ohjelma	Built Environment Process Re-engineering. RYM Oy:n tutkimusohjelma, jonka tavoitteena oli luoda kiinteistö-, rakennus- ja infra-alalle uusia toimintatapoja ja liiketoimintamalleja (RYM Oy 2016).
Rajapinta	Liittymä, jonka kautta on mahdollista siirtää tietoja ohjelmistojen välillä tai ohjelmistojen ja käyttäjän välillä (Serén 2014, 35).
Tiedonsiirtoformaatti	Tietokonesovelluksilla tulkittava muoto tiedolle, sen tallentamiseksi, saantiin, siirtoon ja arkistointiin (Serén 2014, 40).
XML	eXtensible Markup Language. Yleinen menetelmä, jota voidaan soveltaa eri sovellusalueille tietojen määrittelemiseksi ja määrittelyn mukaisten tietojen kuvaamiseksi tietokonesovelluksilla tulkittavassa muodossa. (Serén 2014, 47.)
YIV 2015	Yleiset inframallivaatimukset 2015 -ohjekokoelma (InfraBIM 2015).

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutustua lähtötietomallin laadunvarmistukseen vesiväyläsuunnittelun näkökulmasta sekä tuottaa ja pilotoida lähtötietomallin tarkastuslistaa Rauman meriväylän ja sataman syventämishankkeen rakennussuunnittelussa. Tässä opinnäytetyössä lähtötietomallin laadunvarmistusta on ohjannut suurelta osin Yleiset inframallivaatimukset 2015 -ohjeiden osat 3 *Lähtötiedot* ja 8 *Laadunvarmistus*.

YIV 2015 on luotu ohjeistamaan inframallipohjaista toimintaa Suomessa. Liikennevirasto suurimpana infran haltijana ja tilaajana edistää inframallintamisen käyttöönottoa ja edellyttää Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin käyttämistä sekä lähtötietojen jäsentelyä InfraFINBIM-lähtötietomalliohjeen mukaisesti kaikissa 1.5.2014 jälkeen käynnistyneissä hankkeissa.

Liikennevirasto on kehittänyt hankkeissaan noudatettavia tietomalliohjeita tämentämään Yleiset inframallivaatimukset -ohjekokoelmaa. YIV 2015 on laadittu suurelta osin tie- ja ratahankkeiden näkökulmasta. Vaatimukset ovat osittain puutteelliset tai ristiriidassa vesiväyliä inframallipohjaisen suunnittelun kannalta, joten Liikennevirasto on tilannut Meritaito Oy:n kehittämään ohjeistusta vesiväyliä tietomallipohjaiselle suunnittelulle.

Vesiväyliä mallipohjainen suunnittelu -ohje on opinnäytetyön tekohetkellä luonnosvaiheessa, ja se julkaistaan tarpeellisten pilotointien ja muokkausten jälkeen osana Liikenneviraston virallista ohjeistusta. Tämän opinnäytetyön tuotoksena laaditaan ohjeen liitteeksi lähtötietomallin tarkastuslista, joka toimii myös runkona ohjeeseen liitettävälle suunnitelmamallin tarkastuslistalle.

Opinnäytetyössä keskitytään ohjelmistopohjaisen tarkastuksen osalta käyttämään pääosin 3D-system Oy:n 3D-Win-ohjelmistoa, sillä se yhdessä AutoCad Civil 3D -ohjelmiston kanssa muodostaa suunnitteluohjelmiston rungon Meritaito Oy:n suunnitteluorganisaatiossa.

Lähtötietomallin tarkastuslista sekä osa tarkastusmetodeista on kehitelty Rauman meriväylän ja sataman syventämisen tietomallipohjaisen rakennussuunnittelun yhteydessä. Tietyt tarkastustoimenpiteet ovat normaaleja vesiväylähankkeen suunnitelmien laadunvarmistuksessa käytettyjä menetelmiä.

2 TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUN OHJEISTUS

2.1 Tietomallintamisen kehitys Suomen infra-alalla

Inframallintamisen viimeaikaisesta kehitystyöstä keskeinen osa tehtiin vuosina 2010–2014 toteutetussa RYM Oy:n PRE-ohjelman Infra FINBIM -työpaketissa, johon osallistui yhteensä 17 yritystä, kolme tutkimuslaitosta sekä merkittäviä infran omistajia. Innovaatorahoituskeskus Tekes rahoitti noin puolet tutkimuskonsortion kuuden miljoonan euron tutkimuspanoksesta, ja puolet rahoituksesta saatiin yrityksiltä. (RYM Oy 2015.)

Infra FINBIM -työpaketin visiona oli, että vuonna 2014 suuret infranhaltijat tilaavat vain tietomallipohjaista palvelua. ”Tavoitteena oli systemaattinen muutos, jossa siirrytään perinteisestä vaiheajattelusta älykkääseen koko elinkaaren ja kaikki osa-alueet, toimijat ja toiminnot kattavaan tietomalleja hyödyntävään palvelutuotantoon.” (InfraBIM 2015a.)

Suurimpien infratilaajien tavoite siirtyä tietomallipohjaisten palveluiden käyttöönottoon on luonut tarpeen inframallivaatimusten laatimiselle. Vaatimukset edesauttavat, että tilaajilla sekä palveluiden tuottajilla on yhteinen näkemys siitä, miten ja mitä hankkeiden eri vaiheissa mallinnetaan. Inframallivaatimukset on tarkoitettu käytettäväiksi sekä inframallintamisen ohjeina että hankintojen yleisinä teknisinä viiteasiakirjoina. (InfraBIM 2015b.)

Vuoden 2014 kesällä inframallivaatimusten valmistelutyö siirtyi RYM Oy:n PRE-ohjelman Infra FINBIM -työpaketin osapuolilta buildingSMART Finland Infra -toimialaryhmälle, joka ylläpitää sekä jatkaa ohjeiden, IM-formaatin sekä InfraBIM-nimikkeistön kehittämistä (InfraBIM 2015b).

2.2 Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015

Toukokuussa 2015 Rakennustietosäätiön erityispäätoimikunta buildingSMART Finland julkaisi Yleiset inframallivaatimukset 2015 -ohjeiden osat 1–7 sekä helmikuussa 2016 ohjeiden osat 8–12 (InfraBIM 2016).

Yleiset inframallivaatimukset 2015 koostuu seuraavista osista:

1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset mallinnusvaatimukset
3. Lähtötiedot
4. Inframallit ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit;
 - 5.1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päälly- ja pintarakenteet
 - 5.2 Maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmallin) laadintaohje
 - 5.3 Maarakennustöiden toteutusmallin laadintaohje
6. Rakennemallit;
 - 6.1 Järjestelmät
7. Rakennemallit;
 - 7.1 Rakennustekniset rakennusosat
8. Inframallin laadunvarmistus
9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Infran hallinta;
 - 11.1 Inframallinnus päällysteiden korjaamisessa
12. Inframallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa
 - 12.1 Maarakentamisen mallipohjainen laadunvarmistusmenetelmä (InfraBIM 2015b).

2.3 Liikenneviraston ohjeistus

Liikenneviraston tietomallintamista käsitteleviä ohjeita ovat

- Siltojen tietomalliohje 6/2014
- Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje 21/2014
- Tien mallipohjaisen suunnittelun hankinta (koekäytössä 20k/2014).

Luonnosvaiheessa olevan Vesiväylien mallipohjainen suunnittelu -ohjeen tavoitteena on ohjeistaa käytännön inframallintamista vesiväylien suunnittelutyössä eikä niinkään käsitellä itse suunnitteluasioita, kuten linjalaskentaa tai väylämitoitusta. Luonnos pitää sisällään vesiväylien tietomallinnuksesta lähtötietojen mallinnuksen sekä suunnitelmien mallinnuksen esisuunnittelusta rakennussuunnitteluun. (Paukkeri 2015, 9.)

2.4 Muu ohjeistus

Muita inframallihankkeissa noudatettavia yleisiä ohjeita ovat

- InfraBIM-nimikkeistö (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistö)
- Inframodel-käyttöönotto-ohje versio 1.0.

Lisäksi kunnat ja kaupungit ovat alkaneet kehittää omissa hankkeissaan noudatettavia tietomalliohjeita. Helsingin kaupungin rakennusvirasto on vuonna 2014 julkaissut sekä Taitorakenteiden tietomallinnusohjeen että Kadunsuunnittelun inframalliohjeen.

3 VESIVÄYLÄHANKE

3.1 Tutkimukset ja lähtötiedot

Vesiväylätutkimuksia ovat maastomittaukset ja -tutkimukset sekä muut selvitykset, joita suoritetaan vesiväylähankkeen suunnittelua ja toteuttamista varten. Maastomittauksiin ja -tutkimuksiin kuuluu kattavat pohjan syvyyskartoitukset ja muut luotaustutkimukset väylän ja läjityspaikkojen alueelta sekä maaperän laadun arvioimiseksi suoritettavat pohjatutkimukset ruopattavilta alueilta sekä merimerkkien perustamispaikoilta. Muihin selvityksiin kuuluu esimerkiksi ympäristöselvitykset, joilla tarkkaillaan ympäristön tilaa ja hankkeen vaikutuksia ympäristön eri osa-alueisiin. (Liikennevirasto 2013a, 4.)

Syvyysmittausmenetelmiä ovat mekaaniset, optiset ja akustiset mittaukset sekä erikoismenetelmämittaukset (Liikennevirasto 2013a, 36). Menetelmät sekä niiden soveltuvuudet eri tarkoituksiin on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Syvyysmittausmenetelmiä ja niiden soveltuvuuksia (Liikennevirasto 2013a, liite 5).

Menetelmä	Syvyysmittausten soveltuvuus					
	Pohjato-pografia	Varmistettu alue	Maalajirajat	Lohkare/kohde-tutkimukset	Turvallitteet	
Monikeilaus	Hyvin	Hyvin	-	Hyvin	-	Akustiset mittaukset
Kaikuharaus	Hyvin	Hyvin	-	Likimain	-	
Linjaluotaus	Hyvin/Rajoituksin	Viitteitä	-	Viitteitä	-	
Matalataajuus-luotaus	Likimain	-	Rajoituksin	Viitteitä	-	
Viistokaiku-luotaus	Likimain	-	-	Hyvin	-	Optiset mittaukset
Laserkeilaus vedessä	Likimain	Viitteitä	-	Viitteitä	-	
Laserkeilaus maalla	-	-	-	-	Hyvin	
Tankoharaus	-	Hyvin	-	Hyvin/Likimain	-	Mekaaniset mittaukset
Käsiluotaus	Rajoituksin	Viitteitä	-	Viitteitä	-	Erikoismit-taukset
ROV-tutkimukset	Viitteitä	-	-	Hyvin/Rajoituksin	Hyvin/Rajoituksin	
Magnetometri-mittaukset	-	-	-	Viitteitä	-	
Skannaava luotaus	Rajoituksin	-	-	Hyvin	Hyvin	

Pohjatutkimusten avulla selvitetään maaperän tiiviyttä, maakerrosten paksuutta ja kerrosrajoja sekä kovan pohjan syvyysasemaa. Ruopattavuuden ja ruopauskustannusten kannalta on tärkeä selvittää kalliopinnan sijainti sekä ruopattavien maamassojen lohkareisuus. Vesiväyläkohteissa kairaukset tehdään joko jalalliselta, pohjaan tukeutuvalta lautalta tai talvella rannan läheisyydessä jään päältä. (Liikennevirasto 2013a, 37.) Taulukossa 2 on esitetty yleisimmät vesiväylien pohjatutkimusmenetelmät sekä se, mitä niiden avulla on mahdollista selvittää.

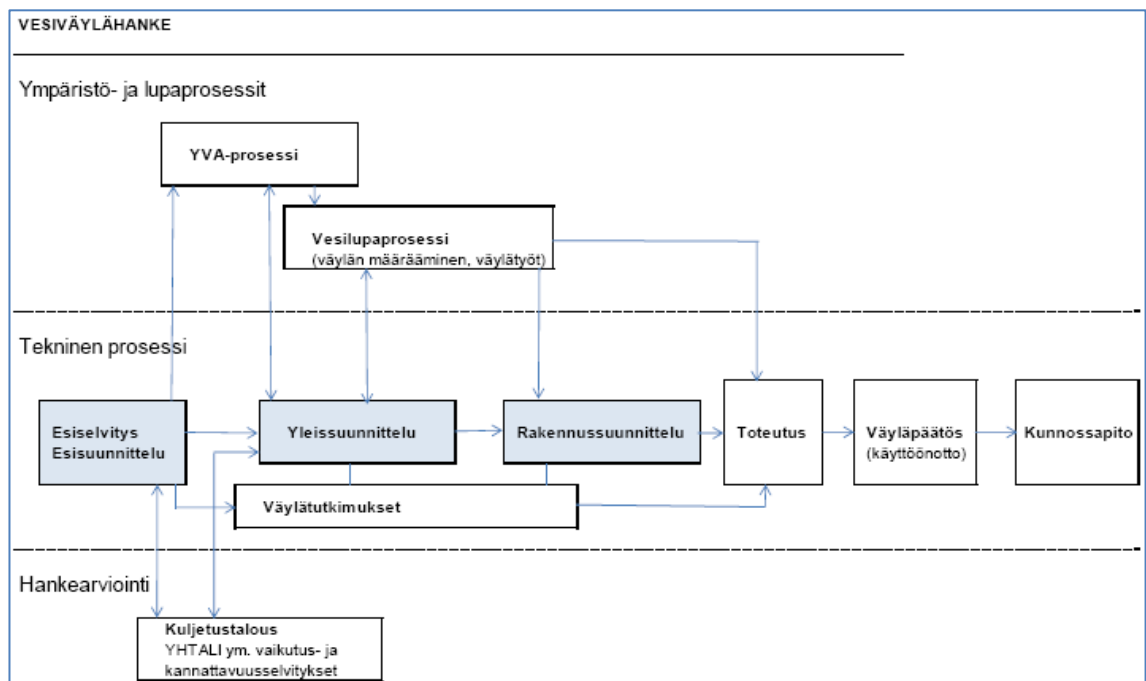
Taulukko 2. Vesiväylien yleisimmät pohjatutkimusmenetelmät ja niiden soveltuvuudet eri ominaisuuksien selvittämiseen (Liikennevirasto 2013a, liite 8).

Menetelmä	Pohjatutkimusten soveltuvuus						
	Kallion pinnan sijainti	Tiiviin pohjakerroksen sijainti	Maalajirajat ja maakerroksen tiiviyys	Kivisyys ja lohkareisuus	Maan leikkauslujuus	Maalaji ja fysikaaliset ominaisuudet	Kallion laatu
Painokairaus	Viitteitä	Likimain	Hyvin	Likimain	Viitteitä	Viitteitä	-
Tärykairaus	Viitteitä	Likimain	-	Likimain	-	Viitteitä	-
Heijarikairaus	Viitteitä	Hyvin	Hyvin	Likimain	Viitteitä	Viitteitä	-
Siiplikairaus	-	-	-	-	Hyvin	Viitteitä	-
Puristinkairaus	-	-	Hyvin	-	Likimain	Viitteitä	-
Putki- ja porakonekairaus	Hyvin	Likimain	Viitteitä	Hyvin	-	Viitteitä	Likimain
Kallionäytekairaus	Hyvin	Likimain	Viitteitä	Likimain	-	Hyvin	Hyvin
Porareiän videokuvaus	-	-	-	-	-	-	Viitteitä
Vesimenekki-mittaukset	-	-	-	-	-	-	Hyvin
(Maa)näytteenotto	-	-	Hyvin	-	Rajoituksin	Hyvin	-

Ympäristöselvitykset liittyvät suurelta osin ympäristövaikutusten arviointiin ja vesilupaprosessiin, mutta ne tukevat lisäksi teknistä suunnittelua ja rakentamista. Selvityksiä tehdään niin ennen hanketta kuin rakentamisen aikaisina seurantamittauksina ja urakan valmistumisen jälkeisinä jälkiseurantoinakin. Vesiväylähankkeen ennakkoselvityksiin lukeutuu maa- ja vesialueiden omistusolojen selvittäminen, vesistöselvitys, sedimenttitutkimukset, kalatalousselvitys, läjityspaikkaselvitykset, virtaustutkimukset sekä muut olosuhde- ym. selvitykset, kuten jääolosuhteiden selvittäminen, aallokkotutkimukset ja Natura- sekä luonnonsuojelualuearvioinnit. (Liikennevirasto 2013a, 58–65.)

3.2 Suunnitteluprosessin vaiheet

Vesiväylähankkeen suunnitteluprosessi alkaa asiakkaan tarpeesta esimerkiksi olemassa olevan väylän syventämiseen, merkinnän parantamiseen tai kokonaan uuden väylän rakennuttamiseen. Hankkeen suuruudesta riippuen vesiväyliä suunnitteluprosessi voi olla monivaiheinen hanke, joka voidaan kuitenkin jaotella kolmeen perustasoon; esi-, yleis- ja rakennussuunnitteluvaiheisiin. Kuviossa 1 on esitetty tyypillisen vesiväylähankkeen päävaiheet. (Liikennevirasto 2014, 8; Sirkiä 2009, 3.)



Kuvio 1. Vesiväylähankkeen kulku (Liikennevirasto 2014, 8).

Esiselvityksessä tehdään esisuunnitelma sekä alustava vaikutus selvitys, jossa tutkitaan hankkeen kannattavuutta. Esisuunnitteluvaiheessa luodaan ensimmäinen yleispiirteinen suunnitelma hankkeesta, joka perustuu jo olemassa oleviin lähtötietoihin. Esisuunnittelun tuotoksena voi olla useita eri toteutusvaihtoehtoja, ja väyliä mitoitetaan voidaan laskea karkeita likiarvoja käyttäen. Esisuunnitelma antaa valmiudet hankkeen jatkoedellytysten arvioimiseksi sekä ohjaa tarvittaessa ensimmäisen vaiheen tutkimussuunnittelua. (Liikennevirasto 2014, 8; Sirkiä 2009, 5.)

Hankkeen alkuvaiheessa suoritetaan ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA), mikäli hankkeen katsotaan aiheuttavan merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Lainsäädännössä on määritetty tietyt hankkeet, joille YVA on tehtävä, ja muiden hankkeiden osalta menettelyn tarpeellisuudesta päättää elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. YVA-menettelyn avulla pyritään minimoimaan hankkeen haitalliset ympäristövaikutukset. (Ympäristöministeriö 2013.)

Yleissuunnittelu on vesiväyläsuunnittelun perustaso. Yleissuunnitelma on kokonaisvaltainen esitys sisältäen pääpiirteittäin sekä hankkeen tekniset ratkaisut että oleellisesti hankkeeseen vaikuttavat tekijät. Yleissuunnitteluvaiheessa määritellään väylän mitoitusperusteet, mitoitusarvot ja yksikäsitteinen väylägeometria sekä arvioidaan hankkeen toteuttamiseen vaadittavia kustannuksia ja hankkeen toteutusedellytyksiä sekä määritellään tarvittavat jatkotoimenpiteet. Toteutusvaihtoehtoja yleissuunnitelmassa voi olla useampia, joista valitaan parhaiten soveltuva vaihtoehto. (Liikennevirasto 2014, 9.)

Vesilain mukaisesti yleisen kulkuväylän perustamiselle sekä väylätöiden toteuttamiselle on haettava vesilupaa lupaviranomaiselta. Yleissuunnitelmaa käytetään vesilupasuunnittelun pohjana. Ennen vesilupasuunnittelua on yleissuunnitteluvaiheessa oltava valittuna toteutettava väylävaihtoehto, johon luvan hakeminen perustuu. Vesilupasuunnitteluvaiheessa ei enää puututa väylän suunnitteluun tai mitoitukseen. (Liikennevirasto 2014, 9.)

Rakennussuunnitteluvaiheessa määritetään kaikki hankkeen tekniseen toteutukseen tarvittavat työt ja toimenpiteet. Viimeisin hyväksytty yleissuunnitelma toimii rakennussuunnittelun pohjana. Väylän mitoitukseen, mitoitusperusteisiin tai merkinnän periaatteisiin ei rakennussuunnittelussa yleensä enää oteta kantaa. Väylän linjaus, väyläalue ja merkintä voivat muuttua tai tarkentua rakennuskustannusten optimoinnin ja tarkempien pohjatutkimusten seurauksena, kuitenkin yleissuunnitelmassa esitettyjen mitoituksen reunaehtojen puitteissa. (Liikennevirasto 2014, 10.)

3.3 Rakentaminen ja käyttöönotto

Vesiväylähanke toteutetaan saatujen lupien ja laadittujen suunnitelmien perusteella. Ruoppaus- ja läjitystoimintaan sisältyy maamassojen irrottaminen vesialueen pohjasta sekä niiden nostaminen, kuljettaminen ja läjittäminen joko maalueelle tai läjityspaikkaan vesialueella. Ruoppausmassan irrottaminen voidaan suorittaa mekaanisilla ja hydraulisilla menetelmillä riippuen ruopattavan aineksen koostumuksesta. Sedimenttien, joiden leikkauslujuus on vähäinen, irrottamisessa voidaan hyödyntää hydraulisia imumenetelmiä. Tiiviiden maa-ainesten irrottamiseen käytetään joko kauhaa tai jysintä. (Liikennevirasto 2012b, 10; Ympäristöministeriö 2015, 17–18.)

Hydraulisissa imuruoppaustekniikoissa koheesiomaalajit siirretään pumppujen avulla lietteenä jatkokäsittelyyn, kuljetusvälineeseen tai loppusijoituspaikkaan. Ns. hopperiruoppauksessa ruoppausmassa imetään aluksen ruumaan, josta massa tyhjennetään läjitysalueelle joko pumppaamalla tai pohjaluukun kautta pudottamalla. Imuruoppausmenetelmät ovat yleisesti herkkiä vesistön pohjassa oleville kappaleille, kuten kiville, roskille ja puun juurille, jotka voivat aiheuttaa laitteistojen tukkeutumisen. (Ympäristöministeriö 2015, 19.)

Mekaaniset ruoppauslaitteet, kuten kauharuoppaajat, soveltuvat erityisesti kitkamaalajien ruoppaukseen. Maa-aineksen irrottamiseen voidaan käyttää kuokka, pisto- tai kahmarikauhaa. Haitta-aineita sisältävien sedimenttien ruoppauksessa käytetään suljettua kauharakennetta, sillä se estää massan huuhtoutumista nostettaessa kauhaa vesimassan läpi. (Ympäristöministeriö 2015, 18.)

Pilaantuneiden sedimenttien ruoppaaminen suoritetaan yleensä omana työvaiheenaan, ns. kuorintaruoppauksena. Pilaantuneille ruoppausmassoille on läjityksen suhteen omat erityisvaatimuksensa, kuten massojen stabilointi tai niiden peittäminen puhtailla maamassoilla. (Liikennevirasto 2012b, 8.)

Ruoppaustyön yhteydessä suoritetaan usein myös vedenalaista louhintaa. Vedenalainen kallio irrotetaan ympäristöön ja kallion laatuun sopivia työmenetelmiä ja räjähdysaineita käyttäen. Irronnut louhe kaivetaan pois, ja se voidaan hyödyntää muissa rakennuskohteissa. (Rakennustieto Oy 2010, 231; YIT 2015.)

Mikäli ruoppausmassoille ei löydy hyötykäyttöä ja sopivaa vesiläjitysaluetta ei löydy kohtuullisen kuljetusmatkan päästä ruoppaushankkeesta, on massat sijoitettava penkerein rajattuun vesialtaaseen. Läjitysaltaan penkereet voidaan rakentaa kantavien maakerrosten varaan esimerkiksi hankkeesta saatavasta louheesta ja kitkamaista. Penkereen altaan puoleinen sisäosa verhoillaan tarvittaessa suodatinkankaalla ja ulko-osa louheella tai verhouslohkareilla. Penkereeseen jätetään läjitystä varten proomuille kulkuaukko, joka varustetaan esimerkiksi avattavalla suodatinkangasverholla tai kuplaverholla kiintoaineksen leviämisen estämiseksi tai allas varustetaan imuruoppausta varten ylivuotojärjestelyllä. (M. Karttunen, henkilökohtainen tiedonanto 24.2.2016.)

Ruoppaustyön jälkeen pohjan syvyys sekä luiskien kaltevuudet tarkastetaan mittaamalla joko peittäväällä kaikuluotauksella tai haraamalla (Rakennustieto Oy 2010, 215).

Väyläpäättös on vesiväylien ja merenkulun turvalaitteiden virallinen käyttöönotonmenettely, jossa vahvistetaan vesiväyläkohteet käyttöönotetuiksi. Päätöksen jälkeen kohteiden tiedot on julkaistavissa merikartoilla sekä muissa navigointiteknisissä julkaisuissa. Väyläpäättösprosessi kattaa väyläpäättösasiakirjojen laatimisen, niiden käsittelyn, päätöksen tekemisen ja siitä tiedottamisen sekä väylä- ja turvalaitetietojen vahvistamisen rekistereissä. Kaikista merikartoille tulevista yleisiä kulkuväyliä koskevista väylä- ja turvalaitemuutoksista on tehtävä väyläpäättös. Väylänpitäjät toimittavat tarvittavat tiedot ja asiakirjat väyläesityksen muodossa Liikennevirastolle, joka vastaa väyläpäättösten käsittelystä. (Liikennevirasto 2013b, 4.)

4 LÄHTÖTIETOMALLI VESIVÄYLÄSUUNNITTELUSSA

4.1 Yleisesti

Lähtötietomalli on tietynlainen digitaalisessa muodossa oleva jäsennelty kokonaisuus suunnittelua varten tarvittavia lähtötietoja ja -aineistoja. Lähtötietomallin kokoamisprosessissa on tarkoitus sekä säilyttää alkuperäinen lähtöaineisto että harmonisoida aineistoa mahdollisimman pitkälle tietomallipohjaista suunnittelua tukevaan muotoon. Lähtötietoihin liittyvät alkuperä- ja metatiedot sekä niille suoritettavat muokkaustoimenpiteet on tärkeä dokumentoida tarkasti prosessissa. (Liukas & Virtanen 2015, 4.)

Lähtötietomalli kootaan varhaisessa vaiheessa ennen itse suunnitteluprosessin alkua, jotta suunnittelijalla on käytössään kattavat lähtöaineistot suunnittelua varten. Lähtötietomallia päivitetään hankkeen edetessä kussakin suunnitteluvaiheessa syntyneiden uusien lähtötietojen osalta. Päivityksiä ovat esimerkiksi uudet tarkentavat maastomittaukset tai pohjatutkimukset. (Liukas & Virtanen 2015, 4.)

Osa lähtöaineistoista voidaan lukea rajapintojen kautta erilaisista tietovarastoista. Rajapintojen käytöstä ei ole laadittu selkeitä toimintaohjeita, ja niiden käytöstä sovitaan hankekohtaisesti. Tavoitteena voidaan pitää, että tulevaisuudessa aineistot päivittyisivät automaattisesti erilaisiin tietovarastoihin sekä rekistereihin, joista ne olisivat heti käytettävissä uuden hankkeen lähtötietomallia muodostettaessa. (Liukas & Virtanen 2015, 5.)

Lähtötietomallin aineistoja voidaan havainnollistaa visuaalisesti esimerkiksi karttasovelluksen tai yhdistelmämallin avulla. Yhdistelmämallista voidaan käyttää edellä mainitussa yhteydessä termiä *katselumalli*, johon voidaan luoda erilaisia näkymiä esittämään esimerkiksi aikaisemman vaiheen suunnitelmia tai pelkästään kohteen nykytilaa. Katselumalli tulee luoda sen käyttötarkoitus ja kohdekäyttäjät huomioon ottaen. Kaikkea lähtötietoa ei voida esittää 3D-näkymässä, vaan karttanäkymässä esittäminen voi olla parempi ratkaisu. Katselumallin

muodostaminen vaatii yleensä lisätyötä, joten sen tarpeellisuutta on syytä tarkastella hankekohtaisesti. (Liukas & Virtanen 2015, 18.)

4.2 Mallin tekninen sisältö

4.2.1 Mittayksiköt sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät

Vesiväyläsuunnittelussa mittayksikkönä on metri. Väyläsuunnitelmat sekä tutkimukset on toistaiseksi sidottu kartastokoordinaattijärjestelmään (KKJ), mutta merikarttapohjaisissa esityksissä käytetään yhtenäiskoordinaatistoon perustuvaa EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmää. (Liikennevirasto 2014, 22; Liukas & Kemppainen 2015, 9–10.)

Meriväylähankkeissa korkeuden vertailutasoksi on yleensä määritetty merialueen tietyn vuoden teoreettinen keskivedenpinnan taso (MW) ja sisävesille vastaavasti kyseisen vesialueen purjehduskauden aliveden taso (NWnav) (Liikennevirasto 2014, 22).

Tulevaisuudessa vesiväylien suunnittelussa siirrytään käyttämään valtakunnallisten suositusten mukaista EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmää (ETRS-TM35FIN/ETRS-GKn-koordinaatistoa) sekä N2000-korkeusjärjestelmää (Paukeri 2015, 12).

4.2.2 Kansiorakenne ja nimeämiskäytännöt

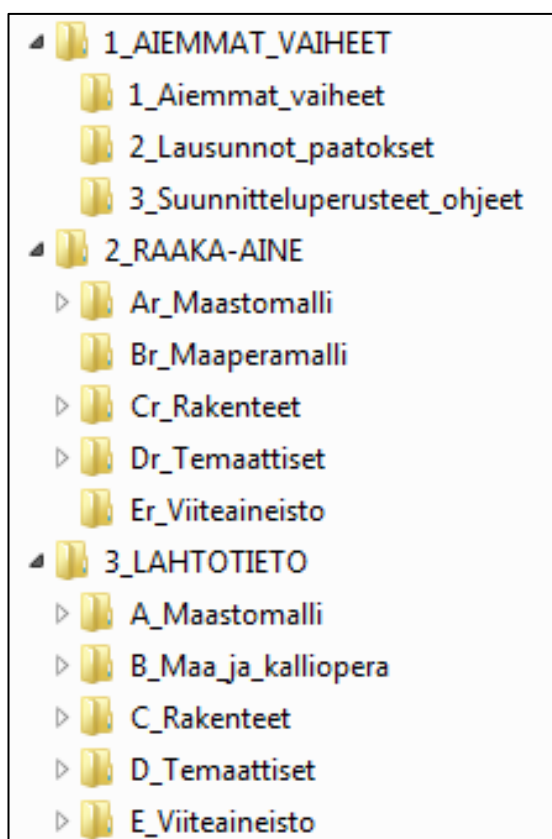
Lähtötietomallia varten luodaan tietynlainen kansiorakenne, jossa pääkansioita on kolme:

- 1_AIEMMAT_VAIHEET-kansio on tarkoitettu aiempien suunnitteluvaiheiden aineistoille.
- 2_RAAKA-AINE-kansioon sijoitetaan ”raaka-aine” eli kaikki lähtötietomallia varten kerätty aineisto muokkaamattomana natiivissa muodossaan.

- 3_LAHTOTIETO-kansioon lisätään aineisto, joka on harmonisoitu eli jaostettu raaka-aineesta tietomallintamista varten soveltuvaan muotoon. (Liukas & Virtanen 2015, 6.)

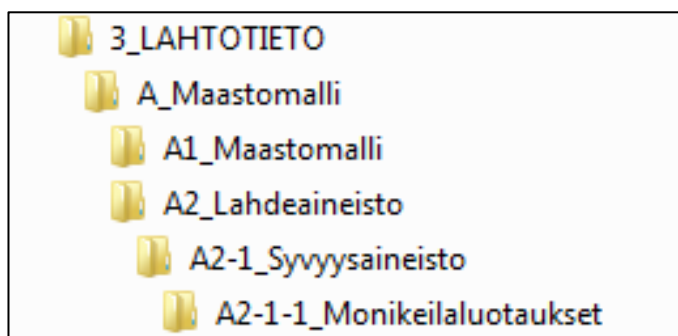
Hankkeen kannalta oleelliset aiempien suunnitteluvaiheiden aineistot kopioidaan AIEMMAT_VAIHEET-kansiosta joko raaka-aineeseen tai lähtötietoon riippuen siitä, onko aineisto valmiiksi tietomallintamiseen soveltuvassa muodossa vai vaatiiko se harmonisointitoimenpiteitä. RAAKA-AINE-kansio toimii lähtötietomallin työkansiona, johon aineistotoimittajilta tilatut ja vastaanotetut aineistot tallennetaan koskemattomina alkuperäisillä nimillään. (Liukas & Virtanen 2015, 9–10.)

Yleiset inframallivaatimukset 2015 osassa 3 on vakioitu pääkansioden lisäksi niiden alle lisättävät ensimmäisen tason alakansiot. Yleisten inframallivaatimusten mukainen kansiorakenne on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Lähtötietomallin vakioidut pääkansiot ja ensimmäisen tason alakansiot (Liukas & Virtanen 2015, 12).

Ensimmäisen asteen alakansioiden alla kansiorakenne noudattaa YIV 2015 - ohjeissa määriteltyä nimeämislogiikkaa, jossa kansion sisältämän aineistokokonaisuuden nimen eteen lisätään tarvittavat aineistotunnukset, juoksevat numerot sekä väli- ja alaviivat. Lisäksi raaka-aineen kansioihin aineistotunnuksen perään lisätään pieni r-kirjain erottamaan raaka-aine- ja lähtötieto-osiot toisistaan. (Liukas & Virtanen 2015, 12.) Kuviossa 3 on esitetty Yleisten inframallivaatimusten mukaisesti muodostettu kansiopolku Rauman meriväylähankkeen lähtötietomallin lähtötietokansiosta.



Kuvio 3. Esimerkki kansiorakenteesta ja kansioden nimeämisestä.

Tiedostojen nimeäminen toteutetaan pääsääntöisesti vastaavalla periaatteella kuin kansioden nimeäminen. Aineiston nimeämiskäytännöstä voidaan poiketa, mikäli nimeämisen seurauksena tiedosto muuttuu käyttökelttomaksi tai aineistokokonaisuus sisältää paljon yksittäisiä tiedostoja. (Liukas & Virtanen 2015, 13.)

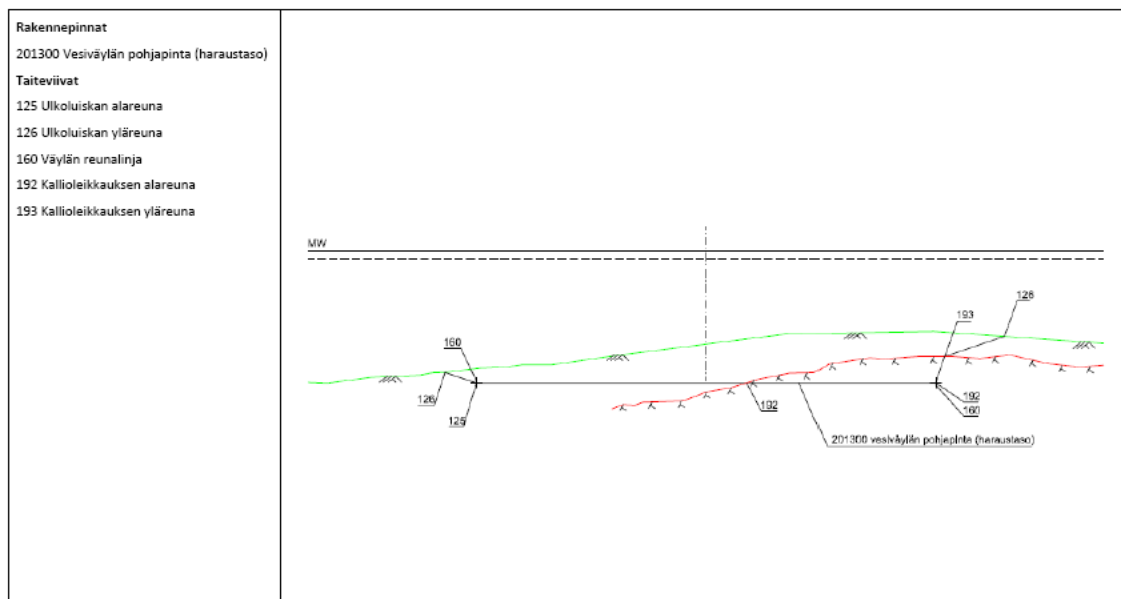
Lähtötietomallin kansioille ja aineistoille pyritään antamaan mahdollisimman lyhyet ja sisältöä kuvaavat nimet, jotta tiedostopolkujen merkkijonot eivät kasva liian suuriksi. Esimerkiksi koordinaattijärjestelmän kaltainen tieto kuuluu käydä ilmi lähtöaineistoluettelosta, ei aineiston tiedostonimestä. (Liukas & Virtanen 2015, 12.) Vesiväyläsuunnittelussa poikkeuksena on harvennetun pisteaineiston harvennusperuste, joka tulee esittää lyhennetyksi tiedostonimessä. Vesiväylien mallipohjainen suunnittelu -ohjeluonnoksen mukaan esimerkiksi metrin ruutukokoon keskiarvoharvennettu aineisto lyhennetään tiedostonimen perään muodossa _1x1_mean. Minimi- ja maksimiharvennuksista käytetään vastaavasti lyhenteitä min ja max. (Paukkeri 2015, 13.)

4.2.3 Nimikkeistö ja koodaus

Inframallintamisessa infrarakenteiden ja -mallien numeroimisessa sekä nimeämisessä noudatetaan InfraBIM-nimikkeistöä, joka tukeutuu ja laajentaa Infrarakennusosanimikkeistöä. Yhtenäisellä termistöllä ja nimeämiskäytännöllä pyritään luomaan yhteinen ymmärrys käytettävästä terminologiasta ja ehkäisemään siten mahdollisia väärinkäsityksiä. (Liukas & Kempainen 2015, 13.)

Tällä hetkellä voimassa olevan InfraBIM-nimikkeistön (suunnittelu-, mittaus ja tietomallinimikkeistön) versio 1.5 on julkaistu maaliskuussa 2012. Kyseisessä ohjeen versiossa on keskitytty väylärakenteiden geometrian kuvaamiseen. Lokakuussa 2015 ohjeesta julkaistiin lausunnonle versio 1.6. Ohjeluonnos on päivitetty vastamaan Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistöön tulleita muutoksia. Versiossa 1.6 on lisäksi laajennettu nimikkeistöä katurakenteiden ja vesiväyläverkostojen osalta sekä samalla on täydennetty luokitusta reunalinjojen, maastomallien ja maaperämallien osalta. (Building Environment Process Re-engineering PRE 2012, 6; BuildingSMART Finland 2015, 4.)

InfraBIM-nimikkeistö perustuu Infra rakennusosa- ja hankenimikkeistöön, jossa nimikkeiden päätasot ilmoitetaan nelinumeroisina. Käytännössä inframallintamisessa rakennepinnoille annetaan kuusinumeroiset luokituskoodit ja taiteviivoille kolminumeroiset koodit. (Paukkeri 2015, 12.) Kuvassa 1 on esitetty havainnekuva InfraBIM-nimikkeistön mukaisista vedenalaiseen louhintaan liittyvistä taiteviivojen koodauksista. Rakennepintojen ja taiteviivojen ajantasaiset koodit ja nimikkeet tullaan tarvittavien kommenttikierrosten jälkeen päivittämään InfraBIM-nimikkeistöön.



Kuva 1. Esimerkki vedenalaisen louhinnan InfraBIM-nimikkeistä (BuildingSMART Finland 2015, 27).

InfraBIM-nimikkeistön version 1.6 mukaan geometrialinjoille, kuten väylälinjalle ja vesiväylän mittalinjalle, on määriteltä kolminumeroiset koodit. InfraBIM-nimikkeistön kuusi- ja kolminumeroiselle koodaukselle muodostaa poikkeuksen maastomallien ja maaperämallien pintakoodit, jotka esitetään yksi- tai kaksinumeroisina. Maastomallien ja maaperämallien pintakoodeja ovat esimerkiksi

- 1 (Maanpinta)
- 2 (Kallionpinta)
- 31 (Maalajirajapinta). (BuildingSMART Finland 2015, 31–32.)

Vesiväylien väyläsuunnitelma- ja väyläpääätöskarttoja varten on Liikenneviraston Vesiväyläsuunnitelmien piirustusohjeessa määritetty AutoCAD-tasot, joissa koodimerkkejä on kuusi. AutoCAD-tasoluokittelua käytetään pääasiassa perinteisen mallintamattoman 2D-tiedon esittämisessä. Mallintamisessa AutoCAD-tasomäärittelyä voidaan käyttää tapauksissa, joissa tarvittavaa nimikettä ei ole infra-nimikkeistöissä. (Paukkeri 2015, 12.)

4.2.4 Tiedostoformaattit

Inframallintamisessa tulee käyttää ensisijaisesti avoimia standardeja sekä tietomallinnusta tukevia formaatteja. Avoin formaatti on infrarakenteiden osalta Inframodel-sisällön ja -määrittelyn mukainen LandXML. Taitorakenteiden osalta käytössä on IFC-tiedonsiirtoformaatti. Kaikissa tapauksissa avoimet formaatit eivät ole täysin kattavia, joten siirtymävaiheissa on käytettävä ohjelmistojen omia natiiviformaatteja tai muita yleisesti käytössä olevia formaatteja. Dwg-formaattia käytetään niiden infrarakenteiden osalta, joita avoimet tietomalliformaatit eivät vielä sisällä. Maaperätutkimusten siirtämiseen käytetään kansallista Infra-pohjatutkimusformaattia. (Liukas & Kemppainen 2015, 8, 11.)

Mallin luovutuksessa on otettava huomioon, että kaikki oleellinen suunnitelmatieto säilyy ja on siirrettävissä mallin mukana eteenpäin. Jos aineistojen tuottamisessa on käytetty hyväksi materiaali- ja profiilikirjastoja, tulee ne myös luovuttaa mallin yhteydessä. Tiedon jakamisessa on käytettävä avoimia formaatteja, mutta tiedostot tulisi tallentaa arkistoon myös suunnitteluohjelmiston natiiviformaatissa, jossa tietosisältö on osittain laajempi kuin avoimessa tiedonsiirtoformaattissa. Näin tiedon säilyminen saataisiin varmistettua edes rajoitetun ajan. Natiiviformaattien heikkoutena on riski, että ohjelmiston versiopäivitysten myötä tiedostot eivät enää avaudu ohjelmistossa tai niistä saattaa kadota tietoja. (Liukas & Kemppainen 2015, 7, 8.)

4.2.5 Tarkkuustasot

Lähtötietomallin aineistojen tulisi olla tarkkuudeltaan mahdollisimman korkeatasoisia, jotta lähtötietomallin hyödynnettävyys ei kärsi. Hankkeen alussa on erikseen sovittava malli- ja tekniikkalajeittain eri aineistojen tarkkuustasot. Toistaiseksi ei ole tekniikkaa liittää metatietoja suoraan aineistoihin, joten tarkkuudet on dokumentoitava lähtötietomallin malliselostukseen ja lähtöaineistoluetteloon. (Liukas & Virtanen 2015, 15.)

Lähtötietomallin raaka-aineena olevien vesiväylätutkimusten tarkkuudet (sallitut epävarmuudet) riippuvat muun muassa tutkimuksen tarkoituksesta ja tavoitteista sekä tutkimusmenetelmästä. Tutkimusten tilaaja on etukäteen määritellyt vaatimukset käytettävien menetelmien ja tutkimustulosten tarkkuuksille. Tarkkuusvaatimusten määrittely perustuu lähtökohtaisesti käytettävän menetelmän ominaistarkkuuteen tai muihin yleisesti käytettyihin tarkkuusvaatimuksiin. Esimerkiksi merikartoitusta varten suoritettujen syvyysmittausten lähtökohtana ovat IHO S-44 ed 5 ja Suomen kansallisten merenmittausmääräysten mukaiset vaatimukset. (Liikennevirasto 2013a, 14.)

Mallintamisen tarkkuustaso riippuu suunnitteluvaiheesta, inframallien hyödyntämistarpeista sekä lähtötietojen tarkkuustasosta (Janhunen ym. 2015, 5). YIV 2015 osassa 4 esitettyä rakennusosien mallinnustarkkuusluokitusta on sovellettu Vesiväylien mallipohjainen suunnittelu -ohjeluonnoksessa. Kyseinen luokitus ja luokitusta vastaavat numerotunnukset on kuvattu taulukossa 3.

Taulukko 3. Vesiväylän inframallin osien mallinnustarkkuusluokitus ja luokkia vastaavat numerotunnukset (Paukkeri 2015, 13).

Mallinnustaso	Mallinnustarkkuus
0	Lähtökohtaisesti ei mallinneta tai esitetä. Mallinnuksesta voidaan sopia hankekohtaisesti.
1	Kappaleista mallinnetaan osan tilanvaraus tai ulkopinnat. Aluerajaukset, taiteviivat ja pinnat ovat kaksiulotteisia tai jollain nollasta poikkeavalla vakiokorkeudella. Pisteillä voi olla korkeustieto. Tiedot ominaisuuksista perustuvat ainakin piirustussymboleihin ja tasoluokitteluun kuten perinteisissä AutoCAD-piirustuksissa.
2	Mallinnetaan osat tarkoituksenmukaisesti kolmiulotteisina kappaleina, pintoina tai kolmiulotteisen tilan taiteviivoina ja pisteinä. Malli toimii määrälaskennan perusteena, mutta tarkentuu jatkosuunnittelussa. Ominaisuustiedoista kerrotaan ko. suunnitteluvaiheessa olennaiset asiat. Aineisto on luokiteltu.
3	Mallinnetaan osat kokonaisuudessaan tarkoituksenmukaisella tarkkuudella.
H	Mallinnus ja sen tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti

Rakennusosakohtaisia mallinnustasoja eri hanke- ja suunnitteluvaiheissa on kuvattu tarkemmin YIV 2015 osan 4 liitteessä 1 sekä Vesiväylien mallipohjainen suunnittelu -ohjeluonnoksen kappaleen 4 taulukoissa.

4.3 Lähtötietomalliaineisto

4.3.1 Maastomalliaineisto *A_Maastomalli*

Merenpohjan maastomallit muodostetaan merenmittausluotausten tuotoksena syntyneistä pisteaineistoista. Aineistoja yhdistetään tai pilkotaan sekä harvennetaan käyttötarkoituksen mukaan. Peittäväällä luotauksella tehdyt pisteaineistot voidaan harventaa esimerkiksi 1 tai 2 metrin ruutukokoon, joka on yleensä riittävä tarkkuus suunnittelussa ja rakentamisessa. Maastomallia voidaan tarvittaessa laajentaa esimerkiksi vedenpäällisen laserkeilauksen pistepilvestä muodostetulla maastomallilla tai rantaviiva- ja kivitiedoilla. (Paukkeri 2015, 17–18.)

Lähtötietomallin raaka-aine-osioon tallennetaan kaikki maastomallien luomisessa käytetty lähdeaineisto alkuperäisessä muodossaan. Lähtötieto-osioon tallennetaan maastomallit sekä niiden muodostamisessa käytetyt harmonisoidut piste- ja taiteviiva-aineistot. Lisäksi ruoppausta varten tallennetaan pisteaineisto ASCII-riviformaatissa. Maastomallien ja pisteaineistojen tallentamisessa pitää ottaa huomioon mahdolliset rajoittavat turvaluokitusasiat sekä tallennuspaikka. Mikäli aineistoja ei voida siirtää lähtötietomallin mukana, on tiedostot kuitenkin dokumentoitava lähtöaineistoluetteloon. (Paukkeri 2015, 18.)

4.3.2 Maa- ja kallioperäaineisto *B_Maa_ja_kalliopera*

Maa- ja kallioperäaineisto sisältää tiedot kalliopinnan sekä maakerrosten sijainneista. Kallion yläpinnasta muodostetaan pintamalli niille alueille, joissa kalliopinta on tutkimusten perusteella havaittu sijaitsevan haraustason lähellä tai sen yläpuolella. Maakerroksista erotellaan pintamalleiksi ne, joiden ominaisuudet vaikuttavat olennaisesti ruoppaustyöhön, kuten ruoppaustavan valintaan. (Paukkeri 2015, 18–19.)

Maa- ja kallioperäaineistoja ovat muodostettujen maaperän rakenteita kuvaavien pintamallien lisäksi muun muassa:

- kallioperätutkimukset, kuten kallionäytteet
- matalataajuusluotaukset ja seismiset reflektioluotaukset
- muut luotaukset, kuten viistokaikuluotaukset, joiden avulla voidaan tehdä pohjan pintatyypiluokittelua
- pohjatutkimukset, kairaukset ja näytteet
- sukellustutkimusten tulokset, kuten avokalliorajaukset
- lohkareisuusselvitykset
- maaperän laboratoriotutkimukset
- sedimenttinäytetulokset
- tiedot aiemmin louhitusta ja ruopatuista alueista (Paukkeri 2015, 18–19).

4.3.3 Rakenteet ja järjestelmät *C_Rakenteet*

Rakenteisiin ja järjestelmiin sisältyy tiedot hankkeen kannalta tarpeellisista

- rakennuksista
- taitorakenteista, kuten laitureista ja reunamerkeistä
- muista rakenteista, kuten luiskaverhouksista, maapadoista ja aallonmurtaajista
- silloista
- johdoista ja laitteista
- teistä ja kaduista
- radoista
- vesiväylistä ja turvalaitteista.

Lähtötietomallin käyttötarkoitus sekä hankevaihe määrittelevät rakenteiden ja järjestelmien mallinnustason (Paukkeri 2015, 20).

4.3.4 Kartta- ja paikkatietoaineisto *D_Temaattiset*

Kartta- ja paikkatietoaineistoista esitetään lähtötietomallissa suunnittelun kannalta olennaiset tiedot. Aineistoja kootaan lähtötietomalliin jo esisuunnitteluvaiheesta alkaen. Tietoja päivitetään ja täydennetään tarpeen mukaan suunnitteluprosessin edetessä.

Temaattisia aineistoja ovat muun muassa

- kartta-aineistot, kuten merikartat, satamakartat, ortokuvat yms.
- kaava-aineistot
- kiinteistö- ja maanomistustiedot
- kulttuuriperintökohteet, kuten muinaisjäännökset sekä hylt
- Natura-alueet ja luonnonsuojelualueet
- liikenneturvallisuuteen ja liikennemääriin liittyvät asiat, esimerkiksi meriliikennetilastot
- vesiväylärekisteriaineistoa, kuten nimistö, varmistetut alueet, merenmittausalueet
- tankoharaukset, harausten kiinniotot sekä harauksiin liittyvät piirustukset, pöytäkirjat ja selosteet (Paukkeri 2015, 20; H. Paukkeri, henkilökohtainen tiedonanto 14.9.2015).

4.3.5 Viiteaineisto *E_Viiteaineisto*

Kuten kartta- ja paikkatietoaineistoja, myös viiteaineistoja kootaan, täydennetään ja päivitetään lähtötietomalliin esisuunnitteluvaiheesta lähtien.

Viiteaineistoa ovat muun muassa

- suunnitteluperusteet
- kyseistä suunnitteluvaihetta koskevat selvitykset sekä lupa-asiakirjat
- muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat ja selvitykset
- maastokäyntien valokuvat

- tutkimusselostukset sekä
- olosuhdetiedot, kuten jää-, vedenkorkeus- ja tuulitilastot (Paukkeri 2015, 20; H. Paukkeri, henkilökohtainen tiedonanto 14.9.2015).

5 LÄHTÖTIETOMALLIN LAADUNVARMISTUS

5.1 Inframallien laadunvarmistuksen tavoitteet

Yleisten inframallivaatimusten 2015 osa 8 ohjeistaa inframallien laadunvarmistusta. Ohjeen mukaan laadunvarmistuksen tavoitteita ovat muun muassa

- sovittujen kokonaisuuksien ja tiedon tuottaminen hankekohtaisten ja alan yleisten ohjeiden sekä vaatimusten mukaisesti
- inframallien katkeamattoman ketjun luominen rakennetulle ympäristölle, missä edellisten hankkeiden toteutumamallit toimivat tulevien hankkeiden lähtötietoina (Mäkinen ym. 2015, 4).

Laadunvarmistuksen keskeisin tavoite inframallipohjaisessa toimintaprosessissa on havaita mallien puutteet, virheet ja ristiriidat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa (Mäkinen ym. 2015, 6).

5.2 Laadunvarmistuksen osapuolet

Suunnittelija on vastuussa laatimastaan lähtötietomallista ja sen luotettavuudesta. Mallin laatija on velvollinen tuottamaan aineiston alan yleisten ohjeistuksen ja hankkeessa erikseen sovittujen vaatimusten mukaisesti sovitussa aikataulusa. Lähtötietomallin luovutuksessa tilaajalle toimitetaan laadunvarmistusdokumentit, joita ovat tietomalliselostuksen ja lähtöaineistoluettelon lisäksi sisäiset tarkastusdokumentit, kuten tarkastuslistat, joihin on kirjattu ylös mallien laadunvarmistuksen aikana ilmenneet virheet ja puutteet sekä niiden korjaustoimenpiteet tai niiden puuttuminen perusteluineen. Suunnittelijan velvollisuus on tarkastaa mallinsa alkuperäisohjelmistolla ja sen työkaluilla. Olisi suotavaa, jos mallit tarkastettaisiin myös toisilla standardia tukevilla ohjelmistoilla ja mielellään toisen suunnittelijan tai laadunvarmistuksen erikoisasantuntijan toimesta. (Mäkinen ym. 2015, 9–10.)

Tilaaajan tehtävä prosessissa on lähtötietomalliaineiston ja laadunvarmistusdokumenttien läpikäyminen joko itse tai tilaamalla laadunvarmistuksen alaan erikoistuneelta asiantuntijalta. Laadunvarmistuksen suorittavalla taholla tulee olla tarvittava tietotaito, ymmärrys sekä tarvittavat alan ohjelmistot tehtävän läpiviemiseksi. Tilaaajan tai kolmannen osapuolen suorittamassa laadunvarmistuksessa havaittuja virheitä tai ongelmia ei korjata, vaan ne raportoidaan lähtötietomallin laatijalle. Tarkastusraportin saanut suunnittelija korjaa mahdolliset virheet ja luovuttaa tarvittaessa uuden revision lähtötietomallista tilaajalle. (Mäkinen ym. 2015, 11.)

5.3 Laadunvarmistusdokumentit

5.3.1 Inframallisuunnitelma

Hankkeen alussa laaditaan yhteistyössä tilaaajan ja tuottajan kesken tietomallinusta ohjaava inframallisuunnitelma, johon on tarkoitus kuvata hankeosapuolien roolit ja vastuut, missä laajuudessa inframalleja hyödynnetään sekä kaikki hankekohtaiset poikkeukset ja tarkennukset alan ohjeisiin. Inframallisuunnitelman tulee sisältää muun muassa seuraavia tietoja:

- toimintasuunnitelma tiedonhallintaan
- inframallien sisältö ja laajuus
- noudatettavat ohjeet ja vaatimukset
- inframallien nimeäminen ja revisiointi
- tilaaajan tarkastukseen toimitettavat mallit (kokonaisuudet) ja niihin liittyvä dokumentointi
- tuottajan sisäisen tarkastuksen ohjeet ja tarkastusdokumentti
- mallien tuottamiseen ja laadunvarmistukseen käytettävät ohjelmistot
- yhdistelmämallien kokoaminen ja koontivälit. (Mäkinen ym. 2015, 7.)

Suunnitelman tietoja muutetaan ja päivitetään tarpeen vaatiessa hankkeen aikana tilaaajan ja tuottajan yhteisen sopimisen pohjalta (Mäkinen ym. 2015, 7).

5.3.2 Lähtöaineistoluettelo

Lähtöaineistoluetteloon dokumentoidaan kaikki lähtötietomallin sisältävä aineisto, aineistoon liittyvät alkuperä- ja metatiedot sekä tiedot muokkaustoimenpiteistä (Liukas & Virtanen 2015, 19).

Luettelo toteutetaan lähtötietomallin rakenteen mukaisessa järjestyksessä, ja sitä päivitetään koko suunnitteluprosessin ajan. Aineistoluettelo on tärkeä osa tiedonhallintaa. Sen avulla tietomalliin entuudestaan perehtymättömänkin henkilön on mahdollista saada nopeasti kokonaiskäsitys tietomallin sisällöstä ja aineistojen sijainnista kansiorakenteen sisällä. (H. Paukkeri, henkilökohtainen tiedonanto 26.8.2015.)

5.3.3 Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on luovutettavaan inframalliin liitettävä dokumentti, jonka tulee sisältää kaikki mallin käyttöön ja luotettavuuteen liittyvät asiat. Kaikki mallin kannalta tärkeät havainnot, kuten mahdolliset poikkeamat sovitusta mallin sisällöstä, kirjataan tietomalliselostukseen. (Liukas & Kempainen 2015, 14.)

YIV 2015 -vaatimukset tietomalliselostuksen sisällöstä ovat

- kohde ja mallin käyttötarkoitus
- sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö
- käytetyt ohjelmistot ja niiden versiot
- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä
- osien nimeämis- ja numerointikäytännöt
- mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet mallissa suhteessa kyseisen vaiheen vaatimukseen
- rakenteiden tarkkuus inframallissa verrattuna vaiheen vaatimukseen
- tuotetut tiedostot ja tiedostomuodot
- laadunvarmistustoimenpiteet ja mallin tarkastus- sekä hyväksymistiedot
- muut huomioon otavat asiat (Liukas & Kempainen 2015, 14).

Malliselostuksen tehtävänä on selventää mallia hyödyntäville tahoille, mitä malliaineisto sisältää, miten se on jaoteltu sekä miten se poikkeaa oletetusta kyseisen suunnitteluvaiheen malliaineiston sisällöstä (Salonsaari ym. 2015, 6–7).

5.3.4 Tarkastusdokumentti

Tarkastusdokumenttiin, kuten tarkastuslistaan, kirjataan ylös mallien laadunvarmistuksen aikana havaitut virheet ja puutteet. Mallien itselleluovutuksessa suunnittelija kirjaa sisäiseen tarkastusdokumenttiin korjaustoimenpiteet tai niiden puuttumisen perusteluineen. Sisäinen tarkastusdokumentti lähetetään tilaajalle malliselostuksen ja aineistoluettelon kanssa helpottamaan tilaajan tarkastusprosessia. (Mäkinen ym. 2015, 9.)

5.4 Lähtötietomallin tarkastaminen

Laadunvarmistustoimenpiteitä tulee suorittaa sekä raaka-aineelle että lähtötiedolle. Vastaanotetulle raaka-aineelle tehdään lähtötietomallin laatijan toimesta vastaanottotarkastus. Vastaanoton yhteydessä on syytä tarkastaa, että

- aineisto on ajantasaista ja tarkkuus on hankkeen vaatimuksien mukainen
- raaka-aine ei sisällä puutteita (aineistoa ei puutu fyysisesti)
- aineiston mahdollisesti sisältämät ongelmat ja virheet on selostettu dokumenteissa. (Liukas & Virtanen 2015, 19.)

Yleisten inframallivaatimusten mukaan inframalleja ja niiden sisältöä voidaan tarkastella

- inframallien tietosisällön
- inframallien laadunarvioinnin
- teknisen mallisisällön näkökulmista (Mäkinen ym. 2015, 5).

Inframallien tietosisällön laadunvarmistuksessa tarkastetaan, että mallit sisältävät kaiken vaadittavan suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpitovaiheeseen kuuluvan tiedon. Inframallin laadunarvioinnissa tarkastellaan muun muassa, onko kokonaisratkaisu toimiva ja toteutuskelpoinen sekä havaitaanko tekniikka- ja osamallien yhteensovituksessa virheitä ja ristiriitoja. (Mäkinen ym. 2015, 5.)

Teknisen mallisisällön oikeellisuus tarkoittaa, että malli on tuotettu suunnitteluohjelmasta vaaditun standardin ja nimikkeistön mukaisesti. Inframallin tuottaja on velvollinen käyttämään standardin tukemaa suunnitteluohjelmistoa sekä varmistamaan, että mallien formaatit, koodaukset ja nimikkeistöt täyttävät niille asetetut vaatimukset. Yleiset inframallivaatimukset ohjaavat teknisen inframallisisällön laadunvarmistusta. (Mäkinen ym. 2015, 5–6.)

Inframallien teknisen sisällön tarkastamiseen ja analysointiin on kehitetty pilvilaskentaperiaatteella toimiva palvelu, BimOne Checker. Palvelu on yhteensopiva useimpien infran tietomallien kanssa. Palvelun käyttäjä saa inframallin tarkastuksesta käyttöönsä selkeän laaturaportin, joka on objektiivinen selonteko tietomallin sisällöstä. (BimOne Finland Oy 2015.)

BimOne-laaturaportin prosessi pilvipalvelussa:

- Aineiston toimittaja lisää Inframodel-tietomallin palveluun internetsivuston kautta.
- Pilvipalvelu analysoi automaattisesti tietomallin, laaturaporttia sekä mittaa YIV-määrittelyjä sekä tilaajavaatimuksia.
- Valmiit laaturaportit ja laaturaportit generoidaan automaattisesti projekti-pankkiin.
- Aineiston toimittaja tarkastaa tulokset ja tarvittaessa korjaa puutteelliset kohdat.
- Uusi revisio tietomallista lisätään palveluun. (T. Palomaa, henkilökohtainen tiedonanto 27.7.2015.)

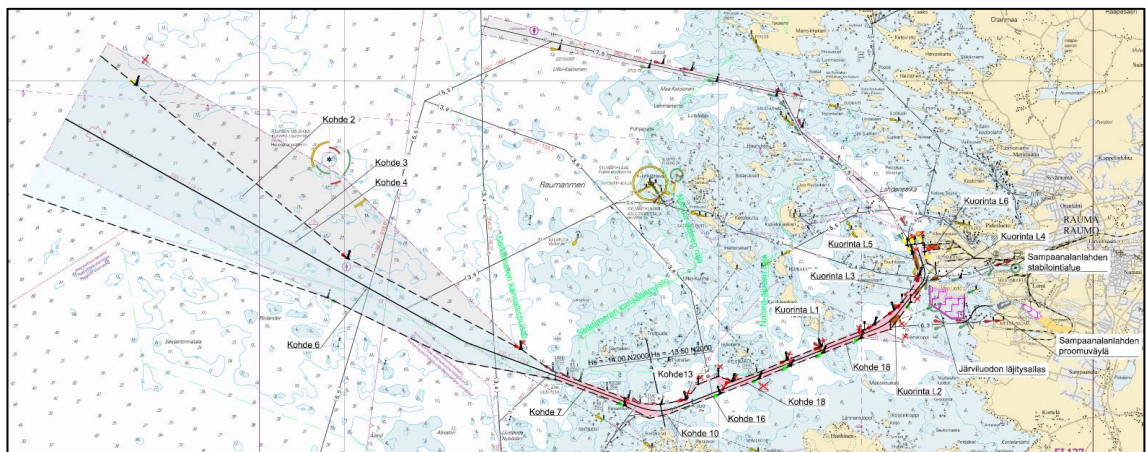
6 RAUMAN MERIVÄYLÄN SYVENTÄMINEN

6.1 Hankkeen yleisesittely

Kuljetusmäärältään Rauman satama oli vuonna 2015 Suomen neljänneksi suurin satama. Vuoden 2015 aikana sataman kokonaisliikenne oli yhteensä 5,74 miljoonaa tonnia. Konttisatamista Rauman satama on Suomen 3. suurin 263 000 konttiyksikön (TEU) kuljetusmäärällä. Sataman merkittävimmät tavara-lajit ovat kappaletavara sekä metsäteollisuustuotteet. (Liikennevirasto 2016.)

Satamaan johtaa eteläinen Rihetniemen 10,0 metrin väylä sekä pohjoinen, kulkusyvyydeltään 7,5 metrin Valkeakarın väylä. Väylien alhainen kulkusyvyys rajoittaa satamaan liikennöivien laivojen kokoa, mikä vaikuttaa oleellisesti etenkin kaukoviennin kuljetusten hintaan. (Liikennevirasto 2015.)

Hankkeessa Rauman nykyistä 10,0 metrin väylää syvennetään vastaamaan 12,0 metrin kulkusyvyyttä. Kustannusarvio 12,0 metrin väylälle on noin 39,8 milj. €. Hankkeen tilaajina toimivat Liikennevirasto sekä Rauman Satama Oy. (Liikennevirasto 2016.) Ote hankkeen rakennussuunnitelman yleiskartasta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Ote Rauman meriväylähankkeen rakennussuunnitelman yleiskartasta.

Rauman meriväylän syventämishankkeen suurin hyöty on kuljetuskustannusten aleneminen, kun aluksien laivausten eräkokoja on mahdollista kasvattaa. Kuljetustaloudellisten seikkojen lisäksi hanke parantaa väylän käytettävyyttä ja meriturvallisuutta, pienentää öljyonnettomuusriskiä sekä vähentää laivaliikenteen päästöjä. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2013.)

Hanke käsittää väylän sekä sataman ruoppaus- ja louhintatyöt, läjitysaltan rakentamisen Iso Järviluodon eteläpuolelle, ruoppausmassojen läjittämisen, pilaantuneiden sedimenttien kuorintaruoppauksen ja stabiloinnin Sampaanalanlahden täyttöalueelle sekä väylän merkintään liittyvät turvalaitetyöt.

Rakennussuunnittelu toteutettiin tietomallipohjaisesti, ja suunnittelusta vastasi väylän sekä sataman syventämisen osalta Meritaito Oy ja Iso Järviluodon läjitysaltan osalta Insinööritoimisto Matti Pitkälä Oy. Hanke toimii rakennussuunnittelun pilottikohteena tietomallipohjaisessa vesiväyläsuunnittelussa.

Väylän ja sataman syventämistyöt aloitettiin huhtikuussa 2016. Hankkeen on tarkoitus valmistua vuoden 2017 loppuun mennessä.

6.2 Rakennussuunnittelun lähtötietojen hankinta

Lähtötietomalliprosessin alkuvaiheessa etsittiin, kerättiin yhteen, järjesteltiin ja harmonisoitiin hankkeesta jo olemassa olevaa aineistoa. Suuri osa tarvittavasta raaka-aineesta sekä viiteaineistosta oli jo entuudestaan digitaalisessa muodossa lähtötietomallin kokoamisesta vastaavan Meritaito Oy:n hallussa edellisistä suunnitteluvaiheista. Vuonna 2010 Merenkululaitoksen tuotannollisen toiminnan sekä Varustamoliikelaitoksen väyläalustoiminnan yhtiöittämisen tuotoksena syntyneen Meritaito Oy:n arkistoissa sekä tietokannoissa on myös periytyneenä Merenkululaitoksen aikaista aineistoa aiemmista suunnitteluvaiheista, kuten pohjatutkimusaineistoa edellisiltä vuosikymmeniltä.

Rauman väylän alkuperäisen rakennushankkeen sekä edellisen, 1990-luvulla toteutetun syventämishankkeen suunnitelma-aineistoja oli arkistoitu paperiver-

sioina, joita tarvittavin osin digitoitiin lähtötietomallia varten skannaamalla pdf-formaattiin.

Suunnittelua varten tehtiin myös lisätutkimuksia, kuten matalataajuus- ja monikeilaluotauksia, pohjatutkimuksia sekä tankoharauksia. Liikennevirasto toimitti rekistereistään vesiväyliä koskevat ajankohtaiset paikkatietoaineistot sekä merikarttarasterit. Maanmittauslaitoksen paikkatietoaineistot ladattiin MML:n avoimien aineistojen tiedostopalvelusta.

6.3 Lähtötietomallin muodostaminen

Lähtötietomallin rakenteessa noudatettiin pääkansioden ja ensimmäisen asteen alakansioden osalta YIV 2015 -ohjeistusta, ja siitä alempien alakansioden nimeämiskäytännöt sekä kansiorakenne muokkautuivat vähitellen prosessin edetessä. Viiteaineistoa ja raaka-ainetta koottiin lähtötietomallin kansioihin sitä mukaa, kun aineistoa harmonisoitiin ja siirrettiin lähtötieto-osioon. Lähtöaineistoluettelon rakennetta muokattiin yhdessä kansiorakenteen kanssa.

Tiettyjä aineistoja, kuten pohjatutkimuksia, laadittiin koko projektin ajan, ja tiedot syötettiin ensin Oracle-tietokantaan, josta kairaukset oli tuotavissa Novapoint Soundings -ohjelman kautta muihin suunnitteluohjelmistoihin. Raaka-aineen harmonisoinnissa ja muokkaamisessa käytettiin pääosin 3D-Win 6.1.1.2-, AutoCad Civil 3D 2013 ja 2015 -ohjelmistoja sekä pohjatutkimusten käsittelyyn Novapoint Sounding Editor 3.2 -ohjelmaa.

6.4 Mallin tarkastusprosessin vaiheet

Lähtötietomallin tarkastamisessa ohjeistuksena käytettiin pääasiassa YIV 2015 -ohjeita, sekä julkaistuja että lausunnolla olleita. Tarkastamisessa otettiin huomioon Liikenneviraston luonnoksena oleva ohjeistus vesiväylien mallipohjaisesta suunnittelusta sekä siihen tulevat muutokset tämän pilottihankkeen seurauksena.

Rauman meriväylän rakennussuunnittelun lähtötietomallin itselleluovutuksessa mallin tarkastukseen osallistui pääsuunnittelijan lisäksi kaksi muuta saman suunnitteluorganisaation henkilöä. Pääsuunnittelijan tehtävänä oli käydä läpi kokoamansa malli ja korjata mahdollisesti havaitsemansa virheet ennen varsinaista dokumentoitavaa tarkastusta. Kahdelle muulle suunnittelijalle jaettiin mallin tarkastukseen omat vastualueensa. Toinen tarkastajista keskittyi lähtötietomallin teknisen sisällön tarkastamiseen, ja toisen vastuualueena oli lähtötietomallin tietosisällön tarkastus ja laadunarviointi.

Kumpaakin tarkastusta varten kehitettiin erilliset tarkastuslistat. Tarkastuslistojen avulla laajan tietomallin tarkastus pysyi järjestelmällisenä ja havaitut virheet ja puutteet voitiin välittömästi kirjata muistiin. Tarkastuslistat toimivat siten myös lähtötietomallin yhteydessä luovutettuina kirjallisina laadunvarmistusdokumentteina yhdessä tietomalliselostuksen ja lähtöaineistoluettelon kanssa.

Pilottihankkeen luonteesta johtuen lähtötietomallin ensimmäisen tarkastuskierroksen aikana tarkastuslistoja, tarkastusmetodeja sekä itse mallia kehitettiin. Tästä tarkastuskierroksesta ei tehty virallista dokumentointia, vaan ongelmista ja virheistä keskusteltiin yhdessä suunnitteluorganisaation kesken ja tehtiin tarvittavat muokkaustoimenpiteet.

Lähtötietomallin valmistuttua suunnitteluorganisaatio suoritti itselleluovutuksen, jossa tarkastukset kirjattiin tarkastuslistoihin. Tilaajalle toimitettu lähtötietomalli sekä siihen liittyvät laadunvarmistusdokumentit tarkastutettiin lisäksi kolmannen osapuolen tarkastuksena Oy Civil Tech Ab:llä tilaajan toimeksiantona.

6.5 Teknisen sisällön tarkastaminen

Teknisen sisällön tarkastamisessa keskityttiin suurelta osin lähtötietomallin rakenteen sekä aineiston ja kansioden nimeämisen säännönmukaisuuteen ja oikeellisuuteen. Tarkastuksessa käytettiin apuna sekä tarkastuslistaa että lähtöaineistoluetteloa. Taulukossa 4 on esitetty esimerkki hanketta varten laadittua Excel-pohjaisesta teknisen mallisisällön tarkastuslistaluonnoksesta. Sekä lähtöaineistoluettelo että teknisen sisällön tarkastuslista luotiin noudattamaan

järjestykseltään lähtötietomallin kansiorakennetta. Lähtöaineistoluetteloon dokumentoitiin kaikki lähtötietomallin sisältämä aineisto. Teknisen sisällön tarkastuslistan vasen sarake sisälsi pääkansiot sekä ensimmäisen ja toisen asteen alakansiot. Kansiorakenne on edellä mainitulla tarkkuudella tarkoitus vakioida vesiväylähankkeiden lähtötietomallin kansiorakenteeksi Liikenneviraston ohjeisiin. Seuraavien tasojen alakansiot ovat projektikohtaisia, joten niitä ei ollut tarkoituksenmukaista lisätä tarkastuslistaan.

Taulukko 4. Esimerkki teknisen sisällön tarkastuslistan luonnosversiosta.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Lähtötietomallin teknisen sisällön tarkastuslista							
2	Hanke: Rauman väylän rakennussuunnittelu							
3	Tarkastaja: Arto Piispanen							
4	Pvm: 17.7.2015							
5	Koordinaattijärjestelmä: KKK1							
6	Korkeusjärjestelmä: N2000							
7	TUNNUS	TARKASTETTAVAT ASIAT	EI TARPEEN	OK	VIRHE	EI TARPEEN	KYLLÄ	EI
						VASTAA LÄHTÖAINEISTO-LUETTELOA / MALLISELOSTUSTA		
83	Er4_Tutkimuselostukset	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon	x					
84		Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään		x			x	
85		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon		x				
86	Er5_Olosuhdetiedot	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään		x			x	
87		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon		x				
88	3 LAHTOTIETO	Kansiorakenne, alakansiot oikein nimetty		x			x	
89	A_Maastomalli	Kansiorakenne, toisen asteen alakansiot oikein nimetty		x			x	
90	A1_Maastomalli	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti		x				x
91		Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä					x	
92		Tiedostot asianmukaisessa formaatissa		x			x	
93		Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla (visuaalinen tarkastelu)		x				
94		Tarkkuustaso (numeerinen tai kirjallinen dokumentointi)					x	
95		Nimikkeistö		x				
96	A2_Lahdeaineisto	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti		x			x	
97		Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä					x	
98		Tiedostot asianmukaisessa formaatissa		x			x	
99		Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla (visuaalinen tarkastelu)		x				
100		Tarkkuustaso (numeerinen tai kirjallinen dokumentointi)					x	
101		Nimikkeistö		x				
102	B_Maa ja kalliopera	Kansiorakenne, toisen asteen alakansiot oikein nimetty		x			x	
103	B1_Maankamaramalli	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti		x				
104		Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä					x	
105		Tiedostot asianmukaisessa formaatissa		x			x	
106		Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla (visuaalinen tarkastelu)				x		
107		Tarkkuustaso (numeerinen tai kirjallinen dokumentointi)						x
108		Nimikkeistö		x				
109	B2_Kallioeratutkimukset	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti		x			x	
110		Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä					x	
111		Tiedostot asianmukaisessa formaatissa		x			x	
112		Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla (visuaalinen tarkastelu)		x				
113		Tarkkuustaso (numeerinen tai kirjallinen dokumentointi)					x	
114		Nimikkeistö		x				

Tarkastus suoritettiin järjestelmällisesti kansiorakenteen mukaisessa järjestyksessä kansio kerrallaan. Tarkastuksessa verrattiin samanaikaisesti sekä tietomallin digitaalista sisältöä että lähtöaineistoluetteloa. Mikäli ne eivät vastanneet toisiaan, kirjattiin puutteet tarkastuslistaan.

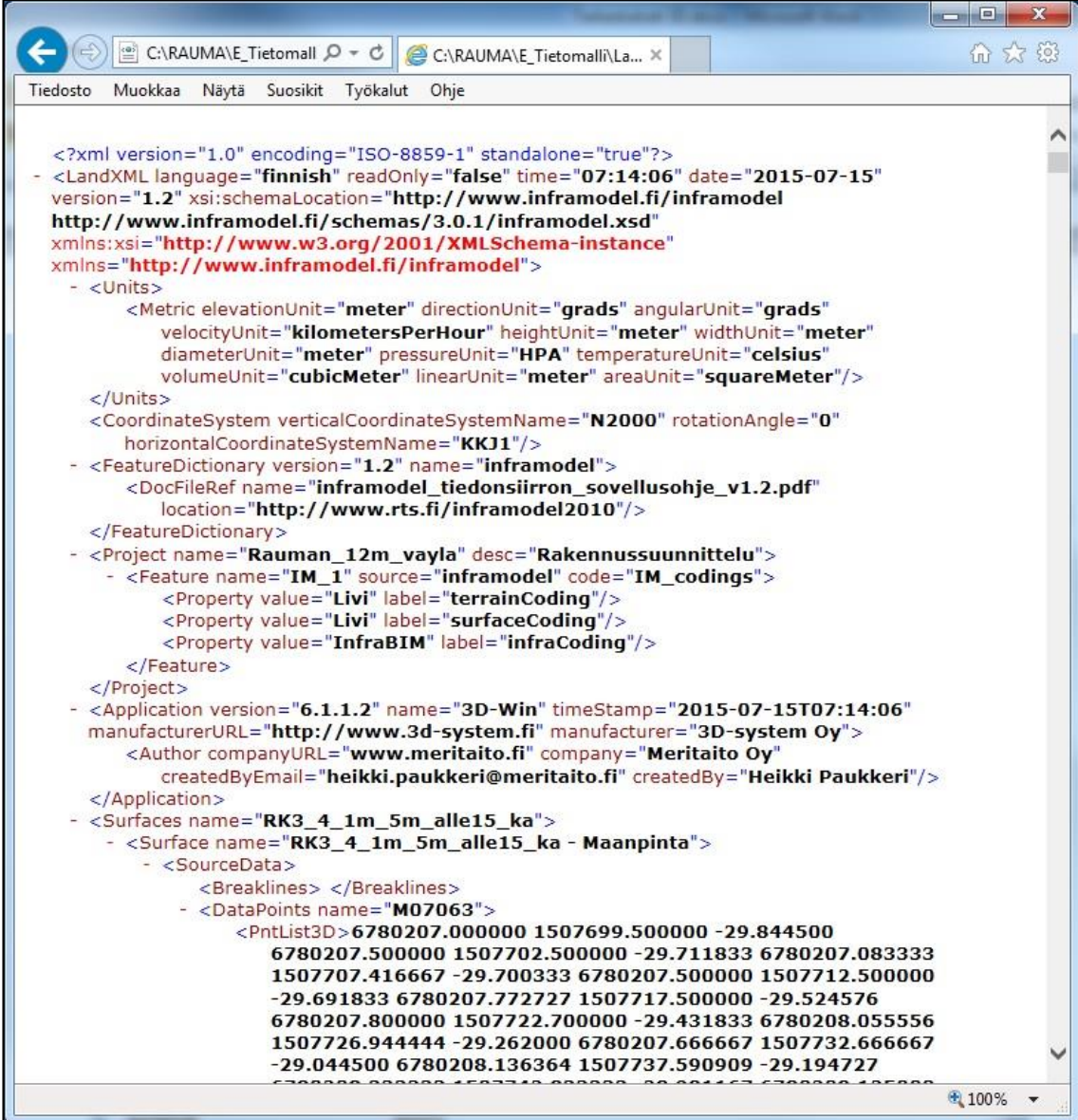
Lähtötietomallin kokoamisessa suunnittelun kannalta hyödylliset aiempien vaiheiden aineistot lisättiin yleisten inframallivaatimusten mukaisesti joko raaka-aine- tai lähtötieto-osioihin, joten aiemmat vaiheet -osion aineistoja ei ollut syytä erikseen tarkastaa yksityiskohtaisesti. Aineistoista tarkastettiin vain se, että ne vastaavat lähtöaineistoluettelossa dokumentoitua.

Pääosa raaka-aineen laadunvarmistuksesta on tehty, kun aineisto on vastaanottohetkellä tarkastettu ja myöhemmin harmonisoitu lähtötiedoksi lähtötietomallia muodostettaessa. Raaka-aine-osion tarkastettiin kansiorakenteen lisäksi, että aineiston alkuperä- ja metatiedot on dokumentoitu täsmällisesti lähtöaineistoluetteloon. Luettelosta on käytävä ilmi raaka-aineen vastaanottaja, lähde, vastaanoton ajankohta, lähdejärjestelmä, formaatti sekä tiedostojen nimet.

Lähtötieto-osion kansiorakenteen ja nimeämiskäytäntöjen tarkastuksen lisäksi tehtiin seuraavat teknisen sisällön tarkastustoimenpiteet:

- varmistettiin, että tiedostot ovat asianmukaisessa formaatissa
- tiedostot avattiin suunnitteluohjelmistolla ja suoritettiin visuaalinen tarkastelu
- tarkastettiin, että aineiston mittayksiköt sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaavat sovittua
- tarkastettiin, onko dokumenteissa tyydyttävästi käsitelty aineiston kirjallista tai numeerista tarkkuustasoa
- suoritettiin nimikkeistön tarkastelu.

Inframodel3-tiedonsiirtoformaatti perustuu XML-kieleen, joten sen sisältämää tietoa voidaan tarkastella internetselaimella tai tekstieditorissa. Selaimen avulla kyettiin nopeasti tarkastelemaan, että tiedoston sisältämät metatiedot, kuten IM3-muunnoksessa noudatettu Inframodel-sovellusohje, yksiköt, koordinaatisto, projekti- ja lajiluokitus sekä sovellustiedot, vastasivat oletettua. Kuviossa 4 on esitetty esimerkki IM3-muotoisen maastomallin tarkastelusta internetselaimessa.

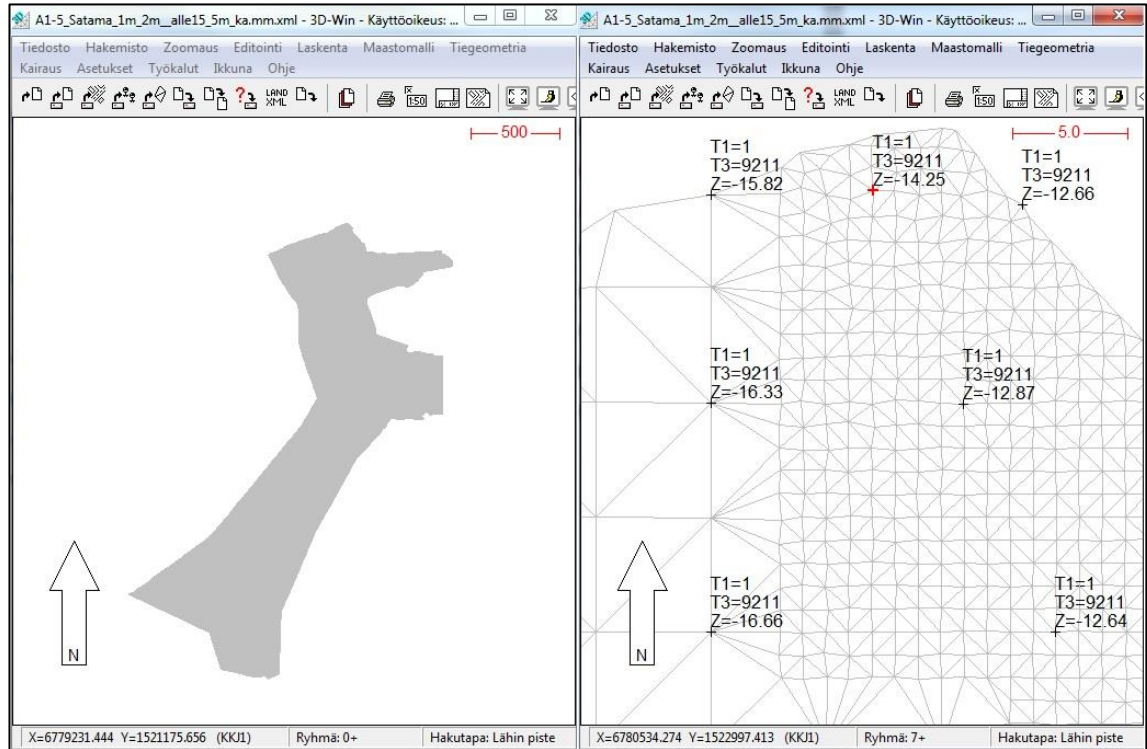


```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="true"?>
- <LandXML language="finnish" readOnly="false" time="07:14:06" date="2015-07-15"
version="1.2" xsi:schemaLocation="http://www.inframodel.fi/inframodel
http://www.inframodel.fi/schemas/3.0.1/inframodel.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://www.inframodel.fi/inframodel">
  - <Units>
    <Metric elevationUnit="meter" directionUnit="grads" angularUnit="grads"
      velocityUnit="kilometersPerHour" heightUnit="meter" widthUnit="meter"
      diameterUnit="meter" pressureUnit="HPA" temperatureUnit="celsius"
      volumeUnit="cubicMeter" linearUnit="meter" areaUnit="squareMeter"/>
  </Units>
  <CoordinateSystem verticalCoordinateSystemName="N2000" rotationAngle="0"
    horizontalCoordinateSystemName="KKJ1"/>
  - <FeatureDictionary version="1.2" name="inframodel">
    <DocFileRef name="inframodel_tiedonsiirron_sovellusohje_v1.2.pdf"
      location="http://www.rts.fi/inframodel2010"/>
  </FeatureDictionary>
  - <Project name="Rauman_12m_vayla" desc="Rakennussuunnittelu">
    - <Feature name="IM_1" source="inframodel" code="IM_codings">
      <Property value="Livi" label="terrainCoding"/>
      <Property value="Livi" label="surfaceCoding"/>
      <Property value="InfraBIM" label="infraCoding"/>
    </Feature>
  </Project>
  - <Application version="6.1.1.2" name="3D-Win" timeStamp="2015-07-15T07:14:06"
    manufacturerURL="http://www.3d-system.fi" manufacturer="3D-system Oy">
    <Author companyURL="www.meritaito.fi" company="Meritaito Oy"
      createdByEmail="heikki.paukkeri@meritaito.fi" createdBy="Heikki Paukkeri"/>
  </Application>
  - <Surfaces name="RK3_4_1m_5m_alle15_ka">
    - <Surface name="RK3_4_1m_5m_alle15_ka - Maanpinta">
      - <SourceData>
        <Breaklines> </Breaklines>
        - <DataPoints name="M07063">
          <PntList3D>6780207.000000 1507699.500000 -29.844500
            6780207.500000 1507702.500000 -29.711833 6780207.083333
            1507707.416667 -29.700333 6780207.500000 1507712.500000
            -29.691833 6780207.772727 1507717.500000 -29.524576
            6780207.800000 1507722.700000 -29.431833 6780208.055556
            1507726.944444 -29.262000 6780207.666667 1507732.666667
            -29.044500 6780208.136364 1507737.590909 -29.194727
            6780208.000000 1507742.000000 -29.001667 6780208.125000
```

Kuvio 4. Esimerkki Inframodel3-muotoisen maastomallin tarkastelusta internet-selaimen avulla.

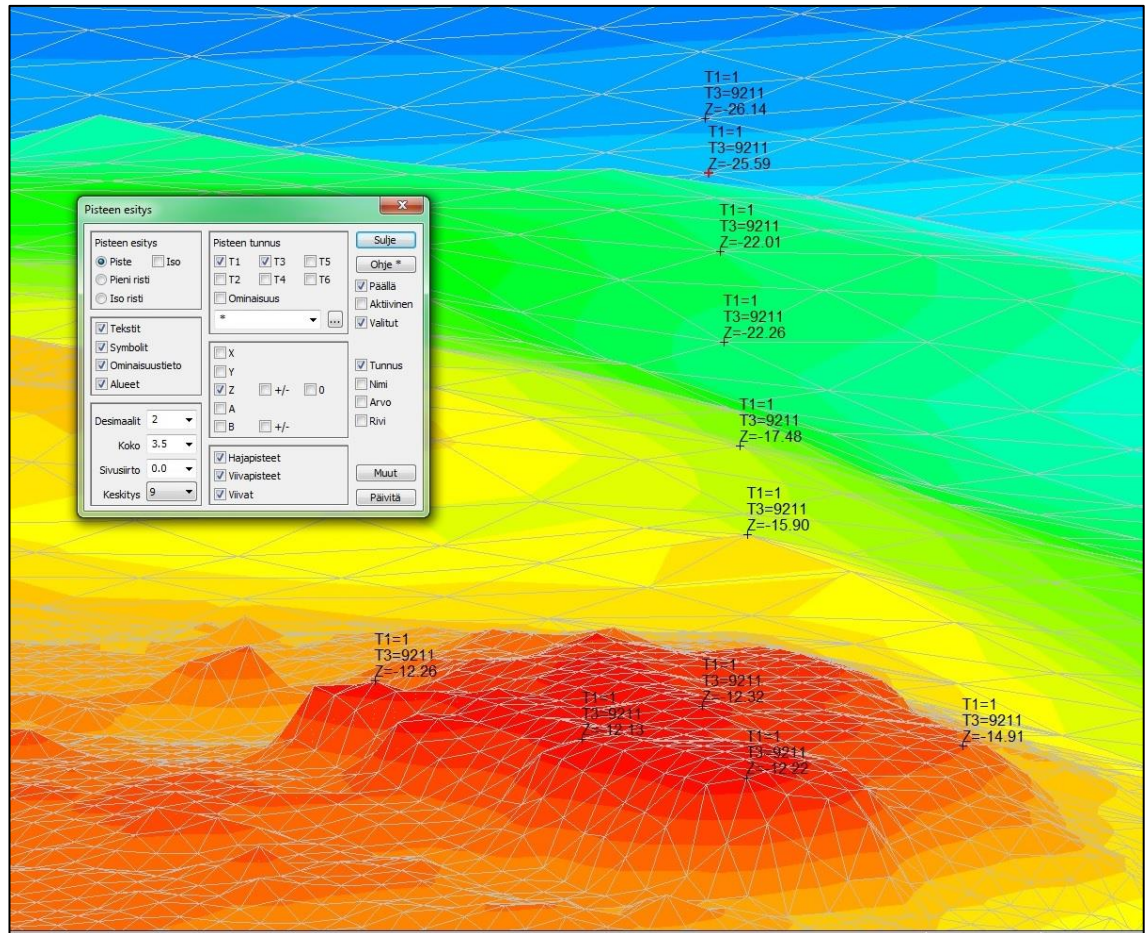
Maastomalliaineiston sekä maa- ja kallioperäaineiston tarkastuksessa käytettiin pääosin projektissa suunnitteluohjelmistonakin käytettyä 3D-Win-ohjelmistoa. Mallien tiedostokoot vaihtelivat huomattavasti, mikä piti ottaa huomioon mallien tarkastusmetodeissa. Muutamien megatavujen kokoisten tiedostojen visuaalinen tarkastelu 3D-näkymässä oli vaivatonta, kun taas useiden satojen megatavujen suuruisten mallien regeneroituminen 2D-näkymässäkin tapahtui viiveellä. Kuvan 3 vasemmalla puolella on havainnollistettu noin 300 megatavun suurui-

sen maastomallin (IM3) näkymä kokonaisuudessaan suunnitteluohjelmiston omassa 2D-ympäristössä, ja kuvan oikealla puolella on suurennos saman mallin pohjoisnurkan kolmioverkosta. 3D-Win osaa tunnistaa automaattisesti aineistosta koordinaattijärjestelmän ja näyttää sen vasemman alareunan tilarivillä.



Kuva 3. Maastomalli kokonaisuudessaan sekä suurennoksena 3D-Win-ohjelmiston 2D-näkymässä.

Kuvassa 4 on esitetty pienemmän ruoppauskohteen maastomallin visuaalinen tarkastus 3D-näkymässä. Aineiston havainnollistamiseksi malliin on käytetty tarkastustilanteessa ohjelmiston korkeusvärjäystoimintoa 0,5 metrin jakotiheydellä. Mallissa punertavat osat ovat lähinnä haraustasoa, ja vastaavasti sinisellä osuudella vesisyvyyttä on yli 25 metriä. Visuaalisen tarkastelun avuksi voidaan ohjelmistolla laskea myös syvyys- ja korkeuskäyrät pinnanmuotojen havainnollistamiseksi.



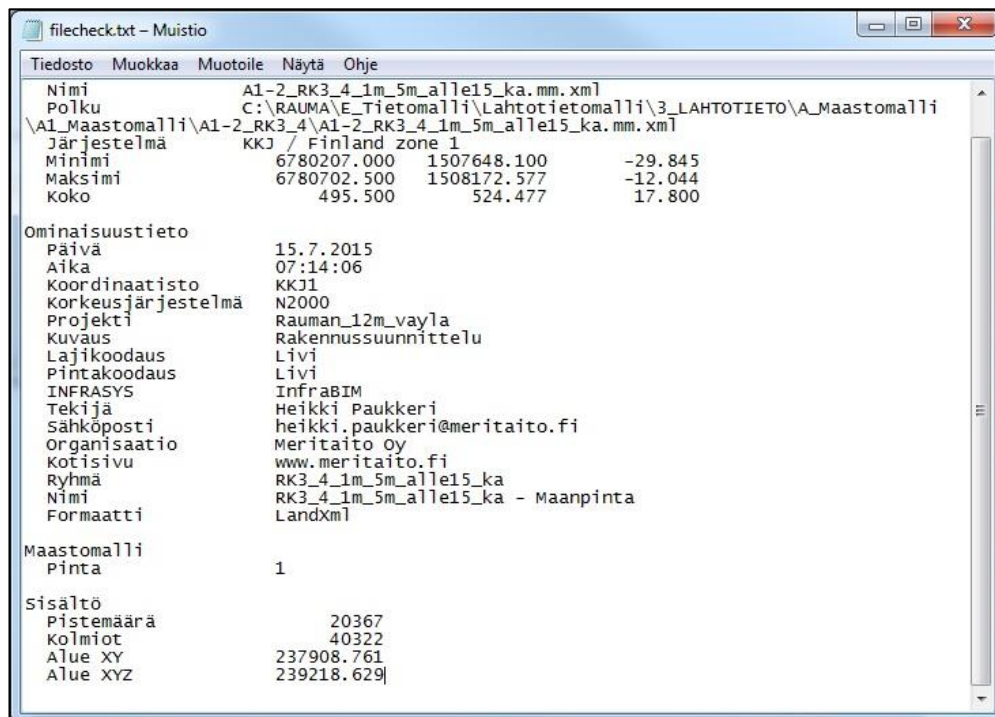
Kuva 4. Maastomallin visuaalinen tarkastelu suunnitteluohjelmiston 3D-näkymässä.

Kuvissa 3 ja 4 maastomalleille on myös tehty pistekoetarkasteluita kolmioverkon pisteille. Valittujen pisteiden kohdalla esitetyt arvot kuvaavat pisteen pintatunnusta (T1), pisteen lajikoodia (T3) sekä maanpinnan korkeutta N2000-järjestelmässä (Z). Maastomalleissa pisteen pintatunnus 1 kuvaa maanpintaa sekä ohjelmiston oman koodauksen että InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti. Pisteen lajikoodi 9211 on ohjelmiston omaa koodausta ja, se kuvaa kolmioverkkoa.

3D-Win-ohjelmiston Tiedoston yhteenveto -toiminto on hyödyllinen työkalu mallien teknisen sisällön tarkastamisessa. Toiminnolla voi koota yhteenvedon aktiivisen tiedoston

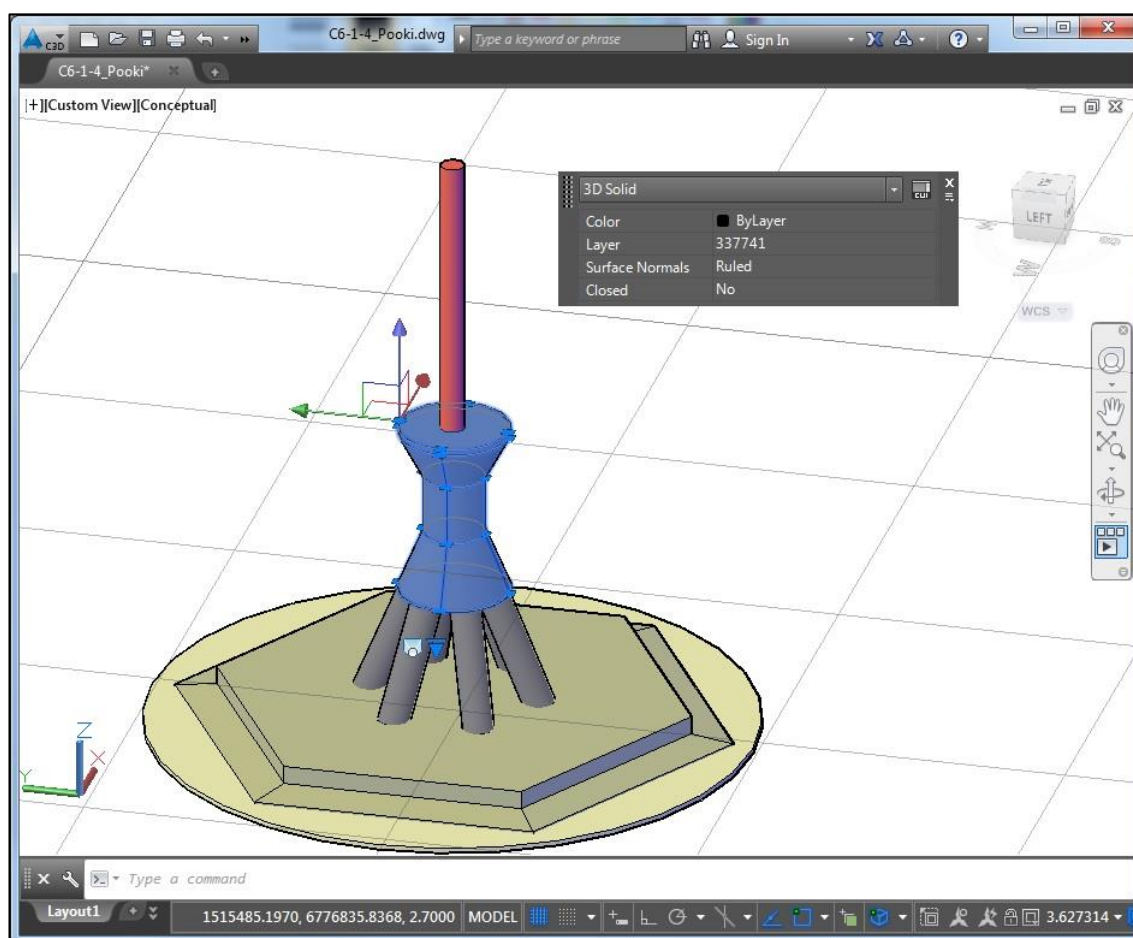
- otsaketiedoista (mm. tiedoston nimi ja kansio polku, tunnistettu koordinaattijärjestelmä, alueen koko)
- ominaisuustiedoista (esim. IM3-tiedostoon määritellyt projektitiedot)
- viivoista (viivojen yhteispituudet koodeittain eriteltynä)
- käytetyistä koodeista
- sisällöstä (maastomalleista esimerkiksi pisteiden ja kolmioiden määrät sekä pinta-alat).

Edellisessä kuvassa 3D-muodossa havainnollistetun maastomallin Tiedoston yhteenveto -toiminnon avulla tarkastettavat tiedot on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. 3D-Win-ohjelmiston Tiedoston yhteenveto -toiminnon tulokset tekstieditorissa.

Tilaaajan toiveesta hankkeen taitorakenteista, kuten kiinteistä reunamerkeistä sekä sataman laiturirakenteista, mallinnettiin vain tilanvaraukset karkealla tasolla vanhojen, osittain puutteellistenkin suunnitelmapiirustusten mukaisesti. Dwg-formaattiin tallennetut taitorakenteet tarkastettiin visuaalisesti AutoCad-ohjelmistolla. Visuaalisen tarkastuksen yhteydessä tarkastettiin mallinnetun rakenteen koordinaatit, rakenteen mittoja pistotarkastuksin sekä mallintamisessa käytettyjen AutoCad-piirustustasojen vastaavuus InfraBIM-nimikkeistön kanssa. Kuvassa 6 on kuvankaappaus Pooki-reunamerkin tarkastuksesta. Ohjelmistoikkunan alapalkista tarkastettiin rakenteen koordinaatit ja properties-ikkunasta käytetty piirustustaso. Koska InfraBIM-nimikkeistö ei ole vielä täysin kattava vesiväylien osalta, on reunamerkin mallinnuksessa nimikkeenä käytetty Infra Rakennusosa- ja hankenimikkeistön nimikettä 337741, Merenkulun turvalaitteet ja -opasteet.



Kuva 6. Pooki-reunamerkin tarkastus AutoCad-ohjelmistossa.

Lähtötietomallin aineistojen korkeusjärjestelmämuutoksia tarkasteltiin vertaamalla pisteiden korkeuksia alkuperäisen ja muokatun aineiston välillä. Suurien aineistojen yhtäaikainen tarkastelu suunnitteluohjelmistossa oli hyvin hidasta, ellei mahdotonta, joten apuna käytettiin Poimi pisteryhmä -toimintoa, jolla sai siirrettyä valitut pisteet uuteen tiedostoon tarkastusta varten. Ilmatieteenlaitoksen keskivesitaulukoista varmistettiin, että korkeusjärjestelmien välinen ero vastasi verrattavien pisteiden korkeusarvojen erotusta.

Lähtötietomallin teknisestä mallisisällöstä tehtiin lisäksi koetarkastus BimOne Checker -palvelulla. Koeaineistona käytetty pintamalli tuotti hyvän tuloksen sekä perustietojen että kolmioinnin tilastollisen laadun kannalta. Ainoastaan pintamallin koodaus oli palvelun mukaan virheellinen, sillä tarkastushetkellä InfraBIM-nimikkeistöstä puuttui vesiväylien kannalta tarvittavat koodit sekä nimikkeet.

Pilvilaskentapohjaisessa tarkastuksessa analysointi tapahtuu automaattisesti ilman työasemalle asennettavia ohjelmistoja. Palvelu on kehitetty eritoten tie-, katu- ja ratasuunnittelun inframallinnuksen tarpeisiin. Vesiväylien osalta pinta- ja maaperämallien suuret tiedostokoot hidastavat automaattista tarkastusta. Koealana käytetty pintamalli oli kooltaan murto-osa suurimmista lähtötietomallin maastomalliaineistoista.

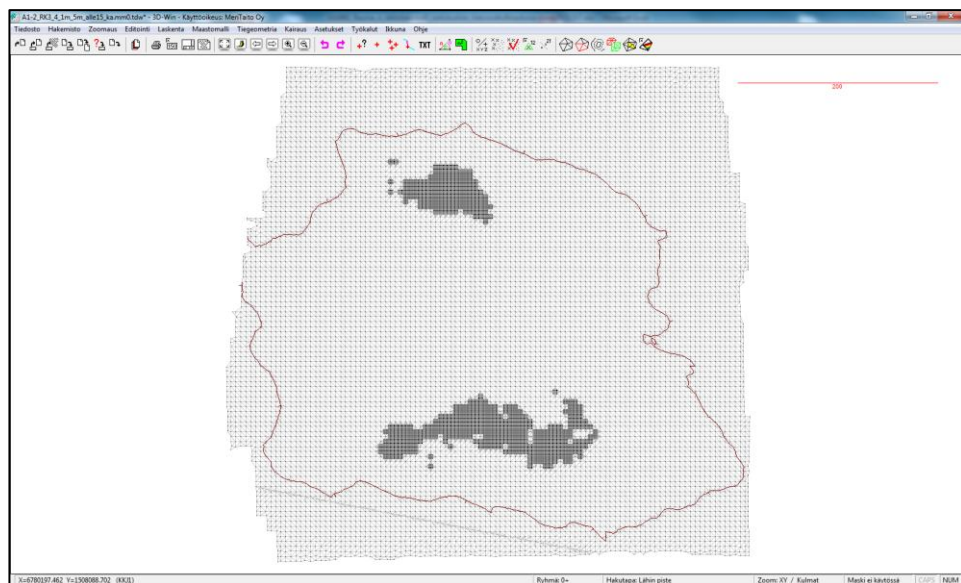
6.6 Tietosisällön tarkastaminen ja laadunarviointi

Tässä opinnäytetyössä tietosisällön tarkastamisella ja laadunarvioinnilla tarkoitetaan raaka-aineesta harmonisoitujen lähtötietoaineistojen sisältämän tiedon tarkoituksenmukaisuuden ja oikeellisuuden arvioimista. Tarkastusmenetelmät riippuvat oleellisesti tarkastettavan kohteen sisällöstä. Rauman meriväylähankkeen lähtötietomallin tietosisällön tarkastuksessa ja laadunarvioinnissa otettiin tarkasteluun muun muassa seuraavat asiat

- aineiston alueellinen kattavuus (kattaa koko suunnittelualueen)
- pintamallien eheys (ei turhia reikiä mallissa)
- mallit eivät sisällä piikkejä tai duplikaattipisteitä

- korkeus-/syvyyskäyrät muodostamalla mallin visuaalinen tarkastelu
- maalajirajat ja kalliopinta vastaavat tutkimusten havaintoja
- ei ristiriitoja maanpinnan, maalajirajojen ja kalliopinnan kesken
- pisteaineiston harvennus vastaa ilmoitettua
- geometrioiden tarkastus.

Alueellista kattavuutta tarkasteltiin aineistoille visuaalisen tarkastelun yhteydessä esimerkiksi tuomalla suunnitteluohjelmistoon samanaikaisesti 2D-tausta-aineistoa, kuten suunniteltavan väylän reunalinjat aiempien vaiheiden väyläsuunnitelmapiirustuksista. Pintamalleille tehtiin erillinen tarkempi tarkastelu, jota varten luotiin suunniteltavasta väylästä yksinkertainen taiteviivoista koostuva uomamalli (rautalankamalli). Pintamallista ja uomamallista laskettiin korkeuseropinta 3D-Win-ohjelman Yhdistä mallit -toiminnolla. Korkeuseropinta on kahdesta maastomallista yhdistetty kolmioverkko, jonka pisteiden Z-koordinaatti kuvaa yhdistettyjen mallien korkeuseroa kussakin pisteessä. 3D-Win muodostaa korkeuseropintamalliin käyrän leikattavasta, eli tässä tapauksessa ruopattavasta, alueesta. Mikäli käyrä on yhtenäinen eli se ”sulkeutuu”, kattaa pintamalli ruopattavan alueen. Kuvassa 7 on demonstroitu 2D-näkymässä eropintamalli, jonka leikkauskäyrä katkeaa mallin vasemmassa reunassa. Tarkasteltava pintamalli ei siis kattaisi koko ruopattavaa aluetta.



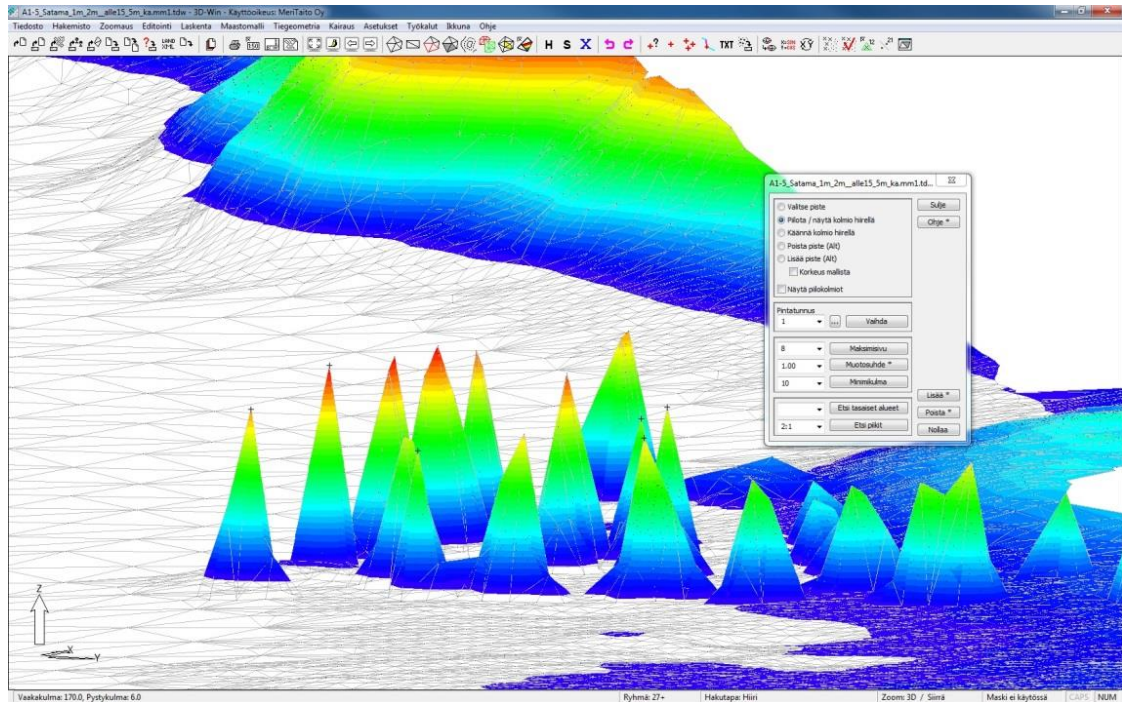
Kuva 7. Pintamallin kattavuuden tarkastus eropintamenetelmällä.

Eropintamenetelmällä tarkastettiin myös, että maanpinnan, koheesio- ja kitkaan välisen pinnan sekä kallionpinnan välillä ei ole ristiriitoja. Jos kahdesta pintamallista yhdistetyssä eropinnassa on negatiivisia korkeusarvoja, leikkaavat pinnat silloin toisiaan ja ovat ristiriidassa keskenään. Kun avataan korkeuskäyrän laskentaikkuna, ohjelmisto näyttää Alaraja-kohdassa tarkastelussa olevan kolmioverkon minimikorkeuden. Mikäli arvo on negatiivinen, voidaan kyseiset korkeusarvot paikantaa mallista korkeus-/syvyyskäyrät muodostamalla.

Pintamallien eheys tarkastettiin 3D-Win-ohjelman Hae reunaviivat ja reiät -toiminnolla. Mikäli mallissa on reikiä eli kolmioimattomia alueita, ohjelmisto hakee kyseisten alueiden reunaviivat ja asetuksista riippuen rasteroi ne tarvittaessa eri värein. Toiminto laskee myös muun muassa reikien lukumäärän sekä kokonaispinta-alan.

Duplikaattipisteet eli päällekkäiset pisteet voidaan etsiä ohjelmiston Tiedoston tarkistus -toiminnolla. Toiminnolla voidaan etsiä myös koodivirheitä sekä muita geometrisiä virheitä, kuten nollakorkeuksia ja päällekkäisiä taiteviivoja. Tarkistuksessa ilmenneet virheet listautuvat vakavuusjärjestyksessä, minkä jälkeen ne voidaan paikantaa aineistosta sekä korjata tai ohittaa tarvittaessa.

Malleista voidaan etsiä piikkejä siihen erikseen kehitetyllä toiminnolla. Piikit ovat kolmioverkosta poikkeuksellisen jyrkällä kaltevuudella nousevia tai laskevia piikkimäisiä kolmiointeja. Niitä voi aiheuttaa esimerkiksi huolimattomasti jälkikäsitelty monikeilaluotauksen syvyyspisteaineisto, jolloin harhakaikujen aiheuttamia syvyyshavaintoja jää mukaan kolmioitavaan pisteaineistoon. Kuvassa 8 on esitetty Etsi piikit -toiminnolla kohdennettuja piikkejä Rauman sataman alueen maastomallissa. Kuvassa esitetyt piikit eivät ole virheitä, vaan ne ovat peräisin paalulaiturin paalujen mittaushavainnoista.



Kuva 8. Sataman maastomallin piikkien tarkastelu.

Maalajirajojen ja kallionpinnan vastaavuutta tutkimusten havaintoihin voidaan tarkastella poikkileikkauksin. 3D-Win-ohjelmistoon tuotiin samanaikaisesti tarkasteltavan kohteen

- maastomalli
- koheesiomaan alapinta-/kitkamaan yläpintamalli
- kallionpintamalli
- kairaustiedot Infra-pohjatutkimusformaatissa
- väylän mittalinja tiegeometriana.

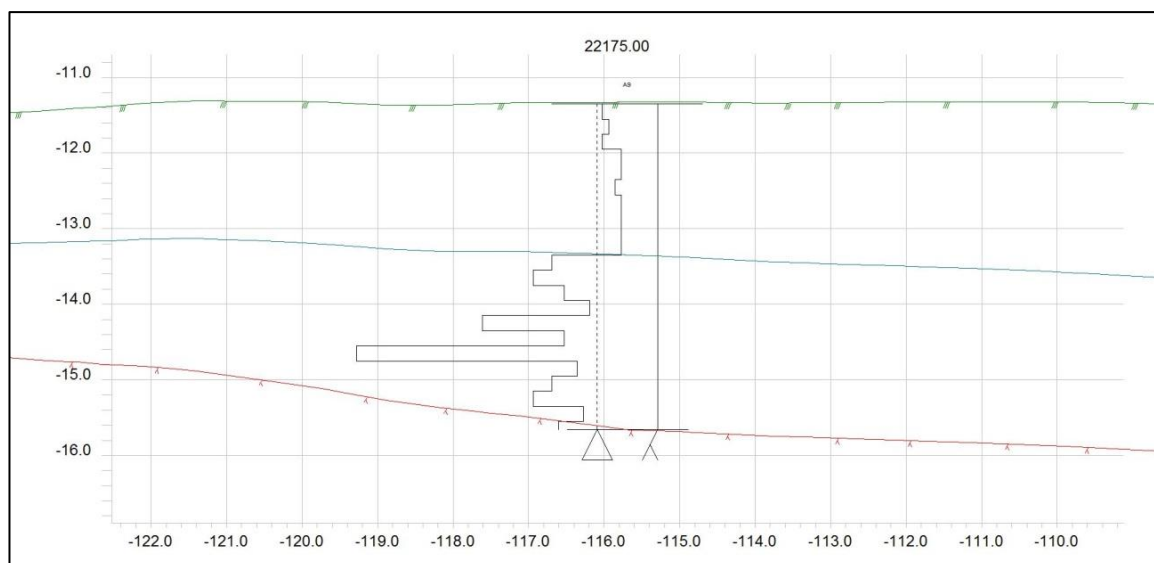
Poikkileikkauksia varten tehtiin erikseen mittalinja Tee tien mittalinja -toiminnolla. Paaluvälinä tarkastelussa käytettiin viittä metriä. Poikkileikkaukset muodostettiin omalla toiminnollaan, minkä jälkeen niitä vertailtiin Tiegeometrian Rakennesuunnittelu-ikkunassa. Koska kairaukset eivät useimmiten osu juuri poikkileikkausten kohdille, on ikkunan asetuksista määritettävä hakuetäisyys, joka määrää miltä etäisyydeltä piirrettäviä elementtejä haetaan poikkileikkauskuvaan. Tarkastelussa käytettiin 2,5 metrin hakuetäisyyttä, jotta 5 metrin välein

tarkasteltaviin poikkileikkauksiin saatiin piirtymään kaikki pohjatutkimusdiagrammit tarkasteltavalta alueelta.

Kuvassa 9 on esitetty ote poikkileikkauksesta sataman alueelta paalulta 22175. Poikkileikkauksessa vihreällä on esitetty maanpintaa, sinisellä koheesiomaan ja kitkamaan välistä rajapintaa sekä punaisella kallionpintaa. Poikkileikkaukseen piirtyneestä porakonekairausdiagrammista voidaan havaita, että

- maastomallin mukainen maanpinta on samalla syvyydellä kuin porakonekairauksen aloitusyvyys
- koheesio- ja kitkamaan välisen pinnan kohdalla kairausvastus on lisääntynyt merkittävästi
- kallionpintamallin pinta on samalla syvyydellä kuin kairauksen päättymishavainto (kairauksen päätyminen kiveen, lohkareseen tai kallioon).

Kuvassa poikkileikkaus on osunut juuri kairauksen kohdalle, minkä vuoksi leikkauksessa esitetyt pinnat ja porakonekairauksen havainnot ovat yhteneviä.



Kuva 9. Ote maastomallin ja maaperämallien pintojen vertaamisesta porakonekairauksen havaintoihin poikkileikkausmenetelmällä.

Pisteaineiston harvennusta tarkasteltiin sekä visuaalisesti että mittaamalla aineistosta riippuen joko mittauspisteiden välisiä etäisyyksiä tai kolmioiden sivujen pituuksia 3D-Winin pituuden ja kulman mittaustoiminnolla.

Mallinnettujen rakenteiden geometrioiden tarkastuksessa varmistettiin, että rakenteen mitat ja muodot ovat järkeviä ja vastaavat raaka-aineen tietoja. Geometrioiden tarkastusta on sivuttu luvussa 6.5 mallinnetun reunamerkin visuaalisen tarkastuksen yhteydessä.

Lähtötietomallin tietosisällön tarkastamista ja laadunarviointia varten kehitettiin hankkeen sisäistä tarkastusta varten oma tarkastuslista. Ote tarkastuslistasta on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Lähtötietomallin tietosisällön ja laadunarvioinnin tarkastuslista Rauman meriväylähankkeen rakennussuunnittelussa (Karttunen & Paukkeri 2015).

	A	B	C	D	E
1	Lähtötietomallin tietosisällön ja laadunarviointi				
2					
3	Väylän nro ja nimi: 2295: Rauman eteläinen väylä	Matti Karttunen, Heikki Paukkeri 14.-17.7./28.8./30.10./17.12.2015			
4	Asiakirjat ja niiden sisältö: Rakennussuunnitelman lähtötieto	Ei tarpea	Ok	Ei ok	Huomautukset, perustelut ym.
5	Lähtöaineistoluettelo				
6	Sisältää raaka-aineen alkuperätiedot		X		Siltä osin kuin alkuperä on tiedossa
7	Sisältää raaka-aineen metatiedot		X		Osassa järjestelmäksi kirjattu tiedostotyppi
8	Sisältää raaka-aineen erityishuomiot		X		
9	Sisältää raaka-aineen puutteet ja riskit		X		
10	Sisältää aiempien suunnitteluvaiheiden tiedot		X		
11					
12	Tietomalliselostus				
13	Kohde ja mallin käyttötarkoitus		X		
14	Sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö		X		
15	Käytetyt ohjelmistot (versio)		X		
16	Käytetyt tiedostomuodot		X		
17	Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä		X		
18	Osien nimeämis- ja numerointikäytännöt		X		viittaus YIV ja lähtöaineistoluettelo
19	Mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet suhteessa vaiheen vaatimuksiin		X		
20	Rakenteiden tarkkuus verrattuna vaiheen vaatimuksiin		X		
21	Tuotetut tiedostot		X		viittaus lähtöaineistoluetteloon
22	Laadunvarmistustoimenpiteet		X		
23	Mallin tarkistus ja hyväksymistiedot		X		
24	Muut huomioon otavat asiat		X		versiohistoria
25					
26	A Maanpintamalli				
27	Alueellinen kattavuus		X		
28	Koordinaattijärjestelmä vastaa ilmoitettua		X		
29	Vertailutaso vastaa ilmoitettua		X		
30	Pisteaineiston harvennus vastaa ilmoitettua		X		
31	Ei päällekkäisten mallien välisiä ristiriitoja		X		Reunoilla kolmioinnissa merkityksettä eroja
32	Ei piikkejä		X		Satamassa 27 piikkiä laitureissa
33	Ei duplikaattipisteitä		X		
34	Korkeus-lsyyvyyskäyrien muodostaminen ja visuaalinen tarkastelu		X		
35	Visuaalinen tarkastelu		X		
36					
37	B Maaperämalli				Kalliomallit, kitkapinta: Satama, RK3-4, RK7-18, Järviluo
38	Alueellinen kattavuus		X		
39	Pintamallin eheys (ei turhia reikiä)		X		
40	Ei piikkejä		X		1 merkitykseton piikki mallin ulkoreunassa
41	Ei duplikaattipisteitä		X		
42	Ei ristiriitoja maanpinnan, maalajirajojen ja kallioinnin kesken		X		RK3-4: merkityksettä ristiriitoja avokallioalueilla, RK6
43	Maalajirajat ja kallioinnin vastaavat tutkimusten havainnot		X		
44	Korkeus-lsyyvyyskäyrien muodostaminen ja visuaalinen tarkastelu		X		
45	Visuaalinen tarkastelu		X		RK3-4: avokallion reuna jyrkkä, ei ruopattavalla alueella
46					
47	C Rakenteet				
48	Alustavat törmäystarkastelut	X			
49	Geometrioiden tarkastus		X		Kiinteät turvalaitteet: korkeusjärjestelmä tuntematon
50					
51	D Temaattiset aineistot				
52	Koordinaattimuunnosten tarkastus (vertailu referenssiaineistoon)		X		
53					
54	E Viiteaineisto				
55	Koordinaattimuunnosten tarkastus (vertailu referenssiaineistoon)		X		
56					
57	Sisällön kattavuus				
58	Satama-alueen raja		X		Vanhoissa suunnitelmissa + väyläalueiden rajana
59	Kaava-, suojelu- ja muut suunnittelua rajaavat alueet		X		
60	Haraukset		X		

Lähtötietomallin sisällön kattavuuden osalta tarkasteltiin, että malli sisältää kaiken oleellisen rakennussuunnittelua varten tarvittavan lähtötiedon.

6.7 Lähtötietomallin tarkastuslista

Rauman meriväylähankkeen lähtötietomallin tarkastusprosessin aikana luotiin kaksi erillistä tarkastusdokumenttia; lähtötietomallin teknisen sisällön tarkastuslista sekä lähtötietomallin tietosisällön ja laadunarvioinnin kattava tarkastuslista. Listojen pilotoitien ja muokkausten jälkeen niiden parhaat ominaisuudet kerättiin yhteen ja muodostettiin yksi koko vesiväylähankkeen lähtötietomallin laadunvarmistusprosessin kattava tarkastuslista. Ote listasta on esitetty taulukossa 6 ja tarkastusdokumentti kokonaisuudessaan on esitetty tämän opinnäytetyön liitteessä 1. Kyseinen tarkastuslista on tarkoitus lisätä mahdollisten parannusehdotusten ja muokkausten jälkeen Vesiväylien mallipohjainen suunnittelu - ohjeen liitteeksi.

Taulukko 6. Esimerkki vesiväylähankkeen lähtötietomallin tarkastuslistasta.

A	B	C	D	E	F
1	Lähtötietomallin tarkastuslista				Selitykset:
2	Hanke				lähtötietomallin osa
3	Tilaaja				lähtötietomallin pääkansio
4	Lähtötietomallin laatija	Meritalo Oy			1. asteen alakansiot
5	Lähtötietomallin päiväys	17.12.2015 (Muutokset versioon 30.10.2015)			2. asteen alakansiot
6	Tarkastaja	Arto Piispanen			Muutokset aiempaan versioon merkitty punaisella
7	Tarkastuspäiväys	17.12.2015			
8	Koordinaatti-/korkeusjärjestelmä	KKI1/N2000			
9	OSA	TARKASTETTAVAT ASIAT	EI TARPEEN	OK	VIRHE
10	Lähtöaineistoluettelo				KOMMENTIT
11		Kohde sekä tietomalliversion päiväys			Päiväys päivittämättä
12		Sisältää kansiorakenteen sekä tiedostojen nimet		x	
13		Sisältää raaka-aineen alkuperä- ja metatiedot		x	
14		Aineiston muokkaustoimenpiteet kirjattu luetteloon		x	
15		Aineiston puutteet, riskit sekä muut havainnot kirjattu		x	
16	Tietomalliselostus				
17		Kohde ja mallin käyttötarkoitus		x	
18		Sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö		x	
19		Käytetyt ohjelmistot (versiot)		x	
20		Käytetyt tiedostomuodot		x	
21		Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä		x	
22		Osien nimeämis- ja numerointikäytännöt		x	
23		Mahdolliset puutteet ja keskenäisyydet suhteessa vaiheen vaatimuksiin	x		
24		Rakenteiden tarkkuus verrattuna vaiheen vaatimuksiin		x	
25		Tuotetut tiedostot		x	
26		Laadunvarmistustoimenpiteet		x	
27		Mallin tarkastus- ja hyväksymistiedot		x	Tarkastus- ja hyväksymistiedoissa puutteita
28		Muut huomiotavat asiat		x	
29	Lähtötietomalli				
30	1 AIEMMAT VAIHEET	Kansiorakenne (1. asteen alakansiot vastaavat YIV määrittelyjä)		x	
31	1 Aiemmat vaiheet	Vastaa lähtöaineistoluettelo		x	
32	2 Lausunnot päätökset	Vastaa lähtöaineistoluettelo		x	
33	3 Suunnitteluperusteet ohjeet	Vastaa lähtöaineistoluettelo	x		
34	2 RAAKA AINE	Kansiorakenne (1. asteen alakansiot vastaavat YIV määrittelyjä)		x	
35	Ar Maastomalli	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)		x	
36	Ar1 Maastomalli	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään	x		Kansio tyhjä, aineiston sijaintiin viitattu lähtöaineistoluettelossa
37		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon	x		
38	Ar2 Lahdeaineisto	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään		x	
39		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon		x	
40	Br Maa ja kalliopera	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)			
41	Br1 Maankamaramalli	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään			
42		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon			
43	Br2 Kallioperatutkimukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään			
44		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon			
45	Br3 Maaperatutkimukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään			
46		Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon			
47	Br4 Laboratoriotutkimukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään			

Tarkastuslista luotiin sekä ohjaamaan itse tarkastusprosessin kulkua että tarkastuksen viralliseksi dokumentaatioksi. Listan vasempaan yläreunaan merkitään projektin sekä tarkastuksen perustietoja. Oikeassa yläreunassa on selitetty listassa olevia merkintöjä sekä eri värien merkityksiä. Jotta samaa tarkastuslistaa voidaan käyttää myös lähtötietomallin päivitysten tarkastuksen dokumentaationa, on punaisella tekstin värityksellä tarkoitettu ilmaista, mitkä osat ovat kokeneet muutoksia edelliseen versioon verrattuna. Lähtötietomallin päiväys -kohtaan merkitään kunkin revision valmistumisajankohta ja sen perään sulkeiden sisälle punaisella tekstillä edellisen version päivämäärä. Vastaavanlaista revisiomerkintää hyödynnetään myös lähtöaineistoluettelon kanssa.

Tarkastuslistan runkona on käytetty hankkeessa muodostettua teknisen sisällön tarkastuslistaa, joten tarkastus suoritetaan tämän opinnäytetyön luvussa 6.5 kuvatulla tavalla. Luvussa 6.6 esitetyt tietosisältöön ja laadunarviointiin liittyvät tarkastettavat asiat on sijoitettu tarkastuslistaan kunkin alakansion alle, riippuen kansion oletetusta aineistosta. Listan alkuun on lisäksi kerätty lähtöaineistoluettelolle ja tietomalliselostukselle tehtävät tarkastukset.

7 HAVAINNOT JA PÄÄTELMÄT

Lähtötietomallin kansiorakenteen muodostamisessa ja tiedostojen nimeämisessä on alusta asti huomioitava Windows-käyttöjärjestelmän 256 merkin maksimipituus tiedostopolulle. Hankkeen alkuvaiheessa kansiorakennetta luotiin ns. projektikansiossa, joka sijaitsi keskellä kansiopuuta. Kaikkia raaka-ainetiedostoja ei voitu tuoda lähtötietomalliin, koska merkkijono kasvoi liian suureksi. Ongelman ratkaisuksi tietomallin pääkansio siirrettiin levyaseman juureen ja kansiopolkujen pituuksiin kiinnitettiin tarkempaa huomiota. Polkujen pituus on pidettävä kohtuullisena, jotta mallin siirtämisessä tuottajalta tilaajalle ei merkkien määrä muodostu rajoittavaksi tekijäksi.

Lähtötietomalli on laaja kokonaisuus aineistoja, joten kansiorakenteen esittäminen tarkastuslistassa helpottaa aineiston järjestelmällistä tarkastamista. Tarkastuslistaan ei ole kuitenkaan tarpeen merkitä kaikkia kansioita tai tiedostoja, vaan tarkastuksen yhteydessä on hyvä käyttää apuna lähtöaineistoluetteloa. Aineistoluettelon avulla voidaan tarkastaa, löytyvätkö siihen kirjatut aineistot tietomallin kansioista. Vastaavasti lähtötietomallin itselleluovutuksessa suunnittelija havaitsee aineistojen tarkastamisen aikana, mikäli joitain tiedostoja on epähuomiossa jäänyt merkitsemättä tai niiden tiedoissa ilmenee puutteita. Luettelosta saattaa olla hyödyllistä tulostaa tarkastusta varten paperikopioita, joihin voi tehdä tarkastuksen aikana omia merkintöjä.

Laadunvarmistusprosessin aikana pohdittiin mallien tarkkuustasoa ja sitä, miten se tulisi määritellä. Aineistoille on hyvin vaikeaa tai jopa mahdotonta määritellä järkevää numeerista tarkkuustasoa. Esimerkiksi merenmittausaineistolle on määriteltä toleranssit sekä paikannuksen että syvyysvirheen suhteen, mutta maastomallien muodostamisessa mittausaineiston harventaminen sekä kolmiointi kasvattavat virhebudjettia. YIV 2015 -ohjeissa tarkkuustasolla kuvataan pääosin muodostettavien mallien ja rakennusosien mallinnustasoa/-tarkkuutta, mutta niissä myös sivutaan lähtöaineistojen tarkkuutta. Mikäli termit olisivat yksiselitteisempiä, saataisiin väärinymmärrysten mahdollisuuksia vähennettyä.

Yleisten inframallivaatimusten mukaisesti aineistot tulee luovuttaa ensisijaisesti sekä Inframodel3-formaatissa että suunnitteluohjelmiston omassa natiiviformaatissa. YIV:n ohjeissa todetaan, että tiedostojen Inframodel3-muunnoksessa saattaa hävitä joitain tietoja ja siirtymävaiheessa voidaan käyttää suunnitteluohjelman natiivimuotoa. Tässä rakennussuunnittelussa kaikissa tapauksissa IM3-muotoisen tiedoston muodostaminen 3D-Win-ohjelman omasta formaatista ei onnistunut joko liian suuren tiedostokoon vuoksi tai jostain muusta toistaiseksi tuntemattomasta syystä. Ongelmaksi asia muodostui rakennushankkeen tarjouskilpailuvaiheessa, kun useammalla urakoitsijaehdokkaalla ei ollut tarvittavia ohjelmia natiivimuotoisten mallien avaamiseksi. Ongelmia tuottaneet suuret maaperämallitiedostot piti pilkkoa pienempiin osiin, joista muodostetut IM3-tiedostot lähetettiin natiivimuotoisten mallien lisäksi urakoitsijaehdokkaille tarjousvaiheen lisäkirjeellä. Osalla urakoitsijoista puuttui myös ohjelmistot Infra-pohjatutkimusformaattien avaamiseen, joten pohjatutkimukset lähetettiin lisäkirjeellä AutoCadin dwg-formaatissa.

Urakkaohjelman laadinnan ja lisäkirjeessä lähetettyjen mallien pilkkomisen yhteydessä pohdittiin suunnitteluohjelmiston natiiviformaatin sekä Inframodel3-formaatin hierarkiaa toistensa suhteen. Vaikka Inframodel3 on inframallintamisessa virallisesti käytettävä tiedonsiirtoformaatti, saattaa natiivimuotoinen formaatti sisältää enemmän tietoa. Esimerkiksi 3D-Win-suunnitteluohjelmistossa IM3-muunnos muuttaa tai hävittää joitain aineiston koodimäärittelyjä. Visuaalisilla tarkasteluilla eikä suunnitteluohjelmiston toimintojen avulla pystytty havaitsemaan geometrioissa muutoksia formaattien välillä. Natiiviformaattien ja IM3-formaatin välisiä eroavaisuuksia geometrioiden tulkitsemisessä ei voida kuitenkaan näiden tarkastelujen perusteella poissulkea.

Opinnäytetyössä ei ole käsitelty erikseen tietomallikoordinaattorin roolia inframallintamisessa tai laadunvarmistuksessa. Vesiväyläsuunnittelu toteutetaan yleensä pienemmän organisaation kesken kuin tie- ja ratahankkeissa, joten esimerkiksi pääsuunnittelija hoitaa ns. tietomallikoordinaattorin tehtävät tarvittaessa.

Yleiset inframallivaatimukset 2015 eivät kaikilta osin ota huomioon vesiväyläsuunnittelun tarpeita, joten suunnitteluhankkeen eri vaiheissa vaatimuksia on sovellettu ja jalostettu sopimaan vesiväyliä inframallintamiseen. Suunnitteluhankkeessa hyväksi todetut tietomallintamiskäytännöt lisätään julkaistavaan Liikenneviraston vesiväyliä mallipohjaista suunnittelua koskevaan ohjeeseen.

Lähtötietomallin rakenteen muodostamisessa hyväksi todetut tavat tullaan seuraavien pilotointien ja alan ammattilaisten parannusehdotusten myötä vakioimaan alan ohjeisiin, jotta tulevissa inframallipohjaisissa suunnitteluhankkeissa mallien rakenne olisi yhtenäinen. Tiedot yhteiset säännöt ja toimintatavat yhtenäistävät suunnittelua. Kun mallin rakenne on yhtenäinen, on muidenkin kuin tietomallista vastanneen suunnittelijan vaivatonta löytää mallista tarvitsemansa informaatio. Tiedonhallinnassa hyvin tärkeässä roolissa on myös kattavan aineistoluettelon ylläpito ja päivittäminen hankkeen eri vaiheissa.

Lisäksi vuosina 2012–2013 suoritettuna Dredging BIM -hankkeen yhteydessä ilmeni, että siihen mennessä kehitetty InfraBIM-nimikkeistö ei palvele riittävästi vesiväylähankkeita ja ruoppaustöitä sekä niiden suunnittelua mallipohjaisessa prosessissa. Liikenneviraston toimeksiannosta Meritaito Oy on kehittänyt nimikkeistöä vesiväylähankkeiden näkökulmasta täydentämään InfraBIM-nimikkeistöä.

Tietomallintamisen myötä suunnittelijoiden on tehtävä yhä täydellisempää suunnittelua. 3D-mallista on mahdollista visuaalisella tarkastelulla huomata virheet ja ristiriidat, kun taas pituus- ja poikkileikkauksiin perustuvassa suunnittelussa kyseiset kohdat saattaisivat jäädä huomaamatta. Täsmällisempi suunnittelu vie enemmän aikaa ja resursseja. Rakentamisen ja ylläpidon näkökulmasta suunnitteluun panostaminen saattaa luoda säästöjä pitemmällä aikavälillä.

LÄHTEET

3D-system Oy 2016. 3D-Win. Viitattu 9.4.2016 <http://www.3d-system.fi/index.php/3d-win>.

BimOne Finland Oy 2015. BimOne Checker. Viitattu 28.7.2015 <http://bimone.fi/tuotteet.php>.

Building Environment Process Re-engineering PRE 2012. InfraBIM -nimikkeistö (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistö) versio 1.5. Viitattu 5.12.2015 http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2014/03/InfraBIM_nimikkeisto_v1_5.pdf.

BuildingSMART Finland 2015. InfraBIM -nimikkeistö (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistö) versio 1.6. Viitattu 23.2.2016 http://infrabim.fi/luonnokset/InfraBIM_nimikkeisto_v1_6.pdf.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2013. Päättö. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltaminen. Viitattu 3.12.2015 <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B7A4278BA-BA5F-444D-A4F4-798E563CC92E%7D/92276>.

InfraBIM 2015a. Infra-alan visio: vuonna 2014 tilataan vain tietomallipohjaisia palveluja. Viitattu 3.8.2015 http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/tyopaketti.html.

InfraBIM 2015b. Yleiset inframallivaatimukset - YIV 2015. Viitattu 23.7.2015 www.infrabim.fi/yiv2015/.

InfraBIM 2016. Yleiset inframallivaatimukset - YIV 2015. Viitattu 2.4.2016 www.infrabim.fi/yiv2015/.

Janhunen, N.; Pienimäki, M. & Parantala, S. 2015. Yleiset inframallivaatimukset YIV2015. Osa 4 Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa. Viitattu 2.4.2016. http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA4_Mallinnus_hankkeen_eri_vaiheissa_V_1_0.pdf.

Liikennevirasto 2012a. Vesiväylät – Rakennuskustannusten arviointiohje. Viitattu 20.2.2016 http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-16_vesivaylat_rakennuskustannusten_web.pdf.

Liikennevirasto 2012b. Vuorovaikutus vesiväylähankkeissa. Viitattu 2.4.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje_2012_vuorovaikutus_vesivaylahankkeissa_web.pdf.

Liikennevirasto 2013a. Vesiväylätutkimusten yleisohjeet. Viitattu 23.2.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-18_vesivaylatutkimusten_yleisohjeet_web.pdf.

Liikennevirasto 2013b. Väyläpäättösten valmistelu ja käsittely. Viitattu 23.7.2015. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-28_vaylapaatosten_valmistelu_web.pdf.

Liikennevirasto 2014. Laivaväylien suunnitteluohjeet. Viitattu 23.7.2015. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2014-31_laivavaylien_suunnitteluohjeet_web.pdf

Liikennevirasto 2015. Rauman meriväylän ja sataman syventäminen. Viitattu 3.12.2015 http://www.liikennevirasto.fi/rauman_vayla.

Liikennevirasto 2016. Rauman meriväylän ja sataman syventäminen. Viitattu 2.4.2016. http://www.liikennevirasto.fi/rauman_vayla.

Liukas, J. & Virtanen, J. 2015. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015. Osa 3 Lähtötiedot. Viitattu 13.9.2015. http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA3_Lahtotiedot_V_1_0.pdf

Liukas, J. & Kemppainen, L. 2015. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015. Osa 2 Yleiset inframallivaatimukset. Viitattu 6.8.2015. http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA2_Yleiset_Vaatimukset_V_1_0.pdf

Mäkinen, E.; Tieaho, I. & Parkkari, J. 2015. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015. Osa 8 Inframallin laadunvarmistus. Viitattu 23.2.2016. http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/02/YIV-2015_OSA_8_Inframallin-laadunvarmistus_20160211.pdf.

Paukkeri, H. 2015. Vesiväylien mallipohjainen suunnittelu -ohjeluonnos. Saatavilla pyydettäessä.

Rakennustieto Oy 2010. InfraRYL 2010 Infrarakenteiden yleiset laatuvaatimukset. Osa 1: Väylät ja alueet. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

RYM Oy 2016. Built Environment Process Re-engineering (PRE). Viitattu 9.4.2016 <http://rym.fi/program/built-environment-process-re-engineering-pre/>.

RYM Oy 2015. Infra FINBIM vauhditti inframallintamisen läpimurtoa. Viitattu 3.8.2015 <http://rym.fi/fi/infra-finbim-vauhditti-inframallintamisen-lapimurtoa/>.

Salonsaari, M.; Savolainen, J. & Myllymäki, H. 2015. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015. Osa 7 Rakennustekniset rakennusosat. Viitattu 2.3.2016. http://infrabim.fi/yiv-2015/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA7_Rakennustekniset_rakosat_V_1_0.pdf.

Serén, K. 2014. InfraBIM-sanasto versio 0.7. Viitattu 9.4.2016 http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf.

Sirkkiä, E. 2009. Vesiväyläsuunnitelmat: kokonaisuudet ja sisällönhallinta. Viitattu 23.7.2015. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf5/mkl_2009-5_vesivaylasuunnitelmat.pdf.

YIT 2015. Vedenalainen louhinta. Viitattu 12.4.2016. http://www.yit.fi/yit_fi/infrapalvelut/vesi--jarrantarakentaminen/vedenalainen-louhinta.

Ympäristöministeriö 2013. Ympäristövaikutusten arviointi. Viitattu 9.4.2016. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi.

Ympäristöministeriö 2015. Ympäristöhallinnon ohjeita I. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lähtötietomallin tarkastuslista

Hanke

Tilaaja

Lähtötietomallin laatija

Lähtötietomallin päiväys

Tarkastaja

Tarkastuspäiväys

Koordinaatti-/korkeusjärjestelmä

Meritaito Oy

17.12.2015 (Muutokset versioon 30.10.2015)

Arto Piispanen

17.12.2015

KKJ1/N2000

Selitykset:

Lähtötietomallin osa

Lähtötietomallin pääkansio

1. asteen alakansiot

2. asteen alakansiot

Muutokset aiempaan versioon merkitty punaisella

OSA	TARKASTETTAVAT ASIAT	EI TARPEEN	OK	VIRHE	KOMMENTIT
Lähtöaineistoluettelo					
	Kohde sekä tietomalliversion päiväys			x	Päiväys päivittämättä
	Sisältää kansiorakenteen sekä tiedostojen nimet		x		
	Sisältää raaka-aineen alkuperä- ja metatiedot		x		
	Aineiston muokkaustoimenpiteet kirjattu luetteloon		x		
	Aineiston puutteet, riskit sekä muut havainnot kirjattu		x		
Tietomalliselostus					
	Kohde ja mallin käyttötarkoitus		x		
	Sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö		x		
	Käytetyt ohjelmistot (versiot)		x		
	Käytetyt tiedostomuodot		x		
	Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä		x		
	Osien nimeämis- ja numerointikäytännöt		x		
	Mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet suhteessa vaiheen vaatimuksiin	x			
	Rakenteiden tarkkuus verrattuna vaiheen vaatimuksiin		x		
	Tuotetut tiedostot		x		
	Laadunvarmistustoimenpiteet		x		
	Mallin tarkastus- ja hyväksymistiedot			x	Tarkastus- ja hyväksymistiedoissa puutteita
	Muut huomioitavat asiat		x		
Lähtötietomalli					
1_AIEMMAT_VAIHEET	Kansiorakenne (1. asteen alakansiot vastaavat YIV määrittelyjä)		x		
1_Aiemmat vaiheet	Vastaa lähtöaineistoluettelo		x		
2_Lausunnot_paatokset	Vastaa lähtöaineistoluettelo		x		
3_Suunnitteluperusteet_ohjeet	Vastaa lähtöaineistoluettelo	x			
2_RAAKA-AINE	Kansiorakenne (1. asteen alakansiot vastaavat YIV määrittelyjä)		x		
Ar_Maastomalli	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)		x		
Ar1_Maastomalli	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään	x			Kansio tyhjä; aineiston sijaintiin viitattu lähtöaineistoluettelossa
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon	x			
Ar2_Lahdeaineisto	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään		x		
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon		x		
Br_Maa_ ja_kalliopera	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
Br1_Maankamaramalli	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Br2_Kallioperatutkimukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Br3_Maaperatutkimukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Br4_Laboratoriotutkimukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Br5_Pilaantuneet_sedimentit	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Br6_Muu_maaperamalliaineisto	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Cr_Rakenteet	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
Cr1_Rakennukset_rakenteet	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Cr2_Sillat	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				
Cr3_Johdot_laitteet	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluetteloon				

Cr4_Tiet_kadut	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Cr5_Radat	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Cr6_Vesivaylat_turvalaitteet	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Dr_Temaattiset	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
Dr1_Kartat	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Dr2_Kaava	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Dr3_Kiinteisto_maanomistus	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Dr4_Ymparisto	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Dr5_Liikenne	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Dr6_Vesivaylat	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Er_Viiteaineisto	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
Er1_Suunnitteluperusteet	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Er2_Liittyvät_suunnitelmat_selvitykset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Er3_Maastokaynnit_valokuvat	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Er4_Tutkimusselostukset	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
Er5_Olosuhdetiedot	Kansiorakenne, raaka-aineen tiedostot alkuperäisillä nimillään				
	Oleelliset alkuperä- ja metatiedot dokumentoitu lähtöaineistoluettelo				
3 LAHTOTIETO	Kansiorakenne (1. asteen alakansiot vastaavat YIV määrittelyjä)				
A_Maastomalli	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
A1_Maastomalli	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Tarkkuus; malli vs. mittaushavainnot (kirjallinen tai numeerinen arviointi)				
	Alueellinen kattavuus				
	Pintamallin eheys (ei turhia reikiä)				
	Ei päällekkäisten mallien välisiä ristiriitoja				
	Ei piikkejä				
	Ei duplikaattipisteitä				
	Korkeus-/syvyyskäyrien muodostaminen ja visuaalinen tarkastelu				
A2_Lahdeaineisto	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Pisteaineiston harvennus vastaa ilmoitettua				
B_Maa ja kalliopera	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
B1_Maankamaramalli	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Tarkkuus; malli vs. mittaushavainnot (kirjallinen tai numeerinen arviointi)				
	Alueellinen kattavuus				

	Pintamallin eheys (ei turhia reikiä)				
	Ei piikkejä				
	Ei duplikaattipisteitä				
	Korkeus-/syvyysskäyrien muodostaminen ja visuaalinen tarkastelu				
	Maalajirajat ja kalliopinta vastaavat tutkimusten havaintoja				
	Ei ristiriitoja maanpinnan, maalajirajojen ja kalliopinnan kesken				
B2_Kallioperatutkimukset	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
B3_Maaperatutkimukset	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
B4_Laboratoriotutkimukset	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
B5_Pilaantuneet sedimentit	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
B6_Muu maaperamalliaineisto	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
C_Rakenteet	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
C1_Rakennukset rakenteet	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Alustavat törmäystarkastelut				
	Geometrioiden tarkastus				
C2_Sillat	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Alustavat törmäystarkastelut				
	Geometrioiden tarkastus				
C3_Johdot laitteet	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Alustavat törmäystarkastelut				
	Geometrioiden tarkastus				
C4_Tiet kadut	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				

	Alustavat törmäystarkastelut				
	Geometrioiden tarkastus				
C5_Radat	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Alustavat törmäystarkastelut				
	Geometrioiden tarkastus				
C6_Vesivaylat_turvalaitteet	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Oikea mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat suunnitteluohjelmistolla, visuaalinen tarkastelu				
	Mallinnustaso sovitun mukainen				
	Koodaus vastaa nimikkeistöä				
	Alustavat törmäystarkastelut				
	Geometrioiden tarkastus				
D_Temaattiset	Kansiorakenne (2. asteen alakansiot oikein nimetty)				
D1_Kartat	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaa ilmoitettua				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
D2_Kaava	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaa ilmoitettua				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
D3_Kiinteisto_maanomistus	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaa ilmoitettua				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
D4_Ymparisto	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaa ilmoitettua				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
D5_Liikenne	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaa ilmoitettua				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
D6_Vesivaylat	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Mittayksikkö sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä vastaa ilmoitettua				
	Tiedostot asianmukaisessa formaatissa				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
E_Viiteaineisto	Kansiorakenne; toisen asteen alakansiot oikein nimetty				
E1_Suunnitteluperusteet	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
E2_Liittyvät suunnitelmat selvitykset	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
E3_Maastokaynnit	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
E4_Tutkimusselostukset	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				
	Mittausten tarkkuus (kirjallinen tai numeerinen arviointi)				
E5_Olosuhdetiedot	Kansiorakenne, aineisto nimetty vaatimusten mukaisesti				
	Tiedostot avautuvat, visuaalinen tarkastelu				