

# **InfraRYL ja YIV -ohjeistuksien yhteensovituksen esiselvitys**

Riihimäen henkilöratapiha



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakentaminen, Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

Kevät 2021

Tast Maunu

---

Tekijä	Maunu Tast	Vuosi 2021
Työn nimi	InfraRYL ja YIV -ohjeistuksien yhteensovituksen esiselvitys, Riihimäen henkilöratapiha	
Ohjaajat	Jukka Tiala (HAMK), Annika Salokangas (Väylävirasto)	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mitä on tietomallintaminen. Tutkimuksella pyrittiin tuottamaan tietoa, jolla voidaan selkeyttää tietomallipohjaista suunnittelua ja prosessia. Opinnäytetyön tilaajana toimi Väylävirasto. Tilaajan toiveena opinnäytetyön lopputuloksesta oli saada konkreettisia esimerkkejä, kuinka YIV ja InfraRYL olisi mahdollista yhdistää sekä kuinka yhteisiä toimintatapoja olisi järkevä muuttaa siten, että tietomallipohjainen tieto saadaan siirtymään infrahankkeessa seuraavaan vaiheeseen, suunnittelusta palvelemaan urakointia ja urakoinnista edelleen kunnossapitoa.

Opinnäytetyön tutkimuksellinen vaihe toteutettiin verkkokyselynä, joka analysoitiin teemoittelulla. Opinnäytetyön tietoperustassa käsiteltiin Riihimäen henkilöratapihan rakennussuunnitelmaa, tietomallinnuksen ohjeistusta ja lean-toimintamallia. Tietoperustan tarkoituksena oli selkeyttää toimintaympäristöä ja havaita tiedonkulun haasteita.

Opinnäytetyön tutkimustuloksista ilmeni, että haasteet ovat muualla kuin tietomalleissa, joten tietomallinnuksen on oltava muutakin kuin teknologiaa. Tutkimuksen tuloksissa todetaan, että tietomallintaminen vaatii toimiakseen motivoituneet ihmiset sekä selkeät ja tutut prosessit, eli yleiset asiat tavallisesta projektityöskentelystä. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tietomallinnuksen haasteet ovat tiedonhallinnassa.

Avainsanat Radan rakennussuunnitelma, YIV, InfraRYL, Tietomalli, Tietomallinnus, Lean

Sivut 82 sivua ja liitteitä 2 sivua

---

Author	Maunu Tast	Year 2021
Subject	Feasibility study on adjusting InfraRYL and YIV, case Riihimäki passenger railway yard	
Supervisors	Jukka Tiala (HAMK), Annika Salokangas (FTIA)	

ABSTRACT

This Master's thesis was conducted in collaboration with Finnish Transport Infrastructure Agency. The aim of the thesis was to clarify what data modeling is. The purpose of the study was to produce information that can be used to clarify data model-based design and process.

The client's wish for the result of the thesis was to get actual examples of how YIV Common InfraBIM Requirements and InfraRYL could be adjusted and how it would be functional to change common operating methods so that the model-based information will be moved to the next phase in the railway projects.

The research phase of the thesis was carried out via web survey. The analysis method was thematizing. The knowledge base of the thesis dealt with the final design phase of the Riihimäki passenger railway yard, the guidelines for the data model and the lean operating model. The purpose of the knowledge base was to clarify the operating environment and identify the challenges in the information.

The study indicated that the challenges are not in data models. Therefore, data modeling must be more than technology. The results of the study indicated that data modeling requires motivated people as well as clear and familiar processes. As a conclusion, the challenges of information modeling are in information management.

Keywords Railway Construction Project, YIV, InfraRYL, infrastructure information model

Pages 82 pages plus appendices 2 pages

## Sisälllys

Lyhenteet ja termit .....	
Alkusanat .....	
1 Johdanto .....	1
2 Kehittämistyön lähtökohdat.....	3
2.1 Väylävirasto.....	3
2.2 Kehittämistyön tavoite ja tutkimuskysymykset .....	4
2.3 Opinnäytetyön toteuttamistapa .....	5
2.4 Opinnäytetyön sisältö .....	7
2.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys .....	8
2.6 Muita tutkimuksia sekä projekteja .....	9
3 Rautatiet ja rataverkko .....	11
3.1 Rautatiet ja Riihimäki .....	11
3.2 Muuttuva toimintaympäristö .....	11
3.3 Rautatiejärjestelmä ja rataverkko.....	13
3.4 Ratahanke .....	15
4 Helsinki–Riihimäki -hanke .....	17
4.1 Helsinki–Riihimäki .....	17
4.2 Riihimäen henkilöratapihan uusiminen .....	19
4.3 Rakennusurakat .....	23
4.4 Tietomallintaminen Riihimäellä .....	24
5 Tietomallintaminen ja tietomallipohjainen suunnittelu .....	30
5.1 Tietomallintaminen.....	30
5.2 Yhteiset pelisäännöt (ihmiset) .....	33
5.2.1 Infra Rakennusosanimikkeistö .....	34
5.2.2 InfraRYL .....	35
5.2.3 YIV.....	36
5.2.4 Tie- ja ratahankeiden maastotiedot, mittausohje .....	39
5.3 Prosessi .....	39
5.3.1 Tiedonhallinta hankkeen eri vaiheissa .....	42
5.3.2 Tiedonsiirto projektilta.....	44
5.3.3 Tiedonsiirto projektin sisällä .....	46
5.3.4 Suunnittelun kolmivaiheinen prosessi .....	47
5.4 Työkalut ja teknologia .....	48

5.4.1	Tietomalli.....	48
5.4.2	Tietomallipohjaiset suunnitelmat .....	54
6	Lean ja tietomallintaminen .....	56
6.1	Lean-toimintamalli .....	56
6.2	Leanin ja tietomallintamisen linkittyminen .....	57
7	Sähköinen kysely .....	59
7.1	Kyselyn vastaukset .....	59
8	Tulokset ja johtopäätökset .....	63
8.1	Tulokset ja pohdinta .....	63
8.1.1	Aineiston hyödyntäminen .....	64
8.1.2	Vakioidut käytännöt .....	65
8.1.3	Yhteistyö.....	66
8.2	Jatkoehdotukset.....	68
8.2.1	YIV-ohjeistus ja InfraRYL.....	68
8.2.2	Laajuus.....	71
8.2.3	Tietomallinnuksen taso ja lopputuotteen kuvaus .....	72
	Lähteet.....	76

## **Liitteet**

- Liite 1 Saatekirje ja sähköinen kysely
- Liite 2 Sähköisen kyselyn kysymykset

## Lyhenteet ja termit

Tietomalli	<p>Tiettyä tuotetta (esimerkiksi infrakohdetta) kuvaavat tiedot tuotetietomallin mukaisesti jäsennettynä, ja tallennettuna tuotetietona, tietokonesovelluksilla tulkittavissa olevassa muodossa. (BuildingSMART Finland, 2014)</p> <p>Talonrakennusalalla on ruvettu tuotemalli-käsitteen synonyyminä käyttämään termiä rakennuksen tietomalli ja sen englanninkielistä lyhennettä BIM (Building Information Model). Vastaavasti voidaan infra-alalla käyttää tietyn kohteen tuotemallista käyttää termiä Inframalli, ja vastaavasti englanninkielistä lyhennettä InfraBIM (Infra Built Environment Information Model). (BuildingSMART Finland, 2014)</p>
Inframallintaminen	<p>Ala, joka käsittelee infrarakenteiden mallintamista tietokonesovelluksilla sekä infratietojen kuvaamista ja tiedonsiirtoa tietokonesovelluksilla tulkittavasta muodossa. (BuildingSMART Finland, 2014)</p>
Tiedonsiirto	<p>Tietojen siirto sovellusten kesken; tyypillisesti tiedonsiirto-tiedoston välityksellä. (BuildingSMART Finland, 2014)</p>
Tiedonsiirtoformaatti	<p>Tietokonesovelluksilla tulkittava muoto tiedolle, sen tallentamiseksi, saantiin, siirtoon ja arkistointiin. Inframodel-formaatti perustuu tällä hetkellä LandXML 1.2 / Inframodel 1.2 -spesifikaatioon. (BuildingSMART Finland, 2014) Rakenteet perustuvat tällä hetkellä IFC-muotoiseen standardiin.</p>

Dokumenttipohjainen	Tiedonkäsittelyn soveltamistapa, jossa tietoa käsitellään ja siirretään dokumentteina, jonka sisältöä ihminen pystyy tulkitsemaan, mutta tietokonesovellus ei. Dokumenttipohjainen on määritelty erotuksena mallipohjaisesta tai tuotemallipohjaisesta. (BuildingSMART Finland, 2014)
Mallipohjainen	Tiedon käsittelyn soveltamistapa, jossa esimerkiksi tuotetta kuvataan tietokonesovelluksilla mallina ja sen muodostavina osina, ja sovellukset pystyvät automaattisesti tulkitsemaan mallin sisältämiä tuotetietoja. (BuildingSMART Finland, 2014)
Lähtötietomalli	Eri tietolähteistä saadut tai mitatut tuotteiden, toiminnan ja palveluiden suunnittelua varten hankitut lähtötiedot jäsennehtynä digitaalisessa muodossa. Tällaisia ovat esimerkiksi maastomalli, kaavamalli, maaperämalli sekä nykyisten rakenteiden malli ja viiteaineisto kuten viranomaisluvut sekä -päätökset. Lähtötietomalli täydentyy hankkeen edetessä. (BuildingSMART Finland, 2014)
Tekniikkalajimalli	Suunnittelualan mukaisesti jaettu infran osamalli. Tekniikkalajimallien tulee ainoastaan sisältää suunniteltua tietoa. Kaikki tekniikkalajimallit elävät läpi koko hankkeen elinkaaren, yksityiskohtaisuus lisääntyy hankevaiheesta seuraavaan. (BuildingSMART Finland, 2014)
Yhdistelmämalli	Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli. Esimerkiksi maastomallista, maaperämallista, vanhojen rakenteiden mallista sekä tien ja sillan tuotemalleista muodostettu yhdistelmämalli. Voidaan käyttää esimerkiksi törmäystarkasteluihin suunniteltujen ja nykyisten objektien välillä. (BuildingSMART Finland, 2014)

Projekti	Ainutkertainen, ajallisesti rajattu työkokonaisuus, jolla on määritelty tavoite ja resurssit, joilla tavoitteeseen pyritään. (BuildingSMART Finland, 2014)
Prosessi	Toisiinsa liittyvien toimintojen, toimintojen välisten tietoja materiaalivirtojen, resurssien sekä prosessin hallinnan muodostama kokonaisuus määritellyn tuloksen tuottamiseksi. (BuildingSMART Finland, 2014)
RATO	Väyläviraston Ratatekniset Ohjeet (Väylävirasto, 2019a)
Rautatie	Yksi- tai useampiraiteinen rata sekä rautatiealue ja sillä olevat rakennukset, rakennelmat ja laitteet, joita tarvitaan liikenteen hoitamiseksi ja turvaamiseksi sekä kaikki näihin liittyvää toimintaa (Ratalaki 2007/110).
Rata	Rata käsittää yhden tai useamman raiteen, raiteiden tukikerroksen, kaikki maaston pinnanmuodostuksen tasaamiseksi tarvittavat rakenteet, kuten penkereet ja leikkaukset, veden poisjohtamiseksi tarvittavat ojat, roudan torjumiseksi ja radan vakavoittamiseksi sekä raiteen kannattamiseksi tarvittavat rakenteet kaikki radan rakenteeseen kuuluvat ja liikenteen hoitamiseen tarvittavat erikoisrakenteet ja -laitteet, kuten sillat, rummut, turvalaitteet ja sähköistyksen vaatimat laitteet. Rata jakaantuu ratalinjaan ja ratapihaan. (Väylävirasto, 2019a)
Raide	Raide koostuu ratapölkkyistä, rataakiskoista, rataakiskojen kiinnityksestä ja jatkososista ja vaihteista sekä muista raiteen erikoisrakenteista. (Väylävirasto, 2019a)



YIV	Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019/1. Rakennustietosäätiön erityis-päätoimikunta buildingSMART Finland (bSF) ja sen Infra-toimialaryhmä vastaa Yleiset inframallivaatimukset -ohjeiston (YIV) julkaisemisesta. Yleiset inframallivaatimukset toimivat inframallintamisen yleisinä ohjeina sekä vaatimuksina yhdessä InfraBIM-nimikkeistön ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyjen kanssa. (BuildingSMART Finland, 2014)
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. InfraRYL on infra-alan yhdessä laatima kuvaus infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista. Se määrittää työn lopputuloksen rakennusteknisen laadun. Tilaajan tarvitsee vain viitata sopimusasiakirjoissa RYLin yksilöityyn kohtaan saadakseen sen määrittelyt voimaan hankkeessa. (Rakennustieto Oy, 2020)
Väylävirasto	Väylävirasto on liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla toimiva keskushallinnon virasto, joka väylänpitäjänä vastaa tie-, rata- ja vesiväylien palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä valtion hallinnoimilla liikenneväylillä. Virasto edistää toiminnallaan väyläverkon toimivuutta, automatisaatiota, liikenteen turvallisuutta, kestävä kehitystä osana liikennejärjestelmän kokonaisuutta sekä alueiden ja elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä ja tasapainoista kehitystä. (Laki Väylävirastosta 2009/862)
Lean	Jatkuvaan parantamiseen perustuva toimintamalli, jossa korostuu arvon tuottaminen asiakkaalle, toimintaan liittyvän hukan poistaminen ja virtaustehokkuuden parantaminen. Toimintamallissa korostetaan toiminnan ja prosessien jatkuvaa kehittämistä vähä vähältä, pyrkimyksenä saavuttaa tavoittamaton pohjantähti (Womack & Jones, 2003)

## Alkusanat

Joutsen, Hauki ja Rapu

Vaikka kuinka olisi voimia  
ei ilman yhteistyötä voida toimia,  
sillä yksissä tuumin löytyy apu.

Kerran Joutsen ja Hauki ja Rapu  
kävivät kuormaa kiskomaan  
hiki hatussa, kuten sanotaan.

Vaan kuorma ei liikahta paikaltaan.  
Kun Joutsen veti pilviin ja Hauki alas veteen  
ja Rapu taakse, niin mikä eteen?

Kuka veti oikein, väärin meni keltä?

Kukapa sitä sanomaan.

Kuorma oli näyttänyt kevyeltä,  
mutta on yhä paikallaan.

(Krylov, 1974, s.20)



## 1 Johdanto

Kuten joutsen, hauki ja rapu todistivat edellisen sivun runossa sekä kuvassa: ilman yhteistyötä ei asiat etene, vaikka töitä tehdäänkin hiki hatussa ja jokainen omalla tavallaan. Kuorma jää paikalleen, puurtajat turhautuvat ja lähtevät pois. Tosiasiallisessa työelämässä ilmiö nousee esille, kun työryhmissä keskinäinen kommunikaatio ei kohtaa, ei ole yhteisen tekemisen yhtenäistä tasoa.

Usein puhutaan, että tietomallinnus helpottaa, selkeyttää sekä ratkaisee työelämän ongelmia. Samaan aikaan tietoa on enemmän, sitä on vaikeampi hallinnoida ja on todettu, että tietomallinnus on hyvä asia, joten miksi työmäärä ei helpotu? Mistä johtuu, että suunnittelutehtävissä tärkein asia eli tieto, jää paikoilleen eikä kulje eteenpäin. Samalla tavalla kävi joutsenen, hauen ja ravun kuormalle. Tässä opinnäytetyössä runon kuorma esittää tietomallipohjaista suunnitelmaa, joka ei itsestään liiku, vaan vaatii aktiivista toimintaa ja yhteistä halua viedä kuormaa eteenpäin.

Tietomallipohjaisten toimintatapojen ja mallinnuksen hyödyntäminen infra-alalla on viime vuosina edistynyt voimakkaasti. Tietomallinnus on ratahankkeissa terminä hyvin yleinen, mutta havaintojen perusteella tietomallinnuksen varsinainen hyödyntäminen on kuitenkin vielä yleisesti alkutekijöissään. Aihe liittyy suurempaan työelämän murrokseen digitalisaatioon, jonka kivijalka infrarakentamisessa on tietomallintaminen.

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä selvitetään mitä tietomallintaminen on. Opinnäytetyössä rajaudutaan pääasiassa radan rakentamissuunnitelmaan ja suunnittelun tietojen siirrosta urakkakyselyyn sekä toteutukseen. Opinnäytetyön tavoitteena on ratahankkeiden inframallinnuksen ohjeistuksen konkreettinen kehitys. Tämän opinnäytetyön lähtökohtana ovat infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (YIV) sekä infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL) ja kuinka näitä olisi mahdollista yhteensovittaa tai tuoda lähemmäksi niin, että ne palvelevat koko infrahankkeen elinkaarta.

Tilaajan eli Väyläviraston toiveena opinnäytetyön lopputuloksesta oli saada konkreettisia esimerkkejä, kuinka YIV ja InfraRYL olisi mahdollista yhdistää ja kuinka yhteisiä toimintatapoja olisi järkevä muuttaa, siten että tietomallipohjainen tieto saadaan siirtymään infrahankkeessa

seuraavaan vaiheeseen, suunnittelusta palvelemaan urakointia sekä urakoinnista edelleen kunnossapitoa.

Tutkimuskohteeksi opinnäytetyöhön valittiin Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnitelma sekä urakkakyselyvaiheen ja rakentamisen aikana saadut kokemukset sekä havainnot. Opinnäytetyössä arvioitiin Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnitelmassa havaittuja ja lisäksi myös käytettyjä toimintatapoja. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä kokemuksia ja kehittämiskohteita, joita voidaan hyödyntää myös tulevilla hankkeilla.

Tutkimuskysymyksiä opinnäytetyössä olivat miten YIV-ohjeistus ja InfraRYL eivät tue tällä hetkellä tiedonsiirtoa suunnittelusta urakointiin eivätkä palvele urakkatarjousten yhdenvertaisuutta? Miksi tilaaminen on hankalaa tietomallipohjaisesti? Tilaajan pitäisi pystyä tilaamaan selkeästi mitä haluaa, joten miksi tilaajan tahtotila ei tule tietomallinnuksen osalta esille? Onko YIV-ohjeistus tuttu kaikille hankkeiden osapuolille, erityisesti urakointi ja kunnossapitopuolelle? Tukeeko YIV-ohjeistus riittävän laajasti ratasuunnittelua ja toteutusta?

Opinnäytetyön tutkimuksellinen vaihe toteutettiin sähköisenä kyselynä. Kyselyn tuottaman tiedon lisäksi opinnäytetyössä on käytetty materiaalina projektin tietomallinnuksen kehityspäivästä saatua tietoa, tietomallikoordinaattorin havaintoja, projektissa saatua palautetta ja näiden lisäksi opinnäytetyön ohjausryhmän kokouksista saatuja havaintoja, joita oli yhteensä kuusi kertaa.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä valittiin niin, että se tukee Väyläviraston työlle antamaa tavoitetta, joka oli ohjeistusten ja toimintamallien kehitystä palvelevien konkreettisten esimerkkien löytäminen. Tutkimus eteni työelämän käytännöistä kohti teoriaa ja käytännön toteutusta.

## 2 Kehittämistyön lähtökohdat

Luvussa esitellään työntilajana toiminut Väylävirasto sekä tutkimuksen tavoite, toteuttamistapa, tutkimuskysymykset ja opinnäytetyön sisältö. Opinnäytetyön toteuttamisessa käytettiin kvalitatiivista tutkimusotetta ja sen analysoinnissa käytettiin analysoinnissa teemoittelua. Luvun loppupuolella esitellään tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.

### 2.1 Väylävirasto

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Väylävirasto. Väylävirasto on asiantuntijavirasto, joka keskittyy rata-, tie sekä meriliikenteen väyläverkon suunnitteluun, kunnossapitoon ja kehittämiseen samoin kuin liikenteen sekä maankäytön yhteensovittamiseen. Väylävirasto vastaa lisäksi liikenteenohjauksesta ja talvimerenkulun järjestämisestä. Väylävirasto edistää yhteiskuntamme hyvinvointia sekä elinkeinoelämän kilpailukykyä huolehtimalla liikenteen palvelutasosta. Väyläviraston edistää infra-alan kehitystä sekä vastuullista rakentamista. (Väylävirasto, 2019b)

Väyläviraston tavoitteena on toimiva väyläverkko, mikä mahdollistaa Suomen kestävä kasvun, hyvinvoinnin ja kilpailukyyn. Väyläviraston strategiana on katsoa tulevaan, perustana toiminnalle mainitaan asiakaslähtöisyys ja päivittäinen turvallisuuden sekä toimivuuden varmistaminen. Väyläviraston toiminta on tietoon perustuvaa väylien kunnonhallintaa ja lisäksi vahvaa tilaajaosaamista luovat perustat tehokkaalle ja vaikuttavalle väylänpidolle sekä rakentamiselle. (Väylävirasto, n.d.f)

Väylävirasto kehittää infrarakentamisen alalla aktiivisesti yhdessä muiden toimijoiden kanssa infrarakenteiden tietomallintamista. Kehityksen tavoitteena on infra-alan suunnittelu- ja rakentamisprosessien sekä koko elinkaaren hallinnan tehostaminen ja infra-alan tuottavuuden parantaminen. Toiminnassaan Väylävirasto on sitoutunut tietomallintamiseen. Toiminnan lähtökohtana on, että jokainen infrahanke toteutetaan tietomallipohjaisesti. (Väylävirasto, n.d.b)

## 2.2 Kehittämistyön tavoite ja tutkimuskysymykset

Tilaaaja toivoi työn lähtökohdissa huomioitavan, että urakointipuolella on noussut esiin tavoite saada tietomallit urakkakyselyyn ja työmaalle sellaisenaan, palvelemaan suoraan urakkalaskentaa sekä työn toteutusta aina työkoneen käyttöön saakka. Urakointipuolen toiveena olisi, että suunnitteluvaiheessa tuotetut tietomallit olisivat mahdollisimman valmiita eli niitä voisi käyttää rakentamiseen sellaisenaan. Urakointipuolelta on tullut myös esille, että urakointivaiheessa olisi hyödyllistä, jos YIV-ohjeistuksen ja InfraRYL:n välillä ei olisi liian suurta kuilua. Työn lähtökohdan kysymyksenä oli mitä tällä kuilulla tarkoitetaan? Tähän kuiluun palataan inframallinnukseen liittyen.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli miten YIV ja InfraRYL olisi mahdollista yhteensovittaa ja tuoda sisällöltään lähemmäksi toisiaan niin, että ne palvelevat koko infrahankkeen elinkaarta. Ja kuinka yhteisiä toimintatapoja olisi järkevä muuttaa, siten että tietomallipohjainen tieto saadaan siirtymään infrahankkeessa seuraavaan vaiheeseen, suunnittelusta palvelemaan urakointia ja urakoinnista edelleen kunnossapitoa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli ratahankkeiden inframallinnuksen ohjeistuksen konkreettinen kehitys. Tutkimuskohteeksi opinnäytetyöhön valittiin Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnitelma ja urakkakyselyvaiheen ja rakentamisen aikana saadut kokemukset sekä havainnot. Opinnäytetyössä arvioidaan Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnitelmassa havaittuja ja käytettyjä toimintatapoja. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös kerätä kokemuksia ja kehittämiskohteita, joita voidaan hyödyntää myös seuraavissa hankkeissa. Infra-alan suunnittelu- ja rakentamisprosessien tehostamisen sekä tuottavuuden parantamisen kannalta hyvien toimintatapojen siirtäminen hankkeelta toiselle on avainasemassa, kuten myös huonojen toimintatapojen kitkeminen. (Väylävirasto, 2020a)

Opinnäytetyöhön valitut tutkimusongelmat ja kysymykset:

Miten YIV-ohjeistus ja InfraRYL eivät tue tällä hetkellä tiedonsiirtoa suunnittelusta urakointiin eivätkä palvele urakkatarjousten yhdenvertaisuutta?

Miksi tilaaminen on hankalaa tietomallipohjaisesti? Tilaajan pitäisi pystyä tilaamaan selkeästi mitä haluaa, joten miksi tilaajan tahtotila ei tule tietomallinnuksen osalta esille?

Onko YIV-ohjeistus tuttu kaikille hankkeiden osapuolille, erityisesti urakointi ja kunnossapitopuolelle? Tukeeko YIV-ohjeistus riittävän laajasti ratasuunnittelua ja toteutusta?

### **2.3 Opinnäytetyön toteuttamistapa**

Tämä opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, johon kuului alustavien tietojen kerääminen, johon käytettiin tiedonkeruumenetelmänä kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta. Toiminnallinen osuus oli Väylävirastolle pidetty esitys opinnäytetyön tuloksista sekä johtopäätöksistä ja lisäksi opinnäytetyön kirjallinen tuotos.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin vastauksiin kerättiin aineistoa neljällä eri tavalla. Ensimmäinen aineiston keräystapa oli projektin tietomallinnuksen kehityspäivä, jonka lisäksi opinnäytetyössä käytettiin projektin tietomallikoordinaattorin havaintoja sekä projektissa saatua palautetta ja näiden lisäksi opinnäytetyön ohjausryhmän kokouksista saatua tietoa, joita oli yhteensä kuusi kertaa. Edellä mainittujen lisäksi opinnäytetyön alkuvaiheessa suoritettiin sähköinen kysely tietomallinnuksen haasteista, jotta selkeytyisi kuva tämänhetkisestä tilanteesta ja minkälaiselle kehitykselle on tarvetta.

Tämä pääasiallisena tiedonkeruuna käytetty kysely oli Surveymonkey-ohjelmalla tehty, ja sen saatekirje ja siinä kysytyt kysymykset löytyvät opinnäytetyön liitteenä. Sähköinen kyselyn tiedot ja linkki itse kyselyyn lähetettiin niin tilaajan kuin urakoitsijoiden tietomallikoordinaattoreille sekä suunnittelijan, urakoitsijan, rakennuttajan ja tilaajan edustajille. Kyselyyn oli mahdollista vastata nimettömänä ja kyselyn tuloksien käsittelyssä sekä

tallentamisessa noudatettiin eettisiä ohjeistuksia. Sähköinen kysely oli auki 1,5 viikkoa lokakuussa 2019. Kysely lähetettiin yhteensä 30 henkilölle ja siihen vastasi kolme henkilöä.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät valittiin niin, että ne tukevat Väyläviraston työlle antamaa tavoitetta, joka oli ohjeistusten ja toimintamallien kehitystä palvelevien konkreettisten esimerkkien löytäminen. Tutkimus eteni työelämän käytännöistä kohti teoriaa ja käytännön toteutusta. Tutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa missä aiemmin mainittuja kuiluja sijaitsee tiedon siirtymisessä sekä ohjeistusten välillä.

Vilkka ja Airaksinen (2003, ss. 52–53) toteavat toiminnallisessa opinnäytetyössä tutkimuksellisen selvityksen kuuluvan tietyn tuotteen tai idean toteutustapaan. Toteutustapa tarkoittaa niin keinoja, joilla materiaali ohjeistukseen hankitaan, kuin keinoja, jolla ohjeistus toteutetaan. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on tarkoitus pyrkiä turvaamaan laatu käyttämällä perustason tutkimuskäytäntöjä. Laadullisessa tutkimusmenetelmässä aineistonkeruuna voidaan käyttää lomakehaastattelua ja sen analyysi voidaan toteuttaa joko tyypittelyllä tai teemoittelulla.

Eskola ja Suoranta (2014, s. 18) määrittelevät laadullisen tutkimuksen olevan mahdollista myös pienemmällä tapausmäärällä, joita kuitenkin analysoidaan perusteellisesti. Aineiston tieteellisyys ei määräydy määrän vaan aineiston laadun perusteella. Tutkijan tulee osata rajata tutkittavien tunnusmerkit ja tätä kautta kyetä kohdistamaan tutkittavat kohteet oikein.

Eskola ja Suoranta (2014, ss. 175–176) toteavat teemoittelun olevan keino nostaa esille kerätystä aineistosta tutkimusongelmaa selvittäviä teemoja, joiden avulla voidaan aineistosta poimia keskeiset aiheet sekä selvittää niiden esiintyvyys. Teemoittelulla on mahdollista järjestää saadut vastaukset ja nostaa esille vastauksista tulleita sitaatteja. Teemoittelu kuitenkin vaatii rinnalleen teoriaa, jotta se onnistuu laadullisen työn analysoinnissa eikä opinnäytetyö jää pelkäksi kokoelmaksi sitaatteja.

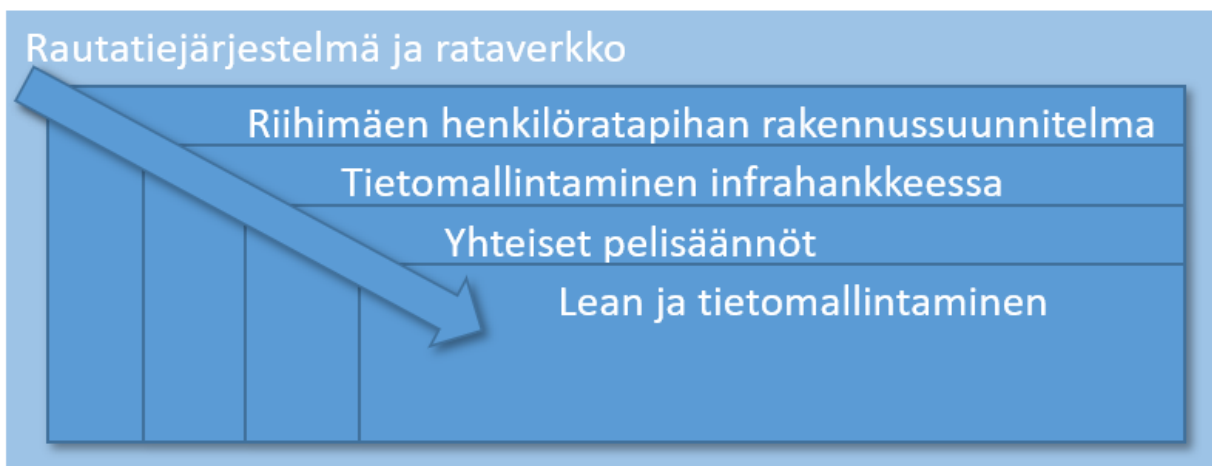
Kun tutkimuksessa tarvitaan jonkin käytännöllisen ongelman ratkaisemiseksi analysointitapaa, on teemoittelu suositeltava aineiston analysointimenetelmä. Sen avulla on mahdollista poimia käytännöllisen tutkimusongelman kannalta olennaista tietoa. (Eskola ja Suoranta 2014, s. 179.)



## 2.4 Opinnäytetyön sisältö

Opinnäytetyössä keskityttiin tarkastelemaan Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnitelman suunnittelun ja toteutuksen aikana tehtyjä työryhmän havaintoja sekä henkilökohtaisia kokemuksia, ja lisäksi urakointipuolelta saatuja palautteita. Työn tekemisessä hyödynnettiin juuri tätä laajasti kerättyä tietoa: rakentamissuunnitelman aikana pidettyjä tietomallinnuksen kehitystilaisuuksissa kerättyjä aineistoja, laadullisena tutkimuksena tehtyä projektiorganisaatiolle lähetettyä kyselyä hankkeen tietomallinnukseen liittyen sekä opinnäytetyön hankeryhmän kanssa käytyjä keskusteluja. Tietoperustaa tarkasteltiin ratasuunnittelijan ja tietomallikoordinaattorin näkökulmasta, peilaten radan suunnitteluhankeissa saatuihin kokemuksiin.

Kuva 1. Työn tietoperustan rakenne



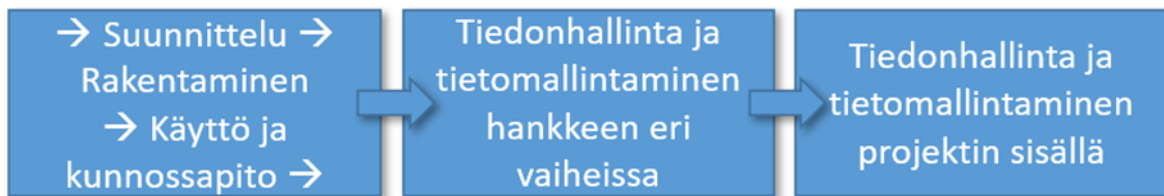
Tämän työn tietoperusta rakentuu yllä olevan periaatteen mukaisesti. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä lähestytään rautatien ja rataverkon näkökulmasta ja kuinka niiden toiminnan ylläpito vaatii ratahankeita. Tietomallintamista sekä tiedonhallintaa tarvitaan monitahoisten ratahankeiden onnistumiseksi. Tietomallintamisen rinnalle on tässä opinnäytetyössä tuotu lean-menetelmä kuvaamaan tietomallintamisen ja tiedonhallinnan yhteyttä.

Tietoperustan rakenteen ajatuksena on kuvata tietomallinnuksen roolia ratahankeiden suunnittelussa ja tiedonhallinnassa. Tietomallinnus ei ole oma erillinen osionsa, vaan osa laajempaa kokonaisuutta, tässä tapauksessa rautatien ja rataverkon muodostamaa kokonaisuutta. Irrallaan tietomalli yksinään ei kerro mitään. Hankkeen tietomallintaminen on monimutkainen prosessi, jonka tarpeet riippuvat toimintaympäristöstä ja hankekohtaisista

tarpeista. Rautatiesuunnittelun tietomallintamisen toimintaympäristö on rataverkko ja rautatiejärjestelmän muodostavat erilaiset rakenteet, joita suunnitellaan, rakennetaan ja kunnossapidetään liikkuvan kaluston ehdoilla.

Pääideana tietoperustan taustalla on tiedon siirto ja tietojen hallinta, josta suunnittelu-työssäkin on loppujen lopuksi kyse. Pääajatuksena läpi opinnäytetyön toimi: kuinka tiedonsiirto toimii hankkeen sisällä sekä kuinka se siirtyy hankkeen läpi suunnittelusta rakentamiseen, edelleen käyttöön ja kunnossapitoon sekä missä tiedonkulun katkaisevia kuiluja sijaitsee?

Kuva 2. Työn pääpiirteet tietojen hallinnasta



## 2.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tuomi ja Sarajärvi (2018, ss. 149–151) toteavat, että laadullinen tutkimus ei automaattisesti ole laadukas tutkimus, vaan tutkijan on pidettävä huolta, että tutkimussuunnitelma on laadukas, valittu tutkimusasetelma on sopiva ja tutkimuksen raportointi on tehty hyvin. Tutkimuksen eettisyys tulee olla toimintatapa koko tutkimuksen ajan. Tutkimuksen tieteellinen käytäntö toteutuu, kun tutkija sitoutuu noudattamaan sovittuja toimintatapoja eli esimerkiksi soveltaa tutkimuksessaan eettisesti sovittua tapaa kerätä ja analysoida aineistoa, esittää tulokset avoimesti sekä tutkija ottaa huomioon muiden tutkijoiden työn ja saavutukset.

Kananen (2017, ss. 173–176) määrittelee, että tutkimustulosten tulee olla luotettavia, ja jotta saavuttaa luotettavuuden, tulee tutkimuksessa olla suunnitelma sekä paneutuminen laadun valvontaan. Kananen toteaa tutkimuksen yleisten luotettavuusmittareiden olevan reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tulosten pysyvyyttä, kun validiteetilla tarkoitetaan oikeiden asioiden tutkimista. Pysyvyyden määritelmä on, että uusintamittaus vahvistaa tutkimustulokset eli mikäli tutkimus uusittaisiin, saataisiin samat tulokset. Oikeiden

asioiden tutkiminen liittyy tutkimuksen suunnitteluun sekä sen analysointiin. Validiteetti liittyy siis tutkimusasetelmaan ja reliabiliteetti tutkimuksen toteuttamiseen.

Kanasen (2017, s. 176) mukaan tutkimuksen tutkija päättää ketä tutkitaan, mitä kysytään, mitä ei kysytä ja miten tutkimuksessa saatu aineisto analysoidaan sekä tulkitaan. Kaiken luotettavuuden perustana on riittävä kirjaaminen sekä valittujen ratkaisujen perustelut. Näiden avulla on mahdollista saavuttaa uskottavuutta.

Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2007, ss. 226—227) toteavat reliabiliuksen tarkoittavan tutkimustulosten toistettavuutta ja validiuksen tarkoittavan pätevyyttä. Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta heidän mukaansa lisää tarkasti kirjoitettu selvitys tutkimuksen toteuttamisesta.

## **2.6 Muita tutkimuksia sekä projekteja**

Tietomallinnus on kiinnostava ja laaja aihe, johon liittyviä opinnäytetöitä on tehty lukuisia, jopa siinä määrin, että sitä tarvitsemaansa tietoa voi olla hankala löytää suuresta massasta. Tiedonhaun perusteella, opinnäytetyön aloittamisen jälkeen, on tietomallinnukseen liittyviä opinnäytetöitä valmistunut 601 kappaletta. (Google Scholar, 2021)

Ratasuunnittelun näkökulmasta tietomallipohjaisen suunnittelun kehitys on tapahtunut aina hypähdyksittäin suunnitteluhankkeissa käytettyjen uusien toimintamallien myötä. Seinäjoki–Oulu -ratahankkeella kehitettiin paljon radan tietomallintamista, esimerkiksi vuosina 2012–2017 Kokkola–Ylivieska -kaksoisraidetyömaalla suunnittelua ja rakentamista vietiin eteenpäin tietomallintamisen avulla sekä toteutettiin infrarakentamisen pilottihanke (Väylävirasto, n.d.c). Koneohjausmallien suunnittelua kehitettiin laajemminkin sekä hankkeeseen liittyen esimerkiksi kehitettiin suunnitelmamallien tarkastusprosessia Kaaranka (2016) ja radan tietomallipohjaisen massalaskennan vaatimuksia Kiviniemi (2014) opinnäytetyötyössään.

Pisarakadan rata- ja rakentamissuunnittelussa kehitettiin vuosina 2013–2017 muun muassa tietomallipohjaista yhteistyötä luomalla yhteiset tietomallintamisen pelisäännöt sekä yhteisen tietokannan, Pisaran ylläpitopalvelun, avulla. Hankkeessa laadittuja tietomalleja hyödynnettiin esimerkiksi hankkeen kustannuslaskennassa. (Väylävirasto, n.d.d) Uudet toimintatavat ja kehitykset ovat siirtyneet alan ohjeistuksiin ja seuraaviin ratahankkeisiin sekä muuttuneet normaaliksi toimintamalliksi. Vuonna 2016 alkaneessa Helsinki–Riihimäki

kapasiteetin noston 1. vaiheen rakennussuunnittelussa hyödynnettiin aiemmissa hankkeissa opittuja tietomallinnuksen menetelmiä. Kehityskohteina hankkeessa on ollut työvaiheistuksen ja radan merkkisuunnittelun tietomallintaminen. Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnittelussa pilotoitiin sähkörata- ja turvalaitesuunnittelun tietomallintamisen kehitysprojektin tuloksia (Pulkinen, 2018).

Tilaajan aktiivinen rooli on merkittävä tietojen ja hyvien toimintatapojen välittymiselle koko alalle, ettei hyvät toimintatavat jää ainoastaan yksittäisten toimijoiden ja projektien tietoon. On myös tärkeää, ettei kehitetä uutta vain kehittämisen takia, vaan kehitetään vanhan päälle, vain mikäli siinä havaitaan kehitettävää. Muutos on vakio, eikä se ole automaatio, että muutos olisi aina muutosta parempaan suuntaan.

### **3 Rautatiet ja rataverkko**

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyön keskeisiä asioita kuten rautatiejärjestelmä sekä Riihimäen ratapiha. Tavoitteena on selkeyttää rautatiesuunnittelun tietomallintamisen toimintaympäristöä. Luvun alussa käydään läpi Riihimäen rautatieliikenteen historiaa, josta jatketaan rautatiejärjestelmän esittelyn kautta tarkemmin ratahankkeisiin.

#### **3.1 Rautatiet ja Riihimäki**

Rautateillä ja Riihimäellä on pitkä yhteinen historia. Rautatieliikenne alkoi Riihimäellä vuonna 1862, kun Helsingin ja Hämeenlinnan välinen rata avattiin liikenteelle. Risteysasemaksi Riihimäki muuttui vuonna 1869, kun Pietarin radan ensimmäinen osuus Riihimäeltä Lahteen valmistui. Helsingin ja Hämeenlinnan välistä rataa jatkettiin Tampereelle asti vuonna 1876, josta muodostui Suomen Päärata, jonka varrella Riihimäkikin sijaitsee. Noin 150 vuoden käytön aikana pääradalle on tehty parannuksia ja muutoksia tekniikan kehittyessä ja tarpeiden muuttuessa. Rautatiellä ja rautatien rakentamisella on aina ollut suuret vaikutukset alueiden kehitykseen, rautatien vaikutuksesta Riihimäkikin on pääradan varrella kehittynyt nykyiseksi hyvien yhteyksien kaupungiksi. (Iltaanen, 2009, s. 65, s.249)

Päärata on nykyisin junamäärältään rataverkon vilkkain rataosuus. Päärataa käyttävät Helsingistä Riihimäen ja Lahden suuntiin liikennöivä lähiliikenne, Tampereen suuntaan ja Lahden oikoradalle suuntautuva kaukoliikenne sekä Pasilan, Vuosaaren, Sköldvikin ja Hangon radalta pääradalle suuntautuva tavaraliikenne. Pääradan välityskyky on vuosien saatossa ja liikennemäärien kasvaessa jäänyt liian pieneksi, mikä on huonontanut junaliikenteen täsmällisyyttä ja tuonut sen alttiiksi häiriöille.

#### **3.2 Muuttuva toimintaympäristö**

Rautateillä on keskeinen rooli Riihimäen ja koko Suomen elinkeinoelämässä sekä ihmisten liikkumisessa kaupunkien välillä ja lähiliikenteessä. Rautateiden rooli on merkittävä kestävän kehityksen edistäjänä, henkilöliikenteen tarjoajana ja tavaraliikenteen puolella teollisuuden runkukuljettajana. (Liikennevirasto, 2018c, s.12)

Maailma muuttuu ja rautateidenkin toimintaympäristö on ja on ollut jatkuvassa muutoksessa. Rautateillä on ollut keskeinen rooli valtioiden teollistumisessa ja talouskehityksessä. Nykyistä tulevaisuuden kehitystä voidaan tarkastella suurien kuvien ja linjausten avulla, kuvaamalla useista ilmiöistä koostuvia yleisiä kehityssuuntia, joiden nähdään usein tapahtuvan globaalilla tasolla ja kehityssuunnan uskotaan usein jatkuvan samansuuntaisena. Esimerkiksi Sitran selvityksen mukaan 2020-luvun megatrendejä ovat ekologisen jälleenrakennuksen kiireellisyys: miten vastaamme ilmastonmuutokseen, luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen, resurssien vaihtelevaan saatavuuteen ja jäteongelmaan, verkostomaisen vallan voimistuminen, väestön ikääntymiseen ja monimuotoistumiseen, talousjärjestelmän suunnan etsiminen sekä teknologia sulautuu kaikkeen. (Sitra, 2020)

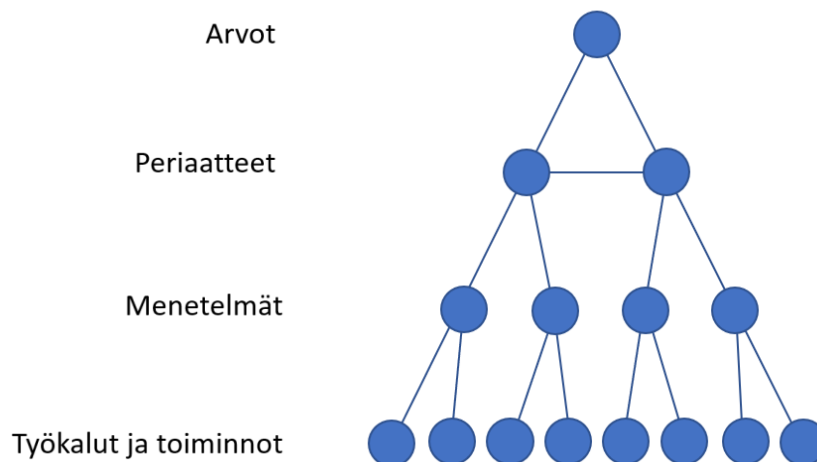
Väyläviraston vuonna 2018 julkaistussa Rataverkon kokonaiskuvassa on esitetty rautateiden toimintaympäristöön vaikuttavia suuria linjoja. Näitä muutoksia julkaisun mukaan tällä hetkillä rautateillä esillä ovat aluerakenteen muutokset ja kaupungistuminen, työssäkäyntialueiden laajentuminen ja työmarkkinoiden saavutettavuus, kilpailun avautuminen rautatieliikenteen markkinoilla, digitalisaation ja automatisaation luomat mahdollisuudet, liikenne palveluna -ajattelu sekä liikenteen päästövähennystavoitteet. (Liikennevirasto, 2018c, s.12)

Teknologinen kehitys ei ole enää selvityksen mukaan pelkkää ylimainontaa sekä mielikuvia, vaan useat edistysaskeleet koskettavat jo arkea (Sitra, 2020). Maailman nopea muutos luo jatkuvia muospaineita myös työyhteisöihin. Teknologia kehittyy huimaa vauhtia ja Tero Lahdes (2012, s.1) kuvaa Samassa veneessä -kirjassaan, että olemme siirtymässä teollisesta aikakaudesta kohti verkostoitunutta palvelu- ja tietoyhteiskuntaa, jossa vaaditaan uudenlaisia johtamista sekä uusia toimintamalleja. Lahdes määrittelee, että menestyäkseen globaalissa kilpailussa edellytyksenä on nopea reagoitokyky, joustavuus, uudet innovaatiot, työn tuottavuuden ja laadun parantaminen. Toimintaympäristön muutokset vaikuttavat myös rautatiejärjestelmään kohdistuviin tarpeisiin. Muutokset rautatiejärjestelmään luovat myös uusia mahdollisuuksia tarpeisiin vastaamiseen.

Tämän työn osalta rajaudutaan rautatiehankkeisiin ja infrasuunnitteluun, jossa teknologian, digitalisaation ja automatisaation luomiin tarpeisiin ja mahdollisuuksiin pyritään vastamaan tietomallinnuksen kautta.

Modig ja Ahlström (2013, s. 139) toteavat, että missä tahansa tilanteessa tai asiayhteydessä, arvot määrittävät miten tulisi toimia. Nämä arvot ovat tila, johon jatkuvasti pyrimme. Periaatteet määrittävät, mitkä asiat ovat tärkeimpiä ja miten teemme päätöksiä. Kun taas menetelmät määrittävät, miten suoritamme eri tehtäviä. Heidän mukaansa menetelmät ovat moottori, jonka tuottamalla voimalla on mahdollista siirtyä oikeaan suuntaan. Jotta voi noudattaa menetelmää, pitää olla työkaluja ja on tehtävä toimintoja.

Kuva 3. Modig & Ahlström, 2013, s. 138 kaaviota mukaillen



Opinnäytetyössä tätä yllä olevassa kaaviossa esitettyä rakennetta on hyödynnetty selkeyttämään käsiteltäviä kokonaisuuksia ja niiden riippuvuuksia, miten ne ovat kytköksissä toisiinsa. Oleellista on, että yhteisissä hankkeissa eri osa puolet tulkitsevat toisensa oikein ja ymmärtävät asiat samoilla tavoilla.

### 3.3 Rautatiejärjestelmä ja rataverkko

Rautatiejärjestelmään kuuluvat rataverkko ja rataverkolla liikkuva kalusto sekä kaikki liikenteen hoitamiseen ja turvaamiseen liittyvät rakennukset, laitteet ja järjestelmät. Rautatiejärjestelmän rakenteet koostuvat radan rakenteista, sähköradasta, turvalaitteista, vahvavirtalaitteista, merkeistä, laitureista, silloista ja muista rautateihin liittyvistä rakenteista ja rakennuksista. (RATO 1, s. 6)

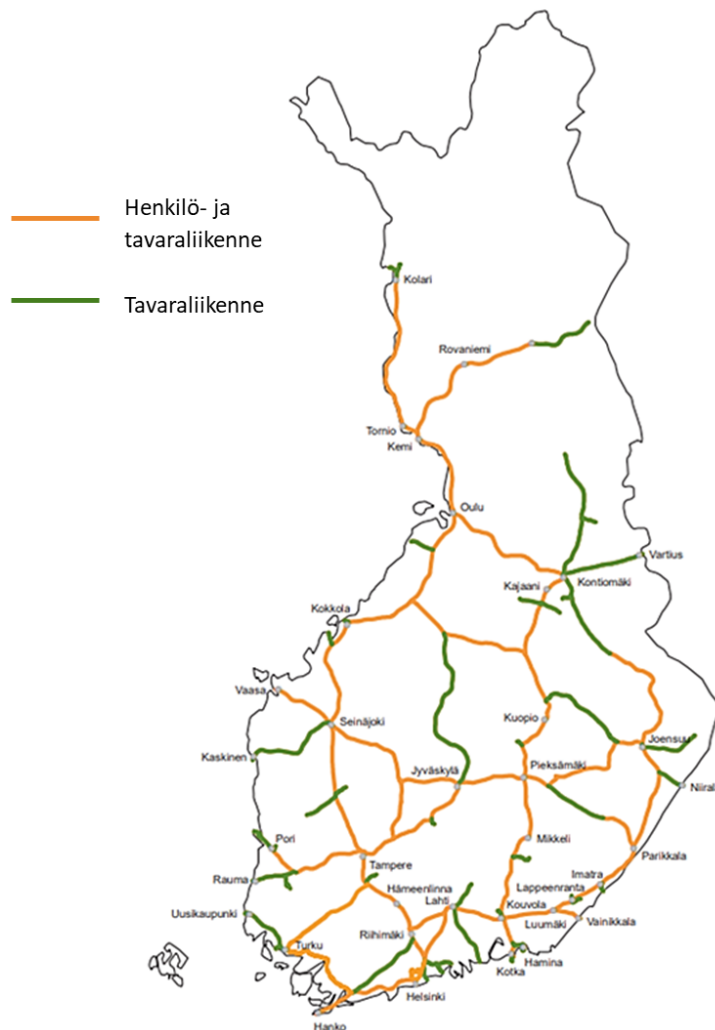
Väylävirasto toimii valtion rataverkon infran haltijana ja varmistaa rautatiejärjestelmän turvallisuuden sekä siellä liikkuvien ja työskentelevien henkilöiden turvallisuuden.

Väylävirasto hallinnoi valtion rataverkkoa ja vastaa rataverkon ylläpidosta ja kehittämisestä sekä hankkeiden toteutuksesta. Väylävirasto ostaa palveluita rataverkon käytölle, ylläpidolle ja parannukselle, sekä myöntää kapasiteettia liikennöinnille. (RATO 1, s. 6).

Osana laajaa digitalisaatiohanketta Väylävirasto käynnisti Raid-e -osahankkeen, jonka tehtävänä oli luoda sähköinen rataomaisuuden- ja sen kunnossapidon tiedonhallintajärjestelmä. Hankkeessa rataomaisuuden tiedonhallinnan perustaksi rakennettiin ratakohdeiden hallintasovellus RATKO, joka toimii rataomaisuuden ja infrastruktuurin sähköisenä tietopankkina.

Rautateillä on runsaasti monen eri alan rakenteita, tekniikkaa ja laitteita. Ratatiedolle on tyyppillistä lukuisat rekisterit ja arkistot. Rataomaisuuden tiedonhallinnan tarkoitus on osaltaan varmistaa, että rataverkko on joka päivä sovitulla tavalla turvallisesti liikennöitävissä.

Kuva 4. Suomen rataverkko, rataverkon liikennöinti 2016 (Liikennevirasto, 2018c)





Kuten kuvasta 4 voi havaita, Suomen rataverkko on harva ja koostuu pääasiassa yksiraiteista osuuksista, joilla liikenne on suurimmaksi osaksi sekaliikennettä, eli samoilla raiteilla kulkee sekä henkilö että tavaraliikennettä. Rataverkko jakautuu rataosiin, jotka jakautuvat liikennepaikkoihin ja liikennepaikkaväleihin. Yksiraiteisilla rataosilla junajärjestys ja junamäärä voivat muuttua ainoastaan liikennepaikoilla, joissa on siihen soveltua infrastruktuuri. Liikennepaikat ovat rataverkon solmukohtia ja niiden merkitys rataverkon välityskykyyn ja matkanopeuteen on merkittävä ja muiden liikennepaikkojen ohessa Riihimäen liikennepaikan merkitys ja toimivuus on Pääradalle erittäin suuri. Alla olevassa kuvassa 5 on havainnollistettu erilaisia liikennepaikkoja ja niiden välisiä linjaosuuksia.

Kuva 5. liikennepaikat ja niiden väliset linjaosuudet (Väylävirasto, 2020)



Rautatiejärjestelmän ominaisuutena on, että se on suljettu järjestelmä ja liikenne on aikataulutettua ja ohjataan liikenteenohjauksen kautta. Rautateihin liittyvä rakentaminen ja kunnossapito toteutetaan liikenteen ehdoilla ja pääasiassa lyhyissä liikennekatkoissa. Rataverkolla yksittäiset häiriöt, linjaosuudella tai liikennepaikalla, laajenevat nopeasti koko rataosalle ja vaikuttavat koko rataverkon toimintaan.

### 3.4 Ratahanke

Pääradan osalta käytön ja kunnossapidon aikana on todettu, että rataosan välityskyky on jäänyt liian pieneksi, mikä on huonontanut junaliikenteen täsmällisyyttä ja tuonut sen alttiiksi häiriöille.

Väyläviraston, aiemmin nimellä Ratahallintokeskus, julkaisussa (Pitkänen, 2006) Radan välityskyvyn mittaamisen ja tunnuslukujen kehittäminen ratakapasiteetilla kuvataan rataverkon ominaisuuksiin perustuvaa rautatiereitin junaliikenteen välityskykyä aikayksikköä kohden, esimerkiksi juna tunnissa. Maksimiratakapasiteetilla ilmaistaan maksimimäärä junia, jotka voivat liikennöidä kahden sijainnin välillä tietyllä ajanjaksolla. Ratakapasiteettiin

vaikuttavat ratainfrastruktuuri, kuten raiteiden määrä, vaihteiden sijainnit ja ratageometria. Mutta myös lisäksi nopeusrajoitukset, opastinjärjestelmä, käytettävä junakalusto sekä aikataulurakenne, mukaan lukien ajo-, pysähdys- ja kääntöajat, pelivara ja junien vuorovälit. Jos mikä tahansa näistä edellä mainituista asioista muuttuu, muuttuu myös käytössä olevan ratakapasiteetin määrä. (Pitkänen, 2006)

Pitkäsen (2006) mukaan, jos rataosan välityskyky ei enää ole tarpeisiin nähden riittävä, on kuitenkin kapasiteettia mahdollista lisätä seuraavien neljän eritasoisen toimenpiteen avulla:

- muuttamalla aikataulurakennetta tai liikennöintiperiaatteita
- nopeuttamalla hitaita kohtia rataosalla (pienet parannukset ratainfraassa)
- muuttamalla opastinjärjestelyjä
- lisäämällä ratainfrastruktuuria.

Edellä mainittuja toimenpiteitä varten tarvitaan radan suunnitteluhanke. Ratahankkeiden suunnittelu on vaiheittain tarkentuva prosessi ja kunkin vaiheen suunnittelutarkkuus ja päätöksenteko sovitetaan yhteen maankäytön suunnittelun kanssa. Ratahankkeen suunnitteluvaiheet ovat esiselvitys, yleissuunnitelma, ratasuunnitelma ja rakentamissuunnitelma. (Väylävirasto, n.d.g)

Tässä työssä keskitytään radan rakennussuunnitelmaan sekä rakentamisen urakkakyselyvaiheeseen. Radan suunnitteluprojekti ei ole koskaan erillinen tai yksittäinen toimeksianto, vaan liittyy aina suurempaan tavoitteiltaan määriteltyyn kokonaisuuteen, ratahankkeeseen. Hankkeet suunnitellaan ja toteutetaan projekteina, joiden sisältö, aikataulu ja resurssit on määritetty. Kuten rataverkolla ei ole erillistä yksittäistä ratarakennetta, ei ole myöskään yksittäistä ratahankkeen suunnitteluvaihetta, vaan kaikki liittyvät yhteen.

Rautatien käytettävyyden ja toimivuuden määräävät raidejärjestelyjen ratkaisut, geometria, turvalaitejärjestelmä. Operointimahdollisuudet määräytyvät näiden perusteella. Toiminnan mahdollistavat rakenteet toimivat raidegeometrian kannatinrakenteina. Toiminnallisten ratkaisujen on oltava kirkaana johtolankana koko suunnitteluprosessin ajan, loppuun asti. Suunnittelussa tarkkaa yksityiskohtaista rakennussuunnitelmaa, tulisi suuremman kuvan olla silti mukana. Ratahankkeissa suunnitellaan junan kulkua. (Tomperi, 2007)

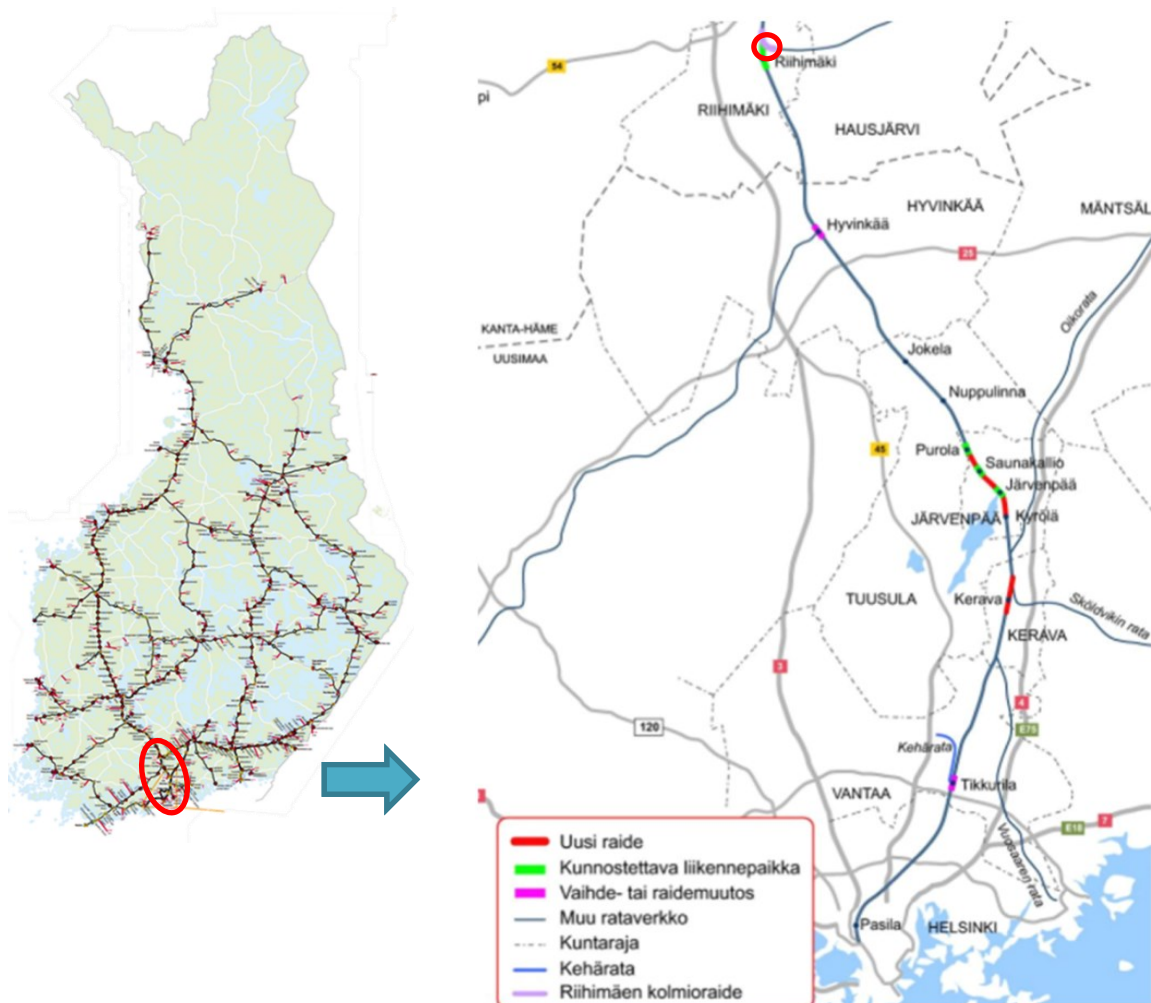
## 4 Helsinki–Riihimäki -hanke

Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi Helsinki–Riihimäki -hanketta sekä siihen liittyvää Riihimäen henkilöratapihaa. Luvussa kuvataan hankkeen eri suunnitteluvaiheita ja hankkeen kestoa sekä Riihimäen suunnittelutoimeksiannon sisältöä.

### 4.1 Helsinki–Riihimäki

Väylävirasto laatii suunnitelmia Helsinki–Riihimäki-rataosan liikenteellisen välityskyvyn parantamisesta. Hankkeen tavoitteena on parantaa sekä rataosan välityskykyä että häiriösietokykyä, joten edellytykset yhteyksien lisäämiselle paranevat, lähijunien liikennöinti nopeutuu sekä päivittäisten ruuhka-ajan häiriötilanteiden hoidon helpottuminen sujuvoittaa liikennöintiä. Välityskyvyn parantaminen toteutetaan kolmessa vaiheessa. (Väylävirasto, n.d.h)

Kuva 6. Rataosan sijoittuminen rataverkolla ja Riihimäen sijoittuminen rataosalla.



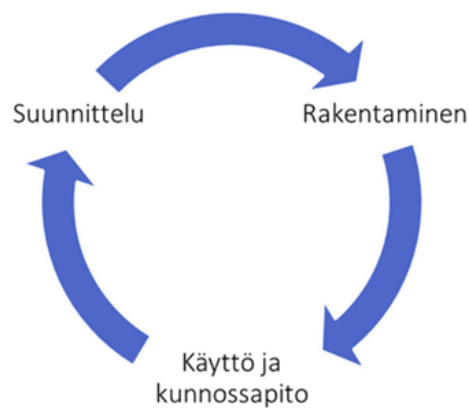
Helsinki–Riihimäki -hanke (aikaisemmin Pasila–Riihimäki) ja Riihimäen henkilöratapihan suunnittelun alkoi nykyisessä muodossaan vuonna 2007, jolloin sen aikainen Ratahallintokeskus (RHK) käynnisti Pääradan simulointi -projektin sekä vuonna 2008 pääradan kuormitustarkastelun välillä Kerava–Riihimäki. Projektien yhteydessä selvitettiin myös Riihimäen ratapihan liikenteellistä toimivuutta ja ongelmakohtia. Kehitystoimenpiteiden pohjalta laadittiin vuonna 2008 rataosan suurien liikennepaikkojen alustavat raiteisto-suunnitelmat. Hankkeen alustava yleissuunnitelma ja ympäristövaikutusten arviointi (YVA) tehtiin vuosina 2009–2010, yleissuunnitelma laadittiin vuosina 2011–2012 ja ratasuunnitelma vuosina 2013–2014.

Helsinki–Riihimäki -hankkeen 1. vaiheella rakennussuunnittelu alkoi vuonna 2016 ja hankkeen tavoitteena on parantamalla Tikkurilan, Hyvinkään ja Riihimäen liikennepaikkojen toimivuutta sekä rakentamalla uuden lisäraiteen Ainolan ja Purolan välille, vähentää vilkkaasti liikennöidyn rataosuuden häiriöherkkyyttä, lisäksi tuoda joustoa liikennöintiin ja myös parantaa junaliikenteen täsmällisyyttä. Hankkeen tavoitteena on myös siirtää tavaraliikenne kulkemaan omille raiteilleen erillään henkilöliikenteestä. Näin ollen toimenpiteet parantavat liikenteen hallintaa ja ohjaamista. (Väylävirasto, n.d.i)

2007	RHK käynnisti Pääradan simulointi -projektin
2008	Pääradan kuormitustarkastelu, alustavat raiteistosuunnitelmat
2009–2010	Alustava yleissuunnitelma ja YVA
2011–2012	Yleissuunnitelma
2013–2014	Ratasuunnitelma
2016	Helsinki-Riihimäki 1. vaiheen rakennussuunnittelu käynnistyi välillä
2017–2020	Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnittelu
2018–2021	Riihimäen henkilöratapihan rakentaminen
2020	Helsinki-Riihimäki kapasiteetin lisääminen 2. vaihe, tavaraliikenneraide Hyvinkäältä Riihimäelle.
2020–2021	Helsinki-Riihimäki kapasiteetin lisääminen 3. vaihe, Jokela-Riihimäki välin lisäraiteiden ratasuunnitelma

Suunnittelu- ja rakentamishankkeissa on oleellista ymmärtää toiminnan tarkoitus ja sekä toiminnan jatkuvuus. Rautatiejärjestelmän elinkaareen kuuluvat alla olevan kuvan mukaisesti suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito. Rautatiejärjestelmän elinkaari jatkuu yksittäisen hankkeen päättymisen jälkeenkin. Toiminnassa tulisi aina olla mukana suurempi kokonaiskuva; menetelmät, periaatteet ja arvot. Pitkäkestoissa ja monivaiheissa hankkeissa oleellista on tiedonkulku, joka korostuu kaikessa tekemisessä.

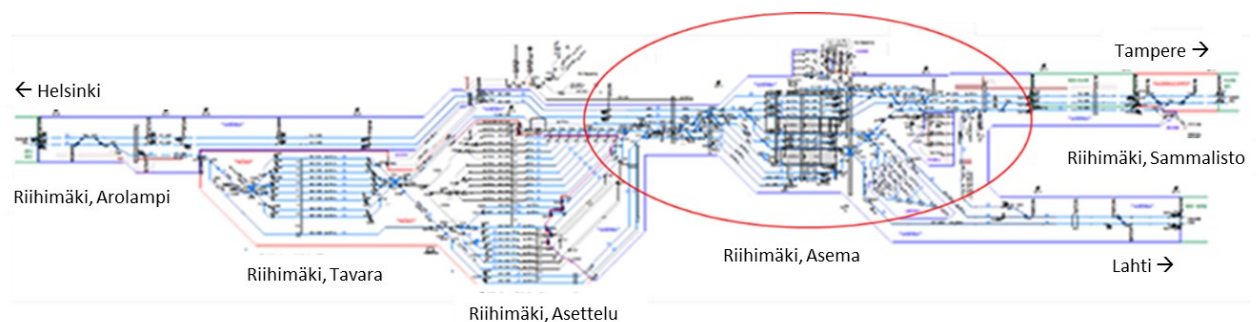
Kuva 7. Rautatiejärjestelmän elinkaari



## 4.2 Riihimäen henkilöratapihan uusiminen

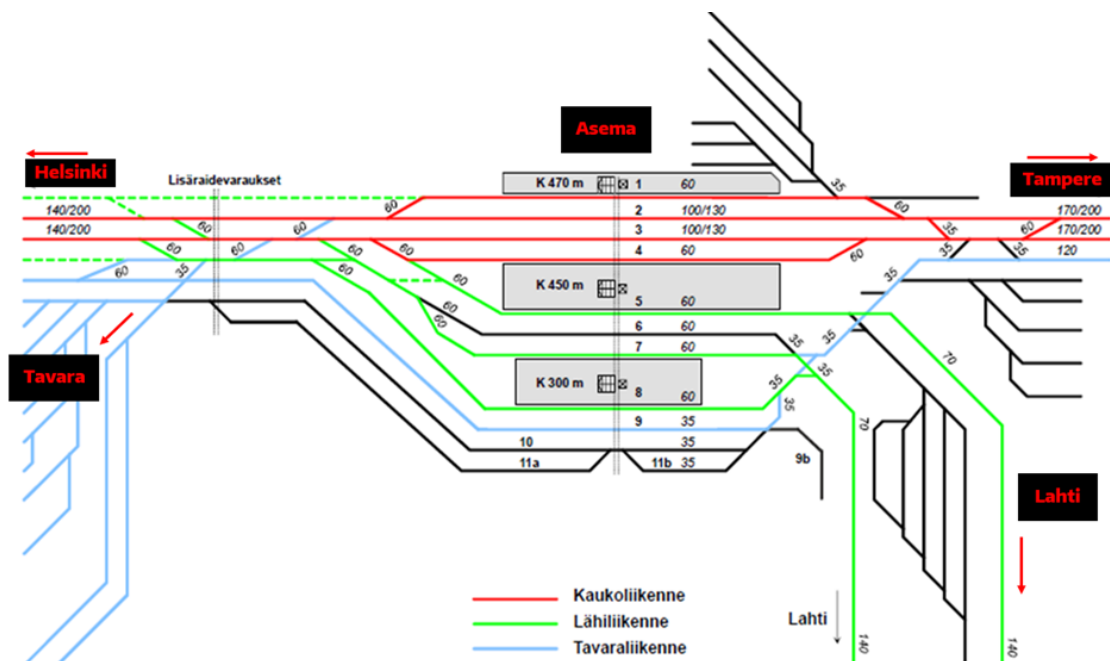
Tämän työn tarkastelukohteena oleva Riihimäen henkilöratapiha sijaitsee Helsinki-Riihimäki välisellä rataosuudella. Se on osa laajempaa Riihimäen liikennepaikkaa, joka on jaettu toimintojen mukaan eri alueisiin. Riihimäen henkilöratapihalla tarkoitetaan liikennepaikan osaa nimeltä Asema. Alla olevassa kuvassa 8 on esitettyä Riihimäen liikennepaikan eri osat.

Kuva 8. Suunnittelualue korostettuna Riihimäen liikennepaikan raiteistokaaviossa



Riihimäen henkilöratapihan uusiminen kuuluu Helsinki-Riihimäki hankkeen 1. vaiheeseen. Rakennussuunnittelu alkoi Riihimäellä vuonna 2017. Suunnittelukohde on erittäin haastava ja töiden tekemisen yhteydessä on huomioitava, että Riihimäen henkilöratapihalla tulee olla jatkuvasti käytettävissä henkilöliikenteelle neljä laituriraidetta sekä tavaraliikenteelle riittävä määrä läpiajoraiteita, jolloin liikenteelle aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä. Riihimäellä liikennöi päivittäin noin 160 junaa. Suunnittelussa tärkeintä oli laatia työvaiheistus, jolla rakennustyöt voidaan toteuttaa liikenteen ehdoilla.

Kuva 9. Lopputilanteen raiteistokaavio laadittiin vuonna 2017, VR Track (Liikennevirasto, 2017a)



Kuvassa 9 on esitetty henkilöratapihan (Asema) 11 raiteinen raiteisto. Raiteista laituriraitteita on viisi, muut raiteet ovat läpikulku- ja seisontaraiteita. Lähtötilanteessa alueen turvalaitteet, osa raiteista ja vaihteista olivat vanhoja sekä huonokuntoisia kuten myös matkustajalaiturit olivat matalat eivätkä täyttäneet esteettömyyden vaatimuksia. Riihimäen raidegeometria rajoitti nopeuden ohiajaville junille 60 km/h sekä junat joutuivat myös liikennöimään vaihteiden poikkeavien suuntien kautta, joissa nopeus rajoittuu 35 km/h. Hankkeessa ratapihan raiteisto uusitaan täysin, mikä mahdollistaa nopeiden läpiajaviin junien sujuvamman kulkemisen.

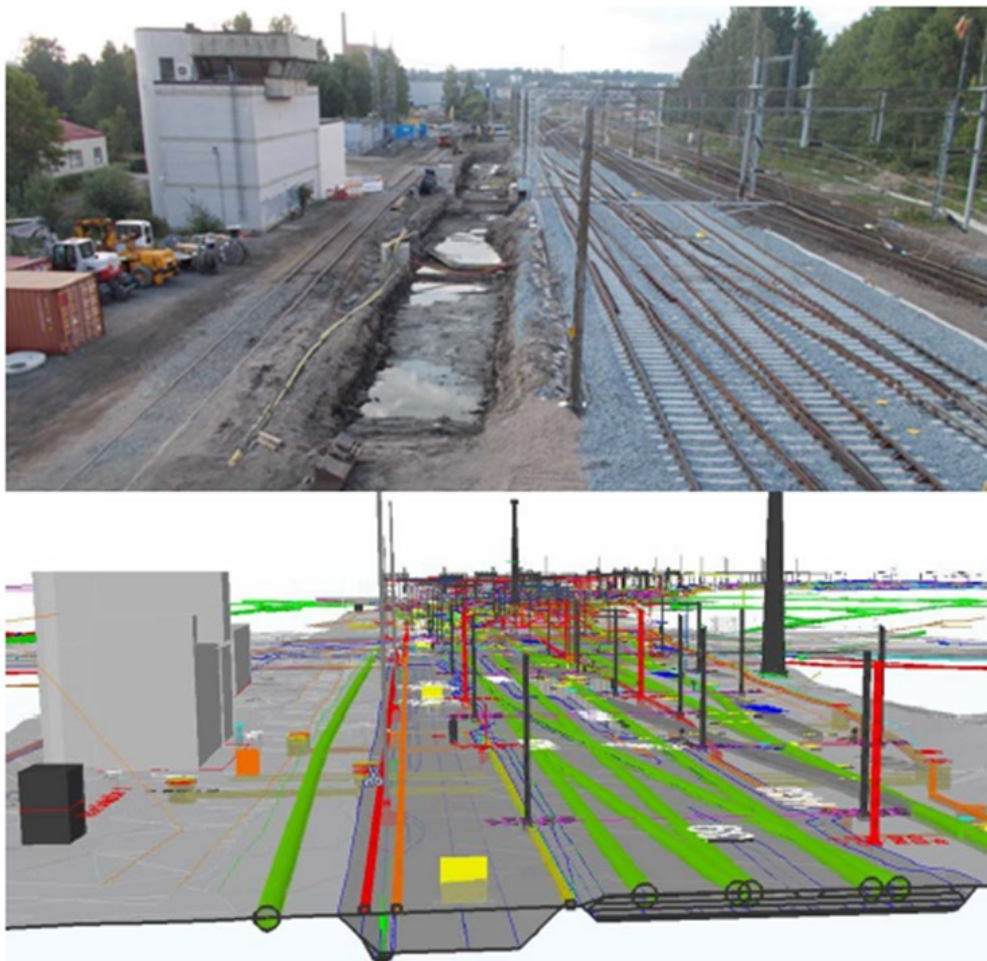
Riihimäen aseman palvelutasoa parannetaan rakentamalla asemalle korkeat laiturit ja uusi hissi, jotka mahdollistavat esteettömän kulun. Lisäksi asemalla uusitaan muun muassa vanhat

hissit, laiturikatokset, valaistus ja laiturinäytöt. Asemalle asennetaan myös valvontakameroita parantamaan matkustajaturvallisuutta sekä laajennetaan nykyistä alikulkutunnelia.

Henkilöratapihan parantamisen pääasialliset toimenpiteet ovat:

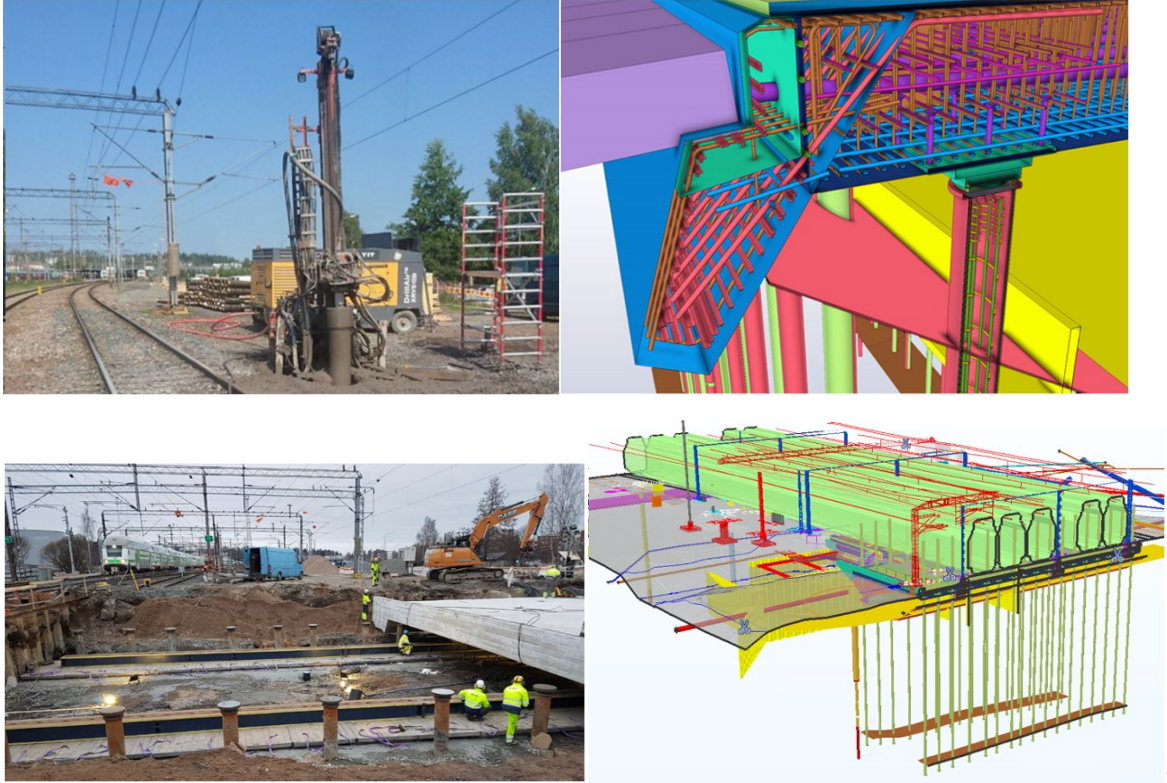
- Henkilöratapihan raide- ja vaihdejärjestelyiden parantaminen ja uusiminen
- Uuden läntisen lisäraiteen rakentaminen
- Uuden laiturin rakentaminen raiteelle 11
- Uusien korkeiden laitureiden rakentaminen henkilöratapihalle
- Nykyisen alikulkutunnelin korjaaminen ja jatkaminen
- Uuden hissien rakentaminen asematunneliin laiturille 1
- Vanhan Vantaanjoen ratasillan uusiminen, erillinen toimeksianto
- Erillisenä toimeksiantona koko ratapihan sähkörataurakka, ST-hanke

Kuva 10. Riihimäen raiteiston uusimista (Lagerström & Tast, 2020)



Henkilöratapihan uusimisen yhteydessä uusittiin myös 100 vuotta vanha Vantaanjoen ratasilta. Uusi ratasilta suunniteltiin tietomallipohjaisesti.

Kuva 11. Vantaanjoen uuden ratasillan tietomallipohjaista toteuttamista



Eryteisesti paaluperustusten toteutettavuudessa liikenteen ja sähköradan alla, hyödynnettiin kattavasti lähtö- ja suunnitelmamalleja sekä massiivista koko ratapihan kattavaa pistepilviaineistoa, josta kaikki maanpäälliset rakenteet olivat selkeästi havaittavissa.

Kuva 12. Näkymä pistepilviaineistosta hankkeen TrueView-ohjelmasta





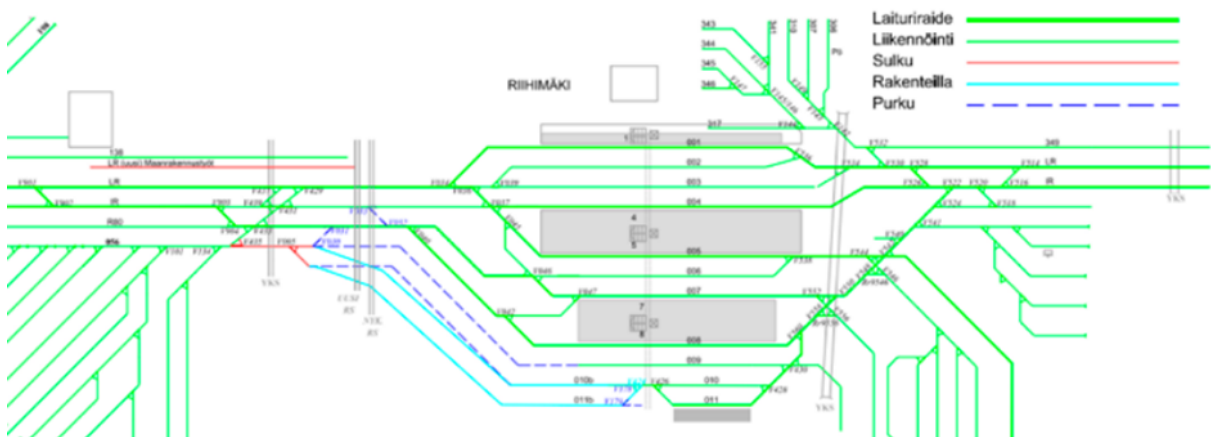
### 4.3 Rakennusurakat

Rakennussuunnitelman toimenpiteet oli jaettu pienempiin urakoihin suunnitellussa tehdyn työvaiheistuksen perusteella. Ennen varsinaisia henkilöratapihan urakoiden aloittamista, oli mahdollisiin liikennehäiriöihin varauduttu rakentamalla etukäteen tavararatapihalle uusi läpiajettava raide sekä rakentamalla työnaikainen raiteenvaihtopaikka pääraiteille.

Rakennussuunnitelman toimenpiteiden jakautuminen eri urakoihin:

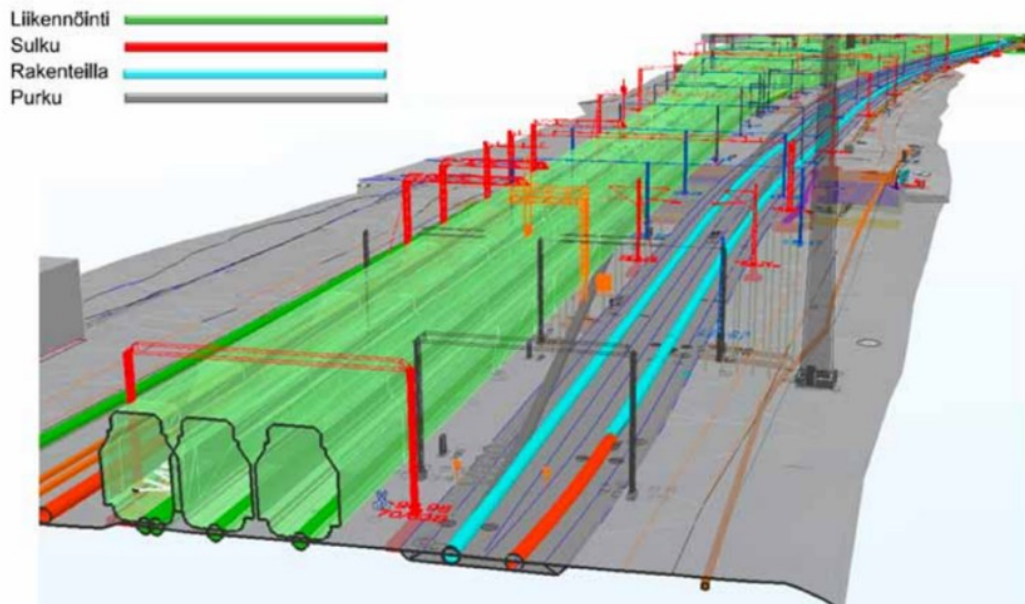
- 2018 PRU1, Uuden läntisen lisäraiteen rakentaminen, turvalaite- ja vaihdetyöt.  
Tilapäisen laiturin rakentaminen raiteelle 11 sekä raiteiden 9–11 rakentaminen sekä turvalaite- ja vaihdetyöt.
- 2019 Vantaanjoen uuden ratasillan rakentaminen ja vanhan sillan purkaminen  
RU1, laiturin 7–8 rakentaminen ja raiteiden 6–8 rakentaminen sekä turvalaite- ja vaihdetyöt  
RU2, laiturin 1 sekä uuden hissin rakentaminen ja raiteiden 1, 2 sekä Veturitallin raiteiston rakentaminen turvalaite- ja vaihdetyöt
- 2020 RU4, laiturin 4–5 rakentaminen ja raiteiden 3–5 rakentaminen, väliaikaisten vaihdeyhteyksien purkaminen sekä turvalaite- ja vaihdetyöt.
- 2021 RU3, Nykyisen alikulkutunnelin korjaaminen ja jatkaminen.

Kuva 13. Työvaihe esitettyä kaaviossa (Lagerström & Tast, 2020)



Haastava työvaiheistus suunniteltiin myös tietomallipohjaisesti, toteutettavuuden varmistamiseksi. Alla olevassa kuvassa 14 on näkymä Riihimäen tietomallipohjaisesta työvaiheistuksesta, jossa on visualisoitu eri työvaiheita. Perinteisen työvaiheistuksen kaaviot (kuva 13) ja tietomallipohjainen työvaiheistus, eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan tukevat toisiaan.

Kuva 14. Työvaiheistus esitettynä yhdistelmämallissa (Lagerström & Tast, 2020)



#### 4.4 Tietomallintaminen Riihimäellä

Suunnittelutehtävän tarkoituksena oli laatia rakentamissuunnitelma edellä mainituista toteutettavasta muutoksista ja jaoteltuina edellä mainittuihin urakkakokonaisuuksiin. Suunnittelu tuli toteuttaa tietomallintamalla tilaajan laatiman suunnitteluohjelman perusteella, jossa oli määritelty, että rakentamissuunnitelma laaditaan noudattaen voimassa olevia lakeja, Trafín määräyksiä, Väyläviraston ohjeita, infraRYL:iä sekä Infra Rakennusosa- ja hankenimikkeistöä, lisäksi suunnittelussa tuli noudattaa YIV-ohjeistusta. (Liikennevirasto, 2017)

Riihimäen henkilöratapihan rakennussuunnitelma on tietomallipohjainen hanke. Tilaaja edellytti, että suunnittelija hankkii käyttöönsä inframallien tekemiseen tarvittavan ammattitaidon, järjestelmät, ohjelmistot ja muut tarvittavat työkalut. Rakennus-

suunnitelmassa laadittua tietomalliaineistoa hyödynnetään urakoiden tarjousvaiheessa ja joka mahdollistaa mallipohjaisen rakentamisen.

Hankkeen tietomallinnuksen tavoitteita suunnittelussa olivat erityisesti:

- Suunnittelu suoraan mallipohjaisesti
- Ratkaisujen toimivuus ja yhteensovittaminen sekä työvaihesuunnittelu
- Lähtötietomallin ja toteutusmallin hyödyntäminen seuraavassa vaiheessa
- Yhdistelmämallin käyttäminen hankkeen aikana suunnitteluprosessin tukena
- Turvalaite- ja sähköratatekniikan onnistunut mallintaminen
- Projektin tiedonjakamisen (sisäinen sekä ulkoinen) kehittäminen uusia tapoja hyödyntämällä, esim. suunnitelmaratkaisujen kommentointi mallin avulla

Lisäksi tavoitteena oli kehittää mallintamisen hyödyntämistä väyläviraston investointihankkeissa. (Liikennevirasto, 2017a) Suunnitteluohjelmassa kerrottiin, että suunnittelu tulee toteuttaa jatkuvana mallintamisella, joka tarkoittaa sitä, että mallinnuksen tason tulee koko ajan vastata suunnitelmatilannetta ja suunnittelun valmiusastetta.

Suunnitteluohjelmassa oli määritelty seuraavat tehtävät tietomallintamiseen liittyen:

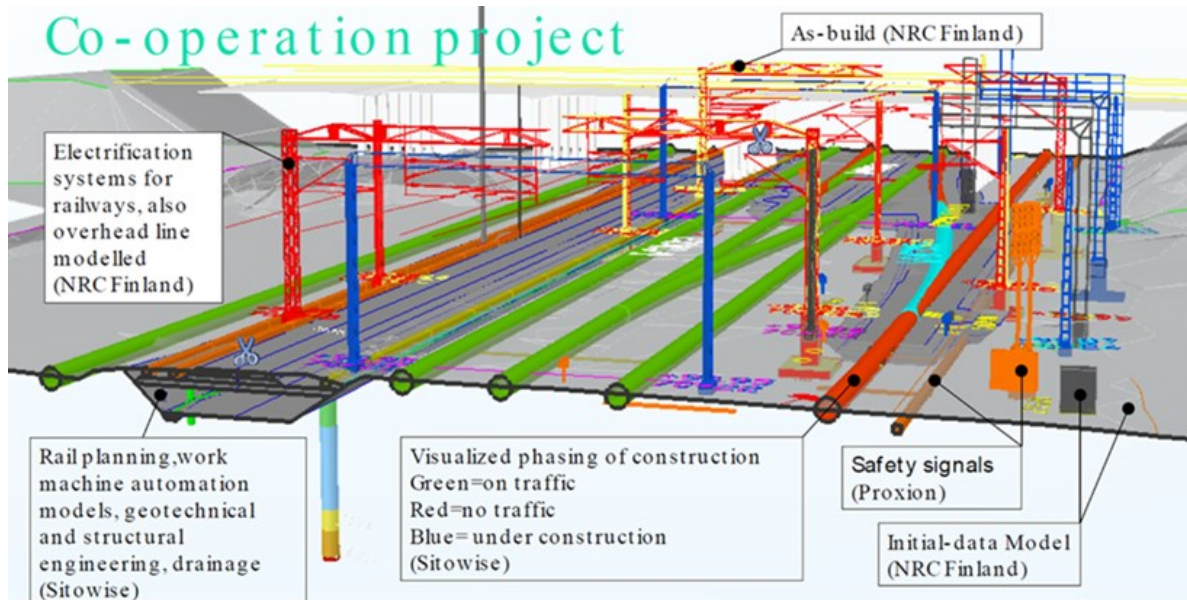
- Lähtötietojen hankkiminen, tarkistaminen ja täydentäminen.
- Työvaihesuunnittelu, myös tietomalleina
- Jatkuva Inframallinnus, suunnitelmamallien ja toteutusmallien tuottaminen.
- Tekniikka-alojen sekä muiden toimeksiantojen yhteensovitus mallien avulla.

Suunnittelijan tuli esittää suunnittelukokouksissa inframallien avulla suunnittelun etenemistä ja suunnitteluratkaisuja. Mallit esiteltiin yhteisestä tietomallipalvelimesta, jonka avulla voitiin varmistaa eri tekniikka-alojen yhteensovitus ja tilaaja pystyi seuraamaan suunnittelun valmiusastetta. Tietomallipalvelimen aineiston taso vastasi suunnittelun valmiusastetta.

Tietomallipalvelimenä käytettiin Trimble Connect -ohjelmistoa, joka oli suuressa roolissa hankkeen tavoitteiden täyttämässä. Suunnitteluhanke oli yhteistyöprojekti ja suunnittelua laadittiin useissa eri suunnitteluohjelmistoissa ja eri suunnittelutoimistoissa. Projektissa

pidettiin suunnittelun kiivaimmassa vaiheessa joka perjantai tietomallipalaveri, jossa käytiin läpi eri suunnittelualueiden tilanteet tietomallia hyödyntäen.

Kuva 15. Rakennussuunnitelma oli yhteistyöprojekti (Rauhala & Tast, 2019)



Suunnittelu alkaa yleensä lähtötietojen kokoamisella ja muokkaamisella suunnittelun tarpeiden mukaisiksi. Lähtötietojen hankkiminen ja muokkaaminen on usein työläs prosessi, varsinkin kun ratasuunnitelma ei ollut tietomallintamalla tehty sekä eri koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä. Tässä hankkeessa oli erillisessä toimeksiannossa tilattu nykyisten raiteiden kartoitus ja ratapihan geometrialaskenta sekä lähtötietomalli rakennussuunnitteluun. Nykytila oli mallinnettu koko ratapihan alueelta ja mittausaineiston tukena oli kattava pistepilviaineisto. Näin tietomallipohjainen suunnittelu oli mahdollista aloittaa heti.

Kuva 16. Riihimäen henkilöratapihan rakennussuunnitelman tietomallintaminen muokattu kaavio (BuildingSMART, 2019a, s. 15)

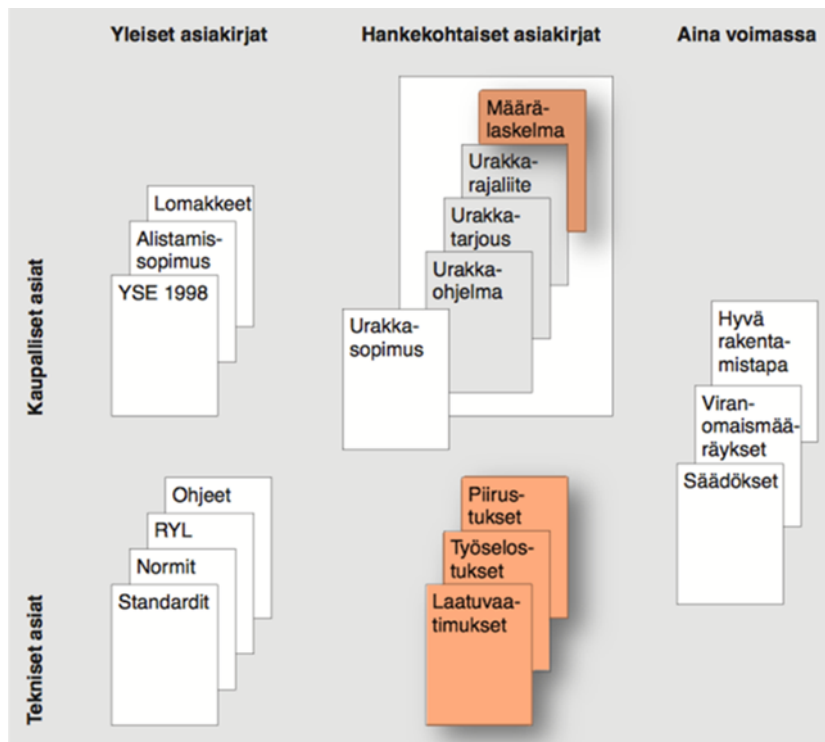


Rakentamissuunnitelman lähtötietomallit sekä suunnitelmamallit siirrettiin suunnitelma-dokumenttien lisäksi rakentamiseen. Eri urakoissa käytännöt olivat vähän erilaisia keskenään, minkälaisessa roolissa tietomallit olivat urakoissa.

Osa rakennusurakoista kilpailutettiin perinteisillä suunnitelmadokumenteilla, kun esimerkiksi Vantaanjoen uuden ratasillan rakentaminen oli täysin tietomallipohjainen projekti, suunnittelusta urakan tarjouslaskentavaiheeseen ja vastaanottoon asti. Vantaanjoen ratasillan tietomallipohjaisen rakentamisen tavoitteita olivat mallipohjainen tarjouslaskenta, mallipohjainen tuotanto ja laadunvalvonta sekä digitaalinen luovutusaineisto. (Väylävirasto, 2018. Urakka-ohjelma).

Digitaalinen luovutusaineisto koostuu toteumamallista, -piirustuksista ja laadunvarmistusaineistosta rakentamisvaiheen lopputuotteena muodostuva luovutettava aineisto, joka todentaa rakentamisen laadun ja toimii tilaajan omaisuudenhallinnan lähtötietona kunnossapitoprosessissa. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.9).

Kuva 17. Rakennushankkeen asiakirjoja (Rakennustieto, RT-kortti RT 16-10768)



Kuvaan 17 on koottuna rakennushankkeen asiakirjoja. Oranssilla on korostettuna esitetty suunnittelusta tulevat asiakirjat. Asiakirjojen tulee olla laadittu selviksi ja yksiselitteisiksi ja

niiden sisältämien ehtojen tulee olla tasapuoliset sekä yhtäläiset kaikille urakoitsijoille. (Rakennustieto, RT 16-10768)

Myös Vantaanjoen ratasillan rakennussuunnitelman suunnitelmamallit toimitettiin juridisesti pätevänä asiakirjana sillan rakentamisurakkaan. Tarjouslaskentavaiheessa suunnittelijan laatimia lähtötieto- ja suunnitelmamalleja urakoitsija voi hyödyntää havainnollistamaan urakan toteutusaluetta sekä määrä- ja massalaskennassa. Suunnitelmamallien tulee olla luotettavia ja virheettömiä, jotta urakoitsijat voivat niitä ilman muokkaamista hyödyntää esimerkiksi juuri massalaskennassa.

Tietomallin siirtäminen osapuolia sitovaksi asiakirjaksi rakentamiseen tarkoittaa useita muutoksia vakiintuneisiin sopimuskäytäntöihin ja toimintatapoihin. Infrahankkeissa erillisiä inframalleja on suuri määrä, eikä niitä ole koottu yhdeksi tiedoksi, kuten esimerkiksi talohankkeissa voidaan toimia. Tiedostojen suuri määrä voikin olla tiedonhallinnan ja käytön kannalta urakkalaskentavaiheessa haastavaa.

Riihimäen henkilöratapihan rakennussuunnitelma sisältää kokonaisuudessaan noin 450 kappaletta erillistä suunnitelmamallia. Näiden hallinta ei välttämättä ole yksiselitteistä ja selvää kaikille rakennussuunnitelman sisällä toimijoille, joten haasteita ne varmasti asettavat myös urakkalaskijoille. Tiedostojen hallintaan on apuna tietomallinnussuunnitelma, tietomalliluettelo sekä tietomallikohtaiset selostukset, nämä siis lisänä itse tietomallien lisäksi. On myös huomioitava, että tietomallien hyödyntäminen vaatii myös ohjelmisto-osaamista.

Sopimusasiakirja on osapuolia sitova, ja näin ollen rakennuttajan ja suunnittelijoiden tulee sitoutua urakoitsijalle luovutettaviin tietomalleihin. Suunnitelmamallien oikeellisuus on ehdoton lähtökohta, jotta niitä voidaan hyödyntää urakkalaskentavaiheessa. Määrä- ja massalaskentaan käytettyjen pintojen tulee olla mallinnettu, dokumentoitu ja nimetty YIV:n mukaisesti, joten sekä suunnittelijoiden sekä urakoitsijoiden tulee tuntea YIV:n laatuvaatimukset.

Tietomallinnuksen kehityksen kannalta on oleellista, että rakennussuunnitelma- ja toteutusmallit toimivat oleellisena osana toteutusvaiheessa alusta alkaen ja

minimitavoitteena on edellä mainitut mallipohjainen tarjouslaskenta, mallipohjainen tuotanto ja laadunvalvonta sekä digitaalinen luovutusaineisto.

Vastuut eri tietomallien tuottamisesta tulee olla selkeät ja käytännöt vakioituja. Suunnitelmamallien käyttötarkoitus suunnittelun aikana erilainen, kuin toteutusmallien käyttö rakentamisessa. Eri aineistojen tuottamisen ajankohdalla on eroja, tietomallipohjaisen suunnittelun tarkkuus määräytyy lähtötietojen tarkkuuden perusteella. Suunnitelmamallien tarkkuustasoa on mahdotonta usein tietää, esimerkiksi pelkän tiedoston ulkonäön perusteella. Tarjousvaiheessa on tarpeen tietää aineiston luotettavuus.

## 5 Tietomallintaminen ja tietomallipohjainen suunnittelu

Luvussa esitellään tietomallintamisen ja tietomallipohjaisen suunnittelun pääpiirteet sekä määritelmät. Luvussa pyritään selkeyttämään mitä tietomallintaminen on ja mikä on tietomalli. Luvussa esitellään lisäksi rakennussuunnittelun laadinnassa käytetyistä ohjeista YIV-ohjeistus, InfraRYL, rakennusosanimikkeistö sekä tie- ja ratarakenteiden maastomittausohje, jotka toimivat yhdessä yhteisinä pelisääntöinä tietomallinnuksessa sekä suunnitelma- ja lähtötietojen tiedonhallinnassa.

### 5.1 Tietomallintaminen

Opinnäytetyössä rajaudutaan infrahankkeeseen ja infra-alalla tietomallintamisesta käytetään termiä inframallintaminen. Infrakohteen tietomallista käytetään termiä inframalli. Inframallinnus infra-alalla voidaan laajentaa yleisesti infran tiedonhallinnaksi. Talonrakennusprojekteissa tietomalli on vakiintunut tarkoittamaan suunnittelijan tuottamaa, kolmiulotteista suunnitelmaa tai sen osaa. Nimitystä on kuitenkin nykyisin laajennettu tarkoittamaan kaikkea sitä informaatiota, joka sisältyy mallipohjaiseen suunnitelmaan. (BuildingSMART Finland, 2019a)

Tietomallintamisen laajentuminen tiedonhallinnaksi, on aiheuttanut sen, että keskinäinen kommunikaatio on vaikeutunut. Ei ole aina selvyyttä, mitä eri henkilöt tarkoittavat tietomallilla tai tietomallinnuksella: Termeillä on monia eri merkityksiä, riippuen henkilön tulokulmasta asiaan tai ammatillisesta viitekehuksesta.

Rataverkolla on myös paljon yhteistä tiedonhallinnan kanssa, molemmissa häiriöt vaikuttavat nopeasti kokonaisuuden toimintakykyyn. Suunnitelmätieto on osa suurempaa kokonaisuutta ja on aina jonkun lähtötieto. Ratahankkeet ovat pitkäkestoisia ja on normaalia, että yritykset ja henkilöt hankkeessa vaihtuvat. Tiedonhallinta on hankkeissa pääosassa ja tärkeiden tietojen tulisi säilyä hankkeella, eikä se saa poistua henkilövaihdoksen tai toimeksiannon päättymisen myötä. Tiedon tulee myös kulkea hankkeessa pilkottujen urakoiden välillä, eri urakoiden toteumatiedot voivat olla seuraavan urakan lähtötietoja. Tiedot ei saisi olla henkilösidonnaista.



Laadukas tiedonhallinta tukee hankkeen tavoitteiden toteutumista. Tietomallintamisella pyritään varmistamaan toimiva tiedonhallinta: laadukkaan lähtötietoaineiston, suunnitelmaratkaisut ja lopputuloksen. Toimeksiannossa tuotetut aineistot luovutetaan ohjeiden mukaisesti, joilla varmistetaan tietojen jälleenkäyttöarvo. (Liikennevirasto, 2017b)

Tietomallipohjaiseen hankkeeseen lähdetessä on ensin ymmärrettävä tietomallin tuomat hyödyt ja mahdollisuudet omalle ja muiden osapuolien toiminnalle sekä koko hankkeelle.

(Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 25)

Helsinki – Riihimäki -hankkeessa tilaajan näkökulmasta havaittuja tietomallipohjaisen suunnittelun erityisiä hyötyjä olivat:

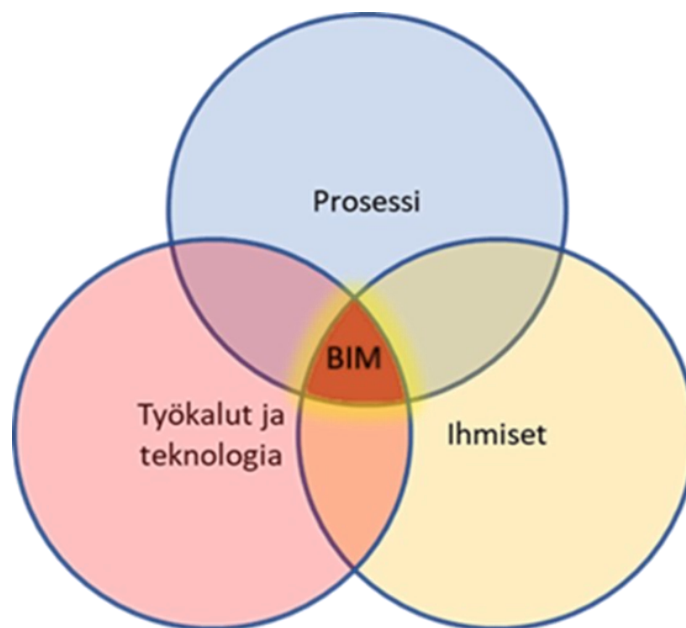
- Lähtötietojen tarkastus visuaalisesti
- Eri tekniikka-alojen ja suunnittelutoimistojen suunnitelmien yhteensovitus
- Liittyvien rakenteiden ja kolmansien osapuolten rakenteiden yhteensovitus
- Rakenteiden törmäystarkastelut
- Työvaiheistuksen suunnittelu
- Helpottaa työmenetelmien ja suunnitelmaratkaisujen toteutuksen tarkastelua (esim. työvarat ja tilavaraukset, junaliikenteen ulottumat)
- Vaihtoehtojen tarkastelu
- Laadunvalvonta rakentamisen aikana visualisoituu
- Muut hyödyt:
  - sidosryhmien informointi visualisointi/havainnekuvin
  - sidosryhmien rakenteiden sijoittamisen varmistus
  - toteutuksen aikainen kalusto- ja työvaihesuunnittelu
  - koneohjaus/laadunvalvonta
  - tavoite siirtää toteumamalli ylläpitomalliksi, jossa sitä voidaan hyödyntää ja täydentää koko elinkaaren ajan. (Kansonen, 2018)

Tietomallinnuksella saavutettavat hyödyt ovat selkeitä, mutta tietomallinnuksen termit ovat joskus haastavia, eikä aina voi olla täysin varma tietomalleista puhuttaessa, puhutaanko aivan samasta asiasta. Tietomallinnuksessa huomio usein kiinnittyy ainoastaan 3D-tietomalleihin tai yhdistelmämalliin.

Tietomallinnuksen kokonaisuuden hahmottamisen selkeyttämiseen, on hyödynnetty Lean-tuotannon perustan muodostavia osakokonaisuuksia: teknologiaa, ihmisiä ja prosessia. Lean tuotannossa pyritään tuotannon optimointiin sekä tuottamaan asiakkaalle mahdollisimman paljon arvoa. Parhaaseen lopputulokseen päästään, kun nämä kaikki kolme osa-alueet ovat tasapainossa. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s.28)

Tässä opinnäytetyössä tietomallinnuksen on ajateltu muodostuvan kuvassa esitetyllä tavalla, ja tavoitetilanteeseen päästään, kun osakokonaisuudet ovat yhtä suuret. Inspiraationa kuvaan on ollut Kiviniemen luento, jossa samaisen jaon osalta teknologian osuuden todettiin olevan nykyisin ylikorostettu (Kiviniemi, 2018). Tämän luvun kappaleet on jaettu esitetyn kokonaisuuden perusteella.

Kuva 18. Tietomallinnuksen perussisältö (Kiviniemi, 2018)



## 5.2 Yhteiset pelisäännöt (ihmiset)

Projektitoiminta on vaativaa ja onnistuakseen se edellyttää kaikilta projektin osapuolilta osaamista, yhteisten pelisääntöjen tuntemista sekä halua niiden noudattamiseen. Tietomallipohjaisella toiminnalla tähän pyritään tekemään omalta osaltaan projektista parempi. Projektitoiminnot ovat kehitetty aikanaan tarkoituksenmukaisiksi. Teknologian kehityksen myötä on tullut uusi mahdollisuuksia kehittää toimintoja, mutta toisaalta toimintatavat ovat tulleet monimutkaisemmiksi ja vaativammaksi. (Leppälä, 2011, ss. 179–180.) Toimiva ja luotettava tiedonvaihto eri osapuolten kesken on yksi oleellisimmista tekijöistä hankkeen onnistumisen kannalta.

Tiedonhallinta voi olla toimivaa hankkeessa, kun:

- Kaikki ymmärtävät tiedon samalla tavalla
- Tieto on jäsennelty yhteisesti sovitulla tavalla
- Tietoa hallinnoidaan yhteisesti sovitussa paikassa
- Tieto on sujuvasti hyödynnettävissä ja muokattavissa eri osapuolten tarpeisiin
- Tietoa ei katoa. (Liikennevirasto, 2017b)

Osaaminen korostuu tietomallinnuksen käyttöönotossa. Riihimäen henkilöratapihan suunnittelun suunnitteluohjelmassa tilaaja edellytti, että suunnittelija hankkii käyttöönsä inframallien tekemiseen tarvittavan ammattitaidon, järjestelmät, ohjelmistot sekä muut tarvittavat työkalut. Mikä on riittävä osaamisen taso? Yhtenä ehdotuksena osaamisalueiden sisällöstä on kuvattu alla olevaan taulukkoon. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s.87)

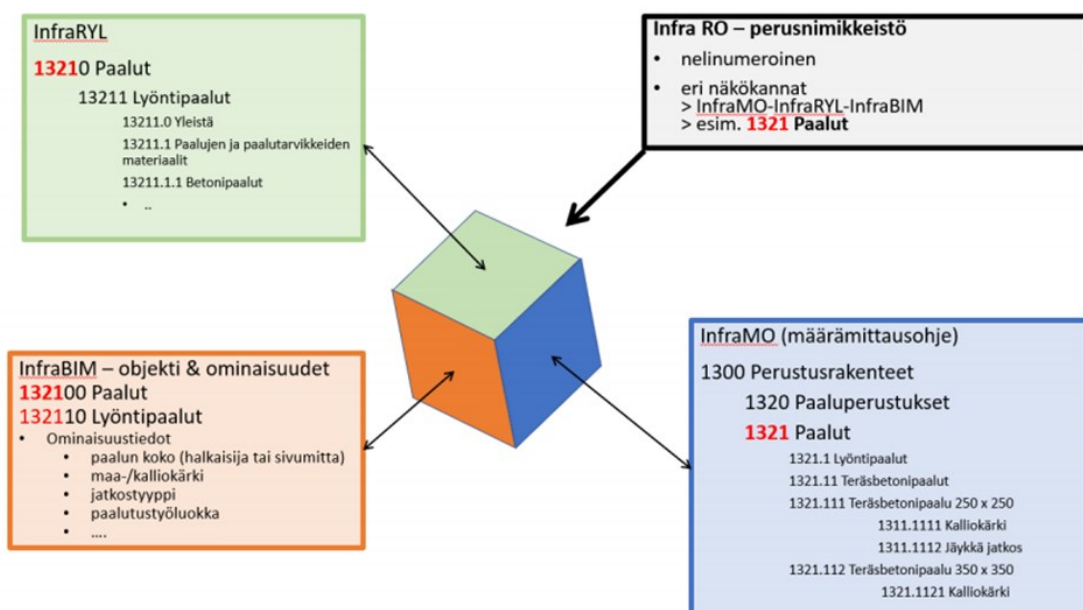
Tekninen	Sisällöntuotannon tekninen osaaminen, ohjelmistojen käyttö, eri alojen tietomallien ja rajapintojen tulkinta
Soveltaminen	Päivittäiset käytännön taidot, pyrkimys tietomallien hyödyntämiseen, määrälaskenta, aikataulut, laadunvarmistus
Toiminnallinen	Toiminnan ja projektin johtaminen, ei-tekninen yleistason osaaminen, kommunikointi, fasilitointi
Käynnistäminen	Toiminnan aloittaminen, työkalujen, käsitteiden ja toimintojen esittäminen organisaatiolle, kouluttaminen
Hallinnollinen	Strategisten tavoitteiden luominen ja niiden saavuttaminen
Tukipalvelut	Tietotekniikan ylläpidon tehtävät, laite- ja ohjelmistohallinta
Tutkimus- ja kehitys	Prosessien arviointi, muutos- ja tietojohdaminen, yhteistyö
Johtaminen	Päätöksentekotaidot, pitkän tähtäimen strateginen näkemys

Tässä opinnäytetyössä tarkastelun kohteina on rakennussuunnittelun laadinnassa käytetyistä ohjeista YIV-ohjeistus, InfraRYL, rakennusosanimikkeistö sekä tie- ja ratarakenteiden maastomittausohje. InfraRYL:ssä kuvataan suunnittelun ja rakentamisen laatuvaatimukset ja ohjeistaa miten rakennetaan. YIV-ohjeistus kertoo kuinka InfraRYL:n laatuvaatimukset täyttävä suunnitelma-tieto mallinnetaan ja siirretään seuraavalle käyttäjälle. Infra-rakennusosanimikkeistö toimii yhteisenä otsikointina ja jaotteluna.

### 5.2.1 Infra Rakennusosanimikkeistö

Toimivan tiedonhallinnan osalta oli oleellista, että tieto ymmärretään samalla tavalla. Infrahankkeissa rakennusosanimikkeistöä (InfraRO) käytetään kuvaamaan suunnittelun lopputulosta ja laadullisia vaatimuksia. Rakennusosanimikkeistön avulla suunnitelmat voidaan kuvata määrinä ja kustannuksina yhteisesti sovitulla tavalla. Näin nimikkeistö muodostaa tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välisen sopimusperustan. Nimikkeistö muodostaa yhteisen perustan eri toimijoiden tiedonvaihdolle ja kattaa kaikki infra-alan lopputuotteet. Lopputuotteet ovat kuvattu omille koodeilleen, virallinen Infra-rakennusosanimikkeistö on nelinumeroinen. Infra-rakennusosanimikkeistön pääryhmät ovat 1000 maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 2000 päällysy- ja pintarakenteet, 3000 järjestelmät ja 4000 rakennustekniset rakennusosat. (Rakennustieto Oy, 2015, ss. 5–13)

Kuva 19. Infra-rakennusosanimikkeistön eri näkökannat SFS-EN 81346-1 standardia mukailten (Liukas, 2021)



Nelinumeroista Infra-rakennusosanimikkeistöä hyödynnetään eri näkökannoista. Määrittämissä ohjeissa (InfraMO) on sanallisesti selvennetty ja tarkennettu jokaisen rakennusosan nimikkeen mittaamista ja yhteisesti käytettäviä mittayksiköitä. Viisinumeroinen InfraRYL määrittää rakennustyön laadun ja kuusinumeroinen InfraBIM-nimikkeistö luo inframallintamisen perustan. Eri näkökulmat täydentävät nimikkeistöä omilla erittelyillään. Kuvissa 19 ja 20, on kuvattu paalujen koodin 1321 osalta, kuinka eri nimikkeistöt tarkentuvat tarvittaessa. (Rakennustieto Oy, 2015, s.14).

### 5.2.2 InfraRYL

InfraRYL määrittää rakennustyön lopputuloksen rakennusteknisen laadun, esittäen valmiin rakenteen toleranssit ja yleiset laatuvaatimukset sekä itse työlle että rakennusmateriaalille. InfraRYL sisältää kaksi osaa, toimivuusvaatimukset, jotka määrittelevät rakenteen ja sen osien elinkaaren aikaista käyttäytymistä sekä tekniset vaatimukset, jotka määrittelevät tason, jonka rakenteen tulee täyttää rakenteen valmistumishetkellä. InfraRYL:n yleiset laatuvaatimukset on jäsennelty Infra rakennusosanimikkeistön perusteella viisinumeroisena.

Kuva 20. Kuvakaappaus InfraRYL rakenteesta (Rakennustieto Oy, 2020a)

- ▣ **10000** **Maa-, pohja- ja kalliorakenteet**
- ▣ **11000** **Olevat rakenteet ja rakennusosat**
- ▣ **12000** **Pilaantuneet maat ja rakenteet**
- ▣ **13000** **Perusrakenteet**
- ▣ **13200** **Paaluperustukset**
- ▣ **13210** **Lyöntipaalut**
- ▣ **13211** **Teräsbetonipaalut**
- ▣ **13211.1** **Teräsbetonipaalujen materiaalit**
- ▣ **13211.2** **Teräsbetonipaalutustyön asennusalusta**
- ▣ **13211.3** **Teräsbetonipaalujen asentaminen**
- ▣ **13211.3.1** **Teräsbetonipaalujen asentaminen, yleistä**
- ▣ **13211.3.2** **Lyöntipaalutuskalusto**
- ▣ **13211.3.3** **Paalujen varastointi ja käsittely työmaalla**
- ▣ **13211.3.4** **Teräsbetonipaalujen asennus**
- ▣ **13211.4** **Valmis teräsbetonipaalutus**
- ▣ **13211.5** **Teräsbetonipaalutuksen kelpoisuuden osoittaminen**
- ▣ **13211.6** **Teräsbetonipaalutuksen ympäristövaikutukset**

### 5.2.3 YIV

Suurin harppaus infrahankkeiden tietomallipohjaiseen toimintaan on ollut YIV-ohjeistuksen laatiminen ja käyttöönotto. YIV toimii alalla yhteisenä ohjeena sekä vaatimuksena yhdessä InfraBIM-nimikkeistön ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyjen kanssa. Yhdessä ne muodostavat tietomallipohjaisen suunnittelun tiedonhallinnan perustan, jonka tulee olla yhtenäinen ja kunnossa, jotta hankkeen suunnitelmatiedonhallinta toimii. Samalla tavalla tämä kolmikanta perustuu teknologiaan, ihmisiin ja prosessiin. (BuildinSMART, YIV/2019, s.6)

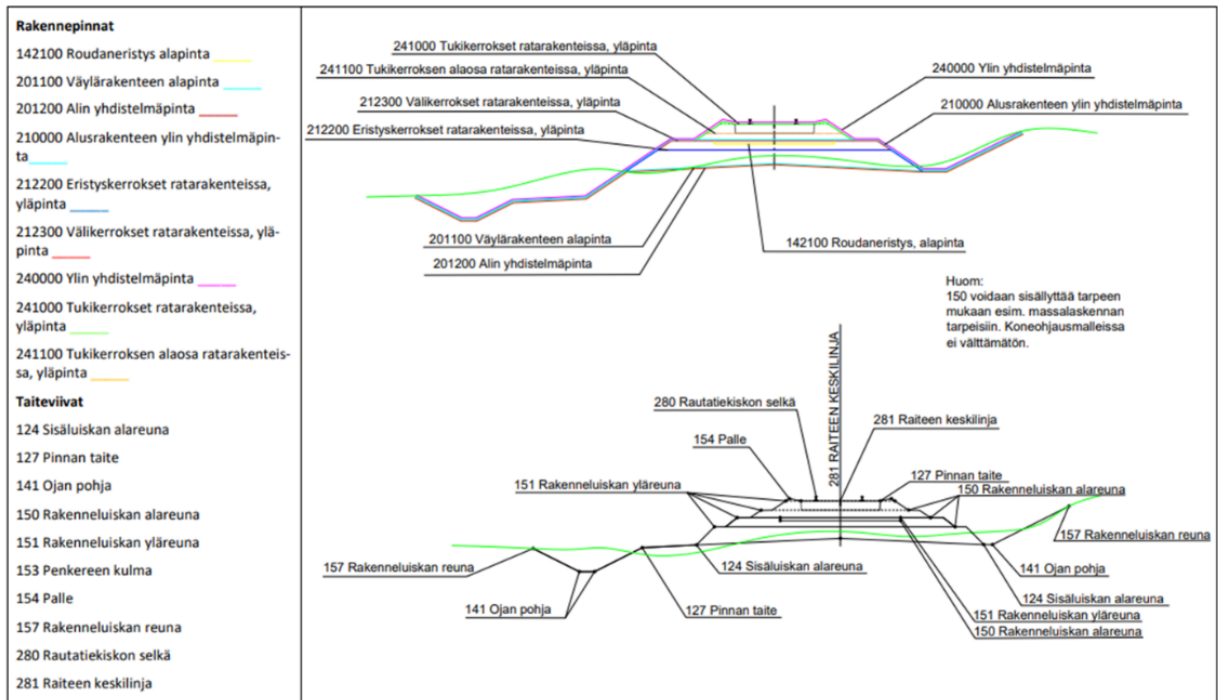
InfraBIM-nimikkeistö on yhteinen kieli, johon inframallinnus perustuu. Usein ei ole yhtä ainoaa oikeaa tapaa tehdä asioita, mutta on tärkeää, että on yhteisesti sovittu tapa, jonka mukaan toimitaan. Näin yhteisesti käytettävää menetelmää, voidaan tarvittaessa kehittää pikkuhiljaa, eikä aina tarvitse aloittaa alusta.

Kuva 21. Tiedonhallinnan ”kolmikanta” (BuildinSMART, YIV/2019, s. 6)



Nimikkeistössä on esitetty infrarakenteiden yhtenäinen numerointi- ja nimeämiskäytäntö. Kuusinumeroinen InfraBIM-nimikkeistö perustuu rakennepintojen osalta Infra2015-rakennusosanimikkeistöön. Taiteviivojen osalta numerointi pohjautuu Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, mittausohjeen maastomallin koodiluetteloon. (BuildingSMART, 2019b, s.4).

Kuva 22. Yksiraiteisen radan rakennepinnat ja taiteviivat (BuildingSMART, 2019b, s.20)



Siltojen ja taitorakenteiden osalta inframallinnusohjeena toimii Siltojen tietomalliohje, Liikenneviraston ohje 6/2014. Siltojen numeroinnin päätasona käytetään Sillan määrälaskenta-ohjeen mukaista sijaintikoodia. Sillan määräluettelo laaditaan INFRA 2006 mukaisesti. (Liikennevirasto, 2014)

Tietomalliaineisto tuotetaan hyödyntämällä avoimiin standardeihin perustuvia formaatteja, jotka mahdollistavat tiedonsiirron eri ohjelmistojen väleillä. Taitorakenteiden, samoin kuin talonrakennuspuolella, ensisijaisena siirtotiedostojen formaattina käytetään IFC-standardiin perustuvaa formaattia ja inframallien osalta formaattina on Inframodel, joka tällä hetkellä perustuu XML-standardiin.

Tietomallinnus ja tietotekniikka ovat jatkuvassa kehityksessä. Riihimäen henkilöratapihan suunnittelu alkoi vuonna 2017, jolloin inframallinnus perustui YIV 2015 -ohjeistukseen. Nykyisin on käytössä YIV 2019 -ohjeistus. Myös infraBIM nimikkeistö sekä inframodel-formaatti päivittyivät suunnittelun aikana. Pitkissä projekteissa on hyvä huomioida, kuinka päivittyvä ohjeistus suunnittelussa otetaan huomioon.

Kuva 23. YIV 2019-ohjeen rakenne. (BuildingSMART Finland, 2019a, ss.1-4)



Kuvassa on esitetty YIV-ohjeistuksen rakenne ja kuinka seuraava vaihe aina rakentuu edellisen pohjalle. Inframallinnus eri vaiheissa perustuu aina edellisen varaan ja on niin vahva kuin alempi perustus on. Inframallinnus perustuu toimivaan tiedonhallintaan, suunnitelmat ovat niin tarkkoja kuin niiden lähtötiedot ovat, toteutusaineisto tehdään suunnitelma-aineiston perusteella ja kunnossapidon tiedot perustuvat toteuma-aineistoon.



#### 5.2.4 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, mittausohje

Tie- ja ratahankkeiden maastotietojen mittausohjeessa on kuvattu ohjeet ja laatuvaatimukset suunnitteluhankkeissa tarvittavien maastomittaukset tekemiseen. Ohjeen aineisto muodostaa infrahankkeen tietomallintamisen perustan: mittausperusta, maastomalli sekä ratahankkeissa kaikkein oleellisimman eli raidekartoituksen. (Liikennevirasto, 2017c, s.6)

Maastotietojen mittausohje tulisi lisätä ainakin ratahankkeissa mukaan tietomallinnuksen ohjeisiin. Suunnittelun lähtötiedot tilataan viittaamalla mittausohjeeseen samoin kuin rakennussuunnittelun aikana tarvittavat lisämittaukset sekä toteumatiedot tulee mitata ohjeen mukaisesti.

Mittausperustan merkitys on suuri ratahankkeissa, jota tulisi tuoda myös enemmän esille. Mittausperustan avulla sidotaan kaikki hankkeen maastossa tehtävät mittaukset samoin kuin suunnitelmat suunnitteluhankkeessa käytettävään tasokoordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään. (Liikennevirasto, 2017c, s.8) Mittaukset toimitetaan ohjeen mukaisesti Infra maastomittaus -formaattissa, jota pystytään hyödyntämään lähes kaikissa suunnitteluohjelmistoissa. (Liikennevirasto, 2017c, s.4)

### 5.3 Prosessi

Tietomallintamiseen liittyvät työtavat mahdollistavat sujuvamman tietojen jakamisen sekä vaihtamisen eri osapuolien välillä ja uusien työtapojen käyttö muuttaa perinteisiä prosesseja. Prosessilla tarkoitetaan koko tehtäväketjua tuotteen valmistamiseksi, esimerkiksi rakennussuunnitelman aikaansaamiseksi. Lean-ajattelutavan perusteella tuotteiden, eli tässä tapauksessa tiedon, tulisi virrata arvoketjussa pysähtymättä. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s.29)

Tietomallintaminen on toimintatapa, jonka päämäärä on tiedonsiirto. Tiedon tulee siirtyä muuttumattomana ja seuraavalle käyttäjälle mahdollisimman helposti käytettävässä muodossa, sekä lisäksi mahdollisimman ymmärrettävästi ja helposti hyödynnettävässä muodossa. Tavoitteena on helpottaa mahdollisimman paljon seuraavan käyttäjän työtä, pyrkimyksenä välttää tietohukkaa ja ajanhukkaa. Kyse on tiedonsiirrosta ihmisten välillä, tietokonesovelluksia hyödyntäen. Pyrkimyksenä on tehdä seuraavan käyttäjän työn tekeminen ja suunnitelmatiedon jalostaminen mahdollisimman helpoksi.

**Lähtötietoaineisto** (aikaisemmin alalla käytetty nimeä lähtötietomalli) on eri tietolähteistä saadut tai mitatut suunnittelua varten hankitut lähtöaineistot, jotka ovat digitaalisessa muodossa jäsenneityinä. Sisältää myös raaka-aineen ja lähtötiedon sekä lähtöaineistoluettelon. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.11)

**Suunnitelmamalli** on rakenteen tai järjestelmän malli, joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut. Näissä eri suunnitelmavaiheissa käytetään suunnitelmavaiheeseen viittaavia termejä, joita ovat esimerkiksi tie-, yleis- ja rakennussuunnitelmamallit. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.11)

**Toteutusmalli** on päätoteuttajan tarkastama ja hyväksymä rakennussuunnitelmamalli, jota käytetään työn toteutuksessa. Urakan alkaessa työmaaorganisaatio tarkastaa rakentamissuunnitelman suunnitelmamallit ja laatii sen sekä suunnitelmadokumenttien perusteella toteutusaineiston. Toteutusaineisto sisältää nimensä mukaisesti toteutukseen tarvittavan aineiston, joita ovat muun muassa toteutusmalli, koneohjausaineisto, paikalleenmittausaineisto, työvaihemallinnukset sekä muut työtekniiset mallinnukset. Toteutusmalliin voidaan myös sisällyttää päätoteuttajan toimesta kohteen aikatauluja, tuotetietoja ja kustannustietoa. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.19)

**Toteumamalli** kuvaa infrajärjestelmän tai infrarakenteen sellaisena kuin se kohdekohtaisesti laatuvaatimukset huomioiden on toteutettu. Se voidaan tehdä täydentämällä sekä päivittämällä rakennussuunnitelma- tai toteutusmallia rakenteen lopullisen toteuman mukaisesti. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.12)

**Kunnossapitomalli** on kunnossapidon tarpeisiin yleistetty inframalli, joka luo pohjan sekä edellytykset tehokkaalle infraomaisuuden hallinnalle. Aiemmin esiteltyyn toteumamalliin voidaan lisätä kunnossapidon ja käytön tarvitsema tieto, jolloin näistä yhdessä muodostuu kunnossapitomalli. Kunnossapitomalli toimii käytön ja kunnossapidon tietovarastona, ikään kuin huoltokirjana. Kunnossapitomallia tulee täydentää ajantasaisilla tiedoilla jokaisen urakoiden jälkeen. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.10, s.20)

Tehdessä suunnitelmaa tulee olla selvänä tieto, mitä varten ja kenelle suunnittelua tehdään. Jo ensimmäisessä vaiheessa tulee selkeyttää kenelle ja mihin tarkoitukseen suunnitelmätietoa käytetään. Tieto siitä mitä seuraava käyttäjä tarvitsee, jolloin suunnitellaan tarpeeseen. Seuraava käyttäjä määrittää tarpeen.

Kuva 24. Eri vaiheiden tietomallitermejä



Infrahankkeen tietomallintaminen on monitahoinen prosessi, jossa tietomalli tarkoittaa eri vaiheissa ja eri osapuolille vähän eri asiaa. Rakennussuunnitelman suunnitelmamallien tarkoitus on suunnitteluvaiheen aikana varmistaa laadukkaat, tarkoituksenmukaiset ja toimivat suunnitelmaratkaisut sekä toimia urakkalaskennan pohjana. Toteutusmallien tarkoitus on auttaa rakentamisessa. Toteumamallien tarkoitus on todentaa, että toteuma vastaa haluttua lopputulosta sekä auttaa käyttöä ja kunnossapitoa toimien kunnossapitomallin pohjana.

Mikäli suunnittelija tekee rakennussuunnitelman tietomalliaineiston omiin tarpeisiinsa, niin ne eivät välttämättä ole samat kuin urakoitsijalla. Tietomallien ohjeistus tulisi tulla aina seuraavalta käyttäjältä. Eri suunnitteluvaiheissa käyttötarpeet ja tarkoitukset ovat erilaisia, samoin kunnossapidon ja rakentamisen. Toimintatavan tavoitteena on helpottaa mahdollisimman paljon seuraavan käyttäjän työtä, pyrkimyksenä välttää tietohukkaa ja ajanhukkaa.

Yhdistelmämalliin kootaan hankkeen lähtötietoaineisto, mahdollisesti eri vaiheiset tietomallit sekä hankkeessa tuotetut suunnitelmamallit yhdeksi virtuaaliseksi käyttöliittymäksi, jossa näiden tietomallien tietosisältö on luettavissa. (BuildingSMART Finland, 2019a, s.42).

Mahdollisimman kattavalla ja laajalla yhdistelmämallin käytöllä pyritään poistamaan suunnitteluhankkeen erilaisten prosessien erilaisten tiedonkulun katkaisevia kuiluja.

### **5.3.1 Tiedonhallinta hankkeen eri vaiheissa**

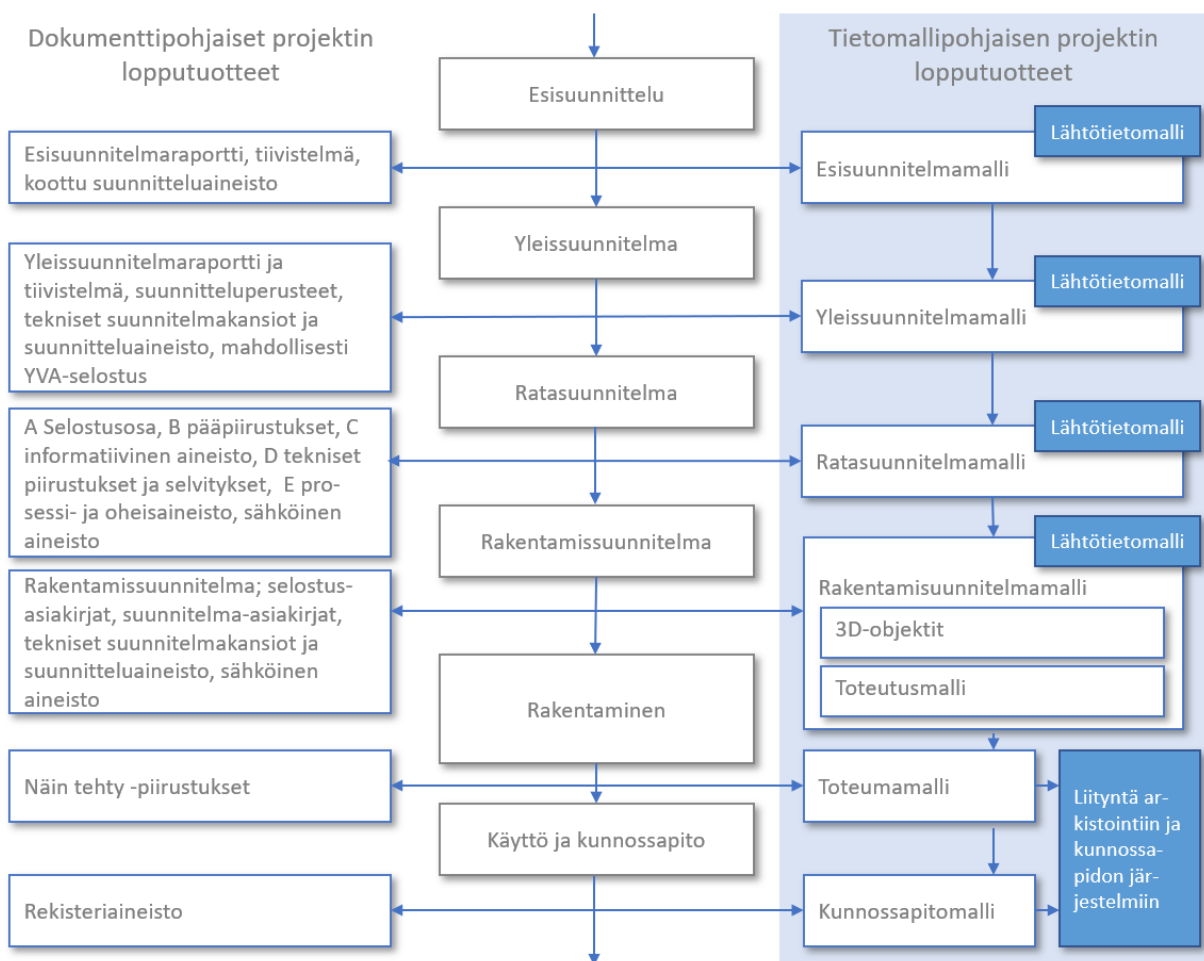
Inframallintamisen tavoite on tukea koko hankkeen elinkaari-prosessia. Useimmiten tietomallinnusta kuvataan ja tarkastellaan koko suunnitteluhankkeen eri vaiheiden väleillä, kuvaten koko suunnitteluvaiheen lopputuotetta. Mikäli halutaan tehokkuutta aineistoihin, tulee enemmän tarkastella kuinka toivottuun lopputuotteeseen päästään, ja niin että tietomallinnus tukisi myös hankkeen sisällä suunnittelutoimintaa. Olennaista on ymmärtää ulottaa tietomallintaminen koko prosessiin ja toimintamalleihin, eikä vain ajatella lopputuotetta.

Suunnitteluprojektin tietomallinnus on loppua kohden tarkentuvaa ja suunnittelun aikana tietomallinnuksen pääpaino on aineistojen yhteensovituksessa, huomioiden yhteiset toimintatavat ja aineistojen versiohallinta sekä eri suunnittelualojen keskinäiset linkitykset ja lähtötietotarpeet.

Usein suunnitteluprojekteissa liian aikaisessa vaiheessa keskitytään tietomallinnuksen lopputuotteisiin ja suunnittelunaikainen luonnossuunnittelu sekä eri aineistojen yhteensovitus 3D-ympäristöä hyödyntäen jää tekemättä. Usein tietomallipohjainen aineisto kootaan vasta projektin loppuvaiheessa, jotta saavutetaan projektille mahdollisesti asetettu tavoite tietomallipohjaisesta toiminnasta, jolloin suunnittelunaikaiset hyödyt tietomallinnuksesta saattavat jäädä saavuttamatta.

Kuvassa 25 on esitetty tilaajalle toimitettavat aineistot rataprojekteissa. Tietomallipohjaista toimintaa kaaviossa kuvataan nuolilla, tarkoituksena aineiston rikastuttaminen ja sen arvon kasvattaminen aina seuraavaan vaiheeseen. Dokumenttipohjaiset lopputuotteet kuvassa on esitetty päätyvinä, jotka palvelevat pääasiallisesti hankevaiheelle määrättyä tehtävää, esimerkiksi ratasuunnitelman sisältö on määritelty rataaissa.

Kuva 25. Ratahankkeessa tuotettava aineisto hankevaiheittain. (muokattu Liikennevirasto, 2017b s. 25)



Kaaviossa on esitetty tietomallipohjaisen projektin lopputuotteet, jotka toimitetaan ratahankkeissa dokumenttipohjaisten aineistojen lisäksi. On tärkeää, että erilaiset suunnitelmadokumentit ja tietomalliaineistot muodostavat yhtenäisen suunnitelmakokonaisuuden, joka on sovitettu suunnitelman vaiheen tarkkuuteen. Kaavioon on piirretty toteutusmalli rakentamissuunnitelmamallin sisälle, onkin tärkeää selkeyttää toteutusmallin eroa suunnitelmamallin. 3D-objektit ovat erotettuna tietomalliaineistosta, objektien tarkoitus on visualisoida varsinaista tietomalliaineistoa. Suunnitteluhankkeissa ja rakentamisen aikana hankittu tieto katoaa, ellei sitä arkistoida ja siirretä eri järjestelmiin jatkokäytön tarpeisiin.

Kunnossapidon tiedon hyödyntämistarpeet ja mahdollisuudet tulisikin selkeämmin huomioida, kun määritellään toteumamallin sisältöä. Toteumatiedon kerääminen tulisi määritellä hyvissä ajoin ennen rakentamisen aloittamista, jotta tiedon keräämiseen osataan varautua. Käyttöä varten suunnittelua ja rakentamista tehdään, joten on oleellista, että tieto siirtyy loppuun asti.

### **5.3.2 Tiedonsiirto projektilta**

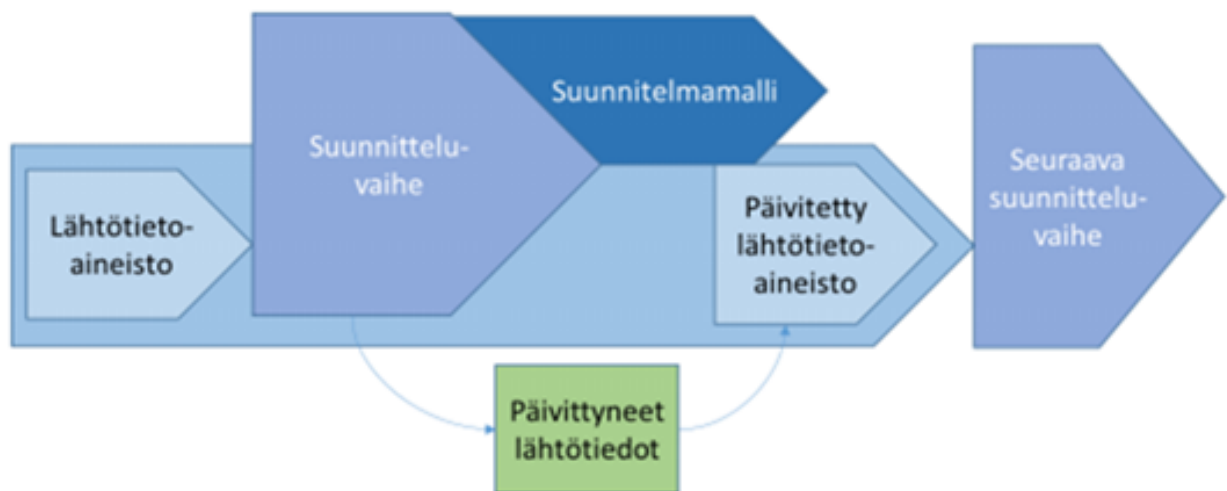
YIV 2019-ohjeessa sanotaan, että suurimmat hyödyt mallipohjaisesta prosessista saadaan, kun mallia ei luoda uudestaan jokaisessa suunnitteluvaiheessa. Tämä ei usein suunnittelijan näkökulmasta ainakaan vielä ole mahdollista. Ratasuunnittelun suunnitelmat tuotetaan erillisessä suunnitteluohjelmassa, josta sitten tulostetaan haluttu aineisto sovitussa formaatissa. Samasta ohjelmistosta tuotetaan dokumenttipohjaisen suunnitelman kuvat esimerkiksi dwg-muodossa ja tietomallipohjaisen suunnitelman tietomallit IM-formaatissa. Nämä siirtoformaatit ovat usein pinta- ja rakennemallien osalta yhdensuunnan tiedostoja, eikä suunnitteluohjelmassa suunnittelun suoraan jatkaminen siirtotiedoston perusteella onnistu. Vaan käytännössä suunnittelun tietomallit tehdään aina uudestaan, kun suunnitelma muuttuu. Toki edellisen vaiheen suunnitelmamalleja hyödynnetään visuaalisesti ja ne toimivat yhdistelmämallissa, jossa voidaan visuaalisesti tarkastella esimerkiksi muutoksia, myös tietomallien dokumentaatiota voidaan hyödyntää.

Toisin kuin esimerkiksi cad-pohjaisessa suunnittelussa, tiedostoa voidaan täydentää seuraavassa vaiheessa ja lisätä tietoa kuvaan, tietomallipohjaiset siirtotiedostot tehdään uudestaan. Cad-suunnitelman kaikki tieto on tiedostossa, kun taas tietomallipohjaisen suunnittelun tieto on suunnitteluohjelmiston tietokannassa, josta tulostetaan otteita siirtotiedostojen muodossa. Ohjelmistojen ja siirtotiedostojen kehittyessä, mallia ei tarvitse enää luoda uudestaan jokaisessa suunnitteluvaiheessa.

Suunnittelijan näkökulmasta tietomalli on niin sanottu kertakäyttöinen, mutta esimerkiksi tilaajan näkökulmasta, jos puhutaan koko hankkeen tietomallista, joka koostuu erillisistä osamalleista, tietomalli tarkentuu toiminnan edetessä.

Raidegeometrian osalta siirtotiedostoja on käytetty pidempään ja varmaankin osaltaan sen takia, suunnitteluohjelmistot lukevat siirtotiedostoja ohjelmiston sisään ja suunnittelun jatkaminen onnistuu. Samoin tie- ja ratahankkeiden maastomittausohjeen mukaisesti tehdyn aineiston osalta. Sen tähden myös esimerkiksi Riihimäen henkilöratapihalla onnistui hyvin raidegeometrian ja lähtötietoaineiston kokoaminen erillisissä toimeksiannoissa, jolloin rakennussuunnitelma oli mahdollista aloittaa nopeasti.

Kuva 26. Lähtötietoaineisto osana suunnitteluvaihetta. (BuildingSMART Finland, 2019a, s. 50)



Suunnitelmallien hyödynnettävyys kasvaa suunnitteluvaiheen tarkentuessa ja suurin hyöty on rakennussuunnitelmassa, jossa tehdään lopullisia suunnitelmia toteutukseen. Dokumentaatio on suuressa roolissa siirrettäessä tietoa seuraavaan vaiheeseen. Suunnitteluvaihe ei ole yksittäinen osio, vaan aina osa suurempaa kokonaisuutta. Tiedon tulisi kulkea koko hankkeen mukana, rikastuen ja tarkentuen. Tuotettu aineisto toimii seuraavan vaiheen lähtötietona, kuten kuvassa 26 on esitetty. Tietomalliaineistoa tuottaessa tulee tunnistaa vaihe ja tarkoitus. Rakennussuunnitelmasta tietoa siirretään ensin urakkakyselyyn ja edelleen toteutusmalleiksi rakentamiseen.

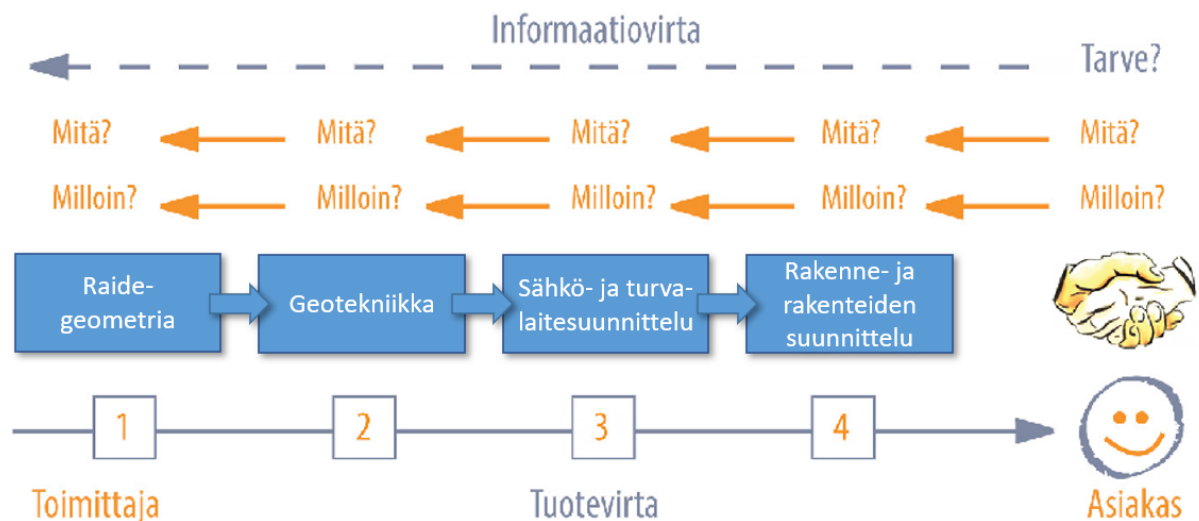
Työn yhtenä kehityskohteena oli urakointipuolen toive, että suunnitteluvaiheessa tuotetut tietomallit olisivat mahdollisimman valmiita eli niitä voisi käyttää rakentamiseen sellaisenaan, eikä toteutusmalleja tarvitsisi muokata. Eli seuraavaan vaiheeseen tulee tuottaa seuraavan vaiheen tarvitsemaa aineistoa. Aina ei ole täysin selvää, mitä eroa on rakennussuunnitelmavaiheen luovutusaineiston suunnitelmallilla, urakoinnin toteutusmallilla ja koneohjausmallilla. Suunnitelmallin ja toteutusmallin käyttötarkoitukset ovat erilaisia,

joten voisikin olla hyödyllistä, että toteutusaineiston tuottaisivat suunnittelija ja urakoitsija yhdessä. Tällä hetkellä esimerkiksi eri koneohjausjärjestelmissä on eroja, esimerkiksi toiset järjestelmät voivat hyödyntää IM4-aineistoa sellaisenaan ja toiset järjestelmät vaativat aineiston muokkausta.

### 5.3.3 Tiedonsiirto projektin sisällä

Suuri hyöty tietomallinnuksesta saadaan, kun sitä tarkastellaan suunnitteluprojektin sisällä, kuinka prosessissa lähtötietojen perusteella aineisto muokataan lopulta valmiiksi suunnitelmaksi. Suunnittelussa toisen suunnitelma on toisen lähtötieto ja suunnitelmaa iteroidaan useita kertoja, kunnes päästään haluttuun lopputulokseen.

Kuva 27. Kaavio suunnittelun eri osatehtävistä, mukailten Modig & Ahlström, 2013, s. 59 kaaviota



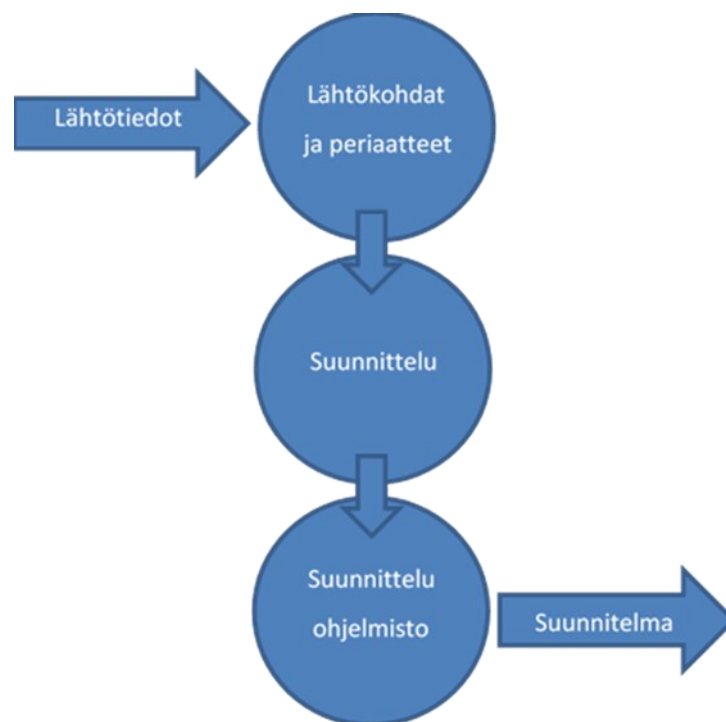
Kuvan 27 kaaviossa on kuvattuna esimerkin omaisesti suunnittelun sisäisten osatehtävien etenemistä. Tiedonhallinnan osalta on oleellista missä muodossa ja vaiheessa seuraava käyttäjä, joka toimii myös osatehtävän sisäisenä asiakkaana, saa suunnitelmätiedon, joka taas toimii lähtötietona omalle suunnittelulle. Usein toimeksiannossa on käytössä eri suunnitteluohjelmistoja, joiden välillä tietoa liikutellaan.



### 5.3.4 Suunnittelun kolmivaiheinen prosessi

Suunnitelma koostuu monista osista, jotka vaikuttavat toisiinsa. Eri suunnitelmat vaikuttavat toisiin ja toimivat lähtötietona seuraavalle. Esimerkiksi raidegeometria (raiteen sijainti) toimii lähtötietona geosuunnitteluun ja siltasuunnitelma tarvitsee lähtötiedoikseen rata- sekä geosuunnitelmat. Radan rakennussuunnitelmassa raidegeometria toimii lähtötietona koko tietomallipohjaiselle suunnittelulle. Raidegeometria muodostaa perustan radan laitteiden ja rakenteiden sijainnille.

Kuva 28. Suunnittelun kolmivaiheinen prosessi



Suunnittelutehtävät voidaan esittää kolmivaiheisina; ensimmäisessä pysähdy ja mieti -vaiheessa orientoidutaan tehtävään ja pohditaan suunnittelun lähtökohdat ja periaatteet, miksi, mitä ja minkä takia suunnitellaan, jonka jälkeen kootaan tarvittavat lähtötiedot. Toisessa vaiheessa toteutetaan varsinainen suunnittelu, jonka tulee olla vuorovaikutteista yhteistyötä. Kolmannessa vaiheessa tuotetaan suunnitteluohjelmasta suunnittelun tuotokset sovittuun formaattiin, jotta suunnitelma saadaan seuraavalle käyttäjälle. Aineiston itselleluovutus tehdään ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen.

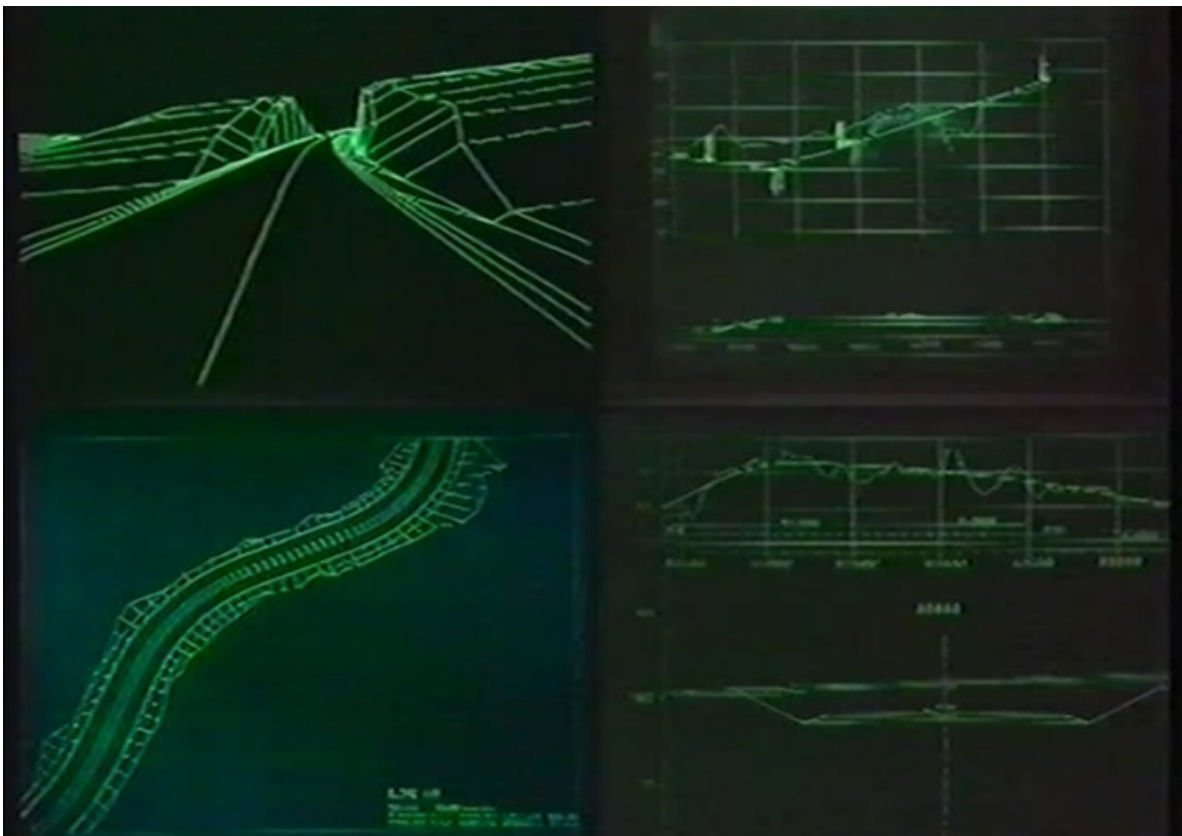
Suunnitteluprosessin kehityksen osalta on tärkeää, tunnistaa eri suunnittelualojen ja suunnitelmien vaikutus kokonaisuuteen.

## 5.4 Työkalut ja teknologia

### 5.4.1 Tietomalli

Tietomalleja eli siirtotiedostoja on ollut niin pitkään kuin tietokoneilla on tehty suunnittelutyötä. Ohjelmistoja kehitettiin esimerkiksi poikkileikkausten ja pohjatutkimusten esittämiseen ja kuvien tuottamisen automatisointiin. Jolloin myös geometria-, pohjatutkimus- sekä maastomittaus- ja maastomallitiedot tuli saada siirrettyä suunnitteluohjelmistoon tietokonesovelluksilla tulkittavissa olevassa muodossa. Vielä kymmenisen vuotta sitten ratapoikkileikkausten tuottaminen suunnitteluohjelmistosta cad-tiedostoksi oli useamman tunnin työ ja aikaisemmin ohjelmistot jätettiin yön yli tuottamaan aineistoa.

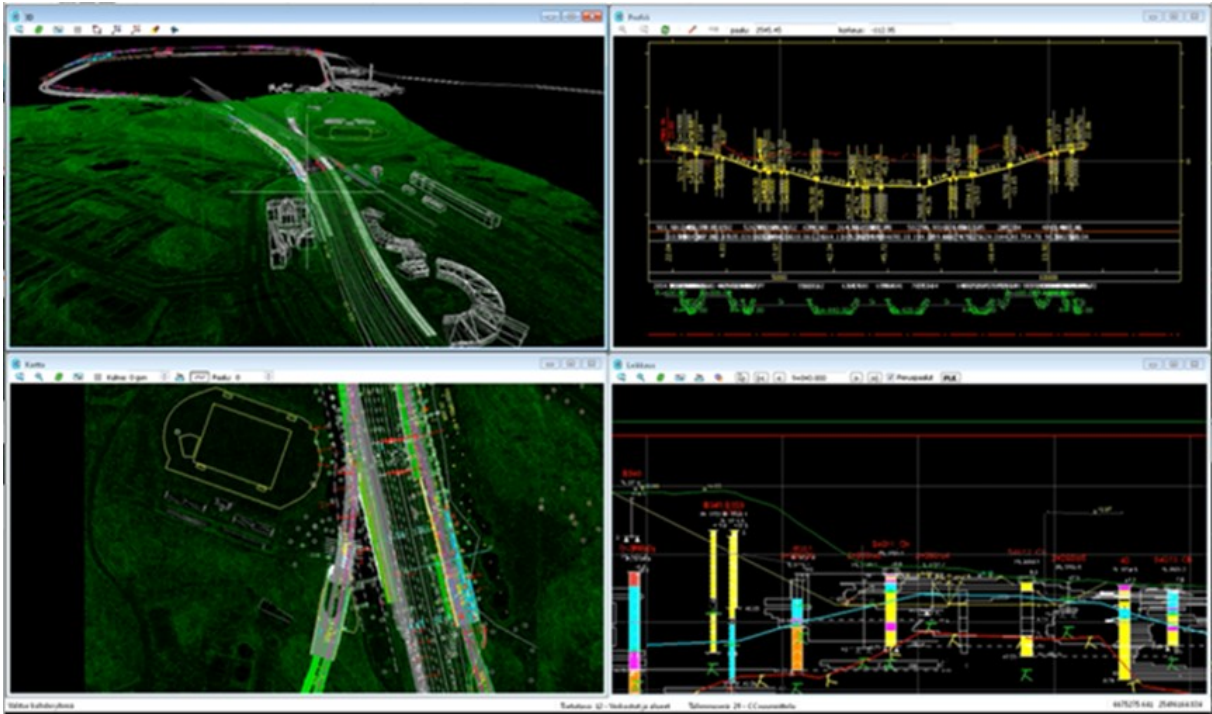
Kuva 29. Näkymä suunnitteluohjelmistoista vuodelta 1987 (Sito, 1987)



Nykyisin aineistoa voidaan tuottaa ja siirtää erittäin nopeasti, joka on mahdollistanut tietomallinnuksessa käytettävien formaattien paremman hyötykäytön. YIV-määritysten myötä siirtoformaatit ovat tarkemmin määriteltyjä, jotka mahdollistavat paremmin suunnitelmien hyödyntämisen uusilla ja kehittyvillä tekniikoilla. Tietotekniikka on kehittynyt

ja tietomallinnuksen siirtotiedostot laajentuneet, radan suunnitelmat laaditaan suunnitteluohjelmistoissa hyviksi koetuin perinteisin menetelmin, kuvissa 29 ja 30 on esitetty näkymät suunnitteluohjelmistoista eri aikoina.

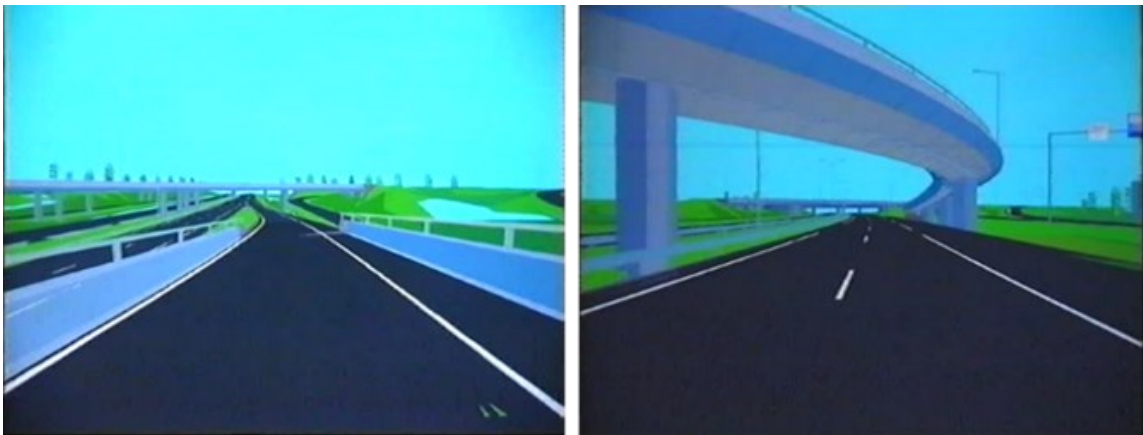
Kuva 30. Näkymä suunnitteluohjelmistosta vuodelta 2015 (Sito, 2015)



Suunnitteluohjelmistoista tuotetaan niin perinteisen suunnittelun cad-tiedostot kuin tietomallinnuksen siirtoformaatit. Perinteisiä Cad-tiedostoja voidaan tarkastella ja muokata toisilla yhteensopivilla Cad-ohjelmistoilla. Tietomallien siirtotiedostoja voidaan tarkastella toisilla suunnittelu- sekä yhdistelmämalliohjelmistoilla. Siirtotiedostoista ei varsinaisesti voida jatkaa suunnittelua samalla tavalla kuin Cad-tiedostojen osalta, lukuun ottamatta esimerkiksi raidegeometriatiedostoa, vaan suunnittelu tehdään uudestaan suunnitteluohjelmistolla. Visualisoinnit tehdään usein esimerkiksi tietomallien pohjalta erillisissä ohjelmistoissa.

Tietomalleista puhuttaessa huomio kiinnittyy usein ainoastaan tietomallien 3D-ominaisuuteen, joka sekään ei ole täysin uusi asia suunnittelussa. Kaikki 3D-aineistot eivät ole tietomalleja, YIV-ohjeistuksen mukainen tietomalli tulee olla kolmikannan mukaisesti tuotettu, oleellista tietomallissa on sen sisältävä tieto ja formaatti. Tietomalleja on myös erilaisia: pistemäisiä maastomittauksia, raidegeometrioita, pinta- ja viivamalleja ja rakennemalleja. Tietomallit ja kuvien 31 sekä 32 mukaiset suunnitelmien visualisoinnit saattavat helposti mennä sekaisin.

Kuva 31. Suunnitteluohjelmasta tehtyjä visualisointikuvia vuodelta 1993 (Sito, 1993)

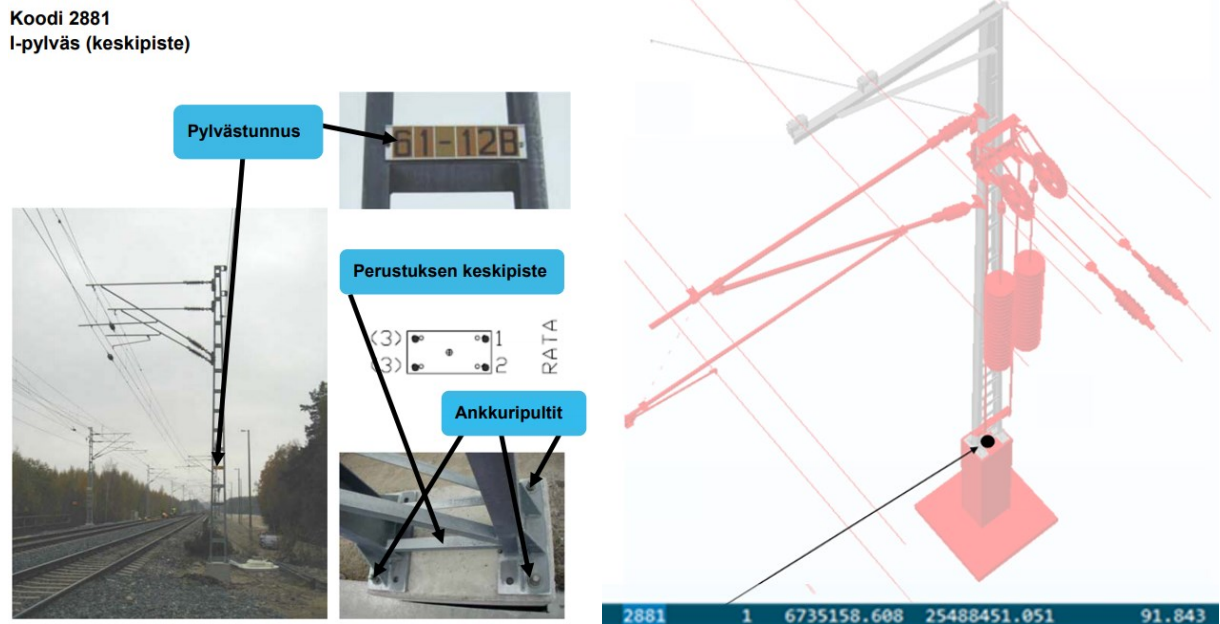


Kuva 32. Visualisointikuva Pisan suunnittelusta vuodelta 2015 (Liikennevirasto, 2017b)



Alla olevassa, kuva 33, kuvassa molemmat ovat sähköratapylvään tietomalleja, pistemäinen pylvään keskipisteen  $x,y,z$  -tieto sekä pylvään tarkka IFC-malli. Usein sähköratapylväitä visualisoidaan esimerkiksi 3D-objekteilla, jotka taas varsinaisesti eivät tietomalleja ole, vaikka ulkoisesti sitä voi olla vaikeaa erottaa. Pelkkä 3D-muoto ei mahdollista aineiston jälleenkäyttöä ja paranna tiedonsiirtoa, muuten kuin visuaalisesti.

Kuva 33. Maastomittausohjeen pylväs (Liikennevirasto, 2017c) ja pylvään IFC-tietomalli

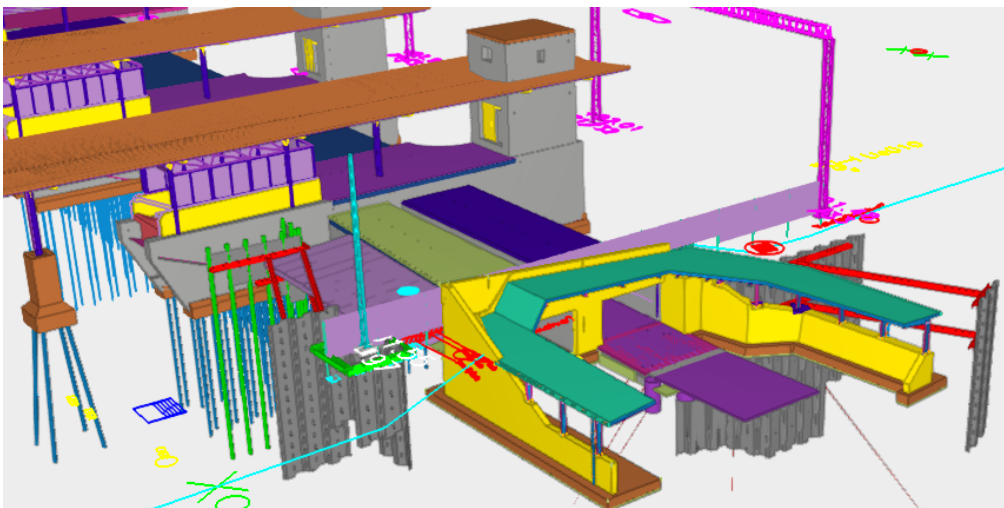
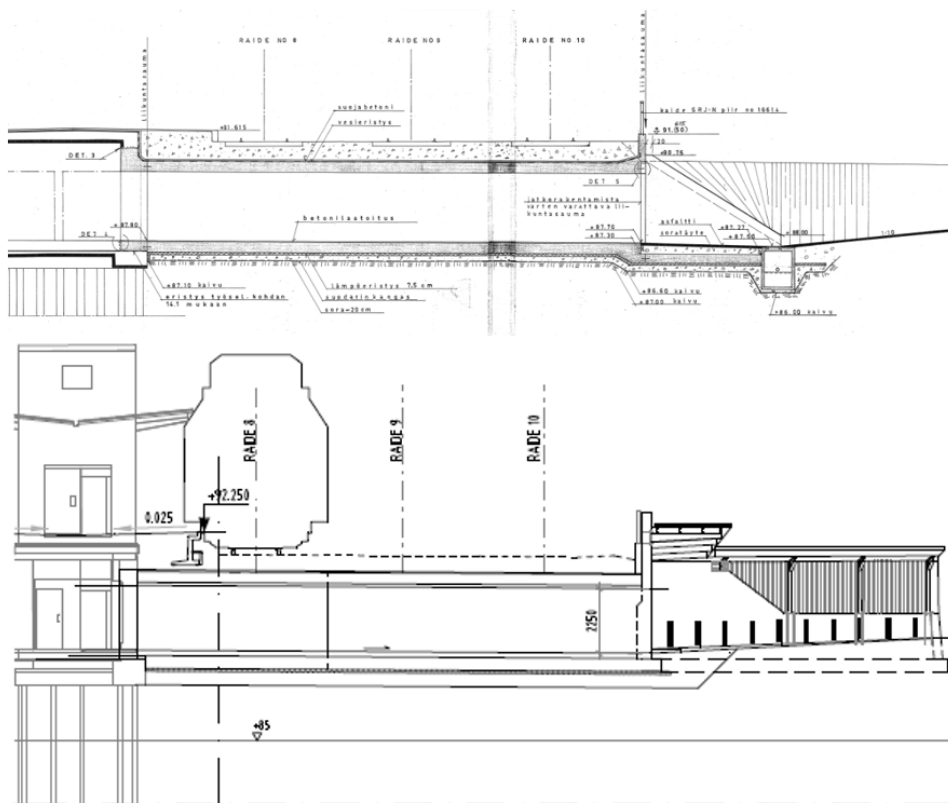


Suunnittelun kannalta hyödyllisempi tietomalli saattaa olla keskipisteen  $x,y,z$ -tieto, yksittäisestä tiedetystä pisteestä on helpompi määrittää pylväsetäisyys suhteessa radan keskilinjaan. IFC-mallissa ei välttämättä ole yksittäistä pistettä, johon esimerkiksi suunnitteluohjelmisto osaisi automaattisesti laskea etäisyyden raiteen keskilinjaan. Tiedetyn keskipisteen avulla taas voidaan sijoittaa sähköratapylvään 3D-tyyppi radan objektikirjastosta kuvaamaan tilavarausta sekä visualisoimaan suunnitelmaa.

Tietomallien hyödynnettävyys vaihtelee eri vaiheissa. Toteutusvaiheessa radan rakenteen pintamallit ovat suuressa roolissa. Pintamalleja hyödynnetään rakentaessa muun muassa koneohjauksessa, määrälaskennassa, laadunvarmistuksessa ja todentamisessa, mutta radan kunnossapidon tarpeisiin taas toteutetut pintamallit eivät ole välttämättä kovin olennaisia. Oleellisia taas ovat esimerkiksi geometria ja rakenteiden sijainnit.

Kuvassa 34 on esiteltyä saman suunnittelukohteen eri suunnitelmia. Visuaalisuus on tietomallien yksi suuri hyöty, mutta visuaalisuus on seurausta tietomallipohjaisesta toiminnasta, ei sen perimmäinen syy. Digitaalisella suunnitelmatiedolla on käyttötarkoitus, esimerkiksi siirto toiseen ohjelmistoon lähtötiedoksi; raidegeometria rakenteen sijainnin perustaksi tai koneohjaustiedostoksi toteutukseen. Onkin tärkeää tietää mitä varten suunnittelua on tekemässä ja tuottaa sellaista tietomalliaineistoa, jolla on käyttötarkoitus, eikä esimerkiksi mallinnetta mallinnuksen takia.

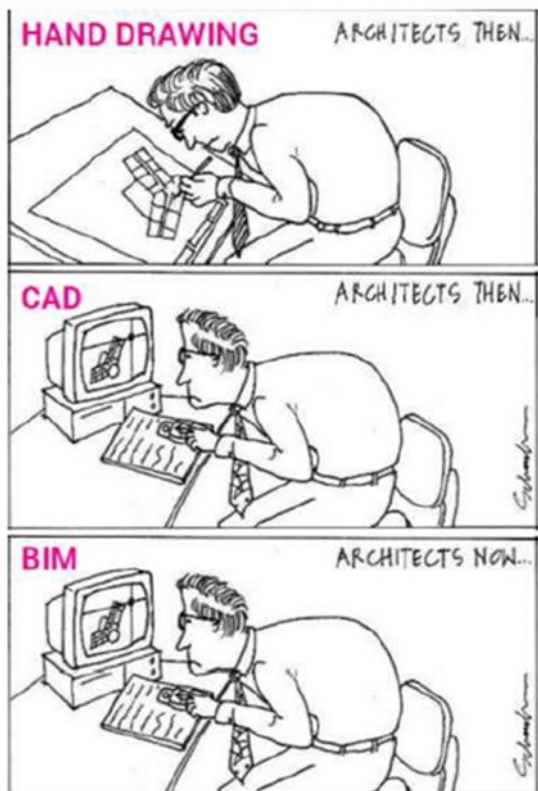
Kuva 34. Riihimäen asematunneli käsin ja Cad-ohjelmalla piirrettyinä sekä tietomallinnettuna



Tiedon tulee kulkea vaiheiden välillä, mutta myös sujuvasti vaiheen sisällä, jolloin aina ei kaikesta aineistosta ole tarpeen tehdä tietomallia, joskus aineistolle riittää pelkästään visuaalinen tarkistus, jolloin aineistoa voidaan tuottaa esim. 3D-muotoisena dwg-kuvana tai objekti kirjaston tyyppiobjektina. Onkin tärkeää, että tietomalli täyttää YIV-ohjeistuksen vaatimukset, sitten kun tietomallia tarvitaan.

Kuvassa 35 on esitetty suunnittelija työssään. Kuvasta voisi päätellä, ettei cad- ja tietomallipohjaisessa ole tapahtunut suurtakaan muutosta, mikä osaltaan pitää vielä paikkansa, pääosin kun samasta suunnitteluohjelmasta molemmat aineistot tuotetaan. Mutta suurin muutos toiminnassa kuvassa on tapahtunut suunnittelijassa itsessään. Tietomallinnuksen osalta suurin muutos onkin toimintatapojen muutoksessa.

Kuva 35. Piirros suunnittelun kehityksestä (Kiviniemi, 2018)



Kyse on tiedonsiirrosta ihmisten välillä, tietokonesovelluksia hyödyntäen. Pyrkimyksenä on tehdä seuraavan käyttäjän työn tekeminen ja suunnitelmätiedon jalostaminen mahdollisimman helpoksi. Rakennussuunnitelman suunnitelma- ja toteutusmallien tarkoitus on auttaa rakentamisessa. Toteutusmallien tarkoitus on auttaa käyttöä ja kunnossapitoa. Mikäli

suunnittelija tekee rakennussuunnitelman tietomalliaineiston omiin tarpeisiinsa, niin ne eivät välttämättä ole samat kuin urakoitsijalla. Tietomallien ohjeistus tulisi tulla aina seuraavalta käyttäjältä YIV-ohjeistuksen määräämässä raamissa.

#### **5.4.2 Tietomallipohjaiset suunnitelmat**

Usein tietomallinnusta esitellään sovelluksilla ja perinteisen suunnittelun mukaisilla kuvakulmilla. Suunnitelmadokumenteissa usein on valittu valmiiksi selkeimmät ja hyväksi koetut esitysnäkymät. Tietomalliaineiston osalta taas käyttäjän tulee itse osata muodostaa aineisto ja ohjelmasta löytää oleelliset asiat, joka voi joskus olla haastavaakin.

Tietomallinnuksen ongelmana on erottelu dokumenttipohjaiseen suunnitteluun, vaikka ainakin ratasuunnittelun näkökulmasta, ero ei ole niin suuri, kuin keskustelusta voisi luulla. Enemmän kyse on samasta kehityksestä ja tällä hetkellä olemme murrosvaiheessa. Tietotekniikan kehitys ja tiedonsiirron tehokkuuden kehittyminen ovat mahdollistaneet uusien tekniikoiden käyttöönoton.

Suunnittelutoimeksinannoissa lopputuotteena oli pitkään vain dokumenttipohjaiset paperipiirustukset tai myöhemmin PDF-tiedostot suunnitelmista. Niin suuri määrä tietoa jäi suunnitteluohjelmistoihin. Tekniikan kehityksen myötä tietomallinnuksen osuus tulee kasvamaan ja esimerkiksi erilliset tietomalliluettelot korvautuvat perinteisillä asiakirjaluetteloilla.

Tietomallit ovat mallipohjaisia, eli tietokonesovelluksilla tulkittavissa olevia. Jotta voidaan varmistaa, että tieto siirtyy toiseen ohjelmistoon tarkoitetulla tavalla, on tarpeen tuottaa suunnitelma myös dokumenttipohjaisessa muodossa, että toinen käyttäjä voi tarkistaa suunnitelman. Esimerkiksi raidegeometrian siirtotiedoston lisäksi olisi hyvä aina olla mukana myös raiteiston mittapiirustus, raiteiden pituusleikkaukset sekä pääpistelaskenta. Näitä tiedostoja ihminen pystyy tulkitsemaan, mutta taas tietokonesovellus ei, ja niiden aineistojen perusteella voidaan varmistaa suunnitelman oikeellisuudesta.

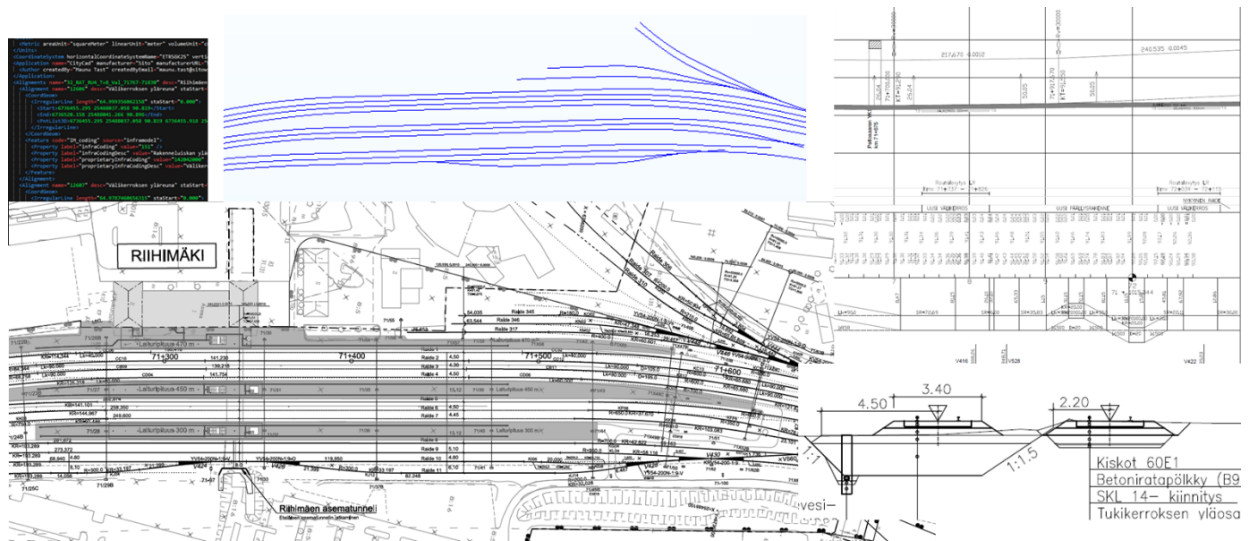
Usein mallipohjainen aineisto tarvitsee, ainakin tiedon oikeellisuuden tarkastusta varten, dokumenttipohjaisia tietoja seuraavan käyttäjän työtä helpottamaan. Tulevaisuudessa, kun



ohjelmistot kehittyvät, voidaan piirustusten osuutta pienentää. Mutta tällä hetkellä esimerkiksi mittaaminen tai geometria-arvojen tarkastaminen on hyvin vaikeaa.

Tietomalleista voi olla vaikeaa nähdä kokonaiskuvaa tilanteesta tai ohjelmistosta riippuen rakenteiden välisiä etäisyyksiä voi olla vaikea mitata. Yhdistelmämallista asiat ovat näkyvillä, mutta esimerkiksi tarkan sijainnin tai etäisyyden selvittäminen voi olla haastavaa tai vaatia ohjelmiston käyttöosaamista, jota ei tietenkään kaikilta projektin osapuolilta voi vaatia.

Kuva 36. Tietomallien ja suunnitelmamallien muodostama kokonaisuus



Yllä olevassa kuvakollaasissa on esitettyä vasemmassa ylänurkassa varsinainen tietomalli, XML-formaatin mukainen raidegeometrian siirtotiedosto, ja vierellä miltä tiedosto näyttää yhdistelmämallissa. Kuvassa on esitetty otteet suunnitelmakartasta, raiteen pituusleikkauksesta sekä tyyppi- ja poikkileikkauksesta, joiden sisältämä tieto on oleellista esimerkiksi raidegeometrian oikeellisuuden varmistamisessa.

Tietomalli tarvitsee vielä avukseen lisätietoja, jotta tieto on ymmärrettävässä muodossa, jotta esimerkiksi suunnitelma on tarkastettavissa ja hyödynnettävissä luotettavasti. Piirustukset eivät ole tietomallin kanssa kilpailevia, vaan muodostavat yhdessä kokonaisuuden, jotka täydentävät toisiaan.

## 6 Lean ja tietomallintaminen

Tässä luvussa esitellään lean-toimintamallin pääpiirteet ja määritelmä. Luvun lopussa esitellään leanin ja tietomallintamisen yhteneväisyydet sekä leanin linkittymisen tähän opin- näytetyöhön.

### 6.1 Lean-toimintamalli

Käsiteltäessä jotain käsitettä tai toimintamallia on kyseinen asia määriteltävä eli puhuttaessa leanista on ymmärrettävä mitä sillä tarkoitetaan. Kyseisen käsitteen määrittäminen ei ole kovinkaan helppoa. Modig ja Åhlström (2013, s. 69) toteavat leanin tulleen laajasti moniin eri asiayhteyksiin. Sen määrittelemineen on vaikeaa, koska osassa leanin kirjallisuudessa sen ajatellaan olevan abstrakti asia: periaate, filosofia ja kulttuuri. Kun taas osassa kirjallisuudessa lean määritellään konkreettisemmin: menetelmänä, työkaluna sekä työskentelytapana. Heidän mukaansa ei silti löydy hyväksyttyä määritelmää, ja sen takia tulee se ongelmaksi. Tutkijoille sekä käytännön ihmisille tiedon lisääntyessä leanissa on kyse eri asioista. Kouri (2009, s. 7) määrittelee leanin tarkoituksen olevan parantaa työskentelyolosuhteita sekä antaa työntekijöille mahdollisuuden osallistua kehitystyöhön. Lisäksi leanin tarkoitus on parantaa yhdistyksen kilpailukykyä ja tehdä oikeita asioita.

Modigin ja Åhlströmin (2013, ss. 91–92) mukaan leanin määrittelyssä on kolme ongelmaa: lean määritellään erilaisilla abstraktiotasoilla, leanista on tullut tavoitteen sijaan keino sekä kaikesta mikä on hyvää, on tullut leania. Heidän mukaansa näihin kolmeen ongelmaan voi vastata määrittelemällä lean toimintastrategiaksi. Päämittarina on virtaustehokkuus, joka tarkoittaa arvoa tuottavien toimintojen summaa suhteessa prosessin läpimenoaikaan.

Leania voi soveltaa erilaisissa ympäristöissä ja kaiken voi kytkeä tavoitteeseen. Heidän mukaansa on tärkeää ymmärtää, miksi virtaustehokkuutta korostavat organisaatiot tekevät organisaatioissaan sillä tavalla niin kuin tekevät. Vasta sen ymmärtämisen jälkeen voi tehdä saman omassa organisaatiossa. Tämä määritelmä korostaa virtaustehokkuuden olevan tärkeämpää kuin resurssien tehokkaan hyödyntämisen. Heidän mukaansa lean on pelkästään käsite, jonka länsimaiset tutkijat keksivät seurattessaan Toyotaa ja sen toiminnan tehokkuutta. Kuitenkin on huomioitava, että leanin periaatteiden mukaisen toimintastrategian sopiva

toteutustapa riippuu ympäristöstä eli kun tietty ratkaisu sopii yhteen ympäristöön, ei se välttämättä sovi toiseen.

Kuten jo edellisessä kappaleessa Modig ja Åhlström (2013, ss. 99–100) toteavat, heidän mukaansa lean on toimintastrategia. Tarkemmin sanottuna lean on strategia tavoitteen saavuttamiseksi. Heidän mukaansa oleellinen kysymys ja siihen selventävä vastaus ovat: Miten toteutetaan lean toimintastrategia? Niin, että lean toimintastrategia toteutetaan eri keinoin. Tarkemmin määriteltynä leanin toimintastrategiaa voi toteuttaa neljän ryhmän kautta, niin että virtaus- sekä resurssitehokkuudet kasvavat.

Nämä neljä ryhmää ovat: ensimmäiseksi arvot kertovat, millainen organisaation on oltava, toiseksi periaatteet määrittävät, miten organisaation tulee ajatella. Kolmanneksi menetelmät määrittävät, mitä organisaation tulee tehdä sekä neljänneksi työkalut määrittävät, mitä organisaation tulee käyttää. Kuitenkin leanin toimintastrategian toteuttamisessa tulee huomioida, että kyse ei ole pelkästään virtauksen parantamisesta, vaan organisaation erilaista tavoista olla jatkuvasti kehittyvä (Modig & Åhlström, 2013, s. 108).

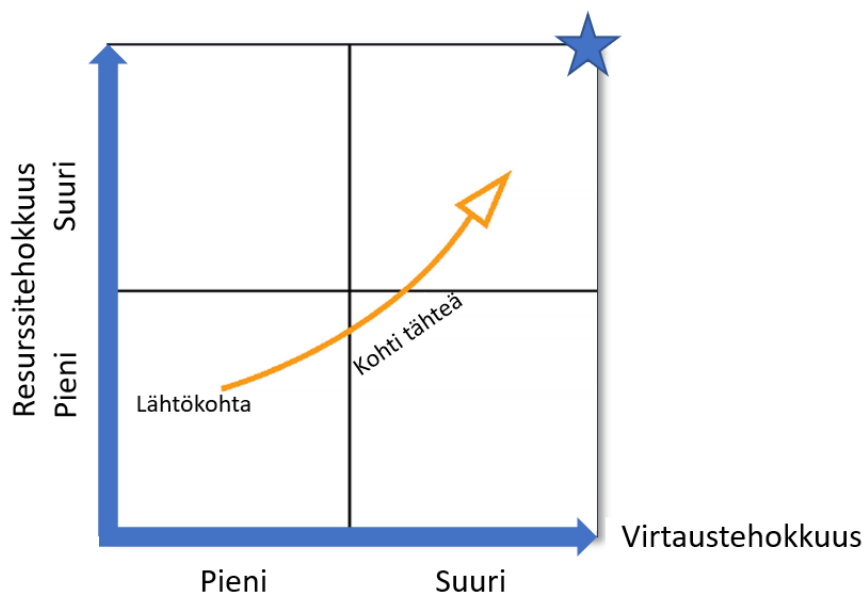
Kourin (2009, s. 36) mukaan leanin toteuttamisessa on tärkeää tekemällä oppiminen. Tarkoituksena on viedä kehityshankkeet loppuun nopeasti ja sen jälkeen tarkistaa, saavutettiinkö tavoitteet. Leanin tärkeimpänä tavoitteena on osaamisen kasvattaminen, tiimityötä käytetään osaamisen kehittämisen apuna ja jokainen työntekijä kehittää henkilökohtaista osaamista sekä taitoja. Kouri myös toteaa, että ilman rohkeita kehitysaskelaita ei tapahdu kehitystäkään. Oppiminen on mahdollista ainoastaan virheiden ja väärin valintojen kautta, niin opitaan tekemään oikeita asioita.

## **6.2 Leanin ja tietomallintamisen linkittyminen**

Aivan kuten alkusanojen runossa, kuorma ei itsestään liiku, vaan sen liikkeelle saaminen vaatii aktiivista toimintaa ja yhteistä halua viedä kuormaa eteenpäin. Samalla tavalla on lean- ja tietomallintamisen kanssa kummatkaan eivät sellaisenaan paranna toimintaa, vaan hyödyt saavutetaan toimintamalleja käyttämällä. Käyttäjillä tulee olla motivaatio ja yhteinen tahtotila toimintamallin käyttöön. (Sacks, Korb & Barak, 2018, s. 373)

Tietomallintamisen määrittelyminen teknologian, prosessien ja ihmiset kautta, on lean-toimintamallin mukaista. Tietomallinnuksen tavoitteena on vähentää tietohukkaa eri vaiheissa sekä minimoida hukkatyötä. Samoin kuin Lean-toimintamalli perustuu jatkuvaan parantamiseen, tietomallinnus teknologian myötä on jatkuvassa muutoksessa, kuten myös prosesseja ja ohjeistuksia voidaan aina parantaa. Molemmissa toimintamallissa korostuu arvon tuottaminen asiakkaalle ja virtauksen tehostaminen. Toimintamallissa korostetaan toiminnan ja prosessien kehittämistä vähä vähältä, pyrkimyksenä saavuttaa tavoittamaton pohjantähti, joka tietomallinnuksessa on täydellinen tiedonhallinta. Pohjimmiltaan tietomallinnus on lean-toimintastrategian mukaista toimintaa, jossa oleellista on tunnistaa toimintaympäristö ja määritellä tavoite.

Kuva 37. Lean-toimintastrategian tavoitetta kuvaava tehokkuusmatriisi (Modig & Åhlström, 2013, s. 90)



Modigin ja Åhlströmin (2013, ss. 90) mukaan Lean on toimintastrategia, jossa on kyse siitä, miten organisaatio tuottaa arvoa. Heidän mukaansa tätä strategiaa voisi nimittää miksi tahansa muuksi, lean on vain sana. Samalla tavalla voidaan ajatella tietomallintamisesta.

Tärkeää on yllä olevan tehokkuusmatriisin mukaisesti tavoitella tähteä pyrkien kohti parempaa virtaustehokkuutta toimintaympäristön prosesseissa. Oleellista on tunnistaa sekä vakioita prosessit, tiedostaa mikä tieto ja toiminto tuottavat arvoa prosessien eri vaiheissa. Näiden prosessien kehittämisen myötä, on mahdollista lyhentää läpimenoaikaa.

## 7 Sähköinen kysely

Luvussa esitellään sähköisen kyselyn tulokset ja tutkimuksen aineistosta sekä projektin tietomallinnuksen kehityspäivästä nousseet pohdinnat. Sähköisen kyselyn aiheet liittyivät Riihimäen henkilöratapihan suunnitteluun ja hankkeen ohjeistukseen. Kysymykset koskivat suunnitteluhankkeen yleisiä teemoja; ohjeet ja vaatimukset, suunnitelmat ja suunnitelma-aineistot sekä tiedonhallinta.

### 7.1 Kyselyn vastaukset

Mielenkiintoisin huomio sähköisen kyselyn tuloksissa liittyi enemmänkin vastaamatta jättämiin kuin vastauksiin. Tietomallinnukseen liittyviin asioihin otti kantaa vain tietomallinnuksen parissa toimivat. Kysely lähetettiin 30 henkilölle ja kaiken kaikkiaan vain kolme henkilöä vastasi kyselyyn. Projektitöissä ilmenee vastaavanlaista ilmiötä liittyen tietomallinnukseen: se usein koetaan projektityössä tietyn ryhmän asiaksi, erilliseksi tehtäväksi projektilla, joka ei kosketa koko projektiryhmää. Todellisuudessa kyse on suunnitelmatiedon hallinnasta, joka on koko suunnitteluryhmän yhteinen asia.

Sähköisen kyselyn alussa kysyttiin ensin kaksi kysymystä kartoittamaan vastaajien tuntemusta liittyen InfraRYL- ja YIV-ohjeistuksiin ja ovatko nämä molemmat tuttuja. Kaikki vastaajat vastasivat kyllä molempiin kohtiin. Sähköisen kyselyn seuraavassa kohdassa selvitettiin liittyen ohjeisiin ja vaatimuksiin (YIV/InfraRYL), millä konkreettisilla keinoilla saavutetaan yhteiset toimivat pelisäännöt tietomallipohjaisessa suunnittelussa ja toteutuksessa? Tämän kysymyksen tarkoituksena oli selvittää eri osapuolien eroja ja näkemyksiä.

Vastuksista ilmeni, että yhteistyön merkitys on suuri ja niissä toivottiin myös vakioituja käytäntöjä. Vakioidut käytännöt ovat omasta kokemuksestani myös oleellinen osa toimiviin pelisääntöihin, usein eri hankkeissa tehdään ja kehitetään uusia toimintatapoja, vaikka tarpeen olisi vahvistaa yhteisiä toimintatapoja. Tilaajalla on suuri rooli toimintojen vakioimisessa.

Vastaajat nostivat esille vastauksissaan tärkeitä huomioita. Kyselyssä kysyttiin konkreettisia keinoja yhteisten pelisääntöjen saavuttamiseksi ja alla olevassa kolmessa vastauksessa ilmenee selkeitä ehdotuksia.

*Tilajaat ryhtyvät yhdessä vaatimaan tietomallipohjaista suunnittelua oikeasti, vaatii myös Rakennustietosäätöön kanssa yhteistyötä, että asiat huomioidaan myös InfraRYL:ssä*

*Sujuva kommunikointi, osallistuminen palavereihin, aineiston läpikäynti yhdessä. Aineiston toimivuus tuotannossa, kannattaa huomioida miten aineistoa voi suoraan hyödyntää tuotannossa. Tässä hankkeessa on jouduttu muokkaamaan toteutusaineistoa, että se saadaan mutkattomasti toimimaan tuotannossa.*

*Vakioida käytännöt. Määrittää lopputuotevaatimukset.*

Kysyttäessä miten mahdollistetaan sujuva kommunikointi (ymmärretään mitä toinen osapuoli tarkoittaa ja mitä toinen tarvitsee), vastaajat toivat esille ymmärryksen molemminpuolisen tahtotilan, tulee ymmärtää asioita eri näkökulmista.

*Tilajien ja suunnittelun palveluntuottajien yhteisellä tahtotilalla*

*Kaikkien osapuolten on ymmärrettävä vaatimukset ja ohjeet. Suunnittelun on hyvä myös tietää miten tuotannon puolella asiat toimivat.*

*Ymmärretään suunnittelun rooli ja mitä sen tulee tuottaa.*

Seuraavat kysymykset käsittelivät suunnitelmia ja suunnitelma-aineistoja. Kysymykseen miten tietomallipohjaisia aineistoja hyödynnetään ja miten hyödynnettävyyttä voidaan parantaa, vastauksista ilmeni, ettei suunnitelmatietojen elinkaariajattelu toteudu vielä käytännössä ja haasteita on ollut suunnitelmamallien siirrossa suoraan toteutusmalleiksi.

*Syntynyttä aineistoa pitäisi hyödyntää koko elinkaaren ajan, mutta esim. Väylävirastossa homma on ihan alkutekijöissä, tuntuu, ettei asiaan paneuduta, kun tilaajan puolella ei ole moottoria. Mallien arkistointi ja hallintavisio on auki. Rakentamisen aikana mallia hyödynnetään laajasti, työvaiheistus ja hukan säästäminen tärkeimpänä.*

*Toteutusmallien osalta aineiston toimivuus suoraan tuotannossa on tärkeää ottaa huomioon.*

*Aineistoa hyödynnetään mallipohjaisessa toiminnoissa ja suunnitelmien laadun pitää riittää siihen.*

Kysyttäessä mikä on ollut suurin haaste/suurimmat haasteet projektin tietomalliaineistossa ja ehdotuksia kuinka tilannetta voidaan parantaa, vastaajat nostivat esille tilaajan tahtotilan aineiston sähköisestä arkistoinnista sekä aineiston laadun heittelystä.

*Tilajilla pitää olla tahtotila saada aineiston sähköinen arkistointi ja ajantasalla pitoon liittyvät työkalut kuntoon*

*Toteumatietojen hallinta, kaikki koneohjausjärjestelmät eivät tuota samaa Infrabim koodauksen mukaista toteumatietoa.*

*Aineiston laadun heittely. Määrittää riittävän yksityiskohtaiset vaatimukset.*

Seuraavissa kahdessa kysymyksessä selvitettiin tietomallintamista sekä tiedonhallintaa ja yhteistyötä. Kysymyksiä olivat, miten saavutetaan toimiva yhteistyö tiedonhallinnan osalta ja millaisia huomioita tiedonhallinnasta on noussut esille? Vastauksissa nousi jälleen esille yhteistyö ja ymmärryksen merkitys, tällä kertaa painottuen aineiston kehittymiseen suunnittelun aikana. Lisäksi yhdessä vastauksessa ehdotettiin käytettäväksi samaa kansiorakennetta niin suunnittelussa kuin toteutuksessa, kun taas toisessa vastauksessa ehdotettiin yhteistyöalustoja. Lisäksi huomio kiinnittyi vastuuseen, erässä vastauksessa huomioitiin, että vastuu kertyy tietomallikoordinaattoreille. Alla olevissa vastauksissa nousee esille panostaminen osaamiseen sekä tiedonhallintaan.

*Kun pohditaan rakentamisen aikaisia hyötyjä, tuntuu typerältä, että tällä menolla hukataan isoja panostuksia, kun ei tiedonhallintaan elinkaaren kannalta panosteta tarpeeksi*

*Yhteistyö on tärkeää jokaisen prosessin kohdalla, ei riitä että työnjohto ja ylemmät henkilöt osaavat tietomallintamiseen liittyvät asiat. On perehdytettävä tuotannossa työskentelevät henkilöt vaatimuksiin, tarkkuuksiin ja koodeihin myös.*

Yhteenvetona vastauksista ja havainnoista ilmeni, että syntynyttä aineistoa pitäisi hyödyntää koko elinkaaren ajan. Vastauksien mukaan tilaajalta puuttuu usein hankkeissa moottori, mallien arkistointi ja hallintavisio on auki, ainakaan toiminta ei näy projekteissa. Hankkeissa toistuu samat tiedonhallinnan hankaluudet aloituksessa ja luovutuksessa. Tiedonhallintaan elinkaaren kannalta ei panosteta tarpeeksi. Tilaajilla pitää olla tahtotila saada aineiston sähköinen arkistointi ja ajan tasalla pitoon liittyvät työkalut kuntoon.



## 8 Tulokset ja johtopäätökset

Luvussa esitellään esiselvityksen johtopäätökset ja pohditaan opinnäytetyön tuloksia. Lopuksi esitellään opinnäytetyöstä nousseet jatkoehdotukset, kuinka YIV ja InfraRYL olisi mahdollista yhdistää ja kuinka yhteisiä toimintatapoja voisi muuttaa, siten että tietomallipohjainen tietoa saataisiin siirtymään infrahankkeessa. Miksi tilaaminen on hankalaa tietomallipohjaisesti? Tilaajan pitäisi pystyä tilaamaan selkeästi mitä haluaa, joten miksi tilaajan tahtotila ei tule tietomallinnuksen osalta esille

### 8.1 Tulokset ja pohdinta

Miten YIV-ohjeistus ja InfraRYL eivät tue tällä hetkellä tiedonsiirtoa suunnittelusta urakointiin eivätkä palvele urakkatarjousten yhdenvertaisuutta?

Miksi tilaaminen on hankalaa tietomallipohjaisesti? Tilaajan pitäisi pystyä tilaamaan selkeästi mitä haluaa, joten miksi tilaajan tahtotila ei tule tietomallinnuksen osalta esille?

Onko YIV-ohjeistus tuttu kaikille hankkeiden osapuolille, erityisesti urakointi ja kunnossapitopuolelle? Tukeeko YIV-ohjeistus riittävän laajasti ratasuunnittelua ja toteutusta

Selvittäessä kyselyn vastauksia ja niiden tuloksia suhteessa tutkimuskysymyksiin ilmeni, että varsinaiset haasteet, koskien tiedonsiirtoa suunnittelusta urakointiin ja urakkatarjousten yhdenvertaisuutta, liittyvät aineiston laadun heittelevyyteen ja yhteisten toimintamallien puutteeseen. Laajan suunnitelma-aineiston sekä sen dokumenttien laaja kirjo sekä vaihtelu eri projekteissa aiheuttaa haasteita etenkin urakkatarjousvaiheessa.

Kyselyn vastauksissa korostui tietyt teemat. Havaitut haasteet osuivat teemoihin; aineiston hyödyntäminen, vakioidut käytännöt ja yhteistyö. Haasteet osuvat tietomallinnuksen perusteemoihin; työkaluihin ja teknologiaan, prosessiin ja ihmisiin.

### 8.1.1 Aineiston hyödyntäminen

Vastauksista ilmeni, että tulisi määritellä toteumatiedon formaatti ja ymmärtää, miten aineisto kehittyy suunnittelun aikana ja hyödyntää työskentelyssä yhteistyöalustoja. Olisi huomioitava lopputuotteiden määräytyminen, ja käyttää samaa kansiorakennetta suunnittelussa ja toteutuksessa. Ehdotuksena ilmeni, että pitäisi määrittää riittävän yksityiskohtaiset vaatimukset ja estää aineiston laadun heittäminen. Lisäksi vastauksista ilmeni, että toteutusmallien osalta aineiston toimivuus suoraan tuotannossa ja, että rakentamisen aikana mallia hyödynnetään laajasti, työvaiheistus ja hukan säästäminen tärkeimpänä huomiona. Vastauksista ilmeni, että ohjeet eivät palvele ainoastaan suunnittelua vaan myös tilaamista, urakointia ja kunnossapitoa.

Tietomallipohjaisen toiminnan tulisi tukea suunnitteluaiikana suunnittelua. Voi helposti käydä niin, että lopputuotteen mallintamisesta tulee itse tarkoitus, vaikka niin asian ei kuuluisi olla. Yksittäisen suunnitelman laatimiseen on yleensä käytettävissä tietty aika. Aiemmin esitellyn suunnittelun kolmivaiheisuuden periaatteella, mikäli lopputuotteen mallintamiseen käytetään liikaa aikaa, on se pois itse suunnittelusta ja lähtökohtien määrittelystä. Tietomallinnuksen tarkkuustaso suunnitteluprojektin aikana tai alkuvaiheessa saattaa olla joskus suunnittelun tarpeisiin liian korkea, jolloin tietomallipohjaiset luonnokset jäävät tekemättä, jolloin suunnittelu hoidetaan perinteisin dokumentein, ilman yhdistelmämallin sovitusta. Jolloin loppuvaiheessa suunnitelmaa mallintaessa huomataan törmäyksiä tai puutteita suunnitelmissa. On tärkeää tunnistaa suunnittelun aikainen tarkkuustaso ja lähtötietotarve. Suunnitteluaiikana visuaaliseen törmäystarkasteluun käytettävän aineiston ei tarvitse täyttää luovutettavalle lopputuotteelle asetettuja vaatimuksia.

Tietomalliformaattien käyttö eri toiminnoissa tulee varmistaa, ettei suunnittelijat laadi sellaisia suunnitelmia, joita urakoitsija ei voi työkaluillaan hyödyntää. Toki urakoitsijan tulee toimittaa samalla tavalla edelleen aineistoa, jota voidaan hyödyntää jatkossa esimerkiksi kunnossapidossa. Ilmeni, että toteumatietojen hallinnassa, kaikki koneohjausjärjestelmät eivät tuota samaa YIV-koodauksen mukaista toteumatietoa. Tuleekin olla tieto mitä seuraava käyttäjä tarvitsee, jolloin voidaan tuottaa hyödynnettävissä olevaa aineistoa tarpeeseen.

Suunnittelijan laatiman suunnitelmamallin tulee olla niin tarkka, että se täyttää urakkatarjousaikana tietomallien hyödyntämisen tarpeet. Joissain tapauksissa voi olla tarpeen, että suunnittelija ja urakoitsija laativat yhdessä urakoitsijan ja tilaajan vaatimukset täyttävän toteutusmalliaineiston, esimerkiksi rakennussuunnitelman työmaapalveluna.

Tiedon tulisi siirtyä seuraavalle käyttäjälle mahdollisimman ymmärrettävästi ja helposti hyödynnettävässä muodossa. Tavoitteena on helpottaa mahdollisimman paljon seuraavan käyttäjän työtä. Yhteistyönä laadituissa toteutusmalliaineisto olisi varmasti tarkoitukseensa sopivaa, samaa periaatetta voisi mahdollisesti hyödyntää toteuma-aineiston kokoamisessa. Samalla selkeytyisi kuinka tietomalliaineisto kootaan eri vaiheissa tilaajan jatkotarpeiden mukaisesti.

### **8.1.2 Vakioidut käytännöt**

Tietomallipohjainen tilaaminen on hankalaa tietomallipohjaisesti vielä, koska infrahankkeissa tietomallin laajempi käyttö vaatii muutoksia toimintatapoihin sekä tietomallien selkeytystä yleisiin sopimusehtoihin. Pelkkien tietomalliaineistojen jakaminen esimerkiksi zip-tiedostona ei välttämättä auta urakoitsijaa, olisikin varmasti hyödyllisempää jakaa yhteisen yhdistelmämallin kautta, jolloin asiakirjojen selkeys ja yksiselitteisyys sekä niiden kaikille urakoitsijoille toteutuisi paremmin. Tilaajan pitäisi pystyä myös selkeämmin tuoda esille urakan toteumatiedon merkitys ja kuinka tieto siirtyy edelleen käyttöön ja kunnossapitoon.

Saadun palautteen ja tehtyjen havaintojen perusteella YIV-ohjeistuksen selkeyttäminen on tarpeen kaikille hankkeiden osapuolille, erityisesti tiedonhallintaan. Tietomallipohjaisten formaattien käyttö on asettanut haasteita eri työvaiheissa, myös osin suunnittelupuolelta ei ole osattu tuottaa YIV-ohjeistuksen mukaista aineistoa, vaikka urakoitsija on sitä toivonut.

Tietomallipohjaisen aineiston laatu ei saisi heitellä niin paljoa eri projekteilla ja projektien sisällä eri suunnittelijoilla. Tietomalliaineiston laatu tulisi tarkastaa hyvissä ajoin, jo mahdollisesti jo suunnittelun tarjousvaiheessa. Tarjoajat voisivat lähettää tietomallipohjaisesta aineistostaan, jossa tarjoaja on aikonut suunnittelutyönsä toteuttaa, esimerkkitiedoston. Tämän voisi jo tarjouskilpailuvaiheessa pisteyttää ja tarjoajat joutuisivat

yhdessä ohjelmistokehityksen kanssa varmistamaan, että pystyvät tuottamaan tietomalliohjeistuksen mukaista aineistoa.

Tietomallinnuksen periaatteet tulisi olla paremmin toimijoiden tiedossa, jokaisen tulisi ymmärtää tiedonhallinnan tärkeys ja sen vaikutus kokonaisuuteen.

Työmaalta saadun palautteen mukaan raidegeometria-aineiston laatu vaihtelee eri toimijoilla, joka hankaloittaa mittaus- ja nuotitustöitä. Raidegeometrian siirtotiedostoja tulisi selkeyttää ja yhtenäistää käytäntöjä. Lisäksi on ilmennyt vaihdusuunnitteluun liittyen, että eri hankkeilla on erilaiset toimintatavat vaihdetietojen toimitukseen ja lisäksi dokumenttien tasoissa on vaihtelua. Projektin sisällä ilmeni, että olisi tärkeää olla yhtenäinen vaihdetietolomake käytössä jokaisella hankkeella.

### **8.1.3 Yhteistyö**

Usein tietomallipohjaisen hankkeen kuvaus aloitetaan, että tietomallinnus on kehittynyt voimakkaasti tai että tietomallintaminen on vielä murrosvaiheessa. Nämä lauseet ovat ymmärrettäviä ja yleisiä, ja samoja ilmiöitä on ilmennyt aiemmissa ratahankkeissa, joissa tietomallinnusta on kehitetty ja hankkeissa on otettu suuria edistysaskelia tietomallinnuksen saralla verrattuna aikaisempiin hankkeisiin. Mutta kehitys ja kehittyminen ovat luonnollisia asioita, jotka tulevat aina olemaan ja niin kuuluukin. Suunnitteluohjelmistot ja siirtoformaatit kehittyvät siinä missä muukin tietotekniikka kehittyi, sille tuskin on näköpiirissä tilannetta, että kaikki olisi valmista.

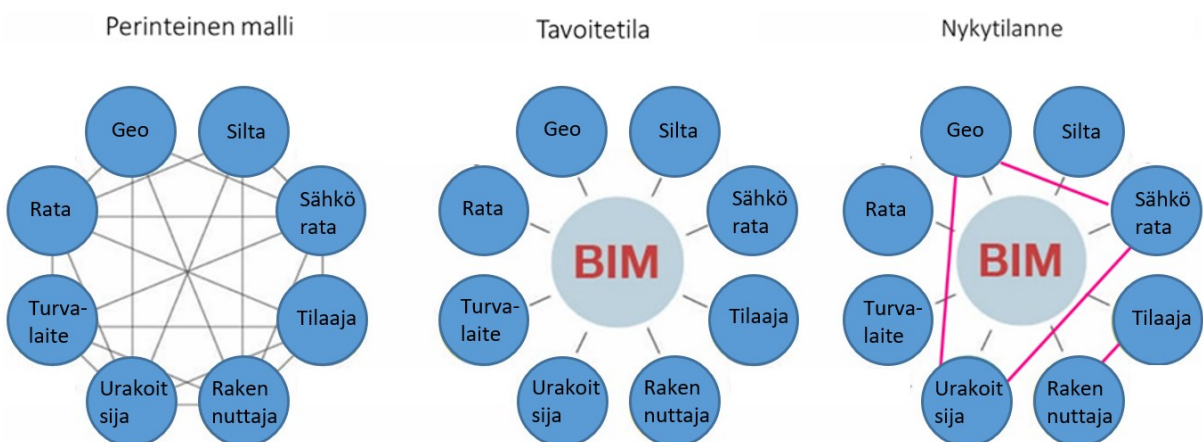
Korostamalla teknologian kehittymistä ja murrosvaihetta, pidetään tietomallinnus hankkeissa sivuroolissa tai sellaisena, joka kuuluu vain tietomallinnuksen kehityksessä mukana oleville, asiana, johon kaikkien ei tarvitse perehtyä. Suunnitteluhankkeet ovat aina aikansa tuotteita, sidottuna siihen hetkeen ja kehitystilanteeseen. Suunnittelu laaditaan aina voimassa olevien lakeja ja ohjeita noudattaen. Joten tietomallinnuksenkaan kehitysvaihetta ei tarvitse korostaa, riittää että luetellaan voimassa olevat lait ja ohjeet sekä toivottava kehityssuunta. Pyrkimyksenä tulee olla toimintapa, että ei nähdä tietomallinnusta erillisenä asiana, vaan sen sijaan on mahdollista puhua ja ajatella yhteisestä suunnittelusta.

Selvittäessä kyselyn vastauksia ja niiden tuloksia suhteessa tutkimuskysymyksiin ilmeni, että yhteistyötä tulisi vahvistaa ja tulisi panostaa yhteistyöhön eri tilaajatahojen ja määräysten osalta, kaiken kaikkiaan huomioida dialogisuus työskentelytapana ja sitä myötä tilaajien ja suunnittelun palveluntuottajien yhteinen tahtotila. Tulisi huomioida sujuva kommunikointi eri tahojen välillä, mikä ilmenee, että suunnittelun on hyvä myös tietää miten tuotannon puolella asiat toimivat. Freiren (2016, s. 187) mukaan dialogisen toiminnan ominaispiirteenä on yhteistyö. Yhteistyön voi saavuttaa vain kommunikaatiolla ja dialogista yhteistyötä voi olla ainoastaan tasavertaisten subjektien kesken, vaikkakin he toimisivat erilaisissa vastuissa ja eri tasoisella toiminnalla.

Kyselyssä nousi esiin, että tietomallintaminen on liikaa tietomallikoordinaattorin vastuulla ja tietomallintaminen on liian henkilösidonnaista. Joten yhteistyössä kaikkien osapuolten on ymmärrettävä vaatimukset ja ohjeet. Yhteistyö on tärkeää jokaisen prosessin kohdalla, ei riitä pelkästään, että tietomallikoordinaattorit osaavat tietomallintamiseen liittyvät asiat. Näin ollen on myös perehdytettävä tuotannossa työskentelevät henkilöt vaatimuksiin, tarkkuuksiin ja koodeihin myös.

Yhteisiä pelisääntöjä olisi tarpeen selkeyttää toimijoille ja tietomallinnuksen periaatteen sisäistäminen. Lean ja tietomallintamien ovat osaltaan vain termejä, jotka tarkoittavat tiettyä toimintatapaa, eikä kyse ei ole pelkästä teknologian kehityksestä. Tietomallintaminen on toimintatapa, jonka tarkoitus on tiedonsiirto.

Kuva 38. Tiedonsiirtomalleja



Kuvaan 38. on kuvattu kaavioilla erilaisia tiedonvaihdon malleja. Perinteisessä mallissa tiedonvaihto tapahtuu sähköpostilla tai muutoin henkilöiden väleillä, siten että tieto jää vain heidän välisekseen tai tallentuu henkilökohtaiseen sähköpostiin. Tavoitetilassa kaikki tieto on kaikkien osapuolien käsillä, ja kaikki ymmärtävät sen samalla tavalla. Tietoa välitetään tietomallinnusta tukevan palvelimen kautta, johon tieto jää oikeassa formaatissa kaikkien tietoisuuteen.

Nykytilanteessa hankkeissa on käytössä näiden kahden mallin yhdistelmä, jolloin osa tiedosta jää aina pimentoon joltain taholta ja usein suunnitteluhankkeessa kaikki vaikuttavat kaikkeen. Useimmat hankaluudet suunnitelmissa aiheutuu siitä, että suunnitelmassa ei ole osattu ottaa huomioon puuttuvaa tietoa. Tiedon tulee kulkea vaiheiden välillä, mutta myös sujuvasti vaiheen sisällä.

## **8.2 Jatkoehdotukset**

### **8.2.1 YIV-ohjeistus ja InfraRYL**

Työn lähtökohtana oli, kuinka YIV ja InfraRYL olisi mahdollista yhdistää, jotta siten että tietomallipohjainen tieto saadaan siirtymään infrahankkeessa seuraavaan vaiheeseen, suunnittelusta palvelemaan urakointia ja urakoinnista edelleen kunnossapitoa. Ja lisäksi kuinka näitä olisi mahdollista yhteensovittaa tai tuoda lähemmäksi niin, että ne palvelevat koko infrahankkeen elinkaarta.

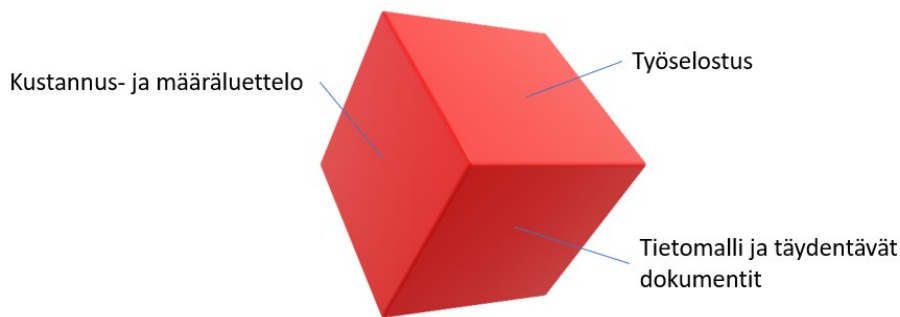
InfraRYL:ssä kuvataan suunnittelun ja rakentamisen laatuvaatimukset ja se ohjeistaa miten rakennetaan. YIV-ohjeistus kertoo kuinka InfraRYL:n laatuvaatimukset täyttävä suunnitelmatieto mallinnetaan ja siirretään seuraavalle käyttäjälle. Tämä toimintamalli on oikea, ohjeet kuvaavat eri asioita ja toimivat hyvin yhdessä.

Infra-rakennusosanimikkeistössä, joka toimii sekä YIV:n että InfraRYL:n yhteisenä otsikointina ja jaotteluna, on eniten kehittämistä. Miten saadaan kaikki esimerkiksi radan rakennussuunnitelmat rakennusosat mukaan ohjeeseen? Tällä hetkellä ratatekniikan, sähköradan, turvalaitteiden sekä johtoteiden osalta nimikkeistössä on puutteita. Samalla tavalla tulee

varmistaa, että rakennusosat siirtyvät sitten infraRYL:iin viisinumeroisina ja InfraBIM-nimikkeistön kuusinumeroisina koodeina.

Rakennusosanimikkeistön mukaisesti on jaoteltu suunnitelman työselostuksen sekä kustannus- ja määräluettelon otsikointi. Tietomallien hallinnan osalta nimikkeistön hyödyntämistä tulee kehittää. Pintamallien koodaus on rakennusosanimikkeistöön pohjautuva, mutta tietomallien hallintaan nimikkeistö olisi hyvä saada selkeämmin esille. Jotta työselostusta, kustannus- ja määräluettelo sekä tietomallia voitaisiin katsella yhdessä. Ne muodostavat saman suunnitelmakokonaisuuden eri tahot, kuvan 39 mukaisesti.

Kuva 39 Suunnitelman eri tahot.



InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti nimikkeistö on käytössä, jolloin nimikkeistö siirtyy myös inframalleihin. Siltojen osalta nimikkeistö on vain kustannus- ja määräluettelossa sekä työselostuksessa otsikointina.

Kuva 40. Työselostus, määräluettelo ja tietomalli esitettynä rinnakkain

Työselostus	Määräluettelo	Tietomalli
13200 PAALUPERUSTUKSET	1320 Paaluperustukset	
13250 PORAPAALUT	1327 Paalut	
13250.3 Porapäälijen asentaminen	1321.5 Porapäälit	
13250.6 Porapäälijen ympäristövaikutukset	1321 Porapääli täyte, betoni C35/45 P20	m3
16300 KAIVANNON TUKIRAKENTEET	1321 Paualan raudotus (B500B)	kg
16330 PONTTISEINÄT	1321.52 Porapääli RD 320x12,5 mm	m2
16330.1 Ponttiseinien materiaalit	- päälijen ylösan tuhkepuhdistus+maalauk	m2
16330.3 Ponttiseinien tekeminen	- päälijen suojus 0,5 m maanp. alapin	m2
16330.6 Kaivantojen tukemisen ympäristövaikutukset	1620 Maakaivannot	
18100 PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT	1620.1 Massanvaihtokaivu nyky. uoman osalla	m3kr
18110 Maapenkereet	1621 Pohjaveden hallinta (työnäkän kuvanapito)	eri
181145 Vaatolapenkereet	1624 Siltäkaivannon kaivu ja uoman simon kaivu	m3kr
21000 PÄÄLLYSRAKENTEEN OSAT JA RADAN ALUSRAKENTEET	1630 Kaivannon tukirakenteet	
42001 SILLAT, VLEENEN OSA	1632 Pysyvä tukisena (vapaa- tai seivosa) nykyisen uoman päihin	m2tr
42001.1.5.4 Juna- ja työturvallisuusohjeet	1632 Työnäkän tukisena (vapaa- tai seivosa)	m2tr
42001.5 Sillat, uuttakaset	1632 Työnäkän tukisena (tuenta vaistaportien) siltojen välillä	m2tr
42001.7 Sillanrakenteet ja viimeistelytyöt	2000 Penkeret, maapadot ja täytöt	
42001.7.0 Laitteiden ja erosisuojaukset	1811.41 Nykyisen uoman maatyttö vaahdotuskerroksen ulkopuolella	m3tr
42001.8 Sillat, jikjetyt- ja työturvallisuusvaatimukset	1811.45 Vaahdotuskerroksen nykyisen uoman täyttö	m3tr
42001.8.2 Toisen jikjetyt	1830 Kaivantojen täyttö	
42131 SILLAN MAANVASTAISTEN PINTOJEN KOSTEUSERISTYS	1835 Routamaton sillan täyttö	m3tr
42200 SILLAN BETONIRAKENTEET PÄÄLLYSRAKENTEISSA	1836 Massanvaihtokaivu nyky. rataallan alla (murske #0-50)	m3tr
42210.3 Päälysrakenteen tekeminen	1836 Sirtolajien massanvaihton täyttö	m3tr
42200.1.1 Betonit	2100 Saofattirakenteet	
42200.1.7 Betonieristykset	2112 Saofattirakenteet	m2tr
42200.1.9 Jäsenraudoitteet, jikjetyt ja jäsenaseteläiset	2131 Raiteiden rakennekerrokset (sillan alusta = 5 m sillan ulkopuolella)	
42200.3 Työturvallisuus	2131 Kantava kerros	m3tr
42200.3.2 Telineet ja uunot	2121 Tukkerros (jakava)	m3tr
42200.3.4 Betonityöt	2122 Raideiden rakennekerrokset (Vantaanjoen purettavan sillan kohta)	
42040 TERÄSRAKENTEET	2123 Enstykkerros	m3tr
	2123 Välikkerros	m3tr
	2124 Tukkerros sepelisiä	m3tr
	2140 Päälysrakenteet ja pintarakenteet	
	2142.24 Kivitehokkeisuus, jikjetyt (uoman eroosioverho) +kukitvet	m2tr
	4200 Sillat	
	4220 Sillan päälysrakenteet	
	4221 Betonirakenteet päälysrakenteissa	
	4221.1 Muotit	
	4221.1 Pakkalla välitettävän betonisillan muotit	m2
	4221.2 Raudotukset	
	4221.2 Sillan päälysrakenteen raudotukset, betoniteräs B500B	kg
	4221.2 + Lisäkuormitus sillan päälysrakenteen raudotustyyliä, laajuus suuri	kg
	4221.3 Sillan jännittämistyöt (Jänniteräs S1570/1770)	kg

Suunnitelma-aineiston kokonaisuuden kannalta olisi hyvä, jos alla olevan kuvan mukaisesti eri suunnitelmia voisi tutkia rinnakkain, jolloin ne täydentäisivät toisiaan. Tietomallista olisi hyvä pystyä helposti valitsemaan ja tarkastelemaan työselostuksen tai määräluettelon kohteita.

Alla olevan kaavion mukaisesti työselostusta, kustannus- ja määräluetteloa sekä tietomallia olisi hyvä tuoda lähemmäksi toisiaan Infra rakennusosanimikkeistöä laajentamalla. Nykyisin periaate on jo osittain käytössä ja tätä periaatetta on mahdollista jalostaa.

Kuva 41. Työselostuksen, kustannus- ja määräluettelon ja tietomallin lähentäminen



Kuvassa 41 on esitettynä lähtötietojen ja toteumatietojen osalta tie- ja ratarakenteiden maastotiedot -mittausohje, joka on erittäin oleellinen dokumentti ainakin ratahankeissa. Ohje olisikin tärkeää nostaa mukaan tietomalliohjeisiin Väyläviraston hankkeissa. Infra maastomalli -formaatti on toimiva formaatti nykyisissä suunnitteluohjelmistoissa, mutta maastomittausten osalta on nykyisin jonkin verran epäselvyyttä tuleeko maastomittaukset olla IM-formaatissa ja onko maastomittausten muoto tällä hetkellä oikea.

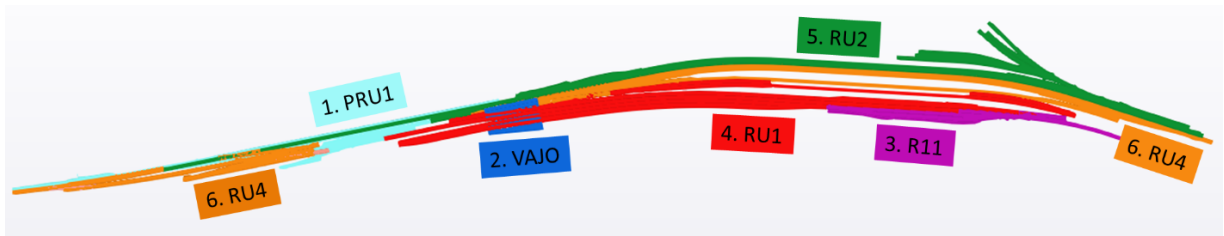


## 8.2.2 Laajuus

Urakointipuolen toiveena oli, että suunnitteluvaiheessa tuotetut tietomallit olisivat mahdollisimman valmiita eli niitä voisi käyttää rakentamiseen sellaisenaan. Tämä tarkoittaa, että rakennussuunnitelman suunnittelumallit siirtyvät päätoteuttajan tarkastuksen ja hyväksymisen jälkeen toteutusmalliksi.

Riihimäen henkilöratapihan rakennussuunnitelman tietomalliaineisto laadittiin suunnitteluohjelman mukaisesti työvaiheistuksen mukaisesti, eli siten että jokainen työvaihe oli palasteltu omiin tiedostoihinsa. Työvaiheet muodostivat kokonaisuuksia, joista edelleen muodostui eri alueittain eri rakennusurakat. Ratapihasta ei muodostettu yhtä laajaa tietomallia, vaan se koostui useasta eri palasesta, esimerkiksi radan tukikerroksen malleista. Tällainen toimintatapa palveli erityisesti suunnittelu-aikaa ja varmisti, että urakat oli mahdollista toteuttaa liikenteen ehdoilla. Tietomalleissa oli huomioitu urakan aikaisen tilanteen mukaiset liikennöidyt raiteet.

Kuva 42. Radan tukikerroksen mallit työvaiheittain



Se mikä palvelee suunnittelua, ei välttämättä auta samalla tavalla urakointia. Osissa urakoissa koettiin, että aineiston palastelu vaikeutti tietomallien hyödyntämistä urakassa. Saadussa palautteessa korostettiin, että aineisto on helpompi pilkkoa suuremmasta pienempään kuin liittää pieniä palasia yhteen, erityisiä hankaluuksia oli urakoiden liitosalueilla. Edellisen urakan toteumatiedoista ei ollut täyttä varmuutta. Aina eivät suunnittelijan näkökulmasta tehdyt työvaiheistuksen rajaukset vastaa täysin todellista tilannetta, esimerkiksi kuinka laajalta alueelta tukikerrosta tulee vaihtaa. Urakoitsijalta saadussa palautteessa todettiin, että koko suunnittelualueen kattava aineisto olisi ainakin osissa urakoissa toiminut paremmin.

Lähtöaineiston osalta kuitenkin suunnittelijan näkökulmasta tilanne on samanlainen. Suunnittelijalle on parempi, että lähtötietoaineisto on laajempi kuin suunnittelualue. Riihimäen ratapihan suunnittelualue oli kilometripaaluvälillä 70+250–72+100 ja esimerkiksi raidegeometriatiedot olivat väliltä 70+100-72+140. Raidegeometrian elementit ovat pitkiä ja aineistolla oli vaikeuksia varmistaa liitosalueet. Raidegeometria on tiedonhallintarekisterissä jaettu eri kokosiin kokonaisuuksiin, olisi hyvä että raidegeometria muutokset tehtäisiin valmiina olevaan kokonaisuuteen. Erityisesti tulee myös huomioida koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä, jossa rakennussuunnittelu tehdään. Ratateknisissä ohjeissa sanotaan, että geometrian suunnittelussa toimitaan aina suunnittelualueen mittauserustan mukaisessa järjestelmässä ja muunnoskertoimia ei rakennussuunnittelussa saa käyttää. Raidegeometrian muuntaminen eri tasokoordinaatistoon tehdään laskemalla geometria uudelleen halutussa järjestelmässä ja jos uudelleenlaskenta ei ole mahdollista, on rata mitattava uudestaan. Mikäli tämä tehdään vain lyhyttä suunnittelualueutta ajatellen, niin kunnossapitoon ja tietohallintarekisteriin siirtyy eri järjestelmissä olevaa silppua, jota kunnossapidon on haastavaa käyttää.

Olisi selkeämpi, että jo suunnitteluvaiheessa olisi selkeästi esitetty laajempi tiedonhallinnan rekisteritiedon kanssa yhtenevä aluerajaus, johon suunnitelma liittyy. Riihimäen henkilöratapiha on osa isompaa kokonaisuutta. Kunnossapidon ja tiedonhallintarekistereiden sekä eri vaiheiden tiedonhallinnan näkökulmasta olisi myös selkeämpi, mikäli lähtötiedot kerättäisiin tiedonhallinnan rekisterissä määrättyä laajemmalla alueella, johon suunnitteluajana toteutettaisiin suunnitelmat, jota täydennettäisiin toteumatiedolla. Näin olisi mahdollista täydentää suurempaa kokonaisuutta heti valmiiksi suunnitteluprojektin aikana.

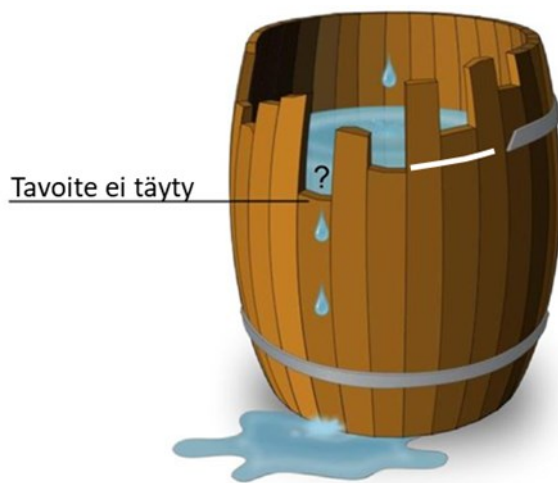
### **8.2.3 Tietomallinnuksen taso ja lopputuotteen kuvaus**

Kasvin sadontuotannon ja suunnitteluhankkeen tietomallintamisen toimintaperiaate on samankaltainen. Jokaisella kasvin tarvitsemilla ravinteilla on ainakin yksi tehtävä, jota mikään muu ravinne ei voi suorittaa. Jos ravintoaineen tehtävää ei hoideta, näkyvät seuraukset kasvissa kasvuhäiriöinä ja hidastuneena kasvuna. Jos kasvilla on puute jostain ravinteesta, se ei voi käyttää muitakaan ravinteita kunnolla hyväkseen, toinen ravinne ei voi korvata toista. (Tast, Tyrväinen, Mattila & Nyberg, 1996, s. 43)

Minimilain mukaan kasvi tuottaa satoa vain sen verran kuin vähiten tarjolla olevaa ravinnetta riittää sadon muodostukseen. Kasvin sadontuotannon minimilakia havainnollistetaan vuotavana tynnyrinä, jossa lautojen pituus kuvaa eri ravinteiden määrää suhteessa kasvin tarpeisiin. (Tast, Tyrväinen, Mattila & Nyberg, 1996, s. 43)

Minimilakia mukailemalla voi soveltaa moneen tarkoitukseen, kuten tietomallinnuksen tason ja lopputuotteen kuvaamiseen. Suunnittelutoimeksianto on kuin tynnyri, jonka kylkeen tilaaja piirtää viivan kuvaamaan lopputuotteen tasoa ja tahtotilaa.

Kuva 43. minimilakia mukaillen (Tast, Tyrväinen, Mattila & Nyberg, 1996, s. 43)



Suunnitelman laatiminen on yhteistyötä ja tietomallipohjaista suunnittelua tehdään yhteisesti sovittujen pelisääntöjen mukaisesti. Tynnyrin laudat esittävät toimeksiannon eri tahoja. Mikäli kaikki tahot eivät noudata yhteisiä pelisääntöjä, määriteltyyn tasoon ei päästä. Toisaalta liian pitkät laudat kuvaavat ylilaatua, joka voi olla hukkatyötä, eikä välttämättä ole tilaajan tarpeiden mukaista.

Ei ole myöskään oleellista korostaa eroa niin sanotun perinteisen ja tietomallipohjaisen suunnittelun välillä. Kaikki hankkeet ovat tietomallipohjaisia suunnitelmia. Hankkeissa ja hankkeen eri vaiheissa tilaajan tulee määritellä, minkälaista lopputuotetta halutaan.

Tilaajan tarpeita voidaan kuvata esimerkiksi kuvassa 44 esitetyn matriisin avulla. Kuvan kypsyysematriisin avulla on tutkittu tietomallinnuksen yleiseen tasoa väylävirastossa. (Väylävirasto, 2020b s. 6). Samankaltaista matriisia voidaan hyödyntää suunnittelu-

toimeksiannoissa, esimerkiksi tietomalliluetteloon dokumentoituna eri suunnittelualoittain tilaajan tai työryhmän yhdessä määrittelemä tavoitetaso, jota voidaan verrata toteutuneeseen tasoon. Näin voidaan selkeillä yhteisesti sovituilla arvoilla kuvata vaikka yksittäisen tietomallin taso, jolloin tarkastajan tai seuraavassa vaiheessa olevan aineiston käyttäjän työ helpottuu, kun tarkkuustaso on selkeästi esitetty.

Kuva 44. Väyläviraston kypsyysmatriisia mukailten (Väylävirasto, 2020b)

	TASO 0 (KAAVIOT)		TASO 1 (PIIRUSTUKSET)		TASO 2 (3D-Objekti/Tilavaraus)		TASO 3 (Tietomalli) (Mittaukset, mittaperusta ja kartoitukset)		TASO 4 (Tietomalli)		TASO 5 (Tietomalli)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Tasokoordinaatio	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Korkeusjärjestelmä, z-koordinaatti	2D	2D	2D	2D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D
Mittakaava	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Todellinen	Todellinen	Todellinen	Todellinen	Todellinen	Todellinen	Todellinen	Todellinen
Formaatti	Paperi, PDF	DWG	Paperi, PDF	DWG	DWG, DGN, DXF	XML, IFC	Inframaastomalli, GT, TLF	DWG, XML	IM4	IFC	IM4	IFC
Ohjeistus	Ratatekniset piirustusohjeet	Ratatekniset piirustusohjeet, Tasojako-ohje	Ratatekniset piirustusohjeet	Cad-suunnitelmapiirustukset, tasojako-ohje	Tasojako-ohje	Ei tarkkoja tietovaatimuksia	Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot	Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, YIV	YIV2019, InfrabIM-nimikkeistö, IM-formaatti	Siltojen tietomalliohje, YIV2019	YIV2019, InfrabIM-nimikkeistö, IM-formaatti	Siltojen tietomalliohje, YIV2019
Ominaisuustiedot	Esitystapa	Esitystapa, tason nimi	Esitystapa	Tason nimi, Esitystapa	Tason nimi	Ei tarkkoja tietovaatimuksia	Maastomallin koodaus	Maastomallin koodaus	InfrabIM-nimikkeistö, InfraRO, koodi	Siltojen tietomalliohje, YIV2019 Määrämittausohje	Ohjeistuksen mukaiset täydelliset metatiedot	Ohjeistuksen mukaiset täydelliset metatiedot
Yhteensovitus	Ei	Ei	Ei	2D CAD, Trimble Connect (Map)	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot (3D-win)	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot (3D-win)	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot	Trimble Connect, Suunnitteluohjelmistot
Määrälaskenta	Käsin, kappale	CAD-ohjelma; Kappale	Käsin	CAD-ohjelma; pinta-ala, lukumäärä, pituudet rd-m	CAD-ohjelma; tilavuus, pinta-ala, lukumäärä	CAD-ohjelma; tilavuus, pinta-ala, lukumäärä	Suunnitteluohjelma	CAD-ohjelma, Suunnitteluohjelma	Suunnitteluohjelma	Suunnitteluohjelma	Suunnitteluohjelma	Suunnitteluohjelma
Hyödynnettävyys	Voidaan havainnollistaa suunnitelmaa	Kaaviota voidaan muokata	Suunnitelmaa voidaan tarkastella visuaalisesti	Suunnitelmaa voidaan täydentää tai käyttää referenssinä	Tilavaraus, visualisointi, törmäystarkastelu	Tilavaraus, visualisointi, törmäystarkastelu	Koneohjaus, mittaus, rakentaminen, määrälaskenta, visuaalinen tarkastus	Koneohjaus, mittaus, rakentaminen, määrälaskenta, visuaalinen tarkastus	Koneohjaus, mittaus, rakentaminen, määrälaskenta, visuaalinen tarkastus	Koneohjaus, mittaus, rakentaminen, määrälaskenta, visuaalinen tarkastus	Tiedonsiirto jatkokäyttöön	Tiedonsiirto jatkokäyttöön

Tiedonkulun edellytyksenä on, että tieto ymmärretään samalla tavalla, joten käyttäjillä tulee olla yhteisessä pelissä yhteiset pelisäännöt, jotka kaikki käyttäjät tuntevat. Tiedonkulku ja -hallinta kuuluvat kaikille vaiheeseen osallistuville, ei vain tietomallinnukseen erikoistuneille henkilöille, kuten projektin tietomallikoordinaattorille. Kaikki hankkeessa eivät tuota tietomalleja, eivätkä kaikkien tarvitse sitä samalla tavalla käsitellä, mutta kaikkien tulisi ymmärtää yhteinen toimintatapa ja sen tarkoitus.

Alla olevaan taulukkoon on koottuna opinnäytetyössä esille nousseita jatkoehdotuksia.

Taulukko 1. Jatkoehdotuksia kootusti

Tietomallitermistön selkeyttäminen ja mitä tietomallintamisella tarkoitetaan. Tietomallinnuksen termien abstraktiotasojen määrittely, teknologia, tiedonhallinta ja prosessit.
Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot mittausohjeen huomioiminen tietomalliohjeissa.
Tarkkuusmatriisin hyödyntäminen aineiston tarkkuuden ja tavoitteen kuvaamisessa. Tietomallinnuksen tavoitteiden määrittely kaikille suunnittelualoille. Usein huomio tietomalleissa kiinnittyy niihin, jotka näkyvät, vaikka usein huomio tulisi kiinnittää puuttuviin aineistoihin.
Suunnitelmamallin ja toteumamallin selkeyttäminen, joissain tapauksissa voisi olla järkevää, että urakoitsija ja suunnittelija tuottavat yhdessä toteutusaineiston, jolloin aineisto olisi varmasti urakoitsijan tarpeiden mukainen.
Toteumamallin laatijan määrittely ja toteutustavan sekä aineistoformaattien määrittely ja selkeyttäminen, ennen toteutuksen aloittamista, jotta aineistoa ei kerättäisi jälkikäteen.
Pistepilviaineiston hyödyntämisen ohjeistaminen hankkeissa, jotta hyödyllisestä aineistosta saadaan enemmän hyötyä.
Projekteilla yhteisen kansiorakenteen määrittely tarkemmalle tasolle. Ohjeistuksen tulisi olla niin selkeä, ettei rakenteesta jäisi erilaisia mahdollisuuksia tulkita.
Raidegeometriian hallinta suunnitteluhankkeen jälkeen ja raidegeometrioiden hallinta kokonaisuusittain. Suunnitteluhankkeesta olisi mahdollisuus tuottaa valmiita raiteistokokonaisuuksia oikeassa koordinaatistossa. Raidegeometriian tiedostomuotojen määrittely, raidegeometria-aineiston tarkastuksessa dwg-muotoiset mittapiirustukset ja pituusleikkaukset ovat tarpeen.
Vaihteiden mallinnuksen ja vaihdetietolomakkeen yhtenäistäminen.
Infrarakennusosa nimikkeistön koodien laajentaminen sekä yhtenäistäminen ja sitä kautta työselostuspohjan, määrälaskennan ja tietomallien lähentäminen, myös siltamallien osalta.
Tietomallinnuksen seuraavan käyttäjän (prosessissa sisäisen ja ulkoisen) tarpeiden huomioiminen toiminnassa.
3D-objektien yhtenäistäminen, tietomallin ja tietomallin visualisoinnin erottaminen. Mittauspisteiden yhtenäistäminen tie- ja ratahankkeiden maastotiedot mittausohjeen kanssa.
Työvaiheistuksen tietomallintamisen periaatteiden yhdistäminen.
Suunnitelmadokumenttien ja tietomallien kokonaisuuden selkeyttäminen, suunnitelmadokumentit täydentävät tietomalliaineistoa. Tekniikan kehittyessä riippuvuus vähenee.

## Lähteet

- BuildingSMART Finland. (2014). InfraBIM-sanasto, versio\_0.7. BuildinSMART Finland. Verkkojulkaisu. Haettu 14.10.2020. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM\\_Sanasto\\_0-7.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf)
- BuildingSMART Finland (2019c). Inframodel 4 käyttöönotto. BuildingSMART Finland. Verkkojulkaisu. Haettu 14.10.2020 osoitteesta. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/04/bSF\\_Infra\\_Inframodel4\\_kayttoohje\\_01042019.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/04/bSF_Infra_Inframodel4_kayttoohje_01042019.pdf)
- BuildingSMART Finland (2019b). InfraBIM -nimikkeistö v.1.72. BuildingSMART Finland. Verkkojulkaisu. Haettu 14.10.2020 osoitteesta. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/InfraBIM\\_nimikkeistö\\_v1\\_721.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/InfraBIM_nimikkeistö_v1_721.pdf)
- BuildingSMART Finland. (2019a). Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019/1 . BuildinSMART Finland. Verkkojulkaisu. Haettu 17.10.2019. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019\\_1.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf)
- Eskola, J. & Suoranta, J. (2014). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino.
- Freire, P. (2016). *Sorrettujen pedagogiikka*. Tampere: Vastapaino.
- Google Scholar. (2021). Haku hakusanalla tietomallinnus ajalle 2018–2021. Haku tehty 20.03.2021, tulos 601 kappaletta. [https://scholar.google.com/scholar?q=tietomallinnus&hl=fi&as\\_sdt=0%2C5&as\\_ylo=2018&as\\_yhi=2021](https://scholar.google.com/scholar?q=tietomallinnus&hl=fi&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2018&as_yhi=2021)
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2007). *Tutki ja kirjoita*. (13. osin uudistettu painos) Helsinki: Tammi.
- Iltaanen, J. (2009). *Radan varrella: Suomen rautatieliikennepaikat*. Helsinki: Affecto Finland Oy.

Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. (2016). *Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla*. Helsinki:

Rakennustieto

Kaaranka, A. (2016). Eskola–Ylivieska -rataosuuden suunnitelmamallien tarkastusprosessi.

Prosessin kuvaus ja analyysi. Haettu 15.08.2020 osoitteesta

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2016-42\\_eskola-ylivieska\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2016-42_eskola-ylivieska_web.pdf)

Kananen, J. (2017). *Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä*. Jyväskylä:

Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja.

Kansonen, J. (2018). 21.8.2018 BIMENE-seminaari, esitys Tietomallinnus tilaajan

näkökulmasta.

Kiviniemi, A. (2014). Radan tietomallipohjaisen massalaskennan vaatimukset, Antti Kiviniemi,

Tampereen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Haettu 22.08.2020 osoitteesta

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405086704>

Kiviniemi, A. (2018). 21.8.2018 BIMENE-seminaari, Professori Arto Kiviniemen esitys Mitä

muutoksia tietomallinnuksen hyötyjen saavuttaminen vaatii rakennusalalta ja opetukselta – kansainvälinen näkökulma.

Kouri, I. (2009). *Lean taskukirja*. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Krylov, I.A. (1974). *Eläintarinoita*. Helsinki: Weiling+Göös

Lagerström, M. & Tast, M. (2020). Rata 2020 -seminaari 21.1.2020 esitys,

Radanrakennushankkeen työvaihesuunnitelman mallintaminen.

Lahdes, T. (2012). *Samassa veneessä. Tositarinoita hyvästä yhteistoiminnasta*. Helsinki: Solar

Solutions Oy

Laki Väylävirastosta 2009/862. Haettu 13.10.2020 osoitteesta

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090862>

Leppälä, K. (2011). *Projektitoiminnan musta kirja, miten aikamme menestynein käytäntö saadaan takaisin raiteilleen*. Helsinki: Readme

Liikennevirasto. (2014). Siltojen tietomalliohje, Liikenneviraston ohjeita 6/2014. Helsinki: Liikennevirasto. Verkkojulkaisu. Haettu 28.8.2018.  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2014-06\\_siltojen\\_tietomalliohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-06_siltojen_tietomalliohje_web.pdf)

Liikennevirasto. (2017a). Suunnitteluohjelma, Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnittelu.

Liikennevirasto. (2017b). Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje, Liikenneviraston ohjeita 12/2017. Helsinki: Liikennevirasto. Verkkojulkaisu. Haettu 28.8.2018.  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-12\\_tie\\_ratahankkeiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf)

Liikennevirasto. (2017c). Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot mittausohje, Liikenneviraston ohjeita 18/2017. Helsinki: Liikennevirasto. Verkkojulkaisu. Haettu 28.8.2018.  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-18\\_maastotiedot\\_mittausohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-18_maastotiedot_mittausohje_web.pdf)

Liikennevirasto. (2018a). Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 1, Liikenneviraston ohjeita 31/2018. Helsinki: Liikennevirasto. Verkkojulkaisu. Haettu 28.8.2018.  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-31\\_rato1\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-31_rato1_web.pdf)

Liikennevirasto. (2018b). Urakka-ohjelma, Vantaanjoen ratasillan rakentaminen.

Liikennevirasto. (2018c). Rataverkon kokonaiskuva: Lähtökohtia ja näkökulmia. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018. Haettu 20.10.2020 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2018-37\\_rataverkon\\_kokonaiskuva\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-37_rataverkon_kokonaiskuva_web.pdf)

Liker, J.K. & Convis, G.L. (2012) *Toyotan tapa Lean-johtamiseen*. Helsinki: Readme

Liker, J.K. (2008). *Toyotan tapaan*. Helsinki: Readme



Liukas, J. (2021). Infra-rakennusosanimikkeistön päivitys, bSF Infran standardisointiryhmän kokous 16.4.2021

Modig, N. & Åhlström, P. (2013). *Tätä on Lean, ratkaisu tehokkuusparadoksiin*. Tukholma: Rheologia Publishing

Pitkänen, J-P. (2006). Radan välityskyvyn mittaamisen ja tunnuslukujen kehittäminen. Ratahallintokeskuksen julkaisu. Haettu 14.08.2020 osoitteesta  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk\\_2006-a4\\_radan\\_valityskyvyn\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk_2006-a4_radan_valityskyvyn_web.pdf)

Pulkinen, E. (2018). Turvalaite- ja sähköratatekniikan tietomallintamisen kehittäminen  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin\\_2018-03\\_turvalaite\\_sahkoratatekniikan\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin_2018-03_turvalaite_sahkoratatekniikan_web.pdf)

Rakennustieto Oy. (2015). Infra 2015, Rakennusosa- ja hankenimikkeistö, Määrämittausohje. Helsinki: Rakennustieto Oy. Verkkojulkaisu. Haettu 28.8.2018  
[https://www.rakennustieto.fi/html/liitteet/infraryl/Infra\\_2015\\_Maaramittausohje.pdf](https://www.rakennustieto.fi/html/liitteet/infraryl/Infra_2015_Maaramittausohje.pdf)

Rakennustieto Oy. (2020a). InfraRYL 2020/1. Helsinki: Rakennustieto Oy. Verkkopalvelu (vaatii tunnukset). Haettu 26.10.2020 osoitteesta  
[https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/InfraRYL/2020\\_1/](https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/InfraRYL/2020_1/)

Rakennustieto Oy. (2020b). Infraryl yleistä. Haettu 26.10.2020  
<https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/yleista.html.stx>

Rakennustieto, RT-kortti RT 16-10768. Haettu 14.11.2020 osoitteesta  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2016-10768>

Ratalaki 2007/110. Haettu 14.10.2020 osoitteesta  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070110>

- Rauhala, T. & Tast, M. (2019). InfraBIM Open 2019 -esitys, The Helsinki–Riihimäki Project.
- Sacks, R., Korb, S. & Barak, R. (2018). *Building Lean, Building BIM, Improving Construction the Tidhar Way*. Lontoo & New York: Routledge
- Sitra. (2020). Megatrendit. Sitran selvityksiä 162. Haettu 14.11.2020 osoitteesta <https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf>
- Tast, J., Tyrväinen, H., Mattila, R., & Nyberg, T. (1996). *Koulun Biologia, Eliömaailma*. Helsinki: Otava
- Tiehallinto. (2008). Sillan määräluettelo, suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki: Tiehallinto. Verkkojulkaisu. Haettu 28.08.2018 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/maaraluettelo\\_2008.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/maaraluettelo_2008.pdf)
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. (Uudistettu laitos, ensipainos 2002). Helsinki: Tammi.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. Haettu osoitteesta <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot/HTK-ohje-2012>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakkoarviointi Suomessa*. Haettu osoitteesta [https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Ihmistieteiden\\_eettisen\\_ennakkoarvioinnin\\_ohje\\_2019.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Ihmistieteiden_eettisen_ennakkoarvioinnin_ohje_2019.pdf)
- Womack, J.P., Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking, Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press
- Väylävirasto. (2019a). Ratatekniset ohjeet: Termit ja määritelmät. Haettu 14.10.2020 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/rato1\\_maaritelmat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/rato1_maaritelmat_web.pdf)

Väylävirasto. (2019b). Väyläviraston toimintatavat. Haettu 21.10.2019 osoitteesta <https://vayla.fi/tapamme-toimia#.Xa17j25uKUK>

Väylävirasto (2020a) Inframallinnuksen toimintalinja, suositus vuosille 2020–2025. Väyläviraston julkaisuja 18/2020

Väylävirasto. (2020b). Rataverkon välityskyvyn kokonaiskuva. Väyläviraston julkaisuja 30/2020. Haettu 21.03.2021 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-30\\_rataverkon\\_valityskyvyn\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-30_rataverkon_valityskyvyn_web.pdf)

Väylävirasto. (n.d.a). Helsinki–Riihimäki, 1. vaiheen rakentaminen. Haettu 21.10.2019 osoitteesta <https://vayla.fi/helsinki-riihimaki>

Väylävirasto. (n.d.b). Inframallit. Haettu 07.11.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit>

Väylävirasto. (n.d.c). Ratahanke Seinäjoki-Oulu. Haettu 15.08.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/skol>

Väylävirasto. (n.d.d). Tietomallintaminen Pesararadan suunnittelussa. Haettu 22.08.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/pisara/tietomallintaminen-pesararadan-suunnittelussa>

Väylävirasto. (n.d.e). Työt Riihimäen alueella. Haettu 21.10.2019 osoitteesta <https://vayla.fi/helsinki-riihimaki/tyot-riihimaen-alueella#.XCyzqVwzaUl>

Väylävirasto. (n.d.f). Visio, arvot, strategia. Haettu 20.03.2021 osoitteesta <https://vayla.fi/tietoa-meista/tapamme-toimia/visio-strategia-arvot>

Väylävirasto. (n.d.g). Suunnittelu ja rakentaminen. Hankkeiden suunnittelun vaiheet. Haettu 08.11.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/suunnittelu-rakentaminen/hankkeiden-suunnittelu/hankkeiden-suunnittelun-vaiheet>

Väylävirasto. (n.d.h). Pasila–Riihimäki-radon välityskyvyn parantaminen. Haettu 08.11.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/pasila-riihimaki>

Väylävirasto. (n.d.i). Helsinki–Riihimäki, 1. vaihe. Haettu 8.11.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/helsinki-riihimaki>

Väylävirasto. (n.d.j) Helsinki–Pietari rautatieyhteys 150 vuotta. Haettu 14.11.2020 osoitteesta <https://helsinki Pietari 150.vayla.fi/>

## Liite 1: Saatekirje ja sähköinen kysely

Hei!

Opiskelen Hämeen ammattikorkeakoulussa rakentamisen ylempää ammattikorkeakoulututkintoa (rakentaminen YAMK). Teen opinnäytetyötä aiheesta INFRARYL ja YIV -ohjeistuksien yhteensovituksen esiselvitys: Riihimäen henkilöratapiha. Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Väylävirasto.

Tässä kyselyssä kerään huomioita ja ajatuksia liittyen tietomallintamiseen Riihimäen henkilöratapihan rakennussuunnitelmaan. Tämä tutkimus on tutkimuksellinen osa opinnäytetyötäni ja opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa tietoa, jonka avulla kehitetään INFRARYL- ja YIV -ohjeistuksien yhteensovitusta.

Toivon, että voisit käyttää aikaasi vastaamalla linkistä avautuvaan Surveymonkey-ohjelmalla tehtyyn kyselyyn. Kysely on auki 30.10. 2019 saakka. Näiden arvokkaiden vastausten ja niistä analysoitujen tulosten avulla pystyn kehittämään ohjeistusta vaikuttavammin.

Kaikkia tietoja käsitellään luottamuksellisesti ja yksityisyysuojaa kunnioittaen. Kyselyyn on mahdollista vastata nimettömänä. Kiitos ajastasi sekä avustasi!

Ystävällisin terveisin,

Maunu Tast

Suunnittelupäällikkö

Rata

+358 20 747 6056 | tel.

+358 44 308 8826 | mobile

maunu.tast@sitowise.com

Sitowise

Suunnittelemme kestäväää ja älykästä elinympäristöää

Tuulikuja 2, 02100 Espoo

+358 20 747 6000 | vaihde

[www.sitowise.com](http://www.sitowise.com)

## **Liite 2. Sähköisen kyselyn kysymykset**

### **Ohjeet ja vaatimukset (YIV/InfraRYL)**

Millä konkreettisilla keinoilla päästäisiin yhteisiin toimiviin pelisääntöihin?

Miten mahdollistetaan sujuva kommunikointi (ymmärretään mitä toinen osapuoli tarkoittaa ja mitä toinen tarvitsee)?

### **Suunnitelmat ja suunnitelma-aineistot**

Miten tietomallipohjaisia aineistoja hyödynnetään ja miten hyödynnettävyyttä voidaan parantaa?

Mikä on ollut suurin haaste/suurimmat haasteet projektin tietomalliaineistossa?

Ehdotuksia kuinka tilannetta voidaan parantaa?

### **Tiedonhallinta**

Miten mahdollistettaisiin toimivampi yhteistyö?

Millaisia huomioita tiedonhallinnasta on noussut esille?