

# **Mallipohjaisen projektin prosessikulku katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa**

**Case Ramboll**

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2025

Johanna Oksanen

## Tiivistelmä

Tekijä	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Johanna Oksanen	Opinnäytetyö, AMK	2025
	Sivumäärä	
	32	
Työn nimi		
<b>Mallipohjaisen projektin prosessikulku katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa</b>		
Tutkinto ja koulutusala		
Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, yhdyskuntasuunnittelu		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
Ramboll Finland Oy		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun mallipohjaisen projektin prosessikulkua nykytilanteessa, tunnistettiin kehityskohteita sekä luotiin tavoitteilainen prosessikuvaus. Lisäksi tarkasteltiin mallipohjaisen projektin hyötyjä, kuten suunnitelmien yhteensovitus ja tilaajayhteistyö.</p> <p>Työ toteutettiin toimeksiantona Rambollille Espoon katu- ja kunnallistekniikan yksiköille, keskittyen erityisesti mallinnuksen aloitusprosessiin. Menetelminä käytettiin kyselyitä, asiantuntijahaastatteluita ja alan ohjeita. Kyselyyn saatiin viisi vastausta, ja haastatteluja tehtiin kaksi.</p> <p>Tulokset osoittivat, että nykyinen prosessikulku on toimiva, mutta siinä on tiimikoh- taista vaihtelua. Kehityskohteiden tunnistaminen ja niiden pohjalta luotu tavoitetilainen prosessikuvaus selkeyttää mallipohjaisen projektin prosessikulkua entisestään. Vuokaaviomuotoon luotu prosessikuvaus mahdollistaa sen hyödyntämisen projekteissa. Tämä selkeyttää suunnittelijoiden rooleja ja työtehtäviä.</p>		
Asiasanat		
mallinnus, tietomalli, prosessit, mallipohjainen projekti, infrastruktuuri		

## Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Johanna Oksanen	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	32	
Title of Publication		
<b>Process Flow of a Model-Based Project in Street and Municipal Engineering Design</b>		
Degree, Field of Study		
Engineer (UAS), Civil and Construction Engineering, Urban Planning		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Ramboll Finland Oy		
Abstract		
<p>This thesis explores the process flow of model-based projects in street and municipal engineering, identifies areas for improvement, and creates a target-state process description. Additionally, it explores the benefits of model-based projects, such as design coordination and collaboration with clients.</p> <p>The thesis was conducted as an assignment for Ramboll, focusing on the street and municipal engineering units in Espoo. The main emphasis was on the modeling initiation process. The research methods included surveys, expert interviews, and industry guidelines. The survey received five responses, and two interviews were conducted.</p> <p>The results showed that the current process flow is functional, but there is team-specific variation. Identifying areas for improvement and creating a target-state process description based on these findings helps clarify the process flow of model-based projects. The process description, presented as a process map, can be used in projects to define the roles and tasks of designers more clearly.</p>		
Keywords		
modeling, building information model (BIM), processes, model-based project, infrastructure		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Mallinnus ja tietomallit.....	3
3	Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun hankevaiheet.....	5
3.1	Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun sääntely ja ohjeistus .....	5
3.2	Yleissuunnittelu ja kunnallistekniikan yleissuunnittelu.....	7
3.3	Katu- ja puistosuunnittelu .....	7
3.4	Rakennussuunnittelu.....	8
4	Mallipohjainen projekti ja suunnittelu.....	10
4.1	Mallipohjainen projekti .....	10
4.2	Ohjeet .....	12
4.3	Ohjelmistot .....	15
4.4	Mallipohjaisen projektin lopputuote.....	16
5	Mallipohjaisen suunnittelun prosessikulku.....	17
5.1	Työn menetelmät.....	17
5.2	Nykytilanteen prosessikulku .....	17
5.3	Toimivat työskentelytavat sekä kehityskohteet .....	18
5.4	Tavoitetilan prosessikulku .....	21
6	Yhteenveto .....	25
	Lähteet .....	26

## 1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkitaan mallipohjaisen projektin prosessikulkua nykytilanteessa, tunnistetaan kehityskohteita sekä luodaan tavoitetilainen prosessikuvaus tukemaan suunnittelijoiden työtä. Työn painopiste on katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun mallinnuksen aloitusvaiheessa, mutta tarkastelussa huomioidaan myös laajemmat hyödyt, kuten eri tekniikka-alojen suunnitelmien yhteensovittaminen sekä lopputuotteiden tarkastelu tilaajan kanssa.

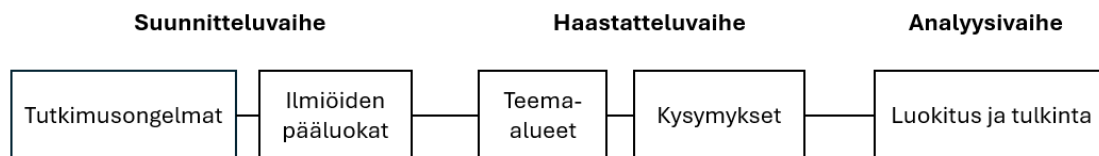
Opinnäytetyö toteutetaan toimeksiantona suunnitteluyritys Ramboll Finland Oy:lle (jatkossa Ramboll), ja aihe rajataan Espoon katu- ja kunnallistekniikan yksiköiden näkökulmasta katsottuna. Aihe on syntynyt omasta kiinnostuksestani sekä katu- ja kunnallistekniikan yksiköiden halusta kehittää mallinnusprosessia. Prosessin kehitystarpeen tavoitteena on yhtenäistää työtapoja sekä selkeyttää rooleja.

Ramboll on suunnittelu- ja konsulttialan yritys, joka tarjoaa palveluja useilla toimialoilla suunnittelussa, rakennuttamisessa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Yrityksen tavoitteena on luoda kestäviä yhteiskuntia ja edistää positiivista muutosta asiakkailleen. Ramboll Finland Oy on osa Ramboll Group -konsernia. Yritys perustettiin Tanskassa vuonna 1945, ja nykyään sen toiminta ulottuu 35 maahan. Suomessa Ramboll on yksi maan suurimpia konsulttiyrityksiä. (Ramboll.)

Työssä yhdistetään tutkimuksellinen ja toiminnallinen lähestymistapa toimeksiannon mukaisesti. Kirjoitusprosessin tukena käytetään Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran Tutki ja kirjoita -teosta, joka auttaa jäsentämään työn rakennetta teoreettisesta viitekehyksestä tulosten analysointiin. Lisäksi teos tarjoaa konkreettisia neuvoja kirjoitusprosessin eri vaiheisiin, kuten suunnitteluun, kirjoittamiseen ja viimeistelyyn. (Hirsjärvi ym. 2009. 1–150.)

Opinnäytetyön menetelminä käytetään asiantuntijahaastatteluita ja Microsoft Forms -kyselyä. Kyselyyn saatiin viisi vastausta inframallinnukseen orientoituneilta suunnittelijoilta ja asiantuntijoilta. Lisäksi suoritettiin kaksi suullista asiantuntijahaastattelua: yksi Rambollin tietomallikoordinaattorille ja toinen ohjelmistotoimittaja Arkancelle. Opinnäytetyötä varten tarkastellaan myös alan eri ohjeita ja kirjallisuutta sekä havainnoidaan alan toimintatapoja ja -malleja työarjessa.

Haastattelujen suunnittelussa hyödynnettiin Hirsjärven Tutkimushaastattelu-teosta (2000). Sen *teema-alueet tutkimuskokonaisuudessaan* -kuviota (Hirsjärvi 2000, 67) tarjoaa hyvän pohjan haastatteluihin valmistautumiselle (kuviota 1). Haastattelukysymykset laadittiin ja lähetettiin etukäteen haastateltaville teorian mukaisesti.



Kuvio 1. Teema-alueet tutkimuskokonaisuudessaan (mukailtu Hirsjärvi 2000, 67)

Opinnäytetyön luvut 2–4 ovat teorialukuja. Luvussa 2 käsitellään yleisesti mallinnusta ja tietomalleja. Luku 3 käsittelee katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun hankevaiheita sekä luku 4 mallipohjaista projektia ja suunnittelua. Näiden teorialukujen jälkeen, yhdistetään luvussa 5 teoria, asiantuntijahaastattelut, kyselyn vastaukset ja henkilökohtainen työkokemus. Luvussa kuvataan mallipohjaisen suunnittelun nykytila, tunnistetaan kehitysideoita sekä luodaan tavoitetilainen prosessikuvaus.

## 2 Mallinnus ja tietomallit

Mallinnus on keskeinen työkalu suunnittelu- ja konsultointialalla. Rakentamisen eri asiantuntijat hyödyntävät sitä erityisesti suunnittelu- ja rakennusvaiheessa (Ramboll 2021). Mallinnuksen tavoitteena on parantaa hankkeen ja elinkaari-prosessin laatua, tehokkuutta, turvallisuutta ja kestävä kehitystä (YIV 2021). Se on pohjimmiltaan tiedonhallintaa, joka kattaa tiedon keräämisen, organisoimisen ja tallentamisen hallitusti. Oikein toteutettuna tiedonhallinta tuo selkeyttä toimintaan ja suunnitteluun. (Teräs 2022a.)

Mallinnuksen päätavoitteena on parantaa tiedon jakamista ja kommunikaation laatua, vähentää suunnitteluvirheitä, lisätä tuottavuutta ja mahdollistaa tiedon tehokas hyödyntäminen myöhemmissä vaiheissa. Nämä tavoitteet saavutetaan yhtenäisellä ja johdonmukaisella prosessilla, jossa käytetään toimivia ohjelmistoja tai alustoja sekä kehitetään työntekijöiden ammatillista osaamista. (Ramboll 2021.)

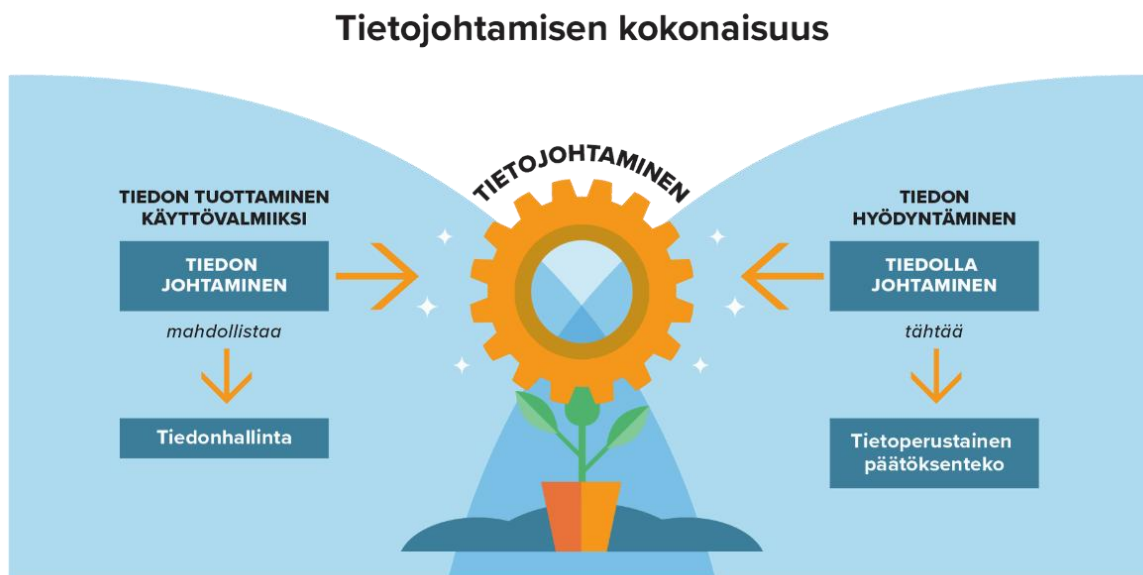
Tietomalli on digitaalinen rakennelma, joka esitetään ominaisuustietoineen joko 2D- tai 3D-muodossa (Väylävirasto 2020). Infra-alalla tietomallista käytetään usein termiä inframalli, joka perustuu englanninkieliseen nimitykseen Infra Built Environment Information Model. Suunnittelurytykset hyödyntävät tietomalleja erityisesti suunnittelussa, jossa 3D-mallit auttavat havainnollistamaan kohteita niin suunnittelijoille, projektinjohdolle, tilaajille kuin myöhemmissä vaiheissa myös urakoitsijoille. (InfraBIM -nimikkeistö 2019, 4.)

Vaikka mallintaminen on tehokas suunnittelun työkalu, se ei ole synonyymi tietomallille. Suunnittelussa voidaan hyödyntää mallinnusta ilman, että aineistoa luovutetaan mallimuotoisena. Mallipohjainen suunnitteluprosessi edellyttää laadukasta ja ajantasaista lähtötietoa, eri tekniikka-alojen suunnitelmamalleja, omistautunutta projektiryhmää, toimivia suunnitteluohjelmistoja sekä jatkuvaa yhteensovitusta tekniikka-alojen ja nykytilan kesken koko projektin ajan. (YIV 2021.)

Infra-alan tiedonhallinnan ydin perustuu paikkatietoon ja huolellisesti määriteltyihin metatietoihin. Paikkatieto yhdistää kohteen sijainti- ja ominaisuustiedot yhtenäiseksi tietokokonaisuudeksi (Tilastokeskus). Metatiedot puolestaan kuvaavat tiivistetysti tietoaineistoja (Tieteen termipankki a). Esimerkiksi katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa metatietoja voivat olla suunnitelman koordinaattijärjestelmä, suunnitelmalaji tai suunnitelman päivämäärä.

Tietojohtaminen keskittyy tiedon hallintaan ja jakamiseen organisaation sisällä. Kuten kuviossa 2 esitetään, tietojohtaminen mahdollistaa tiedonhallinnan. Sen tavoitteena on parantaa tehokkuutta ja tuottavuutta varmistamalla, että tieto on helposti saatavilla ja hyödynnettävissä. Tiedolla johtaminen puolestaan tukee tietoperusteista päätöksentekoa, jonka

tavoitteena on parantaa päätöksenteon laatua sekä varmistaa, että se perustuu ajantasaiseen ja luotettavaan tietoon. (Laihonen 2022.)



Kuvio 2. Tietojohtamisen kokonaisuus (Teräs 2022b)

Suunnitteluprojektien elinkaaren aikana kertyy jatkuvasti erilaista tietoa, kuten lähtötietoja, suunnitelmavaihtoehtoja ja mahdollisia yllättäviä haasteita. Suunnittelun ja nykytilan yhteensovituksen tarkkuus kasvaa vaiheittain, jolloin tieto eheytyy ja rikastuu. Samalla tiedon käyttö laajenee ja monipuolistuu, kun sitä hyödynnetään eri hankevaiheissa, järjestelmissä ja tekniikka-alojen rajapinnoilla. Tämä tukee päätöksentekoa ja korostaa systemaattisen ja hallitun tiedonhallinnan merkitystä, joka kattaa sekä tiedon johtamisen että tiedolla johtamisen. (Ramboll 2021.)

### 3 Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun hankevaiheet

#### 3.1 Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun sääntely ja ohjeistus

Katusuunnittelun lähtökohdat muodostuvat sääntelystä (lait, asetukset), kaavoituksesta, selvityksistä ja muista ohjeistuksista, kuten Yleiset inframallivaatimukset (jatkossa YIV). Kaavoituksesta maakunta-, yleis- ja asemakaavat ovat keskeisessä roolissa katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa. Ne luovat kaavahierarkian, kuten kuviossa 3 esitetään. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (jatkossa VAT), jotka valtioneuvosto hyväksyi 14.12.2017, varmistavat merkittävien tekijöiden huomioimisen kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa. VAT edistää alueidenkäyttölain ja suunnittelun tavoitteiden saavuttamista sekä tukee kansainvälisten sopimusten täytäntöönpanoa Suomessa. (Ympäristöhallinnon verkkopalvelu.)



Kuvio 3. Kaavahierarkia (Kauhavan kaupunki)

Maakuntakaava, tavoitesuunnitelmat, liikennetutkimukset ja VAT toimivat yleiskaavan lähtökohtana. Yleiskaavan tavoitteena on yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen ja toimintojen yhteensovittaminen (Siikaluoma 2020a). Asemakaava on kaavahierarkian tarkin taso, ja siitä laaditaan oikeusvaikutteinen suunnitteluväline, joka esitetään karttana kaavamerkintöineen ja -määräyksineen (Tieteen termipankki b).

Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa lähtökohtana on myös lait ja asetukset. Alueidenkäyttölaissa (1999/132, 84 §) määritellään kadunpito, joka kuvastaa katusuunnittelun ydintä:

*Kadunpito käsittää kadun suunnittelemisen, rakentamisen ja sen kunnossa- ja puhtaanapidon sekä muut toimenpiteet, jotka ovat tarpeen katualueen ja sen yläpuolisten ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden yhteen sovittamiseksi.*

Alueidenkäyttölaissa säädetään myös erikseen puistoista (1999/132, 70 §) sekä muista yleisistä alueista (1999/132, 75 §), jotka liittyvät katusuunnitteluun. Kunnallistekniikan suunnittelussa tärkeänä osana ovat myös vesilaki (587/2011), joka säätelee vesihuollon palveluja, sekä hulevesien käsittelyyn liittyvät määräykset Alueidenkäyttölain 13 a luvussa (2014/682, 13 a). Muita merkittäviä säädöksiä ovat Ympäristönsuojelulaki (2014/527) ja Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (2014/713).

Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa ei lähtökohtaisesti tehdä erillisiä selvityksiä, mutta niitä voi usein olla projektien lähtöaineistona. Esimerkkejä tällaisista selvityksistä ovat liikennemeluselvitys, kaupunkikuvaselvitys, maaperäselvitys, kulttuuriympäristöselvitys, maisemaselvitys, luontoselvitys tai arkeologinen selvitys (Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999, 1 §). Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa sovelletaan myös lukuisia määriä erilaisia ohjeistuksia. Käytetyimpiä ohjeita ovat esimerkiksi Kadun suunnitteluohje (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2020), Hulevesiopas (Suomen Kuntaliitto 2012), paikallisten vesihuoltoverkostoja hallinnoivien tahojen ohjeistukset, kuten HSY:n verkostosuunnitteluohje (HSY 2024) sekä InfraRYL (Rakennustieto).

Katu- ja kunnallistekniikan projekteissa toteutuu erilaisia hankevaiheita projektin luonteen mukaan. Projekti voi alkaa mistä tahansa hankevaiheesta: hankesuunnittelusta, yleissuunnittelusta, katu- ja puistosuunnittelusta tai rakennussuunnittelusta. Tavoitetilanteessa mallipohjainen toiminta alkaa mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa ja täydentyy vaiheesta toiseen.

### 3.2 Yleissuunnittelu ja kunnallistekniikan yleissuunnittelu

Yleissuunnittelu on karkea suunnitteluvaihe, joka vastaa yleiskaavatasoista maankäytön suunnittelua. Tässä vaiheessa määritellään kohteen likimääräinen sijainti, tilantarve ja suhde ympäröivään maankäyttöön, huomioiden alueen lähtökohdat. (Väylävirasto 2023). Yleiskaava ohjaa asemakaavan laadintaa ja sen tavoitteena on ohjata yhdyskuntarakennetta yleispiirteisesti sekä yhteensovittaa eri toimintoja. Yleiskaavassa esitetään yhdyskuntarakenteen tavoitetila, liikennejärjestelmän kehityssuunnat ja katujen kehittämistavoitteet. (Siikaluoma 2020a.)

Mallintaminen alkaa jo yleissuunnittelun alkuvaiheessa, kun kerätään suunnittelun perustaksi tarvittavat lähtötiedot. Tässä yhteydessä luodaan nykyisestä maastosta maanpintamalli sekä mallinnetaan olemassa olevat rakennetut kunnallistekniset verkostot. Yleissuunnittelun tavoitteena on myös laatia alustava kustannusarvio ja arvioida projektin toteutavuus. Dokumentointi on tärkeä osa tätä vaihetta, jotta kaikki tiedot säilyvät myöhempiä suunnitteluvaiheita varten. Dokumentointia ohjaavat YIV sekä tilaajan ja kaupungin asettamat vaatimukset. (YIV 2021.)

YIV:n mukaisesti on huolehdittava, että yleispiirteinen maanpintamalli perustuu luotettavaan aineistoon, kuten laserkeilaukseen tai sen pohjalta tuotettuun ja mittauksilla täydennettyyn malliin. On olennaista, että mallinnuksen tarkkuus on selkeästi tiedossa ja dokumentoitu, jotta epätarkkoja malleja ei hyödynnetä tulevien suunnitelmavaiheiden lähtötietona. (YIV 2021.)

Kunnallistekniikan yleissuunnittelu (lyhenne KTYS) tukee asemakaavatyötä ja varmistaa, että maankäyttöä tukevat infrastruktuuriratkaisut suunnitellaan varhaisessa vaiheessa. Tässä vaiheessa määritellään kunnallistekniikan reitit sekä kuivatuksen periaatteet. Suunnitelman perusteella asemakaavassa varataan alueet muun muassa hulevesien hallinnalle ja teknisille laitteille. Lisäksi eri tekniikka-alojen asiantuntijat voivat laatia tarvittavia selvityksiä, jotka toimivat pohjana jatkosuunnittelulle. (Siikaluoma 2020a.)

Usein kunnallistekniikan yleissuunnitteluvaiheessa mitataan olemassa olevat rakenteet takymetrimittauksilla, jotta voidaan varmistua suunnitteluratkaisujen toteuttamiskelpoisuus. Käytännöt kuitenkin vaihtelevat tilaajien toimintatapojen mukaan.

### 3.3 Katu- ja puistosuunnittelu

Maankäyttö- ja rakennusasetus (1999/895, 41 §) määrittelee katusuunnitelman sisällön:

*Katusuunnitelmassa tulee esittää katualueen käyttäminen eri tarkoituksiin sekä kadun sopeutuminen ympäristöön ja vaikutukset ympäristökuvaan, jos se alueen tai*

*rakentamistoimenpiteen luonteen vuoksi on tarpeen. Katusuunnitelmasta tulee käydä ilmi kadun liikennejärjestelyperiaatteet, kuivatus ja sadevesien johtaminen, kadun korkeusasema ja päällystemateriaali sekä tarvittaessa istutukset ja pysyväisluonteiset rakennelmat ja laitteet.*

Katusuunnitelma on hallinnollinen suunnitelma, sillä sen perusteella katu saa rakennusluvan. Suunnitelmat esitellään päättäjille, asukkaille, yrityksille ja muille sidosryhmille, joten suunnitelman esitystavan tulee olla selkeä ja havainnollistava. Suunnitelmasta on käytävä selkeästi ilmi ratkaisut sekä vaikutukset esimerkiksi ympäristöön, maankäyttöön ja liikenteeseen. (Siikaluoma 2020b.)

Katusuunnitteluvaiheessa keskitytään erityisesti katujen rakenteen toimivuuteen ja turvallisuuteen. Käytännössä tämä tarkoittaa muun muassa katujen luokittelua, leveyksien suunnittelua, liikenteen toteuttamista ja sujuvuutta niin liikenneajoneuvoilla kuin jalankulkijoilla ja pyöräilijöillä. Suunnittelussa huomioidaan myös katujen alla kulkevat kunnallistekniset verkostot.

Puistosuunnittelu keskittyy viheralueiden ja virkistysalueiden suunnitteluun. Tässä vaiheessa korostuvat viherrakenteiden suunnittelu, kuten kasvilajien ja rakenteiden materiaalien valinta, puistoalueiden varustelu sekä vesielementtien ja hulevesien hallinnan suunnittelu. Katu- ja puistosuunnitteluvaihe yhdistää teknisen suunnittelun sekä kaupunkikuvan muotoilun ympäröivään alueeseen. Yhteensovitus eri tekniikka-alojen, tilaajan ja kaupungin kanssa on äärimmäisen tärkeää, unohtamatta dokumentointia, joka on edelleen keskeisessä roolissa. (Ramboll 2021.)

Katu- ja puistosuunnitteluvaiheessa tehdään usein vaihtoehtotarkasteluja kohteesta. Vaihtoehtotarkasteluiden sisällyttämisestä luovutusaineistoon sovitaan tilaajan kanssa, mutta useinkaan vaihtoehtotarkastelumalleja ei tarvitse viimeistellä. Tarkasteluista kerrotaan tietomalliselostuksessa. (YIV 2021.)

### 3.4 Rakennussuunnittelu

Tässä vaiheessa projektia rakennussuunnittelu saavuttaa lopullisen muotonsa ennen varsinaista rakentamisen aloittamista. Tämä vaihe on keskeinen, sillä siinä varmistetaan, että kaikki suunnitelmat ja mallit on laadittu riittävällä tarkkuudella ja yksityiskohtaisesti. Rakennussuunnittelun päätavoitteena on taata, että suunniteltu kohde vastaa sekä teknisiä, toiminnallisia että esteettisiä vaatimuksia, unohtamatta kuitenkaan tilaajan tarpeita ja vaatimuksia. (Siikaluoma 2020b.)

Mallintamisen rooli tässä vaiheessa on merkittävä, sillä suunnitelmat ovat edenneet jo niin pitkälle, että uusia ratkaisuja ei pääsääntöisesti enää kehitetä, vaan keskitytään olemassa olevien suunnitelmien tarkentamiseen ja viimeistelyyn. Tässä vaiheessa tehdään mahdolliset hienosäädöt, joiden avulla varmistetaan, että kaikki tarvittavat toimijat saavat selkeät ja kattavat suunnitelmat toteutusta varten. Näin vähennetään riskejä ja varmistetaan rakentamisen sujuvuus ilman tarpeettomia viivästyksiä tai muutostarpeita. (Siikaluoma 2020b.)

Rakennussuunnitteluvaiheessa eri sidosryhmien välinen yhteistyö on erityisen tärkeää. Suunnittelijat työskentelevät tiiviissä vuorovaikutuksessa varmistaakseen, että kaikki tekniset yksityiskohdat ovat kunnossa ja että kohde täyttää sekä lainsäädännölliset vaatimukset että laadulliset odotukset. Lisäksi tässä vaiheessa voidaan vielä arvioida ja optimoida esimerkiksi kestäväen kehityksen tavoitteita sekä kustannustehokkuutta. (Ramboll 2021.)

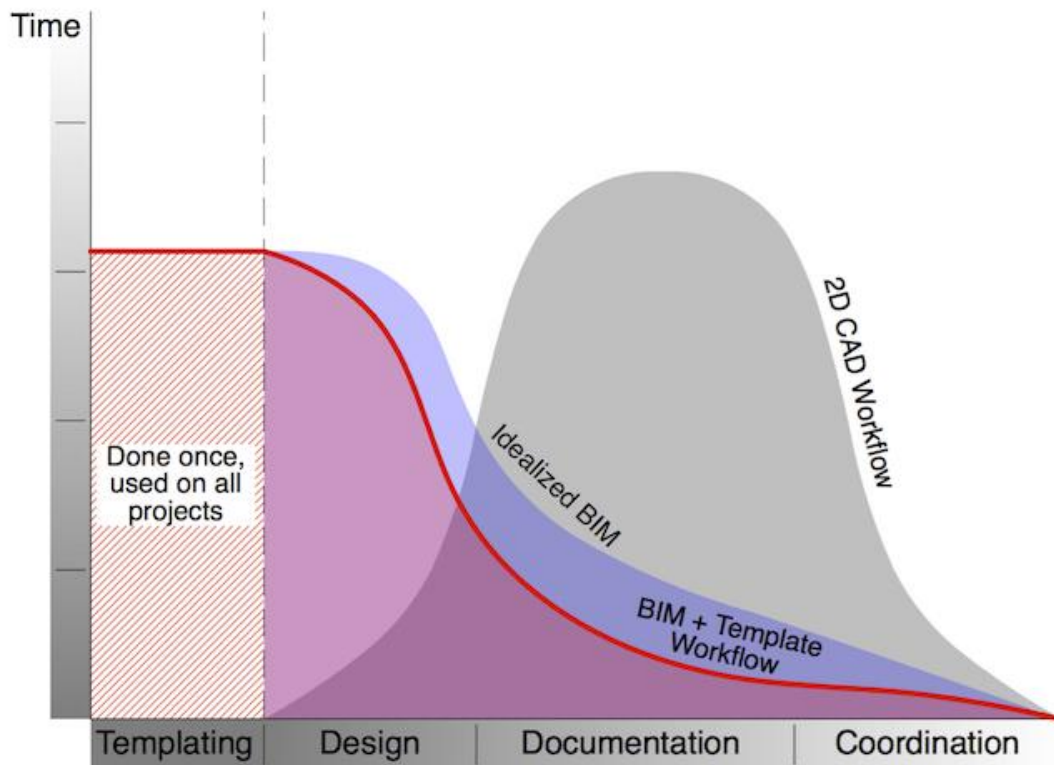
## 4 Mallipohjainen projekti ja suunnittelu

### 4.1 Mallipohjainen projekti

Projektin suunnittelu alkaa aina kysymyksillä: mitä, kenelle, kuka ja milloin. Nämä kysymykset määrittellään projektin alussa, riippumatta alan luonteesta. (Huotari & Salmikangas 2016.) Vaikka projekti ja hanke -sanoja usein käytetään synonyymeina, niiden merkityksissä on eroja. Hanke on laajempi kokonaisuus, joka voi koostua useista projekteista (Saari 2022).

Tavoitteiden määrittely ja dokumentointi selkeyttävät projektinhallintaa ja antavat tilaajalle luotettavan kuvan projektin etenemisestä. Tarjouksen laatiminen, sisäiset aloituskokoukset ja tilaajakokoukset ovat keskeisiä tekijöitä projektin käynnistämisessä. Mallipohjaiset projektit ovat lisänneet omalta osaltaan haasteita tähänhetkiseen suunnitteluun, jolloin kysymysten ja tavoitteiden määrittely korostuvat entisestään. Tietomallikoordinaattori on tullut osaksi mallipohjaisia projekteja; hän vastaa mallintamisen ja tiedonhallinnan ohjeistamisesta, ohjaamisesta sekä valvonnasta. Suunnittelijat puolestaan vastaavat suunnitelmien, mallien ja muiden aineistojen tuottamisesta tilaajan ohjeiden mukaisesti. (Ramboll 2021.)

Kuvio 4 havainnollistaa suunnitteluprosessin tehokkuuden vertailua mallipohjaisen ja perinteisen tasomaisen suunnittelun välillä. Vaikka mallipohjainen suunnittelu saattaa viedä enemmän aikaa alussa, se vähentää koordinointiin ja dokumentointiin käytettävää aikaa. Perinteisessä 2D-suunnittelussa taas dokumentointi vie merkittävästi enemmän aikaa. Tämä saattaa aiheuttaa haasteita projektityöskentelyssä, jos dokumentointi on vain projektijohdon vastuulla. Tällöin suunnittelijat tekevät työnsä projektin alkuvaiheessa, jolloin loppuajalle ei ole työtä. Kuviossa esitetään myös Templating, joka tarkoittaa yhdessä luotua toimintamallia, jota suunnittelijat hyödyntävät työssään. Sen yhdistäminen mallipohjaiseen suunnitteluun mahdollistaa projektin sujuvan etenemisen loppupisteeseen saakka. (Aibinu & Papadonikolaki 2019.)

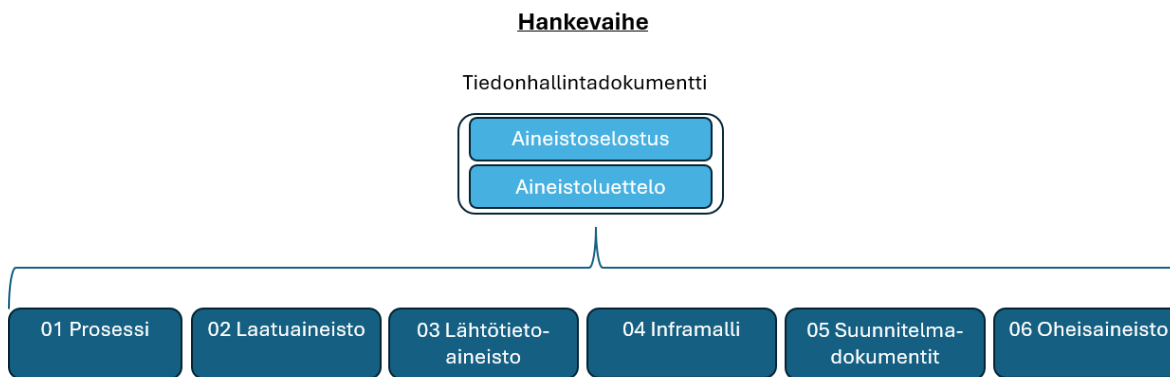


Kuvio 4. Suunnitteluprosessin tehokkuuden kaavio, kun käytössä on hyvä template (Banks 2015)

Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa on käytössä tilaajan ja konsultin yhdessä laatimia suunnittelupohjia (templatet), joissa on ennalta määritelty käytettävät asetukset suunnitteluympäristöissä. Näitä asetuksia voivat olla esimerkiksi AutoCAD-ohjelmistojen erilaiset kynätaulut, viivatyypit ja muut esitystapamäärittelyt.

Suunnitteluympäristöille on myös luotu tilaajakohtaisia konfiguraatioita, jotka helpottavat työskentelyä ja varmistavat yhtenäiset työtavat projekteissa. Konfiguraatioita voivat olla esimerkiksi AutoCAD-ohjelmistojen pituus- ja poikkileikkausten esitystavan määrittelyt tai No-vapoint-ohjelmiston verkostomallinnuksessa käytettävät putki- ja kaivokoot.

YIV:n luvussa 3.2. käsitellään inframallinnuksen vaatimuksia eri suunnitteluvaiheissa. Keskeisiä huomioita ovat esimerkiksi suunnittelukohteen virallisen koordinaattijärjestelmän käyttö (paikalliskoordinaatteja voi hyödyntää suunnitteluvaiheessa) sekä dokumentoinnin merkitys osana luovutusaineistoa. YIV painottaa myös tiedon jäsentelyä, kuten yhdenmukaisia kansiorakenteita. (YIV 2021, 74–79.) Kuviossa 6 esitetään tiedon jäsentelyn jaottelu, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaa projektia palvelevaksi.



Kuvio 6. Esimerkki tiedon jäsentelystä suunnittelu-, toteutus- ja luovutusaineistossa (muokattu YIV 2021, 30)

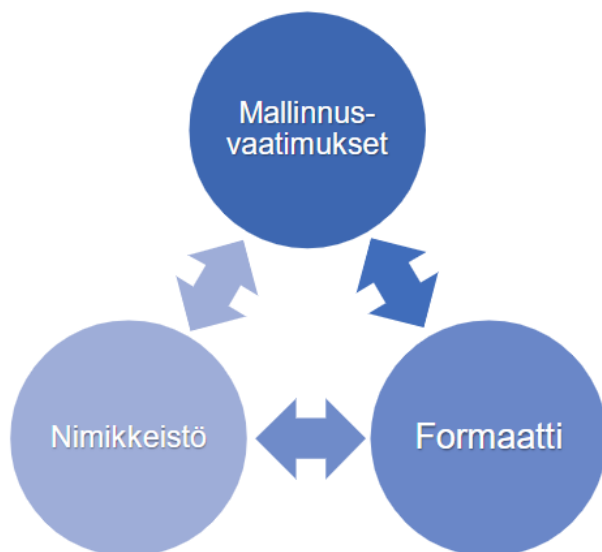
Tiedon jäsentelyyn liittyy olennaisesti aineiston nimeäminen. YIV määrittelee, että hakemistopolun enimmäispituus tiedostonimiseen on 256 merkkiä, eikä ”ääkkösiä” suositella käytettävän. Nimeämiskäytännöt tulee sopia projektin alussa. (YIV 2021, 32). Yhdistelmämalli, joka sisältää kaikkien tekniikka-alojen suunnittelumallit ja lähtötietoaineiston, helpottaa kokonaisuuksien hallintaa ja suunnitteluvaiheen vaikutusten arviointia. Ohjelmistot ja vuorovaikutus tilaajan sekä muiden osapuolten kanssa tulee varmistaa projektin alussa. (YIV 2021, 80–81.)

## 4.2 Ohjeet

Mallipohjaisia projekteja ohjaavat useat ohjeistukset, kuten tilaaja- ja hankekohtaiset ohjeet sekä yleiset ohjeet. Kaupunkien omat mallinnusohjeet ovat usein nykytilanteessa turhan suppeita, joten niiden rinnalla käytetään projektin tarpeen mukaan muita yleisiä ohjeita, kuten YIV ja Väyläviraston ohjeet.

Vuonna 2024 käynnistettiin yhteisprojekti, jossa tavoitteena on luoda rakennussuunnittelun inframallivaatimukset pääkaupunkiseudulle (PKS-ohje). Sen tarkoituksena on yhtenäistää suunnittelun mallinnusvaatimuksia Espoossa, Helsingissä ja Vantaalla, keskittyen erityisesti digitaalisen rakentamisen luovutusaineistoon ja käyttötapauksiin. Tätä opinnäytetyötä varten haastateltiin Rambollin tietomallikoordinaattori Juuso Autiota, joka on ollut mukana ohjeen laadinnassa. (Autio 2024.) PKS-ohje julkaistiin tammikuussa 2025. Ohjeen hyödyntämistä ja vaikutusta suunnitteluun voidaan arvioida vasta myöhemmin.

YIV (viimeisin versio lokakuu 2021) ohjaa ja kehittää alan mallinnuskäytäntöjä kattamalla vähimmäisvaatimukset, nimikkeistöt ja formaatit koko projektin elinkaaren ajan. YIV:n ”kolmikanta” (mallinnusvaatimukset, nimikkeistö ja formaatit) on esitetty kuviossa 5, ja sen mukainen toiminta on välttämätöntä tehokkaalle tiedonhallinnalle. (YIV 2021.)



Kuvio 5. Inframallivaatimusten ”kolmikanta” (YIV 2021, 6)

### **Mallinnusvaatimukset**

YIV käsittelee mallinnusvaatimuksia laajasti eri näkökulmista. Ohjeen yleisessä osassa (luku 1) käsitellään hankevaiheita, tehtäviä ja rooleja, mallipohjaisia hankkeita sekä mallinnuksen teknisiä vaatimuksia. Lisäksi lähtötietoaineisto (luku 2), suunnittelu (luku 3) ja rakentaminen (luku 4) on kuvattu yksityiskohtaisesti.

YIV:n liitteissä on materiaalia, kuten tarkastuslomakkeita ja muita asiakirjoja, joita voi hyödyntää projektin tiedonhallinnassa. Esimerkiksi liitteessä 4.3 on inframallin tarkastuslomake, jonka avulla voidaan varmistaa tietojen oikeellisuus. Taulukossa 1 on esitelty esimerkkinä tarkastuslomakkeen taulukko tiedonhallinnasta. Liitteistä löytyvät myös tiedonhallintasuunnitelma, tietomalliselostus, lähtöaineistoluettelopohja, luovutusaineiston tiedonsiirron vaatimukset, itselleluovutuksen dokumenttipohja, mittausuunnitelmassa käsiteltävät asiat sekä rakennussuunnitelmamallien tarkastus. Nämä ovat julkisia asiakirjoja, joita voi hyödyntää sellaisenaan. (YIV 2021.)

Tunnus	Tarkastelun kohde	Rastita, kun tehty
1.01.	Hakemistorakenne	
1.02.	Tiedostojen nimeäminen	
1.03.	Aikaleima	
1.04.	Mittayksiköt	
1.05.	Koordinaattijärjestelmä	
1.06.	Korkeusjärjestelmä	
1.07.	EPSG-koodi	
1.08.	Suunnittelusovellus ja -versio	
1.09.	Suunnittelijan yhteystiedot	

Taulukko 1. Tiedonhallinnan tarkastuslomake (mukailtu YIV 2019)

### Formaatit

Suunnittelussa syntyy erilaisia suunnitelmia, joiden on oltava yhteensopivia eri ohjelmistojen kanssa. Esimerkiksi AutoCADilla tuotetut 2D-suunnitelmat ovat DWG-formaatissa. Avoimia tiedonsiirtoformaatteja ovat IFC ja Inframodel. IFC (eng. Industry Foundation Classes) on kehitetty rakennusalan tietomallintamiseen erityisesti taitorakenteissa, ja sitä kehitetään jatkuvasti alan tarpeiden ja teknologian kehittyessä. Katusuunnittelussa tehdään tiivistä yhteistyötä taitorakenneyksiköiden kanssa, jotka tuottavat mallinsa IFC-formaatissa, esimerkiksi siltojen ja muiden rakenteiden osalta. (BuildingSMART.)

Inframodel puolestaan on kehitetty erityisesti infrarakentamisen tietomallien ja tiedonsiirron tarpeisiin, ja se perustuu kansainväliseen LandXML-standardiin. Katu- ja kunnallistekniikan yksiköissä käytetään suunnittelussa muun muassa Novapoint-ohjelmisto, joka tuottaa aineistoa Inframodel-skeeman mukaisesti. Ohjelmisto tukee myös IFC-malleja, joten niitä voidaan hyödyntää projekteissa. YIV edellyttää joko Inframodel- tai IFC-formaatin käyttöä, mutta koska nämä avoimet tiedonsiirtoformaatit eivät kata kaikkea siirrettävää tietoa, voidaan tarvittaessa käyttää myös yleisiä formaatteja, kuten DWG:tä. (Ramboll, 2021; YIV, 2021).

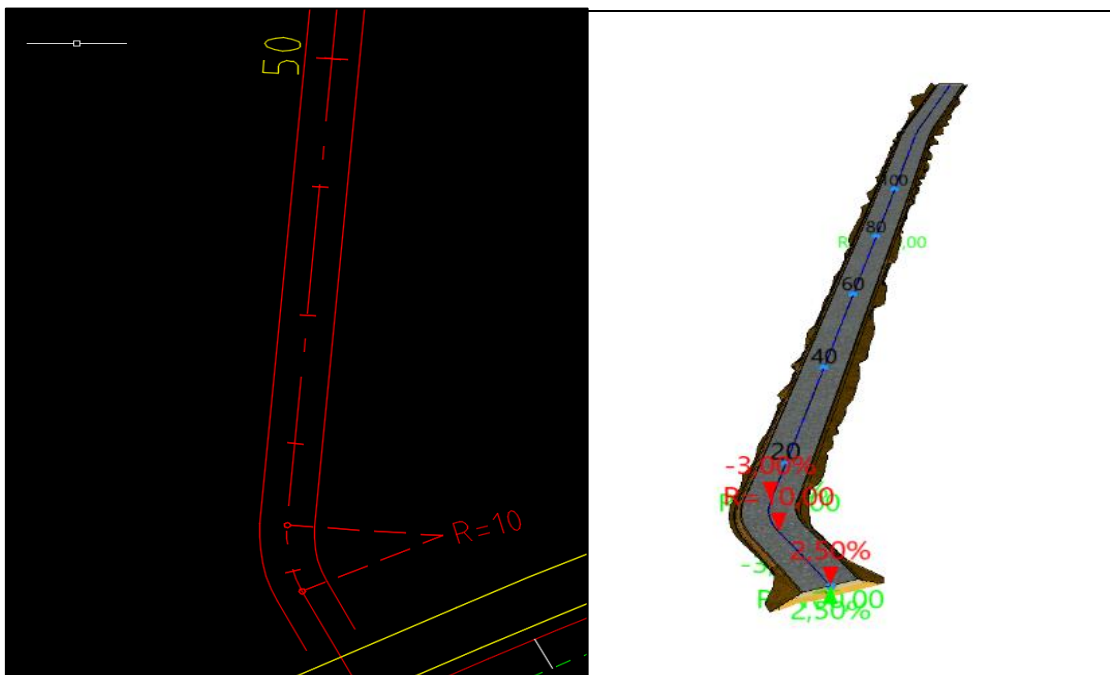
## InfraBIM -nimikkeistö

InfraBIM -nimikkeistö on osa YIV:n ”kolmikantaa” ja se esittää infrarakenteiden numerointi- ja nimeämiskäytännöt. Nimikkeistön tavoitteena on yhtenäistää käytäntöjä eri toimijoiden välillä. Sen avulla voidaan yhdenmukaistaa suunnittelua, toteutusta ja ylläpitoa, mikä parantaa tiedon laatua ja vähentää virheiden mahdollisuutta. Nimikkeistön mukaiset mallirakennepinnat tarjoavat tarkat määritelmät rakenteille, mikä tehostaa tiedonsiirtoa ja helpottaa mallipohjaisten projektien hallintaa. (InfraBIM -nimikkeistö, 1.72.)

Esimerkiksi Espoon kaupungin projekteissa luovutusaineistossa vaaditaan InfraBIM-nimikkeistön mukaisia rakennepintoja. Useimmiten vaatimuksena on ylin yhdistelmäpinta (201000) ja väylärakenteen alapinta (201100).

### 4.3 Ohjelmistot

Lähtökohtaisesti nykyiset suunnitteluohjelmistot mahdollistavat suunnitelmien esittämisen havainnollisesti 3D-maailmassa, kuten kuvassa 1. Suunnittelijat voivat käyttää työssään haluamaansa ohjelmistoa, joka on yhteensopiva käytettävän mallinnusohjelmiston kanssa.



Kuva 1. Raitin geometria 2D-tasoisena vasemmalla ja kohde mallinnettuna oikealla

Rambollin yhteistyökumppani Autodeskin ja Trimblen ohjelmistoissa on Arkance. Yritys tarjoaa ohjelmistotoimitusten lisäksi monipuolisia tukipalveluja ohjelmistojen käyttöön sekä ongelmatilanteiden ratkaisuun. Yhteistyö ei rajoitu pelkästään ohjelmistotoimituksiin, vaan

Ramboll ja Arkance ovat yhdessä kehittäneet koulutustarjontaa, joka kattaa muun muassa lähituki-mahdollisuuden sekä Training Zone -verkko-oppimisolustan, erityisesti uusille työntekijöille. (Louhi & Myllymaa 2024.)

Novatronin 3D-Win-ohjelmistoa käytetään erityisesti maanpintamallien luomiseen ja rakennussuunnitelmamallien viimeistelyyn ja tarkastamiseen. Suunnittelun lähtötiedoksi tulevat maanpintamallit kolmioidaan pistepilviaineiston ja/tai mitatun taiteviiva- sekä pisteaineiston perusteella.

#### 4.4 Mallipohjaisen projektin lopputuote

Mallipohjaisen projektin lopputuote koostuu tilaajalle luovutettavista suunnitelmista, tietomalleista, dokumenteista sekä kustannus- ja aikatauluarvioista. Näiden lisäksi luovutusaineisto saattaa sisältää myös raportteja hankevaiheiden mukaan.

Suunnitelmakuvat voivat olla erilaisia karttoja ja piirustuksia, kuten pituusleikkaus- ja poikkileikkauskuvia sekä teknisten verkostojen suunnitelmia. Näiden esitystapa voi olla joko 2D- tai 3D-muodossa projektin vaatimuksista ja tilaajan kanssa sovituista käytänteistä riippuen.

Tietomalli kattaa muun muassa kadut, vesihuollon ja tekniset verkostot sisältäen geometria- ja ominaisuustiedot. Mallimuotoinen aineisto ja perinteiset suunnitelmapiirustukset tukevat toisiaan ja luovutetaan tilaajalle sovitun mukaisesti. YIV:n mukaan aineiston geometrian ja tietosisällön on lähtökohtaisesti perustuttava YIV-ohjeistukseen, InfraBIM-nimikkeistöön sekä avoimiin tiedonsiirtoformaatteihin. Aineiston tulee sisältää InfraBIM-nimikkeistön mukaisen luokittelun ja koodauksen sekä täyttää InfraModel-määrittelyn mukaiset ominaisuustiedot ja rakenteen. (YIV 2021).

Dokumentointi kattaa kaiken suunnitteluun liittyvän dokumentoinnin, kuten työselostukset, piirustusluettelot, laatusuunnitelmat, kokouksen muistiot, tietomalliselostuksen, -lokin ja -luettelot sekä dokumentoidun itselleluovutuksen. YIV:n mukaan tilaajalle tulee luovuttaa myös karsimattomat raaka-aine- ja lähtötietokansiot sekä kaikki laaditut dokumentit. Tarkemmat ohjeet näiden luovutuksista sovitaan kuitenkin erikseen tilaajan, suunnitteluyrityksen ja muiden osapuolten, kuten aliurakoitsijan, välillä. (YIV 2021, 73.)

## 5 Mallipohjaisen suunnittelun prosessikulku

### 5.1 Työn menetelmät

Opinnäytetyön yhtenä menetelmänä käytetään haastatteluja, joita toteutetaan suullisena ja kirjallisena. Haastatteluilla pyritään keräämään tietoa mallipohjaisen projektin prosessikulun nykytilanteesta sekä mahdollisista haasteista.

Kirjallisen Microsoft Forms -kyselyn kysymyksiä pohdittiin etukäteen, jotta saatiin selkeät ja relevantit kysymykset palvelemaan opinnäytetyön tavoitetta. Kysymykset jaoteltiin teemoihin: mallinnuksen yleiset kysymykset, teknologia ja työkalut, suunnitteluprosessi, haasteet, tulevaisuus ja kehitys sekä osaaminen. Kysymyksiä oli yhteensä 22. Kirjallisia Microsoft Forms -kyselyjä lähetettiin mallinnukseen orientoituneille suunnittelijoille ja asiantuntijoille yhteensä seitsemän kappaletta. Vastauksia saatiin viisi. Vastausajaksi annettiin kuukausi. Vastaukset käytiin läpi vastausajan päätyttyä ja niitä hyödynnettiin prosessikuvauksen luonnissa.

Suullisia haastatteluja tehtiin Rambollin tietomallikoordinaattori Juuso Autiolle sekä Arkanen myyntijohtaja Jani Myllymaalle ja Customer Success Director Petri Louhelle. Haastattelukysymykset muokattiin kirjallisten kysymysten pohjalta palvelemaan paremmin haastateltavia. Kysymykset lähetettiin etukäteen tiedoksi, jotta haastateltavat ehtivät tutustua niihin. Ennen haastattelua kuitenkin kerrottiin, että tilaisuudesta halutaan rento keskustelutilaisuus, eikä kysymyslistausta ole tarvetta noudattaa täsmällisesti. Haastattelut tehtiin Teamsin välityksellä Arkancelle 20.11.2024 ja Autiolle 13.12.2024. Ne tallennettiin haastateltavien suostumuksella, jotta haastatteluun oli mahdollista palata kirjoitusprosessin aikana. Lisäksi Teams loi valmiin tekstimuotoisen asiakirjan haastatteluista.

### 5.2 Nykytilanteen prosessikulku

Projektit alkavat määrittelemällä: mitä, kenelle, kuka ja miksi. Nämä käydään läpi tarjousta laadittaessa projektijohdon osalta sekä koko projektiryhmän kesken viimeistään aloituspalaverissa, jossa sovitaan myös suunnitteluympäristöstä ja toimintatavoista.

Katu- ja kunnallistekniikan yksiköissä tekniset avustajat vastaavat lähtötietoaineiston tilaamisesta, muokkaamisesta ja tallentamisesta. Tilaajalta pyydetään tyypillisesti kaava-, kanta- ja johtokartta sekä tiedot liittyvistä projekteista tai hankkeista. Näitä kaikkia muokkaamattomia lähtötietoja kutsutaan raaka-aineeksi. Muokattuja aineistoja kutsutaan lähtötiedoksi. Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa tekninen avustaja muokkaa esimerkiksi johtokartan kaupungin hankkeissa käytettävän suunnittelupohjan (template) mukaisesti.

Suunnittelijat hyödyntävät lähtötietoja luodessaan suunnitteluympäristön teknisen avustajan kanssa ja määrittäessään hakemistorakenteen.

Lähtötietoja mallinnetaan projektin tarpeiden mukaisesti. Vähimmäisvaatimuksena on kolmiulotteinen maanpintamalli, johon suunnitteluympäristön mallinnuslaskenta perustuu. Se yleensä työstetään suunnittelijoiden toimesta tilaajalta saadusta pistepilvi- ja mittausaineistosta. Lisäksi suunnittelussa mallinnetaan rakennettu vesihuolto- ja kaapeliverkosto sekä tuodaan kaavarajat suunnitteluympäristöön. Mallinnuksen laajuus ja tarkkuus vaihtelevat, mutta tietyt toimintamallit ovat vakiintuneet tiimien kesken.

Saadut kysely- ja haastatteluvastaukset vahvistavat, että nykyinen prosessikulku on pääosin toimiva, vaikkakin käytännöt vaihtelevat tiimeittäin. Samaan laadukkaaseen lopputulokseen kuitenkin päästään.

### 5.3 Toimivat työskentelytavat sekä kehityskohteet

Kyselyissä ja haastatteluissa saatiin vastauksia sekä toimiviin työskentelytapoihin että kehityskohteisiin. Tässä luvussa tuodaan näitä asioita esille sekä analysoidaan mahdollisia ratkaisuja kehityskohteisiin.

#### **Tiedonhallinta ja dokumentointi**

Tiedonjäsentely ja erityisesti nimeäminen nousivat esille teetetyn kyselylomakkeen vastauksista. Projekteista on opittu, että tiedostot kannattaa nimetä mahdollisimman selkeästi, jotta kaikki projektiin osallistujat ymmärtävät ne. Yleisiä nimeämiskäytäntöjä on esimerkiksi \*kadun nimi\*\_ml, jolla tarkoitetaan kadun mittalinjaa. Toinen yleinen tapa on \*kadun nimi\*\_vm, joka tarkoittaa väylämallia, eli mallinnettua kohdetta. Nimeämisessä kannattaa olla tarkkana, sillä projektit saattavat kestää useitakin vuosia ja projektiryhmä saattaa muuttua projektin aikana. Kaikkien edun kannalta on nimeämiseen kiinnitettävä huomiota alusta lähtien tai vähintäänkin päivittää nimeä projektin edetessä.

Haastekohdaksi koettiin myös puutteet dokumentoinnissa. Yhdessä vastauksessa kerrottiin tämän johtuvan kiireestä sekä projektiryhmän virheellisestä oletuksesta käytössä olevista toimintatavoista. Esimerkiksi suunnittelijat voivat ajatella toisen henkilön tekevän jonkin asian, kuten dokumentoinnin, eikä todellisuudessa näin tapahdu. Jokaisen suunnittelijan sekä muun projektiryhmän tulisi kuitenkin huolehtia dokumentoinnista, kuten projektin alkaessa on sovittu. Lähtöaineistoluettelon ja piirustusluettelon ajantasaisuus sekä avoin kommunikointi ovat tämän haasteen ratkaisun ytimessä. Toinen ratkaisu tähän voi olla esimerkiksi tietomallilokin päivittäminen. Se on suunnittelun aikainen dokumentti, jota ei luovuteta tilaajalle, ellei toisin ole sovittu. Dokumenttiin voidaan esimerkiksi kirjata päivämäärä,

tekniikka-ala, kuka mallin on päivittänyt, mallin koordinaatisto- ja korkeusjärjestelmä, muokkauksen piteet ja huomiot, mahdolliset linkit projektipankkiin sekä itselle luovutus. On kuitenkin sovittava vastuuhenkilö, kuka pitää kirjaukset ajantasaisina. Suunnittelunaikaisesta tietomallilokista voidaan myös jatkojalostaa tilaajalle luovutettava aineistoluettelo.

### **Vaatimukset ja asenteet**

Haastatteluissa ja kyselyn vastauksissa nostettiin erityisesti haastekohdaksi vaatimusten epäselvyys sekä ristiriidat. Tilaajien asettamat mallinnusvaatimukset tulisi olla selvillä suunnittelijoille, unohtamatta YIV:n ehdottamia vaatimuksia. Usein kuitenkin tilaajien sekä suunnittelijoiden keskuudessa esiintyy puutteita tai jopa väärinkäsityksiä aidosta käsityksestä vaatimusten suhteen. Eräs kyselyyn vastannut kirjoittaa kysymykseen *Miten eri infrasuunnitteluohjelmistot soveltuvat infrasuunnitteluohjeistusten määritysten mukaisiin toimintamalleihin ja lopputuotteiden tuottamiseen?* seuraavasti:

*Tästä päästään siihen ongelmaan, että mikä on RIITTÄVÄ tarkkuus, kun mietitään esimerkiksi väylän poikkileikkauksen mallintamista? Liian pienipiirteinen mallintaminen on työlästä, eikä sillä saavuteta hyötyä työmaalla. Usein aineistoa joudutaan korjailemaan käsin, jotta saavutetaan riittävä vastaavuus suunnitelmiin nähden.*

Toinen vastaaja taas toi ilmi, että mallinnukseen ja rakennussuunnittelumallien tuottamiseen kuluva työmäärä pitäisi huomioida tarjousvaiheessa nykyistä paremmin. Tällä viitataan, että myös tarjouksen tekijällä tulisi olla aito ymmärrys mallintamiseen kuluvasta ajasta.

Arkancen Myllymaa sekä Louhi kertoivat haastattelussa tiiviistä yhteistyöstä Rambollin kanssa. He toivat esille haasteita ohjelmistotoimittajan näkökulmasta. Haasteiksi nousivat tarpeiden ja vaatimusten sovittaminen kontekstiin, jossa niitä tarvitaan sekä informaation elinkaari. Arkancen näkemykset ovat hyvin samansuuntaiset kuin suunnittelijoidenkin.

Lisäksi vastauksissa nostettiin esille osaamisen taso sekä asenteet. Rambollilla tarkastellaan ja kehitetään jatkuvasti työntekijöiden osaamista muun muassa kypsyysanalyysillä. Sen pohjalta Rambollin suunnittelijoiden osaaminen mallipohjaisissa projekteissa on hyvällä tasolla. Jatkuva kehittyminen ammatillisesti on kuitenkin tärkeää, sillä nykypäivän teknologia ja muun muassa mallintaminen kehittyvät koko ajan. Vastauksissa nostettiin esille myös asenteet mallintamista kohtaan. Perinteinen 2D-suunnittelu on edelleen tärkeä osa projektityöskentelyä, mutta se ei yksinomaan riitä nykypäivän ohjeiden ja toimintamallien noudattamiseen. On siis syytä irrottautua ennakoasenteista mallintamista kohtaan.

Vaatimusten epäselvyyden ja asenteiden lukkiutumisen ehkäisemiseksi keskeisiä tekijöitä ovat koko projektiryhmän ja tilaajan kanssa sovitut selkeät vaatimukset sekä yhtenäiset

toimintamallit. Selkeä ja innostava projektinjohto motivoi suunnittelijoita työssään, mikä puolestaan lisää heidän haluaan kehittyä jatkuvasti.

## Suunnittelu

Kyselyiden vastauksissa ja tietomallikoordinaattorin haastattelussa nostettiin erityisesti esille se, kuinka mallipohjaisen projektityöskentelyn myötä on suunnittelulaatu parantunut, kun nähdään tuokset mallien avulla havainnollisina. Pelkkä mallinnusosaaminen ei kuitenkaan riitä, vaan mallin tuottajalla pitää olla selvä ymmärrys suunnitteluperiaatteista ja -ohjeista. Lisäksi luova ajattelu on äärimmäisen tärkeää, sillä jokainen projekti on yksilöllinen, eikä esimerkiksi suunnitteluohjeet toimi sellaisenaan kaikissa kohteissa. Suunnitteluohjeet muodostavat keskeisen perustan suunnittelutyölle, mutta niitä tulee soveltaa jatkuvasti kohteen erityispiirteet huomioiden.

Katu- ja kunnallistekniikan suunnittelu on monipuolinen ja laaja kokonaisuus. Tämän vuoksi tietyt työtehtävät, kuten vesihuolto tai tekniset verkostot, jaottuvat usein samojen suunnittelijoiden kesken. Pääsuunnittelijoilla on suurempi vastuu projekteista, sillä he ovat vastuussa koko projektin suunnitteluratkaisuista. On kuitenkin tärkeää ylläpitää monipuolista osaamista, jotta kaikkien suunnittelutaidot säilyvät ennallaan ja kehittyvät. Kyselyssä eräs vastaaja nosti lisäksi esille, että luovutusmallien tuottaminen on hankala ja jopa alkuun aikaa vievä prosessi. Hänen mielestään projektiryhmissä on vain muutamia tämän taidon osaajia. Taidon opettaminen laajasti suunnittelijoiden käyttöön lisäisi tehokkuutta, eikä tietyt työtehtävät olisi vain muutaman henkilön takana.

Suunnitteluun liittyy vahvasti myös ohjelmistojen toimivuus projekteissa. Kyselyssä kysyttiin ”Miten eri infrasuunnitteluohjelmistot soveltuvat infrasuunnitteluohjeistusten määritysten mukaisiin toimintamalleihin ja lopputuotteiden tuottamiseen? (Esim. ohjelmistojen ja ohjeistusten puutteet)”. Eräs suunnittelija vastasi seuraavasti:

*Novapoint-ohjelma pyrkii vastaamaan alan vaatimuksiin kohtalaisesti parantaen toimintaansa uusien ohjelmapäivitysten myötä. Novapointin rinnalla joutuu kuitenkin käyttämään kolmannen osapuolen ohjelmia, kuten cadia ja 3D-Win-ohjelmaa. Vielä puuttuu se maaginen nappula, joka tekee valmiin malliaineiston. Ennen tämän napin löytämistä pitää muokata, yksinkertaistaa ja tuottaa jopa hieman itsekin taiteviivaa, että päästään mallinnusvaatimukset täyttävään aineistoon.*

Edellinen sitaatti ilmentää hyvin nykyistä mallipohjaisten suunnitteluprojektien tilannetta. Vaikka ohjelmistot vastaavat pääosin vaatimusten asettamiin tarpeisiin, täytyy mallipohjaisuudessa kehittyä koko alalla niin tilaajan, suunnittelijan kuin ohjelmistokehittäjienkin osalta.

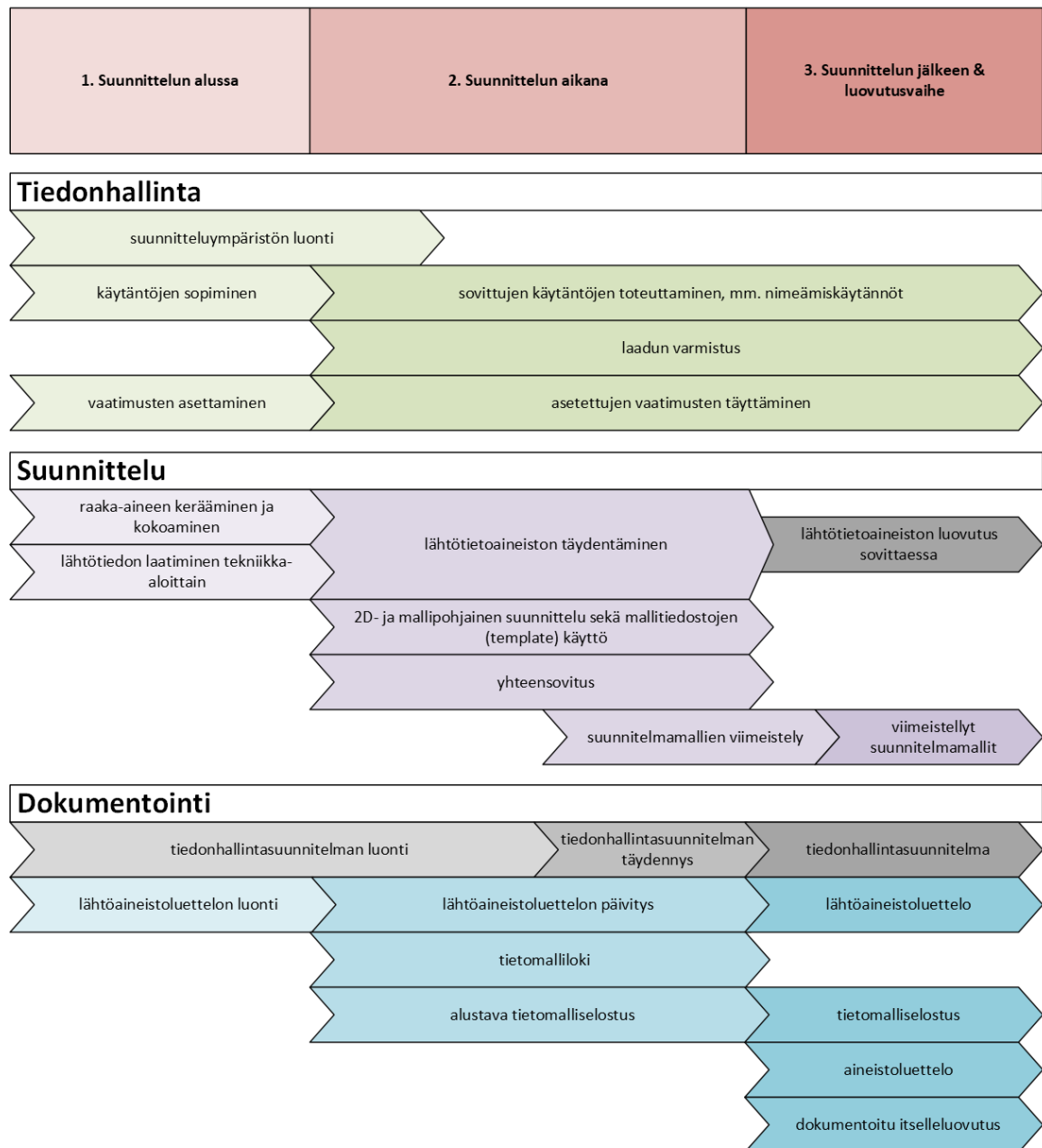
## Yhteensovitus

Mallipohjaisessa projektissa on hyötyä eri hankevaiheiden edetessä erityisesti myös eri tekniikka-alojen yhteensovituksessa. Kyselyyn vastaajat toivat kuitenkin ilmi, että haasteita eri tekniikka-alojen kanssa on vielä jonkin verran, sillä mallintamista ei tehdä vielä kovinkaan monen tekniikka-alan toimesta. Yhteensovitusta toki tehdään hyvällä yhteistyöllä, mutta usein yhteensovitus on vielä 2D-tarkastelua.

Mallintaminen on mahdollistanut myös visuaalisempia esitystapoja, joita pystyy esittelemään esimerkiksi suunnittelukokouksissa. Esimerkiksi risteämätarkastelut projekteista on helppoa esitellä 3D-näkymässä niin muille suunnittelijoille, projektinjohdolle kuin tilaajallekin. Suunnitelmamallien pyörittely tai erillisen esittelymallin näyttäminen ja yhteensovitus-alustojen käyttäminen nousivat esille positiivisina asioina haastatteluissa. Näiden yhä rohkeampi käyttö projektityöskentelyssä on suositeltavaa.

### 5.4 Tavoitetilan prosessikulku

Mallipohjaisen projektin prosessikulku on laaja kokonaisuus katu- ja kunnallistekniikan suunnittelussa. Voidaan todeta, että nykyiselläänkin mallipohjaisissa projekteissa on toimivia toimintatapoja ja käytäntöjä. Kuitenkin selkeä yhdenmukainen prosessikuvaus puuttuu. Kuviossa 7 on pyritty yksinkertaistamaan mallipohjaisen projektin prosessikulku vuokaavio-  
muotoon. Vuokaaviolla halutaan luoda kokonaiskuva prosessista ja sitä voidaan hyödyntää projektityöskentelyssä. Projektiryhmät voivat sopia vuokaavion avulla myös tekijät, kenelle mikäkin kohta kuuluu. Se selkeyttää entisestään työskentelyä, kun käytännöt ovat selvillä. Tällä tavoin saadaan aikaan entistä tehokkaampi ja yhteneväisempi työskentelymalli, joka myös osaltaan kehittää koko infra-alaa. Vuokaaviota voidaan soveltaa projektikohtaisesti.



Kuvio 7. Vuokaavio mallipohjaisen projektin prosessikulusta

Vuokaavio on jaettu kolmeen sarakkeeseen; 1. suunnittelun alussa, 2. suunnittelun aikana sekä 3. suunnittelun jälkeen ja luovutusvaihe, ja edelleen kolmeen teemaan; tiedonhallinta, suunnittelu ja dokumentointi. Avataan seuraavaksi näiden sisältöä enemmän.

### Suunnittelun alussa

Mallipohjainen projekti aloitetaan samoin kuin muutkin projektit, mutta siinä sovitaan entistä tarkemmin projektin vaatimuksista. Aloituspäivästä käydään tarjous läpi sekä mitä malliaineistoa luvataan tuottaa. Päivästä on tärkeää, että kaikille projektiryhmässä tulee selväksi vaatimusten taso. Alusta asti tulee tuottaa mallinnusvaatimukset täyttävää aineistoa

lähtötietomalleista alkaen, vähintään YIV:n määrittelemällä tavalla (YIV 2021). Suunnittelu-työn alussa sovitaan käytettävä suunnitteluympäristö tai erillinen yhteensovitusalue sekä muut toimintatavat. YIV määrittelee lisäksi, että alusta lähtien tulee täyttää lähtöaineistoluettelo sekä dokumentoida reaaliajassa tuotettua materiaalia (YIV 2021, 24).

Suunnittelun alussa luodaan suunnitteluympäristö, joka kattaa muun muassa tietokannan ja hakemistorakenteen luonnin esimerkiksi YIV:n mukaisesti. Tähän linkittyy myös vahvasti käytäntöjen sopiminen koko projektiryhmän kesken ottaen huomioon projektille osoitetut vaatimukset, esimerkiksi YIV:n mallinnusvaatimukset ja tilaajan asettamat vaatimukset. Suunnittelun alussa kerätään ja kootaan raaka-aine, joka muokataan tarvittavin osin lähtötiedoksi.

Näiden kaikkien toimien vuoksi suunnittelun alun dokumentointi on tärkeä työvaihe. Dokumentoinnin tärkeä työkalu tässä vaiheessa on lähtöaineistoluettelo, joka luodaan ja jota ylläpidetään koko suunnittelun ajan. Lähtöaineistoluettelo kuvaa aineiston metatiedot ja tehdyt muokkaustoimenpiteet. Sovittaessa (esitetty prosessikuvaukseen harmaana) voidaan luoda tiedonhallintasuunnitelma, jonka työstäminen usein jatkuu vähintään suunnittelun puoleen väliin saakka. Tiedonhallintasuunnitelmassa kuvataan, kuinka projektin tiedonhallinta ja mallinnus toteutetaan. Lisäksi sovitut käytännöt on syytä dokumentoida, jotta niihin voidaan palata tarvittaessa projektin aikana.

### **Suunnittelun aikana**

Toinen kohta käsittelee suunnittelun aikaisia toimia. Tiedonhallinnan-osiosta tähän kuuluvat sovittujen käytäntöjen toteuttaminen, kuten esimerkiksi nimeämiskäytännöt, laadun varmistus sekä asetettujen vaatimusten täyttäminen. Tarvittaessa voidaan palata dokumentoituun aineistoon, johon kirjattu sovitut käytänteet.

Suunnittelussa tulee lähtötietoaineistoa täydentää reaaliaikaisesti, hyödyntää perinteistä 2D- ja mallipohjaista suunnittelua yhdistettynä suunnittelupohjien (template) käyttöön. Lisäksi yhteensovitus nykytilanteeseen ja eri tekniikka-alojen kanssa mahdollisuuksien mukaan myös mallipohjaisesti on tärkeää. Suunnittelun loppuvaiheeseen kuuluu myös suunnitelmamallien viimeistelyä jo hyvissä ajoin ennen luovutusvaihetta.

Dokumentoinnista jatkuva reaaliaikainen lähtöaineistoluettelon päivittäminen sekä tietomallilokin tekeminen helpottavat kaikkia tekniikka-alasta riippumatta, kun tiedetään missä mennään. Lisäksi alustava tietomalliselostus kannattaa tehdä ajoissa ennen luovutusvaihetta. Mikäli tiedonhallintasuunnitelma on sovittu tehtäväksi, tulee sitäkin täydentää reaaliaikaisesti (esitetty prosessikuvaukseen harmaana).

### **Suunnittelun jälkeen ja luovutusvaihe**

Kohta kolme käsittelee suunnittelun jälkeistä aikaa ja luovutusvaihetta. Tällöin on tärkeää tarkastaa, että sovittuja käytäntöjä ja asetettuja vaatimuksia on noudatettu asianmukaisesti. On kuitenkin huomioitava, että tätä tehdään koko projektin aikana. Lisäksi laadunvarmistus on tärkeää aivan projektin loppuun saakka.

Loput prosessikuvauksen kohdista on YIV:n vaatimaa pakollista luovutusaineistoa, eli suunnittelusta luovutetaan viimeistellyt suunnitelmamallit sekä sovittaessa lähtötietoaineisto (esitetty prosessikuvaukseen tummanharmaalla). Dokumentoinnista luovutetaan lähtöaineistoluettelo, tietomalliselostus, aineistoluettelo, dokumentoitu itselleluovutus sekä tiedonhallintasuunnitelma, mikäli sellainen on projektissa tehty (esitetty kaavioon tummanharmaalla).

## 6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin mallipohjaisen projektin prosessikulkua nykytilanteessa, tunnistettiin kehityskohteita sekä luotiin tavoitetilainen prosessikuvaus tukemaan suunnittelijoiden työtä. Työ keskittyi katu- ja kunnallistekniikan suunnittelun mallinnuksen aloitusvaiheeseen, mutta huomioiden myös laajemmat hyödyt, kuten eri tekniikka-alojen suunnitelmien yhteensovittamisen sekä lopputuotteiden tarkastelun tilaajan kanssa.

Mallipohjaisen projektin prosessikulku on laaja kokonaisuus, joka vaatii selkeitä toimintamalleja ja yhtenäisiä käytäntöjä. Tiedonhallinta, dokumentointi ja suunnittelun laatu ovat keskeisiä tekijöitä prosessin onnistumisessa. Kehityskohteina nousivat esiin erityisesti tiedon jäsentely ja nimeäminen, dokumentoinnin puutteet sekä vaatimusten epäselvyys. Näiden kehityskohteiden tiedostaminen ja niiden tuominen vahvemmin projektityöskentelyyn tehostaisivat työskentelyä entisestään. Tämä myös selkeyttäisi työtehtäviä projektiryhmän keskuudessa, loisi tarkemman kokonaiskuvan sekä yhtenäisemmät toimintatavat koko projektiryhmälle. Opinnäytetyöhön saatujen kirjallisten ja suullisten vastauksien perusteella voitiin luoda tavoitetilainen prosessikuvaus vuokaaviomuotoon, jota voidaan hyödyntää projektityöskentelyssä sellaisenaan tai soveltaa esimerkiksi vastuiden ja roolitusten määrittämiseen, mikä edistää suunnitelmien yhteensovitusta ja tilaajayhteistyötä.

Opinnäytetyön aihe tarjoaa monia mahdollisuuksia jatkokehittämiselle. Ensinnäkin yksityiskohtainen tarkastelu projektiryhmissä voisi tuoda esiin ryhmäkohtaisia eroja ja parhaita käytäntöjä, jotka voisivat hyödyttää organisaatiota tai jopa koko alaa. Toiseksi eri tekniikka-alojen tuominen vahvemmin mallintamisen pariin on tärkeä kehityskohde tulevaisuudessa. Tämä lähestymistapa voisi parantaa suunnitelmien yhteensovitusta entisestään. Kolmanneksi mallipohjaisen suunnittelun esittäminen tilaajayhteistyön kannalta on keskeinen kehitysalue. Tilajien osaamistason analysointi, mahdollinen kouluttaminen sekä heidän osallistamisensa mallipohjaiseen suunnitteluun voisi parantaa yhteistyötä ja lisätä tilaajien ymmärrystä projektin etenemisestä. Erityisesti visuaaliset esitysmallit ja aktiivinen työpajatoiminta voisivat toimia tässä tehokkaina keinoina.

Opinnäytetyössä haastateltavilta kysyttiin alan tulevaisuudennäkymiä ja kehittymistä. Arkanen haastattelussa vastaukseksi saatiin muun muassa ajatuksia pilvi- ja selainpohjaisuudesta, tekoälyn hyödyntämisestä sekä IFC-mallien kehittymisestä. Suunnittelijoilta taas nostettiin esille mallintamisen laajeneminen muille tekniikka-aloille, Inframodelin korvaaminen IFC:llä sekä jopa PDF- ja DWG-suunnitelmista luopuminen. Näiden edellä mainittujen asioiden tutkiminen kehittäisi alaa merkittävästi.

## Lähteet

- Aibinu A. & Papadonikolaki E. 2019. Conceptualizing and operationalizing team task inter-dependences: BIM implementation assessment using effort distribution analytics. Routledge. Viitattu 15.11.2024. Saatavissa rajoitetusti <https://doi.org/10.1080/01446193.2019.1623409>
- Alueidenkäyttölaki 132/1999
- Autio J. 2024. Tietomallikoordinaattori. Ramboll. Haastattelu 13.12.2024.
- Banks J. 2015. Why BIM is Still Bankrupting Your Firm. Shoegnome Architects. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa <https://www.shoegnome.com/2015/12/09/bim-still-bankrupting-firm/>
- BuildingSMART. Industry Foundation Classes. Viitattu 25.2.2025. Saatavissa <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- BuildingSMART. 2019. InfraBIM -nimikkeistö. Saatavissa <https://drive.buildingsmart.fi/s/6iBHnSKptRPGMCX>
- BuildingSMART. 2019. Yleiset Inframallivaatimukset YIV. Liite 4.3. Inframallin tarkastuslomake. Saatavissa <https://drive.buildingsmart.fi/s/j7m4yaw4R7y7AsE>
- BuildingSMART. 2021. Yleiset inframallivaatimukset YIV. Saatavissa <https://drive.buildingsmart.fi/s/AAELrj83NbrHae2>
- Hirsjärvi S. & Hurme H. 2000. Tutkimushaastattelu. Gaudeamus.
- Hirsjärvi S., Remes P. & Sajavaara P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- HSY. 2024. Verkostosuunnitteluohje. Viitattu 22.12.2024.
- Huotari J. & Salmikangas E. 2016. Projektihallinnan perusteet, Johdanto, määritelmät. Viitattu 6.1.2025. Saatavissa <https://docplayer.fi/58242780-Projektihallinnan-perusteet-johdanto-maaritelmat-jouni-huotari-esa-salmikangas.html>
- Kauhavan kaupunki. Kaavahierarkia. Viitattu 9.12.2024. Saatavissa [https://www.kauhava.fi/palvelut/kaavat\\_ja\\_kiinteistot/tietoa\\_kaavoituksesta/kaavahierarkia](https://www.kauhava.fi/palvelut/kaavat_ja_kiinteistot/tietoa_kaavoituksesta/kaavahierarkia)
- Laihonen H. 2022. Tietojohtamisen ABC -käsikirja. Tieto-osaava. Saatavissa <https://www.tietoosaava.fi/wp-content/uploads/2024/02/Tietojohtamisen-ABC-kasikirja.pdf>

Louhi P. & Myllymaa, J. 2024. Customer Success Director & Myyntijohtaja. Arkance. Haastattelu 20.11.2024.

Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999

Rakennustieto. InfraRYL. Viitattu 26.2.2025. Saatavissa rajoitetusti <https://tilaukset.rakennustieto.fi/infraryl/infraryl-lisenssi>

Ramboll. Ramboll yrityksenä. Viitattu 11.10.2024. Saatavissa <https://www.ramboll.com/fi-fi/ramboll-yrityksena>

Ramboll. 2021. Infran tietomallintamisen perusteet. Verkkokoulutus 2.6.2021. Viitattu 10.12.2024

Saari P. 2022. Työskenteletkö projektissa vai hankkeessa? Laurea Journal. Viitattu 6.1.2025. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022033026080>

Siikaluoma T. 2020. a. Suunnittelun lähtökohdat. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Viitattu 12.9.2024. Saatavissa <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/suunnittelun-lahtokohdat/>

Siikaluoma T. 2020. b. Katusuunnittelu. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Viitattu 12.9.2024. Saatavissa <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/katusuunnittelu/>

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Viitattu 8.1.2025. Saatavissa <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopus>

Suomen kuntatekniikan yhdistys (SKTY). 2020. Kadun suunnittelun ohjeet. Viitattu 6.1.2025. Saatavissa <https://katu2020.info/2020/>

Suomisanakirja. Kolmiointi. Viitattu 25.10.2024. Saatavissa <https://www.suomisanakirja.fi/kolmiointi>

Tieteen Termipankki. a. Avoin tiede: Metatieto. Viitattu 29.11.2024. Saatavissa [https://tieteentermipankki.fi/wiki/Avoin\\_tiede:metatieto](https://tieteentermipankki.fi/wiki/Avoin_tiede:metatieto)

Tieteen termipankki. b. Oikeustiede: Asemakaava. Viitattu 9.12.2024. Saatavissa <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:asemakaava>

Tilastokeskus. Käsitteet. Paikkatieto. Viitattu 22.11.2024. Saatavissa <https://stat.fi/meta/kas/paikkatieto.html>

Teräs O. 2022a. Tiedonhallinta tutuksi. TIVIA News. TIVIA-blogi 19.12.2022. Viitattu 9.12.2024. Saatavissa <https://tivia.fi/uutiset/tivia-news-1/tiedonhallinta-tutuksi-1712>

Teräs O. 2022b. Tietojohtamisen kokonaisuus. Viitattu 9.12.2024. Saatavissa <https://tivia.fi/uutiset/tivia-news-1/tiedonhallinta-tutuksi-1712>

Väylävirasto. 2022. Mikä on tietomalli? Väylävirasto. Viitattu 11.12.2024. Saatavissa <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli->

Väylävirasto. 2023. Hankkeiden suunnittelun vaiheet. Väylävirasto. Viitattu 3.1.2025. Saatavissa <https://vayla.fi/suunnittelu-rakentaminen/hankkeiden-suunnittelu/hankkeiden-suunnittelun-vaiheet>

Ympäristöhallinnon verkkopalvelut. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet. Viitattu 9.12.2024. Saatavissa <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kaavoitus-ja-alueidenkaytto/valtakunnalliset-alueidenkayttotavoitteet>