



# Mallinnuksen tarpeet kadun yleissuunnitteluvaiheessa

CASE: Rautatienkatu ja Turtola

Tuomas Hiltunen

OPINNÄYTETYÖ  
Joulukuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Infrarakentaminen

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Infrarakentaminen

HILTUNEN, TUOMAS:

Mallinnuksen tarpeet kadun yleissuunnitteluvaiheessa  
CASE: Rautatienkatu ja Turtola

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 15 sivua  
Joulukuu 2020

---

Mallintaminen osana kadun yleissuunnittelua on monille vielä vieras käsite. Mallintaminen ei ole pakollinen osa kadun yleissuunnittelua eikä tästä ole olemassa ohjeistusta, mitä mallin tulisi sisältää. Tilanne on kuitenkin koko ajan muuttumassa, ja mallintamista toteutetaan jatkuvasti enemmän osana katujen yleissuunnittelua. Osasyynä tähän on jatkuvasti kehittyvät suunnitteluohjelmat, jotka parantavat mallinnuksien laatua sekä helpottavat näiden tekemistä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selkeyttää mallinnuksen vaatimia osavaiheita ja mallinnuksen tarpeita kadun yleissuunnitteluvaiheessa. Tärkeimpänä tavoitteena työssä oli selvittää, mitä tulisi mallintaa ja miksi palvelukseen osana katujen yleissuunnittelua. Mallinnusta ja tämän tarpeita sekä hyötyjä tarkasteltiin kahden Tampereelle sijoittuvan yleissuunnittelukohteen kautta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi kadun eri suunnitteluvaiheita sekä esitetään mallintamisen osavaiheita ja työssä käytettyjä suunnitteluohjelmistoja osana kadun yleissuunnittelua. Työn tutkimusosuudessa käsitellään suunnittelu-kohteiden nykytilaa ja näille suunniteltuja muutoksia. Lisäksi tutkitaan, mitä ongelmia mallintamisessa ilmeni, mitä tuli huomioida ja mitä hyötyjä mallintamisella saavutettiin.

Mallintamista ja sen hyötyjä tutkittiin kahdessa erilaisessa yleissuunnitteluprojektissa. Ensimmäinen kohde sijoittui tiiviisti rakennettuun kaupunkiympäristöön. Toisen esimerkkikohteen katu ympäristö oli väljempi. Mallintamisen näkökulmasta korkeusasemien ja tilavarausten yhteensovittaminen olevaan ympäristöön olivat ensisijaiset tavoitteet.

Opinnäytetyöllä saavutettiin tietoa mallinnuksen vaatimista lähtötiedoista, mallintamisen eri suunnitteluvaiheista ja siitä, mitä hyötyjä mallinnuksella saadaan jo kadun yleissuunnitteluvaiheessa.

---

Asiasanat: kadun yleissuunnitelma, katusuunnittelu, mallinnus

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Construction Engineering  
Civil Engineering

HILTUNEN, TUOMAS:  
Modeling Needs in the Generic Design Phase of the Street  
CASE: Rautatienkatu and Turtola

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 15 pages  
December 2020

---

Modeling as part of generic planning phase of the street is still a foreign concept to many. Modeling is not a mandatory part of the generic planning of the street, and there is no guidance on what the model should include. However, the situation is constantly changing, and more and more modeling is being carried out as part of the streets generic planning. Partly, the reason for this are the constantly evolving design programs that improve the quality of modeling and make them easier to do. The purpose of the thesis was to clarify the steps required for modeling and the needs of modeling in the generic planning phase of the street. The most important goal of the work was to find out what should be modeled and why to serve as part of the generic plans of the street. The modeling and its needs and benefits were examined through two generic planning sites located in Tampere.

The theoretical part of the thesis reviewed the different stages of street design and presented the stages of modeling and the design software used in the work as part of the generic planning of the street. The research part of the thesis dealt with the current state of the design locations and the changes planned for them. In addition, it was investigated what problems arose in the modeling, what had to be considered and what benefits the modeling achieved.

Modeling and its benefits were studied in two different general design projects. The first site was located in a densely built urban environment. The street environment of the second example location was looser. From a modeling perspective, the reconciliation of the station of altitude and street status to the existing environment were the main priorities.

The thesis provided information about the initial data needed in street modeling, the different design stages of modeling and the benefits of modeling in the general design stage of a street.

---

Key words: generic plan of a street, street design, modeling

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	KADUN SUUNNITTELU .....	8
	2.1 Kadun yleissuunnitelma .....	9
	2.2 Katusuunnitelma .....	11
	2.3 Kadun rakennussuunnitelma.....	13
3	MALLINNUKSESSA KÄYTETTÄVÄT SUUNNITTELUOHJELMAT ....	15
	3.1 Novatron Oy .....	15
	3.2 Autodesk .....	15
	3.3 Civilpoint .....	16
4	SUUNNITTELUPROSESSI JA VÄYLÄMALLI .....	18
	4.1 Yleistä .....	18
	4.2 Suunnittelun lähtötiedot.....	19
	4.3 Kadun suunnitelmamalli .....	22
	4.3.1 Suunnitteluvaiheet 3D-Win 64 .....	22
	4.3.2 Suunnitteluvaiheet AutoCAD Map 3D.....	24
	4.3.3 Suunnitteluvaiheet Novapoint 21.00 .....	28
5	KOhteiden esittely .....	33
	5.1 Yleistä .....	33
	5.2 Nykytilan esittely .....	34
	5.2.1 Rautatienkatu .....	35
	5.2.2 Turtola .....	36
	5.3 Suunnitellut muutokset.....	36
	5.3.1 Maastomallit .....	36
	5.3.2 Rautatienkatu .....	37
	5.3.3 Turtola .....	40
6	POHDINTA .....	43
	LÄHTEET.....	45
	LIITTEET .....	47
	Liite 1. Katu- ja rakennussuunnitelmien sisältö .....	47
	Liite 2. Inframallin tarkkuusvaatimukset - yleissuunnitteluvaihe .....	53
	Liite 3. YIV 2019 .....	56

**ERITYISSANASTO**

Asemakaava	Kaava, jolla määritellään sekä ohjataan kunnan alueella tapahtuvaa maankäyttöä ja rakentamista
CAD	Computer-aided Design (Tietokoneavusteinen suunnittelu)
Drone	Miehittämätön kauko-ohjattava lennokki
DWG	Piirustustiedosto
Esteettömyys	Alueiden ja palveluiden saavutettavuus kaikille ihmisille.
Katualue	Kokonaisuus, joka muodostuu kadun eri osista, kuten ajoradoista ja jalkakäytävistä sekä pyöräteistä
Katusuunnitelma	Asemakaavan ehtoja noudatteleva asiakirja kadunsuunnittelusta, joka tapahtuu kunnan alueella
Kolmioverkko	Toiminto, jossa luodaan kolmioita pisteiden ja viivojen välille
Konsultti	Nimitys yksityis- tai yrityksessä työskentelevälle henkilölle, joka tarjoaa asiantuntijapalveluita
KSE	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot
LAS	Laser file, tiedostoformaatti pistepilviaineistolle
Layer	AutoCAD:in piirustustaso, josta voidaan muokata esimerkiksi viivapaksuutta, tyyliä ja väriä
LAZ	LAS -tiedoston pakattu tiedostomuoto
Linjaus	Kadun vaakageometria, jolla määritetään kadun sijainti
Pintamalli	3D-malli kadun ylimmistä pinnoista
Tasaus	Kadun pystygeometria
Tiesuunnitelma	Maantielain mukainen asiakirja tiensuunnittelusta, joka tapahtuu valtion alueella
Väylämalli	3D-malli tiestä tai kadusta
Xref	External Reference, viitekuva
XYZ-koordinaatit	3-ulotteinen avaruuskoordinaatisto

## 1 JOHDANTO

Kadun mallinnuksella tarkoitetaan kadusta tehtävää 3D-kuvaa. Kadun mallinnuksen tarve osana yleissuunnittelua on hyvin riippuvaista suunniteltavasta kohteesta. Kadun yleissuunnittelussa malli voidaan tehdä havainnollistavaksi ja hyvinkin yksinkertaiseksi tai jopa melkein katusuunnitelmatasoiseksi. Tähän vaikuttavia asioita ovat muun muassa ympäristö ja olemassa olevat rakenteet. Lisäksi suunnitteluun, mallintamiseen ja ratkaisujen etsintään vaikuttavat kadun käyttäjät sekä heidän tarpeensa. Kaikki nämä luovat rajoituksia ja tarpeita tehtävälle mallille.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan mallinnusta kahden eri kohteen yleissuunnitelmien kautta, jotka Tampereen kaupunki on tilannut Ramboll Finland Oy:ltä. Molemmat kohteet sijaitsevat Tampereen taajama-alueella. Opinnäytetyö on osa Tampereen ammattikorkeakoulun rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelmaa. Työn ohjaaja Tampereen ammattikorkeakoulun osalta on lehtori Hannele Kulmala ja Ramboll Finland Oy:n puolesta projektipäällikkö Esa Ränkman.

Ramboll on Tanskassa vuonna 1945 perustettu suunnittelu- ja konsultointi alan yritys. Ramboll toimii kansainvälisesti 35. eri maassa, joissa sijaitsee yhteensä yli 300 toimipistettä. Rambollin palveluksessa työskentelee 16500 työntekijää kansainvälisesti, joista 2500 on Suomessa. Rambollin liikevaihto vuonna 2019 oli 1,9 miljardia euroa, Suomen osuus tästä oli 240 miljoonaa euroa. Suomessa Ramboll toimii Ramboll Finland Oy nimellä, ja sen pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Ramboll Finland Oy 2020.)

Opinnäytetyössä laadittiin yleissuunnitelmat Tampereella sijaitsevista suunnittelukohteista. Yleissuunnitelmiin sisältyivät katujen ylimpien pintojen mallinnus. Molemmat kohteet ovat olemassa olevia katuja, joten kyseessä oli pääasiassa ratkaisujen hakeminen palvelemaan muuttuvaa liikenneverkkoa, joka suosii kestäviä kulkumuotoja. Opinnäytetyö toteutettiin vuoden 2020 aikana osana opiskeluun liittyvää harjoittelua Ramboll Finland Oy:n Tampereen Infra- ja liikenneyksikössä.

Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi kadun eri suunnitteluvaiheita sekä mallintamiseen tarvittavia tietoja ja toimenpiteitä. Yleissuunnittelun kohteet esitellään lähtötilanteen, suunnitelmien ja valittujen ratkaisujen sekä näiden toteuttamisen kautta.

Työn tavoitteena on selvittää, kuinka tarkka yleissuunnitelmavaiheen mallintamisen tulisi olla, jotta se palvelisi yleissuunnitelman tarkoituksia. Opinnäytetyön aihetta käsitellään katusuunnitteluun liittyvien ratkaisujen näkökulmasta. Vertailua tiesuunnitteluun toteutetaan ainoastaan väyläviraston suunnitteluohjeen kautta.

## 2 KADUN SUUNNITTELU

Katu on väylä, joka sijaitsee kaupungissa tai taajamassa voimassa olevalla asemakaava-alueella. Kadun pääasiallisena tehtävänä on toimia kulkuväylänä paikasta toiseen jokaiselle kadun käyttäjälle. Lähtökohtaisesti kadut ovat kuntien omistuksessa. Katualue on asemakaavassa määritelty alue. Katualue sisältää kadulle sijoittuvan maanalaisen ja maanpäällisen infran, esimerkiksi johdot, putket, kaivot ja laitteet. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132.)

Kadun suunnittelu koostuu tyypillisesti kolmesta eri suunnitteluvaiheesta. Näitä suunnitteluvaiheita ovat yleissuunnittelu, katusuunnittelu ja rakennussuunnittelu. Suunnitteluvaiheet eroavat toisistaan käyttötarkoituksen ja suunnitelmien sisällön sekä tarkkuuden osalta. Suunnitelmien etenemisen myötä tulevat suuremmat tarkkuusvaatimukset lisäävät myös kyseisen suunnitteluvaiheen kustannuksia.

Kadun suunnitelmat ovat julkisia hankintoja, ja ne täytyy kilpailuttaa. Tilaajan tehtävänä on lähettää tarjouspyynnöt haluamansa kohteen suunnittelusta. Tarjouspyynnöstä tulee ilmetä valintaperusteet, ja niiden täytyy olla kilpailuun osallistuvia syrjimättömät. Kyseessä voi olla pelkästään hintakilpailu, jolloin edullisin tarjoaja voittaa hankkeen itselleen. Toinen vaihtoehto on tarkastella asiaa kokonaistaloudellisimman edun kautta. Tässä vaihtoehdossa tilaaja pisteyttää tarjoukset. Lähtökohtaisesti tilaaja itse päättää, kuinka paljon painoarvoa mikäkin pisteytettävä kohta saa. Tässä vaihtoehdossa voidaan pisteyttää hinnan lisäksi esimerkiksi laatua, suunnitteluorganisaatiota ja sen osaamista, ympäristöystävällisyyttä sekä käyttökustannuksia. Tällä tapaa edullisuuteen vaikuttaa moni muukin tekijä kuin pelkkä hinta. (Rakennusteollisuus 2020.)

Yhtenä vaihtoehtona ovat myös erilaiset puitesopimukset tilaajan ja palveluntarjoajan välillä. Puitesopimus on yleensä määräaikainen. Puitesopimus on osapuolten välinen sopimus, jossa molemmat osapuolet sitoutuvat noudattamaan ennalta sovittuja ehtoja ja hinnoittelumenetelmiä määräaikaisuuden ajan. (Lindblad & Co Oy 2016.)



Yleinen tapa suunnitteluprosessissa on noudattaa konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja (KSE). Uusin versio sopimusehdoista on vuodelta 2013. Tämä on hyvä peruspohja sopimukselle, jos mitään muita ehtoja ei ole sopimuksen kannalta tarpeellista luoda. KSE:n mukaan konsultin velvollisuuksiin kuuluu suorittaa saamansa tehtävä tämän vaatimalla ammattitaidolla. Konsultilla on vastuu, että suunnitelmat täyttävät sopimuksen, viranomaismääräysten, lakien ja asetusten ehdot. (KSE 2013, 3.)

Aikaisemmin katuja ja keskusta-alueita suunniteltiin pääasiallisesti ajoneuvoliikenteen kannalta. Tämän takia kadut ja parkkialueet vievät erittäin paljon tilaa kaupunkialueella. Yksityisen ajoneuvoliikenteen vähenemiseen keskusta-alueilla pyritään vaikuttamaan ympäri maailmaa erilaisilla maksuilla ja vähentämällä parkkitilaa. (Williams 2019.) Tässä samalla kestäviä kulkumuotoja pyritään suosimaan ja lisäämään näiden mahdollisuuksia vapautuvalla tilalla.

Samanlaisia ajatuksia asiaan on myös Tampereen kaupungilla ja sen asukkailla. Ajoneuvoliikennettä pyritään vähentämään tai estämään kokonaan tietyiltä alueilta. Tämä vapauttaa katutilaa huomattavan paljon muuhun käyttöön. Tampereen kaupunki ja sen asukkaat haluavat parempia jalankulkuyhteyksiä ja omia reittejä polkupyöräilylle. Myös esteettömyysnäkökannat luovat rajoitteita katutilan käytölle. (Tampereen kaupunki 2014, 3-5.)

## **2.1 Kadun yleissuunnitelma**

Kadun yleissuunnitelma on ensimmäinen vaihe koko suunnitteluprosessissa, ellei jo kaavaluonnos vaiheessa ole tehtynä jonkinlaisia esisuunnitteluvaiheita. Yleissuunnitelmavaiheessa ratkaistaan liikennejärjestelyjä sekä tilavaraustarpeita ilman detaljitason suunnittelua. Kadun yleissuunnittelun sisällöstä ei ole olemassa erillisiä ohjeita, mitä tämän tulisi sisältää. Kadun yleissuunnitelmat ovat siis aina hankekohtaisia ja sisältö on osapuolien välisen sopimuksen mukainen.

Hankkeet voivat aluksi sisältää useita erilaisia vaihtoehtoja siitä, kuinka rakentaminen olisi mahdollista toteuttaa. Yksi yleissuunnittelun tehtäviä onkin vaihtoehtojen vertailu. Selvitettävänä on myös alustavat kustannusarviot. (YIV 2019, 17.)

Ratkaisuun vaikuttaa tietenkin rakennuskustannukset, mutta myös kuinka uusi suunnitelma palvelee alueen käyttötarkoitusta ja mahdollisia tulevaisuuden suunnitelmia.

Yleissuunnitelmavaiheessa mallintaminen on yleensä vielä pienessä roolissa, ja malli voi olla hyvinkin yksinkertainen ja pelkistetty. Sama koskee myös mallin lähtötietoja, ja näitä voi olla syytä tarkentaa myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Mallinnuksella tutkitaan lähtökohtaisesti kadun geometrialinjoja, tilavarauksia ja tämän ympäristöön sovittamista. (YIV 2019, 16-17.)

Mallinnusta ei ole välttämätöntä suorittaa yleissuunnittelussa mutta tämä on kuitenkin suositeltavaa. Mallinnusta tehdään koko ajan entistä enemmän. Suunnitteluun käytettävät ohjelmistot kehittyvät jatkuvasti ja mallien luominen on koko ajan entistä helpompaa. Lisäksi näiden tuomat hyödyt kasvavat. Yleissuunnittelun mallintaminen ei pelkästään helpota mahdollista jatkosuunnittelua vaan antaa esimerkiksi tärkeää huomioitavaa tietoa jo aiemmin. Mallin avulla on mahdollista tarkastella kuivatusta ja tulvareittejä, jotka ovat oleellinen osa varsinkin rakennuksessa pitkälti asfaltoidussa ympäristössä, jossa sadevedet eivät pääse imeytymään luonnollisesti. Mallinnus auttaa myös suunnitteluun ja havainnollistamiseen. Mallin avulla voidaan tarkastella ja kuvata tilavarauksia ja näiden sopimista olevaan ympäristöön, esteettömyyden toteutumista ja erilaisia mahdollisuuksia sekä leikkaus- ja täyttömassojen määriä. Kaikki tämä on tärkeää tarkentavaa tietoa, joka tulee huomioida suunnittelussa ja auttaa esimerkiksi alustavassa määrä- ja kustannuslaskennassa. Kadun tulee pystyä palvelemaan kaikkia sen käyttäjiä. Kadun suunnitelmien esittäminen on myös huomattavasti havainnollisempaa, kun kyseessä on 3D -malli PDF -suunnitelman sijasta.

Tiesuunnittelupuolella yleissuunnitelman tulisi sisältää samat asiat ja suunnitelma-asiakirjat kuin itse tiesuunnitelmankin. Yleensä eroavaisuus yleissuunnitelmalla ja tiesuunnitelmalla tulee kuitenkin esille suunnitelma-asiakirjojen tarkkuustasossa. Yleissuunnitelma voi joskus kuitenkin vaatia tiesuunnitelman tarkkuustasoa, jos yleissuunnitelma kohdistuu asemakaava-alueelle. Tällöin voidaan käyttää suunnittelun apuna tiesuunnittelun toimintaohjetta. (Liikennevirasto 2010, 4.) Sama asia pätee myös kadunsuunnittelutehtävissä. Tarkempien suunnitteluvaiheiden ohjeiden soveltaminen voi joissain tapauksissa olla tarpeen.

Suunnitelma-asiakirjojen sisältö ja määrä ovat hankekohtaista. Keskusta-alueiden suurten katujen yleissuunnitelmatkin voivat vaatia suurta tarkkuutta, kun haetaan sopivinta ratkaisua. Tämä johtuu kadun eri kulkumuotojen liikennemääristä ja tiiviisti rakennetusta olemassa olevasta rakennuskannasta.

Tampereen Hämeenkadun yleissuunnitelma on hyvä esimerkkikohde tarkkuutta vaativasta yleissuunnittelusta. Hämeenkatu on vilkkaasti liikennöity ja sijoittuu tiheästi rakennettuun ympäristöön ja tästä syystä katutilaa on rajoitetusti. Lisäksi katualueen tulisi huomioida jokainen siellä nykyisin sijaitseva kulkumuoto. Yleissuunnitelmassa tutkittiin autoiluratkaisuja, pyöräilyratkaisuja sekä julkisen liikenteen pysäkkiratkaisuja. Hämeenkadun yleissuunnitelma piti mukanaan suuren määrän liitteitä ja suunnitelma-asiakirjoja kuten asemapiirustuksia, katujärjestelypiirustuksia, leikkauspiirustuksia ja kuivatussuunnitelmia. Kyseiset suunnitelma-asiakirjat on tehty myös useista ratkaisuvaihtoehdoista. (Tampereen kaupunki 2015.)

## **2.2 Katusuunnitelma**

Katusuunnitelma on jatkoa yleissuunnitelmalle. Tässä vaiheessa suunnitteluprosessia on valittuna ratkaisut kuten kadun linjaus ja tavoiteltava poikkileikkaus, joiden mukaan suunnittelua lähdetään edistämään. Katu täytyy suunnitella siten, että se täyttää asemakaavan tälle luomat ehdot. Myös turvallisuus-, viihtyisyys- ja toimivuusehtojen, joita kadulta vaaditaan, täytyy täytyä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132.) Katusuunnitelmassa esitetään katualueen käyttö ja sen sopeutuminen olemassa olevaan ympäristöön. Katusuunnitelmasta täytyy myös selvittää liikennejärjestelyihin, kuivatukseen, korkeusasemaan ja pintamateriaaleihin liittyvät ratkaisut. (Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895.)

Katusuunnitelma tulee laatia kaikista kaduista ja toreista, jotka ovat uudisrakennuskohteita. Tämän lisäksi katusuunnitelman laatiminen voi olla tarpeen, jos kadulle kohdistuu merkittäviä liikennejärjestelymuutoksia tai jos kyse on kohteen saneerauksesta ja tämän yhteydessä alueelle tehdään merkittäviä muutoksia.

Katusuunnitelma ei ole välttämätön, jos kyse on pienistä muutoskohteista. Tämän kaltaisissa tapauksissa usein riittää katusuunnitelman ehtoja noudattelevan rakennussuunnitelman tekeminen. (RIL 2006, 49.)

Ennen katusuunnitelman hyväksymistä tulee ne laittaa kunnassa nähtäville. Katusuunnitelmaehdotusten nähtäville laittaminen on lain määräämä osa kadunsuunnitteluprosessia. Kunnassa ehdotus katusuunnitelmasta tulee pitää julkisesti nähtävillä vähintään 14 päivän ajan. Tästä tulee ilmoittaa etukäteen henkilöille, joita suunnitelma toteutuessaan koskee (asukkaat, kiinteistönomistajat ja alueella toimijat). Vähimmillään ilmoitustapa osallisille on postikirje. Kuitenkin tämän lisäksi ilmoitus on yleensä vähintään kunnan verkkosivuilla ja sanomalehdissä. Tämä antaa osallisille mahdollisuuden muistutuksen tekemiseen asiaan liittyen. Kunnan täytyy vastata muistutuksen jättäneille. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999/132; Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895.) Katusuunnitelman ja tämän piirustusten tulisi olla helposti luettavassa muodossa kaikille, joita hanke koskee. Tästä syystä suunnitelmien ulkoasua on syytä muokata helposti ymmärrettävämmäksi esimerkiksi värein, karsimalla epäoleellista tietoa ja mahdollisilla valokuvilla alueesta. (RIL 2006, 49.)

Katusuunnitelman asiakirjat määrittää aina suunnitelman tilaava kunta. Yleisesti katusuunnitelma sisältää ainakin seuraavat suunnitelma-asiakirjat.

- Katujärjestelypiirustus
- Tyyppipoikkileikkaus
- Pituusleikkaus

Katusuunnitelma on asiakirja, joka sisältää selkeät tiedot siitä, mitä suunnittelu-kohteessa ollaan tekemässä. Tampereen kaupungilla on tarkka ohjeistus siitä, mitä katusuunnitelman ja sen asiakirjojen tulisi vähintään sisältää. Näitä asiakirjoja ovat esimerkiksi:

- Katujärjestelypiirustus mittakaavassa 1:500
- Pituusleikkaus mittakaavassa 1:1000/1:100
- Tyyppipoikkileikkaukset mittakaavassa 1:100
- Erilaiset detaljipiirustukset

Piirustusten sisältöä selvitetään tarkemmin Tampereen kaupungin vuonna 2010 julkaistussa katu- ja rakennussuunnitelmien sisällön ohjeessa (liite 1). Katusuunnitelman asiakirjoihin on olemassa myös ohjeistusta piirtotyyliin ja ulkoasuun liittyen. Ne antavat ohjeet esimerkiksi piirrettävien viivojen värille ja paksuudelle sekä nimiöille. Tällä tavoin jokainen suunnitelma on helposti ymmärrettävissä ja sovitettavissa muihin tai aikaisempiin suunnitelmiin suunnittelualueelta. (Tampereen kaupunki 2010, 3-5 & 10-12.)

Katusuunnitelma on huomattavasti yleissuunnitelmaa laajempi sisällöltään. Yleissuunnitteluun verrattuna katusuunnitelma sisältää tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa. Katusuunnitelma sisältää myös tietoa, jonka esittäminen ei ole ollut oleellista yleissuunnitteluvaiheessa. Tampereen kaupungin ohjeistuksen mukaisesti katusuunnitelman tulee sisältää esimerkiksi kaistamerkinnyt, suoja-tiet, kadun kuivatus, rummut, liikennevalot ja portaalit, liikennemerkkit ja tärkeät maanalaiset rakenteet. (Tampereen kaupunki 2010, 4.)

### **2.3 Kadun rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnittelun tarkoituksena on tarkentaa rakentamiseen liittyviä teknisiä puolia aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin nähden. Rakennussuunnitelma on asiakirja kohteen rakentamista varten, kun taas katusuunnitelma on hallinnollinen asiakirja. Kadun rakennussuunnittelu on viimeinen vaihe suunnitteluprosessia. Rakennussuunnitelmat ovat ne, joiden avulla kohde tullaan rakentamaan. Joissain tapauksissa kadun rakentaminen voidaan kuitenkin toteuttaa katusuunnitelman perusteella. Tämä on mahdollista esimerkiksi silloin, jos kyseessä on yksinkertainen kohde ja kaikki tarvittavat tiedot voidaan sisällyttää katusuunnitelmaan.

Rakennussuunnitelma laaditaan yleissuunnitelma- ja katusuunnitelma vaiheissa valituilla ratkaisuilla. Yleissuunnittelussa on valittu toteutettava ratkaisu ja katusuunnittelussa on päätetty, mihin katu tullaan rakentamaan ja miten tämä sopeutuu olemassa olevaan ympäristöön. Rakennussuunnitelman tehtävänä onkin siis kertoa, kuinka kohde tullaan rakentamaan rakennusteknisesti. Tästä syystä rakennussuunnitelma sisältää tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa kuin yleis- ja katusuunnitelmat.

Rakennussuunnitelmavaiheessa ei enää ole tarvetta kuulla alueen toimijoita tai asukkaita, kunhan rakennussuunnitelma noudattelee hyväksytyyn katusuunnitelman asetuksia (RIL 2006, 49).

Rakennussuunnitelmat laaditaan siten, että ne täyttävät rakentamiseen liittyvien säädösten ja määräysten vaatimukset. Kunnan rakennusvalvontaviranomainen vastaa tähän liittyvistä lupahakemuksista sekä valvoo osaltaan prosessia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132; Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895.)

Rakennussuunnitteluvaiheen mallinnus on jälleen tarkennettu versio aikaisemmista malleista. Tarkennettu malli sisältää tietoja, jotka ovat muuttuneet katusuunnitelmavaiheen mallista tai jos esittäminen on hankkeen kannalta tärkeää. Rakennussuunnittelun mallin tarkoituksena on olla havainnollistava ja tukea esimerkiksi määrä- ja kustannuslaskentaa, sekä työmaalle liittyviä toimenpiteitä, kuten aikatauluja, mittauksia ja laadunvarmistuksia. (YIV 2019, 18; YIV 2019, 49.)

Aivan kuten katusuunnitelmienkin niin myös rakennussuunnitelmien sisältöön on olemassa ohjeistus Tampereen kaupungilta. Tämä luo yhtenäisyyttä suunnitelmien ja näiden tarkastelun välille.

Piirustusten vaatimaa sisältöä on selvitetty tarkemmin liitteessä 1 Tampereen kaupungin vuoden 2010 julkaisussa koskien katu- ja rakennussuunnitelmien sisältöä. Rakennussuunnitelmavaiheessa tulee olla kuvattuna kadun pintarakenteiden lisäksi kaikki tämän ylä- ja alapuoliset rakenteet ja rakennelmat kuten vesihuolto, valaistus, puistonpenkit, istutukset ja muut kadun kalusteet. Lisäksi rakennussuunnitelman tulee sisältää tietoa esimerkiksi kaivannoista putkiin ja kaatuun liittyen. (Tampereen kaupunki 2010, 6-9.)

### **3 MALLINNUKSESSA KÄYTETTÄVÄT SUUNNITTELUOHJELMAT**

#### **3.1 Novatron Oy**

Novatron Oy on suomalainen vuonna 1991 perustettu teknologiayritys. Novatron Oy on erikoistunut infrarakentamisen automaatioon ja koneohjaukseen. Vähemmistöomistajuus yrityksestä kuuluu MOBA Mobile Automation AG -konsernille. Moba Mobile Automation AG on saksalainen kansainvälisesti toimiva työkoneiden automaatioon keskittynyt yritys. (Novatron 2018.)

3D-Win on Novatron Oy:n omistama Suomalainen ohjelmisto. 3D-Win ohjelmistoa käytetään kartta-, mittaus-, paikkatieto- ja suunnittelutarpeisiin. (3D-system 2020.)

Tässä opinnäytetyössä käytetty versio oli 3D-Win 64. Ohjelmistoa käytettiin ainoastaan suunnittelun lähtötiedon LAS-aineiston käsittelyyn. Kyseinen tiedostomuoto on mitattua pistepilviaineistoa, joka sisältää käytännössä kaiken ympärillä olevan kuten maanpinnan, puut, veden, rakennelmat. 3D-Winiä käytetään LAS-aineiston koordinaattijärjestelmän muunnoksiin, jotta se vastaisi suunnittelussa muutoin käytettävää koordinaattijärjestelmää ja poistamaan pistepilviaineistosta suunnittelutyön kannalta tarpeeton data, esimerkiksi rakennukset.

#### **3.2 Autodesk**

Autodesk, Inc. on Yhdysvalloissa perustettu suunnitteluohjelmien valmistukseen keskittyvä yritys. Autodesk, Inc. on ollut johtava kansainvälinen suunnitteluohjelmistojen tarjoaja aina vuodesta 1982 sen esiteltyään ensimmäisen AutoCAD ohjelmistonsa. AutoCAD on suunnitteluohjelma, jota laajennetaan kaikenlaisilla työn tarvitsemilla sovelluksilla ja lisäosilla. AutoCAD ohjelmisto toimii vektorigrafiikoiden pohjalta. Tällöin tiedon käsittely tapahtuu graafisten objektien kautta. Näitä ovat esimerkiksi viivat ja ympyrät, joille on annettu x-, y- ja z-koordinaatteja. (Autodesk, Inc. 2018.)

Tässä työssä on käytetty AutoCAD Map 3D -ohjelmaa, joka on osa Autodeskin tuotevalikoimaa. AutoCAD Map 3D on insinöörien, arkkitehtien ja muiden rakennusalan osaajien käyttämä suunnitteluohjelmisto. AutoCADin avulla voidaan tuottaa erittäin tarkkoja 2D- ja 3D- malleja. AutoCADin käyttämä tiedostomuoto on .dwg. (Autodesk, Inc. 2020.)

Autodesk, Inc. omistaa .dwg tiedostomuodon ja sen tekniikan, jota AutoCAD ohjelmistot käyttävät. Autodeskin menestyksen vuoksi .dwg tiedostomuoto yhdistetään vahvasti Autodeskiin. (Autodesk, Inc 2018.)

Suunnittelutyössä AutoCAD toimii pääasiassa apuohjelmiana jollekin muulle ohjelmistolle. Tässä opinnäytetyössä AutoCAD Map 3D ohjelma toimii Novapoint ohjelmiston alustana. AutoCAD ohjelmalla suoritetaan suunnitelmien mukainen piirtäminen, pituus- ja poikkileikkausten tekeminen sekä PDF-tulostus.

### **3.3 Civilpoint**

Civilpoint on Suomessa vuonna 1989 perustettu rakennusalan ohjelmistojen tuottaja ja jakelija. Civilpoint Oy nimeä yritys on kuitenkin käyttänyt vasta vuodesta 2017 alkaen, jolla se nykyisinkin tunnetaan. Civilpoint on osa Arkance Systems konsernia. (Civilpoint 2020.)

Civilpointilla on tarjolla runsaasti rakennusalaan liittyviä ohjelmistoja, joissa se toimii tietyllä tapaa jälleenmyyjän roolissa, sekä koulutusta kyseisten ohjelmistojen käyttöön. Civilpointin tuotevalikoimaan kuuluu esimerkiksi Autodeskin ja Trimblen tuotteita. (Civilpoint 2020.)

Novapoint on Civilpointin Suomessa jakama ohjelmistokokonaisuus, jonka alkuperäinen valmistaja on Trimble. Novapoint 21.00 on kyseisen ohjelmiston toiseksi uusin versio, jota käytettiin myös tässä työssä. (Civilpoint 2020.)

Trimble Novapoint on kehitetty vastaamaan vaativiakin infrasuunnittelun tarpeita. Novapoint Baseen tallennetaan lähtötietomalli, jonka jälkeen rakennetaan tämän



pohjalta suunnittelumalli. Suunnittelumalli pitää sisällään esimerkiksi kadun tarvittavat geometriat, väylämallit ja verkostomallit. Kaikkien suunnitteluaineistojen valmistuttua voidaan näistä koota tilaajalle luovutuskelpoinen aineisto esimerkiksi kadun ylimmästä pinnasta.

Novapoint tarjoaa useita eri lisäosia myös Autocadiin, joka mahdollistaa yksinkertaisemman työskentelyn ja tiedonsiirron näiden ohjelmien välillä. Tässä työssä tärkeimmät lisäosat ovat Novapoint Base ja Novapoint Road Professional.

## 4 SUUNNITTELUPROSESSI JA VÄYLÄMALLI

### 4.1 Yleistä

Termiä inframallintaminen käytetään yleisesti infra-alalla kuvaamaan infrakohteen tietomallinnusta. Inframalli sisältää erilaisia paikkatietoja, joita voidaan käyttää myöhemmin myös 3D-malleissa. (YIV 2019, 9.)

Inframalli on kolmiulotteinen malli infrakohteesta. Malli on digitaalisessa muodossa, jolloin tätä pystyvät käyttämään myös esimerkiksi määrälaskentaohjelmit ja koneohjauslaitteet. (Liikennevirasto 2017, 9.) Myös väylämalli on inframalli. Liikenneviraston luoma ohje mallintamisesta on suunnattu pääasiallisesti tie- ja ratahankkeisiin, mutta tältä osin samat asiat pätevät myös kadun mallintamisessa.

Novapoint sisältää väylämallin luomiseen tarkoitetun suunnittelutyökalun. Väylämallin suunnittelutyökalulla voidaan luoda kadulle malli, josta voi tarvittaessa myös selvittää esimerkiksi kadun paalutiedot ja määrät. (Novapoint 2010.)

Väylämallin luominen on osa kadun suunnittelua. Mallin tarkkuus taas riippuu suunnitteluvaiheesta. Yleissuunnittelussa malli voi olla hyvinkin suppea pintamalli kadusta kuvaamaan kadun päällisiä ratkaisuja, kuten reunakivilinjoja ja ajokaisjärjestelyjä, kun taas rakennussuunnittelussa se sisältää myös maanalaisen infran ja rakennekerrokset. Mallin tarkkuuteen suunnittelussa vaikuttaa lähtötietojen tarkkuuden lisäksi myös olemassa oleva rakennuskanta ja ympäristö, jotka luovat rajoitteita suunnittelulle, kuten määrittelevät uloimpien reunalinjojen sijainnin.

Uuden kadun suunnittelu ei vaadi yleensä niin paljon asioiden huomioimista kuin saneerauskohteen suunnittelu. Uuden katukohteen suunnittelussa on useasti jo asemakaavavaiheessa huomioitu tarpeeksi kattava katutila palvelemaan tämän alueen käyttötarkoitusta. Saneerauskohteena oleva katu taas on rakennetussa ympäristössä, joten lisätilaa kadulle ei yleensä ole mahdollista saada. Tämä aiheuttaa sen, että esimerkiksi kadun tasausta ei voida juurikaan muuttaa ja katualueen uloimmaisten reunalinjojen täytyy noudatella jo olemassa olevaa.

Kadun yleissuunnitteluvaiheen mallintamisesta ei ole olemassa erillistä ohjetta siitä, mitä mallin tulisi sisältää. Väylämallit tuotetaan yleensä kohteen tarpeen mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että väylämalli yleissuunnittelussa voi olla hyvin yksinkertainen ja havainnollistavaan tarkoitukseen tehty. Tiesuunnittelussa taas on olemassa hyvin selkeät ohjeet siitä, mitä mallin tulisi sisältää yleissuunnitteluvaiheessa (liite 2).

Kadun yleissuunnitteluvaiheen mallintamisessa on tiettyjä asioita, jotka tyypillisesti mallinnetaan aivan kuten tien suunnittelussakin. Näitä asioita ovat esimerkiksi kadun vaaka- ja pystygeometria sekä muut geometria- ja reunalinjat. Näiden asioiden mallintamisella voidaan luoda tietynlainen kuva siitä, kuinka katualue on tarkoitettu käyttöä.

## 4.2 Suunnittelun lähtötiedot

Suunnittelutyö alkaa lähtötietojen selvittämällä ja keräämisellä. Näistä saadaan tärkeää tietoa siitä, mitä tulee ottaa huomioon suunnitteluprosessissa.

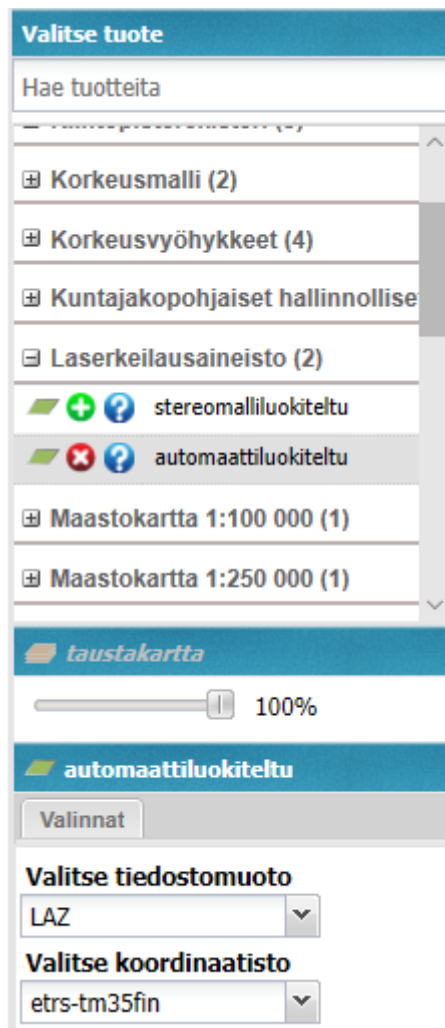
Kadun suunnittelussa tyypillisiä lähtötietotarpeita ovat:

- Aikaisemmat suunnitelmat alueelta
- Johto- ja kaapelitiedot
  - o Varsinkin 20kV ja 110kV suurjännitekaapelit (nämä vaativat erityistoimenpiteitä ja ovat hankalia siirtää)
- Maastomalliaineisto
  - o Laserkeilaus tai maastomittaukset
- Ajantasainen pohjakartta
- Asemakaava-aineisto
- Kunnallistekniset verkostot
  - o Vesihuolto- ja hulevesiviemäriverkostot
  - o Kaukolämpö
  - o Maakaasu

YIV 2019 antaa tarkempaa ohjeistusta lähtötietojen keräämiselle ja sille, kuinka tarkkoja näiden täytyisi missäkin suunnitteluvaiheessa olla (liite 3).

Johto- ja kaapelitiedot hankitaan laitteiden omistajilta. Pohjakartta- ja asema-kaava-aineiston toimittaa tyypillisesti suunnittelun tilaava kunta. Laserkeilausaineiston pystyy lataamaan myös maanmittauslaitoksen avoimen datan palvelusta (kuva 1). Laserkeilausaineisto tulee LAZ -formaattissa. Tätä on kuitenkin mahdollista lukea Novapoint-ohjelmistolla. Mahdolliset PDF -tulosteet lähtöaineistosta voivat olla myös hyödyksi alueeseen tutustuttaessa. Tietoja tulee pyytää suunnitteluprosessin alussa, jotta kaikki mahdollinen lähtötieto saadaan suunnittelun alkuvaiheessa.

Laserkeilausaineisto on pistepilviaineistoa. Pistepilviaineisto on kolmiulotteinen pisteistä koostuva aineisto maanpinnasta ja tämän päällä sijaitsevista kohteista. Jokaisella pisteellä on X-, Y- ja Z -koordinaatit. Laserkeilausaineiston etu on se, että se on kohtuu ajantasaista ja helposti saatavissa suunnittelua varten. Tästä syystä laserkeilausaineisto sopii hyvin yleissuunnitteluvaiheeseen tai suunnittelun nopeaan aloittamiseen. Laserkeilausaineistossa voi olla epätarkkoja pisteitä esimerkiksi tiheään rakennetussa ympäristössä. Jos suunnittelukohde sisältää kohteita, joiden tarkka sijainti on äärimmäisen tärkeää, ovat maastomittaukset tarpeellisia tarkentamaan maastomallia. Maastomittaukset kuitenkin nostavat suunnittelukustannuksia.



KUVA 1. Laserkeilausaineiston haku (Maanmittauslaitos 2020)

Kaikki lähtötiedot laserkeilausaineistoa lukuun ottamatta on mahdollista lisätä samaan DWG -tiedostoon viitekuvina. Tämä on hyvä tapa lähteä liikkeelle suunnittelussa, jotta pystytään kerralla huomioimaan kaikki tarpeelliset asiat. Kuvasta saa käsityksen, missä suunnittelualueella kulkee esimerkiksi sähköjohto- ja vesihuoltolinjat. Tampereen kaupungilla on ohjeet siitä, miltä minkäkin linjan tulisi kuvassa näyttää, jotta nämä voidaan helposti suunnittelussa ottaa huomioon ja ulkoasu olisi yhtenäinen eri suunnitelmissa.

Projekteissa on syytä käyttää yhtenäistä kansiorakennetta, koska yhdellä projektilla voi työskennellä useita suunnittelijoita. Lähtötiedotkin on hyvä jaotella erikseen, jotta kukin projektilla mukana oleva saa aina tarvitsemansa oikean ja ajantasaisimman tiedoston suunnittelun avuksi (kuva 2).

📁 Aiemmat suunnitelmat	18.9.2020 11.52	File folder
📁 arkkitehti	23.2.2011 2.22	File folder
📁 block	23.2.2011 2.22	File folder
📁 infrakit	30.3.2015 14.39	File folder
📁 johdot_kaapelit	10.8.2020 9.34	File folder
📁 kaava	26.10.2020 10.40	File folder
📁 Kiintopistetiedot	23.2.2011 2.22	File folder
📁 maastomalli	14.9.2020 12.16	File folder
📁 Maastotyöohjelma	4.8.2020 8.28	File folder
📁 pohjakartta	28.9.2020 13.04	File folder
📁 pohjatutkimukset	23.2.2011 2.22	File folder
📁 rakennesuunnittelija	23.2.2011 2.22	File folder
📁 valokuvat	23.2.2011 2.22	File folder

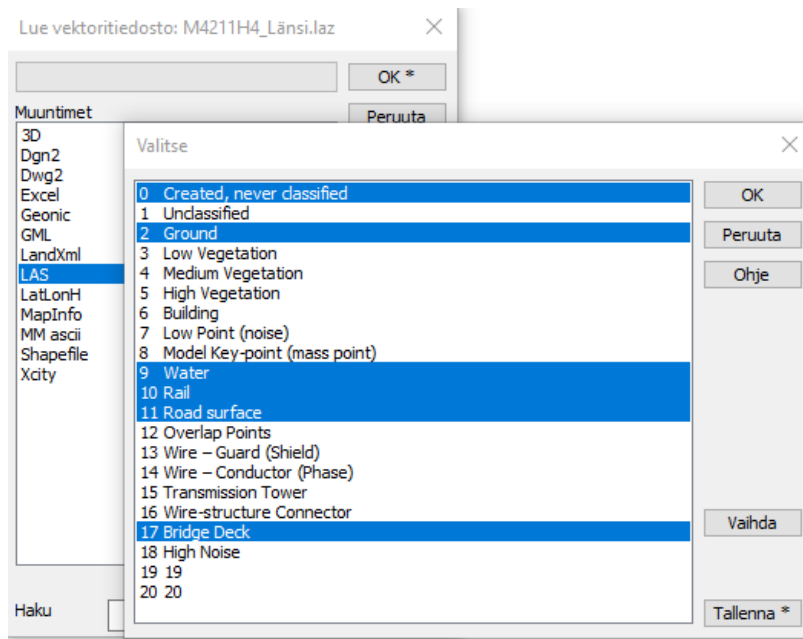
KUVA 2. Lähtötietojen kansiorakenne (Ramboll Finland Oy 2020)

### 4.3 Kadun suunnitelmamalli

Lähtötietojen selvittämisen jälkeen alkaa katujärjestelyjen yleissuunnittelu. Seuraavissa alakappaleissa esitellään, mitä työvaiheita kuuluu kadun yleissuunnittelun suunnitelmamallin rakentamiseen. Väylämalli toteutetaan lähtötietojen, suunnittelupalavereiden sekä sopimusten pohjalta. Käytössä suunnitteluprosessissa ovat 3D-Win 64-, AutoCAD Map 3D- ja Novapoint 21.00 ohjelmistot.

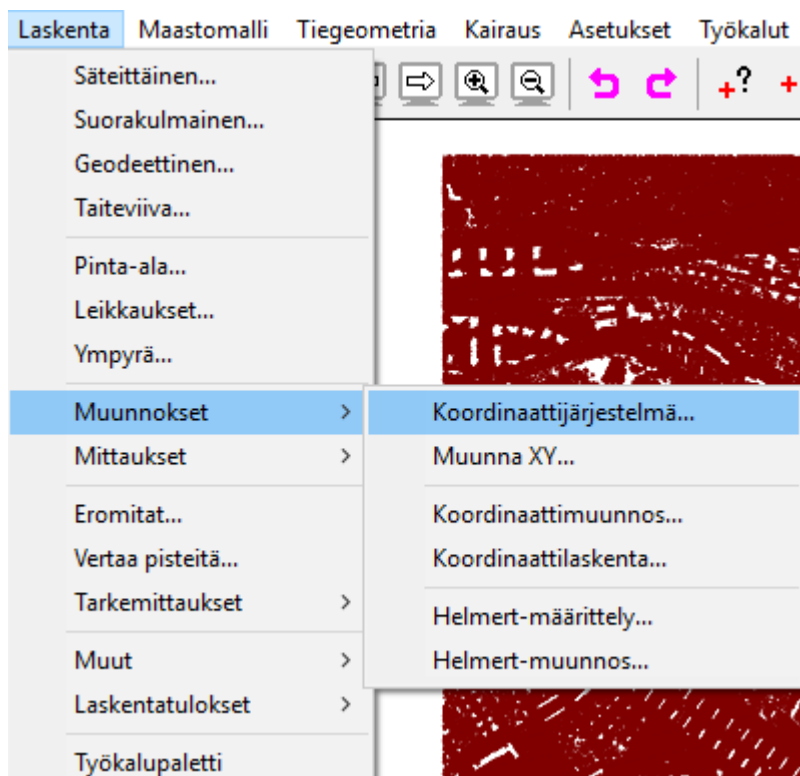
#### 4.3.1 Suunnitteluvaiheet 3D-Win 64

Kun lähtötiedot on saatu, päästään aloittamaan itse suunnittelua. Ensimmäinen vaihe suunnitteluprosessissa on käsitellä laserkeilausaineisto 3D-Win -ohjelmistolla. 3D-Win ohjelmistolla valitaan LAZ -aineistosta ne pinnat, jotka ovat oleellisia suunnittelussa (kuva 3).

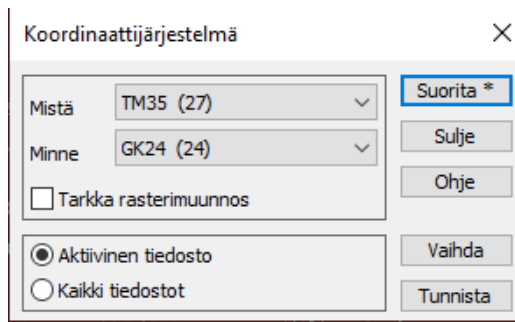


KUVA 3. LAZ -aineistosta valittavat pinnat (3D-Win 64 2020)

Yleensä ainakin Maanmittauslaitokselta saatu laserkeilausaineisto tulee TM35 -koordinaatistossa. Tampereen alueella suunnittelu toteutetaan GK24 -koordinaatistossa. Ennen maastomallin luomista tehdään koordinaatistomuunnos (kuva 4; kuva 5).

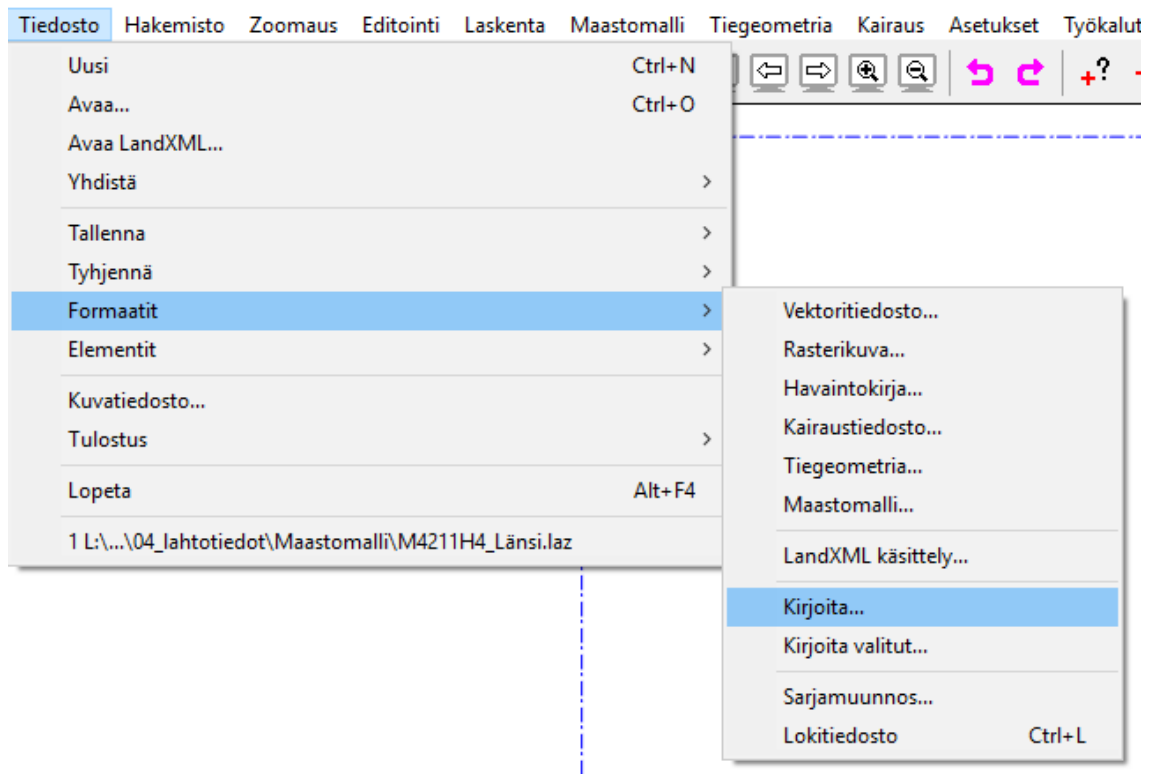


KUVA 4. Koordinaattijärjestelmän muuntaminen (3D-Win 64 2020)



KUVA 5. Koordinaattijärjestelmän muuntaminen (3D-Win 64 2020)

Koordinaatistomuunnosten jälkeen tiedosto voidaan kirjoittaa ulos 3D-Winistä (kuva 6). Ulos kirjoitettu tiedosto on käsitelty laserkeilausaineiston ylimääräisten pisteiden ja koordinaattien osalta ja on näin valmis maastomallin rakentamista varten.



KUVA 6. Laserkeilausaineiston ulos kirjoittaminen (3D-Win 64 2020)

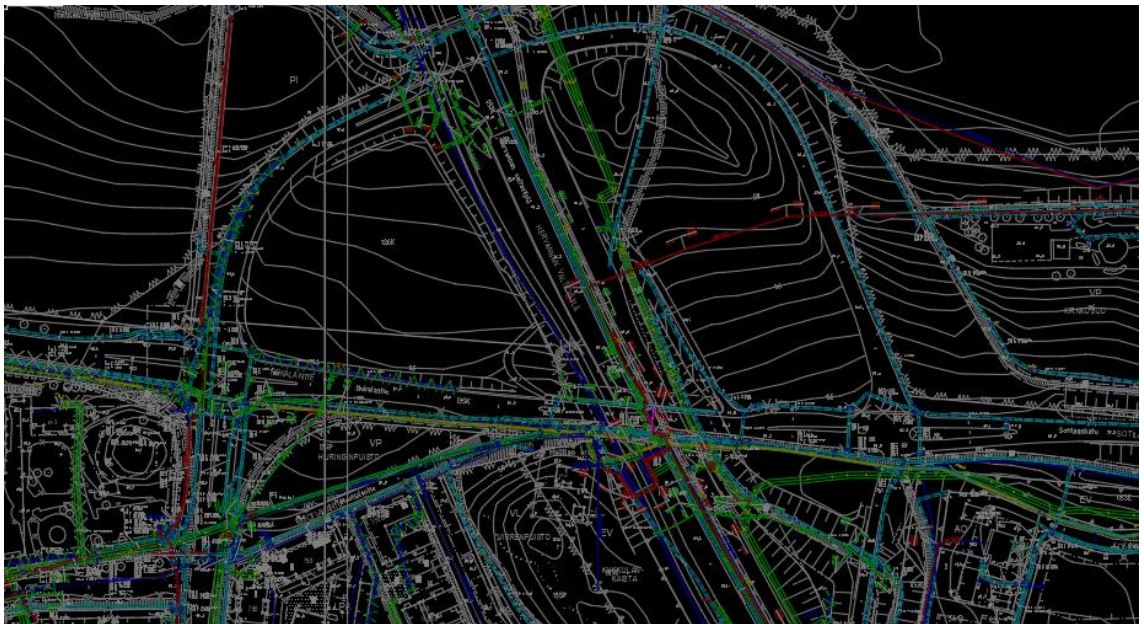
#### 4.3.2 Suunnitteluvaiheet AutoCAD Map 3D

Laserkeilausaineiston käsittelyn jälkeen tehdään suunnittelun pohjaksi DWG -tiedosto, johon haetaan tarvittavat xref -tiedostot. Helpoin tapa on käyttää valmista DWG -pohjaa, joka sisältää valmiiksi kaikki tarvittavat asetukset kuten layerit siinä



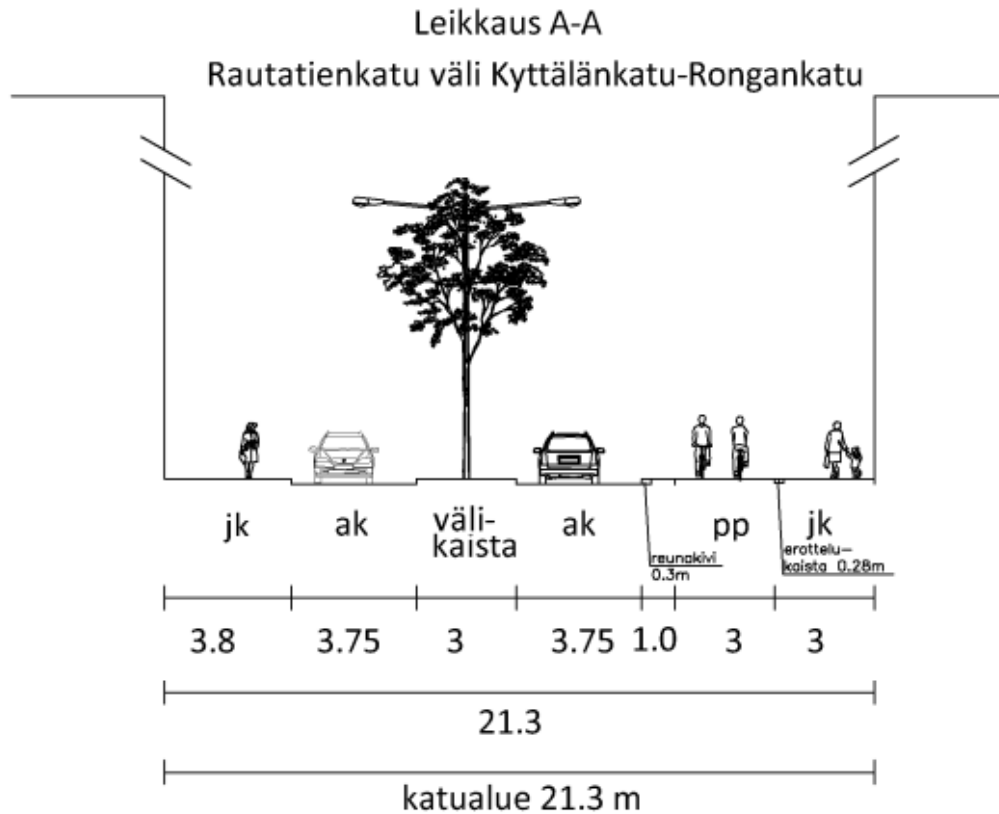
muodossa, missä Tampereen kaupunki ne myöhemmin vastaanottaa. DWG -tiedostoon lisätään viitekuviksi tarvittavia lähtötietoja, kuten esimerkiksi pohjakartta.

Alussa ennen AutoCAD -suunnittelun aloittamista on syytä perehtyä DWG -pohjaan, varsinkin jos suunnittelualue ei ole entuudestaan tuttu. Kun kaikki xref -tiedostot on saatu pohjakartan päälle, kuva voi olla hyvinkin monimutkainen varsinkin rakennetuilla taajama-alueilla. Kuva sisältää erittäin suuren määrän tietoa ja on oleellista selvittää, mikä siitä on huomioitavaa suunnittelun kannalta (kuva 7).



KUVA 7. Suunnittelutiedoston pohja viitekuvineen (AutoCAD Map 3D 2020)

Muutostarpeet on oltava selvillä, kun suunnitelmamallia aletaan tekemään. Yleensä nämä ovat kuitenkin asioita, jotka on hoidettu ennen suunnittelun aloitusta. Tieto voi olla esimerkiksi kokouksessa sovittua tai lähtötietona suunnittelulle voi olla esimerkiksi poikkileikkaus kadusta, jonka mukaan suunnittelu tulisi toteuttaa (kuva 8).

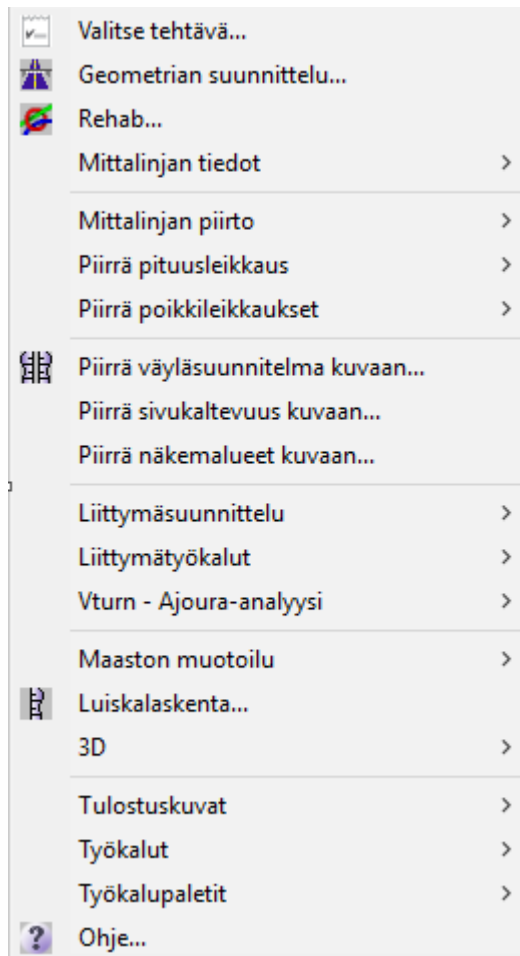


KUVA 8. Esimerkki poikkileikkauksesta Tampereen Rautatienkadulta (Tampereen kaupunki 2020)

Kuvasta saa suoraan selville, millaiset kaistaleveydet kadulla tulisi olla. Tämän jälkeen AutoCAD -ohjelmalla voidaan piirtää linjat, jotka vastaavat vaaditun poikkileikkauksen mittoja. Helpoin tapa lähteä liikkeelle suunnittelussa on piirtää ensiksi mittalinja. Mittalinjan sijainti on lähtökohtaisesti syytä olla ajokaistojen välissä, jotta sivukaltevuuksien toteuttaminen helpottuu. Sivukaltevuuksien tulisi olla noin 1-5 %, jotta kadun kuivatusjärjestelyt toimisivat. Piirrettäviä linjoja ovat mittalinjan lisäksi reunakivilinjat ja muut tarvittavat reunalinjat tarpeen mukaan. Tarvittavia reunalinjojen ulkoreunia voivat olla esimerkiksi välikaista, polkupyöräväylä ja jalankulkuväylä. Joskus jos ajokaistoja on useampi, on nämäkin syytä erotella toisistaan.

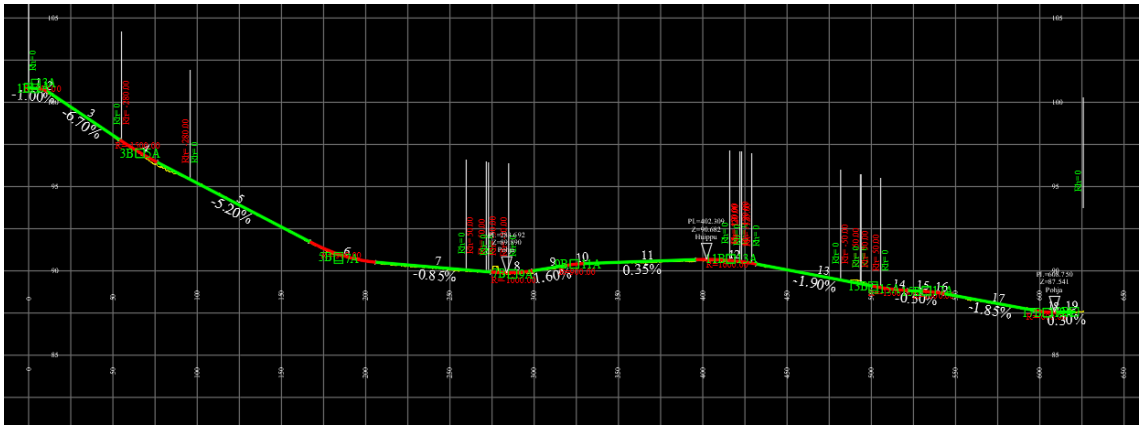
Yksi tärkeimmistä työkaluista AutoCAD -ohjelmalla työskennellessä on Road Professional lisäosa Novapointilta (kuva 9). Road Professional työkalun geomet-

rian suunnittelu -välilehden kautta pystytään luomaan tasaus mittalinjalle, jota ilman suunnittelun jatkaminen ei onnistu. Road Professional työkalulla on muitakin suunnittelulle tärkeitä toimintoja, kuten pituus- ja poikkileikkausten tekeminen.



KUVA 9. Road Professional alaspvetovalikko (Trimble Novapoint 21.00 2020)

Mittalinja on syytä piirtää tarkasti asemaansa. Yleensä kadun ajokaistojen sivukaltevuusjärjestelyt taittavat ulospäin tältä linjalta. Mittalinja on myös se linja, jolle kadun tasaus luodaan (kuva 10).



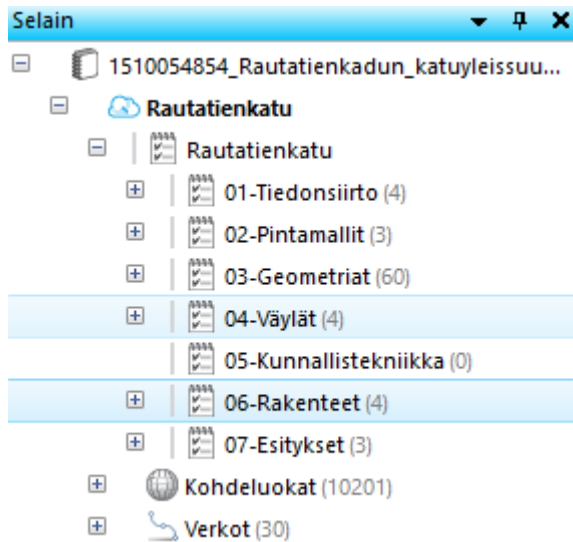
KUVA 10. Rautatiekadun mittalinjan tasaus (AutoCAD Map 3D 2020)

Yleissuunnitteluvaiheessa ei aina toteuteta tasauksen suunnittelua. Tasauksen toteutus yleissuunnittelussa kuitenkin antaa hyödyllistä tietoa suunnittelua varten, kuten hulevesien johtamiseen liittyvää tietoa. Tasauksella haetaan suunniteltavan kadun pystygeometria sellaiseksi, kuin se halutaan myöhemmin rakentaa. Varsinkin rakennetuilla alueilla tämä on kuitenkin enemmän olemassa olevan myötäilyä. Olemassa oleva alueella sijaitseva rakennuskanta ja maanalainen infra asettelee tasaukselle ehtoja, joita tämän täytyy noudattaa. Laserkeilatusta aineistosta toteutettu maastomalli voi tuoda epätarkkuutta tasauksen luomiselle mutta on usein riittävä tässä vaiheessa suunnittelua.

#### 4.3.3 Suunnitteluvaiheet Novapoint 21.00

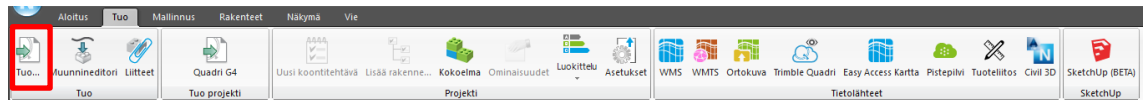
Tämä kappale sisältää perusvaiheita Novapoint-työskentelystä, jotka ovat osa mallin luomista. Mallintamisprosessit eroavat aina hiukan toisistaan. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat mallin laajuus, tarkkuus ja aika, joka tämän valmistamiseen on mahdollista käyttää. Tietyt piirteet säilyvät kuitenkin aina. Kyseessä on yksinkertainen yleissuunnitteluvaiheen malli, joten esimerkiksi kadun alapuolinen infra ja rakenteet on tässä jätetty huomiotta.

Tarpeellisen alustavan AutoCAD-suunnittelun jälkeen on väylämallin luominen mahdollista Novapoint -ohjelmistolla. Aivan kuten muissakin suunnitteluvaiheissa, myös Novapointissa on tärkeää luoda yhtenäinen kansiorakenne suunnittelulle (kuva 11).



KUVA 11. Novapoint 21.00 – Rautatiekadun kansiorakenne (Novapoint 21.00 2020)

Kun Novapoint -projekti on avattu ja kansiorakenne luotu niin pystytään tuomaan 3D-Win 64 -ohjelmistolla käsitellyn LAZ -tiedoston Novapointtiin (kuva 12).



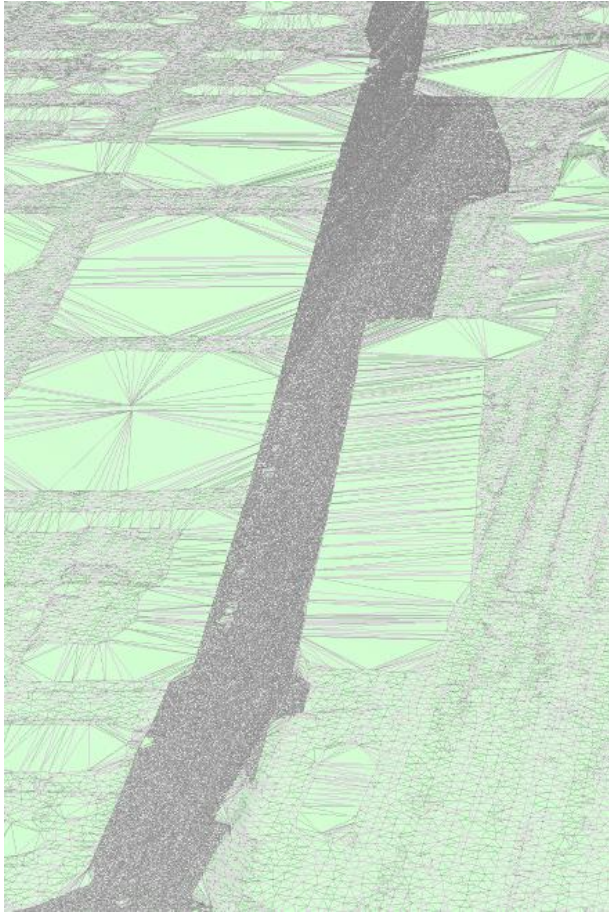
KUVA 12. Novapoint 21.00 – Tuo välilehti (Novapoint 21.00 2020)

Seuraava vaihe on luoda kolmioverkko tuodusta pistepilvimateriaalista. Kolmiointi tapahtuu Novapointin mallinnus -välilehden, maanpinta -tehtävän kautta (kuva 13).



KUVA 13. Novapoint 21.00 mallinnus välilehti (Novapoint 21.00 2020)

Kolmiointilla luodaan mahdollisimman pieniä kolmioita viivojen ja pisteiden välille. Kolmioidusta laserkeilausaineistosta rakentuu maasto, johon väylämalli tul- laan luomaan. Kolmiointua laserkeilausaineistoa kutsutaan tässä tapauksessa maastomalliksi (kuva 14).



KUVA 14. Tampereen Rautatienkadun maastomalli (Novapoint 21.00 2020)

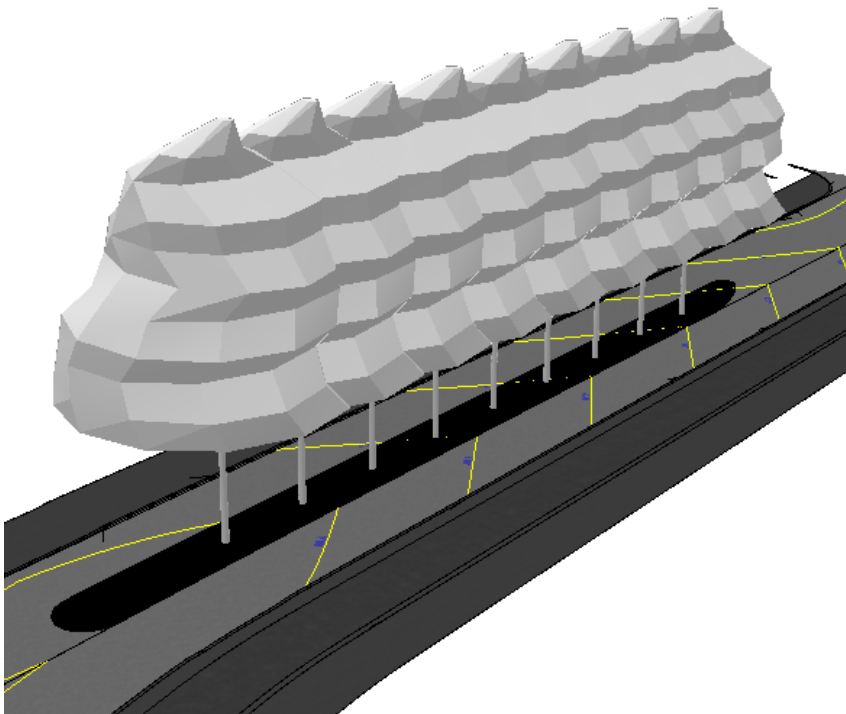
Mallinnus -välilehden geometria -toiminnolla pystytään tuomaan myös AutoCAD -ohjelmistolla luodut geometrialinjat Novapointtiin. Geometrialinjat ja kolmioitu maastomalli ovat tietoja, jotka tarvitaan ennen kuin voimme aloittaa väylämallin luomisen.

Kun kaikki 3D-Win 64- ja AutoCAD -ohjelmistoilla suunnittelua varten luodut tiedot on tuotu Novapointtiin, on mahdollista aloittaa väylämallin luominen. Myös väylämalli tehdään Novapointin mallinnus -välilehden kautta valitsemalla sieltä väylä -tehtävä.

Väylämallin luominen tapahtuu reunalinjakiinnitysten avulla. Tässä vaiheessa meillä on selvillä, mitä kaikkia reunalinjoja tulee mallintaa ja minkälaisilla paaluväleillä ne kulkevat.

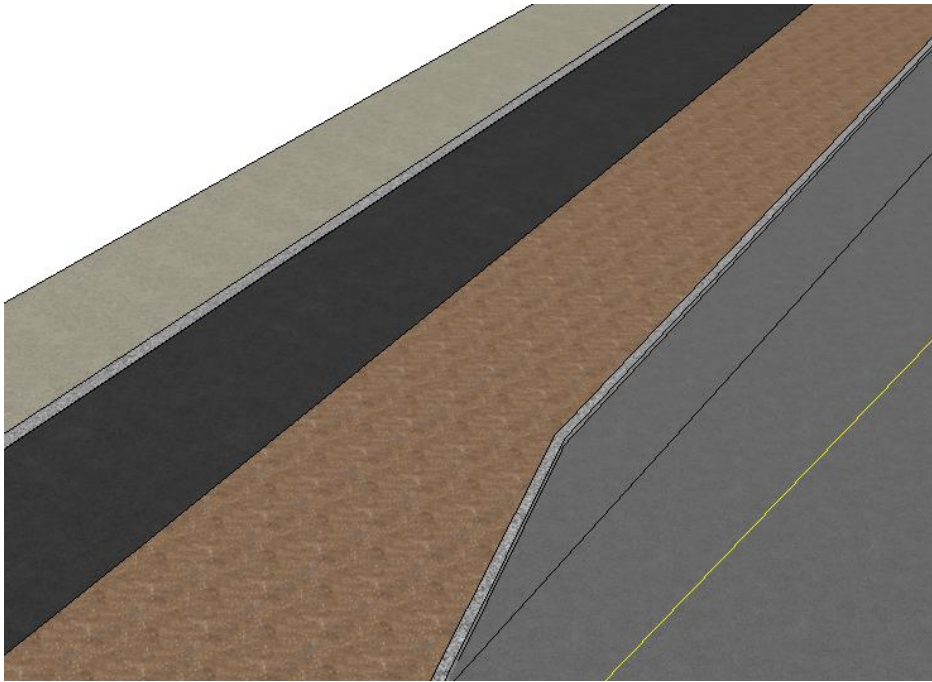
Novapointin väylän pinnat -tehtävässä pystytään asettamaan halutulle linjalle paaluvälin, jolla se sijaitsee, sekä sivukaltevuuden. Paaluvälillä tarkoitetaan linjan alku- ja loppuetäisyyttä mittalinjan 0-pisteestä.

Väylämalliin on mahdollista sisällyttää myös tälle ominaisia asioita, kuten katupuuta ja saarekkeitä. Katupuut ja saarekkeet tuodaan väylämalliin Novapointin tuotoiminnolla (kuva 15). Nämä eivät kuitenkaan ole yleissuunnittelussa välttämättä tarpeellisia.



KUVA 15. Saarekkeet ja katupuut (Novapoint 21.00 2020)

Valmiin väylämallin tulisi sisältää ainakin reunalinjat suunnitelluilta väyliltä. Tässä tasossaan malli on jo tarpeeksi havainnollistava useisiin tarkoituksiin (kuva 16).



KUVA 16. Väylämalli pinnankuvauksineen (Novapoint 21.00 2020)

Kuva vasemmalta oikealle päin katsottuna sisältää seuraavat pinnat:

- Jalkakäytävä
- Erottelukaista
- Pyörätie
- Välikaista
- Reunakivi
- Ajourata

Kuvan 16. väylämalli on kuvaus ainoastaan kadun pinnoista ja näiden pintamateriaaleista. Mallista kuitenkin saa jo tässä vaiheessa käsityksen, millaisena sitä halutaan mahdollisesti alkaa rakentamaan ja miten katualue tässä tapauksessa on käytetty.



## 5 KOHTEIDEN ESITTELY

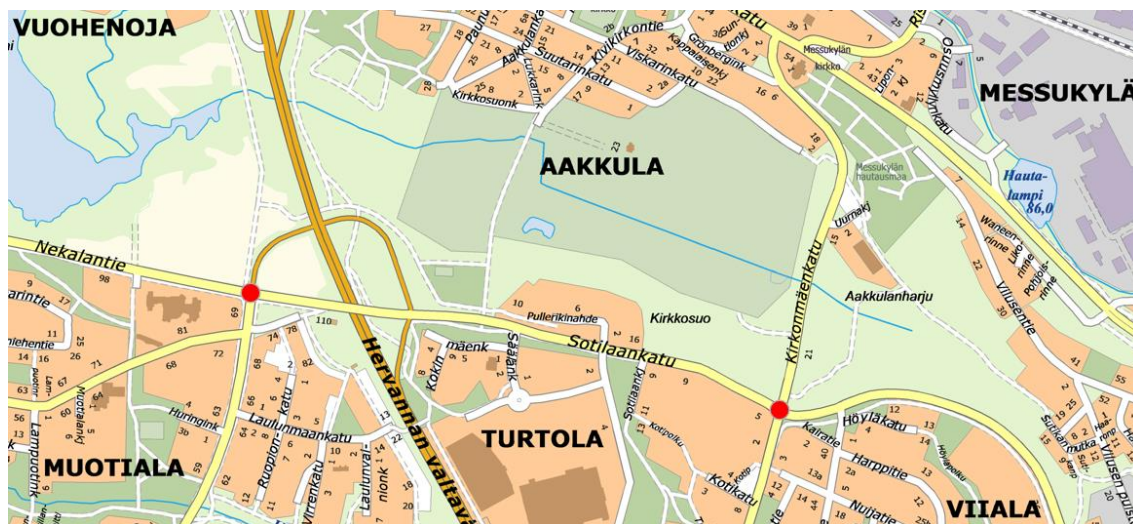
### 5.1 Yleistä

Opinnäytetyön esimerkkikohteet sijaitsevat Tampereen taajama-alueella. Rautatienkatu sijaitsee Tampereen ydinkeskustassa Tampereen rautatieaseman edustalla (kuva 17). Turtolan suunnittelualue sijaitsee Turtolankadun ja Hallilantien liittymien välisellä alueella (kuva 18). Kadut ovat runsasliikenteisiä. Kaduilla kulkee lisäksi Tampereen paikallisliikenteen reitit usealla eri linjalla. Rautatienkadulla kuusi linjaa ja Sotilaankadulla kaksi linjaa. Tämä lisää tilantarpeen, esteettömyyden ja sujuvuuden vaatimuksia suunniteltavilla katuosuuksilla. Kyseisten alueiden palveluiden tulee olla kaikkien saavutettavissa.



KUVA 17. Tampereen Rautatienkatu (Tampereen oskari -Karttapalvelu 2020)

Rautatienkatu on pohjois-etelä -suuntainen katu Tampereen ydinkeskustassa. Kadun varrella sijaitsee rautatieaseman ja joukkoliikenteen lisäksi useita erilaisia palveluita, kuten kauppoja ja ravintoloita. Rautatienkatu on noin yhden kilometrin pituinen.



KUVA 18. Turtolan suunnittelualue (Tampereen oskari – karttapalvelu 2020)

Sotilaankatu on länsi-itä -suuntainen katu, joka sijaitsee noin viisi kilometriä kaakkoon Tampereen keskustasta. Kadun varrella sijaitsee joukkoliikenteen reittien lisäksi Turtolan kauppala-alue. Sotilaankadulle liittyy myös suoraan Hervannan valtaväylältä. Sotilaankadun pituus on noin 900 metriä. Sotilaankadun länsipää sijaitsee Hervannan valtaväylän ylittävän Kokin risteyssillan itäpuolella. Suunnittelualue pitää sisällään myös osan Hallilantien pohjoispäästä ja Nekalantien itäpäästä.

## 5.2 Nykytilan esittely

Rautatienkatu on tiiviisti rakennettu ja sisältää paljon kaikenlaisia kadun päällisiä sekä alapuolisia rakenteita. Olemassa olevien rakenteiden vuoksi ratkaisujen hakeminen Rautatienkadulla tulee pitkälti noudattaa nykyisen katualueen rajoja sekä kaltevuuksia. Rautatienkadulla ovat kasvavat joukkoliikenteen, pyöräilyn ja jalankulun määrät ja näitä pyritään tulevaisuudessa koko ajan suosimaan enemmän ja enemmän.

Turtolan suunnittelualue on myös erittäin vilkasliikenteinen ja sijaitsee osaksi Hervannan valtavyöhykkeen yläpuolisella Kokin risteyskruunilla. Silta- ja katu- rakenteet luovat aina rajoituksia kadun suunnittelulle, koska ne eivät ole yhtä yksinkertaisesti muuttavissa hinnaltaan tai mahdollisuuksiltaan, kuin muut katualueet. Turtolan suunnittelualueella sijaitsee ainoastaan yksi yhdistetty pyörätie- ja jalkakäytävä. Alue on kasvava ja liikennejärjestelyt tulevat muuttumaan tulevan raitiotielinjauksen myötä. Tästä syystä alueen liikennejärjestelyjä on mietittävä uudelleen varsinkin kevyen liikenteen ja Turtolan kauppa-alueen saavutettavuuden näkökulmasta.

### **5.2.1 Rautatienkatu**

Rautatienkadulla on nykytilanteessa kaksi ajokaistaa kumpaankin ajosuuntaan. Liittymäalueilla voi olla eroteltuna lisäksi kääntyvien kaista esimerkiksi Hämeenkadun liittymässä pohjoisesta saavuttaessa. Rautatienkatu sijaitsee aivan Tampereen ydinkeskustassa, joten pyörä- ja jalankulkuliikennettä on myös paljon. Kadun varrella sijaitsee useita palveluita kuten ravintoloita, Tampereen rautatieasema sekä esimerkiksi liittymä Hämeenkadulle. Aikaisemmin kadun varressa on kulkenut ainoastaan yksi joukkoliikenteen linja, joka on antanut väljyyttä kadun nykyiselle ratkaisulle ja henkilöautoliikenteelle. Nykyisin Rautatienkadun joukkoliikenteen linjoja on kuitenkin lisätty huomattavasti poistaen kuormitusta Hämeenkadulta mahdollistaen näin tulevan raitiotieliikenteen Hämeenkatua pitkin. Tampereen rautatieasema on myös tärkeä yhdyspaikka Suomen rautatieverkossa. Tämän lisäksi Tampereen alueella sähköpotkulaudat ovat saavuttaneet suurta suosiota, joiden olemassaoloa ei ole nykyisessä katutilassa huomioitu ollenkaan.

Nykyisellään Rautatienkadulla ei sijaitse erillisiä levikkeitä paikallisliikenteen linja-autoille. Polkupyöräilylle ja jalankululle sijaitsee yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä Rautatienkadun kummallakin puolella. Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä on myös liian kapea palvelemaan jalankulku-, polkupyörä- ja sähköpotkulautaliikennettä.

## 5.2.2 Turtola

Turtolan suunnittelualueella on nykytilanteessa yksi ajokaista kumpaankin ajosuuntaan. Liittymäalueilla sijaitsee eroteltuja kääntyvien kaistoja. Sotilaankadun liikenne on monipuolista. Alueella sijaitsee Tampereen joukkoliikenteen linjoja. Tämän lisäksi alueen varrella sijaitsee Turtolan kauppalue, jonka toiminta vaatii raskasta huolto- ja tavarantoimitusliikennettä. Sotilaankadulla on yhdistetty kevyen liikenteen väylä kadun eteläpuolella. Kadun varrella sijaitsee Turtolan kauppalueen lisäksi meno- ja tulorampit erittäin runsasliikenteiseltä Hervannan valtaväylältä. Tampereen raitiotie alkaa liikennöimään vuonna 2021 Hervannan valtaväylää pitkin. Tämä kasvattaa Turtolan kauppalueen saavutettavuutta.

## 5.3 Suunnitellut muutokset

Suunniteltavia kohteita lähdettiin tarkastelemaan muuttuvien liikennetottumusten näkökannasta. Suunnittelualueiden muutosten yleissuunnittelussa ovat lähtökoh- tana olleet kestävien kulkumuotojen huomioiminen ensisijaisena kulkumuotona.

### 5.3.1 Maastomallit

Yleisesti laserkeilausaineistosta saatava maastomalli on tarpeeksi kattava palve- lemaan yleissuunnittelun mallinnuksen tarpeita mutta tiheään rakennetuilla kes- kusta-alueilla, kuten Rautatienkatu, on syytä tarkentaa maastomallia maastomit- tauksilla. Laserkeilausaineistosta ei välttämättä selviä mallinnuksessa tarvittavia pakkopisteitä tarvittavalla tarkkuudella kuten kiinteistöjen portaikkoja ja sisään- käyntejä. Maastomittaukset lisäävät suunnittelun kustannuksia ja viivyttävät suunnittelua, mutta tarkkuutta vaativissa suunnitelmissa maksavat itsensä takai- sin. Tarkemmalla lähtöaineistolla voidaan parantaa suunnitelman ja mallin tark- kuutta.

Rautatienkadun mallinnuksessa maastomalli muodostettiin Maanmittauslaitok- sen sekä dronemittausten laserkeilausaineistosta. Dronemittaukset suoritettiin

katualueelle. Dronella suoritettavat mittaukset toivat huomattavasti tarkempaa paikakatietoa esimerkiksi kadun varrella sijaitsevien rakennusten portaikoista.

Turtolan alueen mallinnuksessa maastomalli muodostettiin Maanmittauslaitoksen laserkeilatusta aineistosta. Laserkeilatettu aineisto on yleissuunnitelman väylän pintamallia ajatellen riittävä käyttötarkoitukseltaan. Suunnittelualueella on kuitenkin pisteitä, joille tulisi suorittaa tarkemmittauksia viimeistään myöhemmissä suunnitteluvaiheissa, kuten Kokin risteyssilta ja tämän kaiteet.

### **5.3.2 Rautatienkatu**

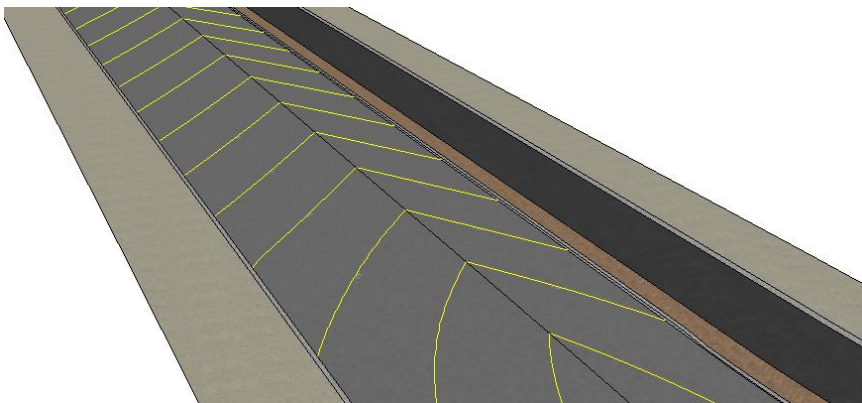
Rautatienkadun suunnittelualue sijaitsee Vuolteenkadun ja Rongankadun välissä. Rautatienkadun sijainti Tampereen keskustassa sekä kasvaneet paikallisliikenteen määrät ovat keskeisiä asioita suunnittelussa.

Yleissuunnitelmassa Rautatienkadun itäpuolelle lisätään tilaa polkupyörä- ja jalankulkuliikenteelle. Polkupyörä- ja sähköpotkulautaliikenne erotetaan jalankulkuliikenteestä erottelukaistalla. Tämä rauhoittaa liikennettä ja parantaa polkupyöräilyn sekä jalankulun laatua. Ajokaistoja on pääasiassa yksi molempiin suuntiin ja liittymäalueille voidaan lisätä erilliset kääntyvien kaistat liikenteen sujuvoittamiseksi. Ajokaistojen väliin sijoitetaan saarekkeitä ja katupuita. Lisäksi paikallisliikenteelle varataan erillinen pysäkkilevitys molemmiin puolin katua rautatieaseman kohdalla (kuva 19).



KUVA 19. Rautatiekadun yleissuunnitelma väliltä Verkatehtaankatu-Hämeenkatu (Ramboll Finland Oy 2020)

Rautatiekadun yleissuunnitelman pintamalli toteutettiin luvun neljä mukaisella etenemisjärjestyksellä. Rautatiekadun malli tehtiin pintamallina (kuva 20), jossa kuvattiin kadun päällimmäiset rakennekerrokset eikä muihin rakennekerroksiin kiinnitetty huomiota, koska kyseessä oli yleissuunnitelma tasoinen malli.



KUVA 20. Pintamalli suunnittelualueelta (Novapoint 21.00 2020)

Rautatienkadun mallinnuksen selvänä haasteena oli se, että käytettävissä olevaa aikaa on rajoitetusti. Haasteena voi myös olla tilaajan odotukset pintamallin tarkkuudesta. Yleissuunnitteluvaiheessa lähtötiedot voivat olla epätarkkoja ja työn aikana tapahtuvat muutokset täytyy huomioida myös mallissa. Rautatienkadulla sijaitseva rakennuskanta tuo myös oman haasteensa mallinnukselle. Nämä ovat rajoittavia tekijöitä mallinnuksessa, koska tämä asettaa rajoituksia esimerkiksi sivukaltevuudelle ja tasaukselle. Uloimpien reunalinjojen täytyy myötäillä nykyistä, jotta esimerkiksi kiinteistöjen sisäänkäynnit ja tonttiliittymät säilyvät käyttökelpoisina. Tasauksen täytyy myös säilyä pitkälti nykyisellään, jolloin kaivon kannet ja muut kadun päälliset sekä alapuoliset rakenteet pystyvät säilyttämään asemansa.

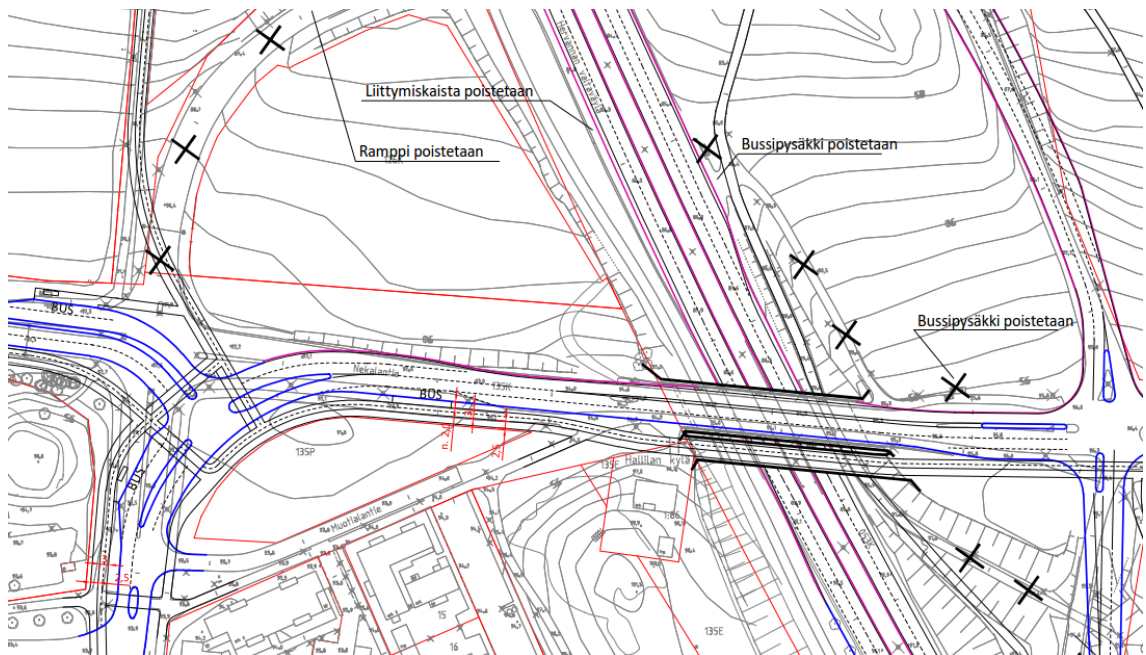
Rautatienkadun mallinnus oli kaiken kaikkiaan hyödyllistä. Rautatienkadun molemmin puolin sijaitsee rakennuksia ja muita rakennelmia. Mallin avulla voidaan yhteensovittaa suunnitelmia ympäristöön ja muihin suunnitelmiin, joita alueelle tehdään. Kadun tilavarauksien tarkastelua on myös yksinkertaista toteuttaa mallin kautta. Alue on myös pitkälti asfaltoitua ja tiiviisti rakennettua eikä sadevesi pääse luonnollisesti imeytymään. Mallin avulla voidaan tarkastella kuivatusta ja myötäillä alueen olemassa olevia tulvareittijärjestelyjä. Tämä vaikuttaa myös esteettömyyden suunnitteluun kaltevuuksien osalta.

Rautatienkadun yleissuunnittelu saa siis huomattavan paljon lisähyötyä jo pelkän pintamallin tuottamisesta. Rautatienkadulla pintamalliin lisättiin myös katupuita ja saarekkeita, mutta nämä eivät ole tarpeellista yleissuunnittelussa. Pintamallin avulla voidaan huomioida ja tarkentaa asioita, joita ei muutoin tulisi välttämättä huomioitua. Mallinnuksen avulla voidaan tehdä yleissuunnitelmasta kattavampi, mikä auttaa eri vaihtoehtojen tarkastelussa ja selkeyttää parhaiten aluetta palvelevan vaihtoehdon valintaa. Malli mahdollistaa yksinkertaisemman ja kattavamman suunnitelmien havainnollistamisen lisäksi myös erittäin hyvin olemassa olevan ympäristön huomioinnin, joka on todella tärkeää tiheästi rakennetulla alueella. Kaiken lisäksi yleissuunnittelussa tuotettu pintamalli on hyvä lähtötieto jatkosuunnittelutoimenpiteitä varten.

### 5.3.3 Turtola

Suunnittelualueen itäinen raja sijaitsee Kirkonmäenkadun ja Turtolankadun liittymässä. Lännessä suunnittelualue rajautuu Hallilantien liittymään. Väylän pintamalli on muodostettu Hallilantien liittymän ja Hervannan valtaväylän itäisten ramppien väliseltä alueelta.

Yleissuunnitelmassa suunnittelualueen eteläpuolelle lisätään tilaa polkupyörä- ja jalankulkuliikenteelle. Yhdistetty kevyenliikenteenväylä erotetaan erilliseksi pyörätieksi ja jalkakäytäväksi. Ajokaistoja on Hervannan valtaväylän ylittävällä Kokin risteyssillalla kaksi itään ja yksi länteen. Liittymäalueilla on erilliset kääntyvien kaistat liikenteen sujuvoittamiseksi. Ajokaistojen väliin sijoitetaan saarekkeita. Paikallisliikenteelle varataan erillinen pysäkkilevitys Nekalantien itäpäähän eteläpuolelle. Hervannan valtaväylän ylittävälle osuudelle rakennetaan uusi silta polkupyörä- ja jalankulkuliikennettä varten (kuva 21).

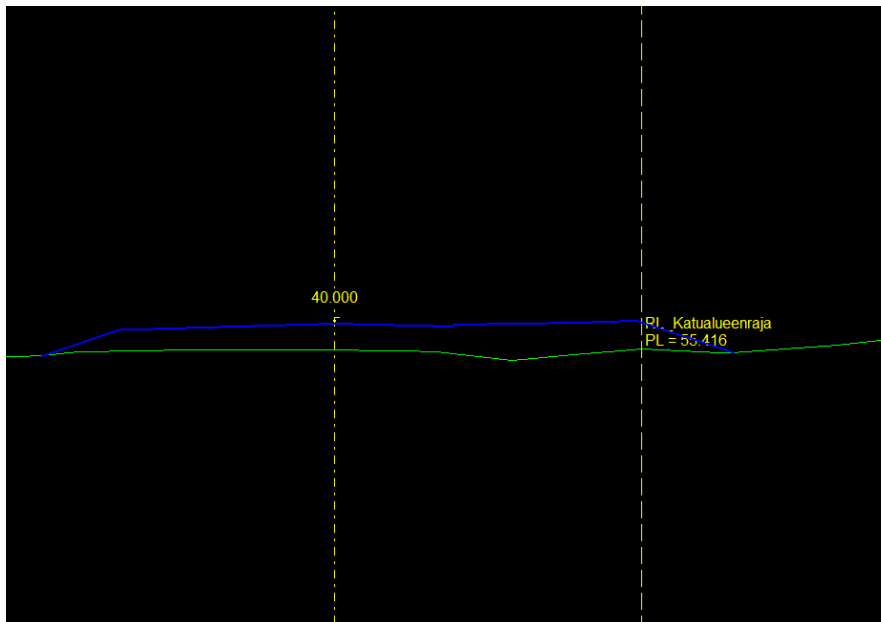


KUVA 21. Turtolan yleissuunnitelman suunnittelualueen länsipää (Ramboll Finland Oy 2020)

Turtolan alueen yleissuunnitelman pintamalli toteutettiin myös luvun neljä mukaisella etenemisjärjestyksellä. Alueen malli tehtiin pintamallina, jossa kuvattiin kadun päällimmäiset rakennekerrokset eikä muihin rakennekerrokseen kiinnitetty huomiota vielä yleissuunnitelman mallinnuksessa.



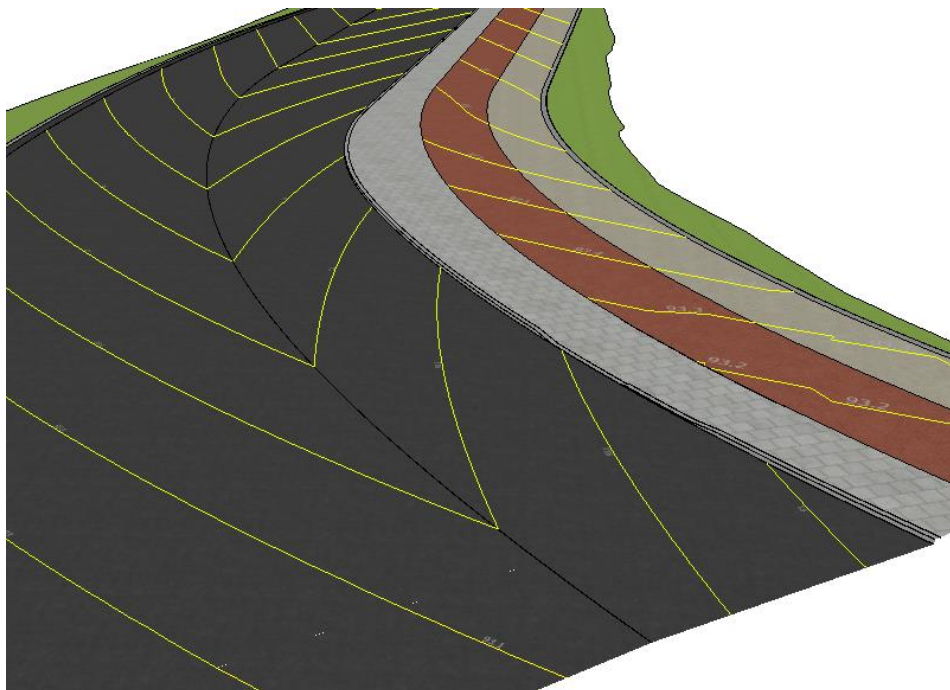
Mallinnuksen selkeimpänä haasteena oli käytettävissä oleva aika. Suunnittelualue kokonaisuudessaan oli erittäin laaja. Tässä tapauksessa mallinnuksessa on toteutettu selkeimmin muuttuvat osuudet suunnittelualueelta, kuten uusi silta sekä Hallilantien ja Nekalantien linjauksien muuttuminen. Lähtötiedot olivat osittain epävarmoja, koska Kokin risteyssiltaa ei tässä vaiheessa suunnittelua tarkennettu. Tämä on erittäin oleellinen osa suunnittelua, koska sillan sijainti ei ole muuttumassa ja uuden suunnittelun pinnan tulisi myötäillä sillan nykyistä pintaa. Hallilantielle suunniteltu uusi linjaus ei myöskään mahdu nykyiselle katualueelle (kuva 22). Yleissuunnittelussa suunnitelmat voivat myös mahdollisesti päivittyä, mikä täytyy huomioida myös mallissa.



KUVA 22. Poikkileikkaus katualueenrajan ylittävältä osuudelta (AutoCAD Map 3D 2020)

Alueen mallinnus oli hyödyllistä. Mallinnuksen avulla tasaus pystyttiin luomaan sellaiseksi, jotta se myötäilee Kokin risteyssillan nykyisiä rakenteita suunnittelussa käytetyn maastomallin mukaisesti. Mallin avulla voidaan yhteensovittaa suunnitelmia olemassa olevaan ympäristöön ja selvittää ongelmakohtia suunnitelmissa, jotka tulisi huomioida kuten katualueenrajan ylitykset. Malli auttaa myös kuivatusjärjestelyjen toimivuuden tarkastelussa ja sivukaltevuudet voidaan sovittaa säilyviltä osuuksilta pitkälti nykyisiin. Mallinnettu alue ei kuitenkaan sijaitse täysin rakennetussa ympäristössä, joten osa sadevesistä pääsee imeytymään

myös luonnollisesti. Kadun esteettömyyttä ja liikenteen sujuvuutta voidaan tarkastella luodun pintamallin avulla. Malli toimii lisäksi erittäin hyvin suunnitelmien havainnollistamiseen ja mallista pystyy hahmottamaan hyvin, mikä pinta katua on milloinkin kyseessä (kuva 23).



KUVA 23. Pintamalli suunnittelualueelta (Novapoint 21.00 2020)

Alueen pinnan mallinnuksesta saadaan huomattavaa lisähyötyä suunnitteluprosessissa jo yleissuunnitelmassa. Pintamallin avulla pystyttiin huomioimaan asioita, jotka eivät selviä pelkästä tasokuvasta. Mallinnus tekee yleissuunnitelmasta tarkemman ja auttaa eri vaihtoehtojen tarkastelussa. Mallin avulla pystyttiin myös täilemään esimerkiksi Kokin risteyssillan nykyisiä rakenteita ja saamaan tietoa siitä, että katu ylittää osittain katualueenrajan. Suunniteltu pintamalli toimii myös hyvänä lähtötietona jatkosuunnittelussa ja on hyvin havainnollistava henkilölle, joka ei aluetta tunne.

## 6 POHDINTA

Kadut sijaitsevat asemakaava-alueella osana rakennettua ympäristöä. Katujen käyttötarkoitus on toimia jokapäiväisenä kulku- ja oleskelutilana kaikille sen käyttäjille. Kadun eri liikuntamuotojen huomioinnin ja rakennetun ympäristön tuomien vaatimusten vuoksi mallinnusta olisi hyvä suorittaa jo yleissuunnitteluvaiheessa.

Katujen mallintaminen yleissuunnittelussa on monille vielä vieras käsite. Mallinnusta on harrastettu valikoivasti ja tätä ei välttämättä ole edes toteutettu tässä vaiheessa suunnittelua. Kuitenkin katujen yleissuunnitteluvaiheen mallintaminen kasvattaa jatkuvasti suosiotaan osana yleissuunnittelua. Tätä mahdollistavat jatkuvasti kehittyvät suunnitteluohjelmistot. Tuotettavien mallien laatu kasvaa jatkuvasti sekä samalla mallinnuksen vaatima aika sekä kustannukset pienenevät.

Mallintamisella voidaan saavuttaa huomattavia etuja jo yleissuunnittelutason suunnittelussa. Mallista voidaan saada selville asioita, joita voi olla hankalaa huomioida pelkistä tasokuvista kuten katualueen rajojen ylitykset ja sopiminen olemassa olevaan ympäristöön. Mallin avulla vastaavat suunnittelun ongelmakohtat voidaan huomioida jo hyvissä ajoin yleissuunnittelussa ja tarpeellisiin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä. Mallinnuksella saadaan myös huomattavaa hyötyä olemassa olevien rakenteiden huomiointiin. Hyvin toteutetulla tasauksella ja sivukaltevuuksilla saadaan huomioitua esimerkiksi siltarakenteiden tuomia pakkopisteitä jo yleissuunnitteluvaiheessa. Yleissuunnitteluvaiheessa tehty malli palvelee myös jatkosuunnittelua.

Katujen suunnitelmat voivat muuttaa suuresti tälle varattua katualuetta. Lisäksi kestävät kulkumuodot kasvattavat koko ajan suosiotaan. Myös esteettömyysnäkökannat on helpompaa huomioida mallinnuksen kautta tehtävän tasauksen ja sivukaltevuuksien avulla. Havainnollistaminen ja suunnitelmien tarkastelu sekä oikeellisuus on huomattavasti helpompaa 3D -pintamallin kuin PDF -tulosteen avulla. Jos alueella on tapahtumassa paljon muutoksia voi PDF -tuloste sisältää paljon päällekkäistä informaatiota. PDF -tuloste on kuitenkin hyödyllinen esimerkiksi silloin, jos mallinnuksen katsomiseen soveltuvia ohjelmia ei ole tarjolla tai tarkastelussa ei ole tarvetta erittäin yksityiskohtaiselle tiedolle.

Molempien suunnittelukohteiden mallintamisella onnistuttiin huomioimaan asioita, jotka muutoin olisi ilmennyt vasta myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Mallinuksilla saatiin selville osuuksia, joilla nykyinen katualue ei ole riittävä ja mallin avulla pystyttiin huomioimaan olemassa olevat siltarakenteet, sekä kiinteistöjen tonttiliittymät ja portaikot maastomallin mukaisella tarkkuudella.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, minkä tasoinen mallintaminen on tarpeellista palvelemaan yleissuunnittelua. Tutkimusta tehtiin kahden esimerkkikohteen yleissuunnitelman ja näiden mallintamisen kautta. Kohteiden mallinnetut osuudet eroavat selkeästi toisistaan ympäristöltään ja suunnittelussa huomioon otettavilta asioilta. Tämä auttaa mallinnuksen tarpeiden arvioinnissa.

Väylän pintamallin luominen osana yleissuunnittelua voidaan tutkimuksen avulla todeta hyödylliseksi ja kannattavaksi toimenpiteeksi. Yksinkertaisen pintamallin luomiseen vaadittavat lähtötiedot ovat helposti saavutettavissa ja mallinnuksen vaatima aika on kohtuullinen sen hyötyihin nähden. Yleissuunnittelussa hyötyjä mallinnuksesta saadaan esimerkiksi huomioitavien asioiden, mahdollisten ylimääräisten kustannusten, havainnollistamisen helppouden, vaihtoehtojen tarkastelun ja ympäristöön sekä rakenteisiin yhteen sopimisen muodossa.

## LÄHTEET

3D-Win. 2020. 3D-Win monitoimityökalu paikkatiedon ammattilaisille. Luettu 13.8.2020. <https://3d-system.fi/>

Asianajotoimisto Lindblad & Co Oy. 2016. Artikkeleita, Puitesopimus. Luettu 29.8.2020. <https://lindblad.fi/puitesopimus/>

Autodesk, Inc. AutoCAD. 2020. Mikä on AutoCAD. Luettu 13.8.2020. <https://www.autodesk.fi/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

Autodesk, Inc. Autodesk knowledge network. 2020. Glossary of AutoCAD terms. Luettu 13.8.2020. <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/AutoCAD-Core/files/GUID-C4325DCB-3648-4463-8135-629EA7F72AB0-htm.html>

Autodesk, Inc. Company. 2018. About Autodesk. Luettu 13.8.2020. <https://www.autodesk.fi/company?referrer=%2Fcompany>

Autodesk, Inc. Company. 2018. Legal notices & trademarks. Luettu 13.8.2020. <https://www.autodesk.com/company/legal-notices-trademarks/trademarks/guidelines-for-use#section12>

BuildingSMART Finland. InfraBIM. Infra-toimialaryhmä. 2019. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019. Luettu 27.8.2020. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/03/YIV\\_p%C3%A4ivitystiedosto\\_FINAL-hyv%C3%A4ksyty-versio\\_20190502.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/03/YIV_p%C3%A4ivitystiedosto_FINAL-hyv%C3%A4ksyty-versio_20190502.pdf)

Civilpoint Oy. 2020. Yritys. Luettu 13.8.2020. <https://civilpoint.fi/yritys/>

Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE. 2013. Luettu 13.8.2020. <https://www.ouka.fi/documents/6584597/16542552/Konsulttitoiminnan+yleiset+sopimusehdot+KSE+2013.pdf/14229985-a564-49db-bf13-a76eb6663f0f>

Liikennevirasto, Liikenneviraston ohjeita 12/2017. 2017. Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. Luettu 13.8.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-12\\_tie\\_ratahankkeiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf)

Liikennevirasto, Liikenneviraston ohjeita 19/2010. 2010. Yleisuunnittelu Toimintaohjeet. Luettu 13.8.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2010-19\\_yleisuunnittelu\\_toimintaohjeet\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2010-19_yleisuunnittelu_toimintaohjeet_web.pdf)

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maanmittauslaitos. 2020. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Luettu 13.8.2020. <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Novapoint, Resource Center. 2010. Väylämalli. Luettu 27.8.2020. [http://help.novapoint.com/doku.php?id=fi:np:road:menu:road\\_design:start](http://help.novapoint.com/doku.php?id=fi:np:road:menu:road_design:start)

Novatron Oy. 2020. Yritys. Luettu 13.8.2020. <https://novatron.fi/yritys/>

Rakennusteollisuus. 2020. Julkisen hankinnan valintaperusteet ja vertailu. Luettu 28.8.2020. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Toimialat/Talonrakennusteollisuus/Lakiasiat-oikeustapaukset/Hankintalaki-julkiset-hankinnat/Tarjouksen-valinta--ja-vertailuperusteet/>

Ramboll Finland Oy. 2020. Yritys. Luettu 13.8.2020. <https://fi.ramboll.com/ramboll-finland-oy>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. RIL 165-2. Liikenne ja väylät II. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö

Tampereen kaupunki, Katusuunnitelmat. 2015. Aikaisemmat suunnitelmat ja selvitykset, Hämeenkadun yleissuunnitelma. Luettu 13.8.2020. <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/hameenkatu/aikaisemmat-suunnitelmat-ja-selvitykset.html>

Tampereen kaupunki, Katusuunnitelmat. 2020. Katusuunnitelmat 22.6.-6.7.2020. Luettu 27.8.2020. <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/katusuunnitelmat/22.6.-6.7.2020.html>

Tampereen kaupunki, Tampereen kaupungin ja Tampereen veden julkaisu. 2010. Katu- ja rakennussuunnitelmien sisältö. Luettu 13.8.2020. [https://www.tampere.fi/tiedostot/l/vKquF8p7j/LIITE\\_4\\_Katu-ja\\_rakennussuunnitelmien\\_sisalto.pdf](https://www.tampere.fi/tiedostot/l/vKquF8p7j/LIITE_4_Katu-ja_rakennussuunnitelmien_sisalto.pdf)

Tampereen kaupunki. 2014. Tampereen ydinkeskustan katutilaohje. Luettu 13.8.2020. [https://www.tampere.fi/liitteet/t/qH2O91Yeq/Tampere\\_Katutilaohje.pdf](https://www.tampere.fi/liitteet/t/qH2O91Yeq/Tampere_Katutilaohje.pdf)

Tampereen kaupunki. 2020. Karttapalvelu oskari. Luettu 28.10.2020 <https://kartat.tampere.fi/oskari/>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2020. Maakaasu ja biokaasu. Luettu 27.8.2020. <https://tukes.fi/teollisuus/maakaasu-ja-biokaasu>

Väylävirasto. 2020. Tietomallinnuksen ohjeistus. Luettu 13.8.2020. <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/tietomalli-ohjeistus>

Williams, L. 2019. What happens when a city bans cars from its streets. BBC News. Luettu 13.8.2020. <https://www.bbc.com/future/article/20191011-what-happens-when-a-city-bans-car-from-its-streets>



## SUUNNITELMIEN SISÄLTÖ

## 1.1. KATUSUUNNITELMAT

Katusuunnitelma koostuu katujärjestelypiirustuksesta, pituusleikkauksesta, tyyppipoikkileikkauksista ja detaljipiirustuksista. Katusuunnitelma on selkeä ja havainnollinen asiakirja siitä mitä kohteessa on tarkoitus tehdä. Yleensä kohteessa on tarve esittää muitakin asioita kuin seuraavassa luetellut ja silloin kohteesta tehdään myös rakennussuunnitelma -niminen asiakirja. Muut asiat ovat lähinnä teknistä tietoa esimerkiksi kiveysmateriaalista, tarkempi kuvaus kadun kuivatuksesta, päällysrakennekerrosmateriaalista ja vesihuollosta.

Kappaleen 1.1. mallikuvat löytyvät kappaleesta 6.

1.1.1. **Katujärjestelypiirustus 1:500**

Katujärjestelypiirustuksessa esitettävät asiat:

- Pohjakartta
- Asemakaava (tarvittaessa)
- Katualueen rajat
- Kadun ja liittyvien katujen nimet
- Piirustusmerkintöjen selitykset
- Katuun rajoittuvista tonteista
  - Korttelin, tontin ja tonttipyykkien numero
  - Tontin rajat
  - Tontin käyttötarkoitus (AK, KTTY, VP, LPA tms.)
  - Tonttiliittymät saneerauskohteissa
  - Tonttipisteiden sekä mahdollisten taitepisteiden korkeudet kadun rajalla ympyröitynä (katukorkeuslausunto)
- Mittalinja
  - Paalutus 10 m (20 m) välein
  - Paalulukema 20 m välein
  - Elementtien arvot (vaakageometria)
- Pohjoisnuoli
- Koordinaattiristit 50 m:n välein ja xy-asema vähintään yhdestä pisteestä
- Katukorkeuksia liittymien, katualueiden rajapisteiden kohdilta yms. (uudiskohteet).
- Reunakivilinjat madallusmerkintöineen
- Kaistamerkinnot
- Jalkakäytävien, pyöriteiden sekä erotus- ja välikaistojen reunaviivat
- Suojatiet ja korokkeet
- Pysäkit
- Kadun kuivatusperiaatteet (hulevesikaivot tai avo-ojat)
- Pientareiden ja leikkausluiskien reunat tarvittaessa
- Istutusalueet + kunnossapitoluokka viheralueiden osalta mainittava
- Puut ja pensaat
- Katuvalaistus
- Sillat, tukimuurit, portaat, kaiteet, melusteet ja pollarit
- Poikkileikkauksen osien käyttötarkoitus ja mitat (esim. ajorata 5,0 m)
- Päällysteet materiaalimerkintöineen (rasteri ja väri)
- Katuosoitteet (saneerauskohteissa)





- Rummut: koko ja materiaali
- Liikennevalot ja portaalit
- Liikennemerkkit
- Hulevesikourut
- Laskuojat
- Hulevesiviemärin purkukohtat (puolirumpu)

#### **1.1.2. Pituusleikkaus 1:1000/1:100**

Pituusleikkauksessa esitettävät asiat:

- Maastotiedot
  - Alkuperäinen maanpinta piirrettynä korkeuslukemiseen
- Pituuspaalutus
  - Paalulukema 50 m välein
- Tasausviiva ja sen korkeus 10 m (20 m) välein
- Tasausviivaelementit (pystygeometria)
  - Taitepisteiden sijainti ja korkeusasema
  - Kaltevuusarvot
  - Pyörityssäteiden arvot ja tangenttien paikat
- Liittyvien katujen nimet ja paikat
- Sillat mittakaavan sallimalla tarkkuudella
- Merkittävät maanalaiset rakenteet
- Poikkikadut

#### **1.1.3. Tyypipoikkileikkaukset 1:100**

- Paalulukema tai paaluväli (tarvittaessa sanallisesti esim. katuväli)
- Katualueen rajat ja leveys
- Mittalinjan ja tasausviivan paikka
- Poikkileikkausten eri osien
  - Käyttötarkoitus ja leveys
  - Korkeudet tasausviivaan nähden
  - Sivukaltevuudet
  - Pintamateriaalit
- Puut ja muut istutukset
- Valaisinpylväät
- Kiinteät rakenteet ja rakennukset
- Kadun kalusteet tarvittaessa

#### **1.1.4. Erilaiset detaljipiirustukset**

Erilaisia detaljipiirustuksia voidaan tehdä, jotta suunnitelma havainnollistaisi mahdollisimman hyvin lopullista kadun ulkoasua ja sen detaljeja sekä palvelisi hankkeen esittelyä pienipiirteisissä tai paljon yksityiskohtia sisältävissä kohdissa. Detaljipiirustukset voivat olla esimerkiksi havainnekuvia (perspektiivikuvat, valokuvasoitteet) tai suunnitelmia kiveysten ladonnasta, kadun kalusteista tai ajoradan korotuksesta.





## 1.2. RAKENNUSSUUNNITELMAT

Rakennussuunnitelmissa esitetään enemmän rakentamiseen liittyviä teknisiä asioita kuin katusuunnitelmassa, joka on hallinnollinen asiakirja.

Kappaleen 1.2. mallikuvat löytyvät kappaleesta 6.

Asemapiirustus sisältää seuraavat asiat:

### 1.2.1. Asemapiirustus 1:500

- Pohjakartta
- Asemakaava (tarvittaessa)
- Katualueen rajat
- Kadun ja liittyvien katujen nimet
- Piirustusmerkintöjen selitykset
- Katuun rajoittuvista tonteista
  - Korttelin, tontin ja tonttipyykkien numero
  - Tontin rajat
  - Tontin käyttötarkoitus (AK, KTTY, VP, LPA yms.)
  - Tonttiliittymät
- Mittalinja
  - Paalutus 10 m (20 m) välein
  - Paalulukema 20 m välein
  - Elementtien arvot (vaakageometria)
- Pohjoisnuoli
- Koordinaattiristit 50 m:n välein ja xy-asema vähintään yhdestä pisteestä
- Reunakivilinjat kaarresäteineen ja madallusmerkintöineen, lisäksi madalluskorkeus
- Kaistamerkinnot (ei uudiskohteissa)
- Jalkakäytävien, pyöriteiden sekä erotus- ja välikaistojen reunaviivat
- Suojatiet (ei uudiskohteissa)
- Pysäkit
- Kadun kuivatusperiaatteet (hulevesikaivot tai avo-ojat)
  - Salaojat
  - Salaojien tarkastusputket
  - Salaojien purku: tarvittaessa vesijuoksu- ja liitoskorkeuksia
- Pientareiden ja leikkausluiskien reunat tarvittaessa
- Katuvalaistus
- Sillat, tukimuurit, portaat, kaiteet, melusteet ja pollarit
- Poikkileikkauksen osien käyttötarkoitus ja mitat (esim. ajorata 5,0 m)
- Päälysteet materiaalimerkintöineen *tontinrajan saakka* (rasteri ja väri) (ei uudiskohteissa)
- Katuosoitteet (saneerauskohteissa)
- Korokkeet ja liikenteenjakaajat
- Rakenteiden suojaus, siirto ja purku
- Katualueen istutettavat osat (ei uudiskohteissa) + kunnossapitoluokka viheralueiden osalta mainittava
- Puut ja pensaat (säilytettävät ja istutettavat)
- Liikennevalot ja portaalit
- Liikennemerkkit (ei uudiskohteissa)



- Luiskamerkinnot (tarvittaessa)
- Erikoiskuljetusreittien erityisvaatimukset -> tyyppikuvat: jakajat+portaalit
- Nykyiset hulevesikaivot
- Nykyiset viemärit ja vesijohto
- Liitoslausuntonumero
- Hule- ja jätevesiviemärit kaivoineen, materiaali- ja kokomerkintöineen sekä kaivojen korkeustiedot
- Salaojat putkikokoineen ja materiaaleineen, tarvittaessa myös vesijuoksu- ja liitoskorkeuksia
- Hulevesikourut
- Vesijohdot putkimateriaali- ja kokomerkintöineen, sulkuineen, paloposteineen yms.
- Laskuojat
- Hulevesiviemärin ja salaojien purkukohdat (puolirumpu)
- Rummut: koko, materiaali ja korkeus
- Vesijohtojen lukkomuhvit ja vaakakulmat

### **1.2.2. Tasauspiirustus 1:500 tai 1:200**

- Kadun päällystettyjen osien korkeusasema
  - Viettoviivoin 0,10 m välein (= 10 cm korkeuskäyrät)
  - Loivapiirteisillä kohdilla 5 cm ja jyrkissä kohdissa 20 cm välein
  - Viettoviivat merkitään korkeuslukemin ja viettosuuntaa ilmaisevin lyhyin poikkiviivoin
  - Tarvittaessa korkeustietoja katuun liittyvistä rakenteista

### **1.2.3. Pituusleikkaus 1:1000/1:100**

Pituusleikkauksessa esitetään keski-/mittalinjalta:

- Maastotiedot
  - Alkuperäinen maanpinta piirrettyä korkeuslukemineen
- Arvioitu kalliopinta
- Kairausdiagrammit sekä mahdollisten maanäytteiden tiedot
- Pituuspaalutus
  - Paalulukema 50 m välein
- Tasausviiva ja sen korkeus 10 m (20 m) välein
- Tasausviivaelementit (pystygeometria)
  - Taitepisteiden sijainti ja korkeusasema
  - Kaltevuusarvot
  - Pyörityssäteiden arvot ja tangenttien paikat
- Päällysrakenteen alapinta (irtilouhinta, täytöt)
- Siirtymäkiilat
- Salaojat (tarvittaessa)
- Liittyvien katujen nimet ja paikat
- Sillat mittakaavan sallimalla tarkkuudella
- Merkittävät maanalaiset rakenteet
- Ajouradan sivukaltevuus molempien ajouradan puolien osalta ( $q_v, q_o$ )
  - Kaltevuuskuvaaja ja sivukaltevuus prosentti- tai desimaalilukuna; esim.  $q_o = 3\%$ , tai  $q_o = 0,03$



- Kaltevuuden muutosjärjestelyt ja jos kadun ajonopeus > 40 km/h, merkitään myös muutosnopeus (esim. 1 % /15 m)
- Ei tarvita, jos ko. väliä laadittu erillinen tasauspiirustus
- Pohjanvahvistus
  
- Katurakennetyyppi esitetään, jos kadun katurakennetyyppi muuttuu
  - esim. A 150/E 1000
- Työturvallisuuslomake
- Nykyiset viemärit ja vesijohto
- Viemärit ja vesijohdot korkeustietoineen sekä koko-, materiaali- ja laatuluokkamerkintöineen
- Putkien perustamistapa
- Tarkastuskaivot kaivotunnuksineen
- Vettä pidättävät padot (savisulut, kk-väli johtokaltevuuden perusteella)
- Vesijohtojen lukkomuhvit ja pystykulmat

#### **1.2.4. Tyypipoikkileikkaus 1:100**

- Paalulukema tai paaluväli (tarvittaessa sanallisesti esim. katuväli)
- Katualueen rajat ja leveys
- Mittalinjan ja tasausviivan paikka
- Poikkileikkausten eri osien
  - Käyttötarkoitus ja leveys
  - Korkeudet tasausviivaan nähden
  - Sivukaltevuudet
  - Pintamateriaalit
- Puut ja muut istutukset
- Valaisinpylväät
- Kiinteät rakenteet ja rakennukset
- Kadun kalusteet tarvittaessa
- Päällysrakennekerrostaulukko
- Reunakivien materiaali ja koko
- Istutuskuopat ja istutuksien vaatimat rakenteet
- Mahdolliset maanalaiset rakenteet
- Johtokaivanto ja johdot (sv, jv ja vj) sekä niiden perustaminen
- Muut putkitukset (vesihuolto, salaojat, sähkö, kaukolämpö, johto- ja kaapeliyhtiöt)
  - nykyiset harmaalla, uudet värillä tai mustalla

#### **1.2.5. Paalukohtaiset poikkileikkaukset 1:100**

- Leikkaukset määritetään tapauskohtaisesti (10-20)
- Paalulukema
- Tasausviiva
- Maanpinta
- Päällysrakenteen alapinta
- Kallionpinta ja tarvittaessa maalajirajat ja mahdollinen pohjavedenpinta
- Kairausdiagrammit ja tarvittaessa maanäytetiedot
- Johtokaivanto putkineen



- Kaiteet ja tukimuurit
- Muut rakenteet
- Korkeuslukemia päällysteen taite- ja reunapisteistä
- Pohjavahvistukset ja siirtymäkiilat
- Toimitetaan erikseen pyydettyäessä (dwg+pdf)

#### **1.2.6. Mittaussuunnitelma 1:500**

- Pohjakartta
- Mittalinjat
- Mittalinjojen tunnukset
- Pohjoisnuoli
- Koordinaattiristit 50 m:n välein ja xy-asema vähintään yhdestä pisteestä
- Reunakivi, alennettu reunakivi ja vanha uudelleen käytettävä reunakivi
- Ajouradan reuna, ei reunakiveä
- Linjan paalulukema taitepisteessä
- Reunakivilinjan kaarresäde (<15m)
- Uusi hulevesikaivo
- Katukorkeuksia liittymien, katualueiden rajapisteiden kohdilta yms. (uudiskohteet).
- Jos kohteesta on tehty tasaussuunnitelma, esitetään:
  - Viettoviivojen korkeuslukemat
  - Reunakivilinjan paalulukema viettoviivan kohdalla

#### **1.2.7. Muut suunnitelmat**

Muita mahdollisia rakennussuunnitelmavaiheeseen liittyviä suunnitelmia ovat:

- Geotekniset *suunnitelmat*
- *Kaapelien putkitussuunnitelma (johto- kaapeliyhtiöiltä saatavat)*
- Liikennevalosuunnitelma
- Liikenteenohjaussuunnitelma
- Valaistussuunnitelma
  - Valaistussuunnitelma tehdään Kaupunkiympäristön kehittämisen ohjeiden "Tampereen alueen ulkovalaistuksen suunnitteluohje" ja "Ulkovalaistussuunnittelun vakiomenetelmät ja -periaatteet" mukaisesti.
- Vihersuunnitelma







## 2.4. Tarkkuus eri suunnitelmavaiheissa

### 2.4.1. Aineistoa koskeva yleinen ohjeistus ja vaatimukset

#### 2.4.1.1. Yleistä

Lähtötietoaineiston hyödynnettävyyden kannalta aineistojen tarkkuustason tulee olla mahdollisimman korkea. Ongelmaksi nousee lähtötietoaineiston raaka-aineen heterogeenisuus ja monimuotoisuus. Lähtötietojen mallinnustarkkuus vaihtelee hankkeesta ja tilaajasta sekä raaka-aineen tarkkuudesta riippuen. Liitteessä 3.1. ”Luovutusaineiston tiedonsiirron vaatimukset” on esitetty mallinnusvaatimukset muun muassa maastomallille, maa- ja kallioperämalleille sekä pohjatutkimuksille. Muiden aineistojen tarkkuustaso tulee sopia erikseen tekniikkalajeittain hankkeen alussa.

#### Vaatus

Lähtötietoaineiston luotettavuuden takaamiseksi tulee tarkkuustaso dokumentoida eri aineistojen osalta mahdollisimman huolellisesti lähtöaineistoluetteloon. Aineistoista tulee käydä ilmi niiden tarkkuustaso ja eri alkuperää olevat aineistot tulee voida eritellä toisistaan. Esimerkiksi yleispiirteinen maastomalliaineisto tulee olla eroteltavissa takymetrillä mitatusta maastomalliaineistosta. Lähtöaineistosta tulee aina kertoa, mihin menetelmään mallin muodostaminen on perustunut.

Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmän, tiedonsiirtoformaattien ja nimikkeistön osalta noudatetaan YIV-ohjeiden ensimmäisessä osassa (1. Yleinen osa) määritettyjä ohjeita ja vaatimuksia.

#### 2.4.1.2. Aineistokohtaiset vaatimukset

##### A Maastomalli

#### Vaatus

Maastomalliaineistolle asetetaan vaatimuksia muun muassa:

- mittausperustan pisteille
- yksikäsitteisten kohteiden mittauksen keskivirheelle
- pinnan korkeuden interpoloinnin keskivirheelle
- taiteviivojen ja hajapisteiden pistevälille.

Katso myös liite 3.1 Luovutusaineiston tiedonsiirron vaatimukset.

#### Ohje

Maastomallin ja mittausperustan laatimisessa noudatetaan yleisiä tai tilaajakohtaisia ohjeita. Näitä ovat muun muassa Väyläviraston ohjeet 18/2017 ”Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje” ja 19/2017 ”Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet”. Ohjeiden mahdollinen päivittyminen on huomioitava.



## B Maa- ja kallioperä

### Ohje

Maa- ja kallioperätutkimuksia tehdään suunnittelun eri vaiheissa siten, että tutkimusten tarkkuus vastaa kunkin suunnitteluvaiheen vaatimuksia. Koska rakennussuunnitelma tehdään usein juuri ennen rakentamista tai rakentamisen aikana, on tärkeää, että jo aikaisempien suunnitelmavaiheiden yhteydessä tehdään kattavat pohjatutkimukset.

Pohjatutkimuksille (maa- ja kallioperätutkimukset) ja niiden toteutukselle sekä tulosten esitystavoille ja laadulle asetetaan vaatimuksia erinäisillä ohjeilla ja standardeilla. Näitä ovat muun muassa:

- Infra-pohjatutkimusformaatti
- Standardi SFS-EN ISO 22475-1 Geotekninen tutkimus ja koestus
- Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, Suunnitteluvaiheen ohjaus, Liikenneviraston ohje 10/2015

## C Rakenteet ja järjestelmät

### Vaatus

Rakenteiden mallintamisessa CAD-tiedostojen tasot ja objektit tulee litteroida voimassa olevan InfraBIM-nimikkeistön mukaan. Eri kohteiden tai objektien mallinnustarkkuus ja -tapa dokumentoidaan selkeästi. Nykyisistä rakenteista ja järjestelmistä tulee yksiselitteisesti ilmetä aineiston tarkkuus ja epävarmuudet (mitattu, tulkittu, epävarma).

### Ohje

Tarkkuudeltaan erilaiset kohteet ja objektit esitetään esimerkiksi eri väreillä. Eri kohteiden kartoituksessa noudatetaan näitä käsitteleviä ohjeita.

## D Temaattiset aineistot

### Ohje

Kiinteistötietojen, pohjakartan ja ilmakuviin tilaamisesta on mm. julkaisussa Väyläviraston ohjeita 19/2017 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet. Pohjakartan ja ortokuvien mittaamisesta on ohjeistettu julkaisussa Väyläviraston ohjeita 18/2017 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje.

### 2.4.2. Esi- ja tarveselvitysvaihe

Esi- ja tarveselvitysvaiheen lähtötietoaineisto on usein yleispiirteistä ja 3D-mallintamista sekä havainnekuvia on yleensä tarkoituksenmukaista tehdä vain merkittävimmistä kohteista. Esisuunnittelu ja tarveselvitykset voivat olla lähtötietoa kaavoitukselle, jolloin hankkeen lopputuotteiden tulisi palvella myös kaavoituksen tarpeita. Sovitussa koordinaatistossa toimiminen on tärkeää, jotta esimerkiksi vaihtoehtoverailut on mahdollista viedä paikkatietopohjaisiin tietovarastoihin.

### Vaatus

Esi- ja tarveselvitysvaiheessa koottavan lähtötietoaineiston keskeisen sisällön muodostavat muun muassa

- karkea maanpintamalli tarkennettuna hankkeen tarpeiden mukaan

- maaperäkartta
- maaperätutkimukset
- kallioperäkartta ja merkittävimmät alueelliset heikkousvyöhykkeet ja siirrokset
- arvio kalliopinnan sijainnista (kalliopinnan korkeusasema)
- nykyisten siltojen ja taitorakenteiden sijainnit
- nykyiset väylärakenteet ja -linjaukset
- pohjavesitiedot
- johto- ja laitetiedot
- maankäyttötiedot ja kiinteistörajat sekä
- paikkatietoaineistot (usein ns. peruskarttatarkkuudella) ja paikkatietosidonnaiset aineistot
- tiedot pilaantuneista maista.

Jos esi- ja tarveselvitysvaiheessa tehdään ympäristöä koskevia selvityksiä, kuten melulaskentoja ja maisemainventointeja, tulokset tulee sisällyttää lähtötietoaineistoon.

### 2.4.3. Yleissuunnitelmavaihe

Yleissuunnitelmavaiheessa lähtötiedot (mm. maastomallit ja pohjatutkimukset) ovat vielä yleispiirteisiä, eikä mallinnuksen tarkkuutta ole tarkoituksenmukaista lisätä. Yleissuunnitelmavaiheessa tarkennetaan esi- ja tarveselvitysvaiheessa tehtyä lähtötietoaineistoa.

#### Ohje

##### **A Maastomalli**

Yleissuunnitelmavaiheessa käytetään yleensä yleispiirteistä maastomallia. Maastomalli voi perustua laserkeilausaineistoon (esimerkiksi Maanmittauslaitoksen aineisto) tai laserkeilausdatan pohjalta tulkittuun ja maastomittauksin täydennettyyn malliin. Tärkeää on, että mallinnustarkkuus on tiedossa ja dokumentoitu, eikä liian epätarkkaa mallia käytetä seuraavien suunnitelmavaiheiden lähtötietona. Mikäli maastoaineisto koostuu monista mittaustiedoista, tulee näiden väliset rajapinnat toimittaa aluerajauksina.

##### **B Maa- ja kallioperä**

Maa- ja kallioperätutkimukset voivat olla yleissuunnitelmavaiheessa vielä niin vähäisiä, ettei niiden pohjalta tehty maa- ja kallioperämallit välttämättä palvele tarkoitustaan. Maaperämallin laatimistarve ja laajuus yleissuunnitelmavaiheessa määrätään hankekohtaisesti. Esimerkiksi pehmeiköt voidaan jo tässä suunnitteluvaiheessa tutkia niin tarkasti, että ”kovan pohjan” tai kalliopinnan määrittäminen on näissä paikoissa mahdollista.

Maa- ja kallioperä -kansioon tallennetaan seuraavat:

- kallioperätutkimustiedot
- kallioperäkartat
- tulkittu kalliopinta (kalliopintamalli) ja maalajirajapinnat
- tiedot pilaantuneista maista.

##### **C Rakenteet ja järjestelmät**

Kaupunkien, kuntien ja laiteomistajien taholta hankitaan tiedot merkittävistä kunnallistekniikan laitteista sekä muista rakenteista, kuten silloista ja taitorakenteista sekä nykyisten väylien rakenteista ja -linjauksista. Olennaista on, että johdot ja laitteet, joista aiheutuu merkittäviä siirtokustannuksia, mallinnetaan riittävällä tarkkuudella (piste, viiva, aluerajaus, tilavuuskappale) kustannuslaskentaa



varten. Vähemmän merkittävien rakenteiden tarkkuustason varmistaminen ei tässä suunnitteluvaiheessa ole yhtä olennaista.

#### **D Temaattiset aineistot**

Yleissuunnitelman laatimiseksi tarvittava lähtötietoaineisto on paljolti eri rekistereistä ja paikkatietojärjestelmistä sekä erillisselvityksistä hankittavaa materiaalia, kuten

- maankäyttötiedot; maakunta-, yleis- ja asemakaavat
- erityiset aluerajaukset; pohjavesialueet, eläimet, kasvillisuus, muinaismuistot, suojelualueet jne.
- maanomistus; tilarajat ja maanomistustiedot
- nykytilaa kuvaavat paikkatietoaineistot ja paikkatietosidonnaiset aineistot, kuten melu- ja luontonselvitykset.

#### **E Viiteaineisto**

Muuta yleissuunnitelmavaiheessa kerättävää lähtötietoaineistoa ovat muun muassa

- suunnitteluperusteet
- muut hankkeeseen liittyvät suunnitelmat
- hankkeeseen liittyvät selvitykset, inventoinnit sekä niistä koottava tieto
- lupa-asiakirjat.

#### **2.4.4. Viranomaiskäsittelyvaihe (Tie-, rata-, katu- ja puistosuunnitelmavaihe)**

Tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitelmavaiheessa tarkennetaan yleissuunnitelmavaiheessa tehtyä lähtötietoaineistoa.

#### **Vaatus**

##### **A Maastomalli**

Tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitteluvaiheessa tarkennetaan maastotutkimuksia ja -mittauksia hankkeen tarpeiden mukaan. Tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitteluvaiheen maastomalli on pääsääntöisesti tarkkuustasoltaan sama aineisto, jota käytetään myös rakennussuunnitteluvaiheessa. Olennaista on, että myös mittausperusta (kiintopisteverkko, mittauksen lähtöpisteet) sisältyy lähtöaineistoon ja sitä hyödynnetään tämän ja seuraavien suunnitteluvaiheiden lisämittauksissa sekä toteutusvaiheessa. Tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitelmavaiheen mittausperustan runkopisteet muodostuvat perus- ja käyttökiintopisteistä. Mittausperustaa tihennetään tarvittaessa tihennys-/apupistemittauksin.

Maastomalliaineiston tulee olla yksiselitteistä. Hankekohtaisesti on sovittava, kenen tehtävänä on eri maastomallikokonaisuuksien yhdistäminen. Vaikka maastomallin osia ei yhdistettäisikään, on suunnittelussa käytettävän ja massalaskennan perustana olevan maanpintamallin oltava yksiselitteinen. Mikäli maastoaineisto koostuu monista mittausperustoista, tulee näiden väliset rajapinnat toimittaa aluerajauksina. Maastomallin pisteet ja viivat tulee olla luokiteltu sovitun ohjeistuksen mukaisesti (esimerkiksi Väyläviraston hankkeissa LO18/2017 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohjeen mukaisesti).

##### **B Maa- ja kallioperä**

Pohjatutkimusten pohjalta muodostetaan maaperämalli, joka sisältää tutkimustietoihin perustuen

- kalliopinnan (mukaan lukien avokalliohavainnot)

- maalajikerrokset pohjanvahvistuskohteissa (mukaan lukien olemassa olevat täytöt)
- pohjaveden pinnan hankekohtaisesti, mikäli tietoa sen korkeudesta on riittävästi tarjolla
- olemassa olevat pohjanvahvistukset.

Kallionpintamalliaineistossa on selkeästi erotettava toisistaan avokalliohavainnot, porakonekairauksilla varmasti määritetyt pisteet ja epävarmoin havaintoihin tai tulkintoihin perustuvat pisteet InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti.

Kallion materiaalmalli perustuu kallioperätutkimuksista, kirjallisesta aineistosta, kartoista ja pohjatutkimuksista saatuihin tietoihin ja se sisältää tutkimustietoihin perustuen seuraavat tiedot:

- kallioperätutkimusten tiedot (porakonekairaukset/kallionäytekairaukset/kuvantamistulokset)
- kalliopinnan topografia
- kalliomekaaniset tutkimukset (kivinäytteiden laboratoriotutkimukset, jännitystilamittaukset)
- rakennusgeologiset kartoitukset
- kartat.

Kallion materiaalmalli kuvaa vähintään osaa seuraavista kallioperän ominaisuuksista:

- kivilajit
- kalliolaatu
- heikkousvyöhykkeet
- vedenjohtavuus.

Maaperämallit ja kalliopintamallit mallinnetaan aina jotain käyttötarkoitusta varten. Esimerkiksi kalliopintaa ei ole järkevää tuottaa koko suunnittelualueelta, jos käytössä ei ole aineistoa, jolla se voidaan muodostaa riittävän luotettavasti.

Maaperämallin ja kalliopintamallin tarkkuus ja tulkintaperusteet kerrotaan lähtöaineistoluettelossa ja lähtöaineistoselostuksessa. Pisteet ja pinnat tulee luokitella InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti. Maaperämallin laajuutta ja tarpeellisuutta kannattaa harkita, jos pohjatutkimusten vähäinen määrä ei mahdollista mallin laadintaa.

Kallioperätutkimuksissa on tärkeää tarkistaa kohteen kalliopinnan sijainti sekä selvittää kalliolaatu yksityiskohtaisemmin. Lisäksi tulee selvittää, esiintyykö alueella tiloja leikkaavia rako- tai heikkousvyöhykkeitä. Tutkimuksissa selvitettäviä tekijöitä ovat: alueen heikkousvyöhykkeet, rakosuunnat ja niiden mekaaniset ominaisuudet, ehjän kiven mekaaniset ominaisuudet, jännitystila, vedenjohtavuus sekä ympäristön rakenteet ja laitteet. Kivinäytteiden laboratoriotutkimuksia ja jännitystilamittauksia suoritetaan, jotta saadaan lähtöarvot kalliomekaanisille mallinnusohjelmille.

### **C Rakenteet ja järjestelmät**

Lähtötietoaineisto sisältää katu-, tie-, puisto- ja ratasuunnitteluvaiheessa mahdollisimman tarkasti nykyiset rakenteet ja järjestelmät, kuten

- johdot ja laitteet
- sillat ja taitorakenteet
- nykyinen valaistus, kaapeloinnit ja sähkönsyöttö.

### **D Temaattiset aineistot**



Yleissuunnitelmavaiheessa kerätty kartta- ja paikkatietoaineisto päivitetään ja täydennetään. Paikkatietoja, kuten ympäristötietoja ja säilytettävää kasvillisuutta, tarkennetaan mittauksin ja maastokäynnein.

### **E Viiteaineisto**

Viiteaineiston pohjana on yleissuunnitelman laadinnan aikana päivitetty aineisto. Aineiston ajantasaisuudesta ja kattavuudesta on kuitenkin tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitelmavaiheessa varmistuttava. Tarvittaessa aineistot päivitetään.

## **2.4.5. Rakennussuunnitelmavaihe**

### **Vaatus**

#### **A Maastomalli**

Tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitelmavaiheen maastomallia tarkennetaan hankkeen tarpeiden mukaan rakennussuunnitelmavaiheessa. Mikäli maastoaineisto koostuu monista mittaustiedoista, tulee näiden väliset rajapinnat toimittaa aluerajauksina.

#### **B Maa- ja kallioperä**

Rakennussuunnitelmavaiheessa tarkennetaan tie-, katu-, puisto- ja ratasuunnitelmavaiheen maa- ja kallioperäaineistoa muun muassa seuraavilta osin:

- pohjatutkimukset (olemassa olevat ja uudet)
- maaperämalli (tulkitut kerrosrajat lähtötietojen mukaisella tarkkuudella)
- kallion materiaalimalli.

#### **C Rakenteet ja järjestelmät**

Lähtötietoaineisto sisältää rakennussuunnitteluvaiheessa mahdollisimman tarkasti nykyiset rakenteet ja järjestelmät, kuten

- johdot ja laitteet
- sillat ja taitorakenteet
- nykyinen valaistus, kaapeloinnit ja sähkönsyöttö
- nykyiset väylärakenteet ja -linjaukset
- kuivatusrakenteet.

#### **D Temaattiset aineistot**

Katu-, tie-, puisto- tai ratasuunnitelmavaiheessa kerätty kartta- ja paikkatietoaineisto päivitetään ja täydennetään. Paikkatiedot tarkennetaan mittauksin ja maastokäynnein (esimerkiksi ympäristötiedot ja säilytettävä kasvillisuus).

### **E Viiteaineisto**

Viiteaineiston pohjana on katu-, tie-, puisto- tai ratasuunnitelman laadinnan aikana päivitetty aineisto. Aineiston ajantasaisuudesta ja kattavuudesta on kuitenkin rakennussuunnitelmavaiheessa varmistuttava. Tarvittaessa aineistot päivitetään.