



Matias Papaianni

Lähtötietoaineiston luotettavuus ka- tusuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

Insinöörityö

2.9.2025

Tiivistelmä

Tekijä: Matias Papaiani
Otsikko: Lähtötietoaineiston luotettavuus katusuunnittelussa
Sivumäärä: 39 sivua + 1 liite
Aika: 2.9.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka
Ammatillinen pääaine: Infrarakentaminen
Ohjaajat: Lehtori Anu Ilander
Yksikköpäällikkö Jyrki Oinaanoja

Insinööriyön tarkoituksena oli tarkastella lähtötietoaineiston luotettavuutta katusuunnittelussa. Tavoitteena oli selvittää yrityksen sisällä olevien yksiköiden kokemuksia ja mahdollisia kehitysehdotuksia aiheesta. Puutteelliset tai virheelliset lähtötiedot voivat vaikuttaa merkittävästi projektin kustannuksiin ja lisätä työmäärää. Insinööriyö toteutettiin yhteistyössä Ramboll Finland Oy:n kanssa, jolle laadittiin kyselyn pohjalta raportti toimenpiteistä, jonka tarkoituksena oli tuoda esiin parannusehdotuksia, jotka kehittäisivät tulevien projektien tehokkuutta yrityksen sisällä.

Lähtötietoaineisto on merkittävä osa suunnitteluvaihetta, joka edellyttää tarkkoja olemassa olevia suunnitelmia ja mittauksia. Työssä esitetään case-kohteena Kruunusiltojen tapaus, jossa löydettiin betonirakenne, jota ei ollut merkitty kerätyissä aineistoissa. Epätarkat mittausaineistot, virheelliset mittaukset ja vanhat suunnitelmat ovat esimerkkejä asiakirjoista, jotka vaikuttavat aineiston luotettavuuteen. Mallipohjaisen suunnittelun tärkeys korostuu, kun joudutaan kirjaamaan aineistoa YIV:n ohjeiden mukaisesti. Pyrkimyksenä on käyttää yhtenäistä toimintamallia, joka vähentää projektin aikana tulevia ristiriitaisuuksia.

Kyselytutkimuksen perusteella kehitystä kaipaavat erityisesti lähtötietojen yhdenmukainen talletus ja kattavat laatutarkistukset. Prosessin sujuvuuden parantamiseksi on käytävä tiiviimpää vuoropuhelua suunnittelijan ja muiden tahojen asiantuntijoiden kesken.

Avainsanat: mallipohjainen suunnittelu, lähtötietoaineisto, katusuunnittelu

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Matias Papaiani
Title: Reliability of Initial Data in Street Planning
Number of Pages: 39 pages + 1 attachment
Date: 2 September 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Infraconstruction Engineering
Supervisors: Anu Ilander, Senior Lecturer
Jyrki Oinaanoja, Head of Unit, Ramboll Finland Oy

The purpose of this engineering thesis is to examine the reliability of initial data in street planning. The aim is to investigate the experiences and opinions of internal units within the company on this subject. With the feedback from experts, the goal is to consider improvement suggestions that would help create a smoother and more efficient planning process. Inadequate or incorrect initial data can significantly impact project costs and increase workload. This engineering thesis was carried out in collaboration with Ramboll Finland Oy, for whom a report was prepared based on a survey, detailing actions that can be developed for future projects.

Initial data is a significant part of the planning phase, which requires accurate plans and measurements. The thesis examines the case of Kruunusillat as an example, where a concrete structure was found that was not marked in the collected data. Inaccurate measurement data, incorrect measurements, and old plans are examples of documents that affect the reliability of the data. The importance of model-based planning is emphasized in how the data is recorded in accordance with YIV guidelines. The aim is to use a unified operational model that reduces discrepancies during the project.

Based on the survey findings, the greatest need for improvement lies in the consistent storage of input data and in comprehensive quality checks. Streamlining the process will also require closer dialogue between the designer and experts from other relevant disciplines.

Keywords: model-based planning, initial data, street planning

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Mallipohjainen suunnittelu	2
2.1	Yleiset inframallivaatimukset	3
2.2	InfraBIM-nimikkeistö	3
2.3	Tiedonsiirtoformaatit	4
2.4	Mallipohjaisen suunnittelun mallit	5
2.4.1	Suunnitelmamalli	6
2.4.2	Yhdistelmämalli	7
2.5	Lähtötietoaineisto	8
2.6	Virheet inframallisuunnittelussa	13
2.7	Inframallin tarkastusmenetelmät	15
3	Lähtöaineisto katusuunnittelussa	17
3.1	Lähtötietoaineiston merkitys	17
3.2	Lähtötiedon kerääminen	18
3.3	Lähtötietoaineiston muokkaaminen	19
3.4	Lähtöaineiston dokumentointi	20
4	Case: Kruunusillat	22
4.1	Hanke yleisesti	22
4.2	Puutteita lähtöaineistossa	23
5	Kokemukset suunnitteluyrityksessä	25
5.1	Kyselyn tulokset	25
6	Yhteenveto ja kehitysaskeleet	34
	Lähteet	37
	Liite	39

Lyhenteet ja käsitteet

InfraBIM: *Infra Built Enviroment Information Model*, infrarakenteen tuotemalli, infratietomallin englanninkielinen lyhenne.

Inframalli: Infrakohteen tietomalli.

Inframodel: Kansainväliseen LandXML-formaattiin perustuva avoin tiedonsiirtoformaatti, joka on tällä hetkellä käytössä infra-alalla Suomessa.

Lähtötietoaineisto: Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto tiedon tehokkaan hakemisen, säilyttämisen ja päivittämisen toteuttamiseksi.

Tietomalli: Tietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevan rakennelman esittämistä ominaisuustietoineen. Tietomallin avulla on mahdollista hallinnoida rakennelman elinkaarta aina suunnittelusta toteutukseen ja kunnossapidon kautta purkamiseen.

YIV: Yleiset inframallivaatimukset.

1 Johdanto

Lähtötietoaineisto muodostaa kadun suunnittelutyön perustan. Se voi sisältää muun muassa maastomalleja, pohjakarttoja, olemassa olevien rakenteiden tietoja, johtoverkkotietoja, kaavamääräyksiä sekä ympäristöön liittyviä aineistoja. Näiden tietojen tarkkuus, kattavuus ja ajantasaisuus vaikuttavat suoraan siihen, kuinka onnistuneesti katusuunnittelua voidaan tuottaa ja kuinka hyvin se palvelee hankkeen tarpeita. Puutteelliset tai virheelliset lähtötiedot johtavat helposti suunnitteluvirheisiin, ristiriitaisuuksiin ja lisäkustannuksiin. Opinnäytetyön tavoite on ymmärtää, kuinka suuri vaikutus lähtötietoaineistolla on suunnitteluprosessissa.

Työssä käydään läpi tietomallipohjaista suunnittelua. Viime vuosina se on vakiinnuttanut asemansa keskeisenä menetelmänä rakennus- ja infrasuunnittelussa. Tietomallien avulla eri suunnittelualojen tiedot voidaan yhdistää visuaaliseksi, kolmiulotteiseksi kokonaisuudeksi, joka helpottaa suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon hallintaa. Suunnitteluprosessin laatu ja tehokkuus eivät kuitenkaan synny pelkästään mallinnustekniikasta, vaan olennaisessa roolissa ovat myös suunnittelun pohjaksi käytettävät lähtötiedot.

Tämä insinööri työ on tehty yhteistyössä Ramboll Finland Oy:n kanssa. Yrityksessä huomattiin tarvetta tutkia aihetta syvällisemmin, joka mahdollistaisi parempia ratkaisuja tulevien projektien kannalta. Ramboll Finland Oy on osa kansainvälistä Ramboll-konsernia, joka on johtava asiantuntijapalveluja tarjoava yritys suunnittelu- ja konsultointialalla. Ramboll on perustettu vuonna 1945 Tanskassa ja se toimii nykyään yli 35 maassa, työllistäen yhteensä noin 18 000 asiantuntijaa. Ramboll Finland Oy tarjoaa monipuolisia palveluja muun muassa infrarakentamisen, kaupunkisuunnittelun, rakennesuunnittelun, arkkitehtuurin, ympäristötekniikan ja energiaratkaisujen parissa. Ramboll Finland Oy työllistää noin 2 500 asiantuntijaa 21 toimipisteessä. Suomen pääkonttori sijaitsee Espoossa.

Insinööri työ tutkimusosuus toteutetaan kyselymuotoisena, missä tutkitaan yrityksen sisällä eri yksiköiden kokemuksia lähtötietoaineiston keräämisestä. Tuloksia verrataan toisiinsa ja analysoidaan, minkä jälkeen voidaan pohtia parannusehdotuksia jatkoon. Kysely on lähetetty Rambollin katu- ja kunnallistekniikka, geotekniikka-, silta- ja maisemayksiköille.

2 Mallipohjainen suunnittelu

Mallipohjaisella suunnittelulla tarkoitetaan suunnittelua, joka tapahtuu mallintamalla. Mallipohjaisen suunnittelun tueksi on luotu yleiset inframallivaatimukset (YIV), InfraBIM-nimikkeistö ja Inframodel-tiedonsiirtoformaatti. Näistä muodostuu mallipohjaisen suunnittelun tiedonhallinnan ”kolmikanta” (kuva 1). [4.]



Kuva 1. Yleiset inframallivaatimukset osana tietomallintamisen standardeja [4.]

Tässä työssä käydään läpi erityisesti katusuunnittelua. Katusuunnittelu on prosessi, joka tarkentuu vaiheittain, jossa on jatkuvasti huomioitavaa useita tekijöitä, joten voidaan saavuttaa teknisesti, ympäristöllisesti ja kokonaistaloudellisesti paras ratkaisu. Katusuunnittelussa katusuunnittelija usein toimii hankkeen projektipäällikkönä, jolla on apuna muita tarpeellisia tekniikka-alojen suunnittelijoita.

2.1 Yleiset inframallivaatimukset

Yleiset inframallivaatimukset ovat ohjekokonaisuus, johon on koottu mallintamiseen liittyvät tekniset vaatimukset, sekä esimerkkejä ohjeiden soveltamisesta. Ohjeen tavoitteena on kokoa infra-alalle yhtenäinen toimintamalli, jota voidaan hyödyntää mallipohjaisissa hankkeissa. Yleiset infravaatimukset 2015 ohje on päivitetty uuteen versioon vuonna 2019. Uuteen ohjeeseen on tehty muutoksia mm. terminologiaan ja asiakokonaisuuksiin. [4.]

Yleiset inframallivaatimukset kattavat koko infrarakentamisen elinkaaren: lähtötiedoista suunnittelun eri vaiheiden kautta rakentamiseen ja rakenteiden todentamiseen, sekä tulevaisuudessa myös käyttö- ja kunnossapitovaiheisiin. Mallinnusohjeiden tarkoituksena on ohjata, yhtenäistää ja kehittää infra-alan mallinnuskäytäntöjä laajasti. [4.]

Yleiset inframallivaatimukset 2019 koostuvat neljä eri osasta:

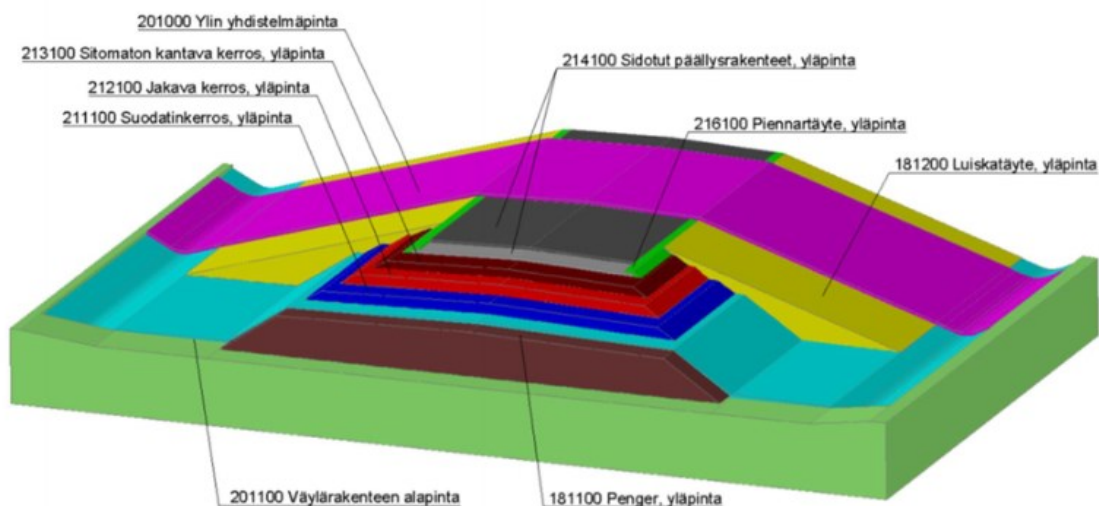
- 1) Yleinen osa: Kuvataan yleisesti mallintamisen tavoitteet ja käyttötarkoitukset eri hankevaiheissa sekä tehtävät ja roolit. Esitetään lisäksi mallitekniset vaatimukset, jotka liittyvät kaikkiin hankevaiheisiin.
- 2) Lähtötietoaineisto: Määritellään infrahankkeita varten lähtötietoaineiston sisältö sekä asetettavat vaatimukset. Se on kokoelma erilaisista lähtöaineistoista, mutta myös tapa koota, muokata ja hallita hankkeen lähtöainestoa.
- 3) Suunnittelu: Sisältää luovutusaineiston yleisiä ohjeita noudattaen. Pyritään laatuun ja yhteensovitukseen, joka helpottaa myöhemmin rakentamisessa.
- 4) Rakentaminen: Tämän osuuden tavoite on ohjata, yhdenmukaistaa ja kehittää infra-alan mallinnuskäytäntöjä ja toteutusmenetelmiä.

2.2 InfraBIM-nimikkeistö

InfraBIM-nimikkeistö määrittää yhtenäisen numerointi- ja nimeämiskäytännön infrarakenteiden ja -mallien koko elinkaaren eri vaiheille. Yhtenäisen termistön käyttäminen helpottaa yhteistä ymmärrystä ja välttää väärinkäsityksiä. InfraBIM-nimikkeistö perustuu vanhaan Infra2015-rakennusosanimikkeistöön. Uusin versio nimikkeistöstä on 1.7. Uusimman

version ovat päivittäneet Sitowise OY:n ja Novatron Oy:n asiantuntijat, jotka ovat korjanneet havaittuja puutteita ja lisänneet kohderyhmiä. [3.]

Inframalleissa kaikilla rakenteilla, alueilla, järjestelmillä, taiteviivoilla, pisteillä, pinnoilla, objekteilla tulee olla InfraBIM-nimikkeistön mukainen pintatunnus, viivan tai pisteen yksilöivä tunnus (kuva 2). [3.]



Kuva 2. Tien rakennepinnat ja taiteviivat. [3. s.38]

2.3 Tiedonsiirtoformaattit

Mallintamisen tärkeimpiä vaatimuksia on, että eri ohjelmistot kykenevät käsittelemään ja tuottamaan infra- ja tietomalleja avoimessa malliformaatissa. Avoimien tiedonsiirtomuotojen ansiosta mallit voidaan siirtää ohjelmistosta toiseen ilman, että olennaista tietoa katoaa siirron aikana. Näiden formaattien käyttö edistää tiedon monikäyttöisyyttä ja säilyvyyttä, tehostaa suunnitteluprosessia sekä tarjoaa tarkkaa tietoa kohteiden rakenteista ja ominaisuuksista. [1.]

Infra-alan suunnitteluohjelmistoissa sisäiset mallirakenteet vaihtelevat kuitenkin eri tekniikalajien välillä. Esimerkiksi väylämallinnuksessa rakenteet perustuvat pintojen kytkemiseen pitkänomaisiin geometriaketjuihin, kuten linjaukseen ja tasaukseen, ja suunnittelu tapahtuu globaalissa metri-koordinointi-järjestelmässä. Taitorakenteiden, kuten siltojen,

mallintaminen puolestaan käsittelee suhteellisen pieniä kolmiulotteisia kappaleita, kuten anturoita, pilareita ja palkkeja, käyttäen millimetritarkkaa paikallista koordinaatistoa. [1.]

Tämä tarkoittaa, että erilaisten infrakohteiden mallintamiseen ei voida käyttää yhtä ja samaa tietosisältöformaattia, vaan tiettyihin kohteisiin ja siirtoihin tarvitaan oma tiedonsiirtoratkaisunsa. Suomessa infra-alan avoimina formaatteina käytetään Inframodelia esimerkiksi väylien, verkostojen ja rakenteiden mallinnukseen, kun taas taitorakenteiden, kuten siltojen, osalta hyödynnetään IFC-formaattia. [1.]

2.4 Mallipohjaisen suunnittelun mallit

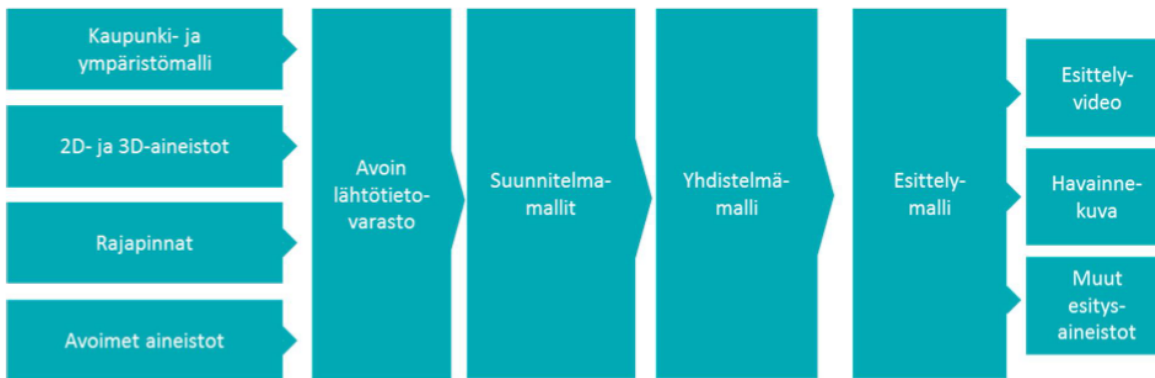
Mallipohjaisessa infrasuunnittelussa on useita malleja mitä käytetään. Käytettäessä niitä tulee ymmärtää erilaisten mallien sisältö ja tarkoitus. Yleiset mallit ovat: suunnitelmamalli, yhdistelmämalli ja esittelymalli.

Suunnitelmamallilla tarkoitetaan inframallia, jossa esitetään suunnitelmaratkaisut. Suunnitelmavaiheen tarkkuudesta vastaa suunnitelmamalli. Suunnitelmamallissa tarkkuus ja sisältö kasvaa ja päivittyy suunnittelun edetessä. Malli jaetaan kussakin suunnitelmavaiheessa eri tekniikkalajeittain ja rakennusosittain, mikä helpottaa tiedon käytettävyyttä ja jaottelua mm. yhdistelmämallien tarkasteluissa ja kustannuslaskennassa. [4.]

Yhdistelmämalli on inframalli, joka koostuu lähtötietomallista ja eri tekniikkalajien suunnitelmamalleista. Yhdistelmämalliin kootaan kaikki tarvittavat aineistot yhteen kuten johdot, rakenteet, pohjatutkimustiedot, maanalaiset tilat, jne. Mallia hyödynnetään eri tekniikkalajien yhteensovituksessa, vaihtoehtovertailussa, laadunvarmistuksessa sekä vuorovaikutuksessa. Isoissa hankkeissa yleensä tarvitaan erillistä yhdistelmämallia. Pienemmissä usein riittää suunnittelujärjestelmässä oleva yhdistelmämalli. Säännöllinen yhdistelmämallin kokoaminen on osa laadunvarmistusta. Mallin kokoaminen, käyttö, julkaisu ja aikataulu tulee esittää tiedonhallintasuunnitelmassa. Siinä tulee kertoa, kuinka yhdistelmämalli muodostetaan ja miten sitä päivitetään suhteessa suunnitteluprosessiin. [4.]

Esittelymallia käytetään yleensä muiden osapuolien työskentelyssä. Erityisesti sidosryhmätyöskentelyssä ja tilaisuuksissa, joten sitä voidaan painottaa vuorovaikutuksessa ja päätöksenteossa. Se on fotorealistinen kuvaus suunnittelijoiden näkemyksestä

suunnittelualueesta. Alue on yleensä laajempi kuin yhdistelmämalli, mutta se voi esittää myös tärkeitä osa-alueita. Sen laajuus ja sisältö määritetään hankkeen alkuvaiheessa jo. Esittelymallin tarkoitus on kuvata hankkeen sijoittumista rakennettuun ympäristöön ja alueisiin sekä vaikutukset luontoon. [4.]



Kuva 3. Esittelymalli osana suunnitteluprosessia. [4. s.46]

2.4.1 Suunnitelmamalli

Suunnitelmamalli on malli, joka esittää infrarakenteen tai -järjestelmän suunnitteluratkaisut. Sen tarkkuus ja sisältö kehittyvät ja tarkentuvat suunnittelutyön edetessä ja vaiheesta toiseen siirryttäessä. Mallin ei tarvitse olla kaikilta osin täysin valmis, vaan sen tulee vastata kyseisen käyttötarkoituksen vaatimuksia. [13.]

Suunnitelmamallit jaotellaan tekniikkalajeittain erillisiksi osamalleiksi, ja eri tekniikkalajien mallit toimivat vuorovaikutteisesti toistensa lähtötietoina. Erityisesti väylämalli toimii monesti muiden tekniikkalajien mallinnuksen perustana. Väylä-mallin avulla voidaan esimerkiksi tuottaa mallipohjaiset lähtötiedot siltasuunnittelulle, jolloin tarve laatia laajoja 2D-piirustuksia perinteisiin siltapaikka asiakirjoihin vähenee merkittävästi. [1.]

Sen sijaan, että käytettäisiin luonnospiirustuksia, suunnitelmamalleja voidaan hyödyntää esimerkiksi tilaajan ja suunnittelijoiden välisissä kokouksissa esittelemään ja havainnollistamaan eri suunnitteluratkaisuja. [13.]

Suunnitelmamallia hyödynnetään seuraavan hankevaiheen lähtötietona yhdessä lähtötietomallin kanssa. Mallin sisältö, kuten geometriat, taiteviivat ja pinnat, vastaa pitkälti

toteutusmallin vaatimuksia, mutta tarkkuus ja kattavuus määräytyvät aina sen hetkisen suunnitteluvaiheen mukaan. Tarvittaessa suunnitelmamallit voidaan nimetä eri vaiheiden mukaisesti esimerkiksi yleissuunnitelmamalliksi, katusuunnitelmamalliksi tai rakennus-suunnitelmamalliksi. [1.]

Käytännössä suunnitelmaratkaisut vakiintuvat vasta toteutusmallin laadinnan yhteydessä, jolloin malli ja siihen liittyvät ratkaisut on tehty siinä määrin valmiiksi ja tarkasti, että hankkeen toteutus voidaan käynnistää niiden pohjalta. [13.]

Suunnitelmamallille laaditaan myös oma tietomalliselostus, joka kuvaa inframallin ja sen osamallien tilanteen aineiston luovutushetkellä. Tietomalliselostuksessa tulee kuvata muun muassa mallin käyttötarkoitus, sisältyvät tekniikkalajit ja niiden sisältö, käytetyt ohjelmistot ja niiden versiot sekä mahdolliset puutteet tai keskeneräisyydet suhteessa kyseisen vaiheen vaatimukseen. [1.]

Esimerkki	Väylät, kadut, radat ja liittymät Selostus aineiston sisällöstä
<kuva>	<p>Sisältö</p> <ul style="list-style-type: none"> • Väylien ylin ja alin yhdistelmäpinta • Tien rakennekerrokset <p>Käytetyt ohjelmistot</p> <ul style="list-style-type: none"> • Novapoint 19.30 • AutoCAD Civil 3D 2014 • 3D-Win 6.2.0 <p>Luovutusformaatit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yhdistelmäpinnat ja rakennekerrokset: Inframodel3 • Vaaka- ja pystygeometrioiden linjalaskennat: VGP <p>Aineiston tarkkuus / puutteet / muuta huomioitavaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liittymäalueita ei ole erikseen mallinnettu ja liittymien kohdilla on epäjatkuvuuskohtia. • Varusteita, kuten tiekaiteita ei ole mallinnettu • Mallinnettu tiesuunnitelmatarvikeluokalla

Kuva 4. Esimerkkitaulukko suunnitelmamallin tietomalliselostuksesta. [4.]

2.4.2 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on tekninen kokonaisuus, joka koostuu lähtötietomallista sekä eri tekniikkalajien suunnitelmamalleista. Sen päätarkoituksena on varmistaa, että eri tekniikkalajien ja hankeosien ratkaisut sopivat yhteen ja että suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia. [4. s.41.]

Kun eri tekniikkalajien malleja yhdistetään säännöllisesti sovittujen aikataulujen mukaisesti, voidaan mahdolliset ristiriidat havaita varhaisessa vaiheessa. Tämä edustaa huomattavaa parannusta verrattuna perinteiseen 2D-suunnitteluun, jossa yhteensopivuusongelmat paljastuvat usein vasta myöhemmin.

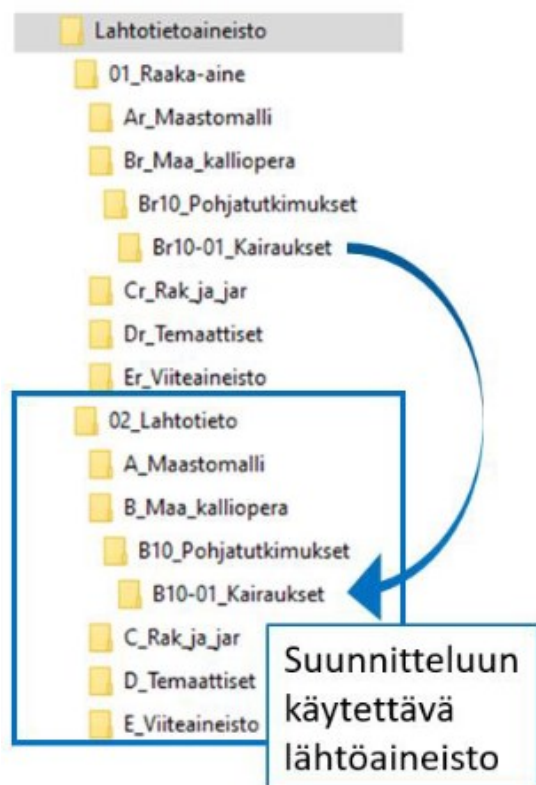
Yhdistelmämalli voi olla erillisen katseluohjelman avulla koottu kokonaisuus, joka sisältää kaikki tekniikkalajit samassa tietokannassa yhtenä staattisena mallina, jossa ei tapahdu muutoksia. Toisaalta yhdistelmämallilla voidaan viitata myös suunnittelujärjestelmään, jossa eri alojen mallit, kuten väylä-, kuivatus- ja geotekniikkamallit, ovat tallennettuina samaan tietokantaan. Tässä tapauksessa järjestelmä mahdollistaa reaaliaikaisen muutosten seuraamisen, kuten esimerkiksi tasauksessa tai valaistuksen sijoittelussa tapahtuvat muutokset havaitaan välittömästi. [1.]

Kaikkien tekniikkalajien, kuten esimerkiksi taitorakenteiden, suunnittelu ei kuitenkaan aina onnistu samassa järjestelmässä. Näiden osalta mallit voidaan kuitenkin siirtää toiseen järjestelmään katselumallin kaltaiseksi kokonaisuudeksi, jossa kaikki tekniikat yhdistetään yhden tietokannan periaatteella. Tällainen ratkaisu helpottaa myös suunnitteluprosessin aikaista yhteistyötä eri osapuolten välillä. [4. s.16.]

Lisäksi yhdistelmämallista voidaan laatia esittelymalli, joka pyrkii kuvaamaan infrahankkeen kohteet visuaalisesti mahdollisimman realistisesti. Näitä esittelymalleja hyödynnetään muun muassa suunnitelmien hyväksymisprosessissa ja esittelemässä ratkaisuja vuorovaiikutustilaisuuksissa sidosryhmille ja asukkaille. [4. s.12.]

2.5 Lähtötietoaineisto

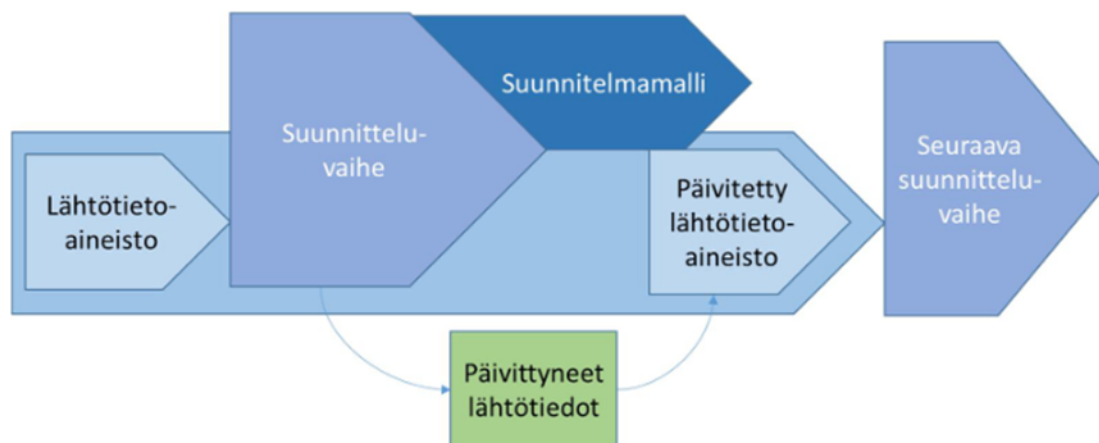
Luotettavat lähtötiedot ovat laadukkaan suunnittelun perusedellytys. Lähtötietoaineiston tarkoituksena on kerätä yhteen hankkeen dokumentit ja ylläpitää sekä päivittää niitä hankkeen elinkaaren ajan. Lähtötietoaineistoista on aikaisemmin tässä työssä puhuttu termillä lähtötietomalli. Lähtötietoaineisto kootaan eri toimijoilta saadusta raaka-aineesta, joka tarkoittaa muokkaamatonta oleva lähtöaineisto sekä maastomallista, jota muokataan ja yhteensovitetaan läpi suunnitteluprosessin ylläpidettäväksi lähtötietoaineistoksi. [4. s.49.]



Kuva 5. Esimerkki projektikansioista, jossa on eroteltu raaka-aine ja lähtötieto. [4.]

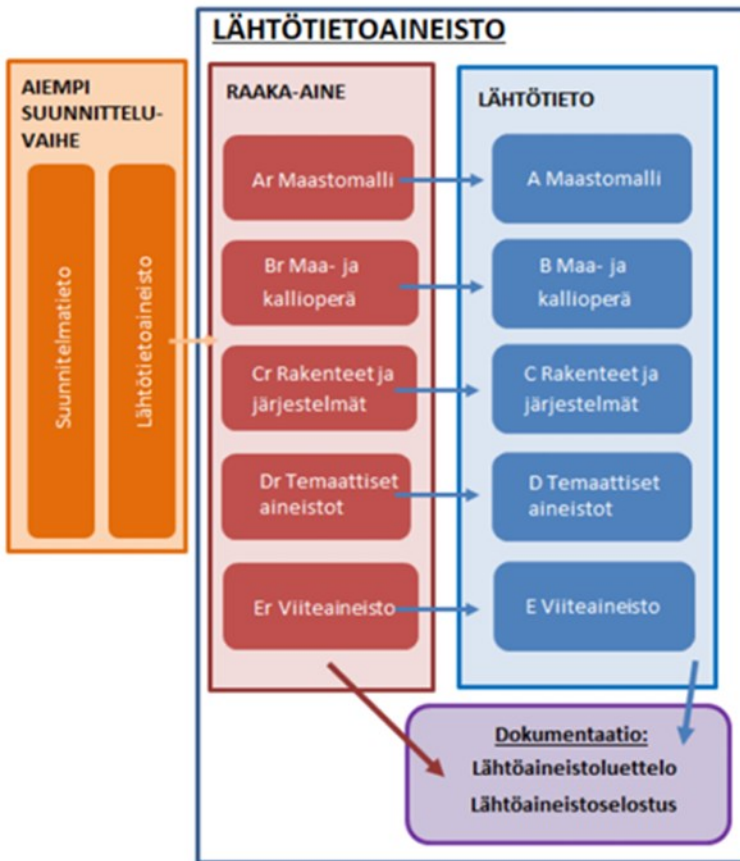
Lähtötietoaineistoon on koottu erilaisia lähtötietoaineistoja, mutta ei se ei ole vain sitä. Se on tietynlainen tapa koota, muokata ja hallita hankkeen lähtöaineistoa. Luotettavuus ja tarkkuus on erittäin tärkeää, joten aineistojen dokumentointi pitää tehdä huolellisesti. Tavoitteena on harmonisoida, eli yhteensovittaa lähtötietoaineisto mahdollisimman pitkälle suunnittelua ja rakentamista tukevaan muotoon. [20.]

Kun raaka-aine on harmonisoitu lähtötiedoksi, sitä tallennetaan samaan kansioon, mutta lähtötiedon nimen alle. On mahdollista, ettei raaka-ainetta tarvitsee muokata, mutta kuitenkin kopioidaan ja nimetään tarvittaessa uudestaan. [4.]



Kuva 6. Lähtötietoaineisto suunnitteluprosessissa. [4. s.49]

Lähtötietoaineiston kokoamiseen sisältyy aineiston lajittelu kansiorakenteen mukaan, joka vastaa vastuussa oleva suunnittelija. Lähtötietoaineisto eritellään eri kansioihin. YIV:n mukaan saadut tiedot sijoitetaan kansioihin A, B, C ja D. Uuteen hankkeeseen liittyvät dokumentit sijoitetaan kansioon E. Kuvassa 6 on esitetty lähtötietoaineiston kansiorakenne. [4.]



Kuva 7. Kaavio lähtötietoaineistojen kansiorakenteesta. [4. s.50]

Kansioissa löytyy erilaisia aineistoa ja karttoja. Alapuolella esimerkkejä niistä:

1) A Maastomalli:

- Maastomalli
- Mittausperusta
- Pintavesitiedot ja /tai-malli

2) B Maa- ja kallioperä:

- Pohjatutkimustulokset
- Maaperäkartat

- Kallioperäkartat
- Pohjavesitiedot

3) C Rakenteet ja järjestelmät:

- Vesihuoltoverkostot, kaivot
- Väylät ja kadut
- Sillat
- Valaistus

4) D Temaattiset aineistot:

- Kartta-aineistot (pohjakartat yms.)
- Kaava-aineistot
- Kiinteistörajat ja maanomistajatiedot





























5) E Viiteaineisto:

- Suunnitteluperusteet
- Muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat
- Maastokäyntien havainnot ja valokuvat

Lähtötietoaineiston kokoamiselle pitäisi varata aikaa hankkeen alkuun. Tavoite olisi koota lähtötietoaineisto mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta suunnittelijalla on heti käytössä lähtötietoaineisto suunnittelua varten. Lähtötietoaineistoa seurataan koko hankkeen ajalta ja päivitetään sen mukaan, kun syntyy uusia lähtötietoja, kuten uusia pohjatutkimuksia tai maastomittauksia. [20.]

2.6 Virheet inframallisuunnittelussa

Virheet aiheuttavat lisätöitä suunnitteluvaiheessa ja niitä halutaan välttää. Ne tuovat lisäkustannuksia ja aikataulut venyvät. Vaaka- ja pystygeometriat ovat yleissuunnitelmassa tärkeimmät elementit sekä osittain katusuunnitelmavaiheessa. Geometrialaskenta on toinen asia, joka saattaa tuoda ongelmia suunnitteluohjelmissa, koska se ei mene yleensä suoraan läpi. Tilaaja vaatii virheettömyyttä geometriassa. [14. s.46.]

Osakokonaisuus	YS	TS	RS
Vaakageometriat			
Pystygeometriat			
3D-viivaketjut			
Kolmioverkko, rajaukset ja reiät			
Kolmioverkko, tuplapisteet			
Kolmioverkko, kolmioiden koko			
Taiteviivojen ja pintojen jatkuvuus			
Vesihuolto, määrittelyt ja ominaisuudet			
Vesihuolto, sijainti ja korkeus			
			

Kuva 8. Osakokonaisuuksien merkittävyys inframallissa hankevaiheittain. [14.]

Huomioitavaa yleissuunnitelmavaiheessa on taiteviiva-aineiston laatu. Aineisto ei saisi sisältää viivasilppua. Viivojen ja pintojen jatkuvuuteen ei tarvitse kiinnittää huomiota tässä vaiheessa. Määrälaskentaan liittyvät seikat tulisi huomioida yleissuunnitelmavaiheessa. Vesihuollosta ei ole muita vaatimuksia kuin kuivatuksen periaatteet. [14. s. 48.]

Katusuunnitelmavaiheen mallinnusvirheillä on vaikutusta erityisesti silloin, kun mallia käytetään lähtöaineistona rakennussuunnitteluvaiheessa. Vaaka- ja pystygeometrian virheet aiheuttavat lisätöitä, mutta eivät estä suunnitteluprosessin etenemistä. Erityisesti tilaajat

kuitenkin painottavat geometrioiden virheettömyyteen, koska ne voivat aiheuttaa aluerajojen loukkauksia, joka on lainrikkomus. [14. s.49.]

Useissa tapauksissa on havaittu ongelmia, kun geometrioita kirjoitetaan IM3-formaattiin eri ohjelmistojen välillä. Tämä on johtanut esimerkiksi suuntakulmien tai pystygeometrian katkeiluun. [14. s.49.]

Vesihuollon putkien ja rakenteiden virheet voivat lisätä työmäärää jatkossa. Tiesuunnitelmavaiheessa on tärkeä tietää putkien ja rakenteiden lähtötietojen tarkkuus, jota voidaan hyödyntää lähtötietona. Putkien kaltevuudet tai kaivojen korot tulisi olla tarkkoja, jotta niitä pystyttäisiin hyödyntämään seuraavassa hankevaiheessa. [14. s.50.]

Pintamallit korostuvat rakennussuunnitteluvaiheessa enemmän kuin aiemmissa suunnitteluvaiheissa. Niiden virheet, kuten kolmiopintojen karkaaminen suunnittelualueen ulkopuolelle, aiheuttavat lisätyötä. Hyvälaatuinen pintamalli voi tukea määrälaskentaa ja havainnollistamista. Pintamallit kuitenkin tarkistetaan ja usein mallinnetaan uudelleen ennen toteutusta. [13.]

Viivojen ja pintojen jatkuvuusvirheet eivät ole niin kriittisiä, mutta voivat vaikuttaa määrälaskentaan, jos niitä ei hallita. Liittymien ei odoteta olevan täysin jatkuvia tiesuunnitelmavaiheessa. [13.]



Kuva 9. Esimerkki esiintyvistä virheistä inframallissa. Kolmiointi on osittain harvaa. [14.]

Koneohjausjärjestelmissä inframallien virheet voivat olla kriittisiä ja pahimmillaan pysäyttää koko työn. Erityisesti terää ohjaavissa järjestelmissä geometriset virheet, kuten puutteet taiteviivoissa tai kolmioverkoissa, vaikuttavat suoraan koneen toimintaan. Kaivavien koneiden kohdalla virheiden vaikutus on usein lievempi. [14. s.51.]

3D-viivaketjuissa esiintyvät virheet, kuten sopimattomat taiteviivojen pituudet vaikeuttavat aineiston hyödyntämistä työmaalla. Katusuunnitelmavaiheessa ongelma ei ole niin vakava kuin työmaalla. Tämä voi vaikuttaa myöhemmässä vaiheessa virheelliseen määrälaskentaan. [14.]

Pintamallien kolmioverkoissa esiintyy runsaasti virheitä, jotka voivat johtaa virheelliseen toteutukseen. Tavallisia ongelmia ovat liian tiheä tai harva kolmiointi, sisäkulmien epäselvyydet ja päällekkäiset pisteet. Liian tiheä kolmioverkko voi jopa kaataa koneohjausjärjestelmän ja pysäyttää prosessin. [5.]

Virheet saattavat lopulta vaikuttaa fyysisen rakenteen, kuten tien reunan, sijoittumiseen väärään korkeuteen. Tämän vuoksi mallien tarkkuus ja yhteensopivuus ovat ensiarvoisen tärkeitä, ja aineistojen laadunvarmistus on keskeinen osa onnistunutta toteutusta.

2.7 Inframallin tarkastusmenetelmät

Tietomallien laadunvarmistus ohjelmistojen ja järjestelmien algoritmien avulla on kehittynyt merkittävästi viimeisten vuosikymmenten aikana. Tarve testaamiselle on kasvanut ohjelmistojen monimutkaistuessa ja virheiden ollessa väistämättömiä. 1990-luvulla kehitetty IFC-formaatti mahdollisti modernin tarkastuksen, ja tänä päivänä eri ohjelmistot tukevat tiedonsiirtoa ja laadunvarmistusta vaihtelevin tavoin. [14.]

Inframallin laadunvarmistus kuuluu inframallin laatijalle, johon lisäksi kuuluu dokumentointi ja aineiston luovutus. Suunnittelija on vastuussa, että mallit ovat tehty oikein ja tarkistaa, ettei aineistoissa esiinny virheitä. [14.]

Inframallitarkastukset tehdään ohjelmilla, kuten esimerkiksi 3D-Win-ohjelmistolla, joka tarkistaa taiteviivojen, pisteiden ja kolmioiden vaatimukset. On suositeltavaa suorittaa tarkistukset erilaisilla ohjelmilla, jotta voidaan olla varmempia lopputuloksesta. [17.]

Suomessa käytetään erilaisia ohjelmistoja tarkistukseen kuten: Infrakit, Inframodel Analyzer tai Novatron LandNova-simulaattori, jossa voidaan tutkia mallia koneohjausjärjestelmässä. Soveltuu muun muassa laadunvarmistukseen, järjestelmän opiskeluun tai kaivokoneiden kuljettajien perehdytykseen. [17.]

Infrakit on ohjelmisto, joka mahdollista infrahankkeen seuraamista reaaliajalla. Ohjelmistolla pystytään tarkastamaan inframallipituuksia ja poikkileikkauksia kuten myös metatietoja. Näitten lisäksi Infrakitillä voi tarkastaa yhdistelmämallin avulla kahden tiedoston yhteensopivuutta. [17.]

Inframodel Analyzerin kanssa voidaan tutkia Inframodel-formaatissa olevia tiedostoja. Siinä pystyy tarkistamaan tiedoston yleistietoja, kuten mittayksiköitä sekä koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiä. Ohjelmisto kertoo myös ovatko rakennepinnat ja taiteviivat InfraBIM-nimikkeistön mukaisia. Inframodel-käyttöohje toimii Inframodel Analyzer-ohjelman apuvälineenä. [17.]

Esimerkiksi Isossa-Britanniassa käytettävä COBie-formaatti on pakollinen valtion rakennushankkeissa. On havaittu, että tietomalleissa voi esiintyä tuhansia virherivejä, vaikka virheprosentti onkin pieni. COBie-aineistoa tuotetaan eri tavoin: joko suoraan natiivimallista tai muuntamalla IFC:n kautta. Monimutkaisuus lisää virhealttiutta. [14.]

Tarkastustyökalut voidaan jakaa visuaalisiin, interaktiivisiin ja täysin automaattisiin työkaluihin. Esimerkkejä yleisistä tarkastusohjelmista ovat Solibri Model Checker, joka sisältää mm. laatumittarit ja törmäystarkastelun, sekä Autodesk Revit Model Checker, joka tarkistaa mallien parametrit ja geometriat fail/pass-perusteisesti. [14.]

Tarkastustyön haasteita aiheuttavat usein standardien epätarkat määrittelyt ja ohjelmistotoimittajien vähäinen panostus laadunvarmistukseen. Tämä on hidastanut mm. ISO 15926-standardin käyttöönottoa laajamittaisesti. [14.]

Luovutusaineiston tietosisältöä ja kattavuutta sekä rakennussuunnitelmamallia tarkastetaan inframallin tarkastusprosessissa. Dokumenttipohjaisia ja mallipohjaisia suunnitelmia tarkastetaan ristiin ristiriitaisuuksien vuoksi. Tarkistuksia suoritetaan ohjelmistoilla, jotka

tukevat inframodel-tiedonsiirtoformaatti-aineistoja sekä YIV-ohjetta noudattavia tiedonsiirtoformaatteja. [17.]

Rakennussuunnitelmavaiheessa virheiden havaitseminen ja korjaaminen on olennaista ennen rakennustöiden aloittamisesta. Yleensä mallien lisäksi löydetään puutteita liittymäalueiden, sivuteiden, kuivatuksen, kaivojen, putkilinjojen osalta. Virheet johtuvat esimerkiksi taiteviivojen katkoista, kolmioinnin virheistä, ristiriidoista suunnitelmien kanssa yms. [17.]

Inframallin tarkastaja, eli suunnittelija, ottaa vastuun heti kun alkaa tekemään korjauksia. Korjauksessa pitää olla tarkka ja tehdä korjauksissa yhtä asiaa kerrallaan, ettei vahingossa muuta toista olennaista tietoa. [17.]

3 Lähtöaineisto katusuunnittelussa

3.1 Lähtötietoaineiston merkitys

Katusuunnittelu on moniulotteinen prosessi, jossa yhdistyvät tekninen osaaminen, kaupunkirakenteen ymmärrys sekä yhteiskunnalliset ja ympäristölliset näkökulmat. Jotta suunnitteluratkaisut olisivat toimivia, kestäviä ja toteutuskelpoisia, niiden on perustuttava tarkkaan ja luotettavaan lähtötietoaineistoon. Lähtötiedot muodostavat koko suunnittelutyön perustan, ilman niitä ei voida tehdä realistisia ja tarkoituksenmukaisia ratkaisuja katuverkon kehittämiseksi. [12.,4.]

Lähtötietoaineisto sisältää useita eri osa-alueita. Niihin sisältyy muun muassa maastomallit, kartat, pohjatutkimustulokset, olemassa oleva johtoverkosto, rakenteet yms. Jokainen näistä tiedonlajeista vaikuttaa suoraan siihen, millaisia ratkaisuja suunnitteluprosessissa voidaan esittää. [20.] Esimerkiksi maaperän laatu ohjaa rakenteellisia valintoja, kun taas liikennetiedot määrittävät tarpeen esimerkiksi kaistamäärille, liittymäratkaisuille tai kevyen liikenteen järjestelyille. Vastaavasti kaavatiedot ja rakennettu ympäristö asettavat reunaehdot katualueiden sijoittelulle ja mitoitukselle.

3.2 Lähtötiedon kerääminen

Lähtötietoaineiston kerääminen alkaa yleensä heti hankkeen suunnittelutyön toimeksianton jälkeen. Sen kerääminen tulee aloittaa tarpeeksi ajoissa, koska se on työvaihe, joka voi viedä paljon aikaa. Lähtötietoaineistoa on hyvä koota jo hyvissä ajoissa, jotta hankkeen suunnittelu ei viivästyisi ja suunnittelijalla olisi mahdollisimman nopeasti käytössä tarvittava materiaali. [4. s.15,49,55.]

Lähtötietojen kerääminen on monivaiheinen ja huolellisuutta vaativa prosessi. Ensimmäinen vaihe on tiedontarpeen määrittely. Suunnittelijoiden on ymmärrettävä, millaista tietoa kyseinen hanke edellyttää. Tämän jälkeen kartoitetaan olemassa oleva tieto, jota pyritään hyödyntämään mahdollisimman laajasti.

Usein esimerkiksi kunnilla ja viranomaisilla on käytössään paikkatietojärjestelmiä, joista saa ajantasaisia kartta-aineistoja, johtotietoja ja kaavatilanteen. Mikäli olemassa oleva tieto on puutteellista tai vanhentunutta, turvaudutaan maastotutkimuksiin, kuten maastomittauksiin tai pohjatutkimuksiin. Helsingin kaupungilla on palvelu nimeltään Soili, josta on mahdollista saada mm. kairauspisteet toivotulta alueelta. Katusuunnittelussa hyödyllisiä paikkatietopalveluita ja avoimia rajapintoja tarjoavia tahoja ovat mm. kaupungit, kunnat, Maanmittauslaitos sekä Väylävirasto. Näiden tarkoituksena on varmistaa, että suunnittelu päätökset perustuvat todelliseen ja ajankohtaiseen tilanteeseen. [4. s. 59.]

Lähtötietoaineiston laatijan vastaanottaessa raaka-aine, hänen tulee tarkastaa vastaanotettu aineisto huolellisesti ja ottaa huomioon seuraavat asiat kuten: ajantasaisuus, puutteet, tarkkuus ja aineiston sisältämät virheet. On tärkeä dokumentoida puutteet aineiston luotettavuuden kannalta. [4. s.69.]

Raaka-ainetta tilattaessa lähtöaineistoa varten tulee huomioida aineiston tavoitteet. Tarkoitus on yhdenmukaistaa aineistot mallipohjaisen suunnittelun mahdollistavaan muotoon. Raaka-ainetta tulisi hankkia avoimista tiedonsiirtoformaateista tai oikeassa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä. Hankittu tieto tulisi muokata sovittuun muotoon, jos tilattu raaka-aine ei ole sovituissa formaateissa. [4. s.57.]

Erityisen tärkeää lähtötietojen keruussa on tiedonhallinta ja laadunvarmistus. Suunnittelun eri osapuolet tarvitsevat tietoa yhtenäisessä ja yhteensopivassa muodossa. Yhä useammin lähtötiedot viedään paikkatietopohjaisiin järjestelmiin tai tietomalleihin, joissa ne ovat helposti päivitettävissä ja jaettavissa suunnittelutiimin kesken. Tietojen oikeellisuus, kattavuus ja ajantasaisuus tarkistetaan ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista. [13.]

Hyvin kerätty ja hallittu lähtötietoaineisto parantaa suunnittelun laatua, nopeuttaa suunnitteluprosessia ja vähentää virheiden riskiä niin suunnittelussa kuin toteutuksessa. Se tukee myös päätöksentekoa ja mahdollistaa sidosryhmien osallistamisen suunnitteluun entistä tehokkaammin. Lähtötietojen merkitys ei siis rajoitu pelkästään tekniseen toteutukseen, vaan se on keskeinen osa koko hankkeen onnistumista. [13.]

3.3 Lähtötietoaineiston muokkaaminen

Lähtötietoaineiston kerääminen on vasta ensimmäinen vaihe katusuunnitteluprosessissa. Sen jälkeen, kun tiedot on koottu eri lähteistä, ne täytyy muokata ja jalostaa suunnittelukelpoisiksi. Tämä muokausvaihe on ratkaisevan tärkeä, sillä vain huolellisesti käsitelty aineisto mahdollistaa laadukkaan ja toteuttamiskelpoisen suunnitelman laatimisen. [4. s.15.]

Lähtötietojen hankinnan jälkeen on hyvä aloittaa lähtöaineistoluettelon päivittämistä. Luettelon avulla voidaan selkeyttää projektin sisällä työskentelevien vastuutuksia. Jokainen merkitsee pyydetyt lähtöaineistot, milloin niitä on pyydetty ja kuka niitä pyysi. Tämän avulla aineiston vastaanottaja voi tarkistaa aineiston ja pyytää korjaamaan puutteet henkilöltä, joka on ollut vastuussa. [4. s.69.]

Ensimmäinen vaihe aineiston muokkauksessa on tiedon tarkistaminen ja puhdistaminen. Tämä tarkoittaa sitä, että kerätty aineisto käydään kriittisesti läpi: virheelliset, ristiriitaiset tai vanhentuneet tiedot poistetaan tai korjataan. Esimerkiksi jos eri tietolähteet antavat ristiriitaisia tietoja johtojen sijainnista tai kaavamerkinnoistä, asia selvitetään tarkemmilla lähteaineistoilla tai maastokäynneillä. [4. s.28.]

Seuraavaksi aineisto yhtenäistetään teknisesti, jotta se on yhteensopivaa suunnitteluohjelmistojen ja tietomallien kanssa. Lähtötiedot voivat alun perin olla eri formaateissa, mitta-kaavoissa tai koordinaattijärjestelmissä. Ne muunnetaan yhteiseen järjestelmään, usein

käytetään esimerkiksi valtakunnallista koordinaattijärjestelmää ja tietomalleissa yleisesti hyväksytyjä tiedostomuotoja, kuten IFC tai DWG. Yhtenäistäminen varmistaa, että kaikki suunnittelun osa-alueet voivat hyödyntää samaa pohjatietoa virheettömästi. [4. s.21.]

Tämän jälkeen aineisto jalostetaan suunnittelua tukevaksi. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi maastomallin muokkaamista siten, että siitä saadaan selkeä digitaalimalli katualueen korkeustiedoista, maaperäkerroksista ja muista geoteknisistä ominaisuuksista. Johtotietoa-aineistosta erotellaan olennaiset tiedot, kuten syvyudet ja sijainnit, ja ne yhdistetään suunnittelumalliin esteiden tai rajoitteiden tunnistamiseksi. [4. s.60]

Muokkausvaiheeseen kuuluu myös aineiston täydentäminen. Jos havaitaan puutteita, esimerkiksi yksittäinen liittymä ei näy kartta-aineistossa tai pohjatutkimuksia ei ole tehty kriittisellä alueella, suunnittelijat voivat tilata lisäselvityksiä tai täydennysmittauksia. Näin varmistetaan, että päätökset perustuvat kattavaan ja luotettavaan tietopohjaan. [13.]

3.4 Lähtöaineiston dokumentointi

Lähtötietoaineiston dokumentointi on koostunut kahdesta asiakirjasta. Asiakirjat ovat lähtöaineistoluettelo ja lähtöaineistosiselustus. Jälkimmäinen niistä on osa tietomallisiselostusta. Tietomallisiselustus on dokumentaatio lähtötietoaineiston tilasta ja sisällöstä. [4. s. 10, 69.]

Lähtöainesluetteloon dokumentoidaan huolellisesti lähtöaineistoihin liittyvää tietoa. Esimerkiksi alkuperä- ja metatiedot, tehdyt muokkaustoimenpiteet sekä aineistossa esiintyvät virheet ja puutteet. Lähtöaineistoluetteloä pidetään tarkkana kuvauksena koko lähtöaineistosta ja se tehdään, kun muodostetaan lähtöaineistoa. [4. s. 69.]

RAAKA-AINE								
1. tason alaluokka	2. tason alaluokka - koodi	2. tason alaluokka - nimi	3. tason alaluokka - koodi	3. tason alaluokka - nimi	4. tason alaluokka - koodi	4. tason alaluokka - nimi	Tiedostonimi	Aineiston kuvaus
A Maastomalli	A20	Maastomalli	A21	Laserkeilaus	x	x	L14565.laz, L14567.laz	MML:n automaattiluokiteltu keilaus vuodelta 2015.

Saatu (pvm)	Vastaanottaja	Alkuperäislähde	Keneltä saatu	Koordinaatisto	Formaatti	Lisätiedot / erityishuomiot / riskit
1.6.2018	N.N.	Maanmittauslaitos	N.N.	TM35 / N2000	laz	Ei korjattu stereomallivasteisesti.

Kuva 10. Esimerkki lähtöaineistoluettelon osasta.

Lähtöaineistoselostuksen tavoitteena on lisätä läpinäkyvyyttä ja tarjota syvempää ymmärrystä siitä, miten lähtötiedot ovat vaikuttaneet suunnitteluun. Se palvelee sekä nykyistä suunnitteluprosessia että myöhempiä tarkasteluja, esimerkiksi jos suunnitelma joudutaan arvioimaan uudelleen tai päivittämään tulevaisuudessa. [4. s. 10, 69.]

Lähtöaineistoluettelon ja lähtöaineistoselostuksen on tarkoitus olla kaksi toisiaan täydentävää asiakirjaa, ja niitä laadittaessa on pyrittävä välttämään asioiden turhia ja päällekkäisiä kirjauksia. [4. s. 69.]

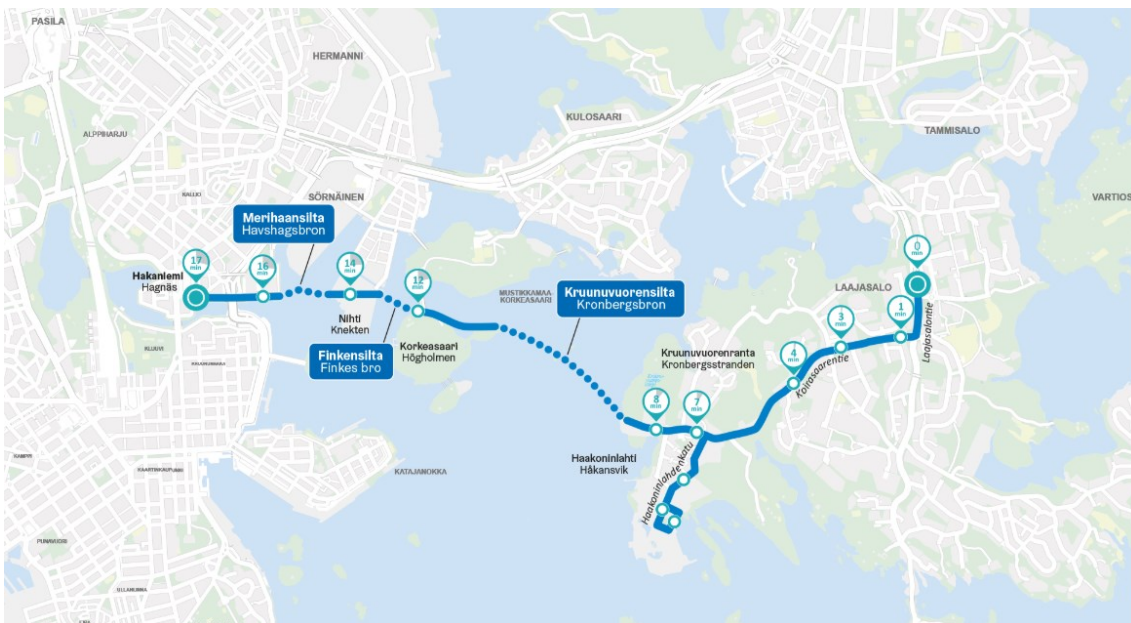
Projektin päättyessä lähtötietoaineiston kansio luovutetaan tilaajalle eriteltynä raaka-aine- ja lähtötieto-kansiot sekä lähtöaineistoluettelon ja -selostus. Lähtötietoaineisto luovutetaan osana hankevaiheen muuta kansiorakennetta, ellei lähtötietoaineistoa muodosteta omana toimeksiantonaan. Luovutusmuoto sovitaan erikseen tilaajan ja muun asiaan kuuluvan tahon kesken. [9.]

4 Case: Kruunusillat

4.1 Hanke yleisesti

Vuoteen 2027 menneessä Helsingin kaupunkiin rakentuu uusi raitiotieyhteys joka yhdistää Laajasalon, Korkeasaaren ja Kalasataman Hakaniemeen. Kruunusillat-raitiotien tavoite on saada kasvavalle Laajasalolle joukkoliikenneyhteys keskustaan. Uusi raitiotieyhteys vähentää olemassa olevan liikenteen ylikuormitusta keskustan ja Laajasalon väliltä. Helsingin kaupungin viime vuosien tavoite rakentaa uusia kestäviä kulkumuotoja on otettu hyvin huomioon tässä projektissa. Joukkoliikenteen lisäksi rakennetaan uusia kävely- ja pyörätietoja, jotka helpottavat asukkaiden kulkemista keskustaan muutoin kuin raitiovaunulla. Etäisyys Kruunuvuorenrannasta Rautatieasemalle lyhenee 5,5 km uuden linjan ansioksi. [10.]

Raitiotieliikenne alkaa vasta 2027, mutta pyöräilijät ja jalankulkijat pääsevät kulkemaan jo aikaisemmin Kruunuvuorensillalle keväällä 2026 ja Merihaansilta on ollut juhannusviikosta 2025 auki jalankulkijoille. [10.]



Kuva 11. Uusi raitiotie Laajasalosta Hakaniemeen. [10.]

Yhteys Laajasalosta Hakaniemeen on tämän prosessin ensimmäinen osa. Tulevaisuudessa jatketaan yhteyttä Hakaniemestä kohti kaupungin keskustaa, jonka lopullinen päätepysäkki olisi Länsisatama. Aikataulun toisesta vaiheesta ei ole vielä päätetty. Helsingin

kaupungilla on muita projekteja kaupungin keskustassa, jotka määrittävät osittain toisen vaiheen aloittamista. [11.]

4.2 Puutteita lähtöaineistossa

Kaivutöiden yhteydessä Hakaniemestä löytyi ennalta tuntematon betonirakenne maan alta. Rakennetta ei ollut vanhoissa pohjakartoissa eikä muissa suunnittelun asiakirjoissa merkitty. Tällaiset tapaukset avaavat kysymyksen, miten tämä jäi huomioimatta tai miksi sitä ei oltu merkitty kaupungin aineistoihin. Tuntemattomien kaapeleitten tai vanhojen johdoton löytäminen työmailla on osittain tyypillistä. Niitten syyt voivat olla erilaisia. Mahdollisesti dokumentoinnin puute tai yksityisten tahojen omistamat johdot, joita kaupungille ei ole ilmoitettu. Kaupungin alueella sijaitsee maanpinnan alapuolelta todella vanhoja putkia, josta ei välttämättä ole tietoa.

Väestönsuoja, joka tässä tapauksessa löydettiin, pitäisi olla merkittynä pelastussuunnitelmaan. Väestönsuojan hätäpoistumisreitien sijainti on tarkoitus rakentaa rakennuksen ulkopuolella. Rakennuksen tuhoutumisessa rakennuksen asukkailla olisi parempi mahdollisuus päästää ulos. Pelastussuunnitelman lisäksi hätäuloskäynnin sijainti pitäisi löytyä myös suojan rakennuspiirustuksesta, jonka asiakirjan saa rakennusvalvonnasta. [22.]

Keskustelussa suunnittelijan kanssa, joka oli projektissa mukana, kertoi, että mahdollisesti tämä rakenne jäi huomioimatta lähtötietoaineiston keräämisen vaiheessa. Ajankohtana kun aineistoa kerättiin, jäi selvittelemättä katuja ympäröivien rakennuksien piirustukset, jotka olisivat voineet kertoa tämän rakenteen olemassaolosta. Tämän takia on tärkeää jättää riittävästi aikaa asiakirjojen tai piirustusten etsimiseen. Väestönsuojan löytäminen vaikutti hankkeen aikatauluun sekä lisätöihin, kun jouduttiin selvittämään, millainen rakenne se oli ja kenen omistama. [13.]



Kuva 12. Kruunusillat hanke. Löytynyt väestönsuoja kaivutöiden yhteydessä. [22.]

Suunnitteluvaiheessa tiedettiin rakenteiden olevan vanhoja. Suunnittelija viittaisi vanhoihin johtoihin, jotka olisivat voineet esiintyä, vaikka niitä ei ollut merkitty johtokarttoihin. Varsinkin ydinkeskustan alueella, jossa on paljon tekniikkaa maan alla, on todella yleistä löytää johtolinjoja, jotka eivät näy suunnittelussa. Tässä hankkeessa on löytynyt vanhoja johtojen lisäksi kaapelikaivoja, jotka eivät myöskään ole olleet merkinnöissä. [13.]

Helsingin kaupungilta saadut lähtötiedot olivat puutteellisia. Suunnittelijan vastuulla on kuitenkin varmistaa, että kaikki aineisto on otettu vastaan, joten voidaan varmistaa oikeanlainen menettelytapa. Vastaava suunnittelija olisi joutunut tarkistamaan arkistoista vielä tarkemmin. Joskus kiireelliset aikataulut eivät mahdollista hyvää lähtötietoaineistoon paneutumista. On tärkeää varata riittävästi aikaa, että voidaan vähentää yllätystapauksia. [13.]

Pysyvien rakenteiden rakentamiseen katu- tai puistoalueille täytyy hakea sijoituslupaa kaupungilta. Sopimus solmitaan kiinteistön tai rakenteen omistajan tai haltijan kanssa. Sijoitussopimusta ei aina ole tarvittu, joten vanhoja rakenteita on joskus voitu rakentaa ilman kaupungin myöntämää lupaa. Tällöisissä tapauksissa kaupungilla ei välttämättä ole piirustuksia rakennelmista, joka vaikuttaa tulevien projektien tietojen keräämiseen. [7.,15.]

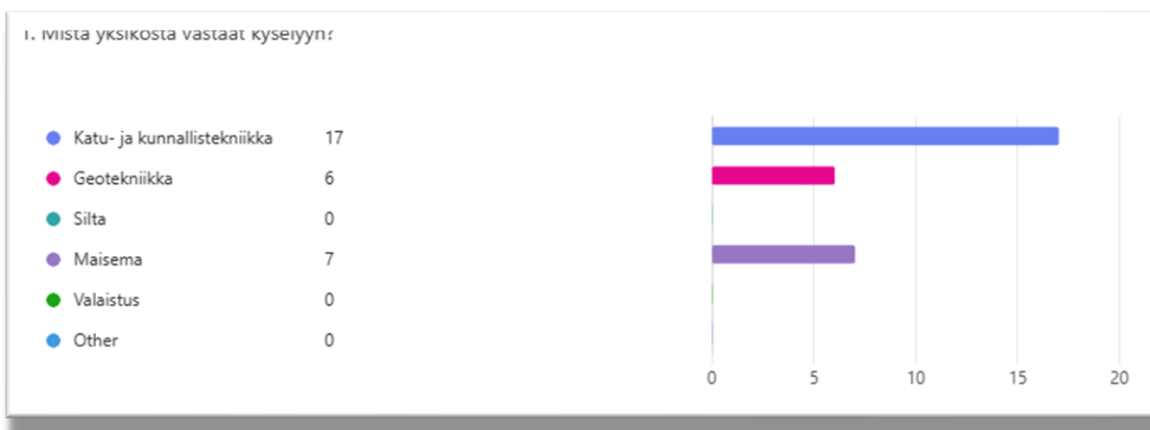
5 Kokemukset suunnitteluyrityksessä

Tutkimusosuus opinnäytetyötä varten toteutettiin kyselymuotoisena. Kyselyä jaettiin sisäisesti Rambollin yksiköihin, jotka tekevät yhteistyötä katu- ja kunnallistekniikan yksikön kanssa. Tämä henkilökohtainen kysely lähetettiin 161 asiantuntijalle ja siihen vastasi 30 henkilöä, joka vastaa 18,6 % kaikista asiantuntijoista. Kyselyyn sisältyi 16 kysymystä, joista avoimia kysymyksiä oli 5 kappaletta. Kysymysten vastausten yhteydessä on esitetty myös tilastollinen tuloste kuvissa 13...23. Kysely toteutettiin Microsoft Forms -alustalla täysin anonyyminä.

Kyselyn tarkoituksena oli kerätä yrityksen eri yksiköiden kokemuksia lähtötietoaineiston keräämisestä sekä saada asiantuntijoilta mielipiteitä käytännöistä, joita voitaisiin kehittää. Vastausten perusteella voitiin miettiä parempia vaihtoehtoja, joten saataisiin sulavampi prosessi.

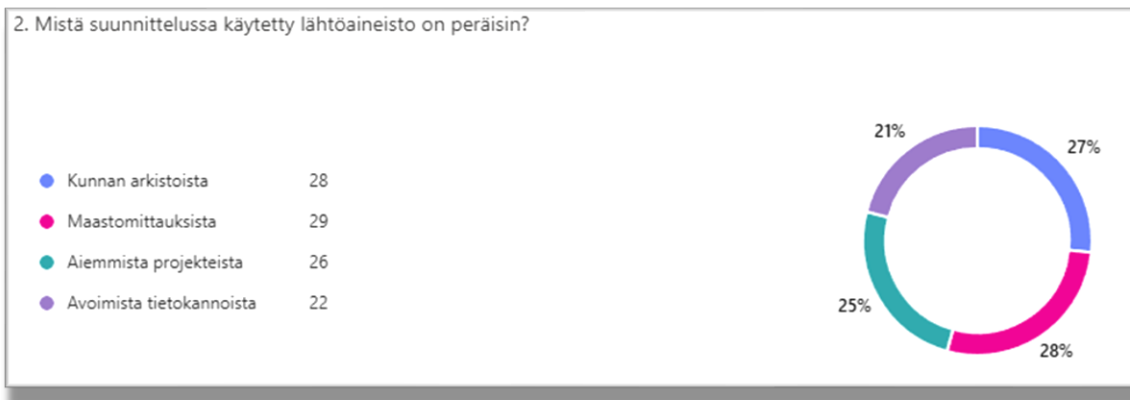
5.1 Kyselyn tulokset

Kysely lähetettiin katu- ja kunnallistekniikan, geotekniikan, silta-, maisema- sekä valaistusyksiköihin. Tarkoituksena oli saada muista yksiköistä kokemuksia ja mietteitä, jotka olisivat voineet antaa lisäarvoa tutkimuksen tulokseen.



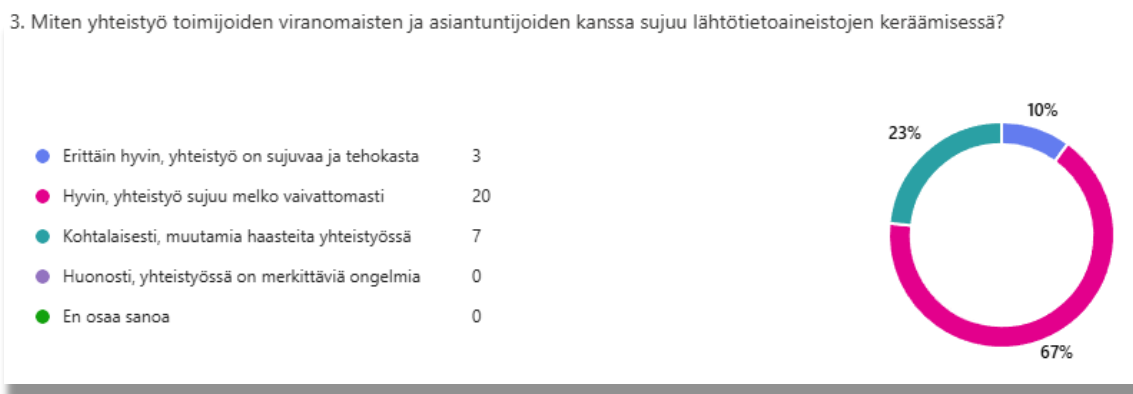
Kuva 13. Kuinka moni yrityksen yksiköistä osallistui kyselyyn.

Vastaajista 57% kuului katu- ja kunnallistekniikkayksikköön, 23% geotekniikkayksikköön ja 20% maisemayksikköön. (Kuva 13.)



Kuva 14. Aineistonkeruupaikka.

Lähtöaineiston keräämisessä on tärkeä selvittää, mistä lähtötietoa voidaan kerätä. Kuten kuvasta 14 havaitaan, lähtötietoja joudutaan hakemaan eri lähteistä. Lähtötietoja voi kerätä kuntien avoimista tietokannoista tai pyytämällä oikeuksia, jotka mahdollistavat pääsyn aineiston saamiseen. Muutamia avoimia rajapintoja tarjoavia tahoja ovat mm. Maanmittauslaitos, Geologian tutkimuskeskus tai Väylävirasto. (Kuva 14.)



Kuva 15. Yhteistyön sujuminen viranomaisten kanssa.

Suurin osa vastaajista on ollut tyytyväisiä yhteistyöstä eri viranomaisten ja asiantuntijoiden kanssa. 67% vastaajista vastasi, että yhteistyö sujui hyvin ja melko vaivattomasti. Kuitenkin 23% vastasi, että yhteistyö sujui kohtalaisesti ja siinä oli muutamia haasteita. On

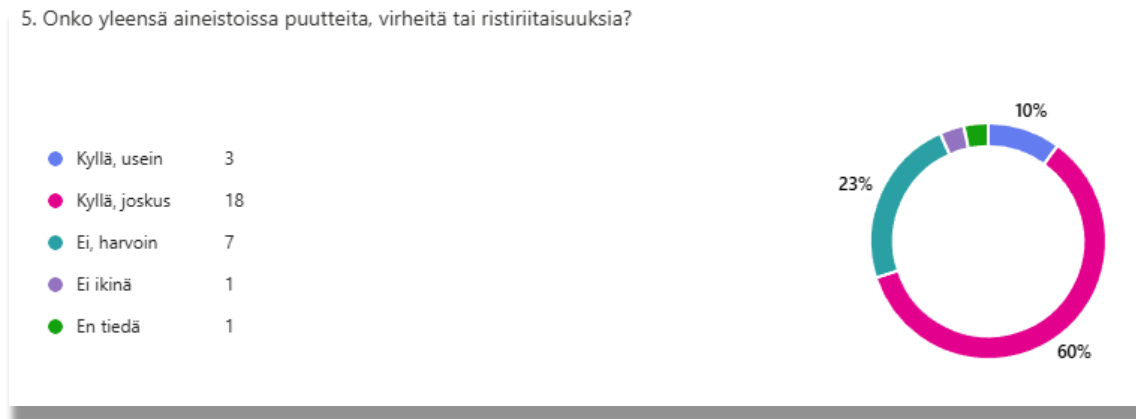
saattanut kestää monta viikkoa ennen kuin on saatu tilattu ja korjattu materiaali. 10% vastasi että yhteistyö on sujunut erittäin hyvin ja on ollut tehokasta. (Kuva 15.)

Kyselyssä kysyttiin avoin kysymys, pitäisikö tiedon keräämisen menetelmää kehittää tai päivittää, ja sieltä tuli tärkeitä asioita esiin. Kysymykseen saatiin 16 vastausta. Vastauksista on tullut ilmi vaikeus materiaalien saamisessa suurimmissa kunnissa kuten Helsinki, Espoo ja Vantaa. Karttapalveluissa on vähemmän materiaalia tai kaikkea tarpeellista ei ole saatavilla, mikä venyttää suunnittelijoiden aikatauluja. Maanmittauslaitokselta on saanut positiivista palautetta. Sieltä on voinut esimerkiksi itse rajata tarvittavia aineistoja ja alueita.

Kuntien arkistoissa olevat sähköiset dokumentit, kuten skannatut aineistot, ovat olleet joskus huonolaatuisia, ja se on johtanut epätarkkoihin tuloksiin. Väärillä tai tarkastamattomilla lähtötiedoilla suunnittelulla on iso vaikutus rakentamisen aikaiseen suunnitteluun. Työmäärä lisääntyy merkittävästi, kun joudutaan rakentamaan kiireisessä ympäristössä suunnitelmien perusteella, jotka eivät tue oikeaa kokonaisuutta.

Asiantuntija kertoo tarpeesta yhtenäistää tiedot hankkeittain. Sieltä löytyisivät eri tahojen osoitteet ja tiedot tarvittavista kartta-aineistoista sekä tiedot aineistoista, joiden toimittaminen on tilaajan vastuulla. Tämä jakaisi vastuutuksia paremmin ja kaikki osapuolet olisivat selvillä omista vastuistaan.

Tarvittavan lähtötietoaineiston yhdistäminen yhteiseen palveluun on tullut esiin moneen otteeseen ja suunnittelutyön suhteen se olisi suurin kehitysmahdollisuus lähtötietoaineiston keräämiselle. Tämä menettelytapa vähentäisi työmäärää sekä vaikuttaisi positiivisesti virheiden vähentämiseen. Tarkistukseen olisi enemmän aikaa ja kokonaiskuva aineistoista olisi valmiina.



Kuva 16. Virheiden määrä aineistoissa.

Virheitä tai puutteita ei esiinny aina, mutta on kuitenkin hyvin mahdollista, että vastaan tulee asioita, joista ei ollut tietoa tai ne on merkitty väärin tiedostoihin. Vastaajista 60% vastasi, että joskus on puutteita, virheitä tai ristiriitaisuuksia.

23% vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että harvoin esiintyy näitä ongelmia. 10% vastasi usein, 3% että ei ikinä ja 3% että en tiedä. (Kuva 16.)

Jatkokysymyksenä edelliseen kysyttiin, millaisia virheitä on esiintynyt. Tähän kohtaan saatiin 21 vastausta, jotka viittasivat suurimmaksi osaksi samoihin ongelmiin. Mittauksissa mitaajan tulkinnat saattoivat olla virheellisiä, jotka ovat johtuneet esimerkiksi poikkeuksista johtokartoissa tai ovat olleet ristiriidassa aineiston kanssa. Yleinen virhe johtokartoissa on ollut korkovirheet. Lähtökohtaisesti tiedot on mitattava uudelleen.

Maisemayksikössä on esiintynyt välillä virheitä Metsäkeskuksen aineistoissa. Jotkut heiltä saadut aineistot ovat suuntaa antavia ja väärinä. Kuntien luontoselvitykset ovat olleet joskus laadultaan heikkoja ja vanhentuneita. Karttoja on puuttunut lähtötiedoista, mikä on vaikeuttanut merkittävästi luontotiedon hyödyntämistä.

Monet ovat painostaneet tässä kohdassa myös virheiden vaikutuksesta aikatauluun. Aineiston lähettämiseen kunnille ja korjatun version saamiseen voi kulua monta viikkoa.

7. Onko lähtöaineistot yleensä ajantasaisia ja riittävän tarkkoja?

● Kyllä, usein	13
● Kyllä, joskus	16
● Ei, harvoin	1
● En tiedä	0

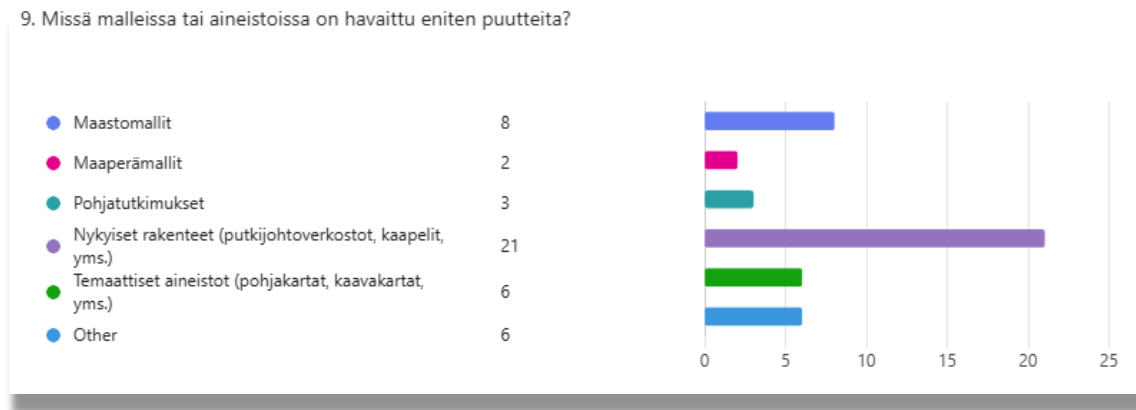


Kuva 17. Lähtöaineiston ajantasaisuus ja tarkkuus.

Asiantuntijat olivat siitä mieltä, että lähtötietoaineistot ovat olleet ajantasaisia ja tarkkoja ainakin osittain. 53% vastanneista valitsivat kohdan ”Kyllä, joskus”, joka hyvin vastaa tähän työn ongelmaan. 43% asiantuntijoista vastasi lähtötietojen olleen usein ajantasaisia ja riittävän tarkkoja. 3% vastasi, että ne pitävät paikkansa harvoin. (Kuva 17.)

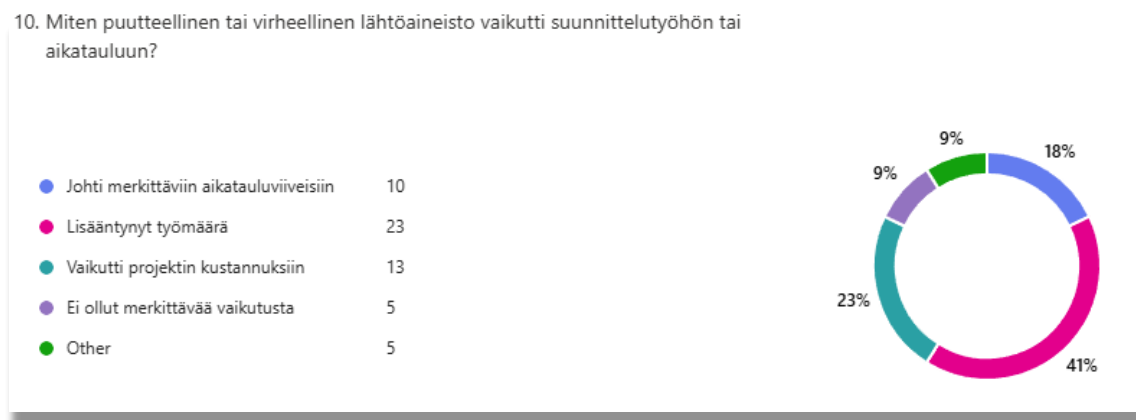
Jatkokeskustelunä haluttiin selvittää, miksi ne eivät ole ajantasaisia ja riittävän tarkkoja. Kysymykseen saatiin 9 vastausta, joista tuli mielenkiintoisia asioita esiin. Hyvin usein aineisto on vanhentunutta eikä vastaa enää todellisuutta. Esimerkiksi kantakartoissa tai johtokartoissa on tullut vastaan asioita, jotka eivät pidä paikkaansa, joten tietoja joudutaan päivittämään. Johtokartoista on joskus puuttunut linjojen kokoja, putkien materiaali sekä putkien korot.

Geosuunnittelussa maalajitieto on ollut puutteellista ja hajanaista, kun sitä ei ole kerätty systemaattisesti. Asiantuntija kuitenkin kertoi sen olevan aineiston ominaisuus eikä varsinaisen vika.



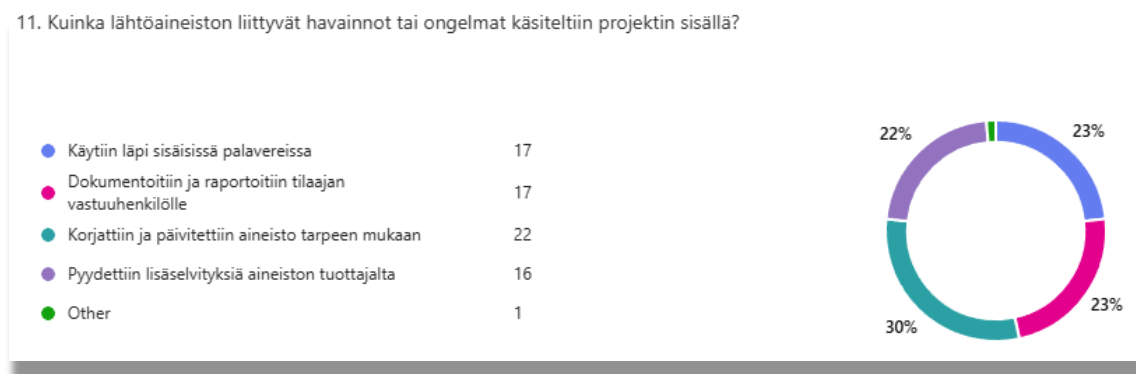
Kuva 18. Mistä suunnittelun osa-alueista eniten löydettyjä puutteita aineistossa.

Kun lähtötietoja kerätään, puutteita voi esiintyä erilaisissa aineistoissa. Kyselyyn vastanneet asiantuntijat ovat kertoneet eniten olevan puutteita nykyisissä rakenteissa, kuten johdoverkostokartoissa. 46% asiantuntijoista oli sitä mieltä. Maanalaisissa rakenteissa on eniten puutteita seuraavista syistä. Jotkut esimerkit voivat olla mm. johtokartat eivät päivity riittävän nopeasti, todella vanhoja rakenteita, josta ei ole tietoa tai ilman kaupungilta saatu luvalla rakennettu rakenne. 17% vastasi, että maastomalleissa on havaittu myös puutteita. 13% vastasi, että puutteita havaittiin temaattisissa aineistoissa kuten pohja- tai kaavakartoissa. 13% asiantuntijoista on lisännyt omia esimerkkejä aineistoista, joissa on havaittu puutteita tarkemittauksissa, Metsäkeskuksen metsävarakuvioiden ja Luontokeskuksen valtakunnan metsien inventoinnissa. 7% vastasi, että puutteita on ollut pohjatutkimuksissa ja 4%, että puutteita on ollut maaperämalleissa. (Kuva 18.)



Kuva 19. Puutteiden ja virheiden vaikutus suunnittelutyöhön.

Työssä tuli ilmi monesti virheiden vaikutus työhön ja aikatauluun. Tässä kysymyksessä suurin osa vastaajista kertoi virheiden vaikuttaneen erityisesti työmäärään. 41% suunnittelijoiden virheet vaikuttivat työmäärään. 23% suunnittelijoista vastasi virheiden vaikuttaneen projektin kustannuksiin lisätöiden muodossa. 18% vastasi virheiden johtaneen merkittäviin aikatauluviiveisiin, koska korjauksia joutui odottamaan. 9% oli sitä mieltä, että virheet eivät vaikuttaneet merkittävästi suunnitteluprosessiin. Lopuksi 9% lisäsi muita vaikutuksia, kuten urakan aikana tulevat lisätyöt. Työmaavaiheessa joskus on jouduttu suunnittelemaan uudestaan paikkoja ja sen myötä jouduttu käyttämään lisää resursseja. (Kuva 19.)

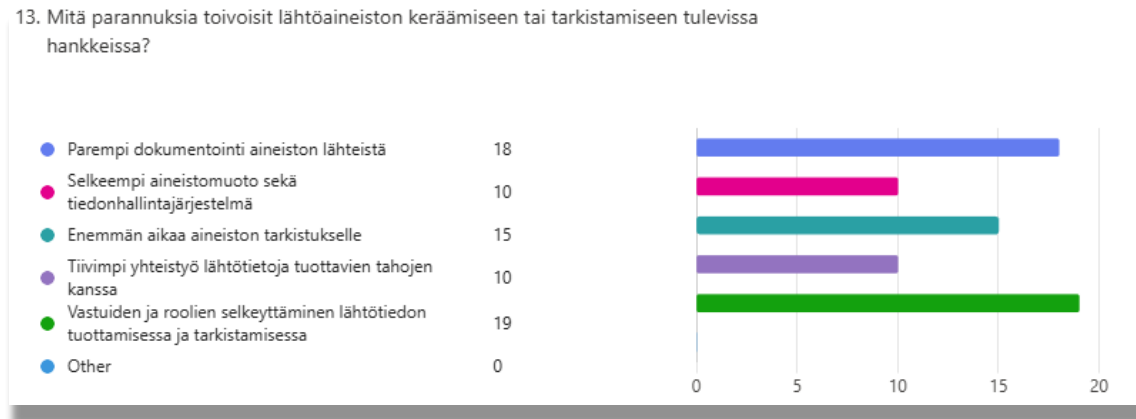


Kuva 20. Ongelmien käsittely projekteissa.

Ongelmia havaittaessa 30% asiantuntijoista vastasi, että virheet tai puutteet korjattiin ja päivitettiin aineiston tarpeen mukaan. 22% suunnittelijoista pyysi lisäselvityksiä aineiston tuottajalta, esimerkiksi kunnalta tai muulta julkiselta taholta. 23% vastanneista kertoi käyneensä läpi havaitut ongelmat sisäisissä palavereissa. 23% on dokumentoinut virheet ja raportoinut ne tilaajan vastuuhenkilölle. 1% vastaajista kertoi täydentäneensä aineistoa käymällä maastokäynneillä. (Kuva 20.)

Jatkokysymyksenä kysyttiin suunnittelijoilta, olisiko esiintyneet ongelmat voitu ehkäistä jollain tavalla. Kysymykseen saatiin 16 vastausta, joissa suurin osa mainitsi, ettei ongelmia pysty yrityksen sisällä välttämään. Asiantuntija oli sitä mieltä, että ongelma voitaisiin välttää tilaajan puolelta tarkistamalla materiaalit ennen niiden julkaisemista. Toinen asiantuntija viittasi asiaan kertomalla, että aineiston päivityssykli on yleensä noin vuosi, jona aikana joskus ehditään rakentamaan paljon. Hän lisäsi, että on tärkeää käydä kohteessa vertaamalla lähtötietoja ajantasaisiin suunnitelmiin.

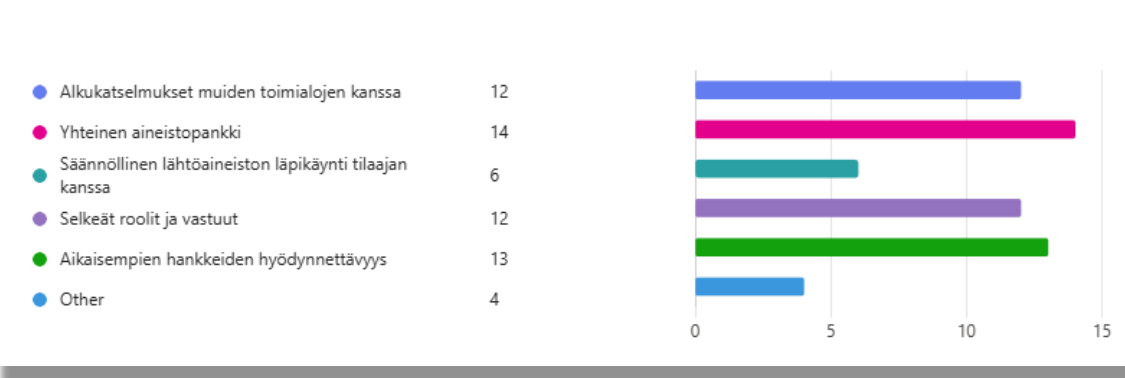
Oltiin myös sitä mieltä, että vähemmän kiire projektin aikana olisi helpottanut ongelmien ehkäisemistä. Parempi kommunikaatio projektin sisällä tilaajan kanssa olisi voinut auttaa, jotta vastuu tulkinnoista ei jäisi ainoastaan suunnittelijalle.



Kuva 21. Parannusehdotuksia seuraaville projekteille.

Kysymyksessä 13. mietittiin hyviä vaihtoehtoja tuleville hankkeille, joista asiantuntijat olivat samaa mieltä valmiiden vaihtoehtojen kanssa. 26% suunnittelijoista toivoisi vastuiden ja roolien selkeyttämistä lähtötiedon tuottamisessa ja tarkistamisessa. 25% toivoisi parempaa dokumentointia aineiston lähteistä. 21% asiantuntijoista haluaisi enemmän aikaa aineiston tarkistukselle, kun aikataulut ovat yleensä kiireisiä. 14% vastaajista oli sitä mieltä, että selkeämpi aineistomuoto sekä tiedonhallintajärjestelmä helpottaisi aineiston keräämisen prosessia. 14% toivoi tiiviimpää yhteistyötä lähtötietoja tuottavien tahojen kanssa. Se selkeyttäisi vastuita sekä mahdollisia ristiriitoja aineistoissa.

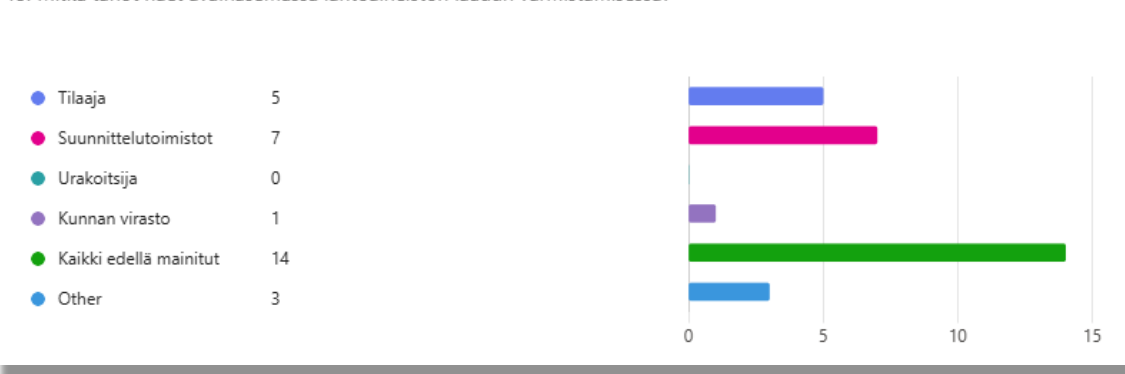
14. Onko sinulla kokemusta hyvistä käytännöistä, joita suosittelisit vastaavissa projekteissa?



Kuva 22. Hyviä kokemuksia edellisissä projekteissa.

Lähtöaineiston saannissa ja käsittelyssä on kehitettävää, mutta on projekteja, joissa ei välttämättä esiinny suurempia ongelmia. Kysymyksessä 14 kysyttiin hyvistä kokemuksista edellisissä projekteissa, jotka vaikuttivat hyvään lähtöaineiston käsittelyyn. 23% asiantuntijoista suositteli yhtenäistä aineistopankkia, joka helpottaisi aineiston käsittelyä. 21% suunnittelijoista vastasi, että lähtötietoja pystyi hyödyntämään aikaisemmista hankkeista. Aineistoa käsittelevälle tämä tuo enemmän varmuutta aineiston pitävyydelle. 20% kertoi pitäneensä alkukatselmuksia muiden toimialojen, kuten tilaajan tai muun julkisen tahon, kanssa. 20% vastanneista suositteli projektin alkuvaiheessa vastuiden ja roolien määrittämistä ja läpikäyntiä. 10% korosti tärkeyttä käydä lähtöaineistoa läpi tilaajan kanssa säännöllisesti. 7% suunnittelijoista lisäsi muita suosituksia, kuten lähtöaineiston vertailua suunnitelmiin tai pohjakarttaan.

15. Mitkä tahot näet avainasemassa lähtöaineiston laadun varmistamisessa?



Kuva 23. Tahot avainasemassa laadun varmistamiseen.

Eri tahoilla on oma panos lähtöaineiston laatuun ja luotettavuuteen. Kysymyksessä 15 kerättiin tahot, jotka voisivat vaikuttaa suuresti lähtöaineiston laadun varmistamiseen. Laaditut vaihtoehdot olivat: tilaaja, suunnittelutoimistot, urakoitsija, kunnan virasto. 47% suunnittelijoista oli sitä mieltä, että kaikki ovat avainasemassa aineiston varmistamisessa.

Tilajalla on vastuu antaa sekä päivittää omia lähtötietoja muutoksien mukaan. Suunnittelutoimistoilla on vastuu tarkistaa ja suorittaa mittauksia. Urakoitsijalla on vastuu ilmoittaa muille tahoille poikkeavuuksista rakennustyömaalla. Kunnalla on vastuu myös päivittää omia lähtötietoja, jotka perustuvat viimeisiin mahdollisiin rakennelmiin tai suunnitelmiin.

23% vastaajista kertoi, että suunnittelutoimisto on avainasemassa laadun varmistamisessa. 17% asiantuntijoista oli sitä mieltä, että tilajalla on eniten vastuuta lähdeaineiston laatuun. 10% kyselyn vastaajista lisäsi omia tahoja, kuten esimerkiksi Ely-keskukset. 3% suunnittelijoista oli sitä mieltä, että kunnan virastolla on eniten vastuuta lähtötietojen laatuun.

Kyselyn viimeinen kysymys oli avoin kysymys. Siinä kysyttiin mahdollisia lisäyksiä ja kommentteja kyselyyn. Kyselyyn ei tullut uusia kommentteja tai kehityskohtia, mutta yksiköistä, joista vastattiin, tuli hyvää palautetta insinööriyön aiheesta.

6 Yhteenveto ja kehitysaskeleet

Tutkimuskysely antoi syvemmän ymmärryksen ongelmista, jotka esiintyvät suunnittelijan työssä lähtötietoaineiston keräämisessä. Puutteellinen tai virheellinen lähtötieto vaikuttaa merkittävästi varattuun työmäärään, projektin kustannuksiin ja aikatauluun. Vastuu virheistä ei ole suunnittelijoilla vaan julkisilla tahoilla, jotka julkaisevat omissa tietokannoissaan kantakartat, johtokartat yms. Heidän täytyy päivittää tiedot viimeisimpiin toteutettuihin versioihin, jolloin suunnittelijoilla on viimeisin tieto käytössä. Suunnittelija joutuu kuitenkin käymään kohteessa vertaamassa lähtötietoja suorittamalla mittauksia.

Päivitys lähtötietoaineiston keräämisessä on tarpeellista, jotta voidaan saada kustannustehokkaampi ja laadukkaampi suunnittelu. Tarve saada yhtenäinen tietopankki, josta löytyy kaikki tarvittava lähtötieto, on suuri. Näin säästettäisiin arvokasta aikaa ja selkeytettäisiin

suunnittelijan työtä. Suunnittelija ei joutuisi metsästäämään aineistoja eri tietolähteistä, vaan ne olisivat käytettävissä helposti samasta paikasta.

Virheitä lähtötiedoissa on monenlaisia, mutta niitä voidaan vähentää jo ennen suunnittelu-prosessin alkua. Tarjousvaiheessa huomattaessa puutteita, vastuuta voi siirtää tilaajalle, joka vastaa aineiston toimittamisesta ja tarkistamisesta. Suunnittelija voi tällä tavalla säästyä suunnitteluvaiheessa syntyvistä lisätöistä. Virheetöntä lähtötietoa kuitenkin on todella vaikeasti saatavissa. Kaupungit joutuisivat päivittämään ympäri vuoden omia lähtötieto-jaan. Kaupungit ja kunnat päivittävät omia lähtötietojaan kerran vuodessa, joka vaikeuttaa lähtötiedon pitävyyttä vuoden aikana. Varsinkin jos viime päivityksestä on kulunut aikaa.

Vastausten perusteella on syytä kehittää sekä lähtötietoaineiston keräämisprosessia että aineiston tarkkuutta. Se vaatii paljon yhteistyötä toimijoiden kesken sekä julkisen tahon panostamista laatuun.

Insinööriyön teossa kävi ilmi, että tarkat, ajantasaiset ja yhteensopivat lähtötiedot ovat edellytyksenä laadukkaalle suunnittelulle sekä tehokkaalle ja virheettömälle toteutukselle. Epätarkka tai puutteellinen aineisto aiheuttaa virheitä suunnitteluprosessissa, lisätöitä ja mahdollisia kustannusylityksiä.

Lähtötietoaineiston kerääminen ja dokumentointi muodostavat monivaiheisen prosessin, jossa tarvitaan laajaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Lähtötiedot eivät ole vain suunnittelun lähtökohta, vaan ne vaikuttavat suunnitteluratkaisuihin koko hankkeen ajan.

Tämän insinööriyön aikana pystyin todentamaan, että lähtötietoaineiston merkitystä ei voida liioitella. Se ei ole vain tekninen lähtökohta suunnittelulle, vaan myös hankkeen onnistumiselle. Lähtötietojen hallintaan tulee panostaa riittävästi jo projektin alkuvaiheessa, ja aineiston laadunvarmistus tulee integroida osaksi koko suunnitteluprosessia.

Yrityksen sisäinen kysely lisäsi valtavan ymmärryksen aiheesta ja toi esiin merkittäviä seikkoja, jotka vaikuttavat projektin etenemiseen. Ongelmien läpikäynti ja suositukset tuleville hankkeille tuovat hyvän pohjan julkisille tahoille vaikeuksista, joita suunnittelijat kokevat lähtötietojen keräämisessä sekä käsittelyssä. Tätä opinnäytetyötä pystyvät hyödyntämään kaikki julkiset toimialat kuten kaupungit, kunnat, virastot ym. Palautteista saadut

kommentit antavat kokonaiskuvan kehityskohteista, jotka auttavat saavuttamaan yhteisesti kustannustehokkaamman ja oikeanlaisen suunnitteluprosessin. Tutkimusta pystyttäisiin jatkamaan tilaajan tai kunnan kannalta. Täten tulisi paremmin esiin käytäntöjä, joita voitaisiin parantaa sisäisesti.

Isoimmat haasteet ovat kuitenkin korjattavissa. Jokainen joutuu priorisoimaan oman työn näkökulmasta, miten kaikki pystyvät hyödyntämään toisten tekemät työt. YIV:n mukainen lähtötietojen käsittely on erittäin tärkeä, sieltä löytyy selkeä linja, miten asioita merkitään ja tallennetaan. Panostaminen yhteistyöhön eri tahojen välillä kehittäisi suunnitteluprosessia merkittävästi, jolloin pystyttäisiin välttämään turhia virheitä. Aikataulullisesti yhteistyöllä on iso merkitys, kun kaikki olisi tiedossa omat vastualueet. Kehitystä tapahtuisi ja kaikkien tahojen resursseja säästettäisiin hyvillä toimintatavoilla.

Yhtenäiset käytännöt, selkeä dokumentointi ja tekninen yhteensopivuus mahdollistavat suunnitelmien hyödyntämisen tehokkaasti eri ohjelmistoissa ja hankevaiheissa. Näin voidaan parantaa koko hankkeen laatua, vähentää riskejä ja edistää sujuvaa tiedonkulkua eri osapuolten välillä.

Yhteenvetotaulukko	
Puitteet/virheet	Kehitysideoita
Aineistojen huonolaatuisuus	Aineistojen tarkistamista ennen niiden julkaisemista
Virheet lähtötiedoissa	Vastuiden selventämistä ennen suunnitteluprosessia
Vaikeus kerätä lähtötietoaineistoja	Yhtenäinen tietopankki

Lähteet

- 1) Anna Partiainen. 2015. Mallipohjaisen hankkeen lähtöaineisto. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103147/Partiainen_Anna.pdf?sequence=1. Luettu: 14.8.2025.
- 2) Bettina Regina. 2025. Laadunvarmistus ja projektihallinta tie- ja katusuunnittelussa: tekoälyn mahdollisuudet. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/878186/Regina_Bettina.pdf?sequence=2. Luettu: 14.8.2025.
- 3) Building SMART Finland 2021. InfraBIM-nimikkeistö. Infra-toimiala ryhmä. <https://drive.buildingsmart.fi/s/AAELrj83NbrHae2>. Luettu: 14.8.2025.
- 4) Building SMART Finland 2021. Yleiset inframallivaatimukset YIV. Infra-toimiala ryhmä. <https://drive.buildingsmart.fi/s/AAELrj83NbrHae2>. Luettu: 14.8.2025.
- 5) Frans Horn. 2013. Rakennustuotemallit kalliorakennuskohteiden suunnittelun ja rakentamisen apuvälineinä. <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/321116db-1cbd-4038-b593-7539b13f9f68/content>. Luettu: 14.8.2025.
- 6) Helsingin kaupunki. 2021. Kruunusillat-raitiotie rakennetaan ensin Hakaniemestä Laajasaloon. <https://www.hel.fi/fi/uutiset/kruunusillat-raitiotie-rakennetaan-ensin-hakaniemesta-laajasaloon>. Luettu: 14.8.2025.
- 7) Helsingin kaupunki. 2025. Sijoitussopimus. <https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/tontit-ja-rakentamisen-luvat/tyomaan-luvat-ja-ohjeet/sijoitussopimus>. Luettu: 14.8.2025.
- 8) Iina Hult. 2020. Mallipohjaisen katusuunnittelun haasteen kaupunkikohteessa. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/347880/Hult_Iina.pdf?sequence=2. Luettu: 14.8.2025.

- 9) Jyväskylän kaupunki. Infraprojektin yleiset tiedon- ja laadunhallintavaatimukset. https://projects.tuni.fi/app/uploads/2023/11/6578ecf5-infraprojektin_yleiset_tiedon-ja_laadunhallintavaatimukset.pdf. Luettu: 14.8.2025.
- 10) Kruunusillat. 2025. Hanketietoa. <https://kruunusillat.fi/hanketietoa/>. Luettu: 14.8.2025.
- 11) Kruunusillat. 2025. Rakentaminen. <https://kruunusillat.fi/rakentaminen/>. Luettu: 14.8.2025.
- 12) Oulun kaupunki. 2025. <https://www.ouka.fi/katu-liikenne-ja-ymparistosuunnittelu/katusuunnittelu>. Luettu: 14.8.2025.
- 13) Ramboll Finland Oy. 2025. Sisäiset palaverit.
- 14) Sami Puuperä. 2015. Infra-alan tietomallien laatutavoitteet ja hyväksymiskriteerit. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/23362/puupera.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Luettu: 14.8.2025.
- 15) Sanna Liukkonen. 2021. Urakoitsijan kokemuksia inframallin käytöstä. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501997/Liukkonen_Sanna.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Luettu: 14.8.2025.
- 16) Toni Ahonen. 2015. Tietomallipohjainen koneohjaus infratyömaalla. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/89599/Ahonen_Toni.pdf. Luettu: 14.8.2025.
- 17) Topi Tuomivaara. 2025. Inframallin tarkastus osana yrityksen sisäistä laadunvarmistusta. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/887632/Tuomivaara_Topi.pdf?sequence=2. Luettu: 14.8.2025.
- 18) Turun kaupunki. 2025. Sijoituslupa. <https://www.turku.fi/liikenne-kadut-ja-kunnossapito/sijoituslupa>. Luettu: 14.8.2025.

19)Väylävirasto. 2022. Väyläviraston inframallivaatimukset. Julkaisu 32/2022.

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-32_inframallivaatimukset.pdf. Luettu: 14.8.2025.

20)Väylävirasto. 2024. Inframallit. <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit>. Luettu: 14.8.2025.

21)Yle.fi. 2024. On yleistä, että väestönsuojan hätäpoistumistie johtaa maan alle – ”mysterimötikkä” olikin vain yksi monista. <https://yle.fi/a/74-20113003>. Luettu: 21.8.2025.

Liite

Lähtötietoaineistokysely

Tämä kysely toteutetaan Ramboll Finland Oy:n ohjaamana, ja sen tekijänä toimii Matias Papianni. Kyselyn tavoite on kartoittaa eri yksiköiden kokemuksia lähtötietoaineiston keräämisessä. Tulosten perusteella pyritään pohtimaan parannusehdotuksia, jotka kehittäisivät lähtötiedon laatua ja tarkkuutta. Kysely ei ole kovin pitkä, eikä sen tekemiseen tarvitse varata paljon aikaa. Kiitos ajastanne ja vastauksistanne!

1. Mistä yksiköstä vastaat kyselyyn?

- Katu- ja kunnallistekniikka
- Geotekniikka
- Silta
- Maisema
- Valaistus
- Muu

2. Mistä suunnittelussa käytetty lähtöaineisto on peräisin?

- Kunnan arkistoista
- Maastomittauksista
- Aiemmistä projekteista
- Avoimista tietokannoista

3. Miten yhteistyö toimijoiden viranomaisten ja asiantuntijoiden kanssa sujuu lähtötietoaineistojen keräämisessä?

- Erittäin hyvin, yhteistyö on sujuvaa ja tehokasta
- Hyvin, yhteistyö sujuu melko vaivattomasti
- Kohtalaisesti, muutamia haasteita yhteistyössä
- Huonosti, yhteistyössä on merkittäviä ongelmia
- En osaa sanoa

4. Pitäisikö tiedonkeräämisen menetelmää kehittää tai päivittää? Jos pitää, miksi?

5. Onko yleensä aineistoissa puutteita, virheitä tai ristiriitaisuuksia?

- Kyllä, usein
- Kyllä, joskus
- Ei, harvoin
- Ei ikinä
- En tiedä

6. Jos oli, niin mitä?

7. Onko lähtöaineistot yleensä ajantasaisia ja riittävän tarkkoja?

- Kyllä, usein
- Kyllä, joskus
- Ei, harvoin
- En tiedä

8. Jos ei, niin miksi?

9. Missä malleissa tai aineistoissa on havaittu eniten puutteita?

- Maastomallit
- Maaperämallit
- Pohjatutkimukset
- Nykyiset rakenteet (putkijohtoverkostot, kaapelit, yms.)
- Temaattiset aineistot (pohjakartat, kaavakartat, yms.)
- Muu

10. Miten puutteellinen tai virheellinen lähtöaineisto vaikutti suunnittelutyöhön tai aikatauluun?

- Johti merkittäviin aikatauluviiveisiin
- Lisääntynyt työmäärä
- Vaikutti projektin kustannuksiin
- Ei ollut merkittävää vaikutusta
- Muu

11. Kuinka lähtöaineiston liittyvät havainnot tai ongelmat käsiteltiin projektin sisällä?

- Käytiin läpi sisäisissä palavereissa
- Dokumentoitiin ja raportoitiin tilaajan vastuuhenkilölle
- Korjattiin ja päivitettiin aineisto tarpeen mukaan
- Pyydettiin lisäselvityksiä aineiston tuottajalta
- Muu

12. Olisiko esiintyvät ongelmat voitu ehkäistä jollain tavalla? Jos on, niin miten?

13. Mitä parannuksia toivoisit lähtöaineiston keräämiseen tai tarkistamiseen tulevilla hankkeilla?

- Parempi dokumentointi aineiston lähteistä
- Selkeempi aineistomuoto sekä tiedonhallintajärjestelmä
- Enemmän aikaa aineiston tarkistukselle
- Tiivimpi yhteistyö lähtötietoja tuottavien tahojen kanssa
- Vastuiden ja roolien selkeyttäminen lähtötiedon tuottamisessa ja tarkistamisessa
- Muu

14. Onko sinulla kokemusta hyvistä käytännöistä, joita suosittelisit vastaavissa projekteissa?

- Alkukatselmuksset muiden toimialojen kanssa
- Yhteinen aineistopankki
- Säännöllinen lähtöaineiston läpikäynti tilaajan kanssa
- Selkeät roolit ja vastuut
- Aikaisempien hankkeiden hyödynnettävyys
- Muu

⋮

15. Mitkä tahot näet avainasemassa lähtöaineiston laadun varmistamisessa?

- Tilaaja
- Suunnittelutoimistot
- Urakoitsija
- Kunnan virasto
- Kaikki edellä mainitut
- Muu

16. Tuleeko mieleen muita lähtötietoaineiston liittyviä asioita?

Tämä ei ole Microsoftin luomaa tai suosittelemaa sisältöä. Lähettämäsi tiedot lähetetään lomakkeen omistajalle.