



TIESUUNNITELMAN TIETOMALLINNUS

Valtatie 14 Savonlinnan Laitaatsalmi

Ville Palviainen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2013
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

VILLE PALVIAINEN:
Tiesuunnitelman tietomallinnus
Valtatie 14 Savonlinnan Laitaatsalmi

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Maaliskuu 2013

Rakennusteollisuuden käyttämät tietomallit ovat rakenteen ominaisuuksien ja niihin liittyvien elinkaaritietojen esittämistä digitaalisessa kolmiulotteisessa (3D) muodossa. Kolmiulotteisessa esityksessä rakenteen ominaisuuksia voidaan tarkastella vapaasti eri suunnista ja ominaisuustiedot ovat noudettavissa rakenteen tietomallista, eikä niitä tarvitse hakea perinteisistä dokumenteista.

Rakennusteollisuudessa tietomallipohjainen suunnittelu on ollut käytössä 1980-luvulta, mutta yhdyskuntarakentamisessa tietomallipohjainen suunnittelu ja tietomallit ovat vasta tekemässä tuloaan suunnittelun standardeiksi. Tietomallinnuksen käyttöönotolla yhdyskuntarakentamisessa tavoitellaan laadun parantumista, tehokuutta, kustannussäästöjä sekä kilpailukykyä.

Opinnäytetyössäni käsitellään RYM Oy:n Infra FINBIM -työpakettin tietomallinnuksen pilottihanke. Pilotissa tutkittiin tiesuunnitelman laatimista tietomallipohjaisesti Valtatie 14 Savonlinnan Laitaatsalmen liikennejärjestelyihin. Tietomallipohjaisen ajattelun tuominen käytännön suunnitteluprosessiin vaatii tavoiteltavien hyötyjen ja jälleenkäyttöarvojen määrittämistä etukäteen, selkeiden ja realististen tavoitteiden asettamista sekä sitoutumista asetettuihin tavoitteisiin koko suunnitteluorganisaatiolta ja tilaajalta. Muussa tapauksessa syntyy hukkaa turhaan tehtyjen suunnitelmien ja olemattoman jälleenkäyttöarvon myötä.

Pilottihankkeessa havaittiin, että tiesuunnitelman toteuttaminen tietomallipohjaisesti hyödytti vaihtoehtotarkastelua sekä päätöksentekoa, mutta käytännön suunnitteluun ja suunnitelmien jälleenkäyttöarvoon se vaikutti hyvin vähän. Loppuyhteenvedossa todettiin myös, että hankkeessa aikaansaatu tietomalli loi konsultin osaamisesta ja tietämyksestä harhaanjohtavan kuvan. Hankkeen aikana monia asioita jouduttiin tekemään manuaalisesti käsin, koska suunnitteluohjelmistoja ei osattu käyttää tai niiden ominaisuuksista ei oltu tietoisia.

Asiasanat: kirjoita tietomalli, tietomallinnus, 3d-mallinnus, infrarakentaminen, tiesuunnitelma

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Civil Engineering

VILLE PALVIAINEN:
Road Layout BIM
Highway 14 Savonlinna Laitaatsalmi

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 4 pages
March 2013

Building information model (BIM) contains all attribute data and its life cycle information in a digital three dimensional form. When object is presented in a digital 3D form, it can be reviewed without limitations in any angle needed and attribute data can be retrieved straight from the object without collecting it from many different documents as in a traditional 2D presentation.

A construction industry has used building information models since 1980's, but in a civil engineering use of information models in designing, as well as in constructing and in maintenance is still to come. To implement information modeling as a standard in a civil engineering and in a building industry tries to obtain better quality, efficiency, cost savings and competitiveness.

The purpose of this thesis is to describe the pilot project of RYM Oy infra FINBIM. The project target was to produce a road layout design using information modeling for highway 14 at Savonlinna Laitaatsalmi. To implementing information modeling as a standard way to work and produce designs, organization needs to determine all benefits and re-use values, set up clear and realistic targets and commit the organization. Without pre-defined targets and processes there will be identified risk for organization to produce loss, unnecessary work and zero re-use value.

Key words: 3d-modeling, Infra FINBIM, civil engineering, road layout design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LÄHTÖKOHDAT	8
2.1	INFRA FINBIM	8
2.2	Valtatie 14 Savonlinnan keskusta	9
2.2.1	Valtatie 14 Savonlinnan Laitaatsalmen liikennejärjestelyt -tiedustelu	10
2.2.2	Tietomallinnuksen pilottikohde	12
3	TIETOMALLINNUS JA TIETOMALLIT	13
3.1	Tietomalli – rakenteen informatiivinen 3D-malli	13
3.2	Tietomallinnuksen historia	14
4	TIEHANKKEEN SUUNNITTELU	16
4.1	Tiedustelu	17
4.2	Rakennussuunnitelma	17
5	VT14 LAITAATSALMI TIEDUSTELMAN TIETOMALLINNUS	18
5.1	Hankkeen tietomallinnusprosessi	18
5.1.1	Tietomallinnushankkeen hallinnointi	19
5.2	Mallikoordinaattori	20
5.3	Mallinnettavat rakenneosat	21
5.3.1	Sillat	22
5.3.2	Muut taitorakenteet	25
5.3.3	Väylät	27
5.3.4	Kuivatus	28
5.3.5	Geotekniikka	28
5.3.6	Telematiikka ja liikenteenohjaus	29
5.3.7	Johtosiirrot	30
5.3.8	Meluntorjunta	31
5.3.9	Maisema	32
5.4	Luovutusaineisto ja jälleenkäyttöarvo	32
6	POHDINTA	33
6.1	Tietomallinnuksen tulevaisuus	33
6.2	Tietomallinnuspilotin tulokset	33
6.2.1	Hyödyt ja edut	34
6.2.2	Kehityskohteet ja haasteet	34
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38
	Liite 1. Mallinnettavat rakenneosat (Ramboll Finland Oy 2012) 1(2)	38
	Liite 2. Siltojen tietomalliohje (Liikennevirasto 2011)	40
	Liite 3. Siltojen rakenneosien numerointi (Ramboll Finland Oy 2012)	41

KUVAT

Kuva 1. Savonlinnan keskustan osahankkeet (Liikennevirasto 2011c)	9
Kuva 2. Tiesuunnitelman toimenpidealue (Liikennevirasto 2011b).....	11
Kuva 3. Tuotetietomallin tiedonhallinta (Tirkkonen, Yli-Villamo, Mäkelä 2010).....	12
Kuva 4. Sillan tietomalli (Ramboll Finland Oy 2012).....	14
Kuva 5. Tiehankkeen suunnittelu (Liikennevirasto 2010b).....	16
Kuva 6. Tietomallinnusprosessi (Ville Palviainen 2012)	19
Kuva 7. Tie-, rata- ja alikulkusilta Laitaatsalmessa (Ramboll Finland Oy 2013)	21
Kuva 8. Tiesilta S2 ja hissi (Ramboll Finland Oy 2013)	23
Kuva 9. Käännettävä ratasilta S4 (Ramboll Finland Oy 2013).....	24
Kuva 10. Alikulkusilta S3 ja alikulkukäytävä S5 (Ramboll Finland Oy 2013).....	24
Kuva 11. Mirrilän alikulkukäytävä S1 (Ramboll Finland Oy 2013)	25
Kuva 12. Tukiseinän tietomalli (Ramboll Finland Oy 2013)	26
Kuva 13. Syväväylän ruoppaussuunnitelma (Ramboll Finland Oy 2013).....	26
Kuva 14. Väylämallit itäpuolella (Ramboll Finland Oy 2013).....	27
Kuva 15. Kuivatuksen verkostomalli (Ramboll Finland Oy 2012)	28
Kuva 16. Geotekniikan tietomallit (Ramboll Finland Oy 2012)	28
Kuva 17. Liikenteenohjaus, portaalit (Ramboll Finland Oy 2013).....	29
Kuva 18. Johtosiirtoja S3 alikulkusillan ja väylän alla (Ramboll Finland Oy 2012)	30
Kuva 19. Meluntorjunnan ratkaisut (Ramboll Finland Oy 2012).....	31

ERITYISSANASTO

2D	Kaksiulotteinen (two dimensional). Objekti esitetään koordinaatiston X- ja Y-vektoreina eli pituus- ja leveysasemana.
3D	Kolmiulotteinen (three dimensional). Objekti esitetään koordinaatiston X, Y ja Z -vektoreina, jolloin kappaleella on pituus-, leveys- ja korkeusasema.
BIM	Rakennuksen tietomalli (Building Information Model).
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer Aided Design).
CAM	Tietokoneavusteinen valmistus (Computer Aided Manufacturing).
DWG	Autodesk AutoCad –tallennusformaatti (Drawing)
IFC	Tiedonsiirtoformaatti (Industry Foundation Classes)
LandXML	Infrarakentamiseen kehitetty tiedonsiirtoformaatti
Lähtötietomalli	Nykytilanteesta laadittu tietomalli, jossa esitetään suunnittelualueella olevat asiat sovitulla tarkkuudella.
Natiiviformaatti	Ohjelmiston oletuksena käyttämä tallennusformaatti
PRE	Prosessien uudelleen organisointi (Process Re-engineering). RYM Oy:n tutkimushanke, jossa tavoitteena mm. tietomallipohjainen tiedonhallinta infrarakenteiden elinkaaren hallintaan.
RYM Oy	Kiinteistö- ja rakennusalan pääomasijoitusyhtiö. Rahoittaa kiinteistö- ja rakennusalan tutkimus- ja kehityshankkeita.
VM	Virtual Map. Novapoint-ohjelmistomoduuli 3D-visualisointiin.
Tietomalli	Rakenneosien tuotemalleista koostuva yhtenäinen 3D-malli, jossa rakenneosilla (objekteilla) on attribuutteja (ominaisuustietoa), esim. mitat, materiaali, sijainti jne.
Tuotemalli	Rakenneosan tietomalli, jossa rakennetta kuvaavat tiedot ovat jäsennettyinä ja talletettuna tuotetietona.
Virtuaalimalli	Kansalaisvuoropuhelua ja muuta sidosryhmäyhteistyötä varten laadittu 3D-malli hankkeesta, missä asioita esitetään hyvin havainnollisessa muodossa ilman yksityiskohtaisia rakenteita. Helpottaa hahmottamaan hankkeen lopputulosta tai eri vaihtoehtoja suunnittelun edetessä.
Yhdistelmämalli	Suunnittelussa aikaansaatu eri suunnitelmien yhdistelmä, jossa nähdään suunnittelun vaikutukset lähtötilanteeseen yhdistettynä.
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi. Suunnittelun yhteydessä suoritettava arviointi hankkeen haitallisista vaikutuksista sitä ympäröivälle ympäristölle sekä mahdollisten haittojen ja vahinkojen vähentäminen tai estäminen.

1 JOHDANTO

Rakennusteollisuudessa tietomallien käyttö ja tietomallipohjainen suunnittelu ovat olleet arkipäivää jo muutaman vuosikymmenen ajan, mutta infrastruktuurirakentamisessa, siltojen suunnittelua lukuun ottamatta, on tietomallien hyväksikäyttö suunnittelussa ja rakentamisessa Suomessa vähäistä. Pohjoismaista Norja on infrahankkeiden tietomallipohjaisen suunnittelun kärkimaa koko maailmassa. Norjassa tietomallien käyttöä hankkeiden suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa vaaditaan ja tietomallipohjaisen suunnittelun käyttöönottoon on Norjan valtio, Norjan tiehallinnon kautta, panostanut jo vuosien ajan.

Infra-alan tuottavuuden tehostamiseksi ja laadun parantamiseksi sekä suunnittelussa ja ylläpidossa perinteisestä vaiheajattelusta elinkaariajatteluun siirtymiseksi perustettiin vuonna 2010 valtakunnallinen tutkimushanke, jonka tavoitteena on luoda yleiset vaatimukset ja standardit tietomallipohjaiselle hankintamenettelylle, suunnittelulle, rakentamiselle ja ylläpidolle vuoteen 2014 mennessä. Tämän jälkeen suuret infraomaisuuden haltijat, Liikennevirasto, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset, kaupungit ja kunnat, tilaavat hankkeet vain tietomallipohjaisena suunnitteluna. Onnistuessaan hanke myös synnyttää infra-alalle uusia liiketoiminta- ja palvelumalleja luoden työllisyyttä sekä käyttäjälähtöisempiä toimintatapoja. (Rakennustieto 2012a, 2012b; RYM Oy 2012.)

Suunnittelu- ja konsulttitoimistoille tietomallipohjaisen suunnittelun käyttöönottaminen käytännön suunnittelussa tarkoittaa sitä, että lähtöaineiston hallintaan ja harmonisointiin tulee kiinnittää entistä tarkempaa huomiota, suunnitelmat pitää pystyä tuottamaan 3D-muodossa ja tiedonsiirtäminen hankevaiheesta toiseen tulee olla mahdollista laadun ja tiedon oikeellisuuden siitä kärsimättä. Käyttöönottoa kohti edetään erilaisin pilottihankkein, joissa testataan käytännössä 3D-suunnittelun ja siihen liittyvien asioiden toimivuutta ja parannetaan ja korjataan puutteita ja epäkohtia. (Rakennustieto 2012b.)

Opinnäytetyöni on tehty Valtatie 14 Savonlinnan Laitaatsalmen tiesuunnitteluhankkeen yhteydessä, joka toimii Liikenneviraston tietomallipilottina. Opinnäytetyön tarkoitus on kuvata tiesuunnitelmavaiheen tietomallinnusta sekä pohtia väylähankkeiden tietomallintamiseen liittyviä haasteita ja ongelmia.

2 LÄHTÖKOHDAT

2.1 INFRA FINBIM

Infra FINBIM on RYM Oy:n, Built Environment Process Re-engineering (PRE) tutkimusohjelmaan kuuluva työpaketti, jonka tavoitteena on luoda infra-alalle uusia toimintatapoja ja liiketoimintamalleja. Hankkeen lähtökohta on tietomallipohjaisen tiedonhallinnan kehittäminen ja käyttö infrarakenteiden koko elinkaaren aikana (suunnittelu, toteutus, ylläpito). (RYM Oy 2012; Rakennustieto 2012b.)

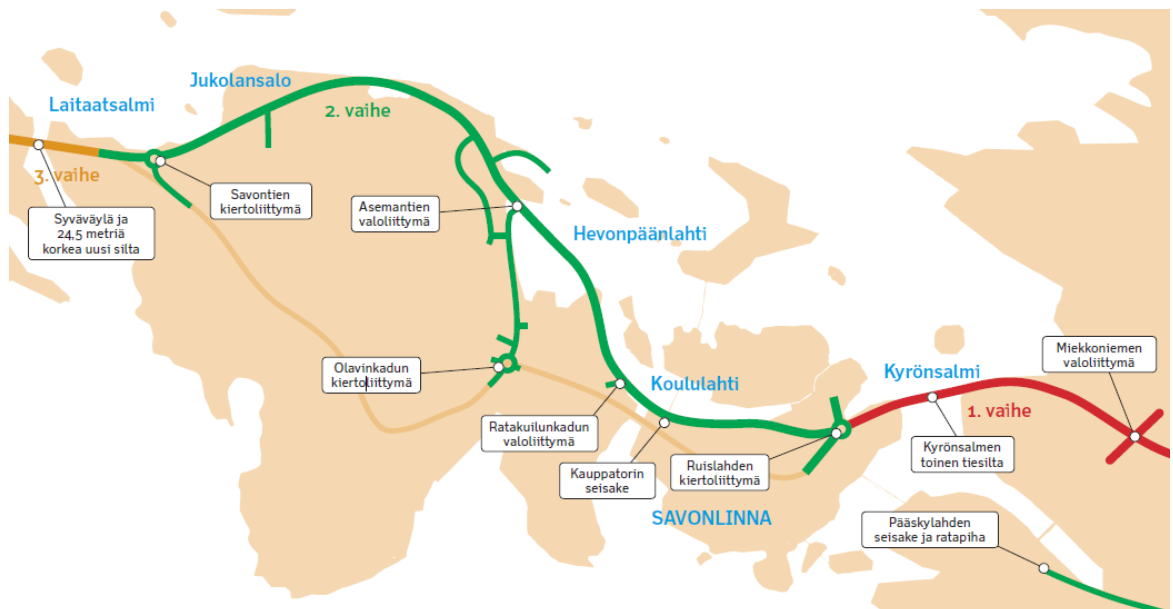
Hankkeeseen osallistuu 15 suomalaista infra-alan suunnittelu-, rakennus- ja konsulttiyritystä. VR Track Oy:n toimii hankkeen veturiyrityksenä ja hanke kestää vuoden 2013 loppuun. Infra FINBIM:n visiona on, että vuodesta 2014 lähtien suuret infraomaisuuden haltijat (Suomen valtio, alueelliset ELY-keskukset, kaupungit ja kunnat) tilaavat vain tietomallipohjaista palvelua, jota käytetään koko infrarakenteen elinkaaren ajan. Käytännössä tämä tarkoittaa suunnittelun toteuttamista tietomallipohjaisesti, jolloin kaikesta rakennetusta ja rakennettavasta luodaan tuotetietomalleja, jotka yhdistetään kokonaisuudeksi (vrt. Kaupungin kaukolämpöverkko, joka yhdistetään kaupungin muiden maanalaisten kaapeli- ja johtoverkkojen kanssa yhdeksi kokonaisuudeksi.). (RYM Oy 2012.)

Infra FINBIM:n tavoite on luoda tuotetietomallinnukselle standardit ja vaatimukset, joiden mukaan tietomallipohjaista tiedonhallintaa toteutetaan, ja jotka rakennustietosäätiö julkaisee virallisina ohjeina. Hanke koostuu useasta alatyöpaketistä käsittäen mm. tiedonsiirtostandardit, rajapinnat, suunnittelun ja rakentamisen prosessit sekä sisältövaatimukset. (Rakennustieto 2012a, 2012b; RYM Oy 2012.) Insinööritoimittajien keskeisenä keskeisenä Infra FINBIM hankkeen alapaketti kolmeen, jonka tavoitteena on määrittää sisällölliset ja laadulliset vaatimukset.

2.2 Valtatie 14 Savonlinnan keskusta

Valtatie 14 muodostaa Savonlinnan keskustan runkoväylän osana Savonlinnan kaupungin katuverkkoa ja yhdistää valtakunnallisesti tärkeät pääväylät valtatiet 5 ja 6. Valtatien 14 välityskyky keskustan alueella on ollut jo vuosia rajallinen, mitä vaikeuttaa osaltaan Kyrönsalmen kohdalla kulkeva Saimaan syväväylä. Väylällä liikennöivää laivaliikennettä varten Kyrönsalmen silta on aika ajoin avattava ja se aiheuttaa sillalla kulkevalle tieliikenteelle katkoksia ja hidastaa liikennöintiä. Syväväylä Kyrönsalmen kohdalla on lisäksi laivaliikenteelle ahdas ja vaikeasti navigoitava, mikä vähentää laivaliikenteen turvallisuutta. (Liikennevirasto 2011a, 2011b.)

Savonlinnan keskustan liikennejärjestelyiden parantamista on tutkittu jo 1980-luvulta ja vuonna 2008 liikennepoliittisessa selonteossa laadittiin hankekokonaisuus, jossa parannetaan liikennejärjestelyitä kolmessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe käsitti valtatie 14 parantamisen välillä Ruislahti–Miekkoniemi, käsittäen kahden maantiesillan rakentamisen Kyrönsalmeen. Toinen osahanke oli parantaa liikennejärjestelyitä välillä Laitaatsalmi–Ruislahti (rinnakkaistieyhteys keskustan pohjoispuolelle) sekä Pääskylahden ratapihan parannus. Kolmas osahanke käsittää Laitaatsalmi–Mirrilä tie-, rata-, ja väyläjärjestelyt. Osahankkeista kaksi ensimmäistä on otettu käyttöön syksyjen 2011 ja 2012 aikana. (Liikennevirasto 2011a, 2011b, 3–4.)



Kuva 1. Savonlinnan keskustan osahankkeet (Liikennevirasto 2011c)

2.2.1 Valtatie 14 Savonlinnan Laitaatsalmen liikennejärjestelyt -tiedustelu

Hankekokonaisuuden kolmas osa, Savonlinnan Laitaatsalmen liikennejärjestelyt, käsittelee tie-, rata- ja väyläjärjestelyiden suunnittelua. Tiedustelun pohjana on vuonna 2001 Merenkululaitoksen tilaama ympäristövaikutusten arviointi (YVA) Savonlinnan syväväylän siirtämisestä pois Kyrönsalmesta. Arvioinnissa toteuttamisvaihtoehtoina tutkittiin Savonlinnan länsipuolelle, Aholahteen, rakennettavaa noin kaksi kilometriä pitkää avokanavaa sekä läntistä ja itäistä vaihtoehtoa syväväylän siirtämisestä Laitaatsalmeen. Kolmas vaihtoehto, niin sanottu 0-vaihtoehto, oli, ettei syväväylää siirretä pois Kyrönsalmesta. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2001, 1–3.)

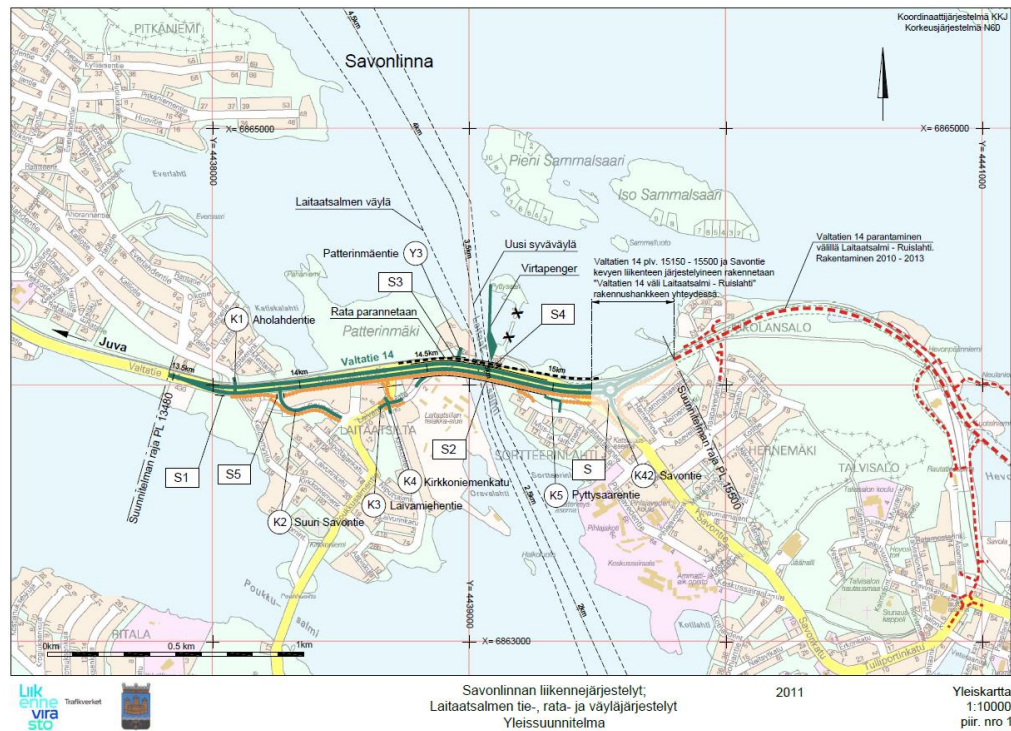
Etelä-Savon ympäristökeskuksen hyväksymän ympäristövaikutusten arvioinnin ja vuonna 2008 liikennepoliittiseen selontekoon kirjatun kommentin ”... *Samalla Kyrönsalmen kautta kulkeva Saimaan syväväylä siirretään Savonlinnan kohdalla Laitaatsalmeen*” perusteella, vuonna 2011 valmistuneessa Savonlinnan Laitaatsalmen tie-, rata- ja väyläjärjestelyiden yleissuunnitelmassa päädyttiin esittämään ratkaisuvaihtoehdot syväväylän siirtämisestä Kyrönsalmesta Laitaatsalmeen. (Liikennevirasto 2011b.)

Yleissuunnitelmassa tiejärjestelyiden toteutusvaihtoehdoksi esitettiin, että valtatie 14 rakennetaan nelikaistaiseksi välillä Mirrilän liittymä ja Savontien liittymä. Tiejärjestely käsittää kaksi 520 m pitkää tiesiltaa Laitaatsalmen syväväylän kohdalla, jonka alikulukorkeudeksi tulee 24,5 m. Näiden lisäksi nykyinen Laivamiehentien ja valtatie 14 liittymä puretaan ja siirretään lännemmäksi kohti Kellarpeltoa. (Liikennevirasto 2011b.)

Valtatie 14:sta vieressä kulkevaa Huutokoski–Parikkala-rautatietä parannetaan 800 m matkalla siten, että radalla voidaan liikennöidä 80 km/h nopeudella. Laitaatsalmen syväväylän kohdalla rata rakennetaan käännettävälle ratasillalle. Radan korkeusasemaa nostetaan noin metrin ratasillalle tultaessa. Käännettävä ratasilta on oletuksena auki mahdollistaen syväväylän käytön laivaliikenteelle ja suljetaan kulunvalvontajärjestelmällä junan lähestyessä siltaa. Saimaan syväväylän siirtyessä kulkemaan Laitaatsalmen kautta muokataan Laitaatsalmen väylää leventämällä ja syventämällä sitä noin 400 m matkalla. (Liikennevirasto 2011b.)

Muut suunnittelualueella suoritettavat toimenpiteet tukevat ja täydentävät edellä mainittuja tie-, rata- ja väyläjärjestelyitä: neljän uuden sillan rakentamisen, valtatie 14 ja sy-

vävyylän varustamisen telematiikalla sekä valo-ohjauksella, rataosuuden varustamisen kulunvalvontajärjestelmällä, asutuksen suojaaminen liikennemelulta sekä kevyenliikenteen uudelleen järjestelyt. Liikennevirasto on tilannut tiesuunnitelman konsulttityönä Ramboll Finland Oy:ltä ja se käynnistyi maaliskuussa 2012.



Kuva 2. Tiesuunnitelman toimenpidealue (Liikennevirasto 2011b)

2.2.2 Tietomallinnuksen pilottikohde

Vt14 Laitaatsalmen tiesuunnitelma on yksi RYM Oy:n Infra FINBIM -projektin tietomallinnuksen pilottihankkeista. Pilotin tavoitteena on kerätä kokemusta ja tietoa hankkeessa tietomallintamalla laadittujen mallien jälleenkäyttöarvosta seuraavissa hankevaiheissa ja eri suunnittelujärjestelmissä. Myös suunnittelu- ja rakennusprosessien tehostaminen ja eri hankevaiheiden välillä syntyvän hukan poistaminen ovat osa pilotoitavia asioita. Pilotissa seurataan myös ajankäytön ja kustannusten sekä mallipohjaisen suunnittelun asettamia käytännön vaatimuksia. Tilaajan pyrkimys on hyödyntää tie- ja rata-suunnitelmia seuraavien hankevaiheiden tarjouskilpailussa. (Rakennustieto 2012c.)

Hankkeen tietomallipohjaisen suunnittelun pilotointi aloitettiin lähtötietomallin koostamisella, jonka tilaajana toimiva Liikennevirasto tilasi konsulttityönä Sito Oy:ltä (Rakennustieto 2012d.). Tiesuunnitelman tietomallin laitimisesta vastasi Ramboll Finland Oy.



Kuva 3. Tuotetietomallin tiedonhallinta (Tirkkonen, Yli-Villamo, Mäkelä 2010)

3 TIETOMALLINNUS JA TIETOMALLIT

3.1 Tietomalli – rakenteen informatiivinen 3D-malli

Tietomalli on rakenteen ominaisuuksien ja sen toteutusprosessin aikaisten elinkaartietojen esittämistä digitaalisesti kolmiulotteisessa (3D) muodossa. Esimerkkinä voidaan tarkastella tiesillan siltasuunnitelman tietomallia (kuva 4), jossa on esitetty 3D-muodossa kaikki suunnitellut sillan rakenneosat (kansi, reunapalkki, siipimuuri, perustamistapa, jne.) ja näille rakenneosille suunnittelussa määritellyt materiaaliominaisuudet, kuten mitat, sijainti ja kaikki muu rakenteeseen liittyvä tieto suunnittelusta aina ylläpitovaiheeseen asti. (Optiplan 2012; RIL 2013.)

Tiedonhallinta tehostuu, koska tieto on tallennettu vain yhteen paikkaan ja yhden kerran. Dokumentointi ja raporttien laatiminen onnistuu tietomallista lähes automaattisesti ja niitä voidaan muokata käyttötarkoituksiin sopiviksi poimimalla olennaiset tiedot tietomallista. 3D-muodossa esitettyä tietoa on helpompi tarkastella kuin perinteisellä 2D-esityksellä laadittuja suunnitelmia. (RIL 2013.)

Erilaisten simulaatioiden, analyysien ja törmäystarkastelujen tekeminen on tietomallilla mahdollista jo hyvin varhaisessa vaiheessa suunnittelua, millä voidaan reagoida muutoksiin suunnitelmissa ja näin välttää hukan syntymistä sekä parantaa laatua. Suomen kieleen termit ”tietomallinnus” ja ”tietomallit” tulevat englannin kielen sanoista ”Building Information Modeling” ja ”Building Information Model”. (Eastman 2009; Optiplan 2012; RIL 2013.)



Kuva 4. Sillan tietomalli (Ramboll Finland Oy 2012)

Phase	Nimi	Name	Class	Profile (F)	Part	Plate	Sette	Note
100/200	Muutami	Abutment	201					PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
	ANTURA	FOOTING	201	T1*				
	PAIJU	PILE	203	T1*				paikallabetonointi
	PERUSMAURE	FOUNDATION WALL	204	T1*				
	SIPPMALURE	WING WALL	203	T1*				
Phase	Nimi	Name	Class	Assembly (F)	Part	Plate	Sette	Note
100/200	Muutami	Abutment	1-20	Profile and start number				TERÄS / STEEL
	PAIJU	PILE	1	T1*	TP	TP		oletusosa / default profile
Phase	Nimi	Name	Class	Profile (F)	Part	Plate	Sette	Note
310-390	VALITTU	SUPPORT	230					PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
	ANTURA	FOOTING	201	T1*				
	PAIJU	PILE	203	T1*				paikallabetonointi
	PILARE	COLUMN	204	T1*				
Phase	Nimi	Name	Class	Assembly (F)	Part	Plate	Sette	Note
310-390	VALITTU	Support	1-20	Profile and start number				TERÄS / STEEL
	PAIJU	PILE	1	T1*	TP	SP		oletusosa / default profile
Phase	Nimi	Name	Class	Profile (F)	Part	Plate	Sette	Note
400	PÄÄLLYSRAKENNE	SURFACE STRUCTURE	250					PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
	KANSI	DECK	250	K				
	REUNAPALKKI	WALL BEAM	251	BP				
	PÄÄTYPÄLKKI	END BEAM	252	BP				
	SIPPMALURE	WING WALL	253	SP				
	PINTARAKENNE	SURFACE TREATMENT	253*	PR				eristys, eristyskäsittely tai muu pinta-
Phase	Nimi	Name	Class	Assembly (F)	Part	Plate	Sette	Note
400	PÄÄLLYSRAKENNE	SURFACE STRUCTURE	11-30	Profile and start number (OHJUTUN KUNNAN ALB.C.D. V.1-2-3-4)				oletusosa / default profile
	TERÄSRAKENNE	STEEL STRUCTURE	11	L				

3.2 Tietomallinnuksen historia

Tietomallinnus kehitettiin alun perin talonrakennusteollisuuden lisäämään alan tuottavuutta, tuomaan lisää tehokkuutta ja parantamaan laatua. Tietomallipohjaisen suunnittelun ensi askeleet otettiin 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa, jolloin arkkitehdit, yhteistyössä yliopistojen tietojenkäsittelytieteiden kanssa kehittivät ensimmäiset tietomallipohjaiseen suunnitteluun perustuvat ohjelmat. Ohjelmat pystyivät esittämään niin sanottuna 3D-rautalankamallina yksinkertaisia rakenneosia. (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston 2008, 26–30; Michael S. Bergin 2012.)

Kehitystyötä tehtiin pääasiassa Yhdysvalloissa, mutta myös Länsi-Euroopassa ja Neuvostoliitossa oli kehitystyötä tietomalliohjelmien parissa. Ensimmäisenä varsinaisena rakennusteollisuuden tietomallinnusohjelmistona pidetään yhdysvaltalaisen arkkitehdin, Charles ”Chuck” Eastmanin 1970-luvun puolivälissä, Carnegie Melon yliopistossa kehittämää Building Description Systemsia (BDS). BDS:llä voitiin tarkastella rakennuksen eri ominaisuuksia, lisätä rakenneosia valmiista tuotekirjastosta ja tehdä rakenneosien ominaisuuksista erilaisia hakuja, esimerkiksi materiaalin ja toimittajan mukaan. (Michael S. Bergin 2012.)

Charles Eastman on jatkanut ansiokkaasti vuosikymmenten ajan tietomallinnuksen tutkimus- ja kehitystyötä Georgia Tech yliopistossa Yhdysvalloissa. Tietomallinnuksen todellinen esiinmarssi arkipäivän rakennusteollisuuteen nähtiin kuitenkin vasta 1980-

luvun lopulla, jolloin CAD/CAM-ohjelmistot yleistyivät arkkitehti- ja suunnitteluyrityksissä tietokoneiden käyttöönoton myötä. (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston 2008, 26–30; Michael S. Bergin 2012.)

Infra-alalla tietomallinnus ei ole vielä yhtä laajaa kuin rakennusteollisuudessa. Tämä johtuu osittain siitä, että infrahankkeet ovat mittakaavassa aivan eri luokkaa kuin talonrakennusteollisuuden – standardit puuttuvat, ohjelmistot ja tiedonsiirtoformaatit eivät ole täysin tietomallinnusta tukevia ja tietotaito infrahankkeiden tietomallinnuksesta on puutteellista. Kansainvälisesti infrahankkeiden tietomallinnuksen edelläkävijöitä ovat Norja, Hollanti sekä Yhdysvallat, joissa isoja väylä-, satama- ja ratahankkeita on toteutettu tietomallinnuksen avulla. Myös Isossa-Britanniassa on otettu viime vuosina isoja askelia tietomallinnuksen käyttöönotossa infrahankkeiden suunnittelussa ja rakennuttamisessa.

Luvussa 2.1 esitelty Infra FINBIM -hanke pyrkii edistämään tietomallipohjaista suunnittelua myös infrarakenteiden suunnitteluun ja tavoitteena on, että vuonna 2014 suuret infraomaisuuden haltijat tilaisivat suunnitelmat ainoastaan mallipohjaisina. Vuonna 2012 lähes kaikki infrarakentamisen suunnitteluohjelmistot mahdollistavat tietomallipohjaisen suunnittelun. Eri käyttöön tarkoitettuja ohjelmistoja on useita ja niin on myös tiedostoformaatteja, joissa suunnitelmat tallennetaan. Haasteena onkin yhteisen, ohjelmistosta riippumattoman, siirtoformaatin kehittäminen, jota kaikki suunnitteluohjelmistot pystyisivät tulkitsemaan samalla tavalla, ja jolla suunnittelutiedon siirtäminen ja yhdistely olisi luotettavasti ja laadukkaasti mahdollista. (Liikennevirasto 2010a.)

4 TIEHANKKEEN SUUNNITTELU

Tien suunnittelu on laajimmillaan monivaiheinen prosessi, jossa suunnitelmia tarkennetaan siirryttäessä suunnitteluvaiheesta toiseen (kuva 5). Opinnäytetyössäni keskityttiin tarkastelemaan tiesuunnitelma- ja rakennussuunnitelmavaiheita, jotka on kuvattu tarkemmin luvuissa 3.1 ja 3.2.

Suunnittelu voi alkaa esisuunnittelusta, jonka aikana selvitetään tarve, eri toteutustapoja sekä likimääräistä maankäyttöä maakuntakaavatasolla. Esisuunnittelun perusteella tehdään päätös varsinaisen suunnittelun aloittamisesta. Suunnittelussa esiselvitystä seuraa yleissuunnitteluvaihe, jossa määritellään alustava tien sijainti, sen tarvitsema tila maastossa sekä liikenne- ja tietechnisiä perusratkaisuja sekä suoritetaan ympäristövaikutusten arviointi (YVA). Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan tien vaikutuksia sitä ympäröivään maankäyttöön. (Liikennevirasto 2010b.)



Kuva 5. Tiehankkeen suunnittelu (Liikennevirasto 2010b)

4.1 Tiesuunnitelma

Tiesuunnitelmaa edeltää usein hyväksytty yleissuunnitelma, jota tiesuunnittelu tarkoittaa eri osien yksityiskohtaisilla tie- ja liikennemitoituksilla. Tiesuunnitelmassa määritetään tielle sen tarkka sijainti korkeus- ja pituusleikkauksineen sekä sen tarvitsemat maa-alueet, maanteiden ja yksityisteiden liittymät, kevyen- ja joukkoliikenteen järjestelyt sekä muut yksityiskohtaiset ratkaisut, joilla ehkäistään ja estetään tiealuetta ympäröiville alueille mahdollisesti tienkäytöstä johtuvia haittoja. Näitä ovat esimerkiksi meluntorjunta sekä suoja- ja näkemäalueiden määrittäminen. Suunnittelussa tulee lisäksi ottaa huomioon maanomistusolot ja laadittava mahdollinen aluevaraus tien myöhempää levenyttämistä varten. (Maantielaki 503/2005.)

Tiesuunnitelma on laadittava ja hyväksyttävä ennen maantien rakentamista, mikäli vaikutukset ympäristöön ovat merkittävät. Vaikutuksiltaan vähäinen maantiehanke ei vaadi hyväksyttyä yleissuunnitelmaa, eikä näin ollen aina tiesuunnitelmaakaan, mikäli maantien parannustoimenpiteitä varten ei oteta lisääaluetta tai jos kiinteistön omistaja tai omistajaan verrattava taho on antanut kirjallisen luvan lisääalueen ottamiseen. (Maantielaki 503/2005; Liikennevirasto 2010; Sivenius 2011.)

4.2 Rakennussuunnitelma

Rakennussuunnittelussa laaditaan rakentamisessa tarvittavat asiakirjat. Rakennussuunnitelma laaditaan hyväksytyn tiesuunnitelman pohjalta ja siinä esitetään ne toimenpiteet ja ratkaisut, jotka tiesuunnitelmassa on esitetty sekä tarkennetaan esimerkiksi siltojen ja alikulkujen suunnitelmat niin, että ne voidaan suunnitelmien pohjalta rakentaa. Rakennussuunnitelma sisältää myös työnaikaiset ratkaisut, jotka mahdollistavat rakentamisen sekä työturvallisuuteen liittyvät suunnitelmat. (Liikennevirasto 2010b.)

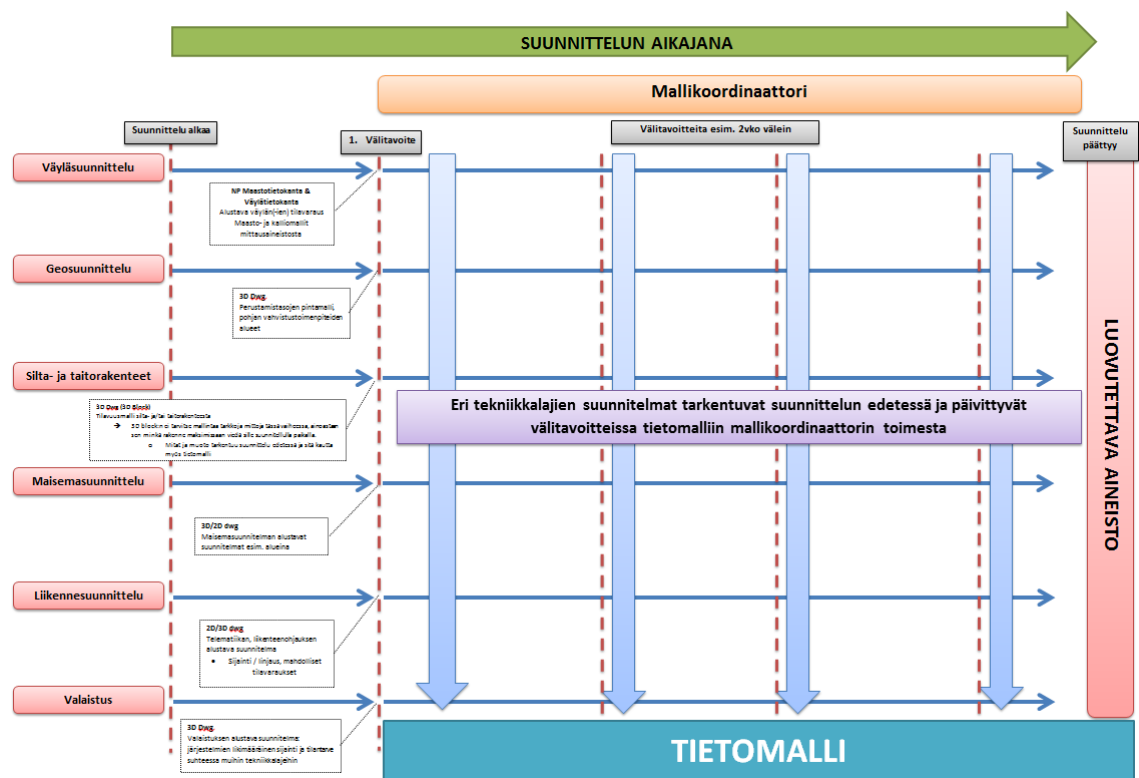
5 VT14 LAITAATSALMI TIESUUNNITELMAN TIETOMALLINNUS

5.1 Hankkeen tietomallinnusprosessi

Vt14 Laitaatsalmen tiesuunnitelman tietomallinnus toteutettiin ajallisesti normaalia suunnittelukäytäntöä jäljessä, jolloin suurin osa suunnitelmista oli jo tehty perinteisellä tavalla ja niiden suunnittelua tietomallintamalla tutkittiin vasta sen jälkeen. Edellä mainittuun toteuttamistapaan päädyttiin osin hankkeen nopean aikataulun sekä tietomallinnuksen pilottiluonteisuuden takia.

Tietomallinnuksen projektiryhmä koostui samoista suunnittelijoista ja teknisistä avustajista kuin millä perinteinen suunnittelukin toteutettiin. Tietomallinnusta ohjasi erillinen tietomallinnuksen projektipäällikkö, hankkeen varsinaisen projektipäällikön ollessa tietomallinnuksen ohjausryhmän jäsenenä. Perinteisestä suunnittelusta poiketen tietomallinnuksen yhteydessä pilotoitiin myös uuden tehtävänimikkeen, tietomallikoordinaattorin, roolia tietomallinnusprojektin toteuttamisessa. Tietomallikoordinaattorin rooli ja tehtävät on esitelty luvussa 5.2

Hankkeen tietomallinnusvaihe aloitettiin määrittelemällä alussa tietomallinnuksen prosessikuvaus (kuva 6), jonka mukaan hankkeen tietomallinnus oli tarkoitus toteuttaa. Prosessikuvaus pyrittiin laatimaan niin, että sillä on jälleenkäyttöarvo tulevissa tietomallintamalla toteutettavissa hankevaiheissa ja toimeksiannoissa. Hankkeen aikana prosessikuvausta tarkennettiin saatujen kommenttien ja havaintojen perusteella sekä tullaan seuraavissakin vaiheissa kehittämään auttaen tietomallinnusprosessin läpivientiä. Tietomallinnuksesta laadittiin myös tehtäväkaavio (kuva 6), jossa on pyritty kuvaamaan käytännön tasolla kuinka mallinnus etenee ja mitä eri tekniikkalajeilta vaaditaan tavoitteisiin pääsemiseen. Myös mallikoordinaattorin osallistuminen eri tekniikkalajien suunnitelmien yhteensovittamiseen ja lähtötieto- sekä yhdistelmämallin koostamiseen kuvattiin tehtäväkaaviossa.



Kuva 6. Tietomallinnusprosessi (Ville Palviainen 2012)

5.1.1 Tietomallinnushankkeen hallinnointi

Tietomallinnuksen ohjausta ja kehitystä varten suunnittelukonsultti ja tilaaja perustivat tietomallinnuksen ohjausryhmän, jonka tarkoitus oli seurata hankkeen tietomallinnuksen edistymistä, seurata aikataulutusta ja kustannustilannetta sekä ohjata ja kehittää tietosuunnitelmavaiheen tietomallinnukseen liittyviä asioita, kuten lähtötietomallin tarkkuutta, dokumentointia ja suunnitelmien jälleenkäyttöarvoa seuraavissa hankevaiheissa. Ohjausryhmä koostui tilaajan puolelta hankkeen projektipäälliköstä, tietomallinnuksen kehityspäälliköstä sekä eri tekniikkalajien hanke- ja projektipäälliköistä. Suunnittelukonsultin puolelta ohjausryhmään osallistuivat tietomallinnuksen projektipäällikkö, hankkeen projektipäällikkö sekä mallikoordinaattori, joka toimi samalla ohjausryhmän sihteerinä.

Ohjausryhmä kokoontui hankkeen aikana noin kuukauden välein ennalta toimitetun agendan mukaan, tilaajan projektipäällikön toimiessa puheenjohtajana ja suunnittelukonsultin tietomallinnuksen projektipäällikön toimiessa asioiden esittelijänä. Suunnittelukonsultin puolelta tietomallinnusvaiheen kustannustilannetta, henkilöresursseja ja aikataulua ohjasi tietomallinnuksen projektipäällikkö.

5.2 Mallikoordinaattori

Hankkeen tietomallinnusprosessille määritettiin hankkeen alussa mallikoordinaattori, jonka tehtävänä oli eri tekniikkalajien suunnitelmien yhteensovittaminen yhdistelmämalliksi. Mallikoordinaattorin käyttö tietomallinnuksessa on alun perin lähtöisin Norjasta, jossa mallikoordinaattoreita on käytetty tietomallintamalla toteutetuissa hankkeissa koordinoimaan suunnitteluprosessia sekä yhteen sovittamaan eri tekniikkalajien suunnitelmia. Mallikoordinaattori on vastannut myös suunnitelmien visuaalisen esitystavan määrittämisestä ja katselupakettien julkaisusta suunnittelukokouksiin.

Ramboll Finland Oy:ssä mallikoordinaattorin tehtäviä on pilotoitu ennen valtatie 14 Laitaatsalmen tiesuunnitelmahanketta muun muassa valtatie 8 Sepänkylän ohikulkutie rakennussuunnitelma hankkeessa. Lähtökohtaisesti mallikoordinaattorina tulisi toimia sellaisen henkilön, jolla on suunnittelukokemusta ja sitä kautta osaamista suorittaa laadunvarmistusta eri tekniikkalajien suunnitelmia yhteen sovitettaessa. (Liisa Kemppainen 2012.)

Valtatie 14 Laitaatsalmen tiesuunnitelmahankkeessa kirjoittaja toimi tietomallinnuksen mallikoordinaattorina, päätehtävänäään suunnitelmien yhteensovittaminen ja visuaalinen esitys sekä toimia projektipäällikön teknisenä asiantuntijana sekä rajapintana suunnittelijoihin päin. Myös tietomallinnuksen yleinen kehittäminen, lähtötietomallin hallinta sekä dokumentointi olivat mallikoordinaattorin tehtäviä. Mallikoordinaattori ja projektipäällikkö toimivat tiiviissä yhteistyössä hankkeen aikana hakien ratkaisuja ja toimintamalleja käytännön tietomallinnukseen.

5.3 Mallinnettavat rakenneosat

Hankkeen tietomallinnusta varten suunnittelukonsultti perusti tekniikkalajikohtaiset pienryhmät, joiden tehtävänä oli määrittää hankkeessa mallinnettavat rakenneosat sekä mallinnuksen tarkkuus rakenneosakohtaisesti. Pienryhmien kokoonpano koostui tilaajan edustajasta sekä suunnittelukonsultin tekniikkavastaavista. Rakenneosien määrittelyyn käytettiin InfraRYL 2006 hanke- ja rakennusosanimikkeistön mukaista objektikoodia sekä huomioitiin Maantielain ja Liikenneviraston tiesuunnitelmalle asettamat vaatimukset ja ohjeistukset.

Lähtökohtana mallinnettavien rakenneosien määrittelyyn oli se, että kaikki tiesuunnitelmassa olennaiset rakennusosat, joilla on merkittävä tilavaraus tai muu suunnittelussa huomioitava ominaisuus, tulee mallintaa. Siltojen ja muiden taitorakenteiden mallinnukseen käytettiin aikaa eniten. Mallinnettavat rakennusosat on esitetty liitteessä 1.



Kuva 7. Tie-, rata- ja alikulkusilta Laitaatsalmessa (Ramboll Finland Oy 2013)

5.3.1 Sillat

Suunnitelma-alueella sijaitsee viisi siltaa, joista neljä on uusia sekä yksi olemassa oleva alikulku, jota tullaan leventämään uuden ajokaistan vaatiman tilan verran. Hankkeen alussa tilaaja ja suunnittelukonsultti sopivat, että kaikki viisi siltaa tullaan mallintamaan Liikenneviraston siltojen tietomalliohjeen (liite 2) siltasuunnitelman mukaisesti. Siltojen tietomalliohjetta seuraamalla tilaaja halusi pilotoida tietomalliohjeen toimivuutta käytännössä sekä saada tietoa ohjetta koskevista päivitystarpeista. Suunnittelukonsultille tietomalliohjeen käyttö sellaisenaan siltasuunnitelmassa oli ensimmäinen kerta ja hyvä mahdollisuus saada informaatiota ohjeen käytöstä.

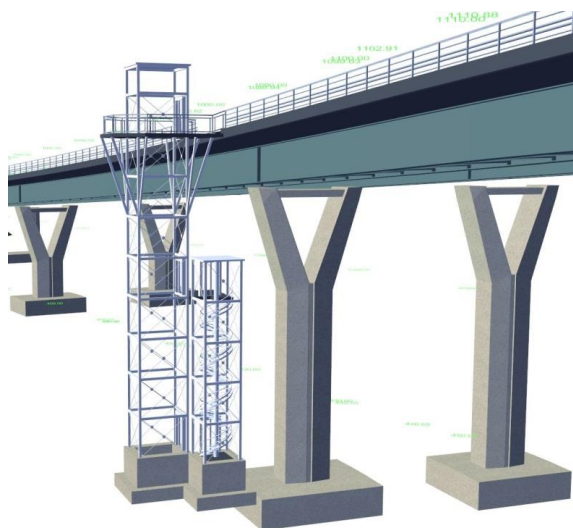
Suunnitelma-alueelle tulevista silloista oli jo olemassa perinteiset suunnitelmat, ennen kuin siltojen tietomallinnusta aloitettiin. Tämä osaltaan helpotti ajallisesti mallinnusta, koska se painottui suurimmaksi osaksi suunnitteluohjelmistolla tapahtuvaan käytännön mallinnustyöhön ilman, että laskelmia tai muita rakenneteknisiä ratkaisuja tarvitsi suunnitella samanaikaisesti. Mallinnetut rakenneosat numeroitiin ja dokumentoitiin ohjeen mukaisesti ja ne ovat esitetty liitteessä 3. Siltojen tuotemallit luovutettiin IFC-, DWG- ja Tekla-formaateissa jälleenkäyttöarvon turvaamiseksi. Yhdistelmämallia varten sillan tuotemalli tallennettiin DWG-formaattiin.

S2 Tiesillat

Työmäärällisesti eniten resursseja vaativat Laitaatsalmen ylittävät kaksi rinnakkaista tiesiltaa, joissa oli kaksi ajokaistaa molempiin kulkusuuntiin. Yleissuunnitelmassa sillan alikulkukorkeudeksi määritettiin syväväylän liikennöintiä varten 24,5 m ja minimi hyötyleveydeksi sillan tukien ja laivajohteiden kohdalla 38 m. Määritys perustui Saimax-tyyppisen aluksen vaatimaan liikennöintitilaan. Pituutta silloille tuli noin 520 m ja rakenneratkaisultaan silta on teräksinen jatkuva betonikantinen liittopalkkisilta. Sillat varustetaan kaitein sekä kevyelle liikenteelle tarkoitetuilla maisemahisseillä (kuva 8), jotka sijoitetaan Laitaatsalmen länsi- ja itäpuolille eteläisempään tiesiltaan.

Sillan rakenneosien mallintamiselle haasteita asetti tien moniulotteinen geometria, jonka johdosta sillan kansirakenteet ovat kaltevat kolmeen suuntaan (pysty-, vaaka- ja sivuttaiskaltevuus). Myös sillalle mallinnettujen varusteiden osalta tiegeometria asetti haas-

tetta. Mallinnustyökaluna käytettiin Tekla Structures -ohjelmaa, jonka monipuoliset ominaisuudet mahdollistavat vaativienkin rakenteiden suunnittelun ja mallintamisen. Siltojen tietomalliohjeen mukaisesti mallinnetut rakenneosat mallinnettiin rakenteen ulkopinnan pintamalleina, eikä esimerkiksi betonirakenteen raudoituksia esitetty mallissa lainkaan. Sillan teräsrakenteen ristikko mallinnettiin yksityiskohtaisemmin ja todettiin tietomallinnuksen ohjausryhmässä, ettei näin yksityiskohtaisesta mallintamisesta ole siltasuunnitelmassa hyötyä ellei suunnitelmaa pystytä käyttämään rakennussuunnitelmassa hyväksi.



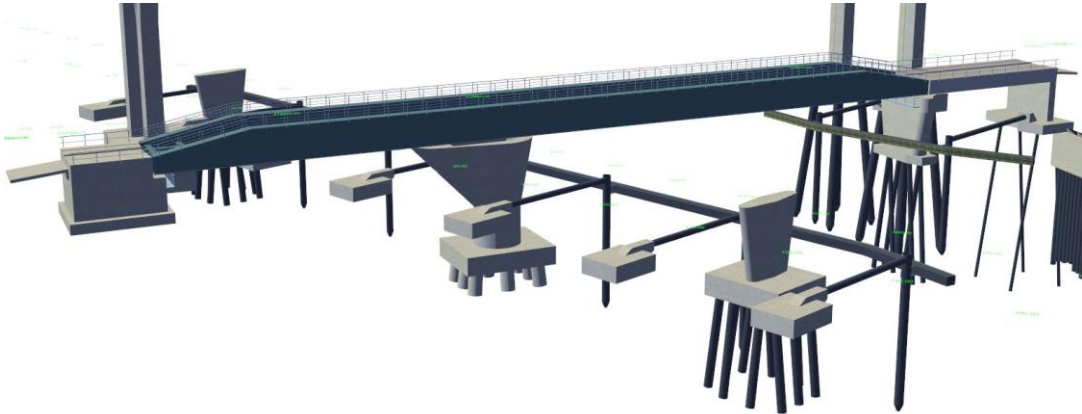
Kuva 8. Tiesilta S2 ja hissi (Ramboll Finland Oy 2013)

S4 Käännettävä ratasilta

Teknisesti vaativin silta on käännettävä ratasilta (kuva 9), jollaisia ei siltasuunnittelijoiden mukaan ole Pohjoismaissa yhtään. Yleissuunnittelussa tehtyjen selvitysten mukaan liikennöinti Parikkala–Huutokoski-radalla on vähäistä, ja näin ollen pidettiin parhaana vaihtoehtona pitää ratasilta normaalitilanteessa aukikäännettynä Laitaatsalmen itäranalle oleville lepotuille. Rata varustellaan turvalaitteilla, jotka mahdollistavat junaliikenteen automaattisen pysäyttämisen turvaetäisyyden päähän ja sillan kääntymisen paikalleen liikennöintiä varten.

Ratasillan rakenneosat mallinnettiin siltojen tietomalliohjeen mukaisesti pintamalleina. Betonirakenteissa ei otettu kantaa sen vaatimiin raudoitteisiin, eikä teräsrakenteissa liitos tai sidontakohtiin. Huoltokäynnit ja -sillat sekä kaiteet mallinnettiin niiden ulkomitojen mukaan. Muista sillan varusteista mallinnettiin ainoastaan sillan teräsrakenteen

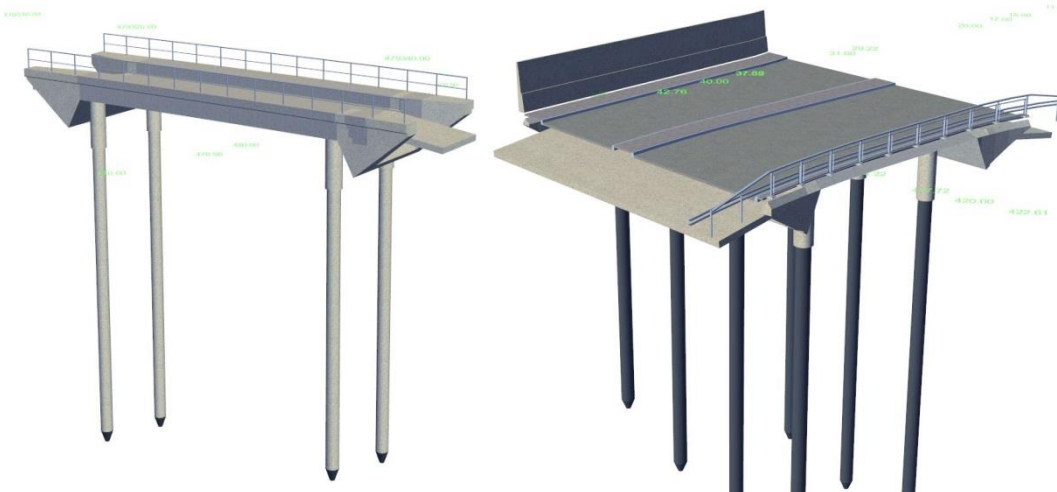
ulkopuolelle tulevat teräslevyt, joihin on tarkoitus sijoittaa sillan valaistusta. Ratasillan tuotemalliin on mallinnettuna myös syväväylän uittojohteet perustuksineen.



Kuva 9. Käännettävä ratasilta S4 (Ramboll Finland Oy 2013)

S3 Alikulkusilta, S5 Alikulkukäytävä

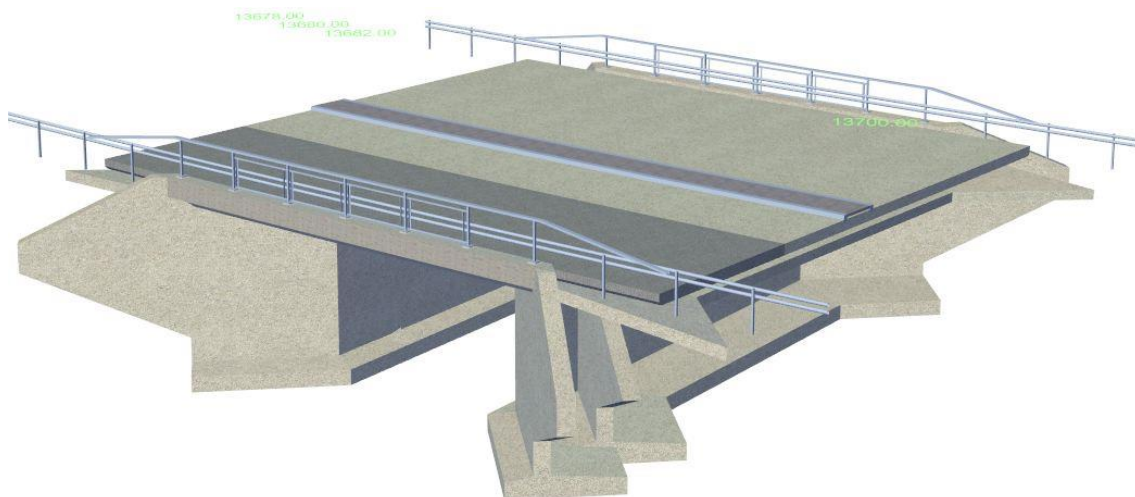
Kaksi uutta alikulkusiltaa (kuva 10) olivat Liikenneviraston tyyppisiltojen mukaisia ja sitä kautta yksinkertaisia tietomallinnuksen osalta. Rakenteet mallinnettiin pääosin pintoina, jolloin niiden yksityiskohtia ei mallinnettu. Varusteiden ja laitteiden osalta mm. siltakaiteeseen tuleva suojaverkko mallinnettiin pelkkänä pintana, koska yksityiskohtainen mallintaminen ei tuonut tässä hankevaiheessa jälleenkäyttöarvoa.



Kuva 10. Alikulkusilta S3 ja alikulkukäytävä S5 (Ramboll Finland Oy 2013)

S1 Alikulkukäytävä

Olemassa olevaan Mirrilän alikulkukäytävään (kuva 11) suunniteltiin levennys kaistajärjestelyiden takia. Alikulkukäytävä mallinnettiin kokonaisuudessaan ja mallissa eroteltiin levennysosuus.



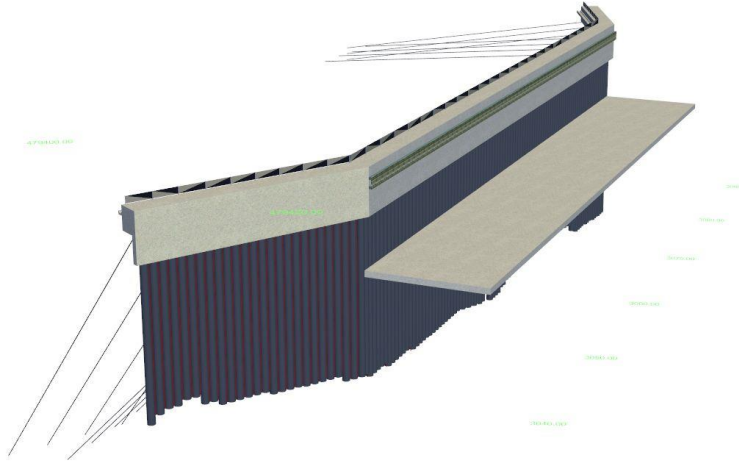
Kuva 11. Mirrilän alikulkukäytävä S1 (Ramboll Finland Oy 2013)

5.3.2 Muut taitorakenteet

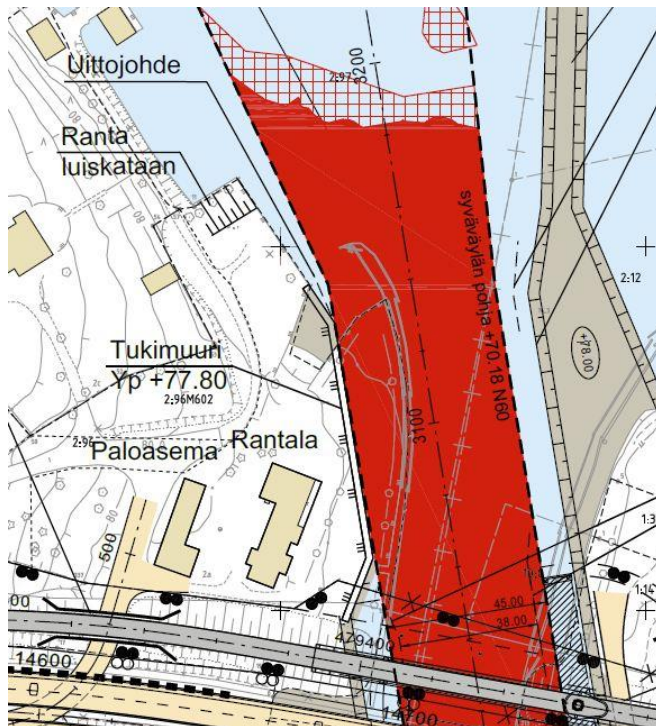
Muita taitorakenteita kuin siltoja suunnittelualueelle tuli kaksi kappaletta ja ne olivat tukimuureja. Tukimuureista toinen (kuva 12) sijaitsi aivan ratasillan vieressä, Laitaatsalmen länsipuolella ja sen suunnittelu perustui syväväylän levantämistoimenpiteisiin. Laitaatsalmen länsipuolella syväväylää suunniteltiin levennettäväksi (kuva 13) ja sen johdosta ranta-aluetta joudutaan leikkaamaan. Suunnitelmissa tukimuurin tarvetta perusteltiin rannalla olevien suojeltavien puurakennuksien perustamisolosuhteiden heikentymisellä, ellei tukimuuria olisi.

Mallikoordinaattori mallinsi tukimuurin geosuunnittelijan laatimien 2D-suunnitelmien pohjalta. Rakenneosat mallinnettiin AutoCad 3D Civil ohjelmiston 3DFace-pintoina ja Solid-objekteina samalla tavalla kuin ne alkuperäisissä suunnitelmissa oli esitetty. Tukiseinän ankkurointi mallinnettiin tiesuunnitelmatarvkeudella niin, että ankkuroinnin liikimääräinen pituus ja kaltevuuskulma olivat tietomallista tarkasteltavissa. Ankkuroinnin ja tukiseinän muodostavan porapaaluseinän päätyminen kallioperään mallinnettiin

käyttäen hyväksi alueesta tulkittua kalliomallia ja geoteknikon tulkintoja. Yksittäisiä ankkuroinnin liitoksia ei mallinnettu. Rakenteen mallinnetut rakenneosat, tarkkuus ja mallinnustapa ovat esitetty liitteessä 1.



Kuva 12. Tukiseinän tietomalli (Ramboll Finland Oy 2013)



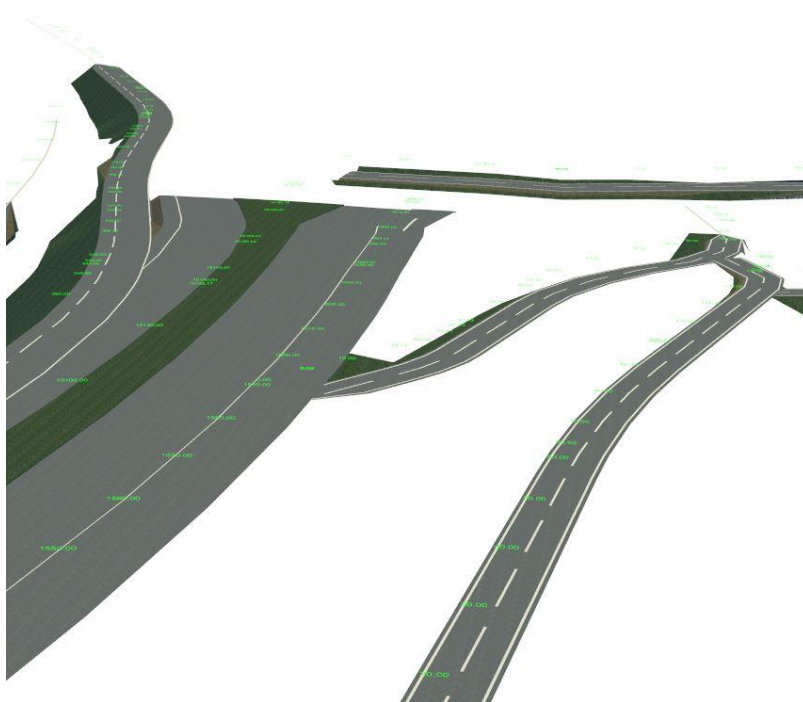
Kuva 13. Syväväylän ruoppaussuunnitelma (Ramboll Finland Oy 2013)

Tukiseinistä toinen suunniteltiin tiesillan luiskaan, Laitaatsalmen länsipuolelle, Mikkelin vievän ajokaistan viereen, mutta sitä ei tiesuunnitelmavaiheessa suunniteltu tarkemmin ja näin ollen sitä ei myöskään tietomallinnettu.

5.3.3 Väylät

Hankkeen väyläsuunnittelu suoritettiin Novapoint 18.10 -ohjelmiston, Road Professional -moduulilla. Road Professional mahdollistaa tietomallipohjaisen suunnittelun, minkä takia väyliä ei tarvinnut mallintaa erikseen. Road Professionalilla voidaan suunnitelluista väylistä kirjoittaa eri formaatteihin muun muassa taiteviiva- ja pintamalliaineistoa, joita voidaan käyttää seuraavaa hankevaiheen suunnittelussa ja näin saada suunnitelmille jälleenkäyttöarvoa.

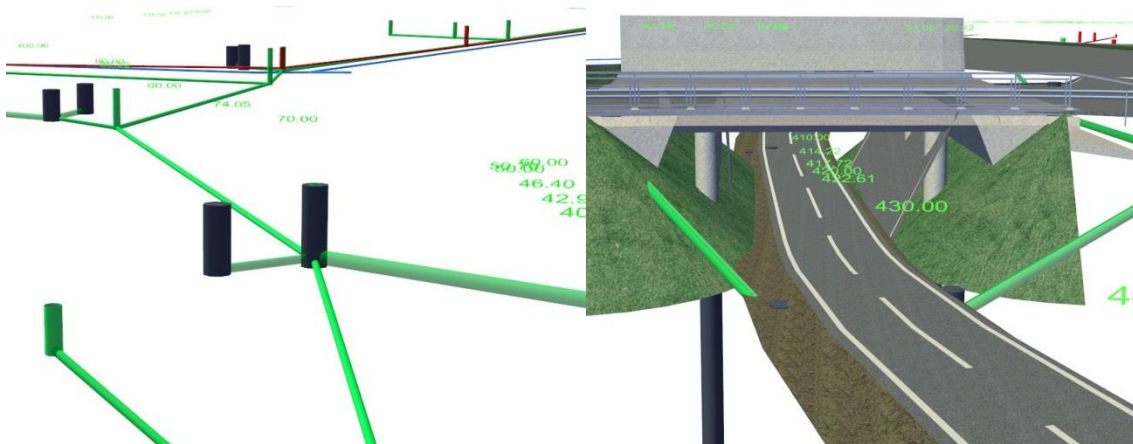
Tiesuunnittelussa ei väylien liittymäkohtia suunniteltu erikseen, vaan liittyvän väylän tasausviiva ainoastaan kiinnitettiin pääväylän tasausviivaan ja näin varmistuttiin, että liittyvän väylän tasaus suhteessa pääväylään on kunnossa. Sivu- ja pituuskaltevuuksiin tai kaarresäteisiin ei liittymäkohdilla suunniteltu lainkaan, vaan ne kuuluvat rakennussuunnitelmavaiheen suunnitteluun. Vaikka väylien visuaalisessa tarkastelussa liittymäkohdat näyttävät viimeistelemättömiltä (kuva 14), tiesuunnitelmavaiheelle tärkein tieto on, että liittyvän väylän ja pääväylän yläpintojen tasaukset kohtaavat.



Kuva 14. Väylämallit itäpuolella (Ramboll Finland Oy 2013)

5.3.4 Kuivatus

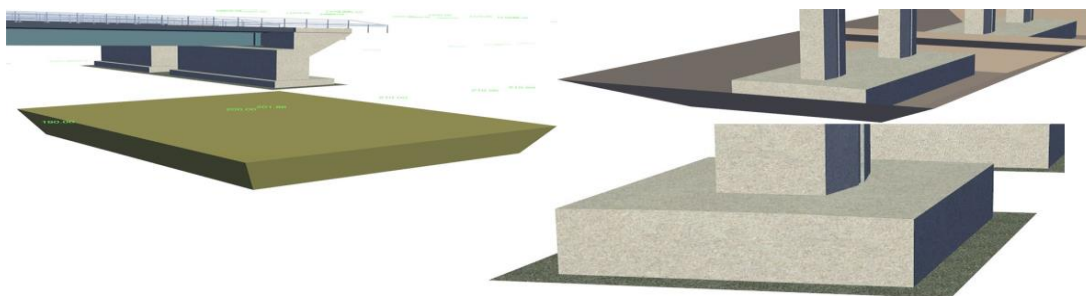
Suunnitelma-alueen kuivatuksesta oli olemassa verkostomalli, jota täydennettiin uudella kuivatussuunnitelmalla. Kuivatus suunniteltiin Novapoint Water & Sewer -ohjelmalla ja yhteen sovitettiin lähtötietojen verkostomallin kanssa. Verkostomallien yhteensopivuus ja yhteensovitus muiden tekniikkalajien kanssa suoritettiin Virtual Map –visualisointi-työkalulla (kuva 15), jossa havaittiin heti onko suunnitelmat ristiriidassa keskenään.



Kuva 15. Kuivatuksen verkostomalli (Ramboll Finland Oy 2012)

5.3.5 Geotekniikka

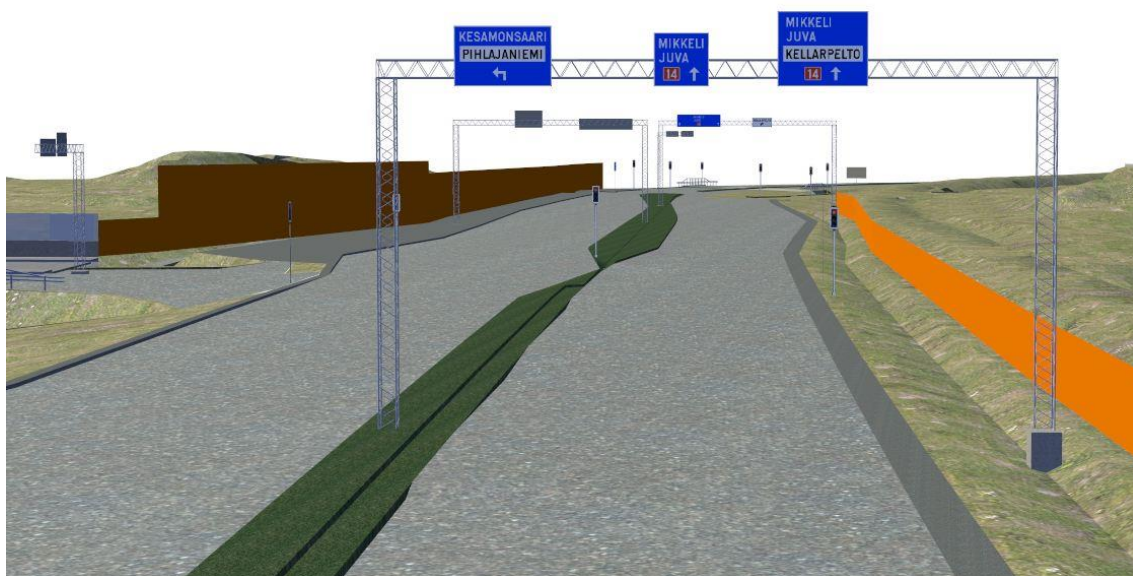
Hankkeen geoteknisen suunnittelun suoritti ulkopuolinen konsulttitoimisto. Geoteknisten ratkaisuiden osalta mallinnettiin tie- ja ratasillan sekä Patterimäen alikulun kohdilta, perustamistason alapinta, massanvaihdot hyvin karkeasti sekä kaivannot sillan tuille (kuva 16). Mallinnettavat kohteet oli mallinnettu AutoCad 3DFace-pintoina.



Kuva 16. Geotekniikan tietomallit (Ramboll Finland Oy 2012)

5.3.6 Telematiikka ja liikenteenohjaus

Telematiikasta ja liikenteenohjauksesta päädyttiin mallintamaan kaikki alueelle tulevat telematiikan taulut, kamerat, liikennevalot sekä liikennemerkkit ja portaalit (kuva 17), koska niillä katsottiin olevan merkittävää hyötyä näkemä- ja tilavaraustarkastelujen kannalta. Käytännön mallinnustyön suoritti tietomallikoordinaattori liikennesuunnittelijoiden suunnitelmien pohjalta. Suunnitelmat käsittivät liikenteenohjauksen ja liikenneturvallisuuden ratkaisut tiesuunnitelmatarkkuudella, pois lukien portaalien sijainnit, jotka määritettiin rakennussuunnitelma tarkkuudella. Rakenteet mallinnettiin Liikenneviraston tyyppikuviin perustuvilla karkeilla tilavuusmalleilla, joissa käytettiin AutoCad 3DSolid- ja 3DFace-objekteja. Liikennemerkkien suunnittelussa käytettiin Novapoint 18.10 Road Sign -moduulia.

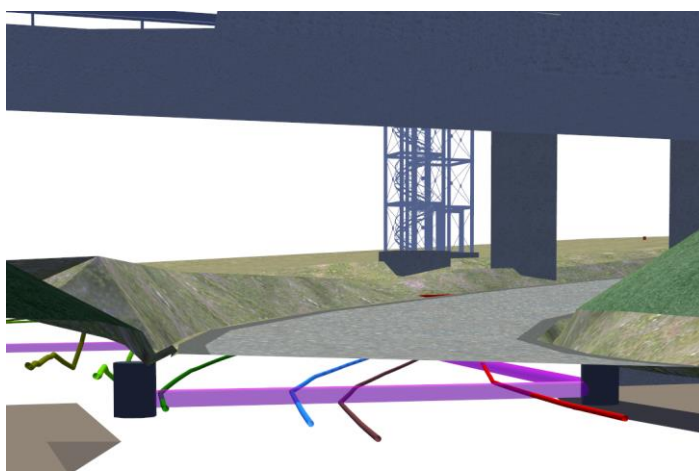


Kuva 17. Liikenteenohjaus, portaalit (Ramboll Finland Oy 2013)

5.3.7 Johtosiirrot

Johtosiirtojen suunnittelu tiesuunnitelmavaiheessa perustuu siirrettävien johtojen ja kaapeleiden likimääräisen sijainnin määrittelyyn suunnitelmakartalla, eikä niille niin ollen määritellä tarkkaa X,Y-sijaintia, eikä korkeustasoa. Rakennussuunnitelmaa laadittaessa johtosiirrot suunnitellaan tarkasti, jolloin niiden sijainti sekä tilantarve tarkentuvat. Johtosiirtojen mallintamisella (kuva 18) tiesuunnitelmanvaiheessa pyrittiin antamaan tieto siitä, että alueella on erilaisia kaapeli- ja johtoreittejä ja ne tulee huomioida muita ratkaisuja suunniteltaessa.

Valtatie 14 Laitaatsalmen yhdistelmämalliin johtosiirrot mallinnettiin käyttäen johdon referenssiviivana johtosiirtokartan 2D-polyline-viivaa ja antamalla referenssiviivalle likimääräinen halkaisija kuvaamaan sen tarvitsemaa tilantarvetta kaivannossa. Yhdistelmämalliin ei rautatien turvalaitteiden ilmajohtoja lukuun ottamatta mallinnettu ilmajohtoja, vaan pääasiassa maan alle sijoitettavat kaapelit. Myös tiesillassa Laitaatsalmen yli kulkevat kaapelit jätettiin mallintamatta siltaan, vaan ne jätettiin kulkemaan Laitaatsalmen ali, kuvastaen johtosiirtotarvetta, siirrettävien johtojen tyyppiä, siirrettävien johtojen määrää ja niiden likimääräistä tilavuutta. Kuvassa 18 on esitetty siirrettävien johtojen ja kaapeleiden likimääräinen sijainti Patterimäen alikulkusillan kohdalla. Kuvasta on havaittavissa, että johdot törmäävät suunniteltuun kuivatusratkaisuun ja se on otettava huomioon laadittaessa rakennussuunnitelmaa.

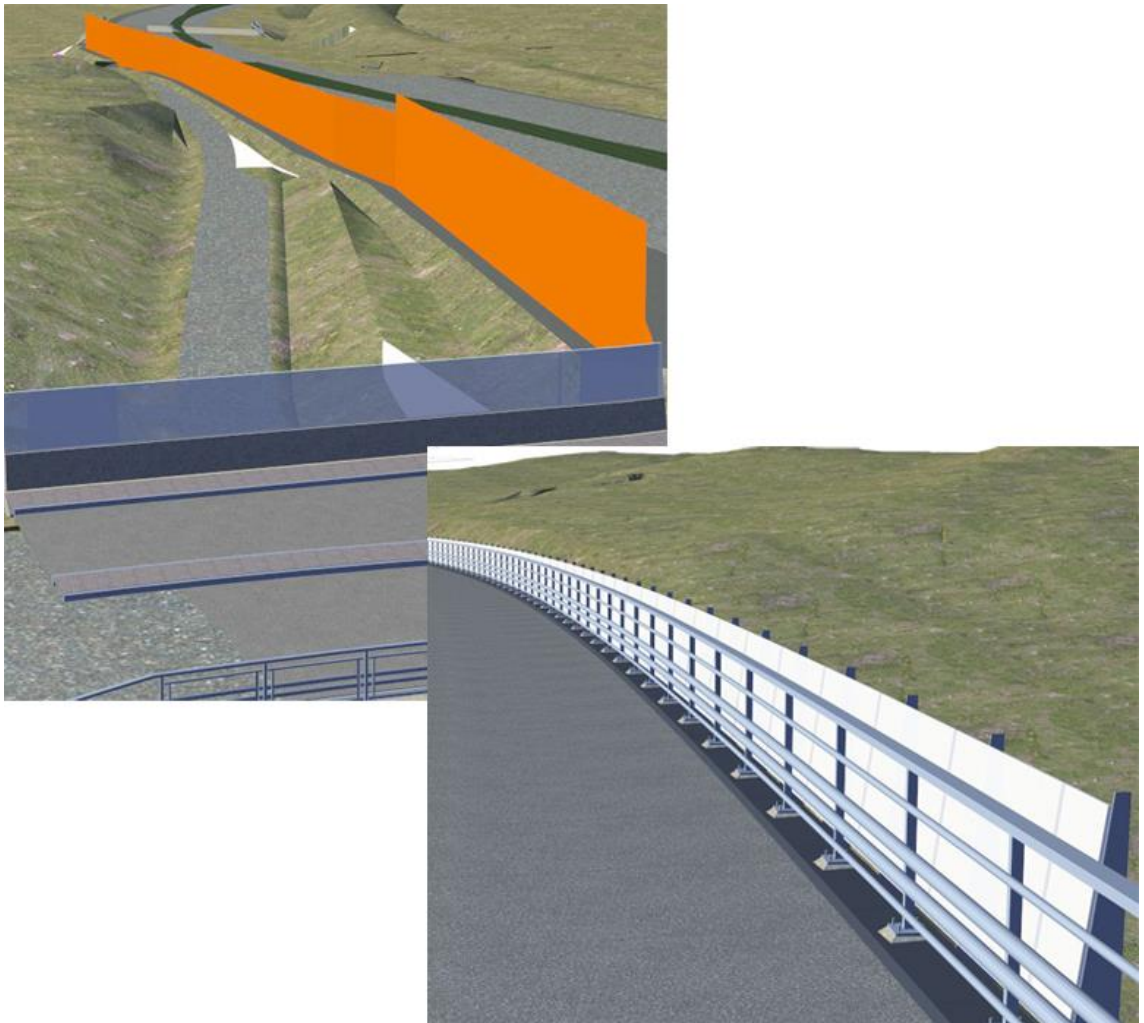


Kuva 18. Johtosiirtoja S3 alikulkusillan ja väylän alla (Ramboll Finland Oy 2012)

5.3.8 Meluntorjunta

Meluntorjuntaratkaisuja alueella on neljässä eri kohdassa. Suunnitelma-alueen länsipäässä, Katiskalahden risteysalueella, tien molemmin puolin sijaitsee 2,5 – 5 metriä korkeaa meluaitaa (kuva 19), jota ei pidetty olennaisena suunnitella mallintamalla tai esittää 3D-rakenteena. Katiskalahden alikulkukäytävään suunniteltu melukaide kuului sillan tuotemalliin ja oli näin ollen mallinnettu.

Yhdistelmämallin visualisoinnissa meluaitojen sijainti esitettiin suunnitelmakartan antaman referenssiviivan tarkkuudella, suunniteltua korkeutta noudattaen. Meluidan materiaaliominaisuuksiin ei visualisoinnissa otettu kantaa. Tiesillalle suunniteltiin lasinen melukaide pohjoisemman tiesillan länsipäähän (kuva 19). Tämä melukaide sisältyi tiesillan tuotemalliin ja olivat näin ollen mallinnettu 3D-muodossa.



Kuva 19. Meluntorjunnan ratkaisut (Ramboll Finland Oy 2012)

5.3.9 Maisema

Maisemasuunnitelmien tietomallintamista ei pilottihankkeessa nähty tarpeellisenä, koska sellaisia rakenteita, istutuksia tai muita ratkaisuja, joille olisi ollut tarpeellista tehdä tilavaraustarkastelua ei suunnitelma-alueelle suunniteltu. Rakennussuunnitelmavaiheessa rakenteille määritetään niiden tarkka sijainti ja sen yhteydessä esimerkiksi viherrakenteiden istutuskuopat voidaan suunnitella mallintamalla ja suorittaa yhteensopivuustarkastelua muihin rakenteisiin nähden.

5.4 Luovutusaineisto ja jälleenkäyttöarvo

Luovutusaineiston formaatteja määriteltäessä tietomallinnuksen ohjausryhmässä pohdittiin suunnitelmien mahdollista jälleenkäyttöarvoa seuraavassa hankevaiheessa. Siltojen tietomallien kohdalla todettiin, että jälleenkäytön turvaamiseksi siltamallit luovutetaan suunnitteluohjelmiston natiiviformaatissa sekä IFC-formaatissa. Lisäksi siltamalli tallennettiin vielä AutoCad DWG -formaattiin, jolloin sitä voidaan tarvittaessa käyttää yhteensopivuustarkasteluun ja sillan visualisointiin. Natiiviformaatti siltamallien osalta tarkoittaa Tekla Structures -ohjelmiston oletustallennusmuotoa. IFC-formaatti mahdollistaa siltamallin tuomisen muihinkin kuin Tekla Structures -ohjelmistoihin.

Väyläsuunnitelmien luovutusaineisto käsitti VGP-, LandXML- ja DWG-formaatit sekä koko suunnittelun väylätietokannan eli natiiviformaatit väylämalleille. Väylien ylin yhdistelmäpinta sekä alapinta kirjoitettiin LandXML-formaattiin, mittalinjat VGP-, LandXML- ja DWG-formaatteihin ja väylien taiteviivat sekä mittalinjat lisäksi DWG-formaattiin. Näillä toimenpiteillä varmistettiin, että suunnitelmia on mahdollista tuoda suureen osaan käytössä olevista suunnitteluohjelmistoista.

Muiden mallinnettujen rakenneosien luovutusformaatti oli pääsääntöisesti 3D-DWG-formaatti, koska niiden suunnittelu tapahtui pelkästään AutoCad Civil 3D 2012 -ohjelmistolla. Näitä rakenneosia oli muun muassa tukimuurien ja portaalien 3D-mallit. Kuvituksen verkostomalli luovutettiin LandXML-formaatissa. Vaikka monipuolisilla aineiston luovutusformaateilla pyrittiin varmistamaan suunnitelmien käyttäminen eri suunnittelujärjestelmissä, jää aineiston todellisen jälleenkäyttöarvon määrittäminen seuraavaan hankevaiheeseen, jossa aineistoa tultaneen käyttämään hankkeen kilpailutuksessa sekä suunnittelussa.

6 POHDINTA

6.1 Tietomallinnuksen tulevaisuus

Tietomallinnuksen käyttöönottoon infra-alalla, opinnäytetyöni kirjoitushetkellä, on eri alalla toimivien tahojen keskuudessa kiinnostusta, innostusta ja osin myös pakkoa. Valtakunnallinen kehitys- ja tutkimustyö sekä pilottihankkeet johtavat väistämättä siihen, että tietomallien käyttämisestä tulee infra-alalle standardi hankkeiden kilpailutuksesta ylläpitoon saakka. Käyttöönottoa jarruttavat tietämyksen ja osaamisen puute, asenteet, puutteelliset tai kokonaan puuttuvat ohjeistukset ja standardit sekä ohjelmistojen rajallisuus. Mielipiteet vaihtelevat suuresti kysyttäessä Infra FINBIM -tutkimushankkeen 2014-visiosta, jossa suuret infrahankkeet suunnitellaan vuodesta 2014 lähtien pelkästään tietomallipohjaisesti.

Tietomallinnuksessa ei ole kyse mistään uudesta ja totutut toimintatavat täysin muuttavasta taikatempusta, vaan siitä kuinka tulevaisuudessa tallennetaan, käsittellään ja hallinnoidaan tietoa infrarakenteiden elinkaaren aikana. Tiesuunnittelun peruselementit, suorat, ympyränkaaret ja klotoidit eivät häviä tietomallinnuksen mukaan tulon myötä mihinkään, mutta jatkossa suunnitelmien yhteensopivuutta voidaan tarkastella jo aikaisessa vaiheessa 3D-näkymissä ja aikaansaada nykyistä laadukkaampia ja käyttäjälähtöisempiä ratkaisuja.

6.2 Tietomallinnuspilotin tulokset

Jos Valtatie 14 Laitaatsalmen tietomallinnushanketta pilkotaan pienempiin osiin ja tarkastellaan missä onnistuttiin, mitä haasteita tai ongelmia koettiin ja millaista informaatiota muuten hankkeesta saatiin, tulee ensimmäisenä vastaan yleinen tietotaito ja tietämys mistä tietomallintamisesta on kyse. Yleinen luulo on, että tietomallinnus on vain hienojen virtuaalimallien ja näppärien visualisointien tuottamisesta. Edellä mainittu harha vallitsee niin suunnittelukonsulttien kuin tilaajankin riveissä ja asettaa haasteita yhteisen ymmärryksen tason saavuttamiseksi, sen että kaikki osapuolet ymmärtävät ja tiedostavat mistä tietomallinnuksessa on kyse. Tämän tason saavuttamiseksi on vielä tehtävä töitä ja välitettävä informaatiota niin tilaaja- kuin konsulttipuolellakin.

6.2.1 Hyödyt ja edut

Selkeitä etuja ja hyötyjä hankkeessa saavutettiin kaukolämpöputken ja tiesillan tukien törmäystarkastelulla. Energiayhtiön toimittaman suunnitellun kaukolämpöputken referenssiiviivan avulla pystyttiin 3D-näkymässä tarkastelemaan putkilinjan sijoittuminen sillan tukien suhteen. Törmäystarkastelun perusteella tilaaja saattoi antaa ehdollisen rakennusluvan kaukolämpölinjalle ja näin säästää huomattavia summia kuin mitä linjan siirrosta olisi tullut tilaajalle aiheutumaan.

Toinen selkeä etu jo aikaisessa vaiheessa suunnittelua oli samaisen tiesillan tukien perustamistasojen määrittäminen suunniteltuun väylään nähden. Väylän tasausta ei pystytty sen sijainnista johtuen nostamaan. Tämä ei perinteisissä dokumenteissa näkynyt, mutta 3D-näkymässä sillan tuen anturan ongelmakohta paljastui.

Siltojen tietomallinnus toteutui yksittäisistä tekniikkalajeista parhaiten ja sen myötä niin suunnittelukonsultti kuin tilaajakin saivat hyviä kokemuksia tekemisen kehittämiseksi ja ohjeistuksen päivittämiseksi. Tietomallinnushankkeen käynnistyessä konsultti määritteli omaksi tavoitteeksi muun muassa yhteistyön, joka yhdessä tilaajan kanssa todettiin täytyneen hyvin. Keskustelu ja tietomallinnuksen ohjaukseen osallistuminen olivat aktiivista ja rakentavaa, joka antaa hyvän pohjan tuleviin tietomallinnuksella toteutettaviin hankkeisiin. Pilotoinnin selkeänä etuna voidaan pitää myös sitä, ettei konsultin ennalta suunnitteleman tietomallinnusprosessin läpi vieminen sellaisenaan onnistunut, joten se vaatii kriittistä tarkastelua sekä kehitystyötä.

6.2.2 Kehityskohteet ja haasteet

Haasteita ja selkeitä kehityskohteita pilotissa oli hyötyjä enemmän, mikä oli jo ennakoon odotettavissa. Täyttä hyötyä pilotoinnista ei saavutettu, koska se ei seurannut normaalia suunnittelua ja johti siihen, että samat asiat tehtiin tietyltä osin kahteen kertaan eli tuotettiin hukkaa. Lopputuotteen, luovutusaineiston ja jälleenkäyttöarvon määrittäminen jäi tietomallinnuksen ohjausryhmällä hankkeen loppuun eikä niitä määriteltä riittävän selvästi osin kokemuksen ja puutteellisen tietotaidon takia. Nämä olivat osaltaan vaikuttamassa siihen, että tiettyjä rakenneosia mallinnettiin pilotissa turhaan. Luo-

vutusaineiston jälleenkäyttöarvon arviointi jää tilaajan mukaan seuraavaan hankevaiheeseen, eikä siitä niin ollen saatu välittömiä tuloksia, kun hanke luovutettiin tilaajalle. Teknisessä osaamistasossa havaittiin myös kehitettävää ja se liittyy lähinnä työkalujen ominaisuuksien hallitsemiseen ja osaamiseen. Liian monessa kohdassa suunniteltiin pelkästään AutoCadilla piirtämällä eikä käytetty tai osattu edes etsiä suunnitteluohjelmistosta työkaluja. Teknisen osaamisen puutteita on helppo korjata järjestämällä henkilöstölle koulutusta ohjelmistoihin. Toinen osaamiseen liittyvä puute on yleinen tietämys mitä ollaan tekemässä, miksi ja kuinka se olisi paras toteuttaa.

Hankkeessa pilotoidun tietomallikoordinaattorin rooli jäi enemmän teknisen asiantuntijan rooliksi kuin koordinoijaksi suunnittelijoiden välillä. Tämä johtui osin siitä, että ennalta suunnitellun mallinnusprosessin toteutus jäi olemattomaksi, koska tietomallinnus ei seurannut reaaliaikaisesti suunnittelua. Myös mallikoordinaattorin vähäinen substanssiosaaminen tiesuunnittelusta ja infra-alasta yleensäkin ei edesauttanut ennalta suunnitellun prosessin viemistä täysipainoisesti läpi. Mikäli tietomallimallikoordinaattori ei osallistu hankkeen suunnitteluun, tulisi hänellä olla kokemusta eri suunnitteluhankkeista suunnittelijana pystyäkseen hallitsemaan ja koordinoimaan tietomallinnusta.

Yksittäisistä tekijöistä ehkä merkittävin tietomallinnuksen käyttöönottoa käytännön suunnittelussa jarruttava on suunnitteluun osallistuvien henkilöiden asenne. Tietomallinnusta ei pidetty millään muotoa tarpeellisena, sen hyödyt eivät olleet lainkaan tai heikosti tiedossa ja helposti todettiin, että suunnitellaan liian tarkasti. Osaltaan asenteisiin vaikuttaa puutteellinen tiedottaminen ja tietämyksen puute, mutta myös vastarinta uusia asioita kohtaan.

LÄHTEET

Bergin, M., S. 2012. A Brief History of BIM. Luettu 29.1.2013.
<http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>

Eastman, C. 2009. Building Information Modeling. Luettu 31.1.2013.
http://bim.arch.gatech.edu/content_view.asp?id=402

Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. 2008. BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling. New Jersey: John Wiley&Sons. ISBN: 978-0-470-18528-5. 490 s.

Etelä-Savon Ympäristökeskus 2001. Savonlinnan syväväylän siirron ympäristövaikutusten arviointiselostus, lausunto 17.10.2001. Luettu 14.12.2012.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=6139&lan=fi>

Kemppainen, L. 2012. Infrahankkeen 3D-tuotemallinnusprosessin arviointi ja kehittäminen. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Insinöörityö.

Liikennevirasto 2010a. Tiesuunnitelma Toimintaohjeet. Luettu 22.10.2012.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_201020_tiesuunnitelma_toimintaohjeet_web.pdf

Liikennevirasto 2010b. Tiensuunnittelun kulku. Luettu 21.10.2012.
http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/strategia/suunnittelun_vaiheet/tiesuunnittelun%20kulku_esite.pdf

Liikennevirasto 2011a. Savonlinnan liikennejärjestelyt; Laitaatsalmen tie-, rata- ja väyläjärjestelyt, yleissuunnitelma. Luettu 8.10.2012.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/savonlinna_keskusta/laitaatsalmi

Liikennevirasto 2011b. Savonlinnan liikennejärjestelyt; Laitaatsalmen tie-, rata- ja väyläjärjestelyt, yleissuunnitelma. Luettu 8.10.2012.
http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/kaynnissa/savonlinna_keskusta/laitaatsalmi/20110517_yleissuunnitelma/Savonlinnan_liikennej%EA4rjestelyt_yleissuunnitelma

Liikennevirasto 2011c. Esite; Laitaatsalmi–Ruislahti. Luettu 19.3.2013.
http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/kaynnissa/savonlinna_keskusta/kuvat_kartat/vt14%20laitaatsalmi_ruislahti_FIN_0.pdf

Maantielaki 23.6.2005/503.

Optiplan 2012. Tietomallintaminen - Nykyajan suunnittelua. Luettu 11.10.2012.
http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/

Rakennustieto 2012a. Infra TM –hanke. Luettu 24.9.2012.
http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/infratm_hanke_lyhyesti.html

Rakennustieto 2012b. Infra-alan visio: vuonna 2014 tilataan vain tietomallipohjaisia palveluja. Luettu 24.9.2012.
http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/tyopaketti.html

Rakennustieto 2012c. Infra FINBIM –pilottikortti: Savonlinnan liikennejärjestelyt; Laitaatsalmen tie-, rata ja väyläjärjestelyt. Luettu 21.8.2012.
http://www.infrabim.fi/infracinbim_pilotit/09_Vt_14_Savonlinna_Laitaatsalmi_3_5_2011.pdf

Rakennustieto 2012d. Infra FINBIM – pilottikortti: Savonlinnan liikennejärjestelyt; lähtötietomallin laadinta. Luettu 21.8.2012.
http://www.infrabim.fi/infracinbim_pilotit/10_Laitaatsalmi_Lahtomalli_2011_05_06.pdf

RIL Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, 2013. Tietomallinnus. Luettu 18.11.2012.
<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

RYM Oy 2012. Built Environment Process Re-engineering (PRE). Luettu 18.11.2012.
<http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/>

Sivenius, J. 2011. Tampereen ammattikorkeakoulu Tiensuunnittelu-opintojakson oppimateriaalit. Tallennettu 11.11.2011.

Tiehallinto 2006. Maantiet kaavoituksessa. Luettu 22.10.2012.
<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000018-v-06-maantiet-kaavoituksessa.pdf>

Tiehallinto 2009. Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat – Sisältö ja esitystapa. Luettu 8.10.2012.
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100060-v-09-tiesuunnitelmavaiheen_asiakirjat.pdf

Tirkkonen, T., Yli-Villamo, H., Mäkelä, H. 2010. Väylärakenteiden hallinta tuotemallipohjaisesti. Liikenteen Suunta – lehti 1/2010.

LIITTEET

Liite 1. Mallinnettavat rakenneosat (Ramboll Finland Oy 2012)

1(2)

Vt 14 Laitaatsalmen tie-, rata- ja syväväyläsuunnitelmien laatiminen

Ryhmä	Rakennusosanimikkeistö	Sisältyy kohteeseen	Mallinnetaan TS-vaiheessa	Huom!
1000	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1100	Olevat rakenteet ja rakennusosat	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1300	Perustusrakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1310	Maanvaraiset perustukset	Kyllä	Kyllä	Alapinta pintamallina.
1320	Paaluperustukset	Kyllä	Kyllä	Suurpaalut mallinnetaan rakenteena. Muiden osalta sovitaan erikseen.
1400	Pohjarakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1430	Kuivatusrakenteet	Kyllä	Kyllä	Kuivatuksen yleissuunnitelman tarkkuutta soveltaen. Esim. rumpujen alustavat paikat ja suuntaa antavat korkeudet. Sovitaan vaativimmissa kohteissa tarvittaessa erikseen.
1600	Maaleikkaukset ja -kaivannot	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1610	Maaleikkaukset	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella, mallinnettu pintana.
1620	Maakaivannot	Kyllä	Kyllä	Lähtökohtaisesti TS-tarkkuudella. Mallinnettu pintana. Sovittava tekniikkalajikohtaisesti. Siltojen maakaivannot ja tukirakenteet mallinnetaan. Työn alkaiset kaivannot ja tukirakenteet arvioitava erikseen.
1640	Vedenalaiset maaleikkaukset ja -kaivannot (ruoppaus)	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella, mallinnettu pintana.
1700	Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1710	Kallioavoleikkaukset	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella.
1730	Kallioon louhittavat rakennus- ja siltakaivannot	Kyllä	Kyllä	Mallinnettu pintana.
1740	Vedenalaiset kallioleikkaukset ja -kaivannot	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella.
1800	Penkereet, maapadot ja täytöt	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
1810	Penkereet	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella. Pintana.
1830	Kaivantojen täytöt	Kyllä	Kyllä	Tarkkuudesta sovittava erikseen. Määrätiedot.

Vt 14 Laitaatsalmen tie-, rata- ja syväväyläsuunnitelmien laatiminen

Ryhmä	Rakennusosanimikkeistö	Sisältyy kohteeseen	Mallinnetaan TS-vaiheessa	Huom!
2000	Päällys- ja pintarakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
2100	Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
2110	Suodatinrakenteet	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella, mallinnettu pintana. (ylä- ja alapinta).
2130	Kantavat kerrokset	Kyllä	Kyllä	Ei välttämättä tarvitse (tulee kuitenkin suunnitteluohjelmistosta automaattisesti).
2140	Päällysteet ja pintarakenteet	Kyllä	Kyllä	Ei välttämättä tarvitse (tulee kuitenkin suunnitteluohjelmistosta automaattisesti).
2200	Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
2210	Reunatuet, kourut, askelmat ja muurit	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella, sovittava erikseen. (määrätieto).
2400	Ratojen päällysrakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
2410	Tukikerrokset ratarakenteissa	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella, mallinnettu pintana.
2420	Raiteet	Kyllä	Kyllä	Tuleeko helposti suun. ohjelmistosta?

Liite 1. 2 (2)

Vt 14 Laitaatsalmen tie-, rata- ja syväväyläsuunnitelmien laatiminen

Ryhmä	Rakennusosanimekeistö	Sisältyy kohteeseen	Mallinnetaan TS-vaiheessa	Huom!
3000	Järjestelmät	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
3100	Vesihuollon järjestelmät	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
3110	Jätevesiviemärit	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella. Verkostomalli.
3120	Hulevesiviemärit	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella. Verkostomalli.
3130	Vesijohdot	Kyllä	Kyllä	TS-tarkkuudella. Verkostomalli.
3200	Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
3300	Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
3310	Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkkuudesta ja esitystavasta sovittava erikseen.
3400	Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
3410	Kaukolämpöjohdot	Kyllä	Kyllä	Tarkkuudesta ja esitystavasta sovittava erikseen.
4000	Rakennustekniset rakennusosat	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
4200	Sillat	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
4210	Sillan tukirakenteet	Kyllä	Soveltuvin osin	Silta- ja georyhmän arvioitava.
4220	Sillan päällysrakenteet	Kyllä	Soveltuvin osin	Silta- ja georyhmän arvioitava.
4230	Sillan kannen pintarakenteet	Kyllä	Soveltuvin osin	Silta- ja georyhmän arvioitava.
4240	Sillan varusteet ja laitteet	Kyllä	Soveltuvin osin	Silta- ja georyhmän arvioitava.
4400	Perustus- ja tukirakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
4410	Perustukset ja siirtymälaatat	Mahdollisesti	Soveltuvin osin	Sovitaan tarvittaessa erikseen.
4420	Tukimuurit, -seinät ja portaat	Kyllä	Soveltuvin osin	Silta- ja georyhmän arvioitava.
4490	Muut perustus- ja tukirakenteet	Mahdollisesti	Soveltuvin osin	Sovitaan tarvittaessa erikseen.
4500	Ympäristörakenteet	Kyllä	Kyllä	Tarkemmat tiedot alaryhmissä.
4510	Suojaus- ja vaimennusrakenteet	Kyllä	Soveltuvin osin	Silta- ja georyhmän sekä mahdollisesti ympäristö- ja maisemaryhmän arvioitava.
4520	Ympäristön taiderakenteet	Mahdollisesti	Soveltuvin osin	Ympäristö- ja maisemaryhmän arvioitava.

Liite 2. Siltojen tietomalliohje (Liikennevirasto 2011)

Siltojen mallinnettavat rakenneosat suunnitteluvaiheittain

Liikenneviraston ohjeita 8/2011
Siltojen tietomalliohje (4.4.2011)

Liite 2 / 1 (2)

Tietomallin sisältö eri suunnitteluvaiheissa

Sillan mallinnustarkkuus suunnitteluvaiheittain					
Tässä tarkennetaan rakenneosien mallinnustarkkuus suunnitteluvaiheen mukaisesti ja listataan mahdolliset ei-mallinnettavat rakenneosat. Ristitään suunnitteluvaiheet, joita määrittelyt koskevat sekä suunnitteluvaiheissa mallinnettavat rakenteet. Huomaus sarakkeessa voidaan selvittää samalliset mallinnustarkkuudet. Siltojen tietomalliohjeessa kohdissa 1 ja 2 on selostettu tietomallin sisältö ja tarkkuutta eri suunnitteluvaiheissa. Taulukkoon lisätään rakenneosia tarvittaessa kohteeseen mukaisesti.					
Rakenneosa	Suunnitteluvaihe				Huom!
	Esi	Yleis	Silta	Rakennus	
Päälysrakenteet	✓	✓	✓	✓	
pintarakenteet		✓	✓	✓	päälysrakenteen yläpinta mallinnettu pintana
eristys				✓	mallinnettu pintana
päälysrakenne, betoni / teräs / puurakenteet	✓	✓	✓	✓	
teräs- / puurakenteiden liitokset				✓	
betonielementit				✓	
verhoukset			✓	✓	mallinnettu pintana, ulkopinta
Perustukset ja alusrakenteet				✓	
paalut		(✓)	✓	✓	sillasuunnitelmassa viitteellinen, suurpaalut jo yleissuunnitelmaan
routaeristykset				✓	
perustalat		✓	✓	✓	
tukirakenteet, väli- ja maatuet (päätytuet)	✓	✓	✓	✓	
kosteusieristykset				✓	
verhoukset			✓	✓	mallinnettu pintana, ulkopinta
Liittyvät rakenteet (penkereet, väylät)					
luiskat ja niiden verhoukset		✓	✓	✓	kovat verhouksmateriaalit, ei nurmetuksia
pengeriala			✓	✓	
tukimuurit			✓	✓	
kuiutus				✓	
Varusteet ja laitteet				✓	
liikuntasuomalaitteet				✓	mallinnetaan varauksina
laakerit				✓	mallinnetaan varauksina
siirtymälaatat			✓	✓	

Liite 2 / 2 (2)

Liikenneviraston ohjeita 8/2011
Siltojen tietomalliohje (4.4.2011)

Rakenneosa	Suunnitteluvaihe				Huom!
	Esi	Yleis	Silta	Rakennus	
-siirtymäkaide			✓	✓	
-tiekaide		✓	✓	✓	tiekaidetta siirtymärakenteen matkalta
Kaiteet, johteet ja kosketussuojaseinät					
-sillankaide		✓	✓	✓	
-kosketussuojarakenteet		✓	✓	✓	
-kolhaisusuojat ja törmäyssuojat				✓	
maadoitus				✓	
Kuivatuslaitteet					
-tippuputket				✓	
-paineentasausputket				✓	
-pintavesiputket ja salaojat				✓	
-syöksytorvet				✓	
kontaktitapit				✓	
panosputket				✓	
valaistus				✓	
valaistuksen varaukset				✓	
Raudoitukset					
Tässä tarkennetaan raudoituksen mallinnustarkkuus suunnitteluvaiheen mukaisesti.					
-rakenneosien määrätietona			✓		
-yksityiskohtaisesti mallinnettuna				✓	
jännepunokset varusteineen					
-rakenneosien määrätietona			✓		
-yksityiskohtaisesti mallinnettuna				✓	
Raudoituksen törmäystarkastelut					
Tässä tarkennetaan raudoituksen törmäystarkastelu mallinnustarkkuuden ja suunnitteluvaiheen mukaisesti.					
-ankkurointilaukeen kaikki teräsket, ankkurit ja janteet				✓	
-pää- ja poikkipalkkien pääteräsket ja haat				✓	

http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-08_siltojen_tietomalliohje_web.pdf

Liite 3. Siltojen rakenneosien numerointi (Ramboll Finland Oy 2012)

LIITE 3 Siltojen rakenneosien numerointi

Phase	Nimi	Name	Class	Prefix (FI)	Part	Plate	Selite	Note	PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
100-200	Maatuki	Abutment	201-	T1*					
	ANTURA	FOOTING	201-	T1*					
	PAALU	PILE	203	T1*			paalun betonitäyte		
	PERUSMUURI	FOUNDATION WALL	204	T1*					
	SIPIMUURI	WING WALL	253	T1*					
100-200	Maatuki	Abutment	1-20	Assembly (FI)	Part	Plate	Selite	Note	TERAS / STEEL
	PAALU	PILE	1	T1*	TP	TP			oletusosa / default profile
310-390	VALITUKI	SUPPORT	230-	Prefix (FI)	Part	Plate	Selite	Note	PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
	ANTURA	FOOTING	201	T1*					
	PAALU	PILE	203	T1*			paalun betonitäyte		
	PILARI	COLUMN	204	T1*					
	VALITUKI	Support	1-20	Assembly (FI)	Part	Plate	Selite	Note	TERAS / STEEL
310-390	VALITUKI	Support	1-20	Prefix and start number	Part	Plate	Selite	Note	oletusosa / default profile
	PAALU	PILE	1	T1*	TP	SP			
400	PAÄLLYSRAKENNE	SURFACE STRUCTURE	250-	Prefix (FI)	Part	Plate	Selite	Note	PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
	KANSI	DECK	250	K					
	REUNAPALKKI	WALL BEAM	251	RP					
	PAÄTYPALKKI	END BEAM	252	PP					
	SIPIMUURI	WING WALL	253	SP					
	PINTARAKENNE	SURFACE_TREATMENT	255*	PR				eristys, eristykseen suojalaus ja sillan päätyte	
400	PAÄLLYSRAKENNE	SURFACE STRUCTURE	11-30	Assembly (FI)	Part	Plate	Selite	Note	TERAS / STEEL
	TERÄSRAKENNE	STEEL STRUCTURE	11	L					oletusosa / default profile
500	KAARIOSA	ARCH	270-	Prefix (FI)	Part	Plate	Selite	Note	
	KAARI	ARCH	270	KAA			kaari	arch	
600	VARUSTEET JA LAITTEET	EQUIPMENTS AND DEVICES	280-	Prefix (FI)	Part/Plate (FI)	Part/Plate (FI)	END Selite	Note	KAIKKI MATERIAALIT / ALL MATERIALS
	BETONIKAIDE	CONCRETE RAILING	280	BK					
	SIRTYMÄLAATTA	DISPLACEMENT SLAB	281	VL					
	JALKIVALU		257						
600	VARUSTEET JA LAITTEET	EQUIPMENTS AND DEVICES	30-	Assembly (FI)	Part	Plate	Selite	Note	TERAS / STEEL
	TERÄSKAIDE	STEEL RAILING	32	TK	TKP	TKL	H2		oletusosa / default profile
	MUUT RAKENTEET	OTHER STRUCTURES	350-						
	KIVEYS	PAVING	350						
	BETONINEN REUNAKIVI	CONCRETE_EDGE_STONE	351						