



Kannen kuva: Sweco

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0295 34 3000



Väylävirasto Trafikledsverket

Ohje

14.11.2022

VÄYLÄ/7004/06.04.01/2022

Vastaanottaja

Säädösperusta

Korvaa

Siltojen tietomalliohje (Liikenneviraston ohjeita 6/2014)

Kohdistuvuus

Voimassa

Väylävirasto

1.1.2023 alkaen toistaiseksi

Asiasanat

sillat, suunnittelu, ohjeet, sillansuunnittelu, taitorakenteet, tietomallit, rakentaminen, ylläpito, hankinta-asiakirjat, Taitorakennekisteri

Siltojen inframalliohje

Tätä ohjetta käytetään Väyläviraston tilaamien uusien ja korjattavien siltojen tietomallintamisessa ja sovelletaan muiden taitorakenteiden, kuten paalulaattojen ja tukimuurien, tietomallintamisessa.

Ohjetta käytetään esi-, yleis-, väylä- ja rakentamissuunnitteluvaiheissa sekä korjaussuunnittelussa kaikissa urakkamuodoissa. Esisuunnitteluvaiheen osalta ohjeessa on annettu tarkemmat määrittelyt siltapaikkaluokituksen mukaan, milloin tietomallintamista on vaadittu tehtäväksi. Korjattavien siltojen osalta ohje määrittelee tietomallintamisen tason uusien ja olemassa olevien rakenteiden osalta korjaustoimenpiteen ja sillan vaatimusluokan mukaan.

Tämä ohje toimii tietomallintamisen vaatimukset asettavana julkaisuna suunnittelussa ja siitä edelleen ylläpitoon siirryttäessä. Ohje antaa ohjeistusta myös tietomallinnettavien kohteiden toteutukseen. Aikaisemmasta ohjeversiosta (Liikenneviraston ohje 6/2014) poiketen sallitut arvot, kuten rakennneosien nimet ja materiaalit, on siirretty ylläpidettäväksi Taitorakennekisterin kautta.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö

Minna Torkkeli

Tieliikennejohtaja

Jarmo Joutsensaari

Asiantuntija, taitorakenteet

Simo Nykänen

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietojen osalta.

LISÄTIETOJA

Simo Nykänen

Väylävirasto

PL 33, 00521 Helsinki

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

Faksi 0295 34 3700

etunimi.sukunimi@vayla.fi

kirjaamo@vayla.fi

www.vayla.fi

Esipuhe

Siltojen inframalliohjeen tarkoitus on tarkentaa mallinnusvaatimuksia ja yhtenäistää toimintatapoja muun infran mallinnusohjeistuksen kanssa. Ohje ohjaa tietomallipohjaisia suunnitelmia suuntaan, jolla voidaan ottaa huomioon rakenteiden omaisuudenhallinnan ja ylläpidon asettamat vaatimukset. Ohjeen myötä myös tietomallipohjaisen suunnittelun lopputuotteita saadaan yhtenäistettyä.

Siltojen inframalliohjeen kirjoittivat pääosin Jussi Hämäläinen Swecolta ja Kimmo Kuusela Destia Oy:stä. Ohjeen kirjoittamiseen ja sisällön tuottamiseen osallistui lisäksi Eetu Partala Swecolta. Sakari Lehtinen Datacubist Oy:stä vastasi tiedonsiirron määrittelyistä. Ohjetyössä on ollut mukana myös muita asiantuntijoita Swecolta ja Destialta. Ohjetyön ohjausryhmään kuuluivat Väyläviraston Simo Nykänen, Tarmo Savolainen, Timo Tirkkonen ja Markku Äijälä.

Ohje linkittyy tiiviisti Väyläviraston Taitorakennerekisteriin ja ohjetta on päivitetty yhdessä Taitorakennerekisterin toiminnallisuuksien kanssa. Taitorakennerekisterin päivitystyöstä vastasi Solita Oy:n Taitorakennerekisteri-tiimi.

Ohje oli keväällä 2020 kommenttikierroksella. Kommenttikierroksella saatiin kommentteja ja näkemyksiä alan konsulteilta, joiden perusteella ohjekirjauksia kehitettiin.

Helsingissä marraskuussa 2022

Väylävirasto
Tekniikka ja ympäristö
Taitorakenneyksikkö

Sisältö

KÄSITTEISTÖ	8
1 JOHDANTO	12
1.1 Ohjeen käyttö	12
1.2 Tietomallintaminen infra-alalla	12
1.2.1 Uudiskohteet	12
1.2.2 Korjausrakentaminen	13
1.2.3 Ylläpito	13
1.3 Tietomallipohjaisen siltasuunnitteluhankkeen kulku	14
1.4 Tietomallien tarkkuustasot	15
2 TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUN HANKINTA	18
2.1 Mallintamisen laajuuden määrittäminen	18
2.2 Vaatimukset toimijalle	18
2.3 Vaatimus inframallien esittämisestä	19
2.4 Luovutettava aineisto	19
2.4.1 Hankeasiakirjat	19
2.4.2 Inframallit	19
2.4.3 Dokumentit ja luettelot	20
2.4.4 Ylläpitomalli Taitorakennekisterissä	20
2.4.5 Tietoturvaluokittelu	21
3 LÄHTÖTIEDOT SILTOJEN MALLINTAMISESSA	22
3.1 Liittyvien tekniikkalajien aineisto	24
3.1.1 Vaatimukset siirtomallille	24
3.1.2 Vaatimukset siltasuunnitelman tietomallipohjaiseen tarkastamiseen	25
3.2 Siltapaikan nykytila-aineisto	25
3.3 Edellisen suunnitteluvaiheen aineisto	25
4 INFRAMALLINTAMINEN SILLAN SUUNNITTELUVAIHEISSA	26
4.1 Esisuunnittelu	27
4.1.1 Tekniset ohjeet esisuunnitteluvaiheeseen	27
4.1.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus	28
4.2 Yleissuunnittelu	28
4.2.1 Tekniset ohjeet yleissuunnitteluvaiheeseen	29
4.2.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus	29
4.3 Siltasuunnittelu	30
4.3.1 Tekniset ohjeet siltasuunnitteluvaiheeseen	30
4.3.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus	31
4.4 Rakentamissuunnittelu	32
4.4.1 Tekniset ohjeet rakentamissuunnitteluvaiheeseen	32
4.4.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus	32
4.5 Korjaussuunnittelu	34
4.5.1 Sillan geometriamalli	36
4.5.2 Korjaussuunnitelman tietomalliselostus	37
4.5.3 Tekniset ohjeet korjaussuunnitteluvaiheeseen	37
4.5.4 Rakenneosat ja niiden tarkkuus	37
4.6 Lupaprosessit	38
4.6.1 Vesilain mukainen käsittely	38

4.7	Tarkennukset siltojen inframallien mallinnusvaatimuksiin	39
4.7.1	Geometrian muoto sillan inframallissa	39
4.7.2	Geometrinen mallinnustarkkuus sillan inframallissa	39
4.7.3	Immateriaalisen tiedon mallintaminen	40
4.7.4	Rakenneosien hierarkia ja sijainti	44
4.7.5	Sillan sijainti koordinaatistossa	45
4.7.6	Mittayksiköt	46
4.8	Rakenneosien ominaisuudet	46
4.9	Täydentävä tieto	48
4.9.1	Osien sijaintikoodit	48
4.9.2	Osien luokittelu	49
4.9.3	Inventointisuunta	49
4.9.4	Rakenneosien suojaukset	50
5	LUOVUTETTAVA AINEISTO	51
5.1	Siirtomallin vaatimukset	51
5.1.1	Siirtotiedostojen tietosisällön ja -rakenteen vaatimukset	51
5.1.2	IFC-rakenteiden kuvaukset	53
5.1.3	Tallentaminen Taitorakennerekisteriin	54
5.1.4	Tietomalliviestintä	56
5.1.5	Vaatimusten määrittely	57
5.1.6	Validointi	57
5.1.7	Editointi	57
5.1.8	Siirtomallin toimittaminen Taitorakennerekisteriin	58
5.1.9	Tietomalliviestinnän koordinointi	58
5.2	Vaatimukset inframallien tarkastamiseen suunnitteluvaiheissa	58
5.3	Aineiston luovutus	59
6	INFRAMALLIEN LAADUNVARMISTUS	61
6.1	Inframallin tarkastaminen	61
6.1.1	Tarkkuustason vaatimukset	61
6.1.2	Suunnittelijan tarkastus	61
6.1.3	Tilaajan tarkastus	62
6.2	Tietomalliselostus	62
7	INFRAMALLIEN HYÖDYNTÄMINEN	64
7.1	Tuotanto ja rakentaminen	64
7.1.1	Konepajamalli	64
7.1.2	Rauditusmalli	64
7.1.3	Mittausmalli	64
7.1.4	Koneohjausmalli	65
7.1.5	Telinemalli	65
7.1.6	Työmaan aluesuunnitelman malli	66
7.1.7	Työn vaiheistuksen malli	66
7.2	Kartoitukset ja mittaukset	66
7.2.1	Pinta- ja viivamallit	66
7.2.2	Laserkeilaus	67
7.2.3	Fotogrammetria	67
7.3	Visualisointi	68
7.3.1	Havainnekuvat	68
7.3.2	Laajennettu todellisuus	68

LIITTEET

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | Taitorakenteiden mallinnusvaatimukset suunnitteluvaiheissa |
| Liite 2 | Tiedonhallintasuunnitelma, mallipohja |
| Liite 3 | Sillan tietomalliselostus, esimerkki |

Käsitteistö

3D-malli

Kolmiulotteinen kuvaus rakennuksesta tai rakenneosasta, jossa objektit voivat sisältää attribuuttitietoa. 3D-malli on eräs yleistermi tietynlaisesta tietomallista. Ei käytetä tässä ohjeessa.

Aineisto

Aineistolla tarkoitetaan kohteesta sen elinkaaren eri vaiheissa tuotettavaa aineistoa.

Drone, drooni

Hyötytarkoituksiin käytettävä miehittämätön ilma-alus.

Geometriamalli

Tilavuus- tai pintamalli, joka ei sisällä tietoa. Käytetään kuvaamaan rakenteen muotoa.

Hankeasiakirjat

Hankeasiakirjoilla viitataan tässä ohjeessa asiakirjoihin, jotka voivat asettaa Väyläviraston ohjeiden lisäksi tarkentavia vaatimuksia hankkeen toteutukselle ja luovutettavalle aineistolle.

IFC (formaatti)

Kansainvälinen, avoin ja ylläpidetty tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. Tämän ohjeen vaatimuksissa tarkoitetaan IFC:n versiota 2x3, ellei muuta ole määritelty.

Immateriaaliobjekti

Immateriaaliobjektilla kuvataan materiaalista riippumattomia tietoja sillan inframallissa. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi aukkovaatimus, ATU, jännemitta ja hyödyllinen leveys. Immateriaalitieto ilmoitetaan objektin materiaalitietona.

Inframalli

Infrarakenteen tietomalli. Inframalli-nimike kattaa mm. hankkeen silta-, väylä-, geo- ja -ympäristösuunnittelun tietomallit. Sillan tietomalli on eräs inframalli.

Inventointisuunta

Suomen väyläverkoston tieosanumeroiden kasvusuunta. Siltojen rakenneosien sijainnit on nimetty tämän mukaan Taitorakennerekisterissä (esim. Reunapalkki 1-4 V).

Lähtöaineistoluettelo

Lähtöaineistoluettelolla tarkoitetaan luetteloa tietomallipohjaisen suunnittelun lähtötiedoista.

Maastomalli

Maastomalli on pintamalli, joka sisältää geometriatietoa maaston pinnasta.

Natiivimalli ja -formaatti

Tietokoneohjelmiston oma tallennusmuoto, esim. dwg tai dgn. Natiiviformaatissa tietosisältö voi olla osittain laajempi kuin yleisessä tiedonsiirtoformaattissa, mutta natiiviformaatin hyödyntämiseen tai muuntamiseen avoimeen formaattiin tarvitaan yleensä sama ohjelma tai ohjelman ohjelmakirjasto, jolla tiedot on natiiviformaatissa tallennettu. Natiivimallilla tarkoitetaan tietomallia, joka on tallennettu ohjelmiston omaan tallennusformaattiin.

Nykytila-aineisto

Osa lähtötietoaineistoa, joka kuvaa kohteen nykytilaa sellaisena kuin se todellisuudessa on, ja johon ei sisälly suunniteltua aineistoa. Nykytila-aineistoon kuuluvat suunnitteluun vaikuttavat asiat, kuten nykyiset rakenteet ja rakennukset sekä suojeltavat kohteet yms.

Paalutussuunta

Hankkeille suunnitteluvaiheessa määritetty väylien numeroinnin kasvusuunta. Voi poiketa väyläverkoston inventointisuunnasta.

Perinteinen piirustus

Väyläviraston ohjeistuksien vaatimukset täyttävä arkistointikelpoinen piirustus.

Pintamalli

Inframalli, josta ilmenee rakenteen tai ympäristön geometria, mutta josta ei saada tilavuustietoja ulos.

Rakenneosatyyppien ylläpito -työkalu

Rakenneosatyyppien ylläpito -työkalu on Taitorakennerekisteriin tehty työkalu, josta löytyvät voimassa olevat vaatimukset sillan inframallien rakenneosien ominaisuustiedoille ja rakenneosien välisille hierarkioille.

Siirtomalli

Inframalli (tai yleisesti aineisto), jota käytetään tietosisällön ja/tai geometrian siirtämisessä Taitorakennerekisteriin.

Sillan inframalli

Sillan inframalli on sillan suunnittelussa tuotettu tietomalli. Sillan toteutukseen ja ylläpitoon siirryttäessä inframalli-nimikettä tarkennetaan toteutus-, toteuma- ja ylläpitomalleiksi. Aikaisemmin käytetyt nimikkeet *sillan tietomalli* ja *sillan tuotemalli* sisältyvät jatkossa tämän nimikkeen alle.

Sillan tietomalliselostus

Sillan tietomalliselostuksessa esitetään, miten kohteen mallinnus on toteutettu. Tärkeää on selostaa erityisesti poikkeamat ja erityispiirteet, joita ei itse sillan inframallista pystytä havainnoimaan. Selostuksessa mainitaan myös poikkeamat suhteessa Väyläviraston asettamiin vaatimuksiin.

Taitorakennerekisteri

Taitorakennerekisteri toimii taitorakenteiden tiedon pääjärjestelmänä. Se sisältää hallinnollisten ja rakenteellisten tietojen lisäksi mm. vaurio- ja kuntotietoa silloista, tunneleista, rautatierummuista, merimerkeistä, tie- ja yhteysaluslaitureista sekä kanavarakenteista. Väyläviraston omistamien kohteiden lisäksi rekisteristä löytyy myös kuntien omistamien rakenteiden tietoja.

Tietomalli

Yleiskäsite tietoa sisältäville kolmiulotteisille malleille. Sillan tietomallista käytetään nimeä sillan inframalli.

Tilavuusmalli

Inframalli, jota voidaan hyödyntää kohteen määrälaskennassa.

Toimija

Hankkeen suunnittelusta vastaava yritys.

Toteumamalli

Inframalli, joka kuvaa infrarakenteen tai -järjestelmän sellaisena kuin se on laatuvaatimukset huomioiden toteutunut. Voidaan tehdä täydentämällä ja päivittämällä suunnitteluvaiheen inframallia. Mikäli kohde on toteutettu laatuvaatimukset täyttäen, on kohteen toteumamalli vastaava kuin kohteen suunnitteluvaiheen inframalli.

Toteutusmalli

Inframalli, jota käytetään kohteen toteutuksessa. Voi sisältää esim. esikohotukset, rakentamisen tehtävät, resurssit ja ajoituksen. Voi tarkoittaa myös rakentamissuunnitteluvaiheen inframallista jatkojalostettuja työkoneiden koneohjausmalleja tai mittauksia varten laadittuja paikalleenmittausmalleja.

Tuotemalli

Tuotemalli on suunnittelijan tuottama inframalli. Jatkossa tämän nimikkeen sijasta käytetään nimikettä sillan inframalli.

Työpiirustus

Suunnittelun kohteen toteutuksessa käytettävät piirustukset. Työpiirustuksilla ei ole arkistointikelpoisuusvaatimuksia.

Virtuaalimalli

Virtuaalimalli on yleisnimitys interaktiiviselle ja vapaasti navigoitavalle 3D-mallille, joka yksinkertaisimmillaan on tietomalli avattuna tietomallinussovelluksessa. Termiä käytetään myös yleisesti esittelymalleista. Virtuaalimallia voidaan pitää yleisenä yläkäsitteenä kaikille tietomallisovelluksissa avatuille tietomalleille.

Yhdistelmämalli

Eri tekniikkalajien osamalleista yhdistetty inframalli, jolla tutkitaan eri mallien keskinäistä yhteensopivuutta (esim. törmäystarkastelut).

Yleiset inframallivaatimukset (YIV)

Rakennustietosäätöön erityispäätoimikunta buildingSMART Finlandin (bSF) ja sen Infra-toimialaryhmän julkaisema yleinen ohjeistus ja vaatimus yhdessä InfraBIM-nimikkeistön ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyjen kanssa. Mallinnusvaatimukset, nimikkeistö ja formaatit muodostavat tiedonhallinnan ”kolmikannan”. Niiden tulee olla kunnossa ja yhteneväiset, jotta tiedonhallinta toimii. Inframallivaatimukset on tarkoitettu käytettäväksi myös hankintojen yleisinä teknisinä viiteasiakirjoina.

Ylläpitomalli

Siltojen ylläpidon ja hoidon prosesseissa hyödynnettävä malli. Ylläpitomalli sisältää rakentamissuunnitteluvaiheen päättyessä rakenteen perustiedot suunnitelmaan perustuen. Ylläpitomallia täydennetään toteuman ja ylläpitotoimenpiteiden perusteella. Tämän ohjeen yhteydessä ylläpitomalli-nimikettä käytetään Taitorakennerekisteriin tallennetusta sillan aineistosta (mm. kohteen perustiedot, rakennetiedot ja dokumentit, kuten piirustukset ja inframallit).

1 Johdanto

1.1 Ohjeen käyttö

Ohjeen tarkoitus on määritellä Väyläviraston hankkeissa käytettävien siltojen inframallien sisältöä, rakennetta ja tiedon jäsentelyä. Ohje määrittelee tietomallipohjaisen suunnittelun tavoitteita ja suunnitelman lopputuotetta tietomallimuodossa. Ohje määrittää toimintatapoja, joilla pyritään edistämään piirustuksetonta suunnittelua, jonka takia ohjeen periaatteita voidaan jatkossa hyödyntää kehityksessä kohti kokonaisvaltaisempaa tietomallipohjaista suunnitteluprosessia.

Ohjetta voidaan soveltaa kaikissa urakkamuodoissa ja suunnitteluvaiheissa. Tarkemmin siltasuunnittelun vaiheet on kuvattu Väyläviraston ohjeessa *Siltojen suunnitelmat*¹. Ohje koskee siltoja, mutta sitä sovelletaan myös muiden taitorakenteiden, kuten pengeri- ja paalulaattojen, tukimuurien, meluseinien, tunneleiden, laitureiden, rumpujen ja merimerkkien, mallintamisessa.

Siltojen inframalliohje asettaa vaatimukset Väylävirastolle toimitettaville siltojen inframalleille. Ohjeen kappaleessa 7 Inframallien hyödyntäminen on esitetty inframallintamisen sovellutuksia, jotka eivät ole vaatimuksia luovutettavalle suunnittelun lopputuotteelle mutta jotka ovat mahdollisesti hyödyllisiä jatkokäytössä.

1.2 Tietomallintaminen infra-alalla

Tietomallintamisen käyttö on yleistynyt voimakkaasti infrahankkeiden lähtötietojen esittämisessä, suunnittelussa ja toteutuksessa. Tietomallintaminen luo mahdollisuuden hyödyntää hankkeella luotua tietoa merkittävästi ylläpitoprosessissa. Tiedonhallinnan ja nimikkeistön yhtenäistymisen myötä suunnitelmatieto inframalleista on mahdollista muuntaa koneluettavaan muotoon ja varastoida tietokantaisesti. Yhdenmukainen lopputulos mahdollistaa hankkeella luodun tietosisällön tehokkaamman hyödyntämisen rakenteen myöhemmissä elinkaaren vaiheissa.

1.2.1 Uudiskohteet

Uudiskohteiden tietomallipohjainen suunnittelutapa on vakiintunut infran suunnittelussa, ja mallinnuskäytännöt mahdollistavat tietomallien tehokkaamman jatkokäytön. Infra-alalle ei ole vielä muodostunut vakiintuneita nimeämiskäytäntöjä, mikä on hidastanut tietomallien jatkokäytön kehittymistä. *Siltojen inframalliohje* yhtenäistää edellä mainittuja käytäntöjä ja pyrkii täten edistämään tietomallien hyödyntämistä.

¹ Ohjeen tämänhetkinen versio, suunnittelussa käytetään aina uusinta ohjeversiota.

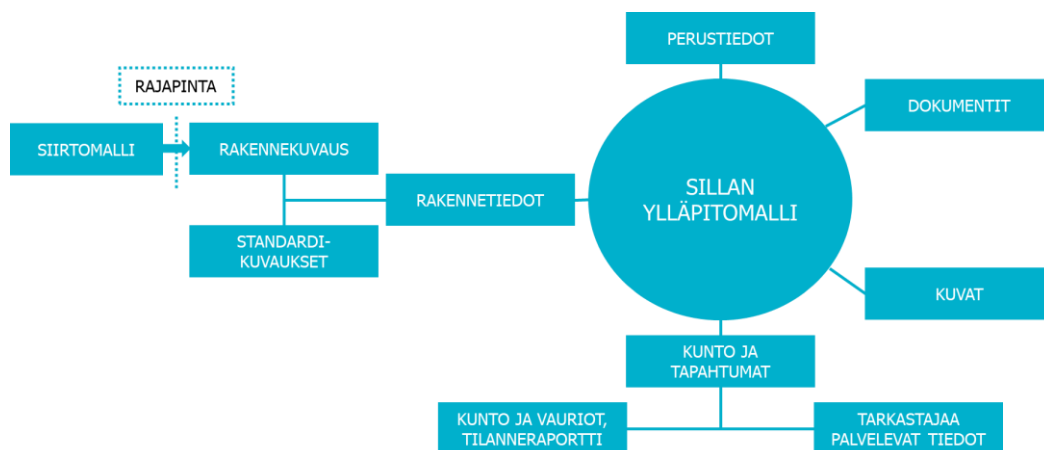
1.2.2 Korjausrakentaminen

Korjaussuunnittelun ja -rakentamisen vaiheissa on havaittu oleellisen tiedon häviämistä, jonka takia tietomallipohjaista korjaussuunnitteluprosessia on alettu edistämään. Tietomallintamisen ohjeistus on laadittu suunnitelma- ja toteumatiedon hävikin pienentämiseksi painottaen mallintamisen tarvittavaa laajuutta.

1.2.3 Ylläpito

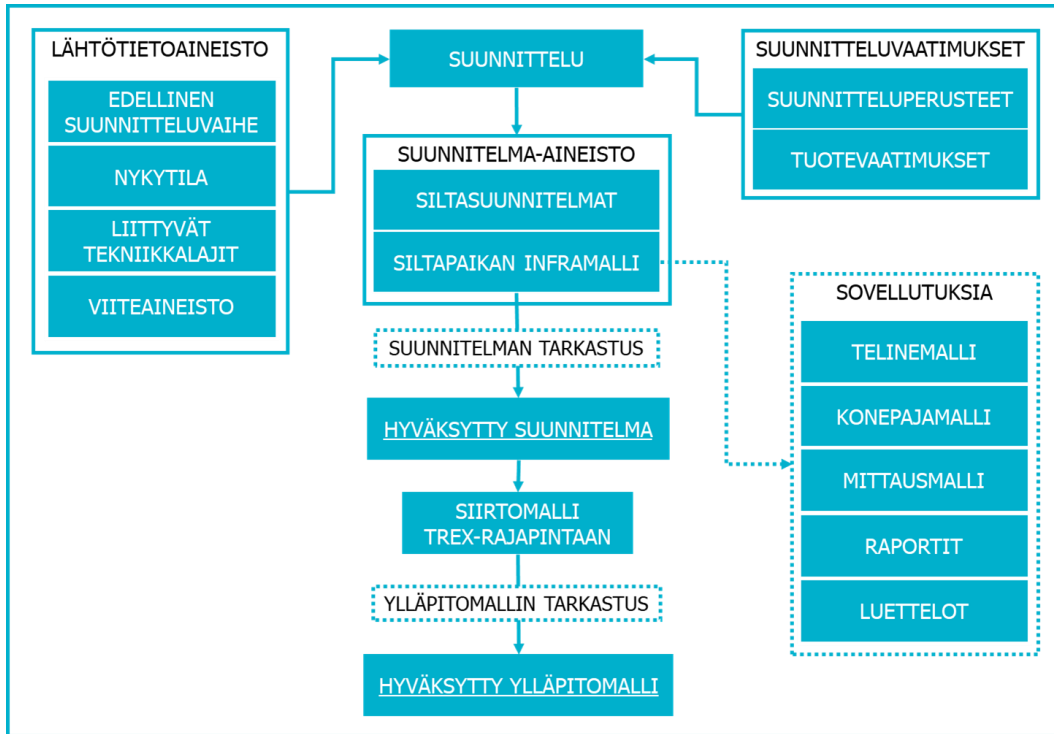
Siltojen ylläpitovaihe alkaa välittömästi kohteen valmistuttua. Ylläpitoa varten vaaditaan tietoa suunnitellusta rakenteesta, toteutuneesta rakenteesta ja ylläpidon toimenpiteistä, kuten tarkastuksista ja korjauksista. Taitorakenteiden ylläpitoprosessin tietokantana toimii Taitorakennerekisteri, johon jokaisesta rakenteesta muodostuu ylläpitomalli. Ylläpitomallin on tarkoitus toimia kumuloituvana tietovarastona jokaiselle rakenteelle suunnittelusta rakenteen elinkaaren loppuun asti.

Rakentamissuunnitteluvaiheessa sillan inframallista laaditaan siirtomalli, joka muodostaa Taitorakennerekisterin rajapintaan ladattaessa ylläpitomallin Taitorakennerekisteriin. Tietomallipohjaisesti laadittu ylläpitomalli mahdollistaa rakenteen geometrian ja ylläpitoon vaadittavan tiedon linkittämisen ja täten edistää ylläpitoprosessia.



Kuva 1. Ylläpitomalli Taitorakennerekisterissä.

1.3 Tietomallipohjaisen siltasuunnitteluhankkeen kulku



Kuva 2. Tietomallipohjaisen suunnitteluhankkeen kulku.

Sillan inframallilla tarkoitetaan sillan suunnittelussa tuotettua tietomallia, joka sisältää vaaditun suunnitelmätiedon kussakin suunnitteluvaiheessa. Siltapaikan inframalli muodostuu lähtötietoaineistosta ja hankkeen vaatimusten mukaan tuote-
tuista, siltapaikkaan liittyvistä inframalleista. Siirtomallin laatiminen ja sen tallentaminen Taitorakennerekisteriin koskee ainoastaan rakentamissuunnitteluvaihetta.

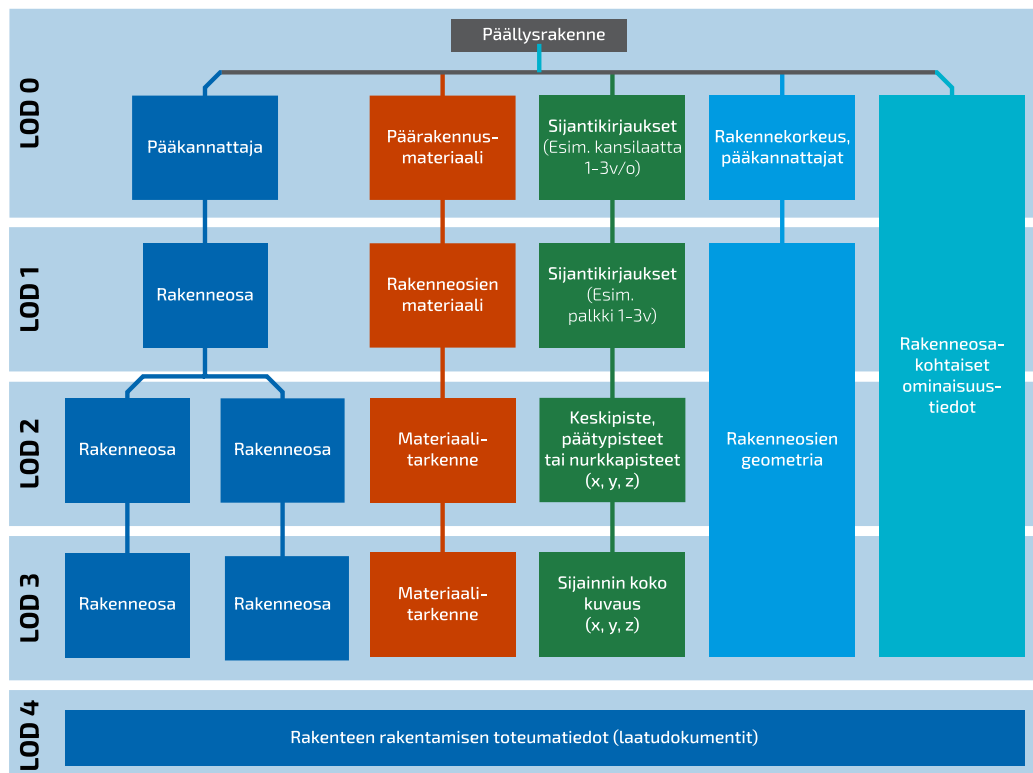
Siltapaikan inframallilla tarkoitetaan tässä ohjeessa tavanomaista suunnitelmaa kuvaavaa kokonaisuutta tietomallipohjaisessa muodossa, joka voi jatkossa mahdollistaa piirustukseton suunnitelman tuottamisen. Sillan inframallista laaditaan rakentamissuunnitteluvaiheessa siirtomalli, joka muodostaa Taitorakennerekisterin rajapintaan vietäessä suunnitteluvaiheessa laadittavan ylläpitomallin.

Sillan inframallista voidaan tuottaa erinäisiä dokumentteja, kuten piirustuksia, luetteloita ja raportteja. Sillan inframallista voidaan hankkeen eri osapuolien tarpeiden ja vaatimusten mukaan laatia myös useita eri sovellutuksia, kuten toteutusmalleja, visualisointeja, työpiirustuksia jne.

1.4 Tietomallien tarkkuustasot

Tietomallien tarkkuustasoille voidaan asettaa suunnitteluvaiheesta ja erityistarpeista riippuen erilaisia vaatimuksia. Varhaisissa suunnitteluvaiheissa rakennetta riittää kuvaamaan usein sen geometria, kun taas ylläpitovaiheeseen siirryttäessä tulee tietomallin sisältää runsaasti tietoa esimerkiksi materiaaleihin, kuormituksiin tai toteutuneeseen geometriaan liittyen. Tietomallien tarkkuustasoja voidaan kuvata alla olevan kuvan mukaisella Level of Development (LoD) -luokittelulla.

Väylävirasto ei aseta mallinnusvaatimuksia LoD-luokitteluun pohjautuen. Aihetta käsitellään tässä ohjeessa yleisellä tasolla, eikä sille anneta erityisiä vaatimuksia.



Kuva 3. LoD-tarkkuustasot.

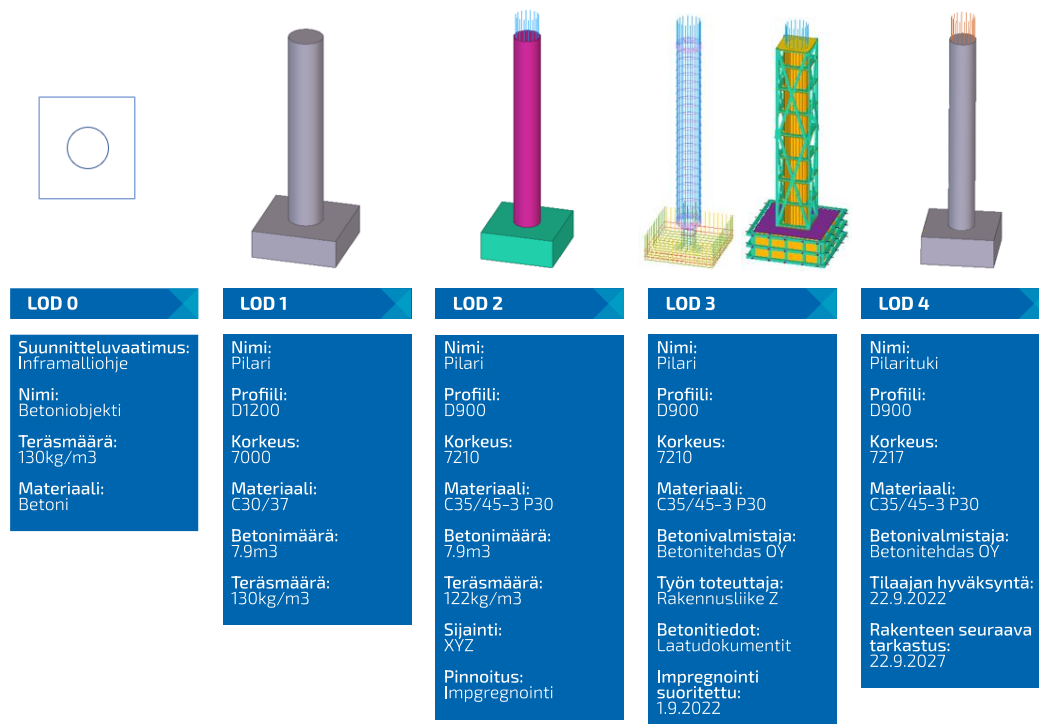
Suunnitteluvaiheiden sijaan luokittelu kuvaa yksityiskohtaisemmin tietomallin tarkkuustason kehittymistä prosessin aikana. LoD-luokittelun avulla voidaan myös kuvata suunnitelmataarkkuuden vaatimuksia siirryttäessä esisuunnittelusta rakentamissuunnitteluun ja edelleen rakentamiseen ja ylläpitoon. Malli on kehittyvä kokonaisuus, jonka tarkkuus ja tietosisällön taso kasvaa rakenteen elinkaaren aikana.

Tietomallissa objekti voidaan jakaa kahteen kehityspolkuun: geometrian kehitykseen ja objektiin liittyvän tiedon kehitykseen. Tietomallin geometriatarkkuus ja rakennesaikataulu-tietosisältövaatimukset sovitaan hankkeen alussa. Dokumenttiaineiston ja tietomallin välillä on yhteys, ja ne täydentävät toisiaan. Tällainen yhteys voi olla linkki tietomallista dokumenttiaineistoon.

Tietomallin geometria sekä tietosisältö kehittyvät vaiheittain, ja tietosisällön kehittymistä voidaan tarkastella sovitussa pisteissä hankkeen aikana. Tietosisältöä voidaan tarkastella esimerkiksi suunnitteluaineiston ulkoisen tarkastuksen yhteydessä, kun toteutusvaihetieto lisätään suunnittelumalliin tai toteumavaiheessa, jolloin varmistetaan, että tietomalli vastaa ylläpitovaiheen tietosisältöä. Tietosisältövaatimukset ja osapuolten vastuut tiedon yhdistämisestä määritetään rakenneosakohtaisesti, jolloin tiedon lisääminen tapahtuu sovitun henkilön osalta oikeaan aikaan.

Inframallissa voi olla suunnittelun osalta eri valmiusasteissa olevia rakennusosia. Mallitiedon hyödyntämisen kannalta on tärkeää tietää rakennusosien valmiusaste suunnittelussa. Eri suunnittelualojen suunnittelu voi olla eri vaiheissa, ja tiedon tulisi olla esitettyä objektin tietosisällössä, jotta tietoa voidaan ohjelmallisesti seurata ja havainnollistaa. Valmiusasteen esitystapa sovitaan siltahanketta koskevassa tiedonhallintasuunnitelmassa.

Inframallien kypsyysluokitusta arvioidaan Väyläviraston toiminnassa asteikolla 0–4. Vastaavaa LoD-luokitusta voidaan soveltaa siltöjen ja taitorakenteiden suunnittelussa. Luokittelun avulla voidaan antaa lisävaatimuksia mallien tietosisällölle suunnitteluvaiheesta riippumatta ja arvioida inframallintamisen kypsyystasoa kokonaisuutena. Alla olevassa kuvassa on esitetty tietosisällön ja geometrian kehittyminen käyttäen esimerkkinä sillan välitukea.



Kuva 4. LoD-tasot sillan pilarissa.

LoD-määrittelyn käyttö edellyttää tilaajan päätöstä kohteen mallinnusvaatimuksesta. Mallinnusvaatimus tulee sopia suunnittelualakohtaisesti, mutta lähtökohtaisesti mallinnusvaatimuksen tason tulee koskea kaikkia suunnittelualoja. Mallinnusvaatimuksesta sovittaessa mallinnusvaiheiden kehitys etenee portaittain geometriamallin sekä tietosisällön kehityksen osalta.

LoD 0 = Ei mallinnusvaatimusta, alustavat 2D-piirustukset ja hankekuvaukset

Mallinnustarkkuuden ja tietosisältöjen määrittäminen.

LoD 1 = Yleissuunnitteluvaihe

Alustava määrä- ja kustannustietojen tarkastelu.

LoD 2 = Toteutussuunnittelu

Tuotantoa palvelevan siltamallin toteutus, jossa mallinnustaso sekä tietosisältö toteutetaan ennalta sovittujen vaatimusten mukaisesti. Suunnittelu palvelee tuotannon määrälaskentaa ja hankintaa.

LoD 3 = Toteutusvaihe

Inframallia hyödynnetään toteutusvaiheessa, aikataulutuksessa, asennus- ja työjärjestyksen suunnittelussa tai työmaalogistiikassa tai työturvallisuussuunnittelussa.

Toteutusvaiheen tietoa integroidaan tietomalliin rakenneosaan kuuluvalla tiedolla.

LoD 4 = Geometriamallin ja tietosisällön toimitus ylläpitovaiheen mukaisesti

Tietomallin geometriataso vastaa rakenneosiltaan sovittua tarkkuutta.

Tietomallin tietosisältö vastaa ylläpitovaiheen tietosisältöä.

Suunnittelumalli kehittyy tuoteosavalmistajan tiedoilla ja mahdollisesti myös geometriamallilla. Oleellista on, että hankkeen alussa sovitaan mallinnusvaatimuksista, mallinnustarkkuudesta ja mahdollisten tyyppimallien käytöstä. Lisäksi tulee sopia, kenelle kuuluu tarkentavan geometriamallin toteutus hankkeen aikana. Lähtökohtaisesti määrätieto tulee olla saatavissa suunnittelijan toteuttamasta suunnittelumallista.

2 Tietomallipohjaisen suunnittelun hankinta

Tietomallipohjainen suunnitelma-aineisto hankitaan ja luovutetaan lähtökohtaisesti avoimissa formaateissa. Hankeasiakirjoissa voidaan määrittää tarkentavia ehtoja aineiston suhteen, mikäli hankkeen sujuva eteneminen tai ylläpito sitä edellyttää. Tietomalliaineiston luovutukseen liittyvä ohjeistus on esitetty luvussa 5.3 Aineiston luovutus.

Tarkentavia vaatimuksia voidaan kirjoittaa esimerkiksi hankkeisiin, joissa ei toimiteta perinteisiä piirustuksia, selostuksia tai rauditusluetteloita. Myös konepajavalmistusta vaativat hankkeet voivat edellyttää tarkentavia vaatimuksia. Vaatimuksia voidaan asettaa niin tilaajan kuin rakentajan toimesta. Lisävaatimuksia tulisi asettaa lähtökohtaisesti vain, mikäli hankkeen sujuva toteuttaminen sitä edellyttää.

2.1 Mallintamisen laajuuden määrittäminen

Mallintamisen laajuus sekä inframallien käyttö tarkastus- ja hyväksymismenettelyissä on määritelty tässä ohjeessa sekä tähän ohjeeseen välittömästi liittyvissä ohjeissa. Tilaajan tulee huolehtia, että tietomallipohjaista suunnittelua koskevat vaatimukset ja ohjeet ovat yksiselitteisiä. Tähän ohjeeseen liittyvät seuraavat ohjeet:

- Rakenneosien ylläpito -työkalu (Taitorakennerekisteri)
- *Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje*, Väyläviraston ohje
- *Siltojen suunnitelmat*, Väyläviraston ohje
- *Taitorakenteiden tiedon käsittely – Tiedon syöttäminen taitorakennerekisteriin ja dokumenttien toimittaminen arkistoon*, Väyläviraston ohje
- *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohje*, Väyläviraston ohje
- *Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje*, Väyläviraston ohje
- *Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019*
- *Suunnittelu- ja toteutusprojektien aineiston hallinta Velho-järjestelmässä*, Väyläviraston ohje.

Suunnittelijan tulee aina varmistaa hankkeessa sitovaksi määritellyt ohjeet. Tehtävän määrittelyssä ei tule rajata mallinnuslaajuutta pienemmäksi kuin tässä ohjeessa on esitetty, ellei hankkeen ominaispiirteitten takia tietomallipohjaisen suunnittelun lähtötietojen hankinnasta tai mallipohjaisesta suunnittelusta aiheudu kohutuutonta työmäärää koko hankkeeseen nähden. Tällaisen tapauksen esimerkkinä voidaan pitää sillan ylläpitokorjausta, jossa olemassa olevia rakenteita ei uusita.

2.2 Vaatimukset toimijalle

Toimijan tulee ennen suunnittelun aloittamista laatia tiedonhallintasuunnitelma kohdan 2.4.1 Hankeasiakirjat ja liitteen 2 mukaisesti. Tiedonhallintasuunnitelman

tarkoituksena on esittää tietomallipohjaisen suunnittelun kulku hankkeen aikana. Tiedonhallintasuunnitelmassa esitetään, miten tietomalliviestintä sekä suunnittelun etenemisen seuranta toteutetaan hankkeen aikana. Tiedonhallintasuunnitelma ja sen keskeiset periaatteet hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa tilaajan asiantuntijalla ennen suunnittelun aloittamista, jotta suunnittelu täyttää tilaajan hankkeelle asettamat vaatimukset.

Toimijan tulee toimittaa tilaajalle ja kohteen tekemiseen osallistuville tietomalliaineisto, joka on laadittu tämän ohjeen mukaisesti. Toimijalla on velvollisuus toimittaa kohteen suunnittelussa tehty tietomalli tai sen osa kohteen eri vaiheissa tekemiseen osallistuville tämän ohjeen vaatimusten mukaisesti.

Tilanteessa, jossa toimija katsoo että ei voi esimerkiksi teknisen esteen vuoksi täyttää annettuja mallintamiseen liittyviä vaatimuksia, on siitä erikseen sovittava tilaajan asiantuntijan kanssa. Esimerkiksi vaaditun yksityiskohdan mallintamatta jättäminen esteeseen viitaten ei ole sallittua ilman tilaajan lupaa.

2.3 Vaatimus inframallien esittämisestä

Inframallit tulee esittää mallien tarkasteluun soveltuvassa alustassa, johon tilaajan tulee päästä itsenäisesti tarkastelemaan suunnittelun etenemistä.

Toimijan tulee ylläpitää hankkeen yhteistä inframalliluetteloa, jossa on esitetty hankkeen sisältämät inframallit ja selostukset näiden mallien sisällöstä. Sillan inframallin selostus tulee tarkemmin kuvata siltakohtaisessa tietomalliselostuksessa.

2.4 Luovutettava aineisto

2.4.1 Hankeasiakirjat

Jokaisesta suunnitteluhankkeesta, jota tämä inframalliohjeistus koskee, tulee laatia tiedonhallintasuunnitelma. Tiedonhallintasuunnitelmassa kuvataan toimijan tietomallipohjainen suunnitteluprosessi ja hankkeen ominaispiirteet. Tiedonhallintasuunnitelma voi olla osa koko hankkeen tiedonhallintasuunnitelmaa. Esimerkki tiedonhallintasuunnitelman sisällöstä on esitetty liitteessä 2.

2.4.2 Inframallit

Hankkeen luovutettava malliaineisto on määritelty kappaleessa 5 Luovutettava aineisto. Luovutettava aineisto koostuu Taitorakennerekisteriin laadittavasta ylläpitomallista, sitä varten laadittavasta sillan siirtomallista kappaleen 5.1 Siirtomallin vaatimukset mukaisesti sekä siltasuunnitelman tarkastamiseen tarkoitettu siltapaikan yhdistelmämallista kappaleen 5.2 Vaatimukset inframallien tarkastamiseen suunnitteluvaiheissa mukaisesti. Mallien vaadittu tekninen sisältö eri suunnitteluvaiheissa on esitetty kappaleessa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa.



Kuva 5. Sillan inframallin elinkaari.

2.4.3 Dokumentit ja luettelot

Hankkeen luovutettava aineisto sisältää tiedonhallintasuunnitelman, tietomalliluettelon ja kohdekohtaiset tietomalliselostukset. Tiedonhallintasuunnitelma ja tietomalliluettelo voivat olla osa koko hankkeen kyseistä dokumentointia.

Suunnitelman luovuttamisessa tulee ottaa huomioon tarkastusvaiheissa laadittavat tarkastusasiakirjat (ks. *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohje*, Väyläviraston ohje), joihin tulee kirjata vastaavasti tietomallipohjaisen aineiston tarkastus.

2.4.4 Ylläpitomalli Taitorakennerekisterissä

Vastuut uusien taitorakenteiden viennistä Taitorakennerekisteriin on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Taitorakenteiden tiedon käsittely*. Tässä ohjeessa esitetään Taitorakennerekisterin rajapintaan vietävän siirtomallin vaatimukset. Siirtomallin vaatimukset on esitetty kappaleissa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa ja 5.1 Siirtomallin vaatimukset sekä Taitorakennerekisterin Rakennosatyypin ylläpito -työkalussa.

Tämän ohjeen vaatimukset kohdistuvat suunnittelijan tekemään ylläpitomalliin. Ylläpitomallit voidaan jakaa kuitenkin yleisellä tasolla kolmeen eri tasoon sen mukaan, mikä kohteen elinkaaren vaiheista on kyseessä.

Ylläpitomallien tasot Taitorakennerekisterissä:

- Suunnittelun ylläpitomalli
 - kohteen yleistiedot, rakennekuvaus, suunnitelma-asiakirjat ja tämän ohjeen mukainen inframalli tallennettuna Taitorakennerekisteriin suunnitteluvaiheen jälkeen
- Rakentamisen ylläpitomalli

- suunnitteluvaiheen ylläpitomalli päivitettyä toteumatiedoilla ja rakentamisen asiakirjoilla
- Elinkaaren ylläpitomalli
 - rakentamisen ylläpitomalli täydennettynä kohteeseen sen elinkaaren aikana tehdyillä korjauksilla ja muutoksilla
 - voi sisältää kaikkea kohteen elinkaaren aikaista ylläpitoa ja seurantaä edesauttavaa tietöä.



Kuva 6. Sillan ylläpitomallin elinkaari.

2.4.5 Tietoturvaluokittelu

Luovutettavat siltöjen inframallit sisältävät usein tietoturvaluokiteltua aineistoa. Mallien luovutuksessa tulee huomioida tilaajan asettamat vaatimukset tietoturvälle. Tietoturvaäatimukset voivat koskea mm. mallien sisältöä ja tarkastukseen/hyväksyntään toimittamismenetelmiä. Toimijan tulee olla perillä kulloinkin voimassa olevista tietoturvaäatimuksista.

3 Lähtötiedot siltojen mallintamisessa

Mallipohjaisessa siltasuunnittelussa sillan lähtötietoaineisto koostuu kolmesta kokonaisuudesta, joita ovat muiden tekniikkalajien suunnitelma-aineisto, nykytila-aineisto ja edellisen suunnitteluvaiheen aineisto. Jokainen osa-alue muodostaa oman kokonaisuuden, joista voidaan laatia yhtenäinen suunnittelun lähtötietoaineisto.

Siltapaikan lähtötietoaineisto laaditaan hankkeen alussa siltasuunnittelun lähtötiedoksi. Lähtötietoaineisto dokumentoidaan kaikkien lähtötietojen osalta hankkeen lähtötietoaineistoluetteloon tai tietomalliselostukseen riippuen hankkeen ominaispiirteistä. Tietomalliselostuksen esimerkki on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 1. Lähtötietovaatimukset suunnitteluvaiheittain.

	Ei vaatimuksia.
	Mallit laaditaan suunnitteluvaiheen tarkoituksen ja hankekohtaisten vaatimusten mukaan.
	Liittyvien tekniikkalajien suunnitelmat tallennetaan lähtötietona ja niiden jatkokäyttö pohditaan hankekohtaisesti.
	Mallinnetaan täysimääräisenä ohjeistuksen mukaisesti.

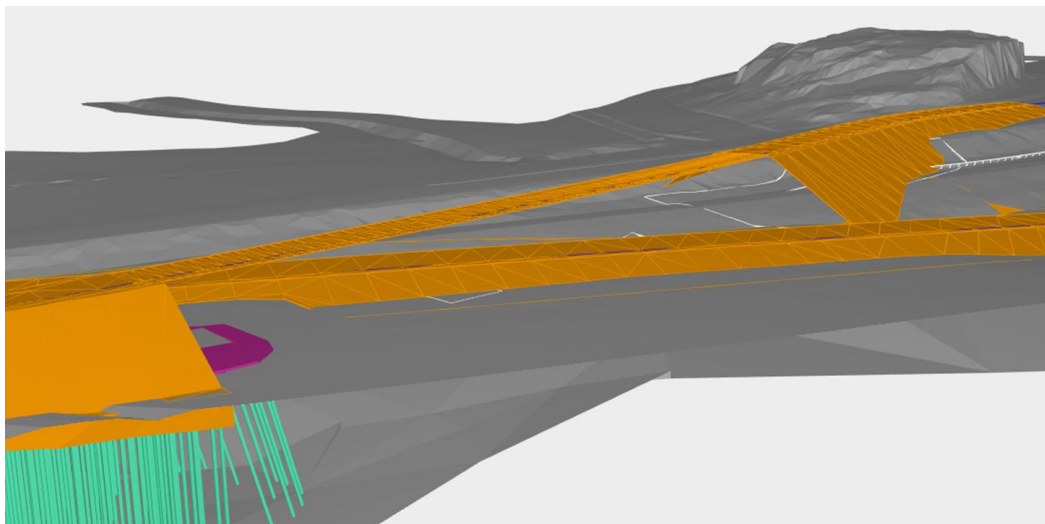
Liittyvät tekniikkalajit	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
Geotekniset suunnitelma-mallit				
Suunniteltavat väylät				
Muut liittyvät tekniikkalajit				
Rakenteet ja rakennukset				

Nykytila-aineisto	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
Maanpinta (maastomalli)				
Geotekniset mallit ¹⁾				
Olemassa olevat rakenteet ja järjestelmät				

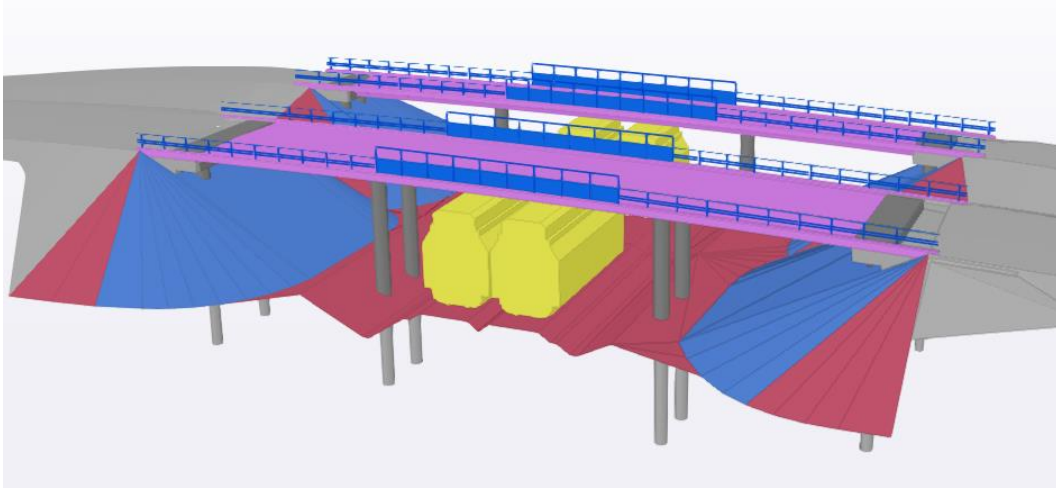
¹⁾ Geotekniset mallit käsittävät liitteen 1 Geotekninen suunnittelu -kohdan aineiston.

Edellisen suunnitteluvaiheen aineisto	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
Rakenteet ja rakennukset				
Muut liittyvät tekniikkalajit				

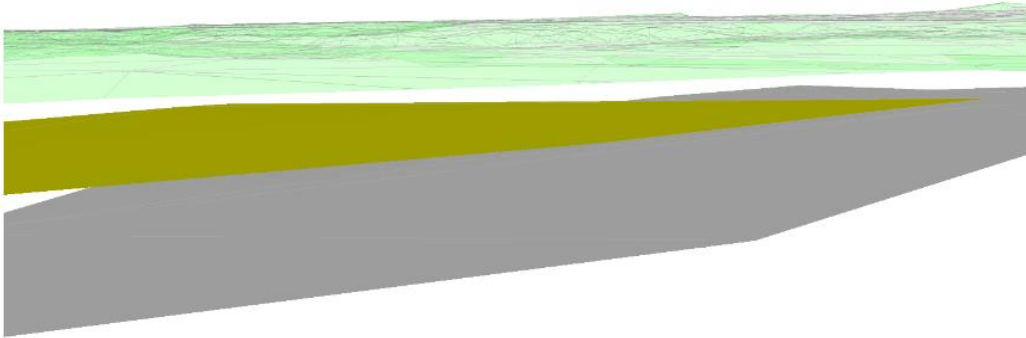
Sillan mallipohjaisen suunnittelun lähtötietosisältö ja tarkkuus kerääntyvät kumulatiivisesti esisuunnittelusta rakentamissuunnitteluun. Esimerkiksi esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa pohjatutkimustiedot voivat olla pistemäistä tietoa, eikä niitä tulkita maalajirajojen pintoina vaan pistemäisenä tietona.



Kuva 7. Suunnittelun lähtötietoaineistoa (Destia ja WSP).



Kuva 8. Ylikulkusillan suunnittelun edellisen suunnitteluvaiheen aineisto (WSP).



Kuva 9. Maastomalli, maalajirajat ja kalliomalli (Turun ratapiha, Sweco).

3.1 Liittyvien tekniikkalajien aineisto

3.1.1 Vaatimukset siirtomallille

Taitorakennerekisteriin ladattava siirtomalli laaditaan rakentamissuunnitteluvaiheessa. Vaatimukset sillan siirtomallille liittyvien tekniikka-alojen osalta on määritetty kappaleissa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa ja 5.1 Siirtomallin vaatimukset. Siirtomallin ominaisuustietojen vaatimukset on esitetty Taitorakennerekisterin Rakennesatyyppien ylläpito -työkalussa. Työkalu on esitetty kappaleissa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa.

Liittyvät tekniikkalajit siltapaikalla on laadittava siirtomalliin Väyläviraston *Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohjeen* taulukon 1 määrittämässä laajuudessa.

3.1.2 Vaatimukset siltasuunnitelman tietomallipohjaiseen tarkastamiseen

Siltasuunnitelma tarkastetaan kaikissa suunnitteluvaiheissa yhdistelmämallista, jonka vaatimukset on kuvattu kappaleissa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa ja 5.2 Vaatimukset inframallien tarkastamiseen suunnitteluvaiheissa. Inframallin ominaisuustietöjen vaatimukset on esitetty Taitorakennerekisterin Rakeneosatyyppien ylläpito -työkalussa.

Liittyvät tekniikkalajit siltapaikalla on laadittava tarkastettavaan suunnitelmaan vähintään Väyläviraston *Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohjeen* taulukon 1 määrittämässä laajuudessa. Siltasuunnitelma voidaan tarkastaa myös suuremmasta hankekokonaisuudesta, kuitenkin siten, että lähtötieto-ohjeen taulukon 1 vaatimukset täyttyvät. Mikäli tarkastukseen luovutetaan suuri kokonaisuus, on varmistettava, että tarkastukseen käytettävä ohjelmisto pystyy käsittelemään aineistoa riittävän hyvin, jotta tarkastus pystytään suorittamaan.

3.2 Siltapaikan nykytila-aineisto

Siltapaikan nykytila-aineisto laaditaan kappaleen 3 Lähtötiedot siltöjen mallintamisessa mukaan siltasuunnittelijan lähtötiedoksi Väyläviraston *Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohjeen* taulukon 1 määrittämässä laajuudessa.

3.3 Edellisen suunnitteluvaiheen aineisto

Edellisen suunnitteluvaiheen aineisto on osa lähtötietoaineistoa, ja se luetteloidaan tietomalliselostukseen lähtötietoaineistoksi. Edellisen suunnitteluvaiheen suunnitteluaineisto luovutetaan kokonaisuudessaan hankkeen seuraavaan suunnitteluvaiheeseen aineiston luovutukseen ja siirtoon hyväksytyissä formaateissa. Taitorakenteiden osalta aineiston vaatimukset suunnitteluvaiheittain on esitetty kappaleissa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa ja 5 Luovutettava aineisto.

4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa

Tässä luvussa on annettu vaatimukset eri suunnitteluvaiheiden mallipohjaiseen suunnitteluun. Suunnitteluvaiheiden vaatimuksia sovelletaan myös muiden taitorakenteiden mallintamiseen. Lähtökohtana on, että aina kun siltoja suunnitellaan eri suunnitteluvaiheissa, se tehdään mallipohjaisesti.

Mallinnettaessa siltapaikasta tehdään aina yhdistelmämalli, jossa perusteet suunnitteluratkaisuille ovat nähtävissä laajemmassa kokonaiskuvassa. Yhdistelmämallin laajuuden minimivaatimus on aina siltapaikan laajuus. Yhdistelmämallin siltapaikan laajuus määritetään siltapaikkaluokan mukaan. Hankkeissa, joissa silta on osa laajempaa kokonaisuutta, voidaan se esittää muiden mallien osana. Yhdistelmämallien erot on esitelty kuvassa 10. Tilaajalle toimitettavien aineistojen tulee olla avoimien standardien mukaisia tai muuten yleisesti käytössä olevia. Väyläviraston *Tie- ja ratahankkeiden inframalliohjeessa* on lueteltu sallitut formaatit liitteissä 2 ja 3. Siltapaikkakohtaiset yhdistelmämallit luovutetaan tilaajalle samaan aineistoon koottuina. Yhdistelmämallit voidaan koota tarkastus- ja hyväksyntävaiheessa vaihtoehtoisesti myös avoimien tiedonsiirtostandardien mukaiselle yhteistyöalustalle. Käytettävät alustat sovitaan tilaajan kanssa hankekohtaisesti.

YHDISTELMÄMALLIT		
YHDISTELMÄMALLI	SILLAN INFRAMALLI	SILLAN SIIRTOMALLI
Yhdistelmämalli sisältää hankkeen kaikki osamallit yhdistettynä. Yhdistelmämalli tehdään hankkeen laajuudelta. Yhdistelmämallia käytetään suuremmissa hankkeissa, joissa silta on osa laajempaa rakennettavaa kokonaisuutta. Näissä hankkeissa yhdistelmämallilla voidaan korvata sillan yhdistelmämalli. Formaatti: Useita eri formaatteja	Sillan inframalli sisältää siltapaikan kaikki osamallit yhdistettynä. Sillan inframalli tehdään siltapaikan laajuudelta. Käytännössä sillan inframalli voi olla sama kuin sillan yhdistelmämalli. Formaatti: Useita eri formaatteja	Sillan siirtomalli sisältää Taitorakennerekisterissä määritetyt siltapaikan rakenteet ja ympäristön yhdistettynä. Sillan siirtomalli tehdään siltapaikan laajuudelta. Käytännössä sillan siirtomalli voi olla sama kuin sillan inframalli. Formaatti: IFC

Kuva 10. Yhdistelmämallien erot.

Rakenneosien nimeämisen tulee olla kaikissa suunnitteluvaiheissa Taitorakennerekisterin mukainen. Yksityiskohtaiset tiedot mallien sisältövaatimuksista eri suunnitteluvaiheissa on ilmoitettu liitteessä 1. Kaikki mallien tietosisällöt tulee olla selkeästi eroteltuna omiksi kokonaisuuksikseen mallin sisällä. Jokaiselta mallin osalta tulee lisäksi löytyä IFC-formaatin mukainen yksilöivä rakenneosatunnus (GUID).

Inframallien tehokkaan hyödyntämisen edellytys on, että niiden rakenneosien sisältämä tieto on selkeästi eroteltuna omiksi kokonaisuuksikseen. Tiedon jäsentäminen onnistuu tulostamalla IFC-tiedostoihin attribuutit tulostusasetuksilla (property set), jotka järjestävät tiedot saman otsikon alle. Tulostusasetukset valitaan tulostettavan mallin mukaan; esimerkiksi raudoitusmalli sisältää raudoituksien valmistusta ja asennusta tukevaa tietoa. Kaikissa hankkeissa ei välttämättä ole tarpeen tehdä erillisiä toteutusmalleja, vaan yhtä ja samaa sillan inframallia voidaan hyödyntää näissä kaikissa, kunhan siihen on sisällytetty kaikkien osapuolien tarvitsema tietosisältö. Tarpeen muille malleille asettaa hankkeen osapuolien tietomallien hyödyntämisen taso.

4.1 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa maastomallin, väylämallin ja siltavaihtoehtoista tehtyjen yhdistelmämallien avulla voidaan vertailla havainnollisesti vaihtoehtoisten ratkaisujen soveltuvuutta ympäristöön.

Esisuunnitteluvaiheessa mallintamisen tarkkuus vastaa luonnostelua. Mallin objekteilta ei vaadita tilavuustietoja. Riittävä tarkkuus siltapaikan osilta on näkyvät pinnat.

Esisuunnitteluvaiheessa mallintamista tehdään siltapaikkaluokissa I–II.

Esisuunnittelu on maankäytön ja liikenneväylän tarveselvitykseen liittyvä suunnitteluvaihe, jossa selvitetään eri periaateratkaisujen ja liikenneväylävaihtoehtoihin kuuluvien siltojen rakentamista ja niiden vaikutusta ympäristöön. Esisuunnitteluvaiheessa tuotettavan aineiston laatu voi vaihdella tapauskohtaisesti tarpeiden mukaan.

Esisuunnitteluvaiheessa mallintamista tehdään ns. silta edellä -hankkeissa (siltapaikkaluokitus I–II). Jos silta on osa pidempää väyläkokonaisuutta, esisuunnittelussa ei ole mielekästä tehdä malleja tyypillisistä silloista.

4.1.1 Tekniset ohjeet esisuunnitteluvaiheeseen

Esisuunnitteluvaiheessa laaditaan vähintään seuraavat mallit:

- maastomalli
- väylän pintamalli
- sillan pintamalli
- yhdistelmämalli.

Esisuunnitteluvaiheessa mallien käyttötarkoituksia ovat:

- sillan sovittaminen ympäristöön ja olemassa oleviin rakenteisiin.

4.1.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus

Tässä kohdassa on kuvattu sillan inframallin geometriset ja tietosisällölliset vaatimukset. Jaottelu rakenneosaryhmiin on tehty Taitorakennerekisterin mukaan.

Perustiedot

Hanke-, kohde ja suunnittelijatiedot tulee esittää mallissa.

Rakenneosien tietosisältö

Rakenneosilla tulee olla tieto materiaalista (betoni, teräs, puu jne.)

Raudoitus

Ei ole vaatimusta.

Jänteet

Ei ole vaatimusta.

Immateriaalitiedot

Mallinnetaan tukilinjat, hyödyllinen leveys ja aukkovaatimukset.

Maalaus ja suojaus

Ei ole vaatimusta.

Alusrakenne

Mallinnetaan näkyviltä osin.

Päällysrakenne

Mallinnetaan näkyviltä osin.

Pintarakenne

Mallinnetaan ylin pinta. Voi olla samaa osaa päällysrakenteen kanssa.

Varusteet ja laitteet

Mallinnetaan vain kaiteet.

Siltapaikan rakenteet

Mallinnetaan näkyviltä osin siltaan liittyvät maastorakenteet, kuten sillan etuluiskat ja keilat sekä siltaan liittyvät väylät ja niiden luiskat.

Ei oletusrakenneosaryhmää

Ei ole vaatimusta.

4.2 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa sillasta tehdään mallipohjainen tarkastelu olemassa ole-
viin rakenteisiin, ympäristöön sekä muiden tekniikkalajien suunnitelmiin.

Yleissuunnitteluvaiheessa riittävä mallintamisen tarkkuus on näkyvien pintojen esittäminen. Teräsbetonisten siltojen raudoituksia ja teräs-/liittorakenteisten siltojen piiloon jääviä rakenneosia, kuten poikkiristikoita, ei mallinneta. Mallin objekteilta ei vaadita tilavuustietoja.

Yleissuunnittelussa tutkitaan esisuunnittelun tai alustavien siltasuunnittelun lähtötietojen pohjalta siltapaikalle sopivia vaihtoehtoja ja laaditaan vaihtoehtoiset luonnokset esittelyä varten. Tavoitteena on mm. laatia merkittävistä siltakohteista vaihtoehtoja ja selvittää sillan rakentamisen vaihtoehtojen vaikutusta ympäristöön.

4.2.1 Tekniset ohjeet yleissuunnitteluvaiheeseen

Yleissuunnitteluvaiheessa laaditaan vähintään seuraavat mallit:

- maastomalli
- väylän pintamalli
- sillan pintamalli
- yhdistelmämalli.

Yleissuunnitteluvaiheessa mallien käyttötarkoituksia ovat:

- erityyppisten siltaratkaisujen sovittaminen ympäristöön ja olemassa oleviin rakenteisiin.

4.2.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus

Tässä kohdassa on kuvattu sillan inframallin geometriset ja tietosisällölliset vaatimukset. Jaottelu rakenneosaryhmiin on tehty Taitorakennerekisterin mukaan.

Perustiedot

Hanke-, kohde ja suunnittelijatiedot tulee esittää mallissa.

Rakenneosien tietosisältö

Rakenneosilla tulee olla tieto materiaalista (betoni, teräs, puu jne.)

Rauditus

Ei ole vaatimusta.

Jänteet

Ei ole vaatimusta.

Immateriaalitiedot

Mallinnetaan liikennetekniset mitat, aukkovaatimukset, väylien mittalinjat, tukilinjat ja pääpisteet.

Maalaus ja suojaus

Ei ole vaatimusta.

Alusrakenne

Mallinnetaan näkyviltä osin.

Päällysrakenne

Mallinnetaan näkyviltä osin.

Pintarakenne

Mallinnetaan ylin pinta tai kokonaispaksuuden mukaan.

Varusteet ja laitteet

Mallinnetaan vain kaiteet.

Siltapaikan rakenteet

Mallinnetaan näkyviltä osin siltaan liittyvät maastorakenteet, kuten sillan etuluiskat ja keilat sekä siltaan liittyvät väylät ja niiden luiskat.

Ei oletusrakenneosaryhmää

Ei ole vaatimusta.

4.3 Siltasuunnittelu

Siltasuunnitteluvaiheessa vaiheessa mallinnetaan hankkeen kaikki sillat vaatimusten mukaisesti.

Siltasuunnitteluvaiheessa silloista mallinnetaan näkyvien rakenteiden lisäksi myös alusrakenteet. Teräsbetonisten siltojen raudoituksia ei mallinneta. Teräs-/liittorakenteisten siltojen poikkiristikoiden liitosdetaljeja ei ole tarpeellista mallintaa. Kaikilta mallin rakenneosilta vaaditaan tilavuustiedot.

Jokaisesta siltapaikasta laaditaan liitteen 3 mukainen tietomalliselostus. Mikäli siltapaikalla on useampi kuin yksi silta, erotellaan niiden tiedot selostuksessa tai tehdään kaikista kohteista erilliset selostukset.

Siltasuunnitelman laatiminen on väylähankkeen tie-, rata- tai katusuunnitelman laatimiseen ja vesistösiltojen vesilain mukaiseen käsittelyyn liittyvä suunnitteluvaihe. Sillan rakentamiselle haetaan tässä vaiheessa tarvittavat luvat. Perinteisesti suunnittelun tässä vaiheessa tuotetaan pääpiirustus, jossa esitetään sillan ulkonäkö, rakenteet ja päämitat sekä sovittaminen ympäristöön ja tie-, katu- tai rata-suunnitelmaan. Sillan tietomallin sisältövaatimukset noudattavat tässä vaiheessa perinteisen pääpiirustuksen sisältövaatimuksia.

4.3.1 Tekniset ohjeet siltasuunnitteluvaiheeseen

Siltasuunnitteluvaiheessa laaditaan vähintään seuraavat mallit:

- nykytila-aineisto
- edellisen suunnitteluvaiheen mallit
- liittyvien tekniikkalajien mallit
- sillan inframalli
- yhdistelmämalli.

Siltasuunnitteluvaiheessa mallien käyttötarkoituksia ovat:

- sillan sovittaminen ympäristöön ja olemassa oleviin rakenteisiin
- määrä- ja kustannuslaskenta
- väylähankkeen lupaprosessien läpivienti.

4.3.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus

Tässä kohdassa on kuvattu sillan inframallin geometriset ja tietosisällölliset vaatimukset. Jaottelu rakenneosaryhmiin on tehty Taitorakennerekisterin mukaan.

Sillasta tehty inframalli sisältää yhden siltapaikan, ellei toisin sovita.

Perustiedot

Hanke-, kohde ja suunnittelijatiedot tulee esittää mallissa.

Rakenneosien tietosisältö

Rakenneosilla tulee olla tieto materiaalista (betoni, teräs, puu jne.)

Raudoitus

Raudoituksesta lisätään määrätieto rakennusosille (raudoitus-kg/betoni-m³).

Jänteet

Jänteistä lisätään määrätieto rakennusosille (raudoitus-kg/betoni-m³).

Immateriaalitiedot

Mallinnetaan liikennetekniset mitat, aukkovaatimukset, väylien mittalinjat, tukilinjat ja pääpisteet.

Maalaus ja suojaus

Lisätään tiedot rakenneosille attribuuttitietona.

Alusrakenne

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Päällysrakenne

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Pintarakenne

Mallinnetaan ylin pinta tai kokonaispaksuuden mukaan.

Varusteet ja laitteet

Mallinnetaan merkittävimmät varusteet (ks. liite 1).

Siltapaikan rakenteet

Mallinnetaan näkyviltä osin siltaan liittyvät maastorakenteet, kuten sillan etuluiskat ja keilat sekä siltaan liittyvät väylät ja niiden luiskat. Mallinnetaan myös merkittävimmät pinnan alle jäävät rakenteet (ks. liite 1).

Ei oletusrakenneosaryhmää

Ei ole vaatimusta.

4.4 Rakentamissuunnittelu

Rakentamissuunnitteluvaiheessa sillasta tehdään vaatimusten mukainen inframalli. Silta mallinnetaan kokonaisuudessaan vaatimusten mukaisesti. Sillan mallin tulee olla mittatarkka. Rakentamissuunnitteluvaiheessa laaditaan tilaajalle sillan inframalli ja siirtomalli. Riippuen hankkeesta ja hankemuodosta voi edellä mainittujen mallien lisäksi olla tarvetta jalostaa toteutusta varten myös muita malleja, kuten konepajamalli, raudoitemalli ja mittausmalli. Muiden mallien sisältöä on avattu kohdassa 7 Inframallien hyödyntäminen, ja näiden mallien tarpeellisuus tulee arvioida hankekohtaisesti.

Jokaisesta siltapaikasta laaditaan liitteen 3 mukainen tietomalliselostus. Mikäli siltapaikalla on useampi kuin yksi silta, erotellaan niiden tiedot selostuksessa tai tehdään kaikista kohteista erilliset selostukset.

4.4.1 Tekniset ohjeet rakentamissuunnitteluvaiheeseen

Rakentamissuunnitteluvaiheessa laaditaan vähintään seuraavat mallit:

- nykytila-aineisto
- edellisen suunnitteluvaiheen mallit
- liittyvien tekniikkalajien mallit
- sillan inframalli
- sillan siirtomalli
- yhdistelmämalli.

Inframalleista voidaan tuottaa useita erityyppisiä hankkeiden läpivientiä tukevia malleja. Väylävirasto ei aseta näiden mallien tuottamiselle erillistä vaatimusta, vaan niiden tarve sovitaan hankekohtaisesti.

Rakentamissuunnitteluvaiheessa mallien käyttötarkoituksia ovat:

- sillan sovittaminen ympäristöön ja olemassa oleviin rakenteisiin
- määrä- ja kustannuslaskenta
- ylläpitomallin perustaminen Taitorakennerekisteriin
- sillan toteutus vaatimusten mukaisesti
 - sillan rakenneosien paikalleen mittaus
 - raudoitusten tilaaminen
 - teräsosien valmistus konepajalla.

4.4.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus

Tässä kohdassa on kuvattu sillan inframallin geometriset ja tietosisällölliset vaatimukset. Jaottelu rakenneosaryhmiin on tehty Taitorakennerekisterin mukaan.

Sillasta tehty inframalli sisältää yhden siltapaikan, ellei toisin sovita.

Perustiedot

Lisätään kaikki tiedot Taitorakennerekisterin vaatimusten mukaisesti.

Rakenneosien tietosisältö

Lisätään kaikki tiedot Taitorakennerekisterin vaatimusten mukaisesti.

Raudoitus

Mallinnetaan kokonaisuudessaan. Raudoituksille lisätään kaikki tieto Taitorakennerekisterin vaatimusten mukaisesti.

Raudoituksien mallintamisessa tulee huomioida lisäksi jatkoksien, suojaetäisyyksien ja työterästen vaatimat tilat ja raudoituksien keskinäinen yhteensovitus. Jatkospituudet tulee mallintaa, eli terästen pituuksien tulee olla todellisen tilanteen mukaisia ja jatkospituudet tulee olla mitattavissa mallista. Mikäli kaikkia teräksiä ei jatketa samassa poikkileikkauksessa, tulee tämä olla havaittavissa mallin raudoituksien geometriasta tai attribuuttitiedosta.

Jänteet

Jänteistä mallinnetaan suojaputket, jänneteräokset, jännemenetelmän mukainen liisäraudoitus ja ankkurikappaleet. Mallista tulee ilmetä jännittämismenetelmä, jännetyyppi, punosten lukumäärä ja injektointilaastin laatu.

Jänteet ja suojaputket mallinnetaan jänteen painopisteeseen. Suojaputken todellinen sijainti suhteessa jänneraudoitukseen määräytyy valitun jännemenetelmän perusteella, ja tämä epäkeskisyys voidaan ottaa mallissa huomioon. Mallista tulee tällöin ilmetä epäkeskisyyden suuruus. Jänteille lisätään kaikki tieto Taitorakennerekisterin vaatimusten mukaisesti.

Immateriaalitiedot

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Maalaus ja suojaus

Lisätään tiedot rakenneosille attribuuttitietona.

Alusrakenne

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Päällysrakenne

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Pintarakenne

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Varusteet ja laitteet

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Siltapaikan rakenteet

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

Ei oletusrakenneosaryhmää

Mallinnetaan kokonaisuudessaan.

4.5 Korjaussuunnittelu

Sillan korjaus- tai muutostyö voi tarkoittaa ylläpitokorjausta, peruskorjausta, perusparannusta tai uusimista. Korjaussuunnitelman mallinnustaso määräytyy näiden korjaustoimenpiteiden sekä siltapaikan vaatimusluokan mukaan. Vaatimusluokat ovat rajattu siten, että vaatimusluokka 1 kattaa väyläverkoston kannalta merkittävimmät rakenteet. Loput rakenteet sijoitetaan vaatimuksiltaan alhaisempaan vaatimusluokkaan 2.

Korjaussuunnitelman vaatimusluokkien jaottelu sekä korjaustoimenpidekohtaiset mallinnusvaatimukset on esitetty seuraavassa taulukossa. Uudissuunnitelmasta poiketen korjaussuunnitelman inframallille on usein ominaista olemassa olevien rakenteiden geometriatiedon tuottaminen geometriamallin muodossa. Geometriamallin määritelmä sekä tarkentavat mallinnusvaatimukset on käsitelty myöhemänä tässä luvussa.

Sillan korjaushankkeet muodostuvat yleensä yhden tai useamman sillan kokonaisuuksista, joille on ominaista, että kohteet sijaitsevat maastossa erillään toisistaan ja ovat erillisiä kokonaisuuksia. Tämän vuoksi on yleensä tarpeen laatia jokaiselta siltapaikalta oma lähtötietoaineisto. Hanke voi sisältää korjaustoimenpiteiltään ja sen myötä myös mallinnusvaatimuksiltaan erilaisia siltoja.

Taulukko 2. Korjaussuunnittelun mallinnusvaatimukset.

	Vaatusluokka 1	Vaatusluokka 2
Luokittelukriteerit	• Tiesillat* ◦ JM > 10 m, ◦ tiesilta KVL > 12 000 ja ◦ valmistumisvuosi > 1980 • Rautatiesillat* ◦ JM > 5 m ja ◦ sillan ylittää useampi kuin 1 raide • Maanteiden ja rautateiden pääväylät • Kevyen liikenteen sillat ◦ siltapaikkaluokassa 1	Muut väylät ja pienemmät jännemitat
Peruskorjaus	Rakenteista tuotetaan geometriamalli.	Ei vaatimuksia
Perusparannus		
Vahventaminen	Poikkileikkauksen pienimuotoiset muutokset tai liimausvahventamiset eivät edellytä mallintamista. Ulkoisissa vahventamisrakenteissa noudatetaan uusien rakenteiden mallinnusvaatimuksia. Olemassa olevista rakenteista tuotetaan geometriamalli.	Ei vaatimuksia
Leventäminen	Sillan levennysosan ollessa yli 1 m noudatetaan uusien siltojen mallinnusvaatimuksia. Levennettävä rakenne mallinnetaan levennykseen liittyviltä osin mukaan lukien tartunnat ja purkurajat. Muista sillan osista tuotetaan geometriamalli.	Sillan levennyksen tukeutuessa omiin perustuksiin, noudatetaan levennysosalla uudisrakentamisen mallinnusvaatimuksia. Tällöin muista sillan osista tuotetaan geometriamalli.
Uusiminen	Noudatetaan uusien siltojen mallinnusvaatimuksia	Noudatetaan uusien siltojen mallinnusvaatimuksia
Ylläpitokorjaus	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia

*) Kaikkien ehtojen on täyttyävä.

Sillan eri korjaustoimenpiteiden jaottelu on esitetty Väyläviraston ohjeessa *Taitorakenteiden tiedon käsittely*, luku 5.1 Siirtomallin vaatimukset.

Siltaan kohdistuvat pienimuotoiset korjaukset eivät edellytä tietomallintamista.

4.5.1 Sillan geometriamalli

Sillan geometriamalli sisältää siltapaikan keskeiset rakenteet tilavuus- tai pintamallina. Tämä malli toimii lähtötietona sillan korjaussuunnitelmalle sekä tarjoaa tietoa sillan geometriasta ja siltapaikasta tuleviin elinkaaren vaiheisiin.

Geometriamalli tallennetaan Taitorakennerekisteriin oheisaineistona eikä sisälly luvun 5 Luovutettava aineisto mukaisiin vaatimuksiin.

Sillan geometriamallissa silta, siltapaikan varusteet, ympäröivä maasto ja siltapaikalle johtava väylä kartoitetaan riittävän laajasti. Geometriamallin tulee perustua mittauksiin, kuten rakenneosien nurkkapisteisiin, poikkileikkausten taiteviivoihin, laserkeilaukseen tai fotogrammetriseen mittaukseen.

Sillan rakenteiden taiteviivoja ja pintoja voidaan muodostaa mittapisteiden tai kartoitusten avulla mallinnustarkkuuden rajoissa. Niissä geometriamallin sallittu tarkkuuspoikkeama tehdyistä mittauksista on ± 20 mm ja formaatti on IFC tai 3D dwg.

Erityisesti kaarevissa rakenneosissa tulee mittapisteiden väli määrittää siten, ettei pisteiden avulla muodostettu viiva tai pinta ylitä sille annettua mittatoleranssia. Suorissa pinnoissa saattaa pinnan mallintamiseen riittää nurkkapisteiden kartoittaminen, mutta kaarevat pinnat edellyttävät tiheämpää pisteverkkoa mittatoleransseissa pysymiseksi.

Geometriamalli täydentyy rakennustöiden aikana, sillä esimerkiksi päällysteen purkamisen tai maarakenteiden kaivun myötä voidaan päästä käsiksi ennen töiden aloittamista piilossa oleviin rakenteisiin. Erityisesti päällysrakenteen yläpinnan mitaaminen on tärkeää.

Mikäli korjaushankkeessa suoritetaan pohjatutkimuksia esimerkiksi rakenteen muuttuvan kuormitustason vuoksi, myös maaperätiedot sisällytetään malliin.

Siltojen korjauskohteisiin liittyy runsaasti piilossa olevia rakenteita, minkä vuoksi maastomalli koostuu yleensä maaston ja rakenteiden näkyvistä osista mitatusta tiedosta. Sen vuoksi on yleensä järkevintä, että kohteen korjaussuunnitelman laatija tekee suunnittelun yhteydessä tilavuusobjektit vanhasta rakenteesta käyttäen apuna kohteen vanhoja suunnitelmia.

Vedenalaisten rakenteiden osalta on mahdollista selvittää luotaamalla ja sukellustarkastuksilla rakenteiden muotoa ja vaurioitumisastetta.

Siltapaikalle johtavaa tietä on hyvä kartoittaa vähintään 100 m molempiin suuntiin. Mikäli tien taseus tai kallistus sillan kohdalla muuttuu korjauksen yhteydessä, määrää on syytä kasvattaa. Ympäröivää maastoa kannattaa kartoittaa vähintään 5 m ojan vastapenkalta ulospäin.

Sillan geometriamalli on mittausten avulla muodostettu, luokiteltu ja dokumentoitu kokonaisuus. Mitattujen rakenteiden tarkkuus ja luokittelut sekä tietomallia tukeva muu aineisto raportoidaan tietomalliselostukseen.

4.5.2 Korjaussuunnitelman tietomalliselostus

Jokaisesta siltapaikasta laaditaan liitteen 3 mukainen tietomalliselostus. Mikäli siltapaikalla on useampi silta, erotellaan niiden tiedot selostuksessa tai tehdään kaikista kohteista erilliset selostukset.

Korjaussuunnitelma sisältää usein aineistoa, jota ei ole tarkoituksenmukaista esittää mallissa. Näitä ovat esimerkiksi rakennedetailit ja selosteet. Korjaussuunnitelman tietomalliselostuksessa tulee esittää, missä aineistossa tietomallia täydentävät tiedot on esitetty ja mikä on tietomallissa esitetyn aineiston tarkkuustaso.

4.5.3 Tekniset ohjeet korjaussuunnitteluvaiheeseen

Tekniset ohjeet määräytyvät sillan vaatimusluokan mukaan. Uudisrakentamisen tietomallinnusvaatimuksia sovellettaessa noudatetaan luvun 4.4 Rakentamissuunnittelu vaatimuksia.

Korjaussuunnitteluvaiheessa mallien käyttötarkoituksia ovat:

- sillan sovittaminen ympäristöön ja olemassa oleviin rakenteisiin
- määrä- ja kustannuslaskenta
- ylläpitomallin perustaminen Taitorakennerekisteriin
- toteumatietojen taltiointi Taitorakennerekisteriin
- sillan toteutus vaatimusten mukaisesti
 - sillan rakenneosien paikalleen mittausta ja korjauksen rajojen määrittäminen
 - raudoitusten tilaaminen
 - teräsosien valmistus konepajalla
- korjauksen vaiheistaminen ja tilantarpeen havainnointi.

4.5.4 Rakenneosat ja niiden tarkkuus

Korjaussuunnitteluvaiheen geometriset ja tietosisällölliset vaatimukset ovat rakentamissuunnitteluvaiheen kohdan 4.4.2 Rakenneosat ja niiden tarkkuus mukaisia. Säilytettävät, korjattavat ja uusittavat rakenneosat mallinnetaan omille luokilleen ja erotellaan kohteen tietomalliselostuksessa. Ohessa on annettu tarkennuksia mallintamiselle.

Korjaustoimenpiteet, joille sovelletaan uusien siltojen mallinnusvaatimuksia

Korjaussuunnitelman osana olevista rakenteista, joissa noudatetaan uudisrakentamisen mallinnusvaatimuksia, laaditaan kohdan 4.4 Rakentamissuunnittelu mukainen inframalli.

Säilytettävät rakenteet

Mallinnetaan tilavuusmalleina kohdan 4.3 Siltasuunnittelu mukaisella tarkkuudella.

Tartuntaterästen reiät mallinnetaan todellisen kokoisina vanhaan rakenteeseen. Vanhasta rakenteesta uuteen rakenteeseen toimiviksi jäävät teräkset mallinnetaan.

Purettavat rakenteet

Purettavat rakenteet mallinnetaan sillä tarkkuudella, että mallista saadaan selville suunnitellut purkamisen määrät. Arvioidut rakenneosien purkurajat mallinnetaan, kuten suunnitellut betonin piikkausrajat sekä purettavat varusteet ja laitteet. Purettavat rakenteet mallinnetaan omille luokilleen, ja luokittelu tulee esittää tietomalliselostuksessa. Mallinnetut purettavat rakenteet toimitetaan erillisenä osana tietomalliaineistoa.

Väylän geometriamuutokset

Mikäli väylän taseaus muuttuu vanhaan nähden eikä kohteeseen liity väyläsuunnittelua, esitetään mallissa uuden tasauksen sovitus olemassa olevaan tien tasaukseen.

Siltaan kuulumattomat siltapaikan varusteet ja laitteet

Korjauskohteeseen liittyvät tiekaiteet ja muut siltapaikan rakennusosat mallinnetaan sillä tarkkuudella, että niiden sijainti ja tyyppi selviävät mallista.

Työnaikainen tilan tarve

Tarvittava työnaikainen tilan tarve mallinnetaan (esim. telineiden aukkovaatimus, siirrettävän sillan rakentamisen vaatima tila).

Pienet korjaukset, paikkaukset ja injektioinnit

Korjauskohteiden vanhoihin säilytettäviin rakenneosiin liittyy yleensä erilaisia pienimuotoisempia korjaustoimenpiteitä, kuten esimerkiksi laastipaikkauksia, pintakäsittelyjä ja halkeamien injektointia. Korjaustoimenpide ja sen määräarvio kirjataan päärakenneosalle, tai korjaus mallinnetaan tilavuusobjektina päärakenneosan pintaan/päälle.

Vaativuudesta poikkeaminen

Korjauskohteiden mallintamiseen voidaan tilaajan tietoisella päätöksellä antaa hankekohtaisesti tästä luvusta poikkeavia vaatimuksia. Tällöin tulee erikseen määrittää, mitä aineistoa luovutetaan ja mikä on sen tarkkuustaso. Erityisesti merkittävissä siltakohteissa tulee korjaustoimenpiteiden mallinnustaso määrittää erikseen.

4.6 Lupaprosessit

4.6.1 Vesilain mukainen käsittely

Vesilain mukaista käsittelyä varten inframallissa tulee esittää silta ja siltapaikka vesistötietoineen. Mallintamisen tarkkuustason vaatimukset ovat kohdan 4.3 Siltasuunnittelu mukaisia seuraavilla tarkennuksilla.

Immateriaalitiedot

Aukkovaatimukset tarvittaessa myös HW:n tasolla, veden virtaussuunta.

Siltapaikan rakenteet

Vedenpinnan korkeudet (HW, MW, NW ja tutkimuspäivän W sekä tarvittaessa purjehdus- ja uittokauden HW ja NW), suunniteltu uoman perkaus, maalajit, maakerostumien rajat, kalliopinta.

4.7 Tarkennukset siltojen inframallien mallinnusvaatimuksiin

4.7.1 Geometrian muoto sillan inframallissa

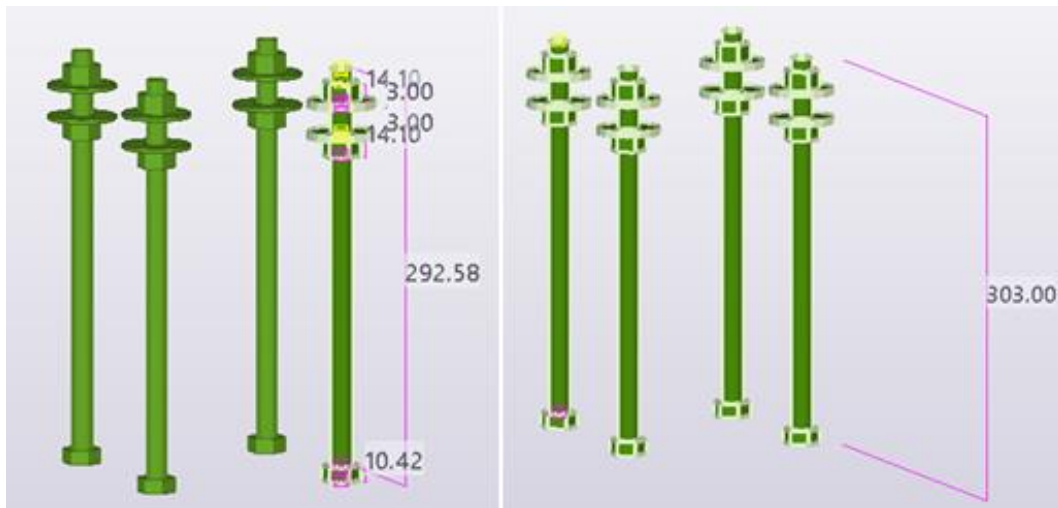
Inframalli mallinnetaan ns. "lopputilanteen" mukaiseen geometriaan, jossa kaikki mittatiedot ja esimerkiksi laakeriennakot perustuvat +10 °C lämpötilaan. Näin valmiiden rakenteiden mitat voidaan tarkistaa inframallia vertailukohtana käyttäen. Erilaiset rakenneosien valmistukseen ja sillan rakentamistöiden ohjaukseen tarvittavat esikohotukset ja muut ennakkoinnit ovat sillan inframallista poikkeavia toteutusmalleja, joilla ei voida korvata inframallin osia. Betonisiltojen osalta esikohotukset voidaan myös esittää suunnitelmaa täydentävissä dokumenteissa. Avattavat sillat esitetään kiinni- ja auki-asennoissa.

4.7.2 Geometrinen mallinnustarkkuus sillan inframallissa

Mallien geometrinen sisältö jaetaan yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi Taitorakennerekisterin mukaan. Siltapaikan objektit tulee mallintaa tai yhdistää yhdeksi osaksi. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että sillan kannen tulee jatkua yhtenäisenä osatasolla koko sillan pituudella – osien yhdistäminen kokoonpanotasolla ei riitä. Ylläpito asettaa lisävaatimuksia kokoonpanojen/valukokonaisuuksien jakamiselle osiin. Esimerkkinä palkkisillat, joissa palkit, laatat ja reunaulokkeet mallinnetaan jatkossa omina kokonaisuuksinaan Taitorakennerekisterin erottelun mukaisesti. Varusteet ja laitteet mallinnetaan Taitorakennerekisterin mukaisella tarkkuudella; esimerkiksi pulttiryhmän tulee olla yksi yhtenäinen osa (kuva 11). Sama vaatimus mallinnustarkkuudelle koskee myös muita tyyppipiirustuksiin perustuvia rakenteita, kuten kuivatuslaitteita. Yhtenäisyyttä vaaditaan lisäksi siltapaikan ympäristön kolmioitavilta tasomaisilta objekteilta. Osa- ja kokoonpanotasot IFC-formaatissa on esitetty kappaleessa 5.1.3.1 Kokoonpano.

Inframallien geometrinen tarkkuus on keskeisin kehityskohde mallipohjaisen hankeprosessin parantamiseksi. Se tekee mallien tarkastamisesta sujuvampaa. Määrälaskenta helpottuu, kun jokainen rakenneosa on oma kokonaisuutensa Taitorakennerekisterin mukaisesti. Mallien käyttäminen työmaaolosuhteissa paranee, kun niiden sisältö on karsittu tarkoituksenmukaiseen minimiin. Tässä voidaan noudattaa seuraavaa periaatetta: mitä vähemmän erillisiä osia malli sisältää, sitä parempi on sen käytettävyys. Oikea geometrinen mallinnustarkkuus on myös toistaiseksi edellytys kohteen tietokannan (geometria + tietosisältö) muodostamiselle Taitorakennerekisteriin automatisoidusti rajapinnan kautta.

Tyyppipiirustuksiin perustuvilta rakenneosilta ei tarvita jokaista yksittäistä osaa mallinnettuina omalla tietosisällöllään, koska niiden valmistus tehdään piirustusten mukaisesti. Geometrinen tarkkuus on riittävä, kun osa saadaan geometrian kautta asennettua paikalleen ja sen yhteensovituksessa muihin rakenteisiin on nähtävissä mahdolliset ongelmakohdat, esimerkiksi kuivatuslaitteiden yhteensovitus raudoituksiin. Sama tarkkuus riittää myös ylläpitoon, jossa vaurio kirjataan pulttiryhmälle, ei yksittäiselle pultille, mutterille tai aluslevylle. Pulttiryhmän osat yhdistetään yhdeksi geometriaksi tai mallinnetaan yhtenä kappaleena.



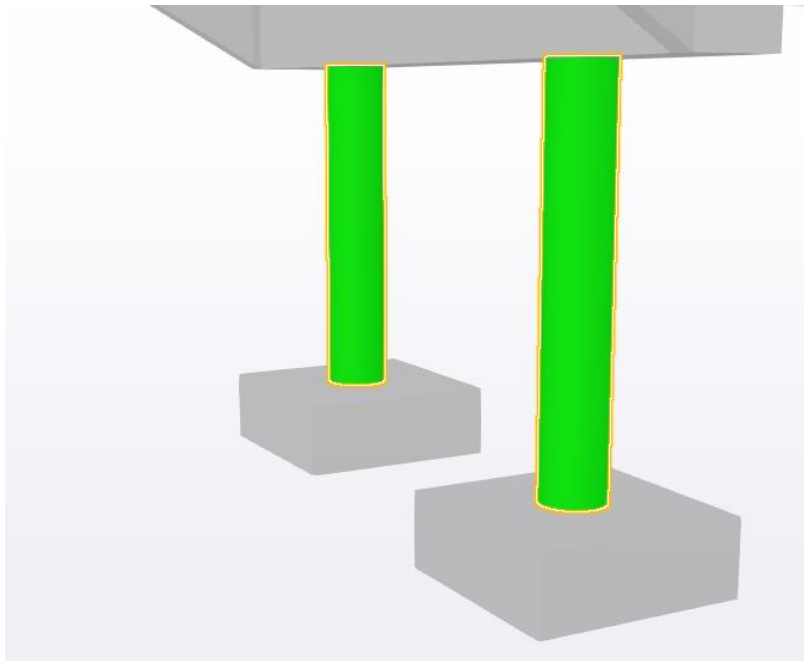
Kuva 11. Pulttiryhmän vanha ja uusi tarkkuus.

4.7.3 Immateriaalisen tiedon mallintaminen

Sillan suunnitteluun liittyvä immateriaalinen tieto tulee mallintaa seuraavilta osin. Kunkin käytetyn objektin muoto, mitat, numerointi ja nimeäminen tulee ilmoittaa tietomalliselostuksessa.

Valuysiköt ja työsaumat

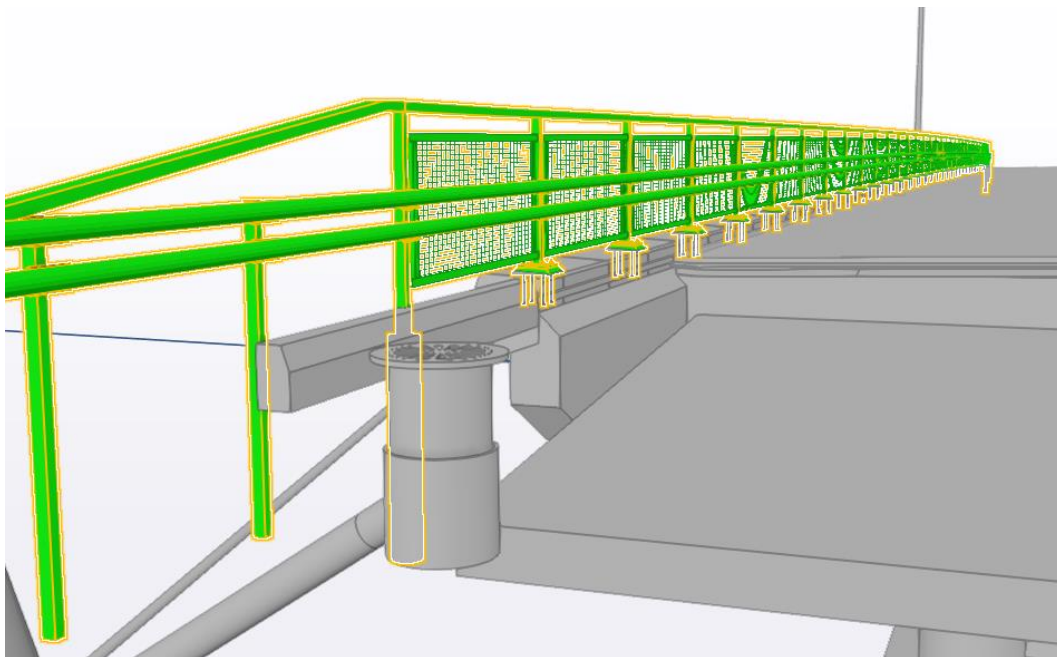
Betonivalut jaetaan todellisiin valuysikköihin ja työsaumat mallinnetaan.



Kuva 12. Pilareiden valukokonaisuus.

Lohkot ja asennuskokonaisuudet

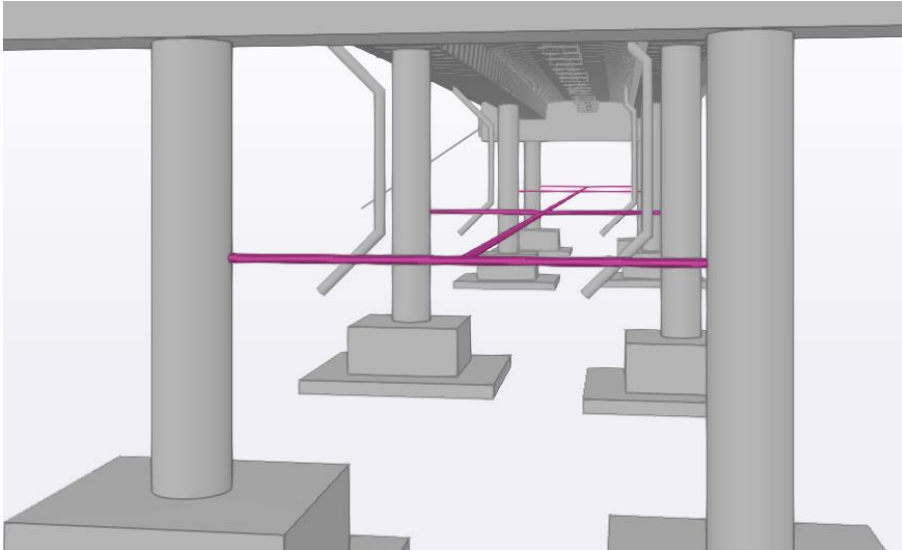
Teräs- ja puurakenteet jaetaan valmistus- ja asennuskokonaisuuksiin.



Kuva 13. Kaiteen asennuskokonaisuus.

Hyödyllinen leveys ja jännemitat

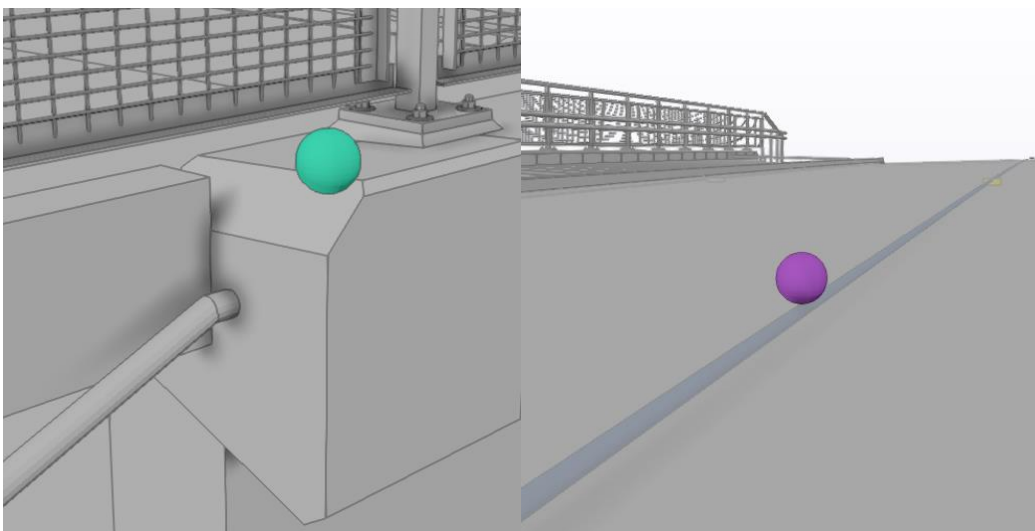
Hyödyllinen leveys ja sillan jännemitat mallinnetaan siltaan mittaviivoina, johon on liitetty vaatimusten mukainen mitta. Tiedot voidaan mallintaa myös objektina kai-
teiden/tukilinjojen väliin, jolloin objektin pituuden itseisarvo kertoo mitan.



Kuva 14. Jännemitat.

Sillan pääpisteet ja risteyskohta/keskikohta

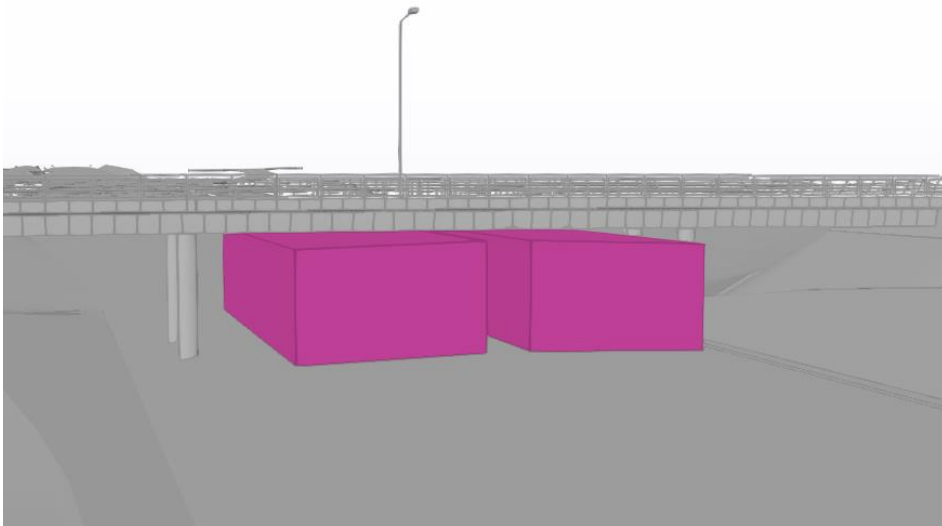
Sillan pääpisteet mallinnetaan jokaisen tukilinjjan ja reunapalkin todellisen sisäreunan leikkauspisteeseen reunapalkin yläreunan korkoon sekä siipimuurien ulkonurkkiin. Sillan risteyskohta/keskikohta mallinnetaan sillan ylittävän väylän tasausviivan korkoon.



Kuva 15. Pääpiste ja risteyskohta.

Aukkovaatimukset ja aukean tilan ulottuma (ATU)

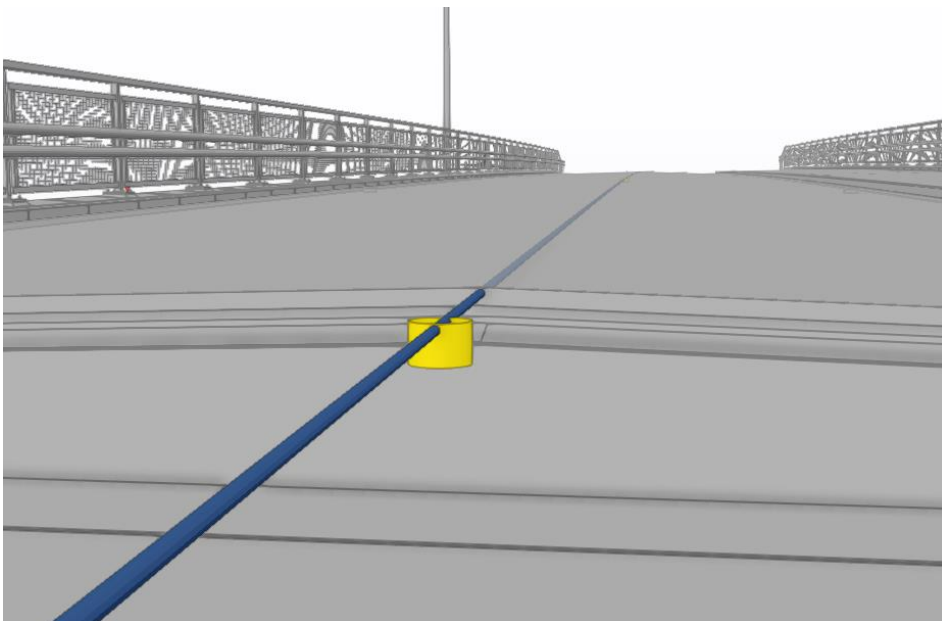
Sillan aukkovaatimukset ja rautatiesiltojen aukean tilan ulottumat mallinnetaan objekteina, jotka rajaavat kriittisimmässä kohdassa vaaditut tilan.



Kuva 16. Aukkovaatimukset.

Väylien tasaus-/korkeusviivat ja paalu-/kilometrilukemat

Sillan ylittävän ja alittavan väylän tasausviivat mallinnetaan viivamaisilla objekteilla tasapaaluittain. Lisäksi tasakymmen tai tasakaksikymmen paalut mallinnetaan erillisellä objektilla, jonka attribuuteissa on määritelty ko. pisteen sijaintitieto väylällä (paalulukema, kilometrilukema).



Kuva 17. Ylittävän tien tasausviiva ja paalulukemat.

Keski- ja tukilinjat

Sillan rakenteen keskilinjan ja tukilinjojen leikkauspisteiden linja sekä tukilinjat mallinnetaan immateriaalisina objekteina. Keskilinjat mallinnetaan pintarakenteen määräävän tasausviivan koron mukaan. Tukilinjat mallinnetaan reunapalkin ulko-reunojen ja tukilinjojen leikkauspisteeseen.

Keski- ja tukilinjojen tietoja hyödynnetään Taitorakennerekisterissä, kun kohteelle muodostetaan geometria karttapohjaan. Sijainti- ja geometriatietojen lukuominaisuus, jolla rakenteen geometria tiedot voidaan lukea ja tallentaa suoraan osaksi ylläpitomallia, lisätään Taitorakennerekisteriin myöhemmässä vaiheessa.



Kuva 18. Keski- ja tukilinjat Taitorakennerekisterissä.

Rakenteiden tunkkauskohdat

Tunkkauskohdat mallinnetaan tilanvarausobjekteina. Objekteilla näytetään, mistä kohdasta tunkkaus voidaan tehdä.

4.7.4 Rakenneosien hierarkia ja sijainti

Sillan inframallin rakenneosille lisätään hierarkia- ja sijaintitieto Taitorakennerekisterin mukaisesti. Hierarkiatiedon lisäämisen edellytys on, että inframallien objektien geometriat ovat kohdan 4.7.2 Geometrinen mallinnustarkkuus sillan inframallissa mukaisia. Lopullinen hierarkkinen malli koostuu kokoonpano- ja osatasoista. Molemmille tasoille lisätään tietoa Taitorakennerekisterin mukaisesti. Kokoonpanotasot sisältävät sekä hierarkiatiedon että sijaintitiedon. Hierarkiatieto liitetään osiin kokoonpanojen tekemisen kautta, sijaintitieto lisätään attribuuttitietona.

Hierarkian lisäämisen vaiheistus on seuraava:

1. Mallinnetaan geometriat osatasolla ja lisätään niille vaadittava tietosisältö.
2. Yhdistetään mallinnusobjektit kokoonpanotasolla hierarkkiseen järjestykseen.
3. Lisätään kokoonpanotasolle sijaintitieto (esim. 1-4 ja V) sekä tietosisältö.

Hierarkiatiedon lisääminen onnistuu käytännössä jaottelemalla mallinnusobjektit ”kokoonpanotasolla” (assembly) hierarkkiseen järjestykseen, jolloin kaikki mallin objektit ovat toistensa ali- tai rinnakkaiskokoonpanoja. Taitorakennerekisteristä löytyvät SIL-1000-sarjan kohteet toimivat esimerkkeinä. Esimerkiksi Bul-tyyppi-ssä sillassa kansilaatan alemmalla hierarkiatasolla ovat laatta, reunapalkit, päätypalkit sekä siipimuurit. Kansilaatta itsessään kuuluu päällysrakenteen alemmalle hierarkiatasolle. Rakenneosien välisellä hierarkialla selkeytetään mallien käyttöä, luodaan osien välille sidosteisuutta sekä mahdollistetaan niiden siirtäminen automatisoidusti Taitorakennerekisterin tietokantaan. Tilanteissa, joissa hierarkiaa ei pystytä yksistään mallin rakenneosilla tekemään, lisätään malliin immateriaalisia objekteja kuvaamaan hierarkiatasoja. Taitorakennerekisteriin siirtoon soveltuvaa hierarkista inframallia kutsutaan nimellä siirtomalli. Kuvassa 19 on esitetty siirtomallin mukainen hierarkia Taitorakennerekisterissä.

Päällysrakenne		
Kansilaatta (Bul) 1-4 V/O (C)	Päällysrakenne 23 * 11,8 m Pääkannattaja	
Laatta 1-4 V/O (C)	Päällysrakenne 23 * 7,8 * 0,9 m Betoni	
Reunauloke 1-4 V (C)	Päällysrakenne Leveys: 1.55 m Betoni	
Reunauloke 1-4 O (C)	Päällysrakenne Leveys: 1.55 m Betoni	
Reunapalkki (Korkea) 1-4 V (B)	Reunapalkit 32,61 * 0,45 * 0,45 m Betoni Impregnointi	
Reunapalkki (Korkea) 1-4 O (B)	Reunapalkit 32,61 * 0,45 * 0,45 m Betoni Impregnointi	
Päätypalkki 1 V/O (A1)	Päätyrakenteet Pituus: 11.41 m Korkeus: 3.08 m Betoni	
Päätypalkki 4 V/O (A1)	Päätyrakenteet Pituus: 11.41 m Korkeus: 3.08 m Betoni	
Siipimuuri 1 V (A1)	Päätyrakenteet Pituus: 4.18 m Korkeus: 2.55 m Betoni	
Siipimuuri 1 O (A1)	Päätyrakenteet Pituus: 4.21 m Korkeus: 2.6 m Betoni	
Siipimuuri 4 V (A1)	Päätyrakenteet Pituus: 3.8 m Korkeus: 2.54 m Betoni	
Siipimuuri 4 O (A1)	Päätyrakenteet Pituus: 3.79 m Korkeus: 2.57 m Betoni	

Kuva 19. Hierarkian esittäminen Taitorakennerekisterissä.

4.7.5 Sillan sijainti koordinaatistossa

Sillan inframallin tulee sijaita hankkeen virallisessa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä. Mallinnusohjelmistot voivat asettaa vaatimuksia paikalliskoordinaatiston käytölle natiivimallissa, IFC-muotoisen inframallin tulee kuitenkin aina sijaita globaalissa koordinaatistossa. Paikalliskoordinaatistosta lisätään maininta kohteen tietomalliselostukseen.

4.7.6 Mittayksiköt

Yleinen käytäntö on, että väylämallien mittayksikkönä on metri ja siltamallien mittayksikkönä on millimetri. Yhdistelmämallia laatiessa tulee käytettävä mittayksikkö sopia huomioiden eri ohjelmistojen erilaiset mittakaavat ja tiedostojen siirto-ominaisuudet. Yhdistelmämallissa tulee myös tarkkaan ilmetä, mitkä osat kuuluvat mihinkin tekniikkalajiin.

Mallinnusobjektien yksiköiden tulee tallentua niiden mukana. Mikäli mallinnusobjektille annetaan kuitenkin attribuuttitietona tekstimuotoinen mitta, tulee sen olla Taitorakennekisterin mukainen.

Käytännössä yksiköt tulostuvat mallinnusobjekteihin oletuksena oikein, kun käytetään yleisesti käytössä olevia avoimen tiedonsiirron standardeja.

4.8 Rakenneosien ominaisuudet

Taitorakennekisteriin on laadittu osio, jota käytetään siltojen inframalliohjeen rakenneosakohtaisten ominaisuustietovaatimusten sekä rakenneosien välisen hierarkian tarkasteluun. Työkalu on laadittu Taitorakennekisteriin, jotta ominaisuustietovaatimusten sekä päivitettyjen hierarkiarakenteiden päivittämiseen ei vaadita ohjeen päivittämistä.

Rakenneosatyypin ylläpito -työkaluun on laadittu Inframalliohje-näkymä alla olevan kuvan mukaisesti. Näkymästä saadaan näkyviin inframalliohjeen vaatimukset siltojen inframalleille. Siltasuunnittelijan tulee aina hankkeen alussa tarkastaa uusin versio ominaisuusvaatimuksille. Standardikuvauksissa esitetään rakenteen hierarkia ja vaaditut ominaisuustiedot sekä näiden sallitut arvot.

Rakenneosatyypin ylläpito -työkalua kehitetään koko ajan. Ensi sijassa työkaluun laaditaan päivitetty standardikuvaukset olemassa olevin SIL-standardikuvausten perusteella yleisimmille siltatyypeille ja näiden sisältämien rakenneosien ominaisuustiedoille.

Rakenneosille vaadittavat ominaisuustiedot löytyvät Taitorakennekisterin Rakenneosatyypin ylläpito -työkalusta.



Kuva 20. Inframalliohje-näkymän sijainti Taitorakennekisterissä.

The screenshot shows the 'Rakenneosatyypin ylläpito' (Structure Type Maintenance) application. The interface is in Finnish. The top navigation bar includes 'inttest', 'Työpöytä', 'Pikalinkit', 'Ylläpito', and 'Tarkenna ilmoitusta'. The left sidebar has a 'Ylläpito' section with a list of structure types: 'Rakenneosatyypin ylläpito', 'Kaikki ominaisuudet', 'Hyväksymättömät ominaisuudet', 'Rautatierumpu', 'Laituri', 'Melueste', 'Tunneli', 'Tukimuuri', 'Paalulaatta', 'Kallioleikkaus', 'Merimerkki', 'Silta', and 'Sulut'. The 'Inframalliohje' section is expanded, showing 'Silta' as the selected item. The main content area is titled 'Rakenneosatyypin ylläpito' and shows a list of structure types under the heading 'Inframalliohje 2019 / kaikki rakenneosatyypit'. The list includes items like 'Alustavali', 'Etuluiska', 'Hulevesiputki', 'Kaapelikaivo', 'Kaidepylväs', 'Kansilaatta', 'Keila', 'Kiinnityslevy', 'Kulutuserros', 'Laatta', 'Peruslaatta', 'Pilari', 'Pulttikinnitys', 'Päälysrakenteen suojarakenne', 'Päälyste', 'Päätypalkki', 'Päätyviiste', and 'Reunapalkki'. Some items are marked as 'Kokoonpanon osa' (Assembly part). The top of the interface has a navigation bar with 'inttest', 'Työpöytä', 'Pikalinkit', 'Ylläpito', and 'Tarkenna ilmoitusta'.

Kuva 21. Rakenneosatyypin ylläpito -työkalu, Inframalliohje-näkymä.

S-4046 Laatta

MATERIAALI ON TERAS, ALUMIINI, KUPARI, BETONITERAS TAI JANNETERAS

Massa
Dimensio, yksi arvo
| kg

MATERIAALI ON TERAS

Materiaalitarkenne
Koodiston arvo
| [31 arvoa](#) ^

Korkeus
Dimensio, yksi arvo
| m

Leveys
Dimensio, yksi arvo
| m

Näkyvän pinnan tyyppi
Useampi koodiston arvo
| [17 arvoa](#) ^

Pinta-ala
Dimensio, yksi arvo
| m²

Pituus
Dimensio, yksi arvo
| m

Poikkileikkauksen pinta-ala
Dimensio, yksi arvo
| m²

Sijainti pituussuunnassa
Suhteellinen sijainti

Sijainti poikkisuunnassa
Suhteellinen sijainti

Kuva 22. Esimerkkirakenteen vaaditut ominaisuudet.

4.9 Täydentävä tieto

Tässä kappaleessa on esitetty vaatimuksia, joita Väylävirasto ei edellytä siltojen inframalleissa. Täydentävän tiedon huomioiminen on kuitenkin suositeltavaa.

4.9.1 Osien sijaintikoodit

Ohjelmistosta riippumatta osien numeroinnin päätasoina voidaan käyttää Väyläviraston *Sillan määräluettelo* -ohjeeseen pohjautuvia sijaintikoodeja:

000	Koko silta
100	Maatuki 1 / Päätytuki 1
200	Maatuki 2 / Päätytuki 2
110/210	Kehän peruslaatat
310–390	Välituet

400	Päällysrakenne
500	Päällysrakenteen kaariosa
600	Varusteet ja laitteet
900	Muut siltapaikan rakennusosat

Immateriaalinen tieto ja referenssimallit, jotka eivät sovi *Sillan määrälaskenta* -ohjeen mukaiseen sijaintikoodistoon, merkitään seuraavalla koodilla:

1000	Muu mallinnusteknillinen tieto
------	--------------------------------

Edellä mainittujen lisäksi voidaan käyttää lisäksi tarkentavia sijaintikoodeja (esim. 450 Pintarakenne, 1001 Referenssit). Saman hankkeen taitorakenteilla tulee olla yhdenmukaiset sijaintien nimet ja sijaintikoodit. Käytetyt nimeämis- ja numerointimenetelmät ilmoitetaan kohteen tietomalliselostuksessa. Tietomalliselostuksessa kirjataan käytetty nimeämis- ja numerointiohje siten, että mallin hyödyntäjät voivat suoraan sen avulla hakea haluttua tietoa mallista.

Taitorakennerekisterin pääosajaottelu poikkeaa *Sillan määrälaskenta* -ohjeesta, joten Väylävirasto ei tule jatkossa enää vaatimaan sitä taitorakenteiden inframalleissa. Osien numerointia voidaan kuitenkin yhä käyttää, ja tietyissä mallien käyttötapauksissa se voi olla jopa välttämättömyys. Osa mallintamisessa käytettävien ohjelmistojen ominaisuuksista voi olla rakennettu sijaintikoodien ympärille (määräluettelon tulostaminen suoraan mallista, mallin osien kopiointi toisesta natiivimallista, suodatustoiminnot jne.)

4.9.2 Osien luokittelu

Kaikille inframallin rakenneosille voidaan antaa oma luokittelunumero. Saman hankkeen taitorakenteet numeroidaan yhdenmukaisesti. Käytetyt luokittelut ilmoitetaan tietomalliselostuksessa.

Osien luokittelut muuttavat inframallin rakenneosien väriä ja parantavat näin mallien luettavuutta. Väylävirasto ei tule jatkossa enää vaatimaan osille luokittelua. Mallien käytettävyyden vuoksi on eri rakenneosat kuitenkin jatkossa syytä korostaa vielä eri väreillä.

4.9.3 Inventointisuunta

Suunniteltavien hankkeiden väylien numeroinnin kasvusuunta voi poiketa väyläverkoston kasvusuunnasta. Joissain tapauksissa väyläverkon tieosanumerointia ei ole rakennettavalle väylälle vielä edes määritetty. Väylävirasto ei aseta vaatimuksia siltojen inventointisuuntien kääntämiselle Taitorakennerekisteriin viemisen yhteydessä, mikäli suunta on eri hankkeilla ja muulla väyläverkostolla. Väyläviraston suositus kuitenkin on, että hankkeiden väylien paalutus katsottaisiin samaan suuntaan kasvavaksi kuin olemassa olevan tieverkoston tieosanumeroinnin kasvusuunta. Suosituksena myös on, että saman hankkeen siltakohteiden inventointisuunnat ovat yhteneväiset.

4.9.4 Rakenneosien suojaukset

Väylävirasto ei toistaiseksi aseta vaatimuksia rakenneosien suojauksien, kuten maanvastaisten kumibitumisivelyjen, mallintamiseen. Suojauksien mallintamisen etuna on tarkkojen määrätietojen saaminen ulos mallista. Mallinnetuilla suojauksilla saadaan osoitettua myös tarkemmin käsiteltävät pinnat kuin attribuuttitiedoilla. Suojauksien mallintamista tullaan uudelleen arvioimaan alan kehityksen myötä.

5 Luovutettava aineisto

5.1 Siirtomallin vaatimukset

Rakentamissuunnitteluvaiheessa laaditaan siirtomalli, joka tallennetaan Taitorakennerekisteriin IFC-formaatissa. Väylävirasto asettaa siirtomalleille vaatimuksia, jotta voidaan varmistua, että ne soveltuvat käytettäväksi Taitorakennerekisterissä.

On tärkeä ymmärtää, että vaatimukset asetetaan siirtomallille, ei natiivimallille. Hyvä mallinnuskäytäntö ja natiivimallin johdonmukaisuus ovat siirtomallin vaatimusten täyttymisen edellytys, mutta ne eivät automaattisesti takaa, että siirtomalli täyttää vaatimukset. Koska vaatimukset asetetaan siirtomallille, suunnittelija voi käyttää natiivimallin luomiseen omaa mallinnussovellustaan omien mallinnuskäytäntöjensä mukaisesti ja täyttää vaatimukset vasta siirtomallissa.

Siirtomallin vaatimukset koskevat ainoastaan siirtomallin tietosisältöä ja rakennetta, eivät suunnitteluratkaisua. Siirtomallin on oltava vaaditussa formaatissa, vaadittujen tietojen on oltava siirtomallissa vaaditussa paikassa ja arvojoukkojen on lisäksi oltava asetettujen sallittujen arvojen listojen mukaisia. Katso tarkemmat vaatimukset alta.

5.1.1 Siirtotiedostojen tietosisällön ja -rakenteen vaatimukset

Taitorakennerekisterin tehokas ja luotettava käyttö vaatii, että Taitorakennerekisteriin syötetty ja siellä ylläpidetty tieto on normalisoitua. Tämä näkyy siirtotiedoston vaatimuksissa erilaisina sallittujen arvojen joukkoina, jotka on määritelty Taitorakennerekisterissä. Sallittuja arvoja käytetään sekä rakenneosien nimeämisessä että ominaisuuksien arvojoukkoina. Vaatimus sisältää erilaisia ominaisuuksia, joilla on eri tietotyyppi.

Siirtomallin tulee sisältää seuraavat tiedot määritetyssä tietorakenteessa:

1 Vaadittu tiedostoformaatti	
Vaadittu tietosisältö	-
Vaadittu tietorakenne	Siirtomalli toimitetaan validina IFC2x3-skeeman mukaisena P21-tiedostona.

2 Vaadittu tietosisältö	
Vaadittu tietosisältö	Siirtomallin tulee kuvata totuudenmukaisesti sil- lan toteutunut rakenne. Siirtomallissa tulee olla kaikki suunnitelman kuvaamisen kannalta tar- peelliset rakennusosat Väyläviraston <i>Siltojen in- framalliohjeen</i> kohtien 4.4 Rakentamissuunnittelu, 4.7 Tarkennukset siltojen inframallien mallinnus- vaatimuksiin ja 4.8 Rakenneosien ominaisuudet

	mukaisesti. Siirtomallissa tulee olla ainoastaan suunnitelmaa kuvaavia rakennusosia.
Vaadittu tietorakenne	-

3 Siirtomallin nimeäminen

Vaadittu tietosisältö	Siirtomallin tiedosto tulee nimetä Väyläviraston määrittelemällä tavalla: "Suunnitelmanumero_sillan nimi_siltatyyppi".
Vaadittu tietorakenne	Esim. 99999_Siltamaan_YK.ifc

4 Siirtomallin koordinaatisto

Vaadittu tietosisältö	Siirtomallin sisältämien objektien tulee sijaita hankkeen virallisessa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä.
Vaadittu tietorakenne	-

5 Sillan yleistiedot

Vaadittu tietosisältö	Siirtomallissa tulee olla Taitorakennerekisterissä vaaditut yleistiedot.
Vaadittu tietorakenne	Ominaisuus: IfcProject --> Väylävirasto --> "Yleistieto 1,2..." (IfcIdentifier)

6 Siirtomallin jäsentely

Vaadittu tietosisältö	Siirtomallin kaikki rakennusosat tulee sijoittaa mallipuun hierarkiaan Taitorakennerekisterin Rakenneosatyyppien ylläpito -työkalun mukaisesti.
Vaadittu tietorakenne	Kokoonpano (kts. erillinen määrittely)

7 Rakenneosien nimeäminen

Vaadittu tietosisältö	Siirtomallin rakenneosilla tulee olla rakenneosan nimi. Rakenneosan nimenä tulee käyttää ainoastaan Taitorakennerekisterissä määriteltyjä arvoja. Nimistä ei saa käyttää synonyymejä eikä niitä saa lyhentää.
Vaadittu tietorakenne	Ominaisuus: IfcProduct --> Väylävirasto --> Rakenneosan nimi (IfcText tai IfcLabel tai IfcIdentifier)

8 Rakenneosien tietosisältö

Vaadittu tietosisältö	Siirtomallin rakenneosilla tulee olla Taitorakenne- rekisterissä kyseiselle rakenneosatyypille määri- telty ominaisuudet. Ominaisuuksien arvoina saa käyttää ainoastaan Taitorakennerekisterissä mää- riteltyjä arvoja silloin, kun sallittujen arvojen lista on ominaisuudelle määritelty. Sallituista arvoista ei saa käyttää synonyymejä eikä niitä saa lyhen- tää.
Vaadittu tietorakenne	Ominaisuus: IfcProduct --> Väylävirasto --> <ominaisuuden nimi> (<Ifc-tietotyyppi>)

9 Arvolistat

Vaadittu tietosisältö	-
Vaadittu tietorakenne	Listojen sisältämät arvot erotellaan toisistaan pil- kulla ','. Esim. Suojausmenetelmä: Impregnointi, Valu muottikangasta vasten

10 Yksiköiden määrittely

Vaadittu tietosisältö	Mallissa tulee olla määriteltynä SI-yksiköt. Yksi- köille, joita ei voida määritellä IFC-skeeman mu- kaisesti, tulee antaa yksiköt Taitorakennerekiste- rin Rakenneosatyypin ylläpito -työkalun mu- kaan huomioiden skaalaus (ilmoitetaan lukuarvo ja yksikkö välillä erotettuna esim. 0,98 MN).
Vaadittu tietorakenne	Yksiköt määritellään IFC-skeeman mukaisesti IfcProject:lle.

11 Ominaisuuksien tietotyypit ja yksiköt

Vaadittu tietosisältö	Ominaisuuksien tietotyyppi tulee olla kappaleen 5.1.3 Tallentaminen Taitorakennerekisteriin tau- lukon mukainen. Mittatietojen yksikkö määräytyy käytetyn tietotyypin mukaan.
Vaadittu tietorakenne	-

12 Raudoitteet

Vaadittu tietosisältö	Raudoitteet tulee mallintaa siten, että ne ovat kytkettyinä isäntäosansa kokoonpanoon.
Vaadittu tietorakenne	Kokoonpano (kts. erillinen määrittely)

5.1.2 IFC-rakenteiden kuvaukset

Toimitettava IFC-tiedosto täytyy olla täysin ja kaikilta osin IFC2x3-skeeman mu-
kainen. Selvyyden ja täydellisyyden vuoksi alla on kuvattu kaksi Väylän IFC-tiedon-
siirron kannalta olennaista rakennetta.

Mallinnusohjelmissa ei yleensä ole suuria mahdollisuuksia vaikuttaa suoraan ohjelman tuottaman IFC:n yksityiskohtiin. Mallintaja voi kuitenkin välillisesti vaikuttaa esimerkiksi siihen, mitä tietotyyppiä ominaisuudet ovat ns. natiivimallissa ja kuinka objektien hierarkia on mallinnettu. Mallinnusohjelmien IFC-tulostusasetukset antavat myös joitain mahdollisuuksia vaikuttaa luotaviin IFC-rakenteisiin.

Väylän tiedonsiirron vaatimuksissa käytetään ainoastaan tavallisia IFC-rakenteita, joita käytännössä kaikki IFC:tä kirjoittavat mallinnusohjelmistot tukevat.

5.1.3 Tallentaminen Taitorakennerekisteriin

Rakenneosan nimi ja rakenneosien tietosisältö kirjoitetaan IFC-tiedostoon ns. property set -rakenteena. Vaatimuksissa on esitetty tästä rakenteesta lyhennetty kuvaus, joka tarkoittaa seuraavaa.

Ominaisuus: <objektiluokka> --> Väylävirasto --> <ominaisuuden nimi> (<Ifc-tietotyyppi>)

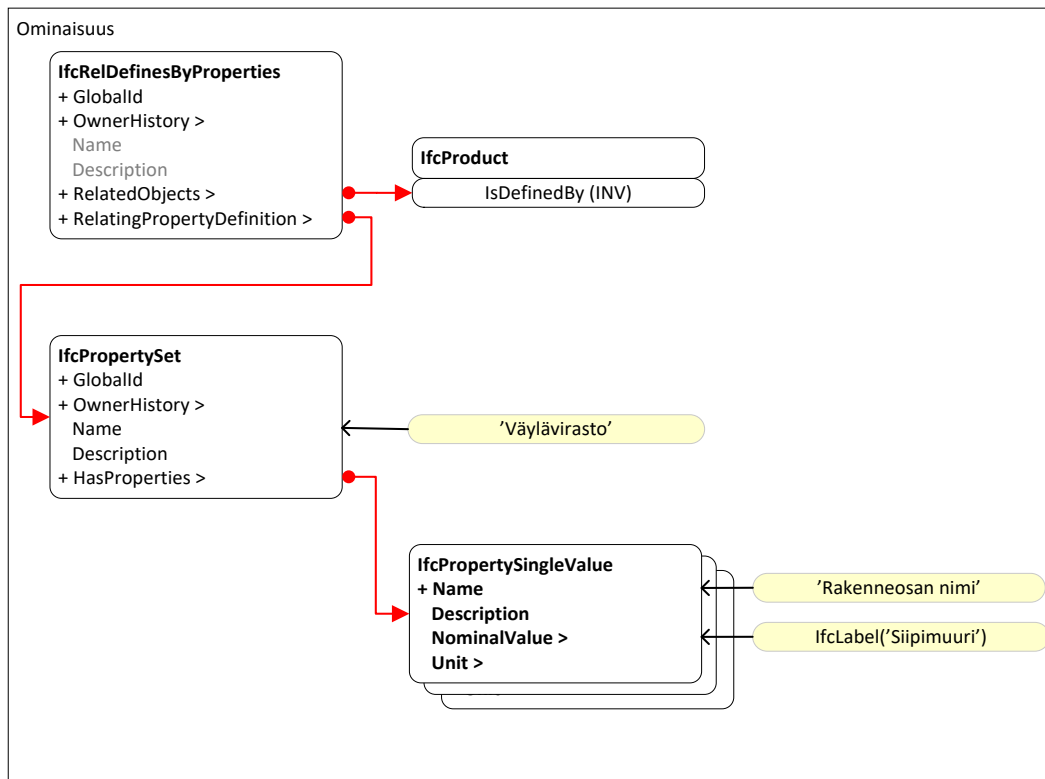
Ensimmäinen osa määrittelee Ifc-objektiluokan, johon ominaisuus tulee liittää. Toinen osuus määrittelee property setin nimen. Huomaa, että property setin nimi on aina 'Väylävirasto'. Kolmas osuus määrittelee ominaisuuden nimen. Nimet on määriteltä Taitorakennerekisterin Rakenneosien ylläpito -työkalussa. Viimeisenä sulussa määriteltä IFC-tietotyyppi määräytyy taulukon 3 mukaisesti Taitorakennerekisterissä määritellyistä tietotyyppistä, jos sitä ei ole yksikäsitteisesti määriteltä vaatimuksessa. Huomaa, että esimerkiksi tekstitiedon tapauksessa IFC:stä löytyy monta vaihtoehtoista sallittua tietotyyppiä.

Taulukko 3. Tietotyyppien vertailu.

Tietotyyppi Taitorakennerekisterissä	Tietotyyppi IFC:ssä
Teksti	IfcText, IfcLabel, IfcIdentifier
Enumeraatio	IfcText, IfcLabel, IfcIdentifier
Kokonaisluku	IfcInteger
Liukuluku	IfcReal
Kyllä/Ei	IfcBoolean
Pituusmitta	IfcLengthMeasure
Kulma	IfcText, IfcLabel, IfcIdentifier
Pinta-ala	IfcAreaMeasure
Tilavuus	IfcVolumeMeasure
Paino	IfcWeightMeasure
Lista	IfcText, IfcLabel, IfcIdentifier Arvot pilkulla eroteltuna

IFC-formaatissa property set -ominaisuus kytketään rakenneosaan alla olevan kuvan osoittamalla tavalla. Kaikki rakenneosat periytyvät **IfcProduct**-objektista. Toisin sanoen kuvassa **IfcProduct**:n tilalle voi ajatella minkä tahansa rakenneosaa kuvaavan objektiluokan. Property setin nimi kirjoitetaan **IfcPropertySet**-objektin **Name**-kenttään. Ominaisuuden nimi kirjoitetaan **IfcPropertySingleValue**-ob-

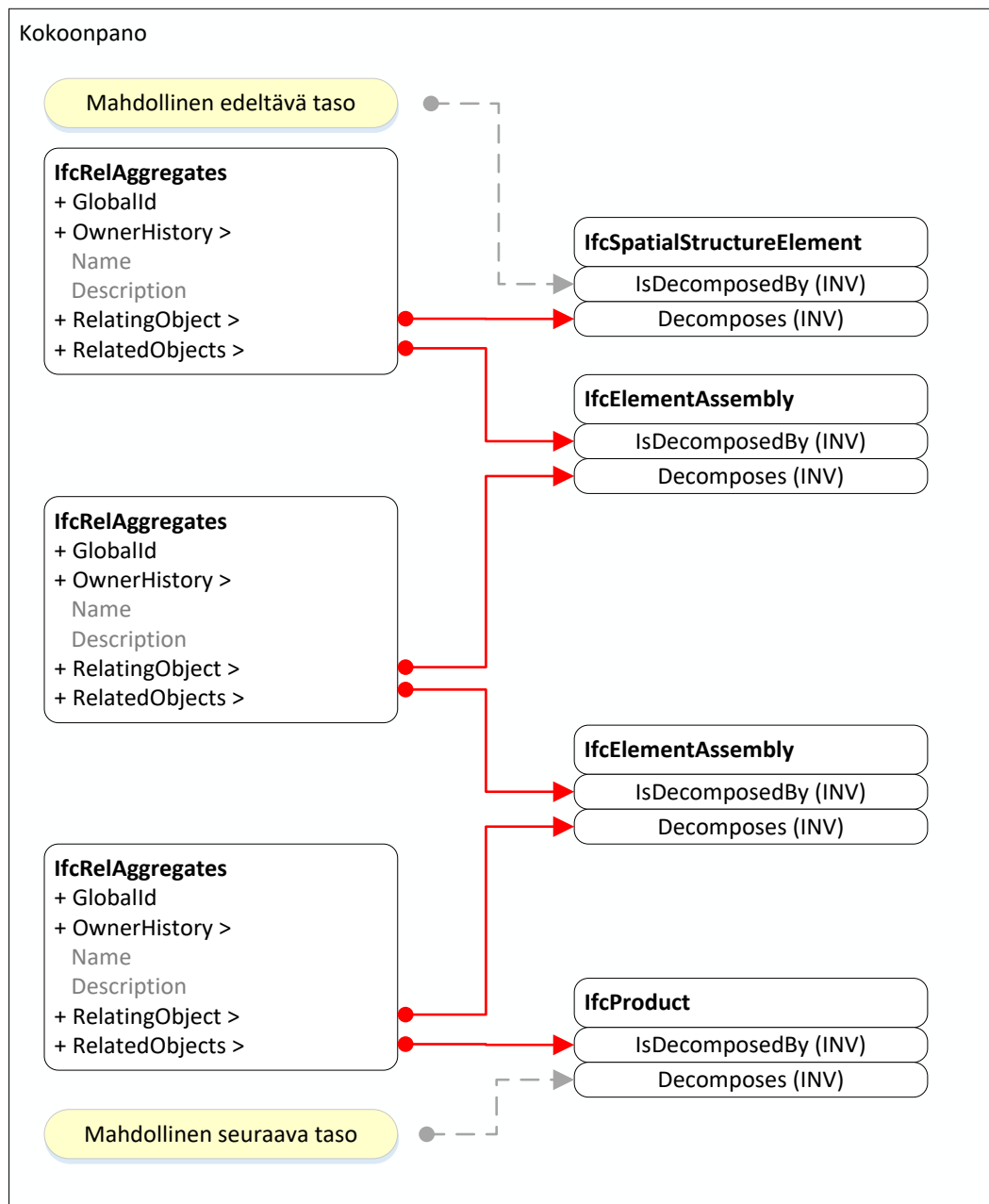
jektin **Name**-kenttään. Ominaisuuden arvo kirjoitetaan **IfcPropertySingleValue**-objektin **NominalValue**-kenttään yllä olevan taulukon mukaisella tietotyy-
pillä.



Kuva 23. IFC-formaatin property set.

5.1.3.1 Kokoonpano

Rakenneosien hierarkiaa kuvataan IFC:ssä ns. **IfcRelAggregates**-rakenteella. Alla olevassa kuvassa näkyy esimerkki kokoonpanojen kuvaamisen käytettävästä IFC-rakenteesta. Kokoonpanojen tulee olla osa IFC:n ns. mallipuuta, johon yleensä kuuluu tontteja (**IfcSite**), rakennuksia (**IfcBuilding**) ja kerroksia (**IfcBuildingStorey**). Kokoonpanot kytkeytyvät joko rakennuksiin tai kerroksiin. Kokoonpanojen hierarkiassa voi olla useampi kuin yksi taso. Tällaisessa tapauksessa kuvassa rakenne jatkuu samanlaisena, kunnes päästään kokoonpanohierarkiassa rakenneosatasolle.



Kuva 24. IFC-formaatin hierarkia.

5.1.4 Tietomalliviestintä

Siltöjen tietomallien ja IFC-siirtotiedostojen tieto ei automaattisesti täytä Taitorakennekisterin vaatimuksia. Tämä johtuu siitä, että siltöjen mallien tietosisältöön ja rakenteeseen vaikuttavat monet asiat: kullakin suunnittelutoimistolla on omat työkalunsa, mallinnusohjelmista on eri versioita, toimistot ovat kehittäneet omia komponenttejaan, makroja ja vakioituja mallinnustapoja tehostaakseen toimintaansa. Jopa mallintaja pystyy omilla tottumuksillaan vaikuttamaan siihen, miten

ja mihin tieto IFC:ssä päättyy. Tästä syystä Väylävirasto on määritellyt toimintamallin, jolla voidaan varmistua, että Taitorakennerekisteriin tallentuu yhdenmukaista ja luotettavaa tietoa myös tietomallien muodossa.

Ylläpitomallien siirrossa Taitorakennerekisteriin hyödynnetään tietomalliviestintää. Tietomalliviestinnän onnistumiseksi toimijoiden tulee ymmärtää Väyläviraston toimintamalli, hallita oma roolinsa siinä ja sitoutua siihen. Alla esitetyn toimintamallin ja vaatimusmäärittelyjen avulla suunnittelija pystyy arvioimaan

- kykeneekö hän toimittamaan vaadittuja tietomalleja
- vaadittujen tietomallien tuottamiseen tarvitsemansa resurssit.

Tietomalliviestinnässä tieto siirtyy tietomallin muodossa yhdeltä osapuolelta toiselle, tässä tapauksessa suunnittelijalta Väyläviraston Taitorakennerekisteriin. On olennaista ymmärtää, että tietomalliviestintä liittyy ainoastaan tiedonsiirtoon osapuolten välillä. Tietomalliviestintä ei liity tietomallien tuottamiseen eikä niiden omaan käyttöön, esimerkiksi siihen, kun tuotetaan piirustuksia omista malleistaan. Tietomalliviestinnässä tiedon tuottaja ei lähetä vastaanottajalle omaa tietomalliaan (natiivi-/lähdemalli) vaan omasta tietomallistaan tuotetun siirtomallin. Natiivimalli voi olla esim. Tekla Structures -malli ja siirtomalli siitä tuotettu IFC-malli.

Tietomalliviestintään liittyvät seuraavat tehtävät: vaatimusten määrittely, mallien vaatimustenmukaisuuden validointi, siirtomallin editointi ja siirtomallin toimittaminen. Seuraavassa käydään lyhyesti lävitse eri tehtävät sekä niihin liittyvät vastuut Taitorakennerekisterin yhteydessä.

5.1.5 Vaatimusten määrittely

Tiedonsiirron vaatimukset määrittelee Väylävirasto osana tätä ohjetta.

5.1.6 Validointi

Siirtomallit validoidaan ennen kuin ne lähetetään Taitorakennerekisteriin. Näin varmistetaan, että siirtomallit täyttävät Taitorakennerekisterin asettamat vaatimukset. Huomaa, että siirtomallista validoidaan ainoastaan sen sisältämä tieto ja tietorakenne, ei suunnitteluratkaisuja. Siirtomallista tarkastetaan mm., että vaaditut objektityypit ja niiden attribuutit löytyvät mallista, attribuuttien arvojoukot ovat määrätyn mukaisia ja että rakenneosien hiearkia on Taitorakennerekisterissä määritellyn mukainen.

Suunnittelija on vastuussa siitä, että siirtomalli on tietosisällöltään siltapaikan mukainen ja täyttää Taitorakennerekisterin vaatimukset.

5.1.7 Editointi

Jos siirtomalli ei täytä Taitorakennerekisterin vaatimuksia, pitää sitä editoida, kunnes vaatimukset täyttyvät. Suurin osa mahdollisesti tarvittavista editoinneista ovat hyvin yksinkertaisia toimenpiteitä, kuten esimerkiksi tiedon siirtämistä oikeaan tietokenttään. Koska vaatimukset eivät koske suunnitteluratkaisua, ei editoiminen

muuta suunnitelmaa. Jos esimerkiksi sillan rakenteiden numeroinnissa tai nimeämisessä on kirjoitusvirhe, ei tämän virheen korjaaminen muuta suunnitteluratkaisua, vaan ainoastaan sitä, kuinka hyvin tieto on käytettävissä Taitorakennerekisterissä. Siirtomallin laatija on vastuussa siirtomallin editoinnista.

5.1.8 Siirtomallin toimittaminen Taitorakennerekisteriin

Siirtomalli toimitetaan Taitorakennerekisteriin kohdan 2.4.4 Ylläpitomalli Taitorakennerekisterissä mukaisesti syöttämällä malli rajapintaan.

5.1.9 Tietomalliviestinnän koordinointi

Väyläviraston nimeämä tietomalliasiantuntija on hankkeissa vastuussa tietomalliviestinnän koordinoinnista. Koordinointi sisältää seuraavat tehtävät:

- hankekohtaisten tietomallivaatimusten määrittely
- hankekohtaisten tietomallivaatimusten toimittaminen suunnittelijoille
- tietomalliviestinnän aikatauluttaminen ja valvonta
- mahdollinen siirtomallien validointi
- mahdollisten epäselvyyksien ja teknisten esteiden ratkaiseminen.

5.2 Vaatimukset inframallien tarkastamiseen suunnitteluvaiheissa

Sillan inframallin tarkastus suoritetaan kaikissa suunnitteluvaiheissa siltapaikan yhdistelmämallista, johon yhdistetään kaikki siltapaikkaan liittyvät inframallit.

Liittyviä inframalleja voivat olla mm. seuraavat:

- väylämallit
- geotekniset mallit
- putket, johdot ja kaapelit
- liittyvät rakenteet.

Yhdistelmämalli laaditaan projektilla määritettävään sovellukseen, jossa hankkeen eri osapuolet pystyvät suorittamaan tarkastuksen ja kommentoimaan suunnitelmaa. Siltapaikan inframalleista laaditaan kohteen tietomalliselostukseen tietomalliluettelo. Sillan inframallien sisältö suunnitteluvaiheittain on määritelty kappaleessa 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa sekä liitteessä 1.

Esi- ja yleissuunnittelu

Esi- ja yleissuunnittelussa suunnittelija laatii itselleluovutuksen sekä dokumentin sisäisestä laadunvarmistuksesta. Itselleluovutus voidaan esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa laatia yhteisesti kaikista hankkeen siltojen inframalleista.

Siltasuunnittelu

Siltasuunnitteluvaiheessa suunnittelija laatii itselleluovutuksen sekä dokumentin sisäisestä laadunvarmistuksesta. Itselleluovutus ja sen dokumentointi laaditaan siltasuunnitteluvaiheessa siltakohtaisesti.

Siltasuunnitteluvaiheen tarkastusprosessia käytetään erillisissä lupaprosesseissa (vesilain mukainen käsittely, ympäristölupa jne.) Tietomallia käytettäessä erillisissä lupaprosesseissa tulee ottaa huomioon kyseisen prosessin ominaispiirteet ja vaatimukset.

Rakentamissuunnittelu

Sillan inframallien tarkastusprosessi rakentamissuunnitteluvaiheessa suoritetaan Väyläviraston *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohjeen* tarkastusluokituksen mukaisesti (taulukko 1). Rakentamissuunnitteluvaiheessa itselleluovutus ja sen dokumentointi laaditaan siltakohtaisesti.

Korjaussuunnittelu

Sillan inframallien tarkastusprosessi korjaussuunnittelussa suoritetaan Väyläviraston *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohjeen* tarkastusluokituksen mukaisesti (taulukko 2). Korjaussuunnitteluvaiheessa itselleluovutus ja sen dokumentointi laaditaan siltakohtaisesti.

Tarkastuksen dokumentointi

Sillan inframallien tarkastus dokumentoidaan Väyläviraston *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohjeen* liitteen 2 mukaiseen tarkastusraporttiin tai hankkeella sovittuun erilliseen tarkastusraporttiin.

5.3 Aineiston luovutus

Luovutettava tietomallipohjainen aineisto sisältää siltasuunnittelun osalta lähtötietoaineiston, suunnitelma-aineiston ja siirtomallin. Aineisto luovutetaan pääasiassa avoimissa formaateissa. Hankeasiakirjoissa voidaan määrittää tarkentavia ehtoja luovutettavan aineiston suhteen, mikäli hankkeen sujuva eteneminen tai ylläpito sitä edellyttää.

Suunnitelma-aineisto kansioidaan ja luetteloidaan kohteen tietomalliselostukseen. Suunnitelma-aineisto luovutetaan siltasuunnittelun osalta tämän ohjeen lukujen 4 Inframallintaminen sillan suunnitteluvaiheissa ja 5 Luovutettava aineisto vaatimusten mukaisesti. Suunnitelma-aineisto siltasuunnittelun osalta luovutetaan IFC-formaatissa. Muiden tekniikkalajien osalta siltapaikkaan liittyvät osamallit luovutetaan niitä määrittävän ohjeistuksen mukaisesti. Lähtötietoaineisto luovutetaan aineiston alkuperäisissä formaateissa.

Natiivimalleilta tai täydentäviltä suunnitelma-aineistoilta ei edellytetä samaa tietosisältöä kuin suunnitteluvaiheessa tuotetuilta IFC-malleilta. Kaikista natiivimallien

toimitukseen liittyvistä erityisvaatimuksista on sovittava erikseen kirjallisesti. Lähtökohtaisesti kilpailuaseman kannalta oleellista tietosisältöä ei voida vaatia luovutettavaksi natiivimallien mukana.

Siirtomalli ladataan rakentamissuunnitteluvaiheessa Taitorakennerekisteriin, jonka jälkeen rakennekuvauksen muodostuminen ja oikeellisuus tarkastetaan. Siirtomalli luovutetaan muun luovutettavan aineiston mukaisesti.

Tietomallipohjaisen aineiston hankintaan liittyvät vaatimukset on esitetty luvussa 2 Tietomallipohjaisen suunnittelun hankinta.

Tietomalliselostuksen sisältö on esitetty luvussa 6.2 Tietomalliselostus.

6 Inframallien laadunvarmistus

6.1 Inframallin tarkastaminen

Inframallin tarkastaminen on osa suunnitelmien laadunvarmistusta. Väylävirasto edellyttää, että suunnittelija on tehnyt suunnitelmalleen sisäisen laadunvarmistuksen ennen suunnitelma-aineiston toimittamista tarkastettavaksi. Laadunvarmistus dokumentoidaan ja toimitetaan viranomaishyväksyntään toimitettavan materiaalin mukana. Dokumentista tulee selvittää suunnitelmasta läpikäytyt kohdat. Suunnittelija vastaa inframallin ja tietomalliselostuksen osalta siitä, että silta on mallinnettu tässä ohjeessa asetettuja vaatimuksia noudattaen. Inframallin laadunvarmistus dokumentoidaan Väyläviraston *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohjeen* liitteen 2 mukaiseen tarkastusraporttiin tai vastaavaan hankkeella käytettävään tarkastusraporttiin.

Inframallien laadunvarmistuksen merkitys kasvaa jatkossa, kun piirustuksien lisäksi siirrytään hyödyntämään mallipohjaista suunnitteluaineistoa rakennushankkeiden eri vaiheissa. Perinteisten piirustuksien puuttuessa tulee inframallien tarkastuksien vaatimusten olla samalla tasolla nykyisten suunnitelma-asiakirjojen tarkastuksen kanssa. Digitaalisten suunnitelmien keskeinen etu tarkastusprosessissa on mm. mahdollisuus hyödyntää automatisoituja tarkastustyökaluja.

6.1.1 Tarkkuustason vaatimukset

Inframallin osien mittatarkkuuden tulee vastata suunnittelutarkkuutta. Rakenneposat ja niiden sisältämät tiedot tulee nimetä Taitorakennerekisterin mukaisesti. Inframallista tulee pystyä toteamaan kaikki sillan rakenteelliseen kestävyYTEEN, toteutukseen ja ylläpitoon vaikuttavat yksityiskohdat.

6.1.2 Suunnittelijan tarkastus

Inframallista tarkastetaan geometria ja tietosisältö, joita verrataan kohteesta tehtyihin luku- ja laskelmiin, hankekohtaisiin tuotevaatimuksiin sekä voimassa oleviin ohjeistuksiin. Geometrian ja tietosisällön laajuuden sekä tarkkuuden vaatimukset asetetaan suunnitteluvaiheen mukaan. Kaikki inframallin poikkeamat, jotka eivät täytä ohjeiden asettamia vaatimuksia tai jotka muulla tavoin heikentävät mallin käytettävyyttä, kirjataan tietomalliselostukseen. Inframallin tarkastuksen lisäksi tarkastetaan hankkeen asiakirjat.

Suunnitteluratkaisujen laadunvarmistuksen sisältö:

- Geometrinen tarkastus
 - rakenneosien mitat (pituus, korkeus jne.)
 - törmäystarkastelut (raudoituksien betonipeite, pilarin liitos kanteen jne.)
 - yhteensovitus eri tekniikkalajien inframallien kanssa (silta, geo, väylä jne.)
 - yhteensovitus siltapaikan nykytila-aineiston kanssa

- Tietosisällöllinen tarkastus
 - rakenneosien ominaisuustiedot (nimi, materiaali, P-luku jne.)
 - määrälaskentaa tukevat tiedot (tilavuus, massa jne.)
 - rakenneosien välisen hierarkian tarkastus

Teknisen laadunvarmistuksen sisältö:

- Tekninen tietosisältö
 - sallitut standardit (IFC, Inframodel jne.)
- Tiedonhallinta
 - dokumentointi (inframalliselostus, itselleluovutusdokumentit jne.)
 - tiedostojen nimeäminen ja kansiorakenteet.

6.1.3 Tilaajan tarkastus

Perinteisten piirustuksien tarkastamisen sijaan voidaan tilaajan hyväksynnällä hankkeissa käyttää mallipohjaista tarkastusprosessia. Mallipohjaisen tarkastusprosessin toteutustavasta sovitaan hankeasiakirjoissa. Tilaaja voi esittää erityisvaatimuksia inframallien esitystavalle tarkastusprosessin sujuvoittamiseksi. Esimerkkejä vaatimuksista on esitetty alla.

Mallipohjaisen tarkastuksen edellytyksiä voivat olla:

- erilliset tarkastuksessa käytettävät ohjelmistot tai yhteistyöalustat
 - sovitaan tilaajan kanssa, kuinka suunnitelmat toimitetaan tarkastukseen
- valmiit tarkastusnäkökulmat
 - siltakohtaiset näkökulmat
 - mallin osien ”suodattaminen” tarkastuksen kohteen mukaan
 - alusrakenne, päällysrakenne, varusteet ja laitteet jne.
 - rakenneosittain määräävä poikkileikkaus ja raudoitus
 - pilarin raudoituksen määräävä poikkileikkaus, kannen alapinnan raudoituksen määräävä poikkileikkaus jne.
- tarkastusta varten tehdyt immateriaaliobjektit, referenssimallit tai mittavivat mallissa tarkastuksen helpottamiseksi
 - betonipeite, jännekulkujen etäisyys palkin alapinnasta jne.

6.2 Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on tärkein malliin liitettävä dokumentti, joka tulee liittää mukaan aina mallin luovutuksen yhteydessä. Selostuksessa kuvataan inframallin, siirtomallin sekä toteutusmallien tilanne mallin luovutushetkellä. Tämän lisäksi se luo sidosteisuuden inframallin lähtötietoina käytettyjen ja uutena suunniteltujen mallien välille. Tietomalliselostukseen tulee kirjata mahdolliset poikkeamat sovitusta mallin sisällöstä hankkeen eri vaiheissa. Selostukseen tulee kirjata myös muunlaiset puutteet geometrian ja tietosisällön tasolla. Inframallin tarkastuksen valmiustaso tulee

selvitä ohjeesta. Mikäli inframallia täydennetään vaiheittain, tulee eri osien valmiusasteet ilmoittaa eroteltuna. Tietomalliselostus tallennetaan inframallin mukana. Esimerkki tietomalliselostuksesta on ohjeen liitteenä (liite 3).

Tietomalliselostuksesta tulee selvittää seuraavat asiat:

- hanke- ja kohdetiedot sekä siltatyyppi
- *Siltöjen inframalliohjeen* ja Rakenneosatyypin ylläpito -työkalun versiotiedot
- käytetty ohjelmisto ja sen versio
- mallien nimet ja tiedostomuodot
 - inframalli, siirtomalli ja toteutusmallit
- mallien sisältö
 - inframalli, siirtomalli ja toteutusmallit
- koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä
 - ilmoitetaan mahdollisen paikalliskoordinaatiston sijainti
- mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet mallissa suhteessa kyseisen vaiheen vaatimuksiin eli osien valmiustasot (statukset)
- kuvaus osien nimeämisestä ja numeroinnista
- liittyvät referenssi-/tekniikkalajien mallit
 - kirjataan kaikki siltapaikkaan liittyvät muiden tekniikkalajien mallit
- immateriaaliobjektien mallinnustarkkuus (esim. väylägeometria)
- inframallin tarkastuksen valmiustaso (status)
 - kirjataan tehdyt tarkastukset, esim. raudoituksen törmäystarkastelu
- inframallin tarkastus- ja hyväksymistiedot sekä revisiomerkinnot
- muut huomioon otavat asiat.

7 Inframallien hyödyntäminen

Siltojen inframalleja voidaan hyödyntää lukuisiin eri käyttötarkoituksiin. Sillan inframallista voidaan jalostaa useita erityyppisiä malleja rakentamista, esivalmistusta, visualisointia tai hankkeen osapuolten välistä tiedonvaihtoa varten. Lisäksi on olemassa useita eri malleja, joita hyödynnetään suunnittelun viite- tai lähtötietoineistona.

Suunnitelma-aineistoa täydentävien mallien tuottamiselle Väylävirastolla ei ole erillisiä vaatimuksia, ellei toisin ole hankekohtaisissa asiakirjoissa mainittu.

7.1 Tuotanto ja rakentaminen

Sillan inframalli toimii perustana tuotantoon ja rakentamiseen käytäville malleille. Sillan inframallista voidaan käyttötarkoituksen mukaan ohjelmistojen työkaluja ja mallin luokitteluja hyödyntäen piilottaa osia, jotka eivät ole tietyn työvaiheen kannalta olennaisia. Malli on useissa tapauksissa kehittyvä kokonaisuus, ja sen jakamista useiksi eri malleiksi tulee mahdollisuuksien mukaan välttää.

7.1.1 Konepajamalli

Konepajamalli tehdään teräsrakenteisen sillan rakentamissuunnittelun yhteydessä ja sisältää kaikki rakenteen tekemiseen vaadittavat detaljit. Konepajamallissa on huomioitu rakenteen enakkokokhotukset, jolloin mallia ei sellaisenaan voi käyttää sillan inframallissa. Konepajamallilla voidaan korvata kiinnitysosien mallintaminen inframallissa, jolloin se tulee liittää osaksi sillan suunnitelmia. Lisäksi konepajamallissa voidaan esittää mahdolliset työnaikaiset tuennat.

Yhdistelmämallissa konepajamalli ei saa olla näkyvissä. Konepajamallin muoto on valmistuslämpötilan 20 °C mukainen.

7.1.2 Rauditusmalli

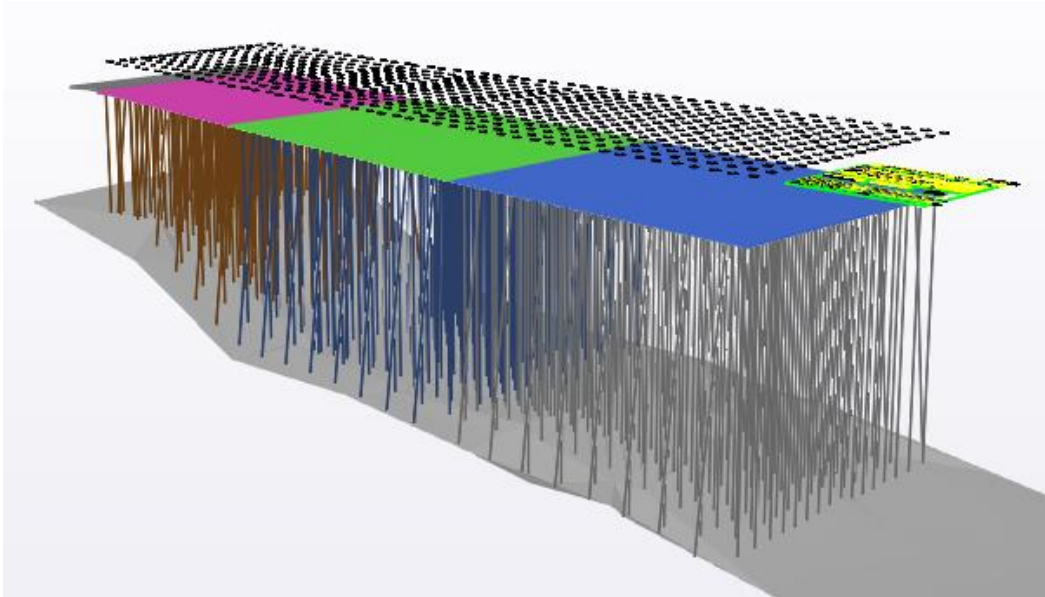
Sillan inframalli toimii useimmissa tapauksissa sellaisenaan betonirakenteisen sillan rauditusmallina, eikä erillistä rauditusmallia tarvita. Raudituksen esivalmistamisen tai asentamisen kannalta epäolennaiset inframallin osat voidaan tarvittaessa piilottaa. Pidemmälle jalostettuna rauditusmalli voi sisältää raudituksen tuennan osia tai asennuksien vaihteistuksia.

7.1.3 Mittausmalli

Sillan inframallia voidaan useimmissa tapauksissa hyödyntää sellaisenaan, eikä erillistä mittausmallia tarvita. Tarvittaessa voidaan laatia mittausmalli, joka sisältää myös rakenteiden vaaditut ennakot, kuten telineiden esikohotukset. Mittausmalli ei tavallisesti sisällä mittaajille tarpeetonta sisältöä, kuten raudoituksia.

7.1.4 Koneohjausmalli

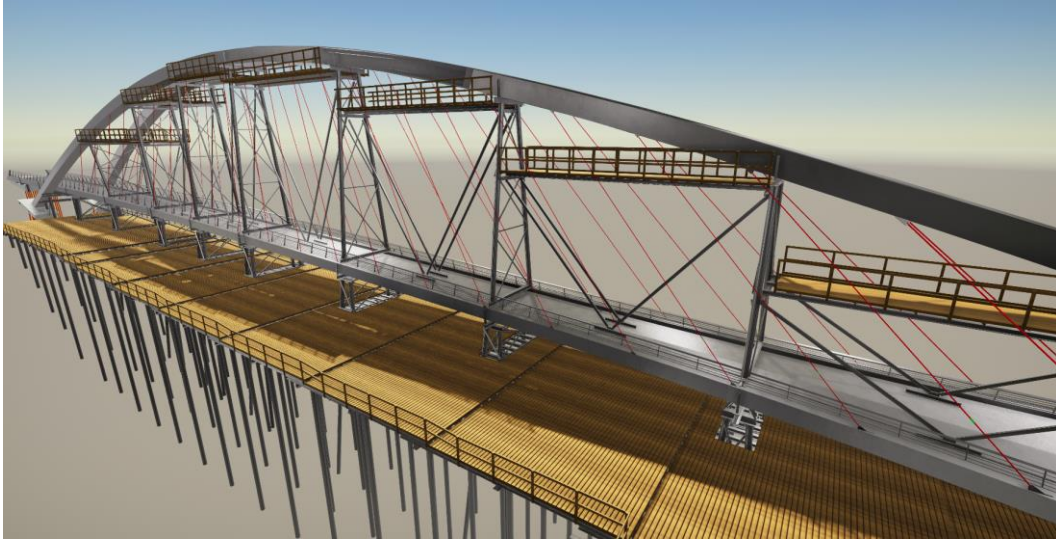
Koneohjausmalli on mittausmalli, joka on muokattu työkoneiden koneohjausjärjestelmiin sopivaksi. Silloissa koneohjausmalleja käytetään esimerkiksi paalutuksien asennuksessa. Yksinkertaisimmillaan sillan koneohjausmalli sisältää vain sillan paalujen keskilinjat dwg-muodossa. Pidemmälle jalostettu koneohjausmalli voi sisältää esimerkiksi taustakarttoja, joista työkoneen kuljettajan on helpompi seurata työn etenemistä ja tehdä kirjauksia jo asennettujen paalujen suhteen. Kuvassa 25 esitetään paalulaatan koneohjausmalli sekä paalutuksen tavoitepinta.



Kuva 25. Paalulaatan koneohjausmalli paalutuskoneeseen (Destia).

7.1.5 Telinemalli

Telinemalli on valettavien siltöjen rakennusvaiheessa käytettävä malli. Telinemalli voi sisältää esimerkiksi muottilaudat, tukitelineet ja tukitelineiden perustukset. Telinemallit voivat yksinkertaisimmillaan olla vain telineiden tilavarauksia, joilla kohteen toteuttaja suunnittelee töiden toteutusta.



Kuva 26. Sillan telinemalli (Kreate).

7.1.6 Työmaan aluesuunnitelman malli

Työmaan aluesuunnitelman malli sisältää työmaan toiminnan kannalta oleellista sisältöä, kuten työmaateitä, nostureita ja nostopaikkoja, työmaa-aitoja ja varasto-alueita.

7.1.7 Työn vaiheistuksen malli

Työn vaiheistuksen mallilla esitetään kohteen toteutuksen aikaisia tilanteita. Se voi sisältää esimerkiksi työntämällä asennettavan sillan siirron vaiheistuksen tai rautatiesillan korjauksen vaiheistuksen.

7.2 Kartoitukset ja mittaukset

Rakennuspaikalla tehdyillä mittauksilla voidaan tuottaa arvokasta aineistoa sillan suunnittelun lähtötiedoksi, valmistuneen kohteen toteuman kuvaamiseen tai nykyisten rakenteiden havainnollistamiseksi. Kartoitustapoja on useita ja niistä tulee valita parhaiten kohteen vaatimustasoa vastaavat. Menetelmästä riippumatta voidaan tuotettua aineistoa hyödyntää täydentämässä sillan inframallia.

7.2.1 Pinta- ja viivamallit

Pinta- ja viivamalleja käytetään kuvaamaan maaston tai olemassa olevien rakenteiden taiteviivoja ja muotoja. Nämä mallit eivät sisällä geometrian ohella muuta tietoa. Viivamalleja voidaan tuottaa esimerkiksi sillan näkyvien kovien rakenteiden ulkosärmistä, jotka voidaan tarvittaessa yhdistää pinnoiksi. Pintamalleja voidaan taiteviivojen ohella tuottaa esimerkiksi pistepilviaineistosta tai yksittäisistä mittapisteistä.

7.2.2 Laserkeilaus

Laserkeilauksella tuotetaan pistepilviaineistoa, joka koostuu lukuisista kartoitettua maastoa tai rakennetta kuvaavista pisteistä. Kohde kartoitetaan yleensä useammasta suunnasta katvealueiden välttämiseksi, ja pisteet yhdistetään yhdeksi aineistoksi. Tuloksena on hyvin tarkasti kohdetta kuvaava ja havainnollinen kolmiulotteinen malli.

Pistepilviaineistoa voidaan edelleen jatkojalostaa lukuisilla eri tavoilla esimerkiksi pintamalleiksi, verkoiksi tai korkeuskäyrästöiksi käyttökohteesta ja tarpeesta riippuen. Avointa ja luokiteltua laserkeilausaineistoa on saatavilla osasta Suomea, mutta tarkan pistepilviaineiston tuottaminen edellyttää rakennuskohteen yksityiskohtaisempaa laserkeilausta.

7.2.3 Fotogrammetria

Fotogrammetrialla tuotetaan 3D-malleja, jotka rakennetaan lukuisten kartoitusalueesta otettujen kuvien ja tunnettujen referenssipisteiden avulla. Aineisto tuotetaan ottamalla usein kymmeniä tuhansia GPS-sijaintiin sidottuja kuvia, jotka yhdistetään pistepilveksi. Kuvien ottamiseen käytetään dronea, joka kuvaa kartoitettavan alueen yleensä ennalta suunniteltua reittiä pitkin.



Kuva 27. Siltapaikan fotogrammetrinen malli (Sweco).

Fotogrammetria on tehokas ja havainnollinen mittausmenetelmä. Sen tarkkuus on riittävä kuvaamaan siltapaikan ympäristöä suunnittelun vaatimalla tasolla. Kovien rakenteiden kartoittaminen edellyttää usein tarkempia mittausmenetelmiä, jotta vaadittu tarkkuustaso saavutetaan (kohta 4.5 Korjaussuunnittelu).

7.3 Visualisointi

Rakennuskohdetta, suunnitelmaratkaisuja ja toteumaa voidaan havainnollistaa lukuisilla eri visualisointimenetelmillä. Visualisoinnin työkalut mahdollistavat kohteen esittelyn siinä muodossa, miten me sen todellisuudessa näemme, kolmiulotteisena ja elävänä. Visualisointimenetelmillä voidaan hankkeeseen osallistaa myös tahoja, joiden kanssa vuorovaikutus on erittäin tärkeää, mutta joille perinteiset suunnitelma-aineistot ovat vieraita.

Erityisesti lisätyn todellisuuden sovellukset ovat erittäin tehokkaita havainnollistamaan rakenteiden mittasuhteet ja ulkoasun jo ennen niiden toteutusta.

7.3.1 Havainnekuvat

Havainnekuvat ovat inframallista tuotettuja, mahdollisimman realistisia kuvantoja suunnitelma-aineistosta. Havainnekuville voidaan yhdistellä olemassa olevaa ympäristöä ja suunnitelma-aineistoa, tai havainnekuvat voidaan muodostaa suoraan suunnitelma-aineistosta. Havainnekuvat ovat tavallisesti kaksiulotteisia ja täysin visualisointiin muodostettua kuvaa, eivätkä ne sisällä tietoa.



Kuva 28. Havainnekuva vesistösillasta (Sweco).

7.3.2 Laajennettu todellisuus

XR (extended reality) on kattokäsite, joka tarkoittaa virtuaalisen, yhdistetyn ja laajennetun todellisuuden teknologioita. Kaikissa laajennetun todellisuuden teknologioissa puhutaan laajasti immersioista. Immersiolla tarkoitetaan uppoutumista toiseen todellisuuteen tai ympäristöön. Immersiivisyys syntyy siitä, että voit elää hetken toisessa ympäristössä ja sen yksityiskohdat luovat todellisen tuntuksen kokemuksen.

VR (virtual reality) tarkoittaa simuloitun maailman kokemista eri laitteiden avulla, kuten käyttämällä VR-laseja. Virtuaalimalli on kokonaan ohjelmistojen avulla tuotettu ympäristö.

AR (augmented reality) eli lisätty (tai rikastettu) todellisuus tarkoittaa todellisen ympäristön täydentämistä. Lisätyssä todellisuudessa kameralla kuvattuun ympäristöön voidaan liittää esimerkiksi sillan inframalli tai sen osia.

MR (mixed reality) eli tehostettu todellisuus on yläkäsite lisätylle ja virtuaalitodellisuudelle. MR yhdistää virtuaalisen ja lisätyn todellisuuden.



Kuva 29. Laajennetun todellisuuden malli siltapaikasta (Sweco).

Taitorakenteiden mallinnusvaatimukset suunnitteluvaiheissa

Nimikkeistö on koottu *Infra 2015 Määrämittausohjeesta* ja täydennetty InfraRYL versiolla 2019/1. Määrittelemätön nimikkeistö on esitetty taulukon alussa. Suunnitteluvaihekohtaiset vaatimukset ovat vähimmäisvaatimuksia tietomallinnukselle.

	Ei mallinnusvaatimuksia.
	Mallinnetaan näkyviin jäävät osat kaikissa kohteissa. Laaditaan pintamalli.
	Mallinnetaan osat kokonaisuudessaan kaikissa kohteissa. Laaditaan tilavuusmalli.
	Mallinnetaan osat kokonaisuudessaan kaikissa kohteissa. Laaditaan tilavuusmalli, joka sisältää täydellisen kuvauksen rakenteesta.

Ei mallinnusvaatimuksia = Väylävirasto ei aseta oletuksena vaatimuksia mallintamiselle tässä suunnitteluvaiheessa. Lisätekstillä voidaan edellyttää lisäämään nämäkin osat siltasuunnitteluaineistoon siltapaikan laajuudelta, mikäli ne on mallinnettu.

Pintamalli = Malli, jonka rakenneosilta ei tarvitse saada tarkkoja määrälaskentaa tukevia tietoja ulos. Malli, jota käytetään lähinnä visualisoinnissa.

Tilavuusmalli = Malli, jonka rakenneosilla voidaan tehdä määrälaskentaa.

Täydellinen kuvaus rakenteesta = Sisältää kaiken vaaditun tietosisällön, joka on Taitorakennerekisterin Rakenneosatyyppien ylläpito -työkalussa ilmoitettu.

Geotekninen suunnittelu

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
Pohja- ja pintavesitiedot			1)	1)
Kalliopinta			1)	1)
Maakerrosrajapinnat			1)	1)
Maa- ja kallioperätutkimukset			1)	1)

1) Lisätään siltasuunnitteluaineistoon.

1100 Olevat rakenteet ja rakennusosat

1120 Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1120 Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet				1)

1) Mallinnusvaatimuksiin otettu tarkemmin kantaa ohjeen kohdassa 4.5.

1300 Perustusrakenteet

1310 Maanvaraiset perustukset

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
1311 Anturaperustukset			1)	1)
1312 Laattaperustukset			1)	1)
1319 Muut maanvaraiset perustukset				

1) Sillan perustukset ilmoitettu kohdassa 4211 Sillan peruslaatat.

1320 Paaluperustukset

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
1321 Paalut	1)	1)	1)	1)
1322 Paalulaatat				
1323 Paaluhattut				
1324 Paaluhattujen ja -laattojen suojakerros				
1329 Muut paaluperustukset				

1) Katso myös kohta 4210 Sillan tukirakenteet.

1330 Arinarakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
1331 Arinat			1)	1)
1339 Muut arina rakenteet				

1) Sillan alustäytöt ilmoitettu kohdassa 1834 Perustusten alustäytöt.

1400 Pohjarakenteet**1410 Vahvistetut maarakenteet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
1411 Syvätiivistetyt maarakenteet			1)	1)
1412 Liuskapystyöjitetut maarakenteet			1)	1)
1413 Stabiloidut maarakenteet			1)	1)
1414 Injektoidut maarakenteet			1)	1)
1415 Lujitetut maarakenteet			1)	1)
1419 Muut vahvistetut maarakenteet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

1420 Suojaukset ja eristykset

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1421 Roudaneristykset				1)
1422 Lämmöneristykset (mm. putket)				2)
1423 Pohjavedensuojaukset				2)
1424 Radonkaasunsuojaukset				2)
1425 Maaperän eristerakenteet				2)
1429 Muut suojaukset ja eristykset				1)

1) Sillan ylläpidossa huomioitavat osat mallinnetaan. Muissa tapauksissa mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

2) Mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

1430 Kuivatusrakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1431 Salaojaputket				1)
1432 Salaojien tarkastuskaivot				1)
1433 Salaojien tarkastusputket				1)
1434 Avo-ojat ja -uomat				1)
1435 Rumpuputket				1)
1436 Imeytysrakenteet				1)
1439 Muut kuivatusrakenteet				1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

1500 Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet

1510 Kallioinjektoinnit

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1511 Injektoidut kalliorakenteet				1)
1519 Muut kallioinjektoinnit				1)
1520 Mekaanisesti lujitetut kalliorakenteet				1)
1521 Kalliopultitukset				1)
1522 Kallioankkuroinnit				1)
1523 Verkotukset				1)
1529 Muut mekaanisesti lujitetut kalliorakenteet				1)

1) Sillan ylläpidossa huomioitavat osat mallinnetaan. Muissa tapauksissa mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

1530 Ruiskubetonointirakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1531 Ruiskubetonointipinnat				
1532 Ruiskubetonoinnin salaojat				
1539 Muut ruiskubetonointirakenteet				

1600 Maaleikkaukset ja -kaivannot

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1600 Maaleikkaukset ja -kaivannot			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

1700 Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1700 Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

1800 Penkereet, maapadot ja täytöt**1810 Penkereet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
1810 Penkereet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

1820 Maapadot ja aallonmurtaajat

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
1820 Maapadot ja aallonmurtaajat			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

1830 Kaivantojen täytöt

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
1831 Asennusalustat			1)	1)
1832 Alkutäytöt			1)	1)
1833 Lopputäytöt			1)	1)
1834 Perustusten alustäytöt			2)	2)
1835 Rakenteiden ympäristytäytöt			2)	2)
1836 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt			1)	1)
1837 Johtokaivantojen virtaussulut			1)	1)
1839 Muut kaivantojen täytöt			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2) Mallinnetaan siltasuunnittelijan toimesta tai lisätään suunnitteluaineistoon.

2000 Päällys- ja pintarakenteet**2100 Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset****2110 Suodatinrakenteet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
2110 Suodatinrakenteet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2120 Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
2120 Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2130 Kantavat kerrokset

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamissuunnittelu
2130 Kantavat kerrokset			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2140 Päälysteet ja pintarakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
2140 Päälysteet ja pintarakenteet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2150 Siirtymärakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
2151 Siirtymäkiilat			1)	1)
2159 Muut siirtymärakenteet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2200 Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset**2210 Reunatuet, kourut, askelmat ja muurit**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
2211 Reunatuet			1)	1)
2212 Hulevesikourut			1)	1)
2213 Maastoaskelmat			1)	1)
2214 Muurit			1)	1)
2219 Muut reunatuet, kourut ja askelmat			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2220 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
2221 Luiskakennostot			1)	1)
2222 Kiviheitokkeet			1)	1)
2223 Kiviladokset			1)	1)
2224 Vahvisteverkot			1)	1)
2225 Luonnonmukaiset eroosiosuojaukset			1)	1)
2229 Muut luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2300 Kasvillisuusrakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
2300 Kasvillisuusrakenteet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

2400 Ratojen päällysrakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
2400 Ratojen päällysrakenteet			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

3000 Järjestelmät**3100 Vesihuollon järjestelmät**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
3100 Vesihuollon järjestelmät			1)	1)

1) Siltaan kiinnittyvät rakenneosat mallinnetaan. Siltaan liittyvät rakenteet lisätään suunnitteluaineistoon.

3200 Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
3200 Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

3500 Ilmanvaihtojärjestelmät

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
3500 Ilmanvaihtojärjestelmät			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

3600 Automaatiojärjestelmät

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
3600 Automaatiojärjestelmät			1)	1)

1) Lisätään suunnitteluaineistoon.

4000 Rakennustekniset rakennusosat**4100 Erittelemättömät rakennustekniset rakennusosat****4110 Betonirakenteet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4110 Betonirakenteet				

4120 Teräsrakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4120 Teräsrakenteet				

4130 Puurakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4130 Puurakenteet				

4200 Sillat**4210 Sillan tukirakenteet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4211 Sillan peruslaatat 1)				
4212 Pääty- ja välituet 1)				
4213 Sillan tukirakenteiden eristykset				2)
4214 Sillan tukirakenteiden verhoukset				3)
4219 Muut sillan tukirakenteet				

1) Nimikkeistö poikkeaa Infra 2015 Määrämittausohjeesta.

2) Lisätään attribuuttitietona.

3) Mallinnetaan ominaispaksuuden mukaisesti.

4220 Sillan päällysrakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4221 Betonirakenteet päällysrakenteessa				
4222 Betonielementtirakenteet päällysrakenteessa				
4223 Teräsrakenteet päällysrakenteessa				
4224 Puurakenteet päällysrakenteessa				
4225 Kivirakenteet päällysrakenteessa				
4226 Päällysrakenteen pintojen verhoukset				1)
4229 Muut sillan päällysrakenteet				

1) Mallinnetaan ominaispaksuuden mukaisesti.

4230 Sillan kannen pintarakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4231 Eristys				
Pintakermi				1)
Aluskermi				1)
Eristysalustan tiivistys				2)
Paineentasauserkko				2)
4232 Eristyksen suojaus				1)
4233 Sillan päällyste	3)	3)	3)	1)
4239 Muut sillan kannen pintarakenteet				1)

1) Mallinnetaan ominaispaksuuden mukaisesti.

2) Mallinnetaan 1 mm ominaispaksuuden mukaan.

3) Mallinnetaan sillan pintarakenteiden ylin pinta.

4240 Sillan varusteet ja laitteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4241 Liikuntasaumat				1)
4242 Laakerit ja nivelet			1) 2)	1)
4243 Koneistot ja ohjaamot				1)
4244 Siirtymälaatat				1)
4245 Suojalaitteet				
Siltojen kaiteet, johteet ja kosketussuojaseinät	3)	3)	3)	1) 4)
Reunatuot				1)
Muut suojalaitteet (esim. kolhaisusuojat ja törmäyspalkit)				1)
4246 Sillan maadoitus				1)
4247 Tukikerroksen katkaisulaite				1)
4248 Kuivatuslaitteet				
Tippuputket				1)
Hulevesiputket				1) 5)
Salaojat				1)
Paineentasauputket				1)
4249 Muut sillan varusteet ja laitteet				
Kaapeliputket, -hyllyt ja -kanavat				1)
Panosputket ja -kiinnikkeet				1)
Tarkkailu- ja kontaktitapit				1)
Aukot ja varaukset				1)
Kiinnityslevyt ja -laitteet sekä tarkastusluukku				1)

1) Tyyppipiirustuksiin perustuvat tai erillisillä suunnitelmilla tilattavat varusteet ja laitteet voidaan mallintaa tilavarauksellisina objekteina.

2) Vain laakerit mallinnetaan.

3) Vain kaiteet mallinnetaan.

4) Myös sillan kaiteen siirtymärakenne mallinnetaan.

5) Myös siltapaikan kuivatukseen liittyvät muut kuivatuslaitteet mallinnetaan tai lisätään referenssinä siltasuunnitteluaineistoon.

4300 Laiturit**4310 Laiturien tukirakenteet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4310 Laiturien tukirakenteet				

4320 Laiturien päällys- ja pintarakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4320 Laiturien päällys- ja pintarakenteet			1)	2)

1) Vaatimus koskee päällysrakenteita.

2) Mallinnetaan ominaispaksuuden mukaisesti.

4330 Laiturien varusteet ja laitteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4331 Tihtaalit ja paalut				
4332 Nosturiradat				
4333 Logistiset järjestelmät				
4339 Muut laiturien varusteet ja laitteet				

4390 Muut laiturirakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4390 Muut laiturirakenteet				

4400 Perustus- ja tukirakenteet**4410 Perustukset ja siirtymälaatat**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4411 Kasuuniperustukset				
4412 Siirtymälaatat				
4419 Muut perustusrakenteet				

4420 Tukimuurit, -seinät ja portaat

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4421 Tukimuurit (>700 mm)				1)
4422 Tukiseinät				1)
4423 Kivikorit				
4424 Portaat				
4429 Muut tukirakenteet				

1) Verhoukset mallinnetaan ominaispaksuuden mukaisesti.

4490 Muut perustus- ja tukirakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4490 Muut perustus- ja tukirakenteet				

4500 Ympäristörakenteet

4510 Suojaus- ja vaimennusrakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4511 Meluseinät				1)
4512 Melukaiteet				1)
4513 Tärinänvaimennusrakenteet				2)
4519 Muut vaimentavat rakenteet				2)

1) Verhoukset mallinnetaan ominaispaksuuden mukaisesti.

2) Rakentamissuunnitteluvaiheessa rakenteiden sijainti, geometria ja tyyppi täytyy ilmetä mallista.

4520 Ympäristön taidarakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4521 Ympäristötaide		1)	1)	2)

1) Mallinnetaan tilavarauksena.

2) Ympäristötaiteen mahdollisesti vaatimat paikalla valettavat perustukset mallinnetaan tilavuusmallina, maanpinnan yläpuolelle jäävä osuus voidaan mallintaa tilavarauksena.

4600 Rakennelmat ja kalusteet

4610 Suojat

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
4611 Katokset		1)	1)	2)
4612 Varastot		1)	1)	2)
4613 Suojien varusteet ja kalusteet				2)
4619 Muut suojat			1)	2)

1) Mallinnetaan tilavarauksena.

2) Suojien mahdollisesti vaatimat paikalla valettavat perustukset mallinnetaan tilavuusmallina. Maanpinnan yläpuolelle jäävä osuus voidaan mallintaa tilavarauksena, kun kyseessä on tilattava valmistuote. Tuotteen sijainti, geometria ja tyyppi täytyy ilmetä mallista.

4620 Kalusteet ja varusteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4621 Leikki- ja oleskelualueiden kalusteet ja varusteet		1)	1)	2)
4622 Liikunta- ja virkistyspaikkojen kalusteet		1)	1)	2)
4623 Liikennealueiden kalusteet ja varusteet		1)	1)	2)
4624 Taideteokset		1)	1)	2)
4629 Muut kalusteet ja varusteet				2)

1) Mallinnetaan tilavarauksena.

2) Kalusteiden ja varusteiden vaatimat paikalla valettavat perustukset mallinnetaan tilavuusmallina. Maanpinnan yläpuolelle jäävä osuus voidaan mallintaa tilavarauksena, kun kyseessä on tilattava valmistuote. Tuotteen sijainti, geometria ja tyyppi täytyy ilmetä mallista.

4700 Vesiliikenteen rakenteet ja padot**4710 Padot ja patorakenteet**

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4711 Säännöstelypadot				
4712 Tulvapumppaamot				
4719 Muut padot ja patorakenteet				

4720 Sulkurakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4721 Sulkuportit				
4722 Sulkukammiot				
4729 Muut sulkurakenteet				

4800 Maanalaisten tilojen betonirakenteet

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4800 Maanalaisten tilojen betonirakenteet	1)	1)	1)	1)

1) Mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

4900 Muut rakennusosat

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamis-suunnittelu
4900 Muut rakennusosat	1)	1)	1)	1)

1) Mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

5400 Työmaapalvelut

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
5410 Työmaarakennukset				1)
5420 Työmaan vesi-, sähkö- ja viestintähuollon järjestäminen, maksut sekä varastoalueet				1)
5430 Työmaateiden rakentaminen ja ylläpito				1)
5440 Työmaan yleisvartiointi ja aitaaminen				1)
5450 Työmaan puhtaanapito ja jätehuolto				1)
5460 Avustavat rakennustyöt muille urakoitsijoille				1)
5470 Yleisen liikenteen hoito				1)
5480 Rakennuskohteen suojaus ja lämmitys				1)

1) Mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

5500 Työmaan kalusto

	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu	Rakentamisuunnittelu
5510 Nosto-, siirto- ja erityiskalusto				1)
5520 Telineet				1)
5530 Työmaa-asemat (asfaltti-, murskaus- ja betoniasemat sekä energian tuottolaitokset)				1)
5540 Käsityökalut, kojeet ja tarvikkeet				1)
5550 Työmaakuljetukset				1)

1) Mallinnusvaatimuksista sovitaan erikseen.

Tiedonhallintasuunnitelma

Mallipohja

SISÄLLYS

Yleistä	2
Noudatettavat ohjeet.....	2
Tietomallintamisen tiedonhallinta.....	2
Mallipohjainen toimintaprosessi	2
Mallinnuksen tavoitteet ja käyttötarkoitukset	2
Mallinnuksen sisältö, laajuus ja tarkkuustaso	2
Lähtötietoaineisto.....	2
Yhdistelmämalli.....	2
Yhteistyö ja vuorovaikutus	3
Laadunvarmistus.....	3
Ohjelmistot.....	3
Tiedonsiirto ja luovutus.....	3
Hankekohtaisesti sovittavat asiat	3

Yleistä

- Kuvaus hankkeesta, taitorakenteiden määrät, taitorakenteiden tyypit yms.

Noudatettavat ohjeet

- Mallinnustyössä noudatettavat ohjeet

Tietomallintamisen tiedonhallinta

- Mallien nimeäminen ja revisiointi
- Mallinnuksen dokumentointi

Mallipohjainen toimintaprosessi

- Mallipohjainen toimintaprosessi ja sen organisointi
- Mallinnuksen vastuuhenkilöt ja heidän roolinsa ja vastuunsa
- Toimijoiden välinen yhteistyö ja tiedonvaihto (suunnittelija tarkastaja, tilaaja, urakoitsija)
- Mallinnusprosessin päävaiheiden aikataulu suhteessa koko työn aikatauluun
- Sidosryhmien osallistuminen

Mallinnuksen tavoitteet ja käyttötarkoitukset

- Tavoitteet ja käyttötarkoitukset hankkeessa

Mallinnuksen sisältö, laajuus ja tarkkuustaso

- Mallinnuksen sisältö, laajuus, tarkkuustaso

Lähtötietoaineisto

- Miten lähtötiedot mallinnetaan

Yhdistelmämalli

- Yhdistelmämallin kokoaminen, käyttö, ylläpito, julkaisu
- Käytetty ohjelmisto ja versio
- Päivitysaikataulu suhteessa suunnitteluprosessiin
- Tarkastettavan aineiston kansiorakenne alustassa

Yhteistyö ja vuorovaikutus

- Mallinnuksen hyödyntäminen yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa, esim. mahdollinen esittelymalli

Laadunvarmistus

- Mallien tarkastus ja laadunvarmistustoimenpiteet

Ohjelmistot

- Mallinnuksessa käytettävät ohjelmistot eri käyttäjätahot huomioiden

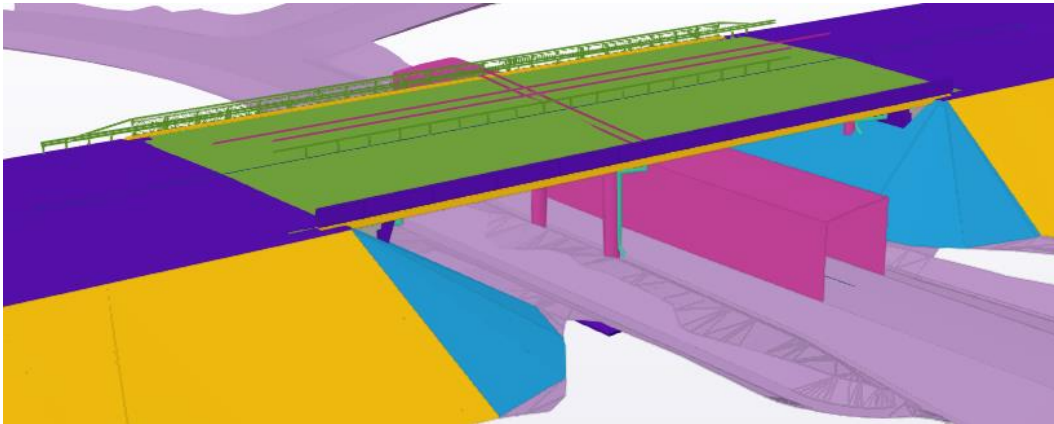
Tiedonsiirto ja luovutus

- Malliaineiston tallennus, jakelu ja luovutus (esitarkastusaineisto ja lopullinen luovutusaineisto)
- Tiedonsiirtotavat ja formaatit
- Mahdolliset poikkeukset vaatimuksiin nähden

Hankekohtaisesti sovittavat asiat

- Kuvaus hankkeella sovituista muutoksista ja tarkennuksista mallinnusprosessiin (Esim. korjauskohteessa)

Sillan tietomalliselostus, esimerkki



Kuva 1. Siltamaailman YK.

Yleistiedot:

Projekti:	Siltamaailman läpikulkuväylän rakentamissuunnitelma
Suunnitteluvaihe:	Rakentamissuunnitelma
Suunnitelmanumero:	99999
Sillan tunnus:	U-999
Sillan nimi:	Siltamaailman ylikäytäväsilta
Sillan tyyppi:	Teräsbetoninen jatkuva palkkisilta (Bjp)
Laatija / yritys:	Simo Suunnittelija / Suunnittelufirma Oy

Tuotettu aineisto:

Formaatti:	IFC 2x3
Rakennemalli:	99999_Siltamaailman_YK_rakenne
Raudoitusmalli:	99999_Siltamaailman_YK_raudoitus
Varusteet ja laitteet:	99999_Siltamaailman_YK_varusteet
Mittatiedot:	99999_Siltamaailman_YK_mittatiedot
Siltapaikan rakenteet:	99999_Siltamaailman_YK_infra
Siirtomalli:	99999_Siltamaailman_YK

Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä:

Koordinaatisto:	ETRS-GK25
Korkeusjärjestelmä:	N2000
IFC-malleihin on lisätty muunnos:	
X / Itä:	25496534,338 [m]
Y / Pohjoinen:	6676256,836 [m]
Z / Korkeus:	0,000 [m]
Kierto:	0 [°]

Tarkastus- ja hyväksyntä:

Päivämäärä:	8.4.2020
Status:	Hyväksytty

Ohjeversiot:

Sillan inframallit on laadittu Siltojen inframalliohjeen xx/20xx mukaan.

Rakenneosien hierarkia ja ominaisuudet on laadittu version "Inframalliohje 20xx" mukaan.

Lähtöaineistoluettelo:

Tiedostonimi	Sisältö	pvm	Huom!
Kalliopinta.xml	Tulkittu kalliopinta silta-paikalla	15.9.2020	
Maalajirajat.xml	Tulkitut maalajirajat sil-tapaikalla	15.9.2020	
Maastomalli.xml	Maastomalli siltapaikalla	22.8.2020	
JKPP.dwg	Tulkitut maalajirajat sil-tapaikalla	15.9.2020	
JKPP.gt	Jkpp:n mittalinjan paalu-tus 1m välein	15.9.2020	
Putket, johdot ja kaapelit.dwg	Olemassa olevat kartoi-tetut putket, johdot ja kaapelit	15.9.2020	
Siltamaan_vanha_silta.ifc	Olemassa oleva silta	22.8.2020	Malli laadittu suunnitelman perusteella

(Huom! Tämä luettelo on esimerkki, ei vaatimus. Lähtötietojen tuottaminen ja formaatit sovitaan aina hankekohtaisesti.)

Mallin sisältö rakenneosittain:**Välituki T2:**

Välituen betoniosien, paalujen ja pilareiden geometriat mallinnettu.
Raudoitus mallinnettu

Välituki T3:

Välituen betoniosien, paalujen ja pilareiden geometriat mallinnettu.
Raudoitus mallinnettu

Välituki T3:

Välituen betoniosien, paalujen ja pilareiden geometriat mallinnettu.
Raudoitus mallinnettu

Välituki T4:

Välituen betoniosien, paalujen ja pilareiden geometriat mallinnettu.
Raudoitus mallinnettu

Päällysrakenne:

Päällysrakenteen betoniosien geometria mallinnettu.
Rauditus mallinnettu

Huomiot: Sillan eteläisen päädyn kansilaatan ja päätypalkin välisessä liitoksessa on mallinnusepä tarkkuutta, jolla on vaikutusta kansilaatan betonimääriin. Kansilaatan betonimäärät ovat todellisuudessa suuremmat.

Pintarakenne:

Pintarakenteet on mallinnettu ominaispaksuuden mukaisesti.

Varusteet ja laitteet:

Varusteet ja laitteet mallinnettu.

Mittatiedot:

Immateriaaliset tiedot on mallinnettu kutakin ominaisuutta kuvaavalla objektilla.

Siltapaikan rakenteet:

Väyläsuunnittelijan maastot ja siltaan kuuluvat maarakenteet mallinnettu kolmioverkoina.

Huomiot: Siltapaikan reunalla sijaitsevaa olemassa olevaa tukimuuria ei ole mallinnettu hankkeella sovitun mukaisesti.

Muuta huomioitavaa:

Inframallissa on käytetty siltojen inframalliohjeen vaatimusten lisäksi määräluettelo-ohjeen mukaista rakenneosien sijaintikoodausta (310 Välituki T2 jne.)

Inframallissa on käytetty siltojen inframalliohjeen vaatimusten lisäksi rakenneosien luokittelunumeroita (class).

Hankkeen siltojen inframallien valmiustasoja (status) on kirjattu hankkeen aikana tietomalliluetteloon.

Muu tuotettu aineisto:

Formaatti:	3D DWG
Mittausmalli:	99999_Siltamaailman_YK_mittaus.dwg



Väylävirasto
Trafikledsverket