

Heidi Piironen

# Monialaprojektin yhteistyön kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Rakennustekniikka  
Opinnäytetyö  
5.5.2011

Tekijä Otsikko	Heidi Piironen Monialaprojektin yhteistyön kehittäminen
Sivumäärä Aika	42 sivua + 2 liitettä 5.5.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Ympäristörakentaminen
Ohjaajat	Toimialajohtaja Jari Elo Insinööri (AMK) Jukka Tiala
<p>Tämän insinööriyön aiheena oli monialaprojektin yhteistyön kehittäminen. Työn tavoitteena oli selvittää esimerkkiprojektin avulla, millaisia ongelmia ja mitä kehitettävää on suunnittelualueiden välisessä yhteistyössä. Lisäksi tutkittiin, missä on yhteistyössä onnistuttu ja millaisia eroavaisuuksia suunnittelijoiden työtavoissa on.</p> <p>Työssä käytettiin kirjastosta, yrityksestä ja Internetistä etsittyä aineistoa kirjallisuusselvitykseen. Lisäksi esimerkkiprojektin suunnittelijoita haastateltiin tutkimukseen.</p> <p>Tutkimuksessa selvisi, että yhteistyö on esimerkkiprojektissa sujunut ongelmitta ja se on muutenkin melko hyvällä mallilla. Haastatteluissa tuli kuitenkin ilmi, että suunnittelijoiden ohjelmistojen käyttötaidoissa on puutteita, minkä seurauksena suunnitelmien yhdistämisen vaiheessa tuli ongelmia.</p> <p>Lopputulokseksi saatiin, että eniten kehittämistä on suunnittelijoiden työtapojen yhdenmuukaistamisessa. Tällä tarkoitetaan sitä, että aloituskokouksessa pitää sopia pelisäännöt, joilla mennään koko projektin ajan. Lisäksi kehittämistarvetta nähtiin sovituisissa asioissa pysymisessä esimerkkinä aikataulu ja tuntimäärät. Myös suunnittelijoiden välisiä yhteispalavereita tulee lisätä ja suunnittelijoiden lisäkoulutukseen panostaa. Esimerkkiprojektissa yhteistyössä onnistuttiin yhteispalavereiden pitämisessä ja kommunikoinnissa. Immulan projektin yhteistyössä ei havaittu ongelmia.</p>	
Avainsanat	Monialaprojekti, katusuunnittelu, yhteistyö

Author(s) Title Number of Pages Date	Heidi Piironen The Development of the Cooperation in the Conglomerate Project 42 pages + 2 appendices 5 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Environmental Construction
Instructor(s)	Jari Elo, Head of Municipalities and Cities Jukka Tiala, Bachelor of Engineering
<p>The purpose of this thesis was to develop cooperation in a conglomerate projects. The aim was to find the problems and the development targets between different design branches by using an example project carried out in the costumer company FCG Finnish Consulting Group, the Immula project. The aim was also to define the procedural differences in designing methods between different designers.</p> <p>The thesis was based on a literature references found in the libraries, in the company the thesis was written for and from the electronic references mainly found in the Internet. In addition, the designers involved with the example project were interviewed.</p> <p>The study released that the cooperation in the example project has worked without major problems. The interviews, however, pointed out problems in the user knowledge when it comes to the usage of the designer software and computer aided designing. As a result from this, some problems occurred when combining different plans and drawings.</p> <p>The outcome showed that the most crucial points of development were unifying the designing methods of different designers. This means that in the initial meeting of the designers involved with a project there must be rules agreed about the designing methods that are used all the way through the project. There is also development needed when it comes to sticking with the decisions agreed together, such as schedules and working hours. Designers must have more formal meetings during the project and they must sustain their professional skills by attending to professional training along their careers. In the example project, there was succeeded in the meeting routine as well as in communication. As a result from that there were no significant problems identified in the Immula Project.</p>	
Keywords	the Conglomerate Project, Street design, Cooperation

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Katutila	2
2.1	Katu	2
2.2	Katujen luokittelu	3
2.2.1	Hallinnollinen luokittelu	3
2.2.2	Toiminnallinen luokittelu	3
2.3	Kadun vaatimukset	6
2.3.1	Toiminnalliset vaatimukset	6
2.3.2	Rakenteelliset vaatimukset	6
2.3.3	Kaupunkikuvalliset vaatimukset	6
2.3.4	Ympäristövaatimukset	7
2.3.5	Ylläpidon vaatimukset	7
3	Katusuunnittelu	8
3.1	Yleistä	8
3.2	Suunnitteluprosessi	8
3.2.1	Kaavoitus ja liikennesuunnittelu	8
3.2.2	Katusuunnittelu	9
3.2.3	Rakennussuunnittelu	10
3.3	Lainsäädäntö	11
3.3.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki	11
3.3.2	Maankäyttö- ja rakennusasetus	12
3.4	Suunnittelun nykytila	12
3.5	Suunnittelun tulevaisuus	13
3.6	Suunnittelun ohjeet	14
3.6.1	Projektitoiminnan ohjeet	14
3.6.2	Tilaaajan antamat ohjeet	15
4	Suunnitteluperiaatteet	15
4.1	Kadun suunnittelu	15
4.1.1	Suunnittelun aloittaminen	16
4.1.2	Geometrian suunnittelu	18
4.1.3	Liittymäsuunnittelu	19

4.2	Kunnallistekniikan suunnittelu	20
4.2.1	Vesijohto	20
4.2.2	Jätevesiviemäri	22
4.2.3	Hulevesiviemäri	23
4.3	Liikennesuunnittelu	25
4.4	Maisemasuunnittelu	26
4.5	Valaistussuunnittelu	27
4.6	Sähkönjakosuunnittelu	28
4.7	Pohjarakennussuunnittelu	29
5	Käytettävät ohjelmistot	30
5.1	AutoCAD	30
5.2	Novapoint	30
5.2.1	Novapoint Road Professional	31
5.2.2	Novapoint Water and Sewer	31
5.2.3	Novapoint Landscape	32
5.2.4	Novapoint Soundings	32
5.2.5	Novapoint Road Signs	32
5.2.6	Novapoint Virtual Map	33
5.3	MicroStation	33
5.4	TerraSolid	33
5.4.1	TerraStreet	33
5.4.2	TerraPipe	34
6	Esimerkkikohteen kuvaus	34
6.1	Yleistä	34
6.2	Sijainti	34
6.3	Lähtötiedot	35
7	Haastattelut	35
7.1	Toteuttaminen	35
7.2	Tulokset	36
7.2.1	Yhteistyön sujuminen ja kehittäminen (Immulan projekti)	36
7.2.2	Kehittämiskohdat yleisesti	36
7.2.3	Osastojen välinen yhteydenpito	36
7.2.4	Suunnittelussa käytössä olevat ohjelmat	37
7.2.5	Suunnitelmien yhdistäminen ja lähtötietojen saatavuus	37
7.2.6	Lisätyön aiheuttajat	38

7.2.7	Projektitoimintaohjeen tunteminen	38
8	Johtopäätökset	38
9	Yhteenveto	40
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Pohjarakennussuunnittelu kadun suunnittelussa	
	Liite 2. Haastattelukysymykset	

## 1 Johdanto

Monialaprojekti koostuu monesta osa-alueesta, joiden pitää sopia yhteen hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Kadun suunnitteluprojektissa on mukana suunnittelijoita eri tekniikkalajeista, kuten katu-, maisema-, liikenne-, valaistus- ja geosuunnittelusta. Heidän lisäksi projektissa ovat mukana tilaaja, projektipäällikkö ja mahdolliset operaattorien edustajat. Yhteistyön täytyy sujua, jotta projekti saataisiin valmiiksi.

Tämä insinööriyö tehdään FCG Finnish Consulting Group Oy:n katu- ja aluetekniikan toimialalle. Työn tavoitteena on selvittää, millaisia ongelmia ja mitä kehitettävää suunnittelualojen välisessä yhteistyössä on. Lisäksi tutkitaan, missä on yhteistyössä onnistuttu ja millaisia eroavaisuuksia on suunnittelijoiden työtavoissa. Tutkimus tehdään esimerkkiprojektin yhteistyötä seuraamalla ja haastattelemalla projektissa mukana olleita suunnittelijoita sekä kirjallisuustutkimuksena.

Alussa kerrotaan yleistietoa kaduista sekä suunnitteluosa-alueista. Lisäksi mukana on myös hieman suunnittelun tämän hetkistä tilannetta ja tulevaisuuden 3D-mallintamista. Välissä kerrotaan käytössä olevista ohjelmistoista, jonka jälkeen on haastattelujen tulokset ja loppuyhteenveto.

Insinööriyön teettäjä FCG Finnish Consulting Group Oy on yksi Suomen suurimmista monialaisista konsulttiyrityksistä. Yritys toimii Suomessa 14 paikkakunnalla ja sillä on koko maailmassa n. 850 työntekijää. Yrityksen palvelut koostuvat konsultoinnista, teknisestä suunnittelusta, ICT-palveluista sekä kansainvälisestä toiminnasta.

## 2 Katutila

### 2.1 Katu

Kadulla tarkoitetaan monikäyttötilaa, joka on tehty liikennettä, liikkumista ja oleilua varten. Se ei ole tarkoitettu ainoastaan ajoneuvoliikenteelle vaan se on yhteinen alue ihmisille liikkua, tavata ja viettää aikaa. Kadun tehtävä määräytyy reunustavan maankäytön mukaan sekä kadulle asetetusta asemasta katuverkossa. Tehtävä määritetään kaavoitus- ja liikennesuunnitteluvaiheessa. Kadun toimivuus riippuu siitä, miten suunnittelu ja toteutus ovat onnistuneet. [1, s. 5.]

Katuverkko ylläpitää kaupunkirakennetta ja luo kaupunkikuvaa. Lisäksi se asemoi ja rajaa kaupungin sijainnin, rakenteen ja muodon sekä antaa samalla sille tunnistettavat ominaispiirteet. [1, s. 5.]

Vanhoissa kaupunkikeskustoissa kadut suunniteltiin yhtä aikaa rakennusten kanssa, jotta saataisiin korkeatasoinen arkkitehtoninen katutila. Tämän tehtävänä oli korostaa kadun asemaa ja tehtävää yhteisössä. Tehtävä jäi kuitenkin 1900-luvun lopulla jälle- ja uudisrakentamisen sekä autoistumisen varjoon. Nykyisin kiinnitetään huomiota katu- päällysteisiin ja -istutuksiin, kadulle tuleviin varusteisiin, istutuksiin ja taideteoksiin sekä valaistukseen. Tällä toiminnalla pyritään saamaan aikaiseksi toimiva ja esteettisesti miellyttävä katu ympäristö. [1, s. 5.]

Kadulle sijoitetaan teknisen huollon verkostot esimerkiksi vesijohdot, jäte- ja hulevesiviemärit, kaukolämpö- ja kaukokylmäputkistot sekä myös sähkö- ja telekaapelit. Nämä aiheuttavat omat ehtonsa katutilan käytölle ja katurakenteille. Ongelmia suurissa kaupungeissa aiheuttavat katujen alle sijoitettavien laitteiden suuri määrä. Lisäksi venttiilit ja viemärien kannet vaikeuttavat katujen kunnossapitoa. Suurimmat haitat tulevat kuitenkin putkistojen korjauksista, jolloin liikenne vaikeutuu ja päällysteen laatu heikenee. [1, s. 7.]



## 2.2 Katujen luokittelu

Katuverkon luokitellaan hallinnollisten, toiminnallisten ja rakenneteknisten kriteerien mukaan. Hallinnollinen luokittelu perustuu katujen ylläpitovastuuseen. Toiminnallinen luokittelu puolestaan perustuu katuverkon liikennetehtävän mukaiseen maankäyttöön ja jäsentelyyn. Rakennetekninen luokitus määritetään kadun liikennekuormituksesta ja toiminnallisen luokituksen avulla määritetystä liikenteenvälityskapasiteetista. [1, s. 7.] Seuraavissa luvuissa 2.2.1–2.2.2 on tarkemmin selitetty hallinnollisesta ja toiminnallisesta luokittelusta.

### 2.2.1 Hallinnollinen luokittelu

Hallinnollisissa luokittelussa katuverkko jaetaan omistajuuden ja hallintovastuun perusteella yleisiin teihin, katuihin ja yksityisiin teihin. Kadut ovat kunnallisia liikenneväyliä, katuja, aukioita ja toreja tai kevyen liikenteenväyliä, jotka sijaitsevat asemakaava-alueella. Kadut rakennetaan asemakaavassa määrätyle katualueelle kunnan hyväksymän katusuunnitelman mukaan. Katujen rakentamisesta vastaa kunta. Ylläpidosta taas vastaa joko kunta tai kiinteistö riippuen siitä, että miten kunnossa- ja puhtaanapidosta on sovittu. [1, s. 8.]

### 2.2.2 Toiminnallinen luokittelu

Toiminnallinen luokittelu perustuu kadun liikenteelliseen tehtävään. Luokittelu tapahtuu kaavoituksen ja liikenneverkon suunnittelun yhteydessä, jotta voidaan määrittää ja mitoittaa kadun tarvitsema tila. Katu- ja teknisen suunnittelun lähtökohtana on toiminnallisen luokittelun lisäksi kaupunkikuvalliset tavoitteet. [1, s. 7-8.]

Luokitus tehdään koko liikenneväylä- ja katuverkolle maankäytön ja ajoneuvoliikenteen näkökulmasta. Liikenneväylät ja kadut jaetaan pääverkon ja paikallisverkon katuihin. Pääverkon katujen tehtävänä on välittää pitkämatkaista siirtymistä ja kunnan eri osien välillä tapahtuvaa liikennettä. Paikallisverkon kadut puolestaan palvelevat lähialueilla tapahtuvaa liikennettä. [1, s. 8.]

### *Pääverkon kadut*

Pääverkon liikenneväyliä ja katuja ovat sisääntulo- ja ohikulku-/läpikulkuväylät (moottoriväylät) ja pääkadut. Sisääntulo- ja ohikulku-/läpikulkuväylät ovat myös osa yleistä tieverkkoa. Niiden tehtävänä on toimia valtakunnallisen ja seudullisen liikenteen ja katu liikenteen välillä yhdistävänä tekijänä, mutta ne on mahdollista pitää myös erillään toisistaan. Suurissa kaupungeissa sisääntulo- ja ohikulku/läpikulkuväylät ovat moottoriväyliä, joilla nopeusrajoitus on 80–100 km/h ja ne on varustettu eritasoliittymin. [1, s. 8.]

Pääkadut puolestaan liittävät yhdyskunnan eri osa-alueiden paikallisverkkoja toisiinsa ja palvelevat niiden välillä olevaa liikennettä. Tarvittaessa pääkaduilla liitetään seudullinen tieverkko yhdyskunnan katuverkkoon. Pääkaduilla on pääasiassa liikennevalo-ohjattuja tasoristeyksiä ja nopeusrajoitus on 50–70 km/h. [1, s. 8.]

### *Paikallisverkon kadut*

Paikallisverkon katuja ovat kokoojakadut ja tonttikadut. Tonttikatujen erityiskatuja ovat hidaskadut, pihakadut sekä kävelykadut. Kokoojakadut yhdistävät kuntien tai kaupunkilähiöiden tonttikadut toisiinsa ja pääverkkoon. Niillä kerätään tonttikaduilta tuleva liikenne ja niillä mahdollistetaan liikkuminen esim. kaupunkilähiön sisällä (paikallinen kokoojakatu) tai liittymisen pääverkon liikenteeseen (alueellinen kokoojakatu). Kokoojakaduilla risteykset ovat tasoliittymiä, joissa on tarvittaessa valo-ohjaus tai kiertoliittymä. Nopeusrajoitus alueellisella kokoojakadulla on 50 km/h ja paikallisella kokoojakadulla 40 km/h. [1, s. 8.]

Tonttikadut kytkevät tontit paikallisverkkoon (kuva 1). Ne välittävät liikenteen tonteilta muuhun liikenneverkkoon. Nämä kadut ovat lyhyitä ja yleensä umpi- tai rengaskatuja. Nopeusrajoitus tonttikaduilla on yleensä 30–40 km/h. [1, s. 8.]



Kuva 1. Tonttikatu Helsingissä [23].

Hidaskadut ovat rakenteeltaan tai liikennejärjestelyiltään sellaisia katuja, joilla yli 30 km/h nopeus ei ole mahdollista. Hidaskatu toteutetaan siten, että sen geometria, poikkileikkaus tai päällyste vaikuttaa siihen, että käyttäjä toimii alusta asti tavoitellulla tavalla. Kadusta voidaan tehdä hidaskatu rakentamalla siihen esimerkiksi töyssyjä, joilla käyttäjä pakotetaan noudattamaan haluttua liikennekäyttäytymistä. [1, s. 8.]

Pihakaduilla korostetaan jalankulkua ja oleskelua. Moottoriajoneuvolla saa ajaa ainoastaan kiinteistöille tai pysäköidä. Ajonopeudet eivät saa ylittää 20 km/h:ssa. Jalankulkijoiden annetaan kulkea esteettömästi koko kadun leveydeltä. Pihakatuihin soveltuvat keskusta-alueiden asuntokadut, joiden asukkaille ne tuovat lisää yhteistä ulkoilutilaa. Kadun toteuttaminen vaatii paljon aktiivisuutta asukkailta, muuten se jää yleensä toteuttamatta. [1, s. 8.]

Kävelykadut on tarkoitettu jalankulkijoille ja muulle kevyelle liikenteelle kulkemiseen ja oleskeluun. Näillä kaduilla ainoastaan kiinteistöjen huoltoajo on sallittu tietyinä ajankohtana. Kävelykaduksi voidaan tehdä esimerkiksi keskustan vilkasliikenteinen ostoskatu tai muu katu, jolla on tarpeeksi vetovoimaa. [1, s. 9.]

## 2.3 Kadun vaatimukset

Hyvälle kadulle asetetaan joukko vaatimuksia, jotka sen kuuluu täyttää. Vaatimuksia asettavat lainsäädäntö, kunnan maankäyttö ja liikennettä koskeva päätöksen teko, asukkaat, kiinteistöjen omistajat, liiketoiminnan harjoittaja sekä kadulla säännöllisesti tai satunnaisesti liikkuvat. Kaduilta vaadittavia ominaisuuksia ovat toiminnallisuus, rakenteen vaatimukset, kaupunkikuvallisuus, ympäristöllisyys ja ylläpito. Kadun tulee täyttää tietty vaatimustaso kaikkien edellä mainittujen vaatimusten osalta. [1, s. 11.]

### 2.3.1 Toiminnalliset vaatimukset

Kadun tulee täyttää toiminnallisesta luokituksesta määräytyvä liikennetehtävä halutulla tavalla. Vaatimuksissa on otettava huomioon alueen liikenteellinen kehitys tulevaisuudessa. Kaduilla on oltava liikennetehtävän mukainen liikenteenvälityskyky ja liikkumisen on oltava sujuvaa ja turvallista kaikille kadun käyttäjille. Liikennejärjestelyjä tehtäessä pitää valmistautua myös joukkoliikenteeseen ja kadunvarsipysäköintiin. Jalankulun pitää olla esteetöntä. Kadun täytyy tukea myös sen varrella olevaa maankäyttöä ja toimintoja. Esimerkiksi asuminen ja asiointi sekä huolto- ja kuljetuspalvelut pitää olla käytettävissä. Lisäksi katutilan mitoituksen ja liikennejärjestelyjen pitää olla koko kadulla yhdenmukaiset. [1, s. 11-12.]

### 2.3.2 Rakenteelliset vaatimukset

Katu on pysyväksi suunniteltu rakenne, jonka kestoikä on vuosikymmeniä. Sen takia katupäällystettä ja kadussa olevia johtoja uusitaan säännöllisin väliajoin. Jotta katupäällyste säilyisi hyvänä, niin se vaatii sitä, että katurakenne ei painu. Katurakenteen painuminen estetään mahdollisimman korkeilla vaatimuksilla. Kadun päällysteeltä vaaditaan hyvää kulutuskestävyyttä, jotta se täyttää kulutus- ja kuormitusvaatimukset. Kadun rakennekerroksilta edellytetään taas hyvää kantavuutta, jotta se olisi riittävä liikennekuormitusta vastaan. Rakennekerroksia suunniteltaessa täytyy ottaa myös huomioon roudan vaatimukset. [1, s. 12.]

### 2.3.3 Kaupunkikuvalliset vaatimukset

Kaupunkikuvalle asetettavat vaatimukset koskevat kadun sijoitusta maastossa ja kaupunkirakenteessa sekä katualueen mitoitusta suhteessa rakennusten korkeuteen. Nämä asiat ratkaistaan jo kaavoitusvaiheessa. Kadun sijoittuminen yhdistää tai erottaa

alueita ja toimintoja kaupunkirakenteessa. Lisäksi kadun leveys ja viereisten korttelien rakennuskorkeudet määrittävät syntyvän tilavaikutelman ja vaikuttavat syntyvään kaupunkikuvalliseen kokemukseen. Kadun esteettiset ominaisuudet vaikuttavat välittömästi kaupunkikuvaan. Esteettisyys määräytyy jalankulkijoiden tarpeiden mukaan. Jalankulkijoiden houkuttelemiseksi kadun pitää luoda selkeää, tasapainoinen ja ehjä vaikutelma, mutta samalla sen pitää olla myös mielenkiintoinen. Houkuttelevuutta ja viihtyvyyttä lisäävät myös kadun hoito ja siisteys. Katuväläistys puolestaan taas lisää turvallisuutta ja luo kadulle kokonaisilmettä. Kadun rakentamisessa tulee kiinnittää huomiota työn laatuun. Mikäli esim. kiveys ja laatoitus eivät ole tasaisia tai saumat eivät ole tasalevyisiä ja suoraa pilaa se helposti lopputuloksen käytettyjen tarvikkeiden ja materiaalien tasokkuudesta riippumatta. Samoin myös ylläpidossa kiinnitetään huomiota laatutasoon. Esimerkiksi kunnostustyöt on tehtävä viivytyksittä ja huolella. Hyvät suunnitelmat menevät hukkaan, mikäli ylläpito on riittämätöntä ja välinpitämätöntä. [1, s. 12-13.]

#### 2.3.4 Ympäristövaatimukset

Luonnon kannalta katu ja sitä käyttävä liikenne ovat uhkia. Katurakenne rikkoo maanpintaa, tuhoaa kasvillisuutta, muuttaa hydrologista kiertoa ja rajoittaa eläimistön elinpiiriä. Lisäksi katurakenteisiin tarvittavan kiviaineksen otto aiheuttaa muutoksia maisemaan ja vaarantaa pohjavettä. Liikenne puolestaan aiheuttaa haitallisia päästöjä, melua, pölyä ja tärinää, jotka ovat haitallisia ihmisille. Kadut kuitenkin suunnitellaan siten, että ne vahingoittavat mahdollisimmat vähän ympäristöä. [1, s. 13-14.]

#### 2.3.5 Ylläpidon vaatimukset

Kadun ylläpito otetaan huomioon jo suunnittelu- ja rakennusvaiheessa, sillä se kestää koko elinkaaren ajan. Ylläpito koostuu puhtaanpidosta, talvihoidosta ja rakenteellisesta kunnossapidosta sekä korjauksista sisältäen myös kunnallistekniikan ylläpidon kaivutyöt. Ylläpidon vaatimukset kohdistuvat katualueen jäsentelyyn, käytettyihin pintamateriaaleihin, kadun rakenneratkaisuun ja kadun kalusteisiin ja varusteisiin. Katua ei kuitenkaan rakenneta ylläpidon ehdoilla. [1, s. 14.]

### 3 Katusuunnittelu

#### 3.1 Yleistä

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan katujen suunnittelu kuuluu poikkeuksia lukuun ottamatta kunnalle. Suunnittelu liittyy tiiviisti kaavoitukseen. Katusuunnittelu perustuu vahvistettuihin asemakaavoihin ja mahdollisiin liikennesuunnitelmiin, jotka kaupunki tai kunta on hyväksynyt. Katusuunnittelu ei ole kuitenkaan pelkästään teknistä suunnittelua, vaan se on myös katuympäristön suunnittelua. [2, s. 16-17.] Tässä luvussa pureudutaan katusuunnittelun suunnitteluprosessiin, lainsäädäntöön, ohjeistukseen, suunnittelun nykytilaan ja tulevaisuuteen.

#### 3.2 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessi koostuu kolmesta vaiheesta kaavoitus ja liikennesuunnittelu, katusuunnittelu ja rakennussuunnittelu. Prosessi lähtee kuitenkin liikkeelle siitä, että kaupungille tai kunnalle syntyy tarve korjata ja ehottaa vanhaa katua tai parantaa sen laatutasoa, rakentaa uusia asuinalueita tai tehdä muutoksia liikennejärjestelyissä. [1, s. 16.]

##### 3.2.1 Kaavoitus ja liikennesuunnittelu

Katusuunnittelun lähtökohdista suuri osa määräytyy kaavoitusvaiheessa. Kaavoituksessa osoitetaan alueen käyttötarkoitus, yhdyskuntarakenne, aluevaraukset sekä liikennejärjestelyt. Kaavoitustasoja on neljä: valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet, maakuntakaavoitus, yleiskaavoitus sekä asemakaavoitus. Valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet tulevat valtioneuvostolta. Maakuntien liitot laativat vastaavasti maakunta-kaavat. Yleis- ja asemakaavat kuuluvat kunnan vastuulle. [1, s. 17.]

Yleiskaavassa määritellään yleispiirteisesti tilanvaraus yhdyskuntarakenteelle ja muu alueenkäyttö asumisen, työpaikkojen, virkistyksen ja liikenteen tarpeisiin. Kaava toimii ohjeena asemakaavoitukselle. Yleiskaava voi koskea koko kunnan aluetta tai tiettyä osaa siitä, jolloin kaava kutsutaan osa-yleiskaavaksi. Kunnat voivat yhdessä laatia yleiskaavan. [1, s. 17.]

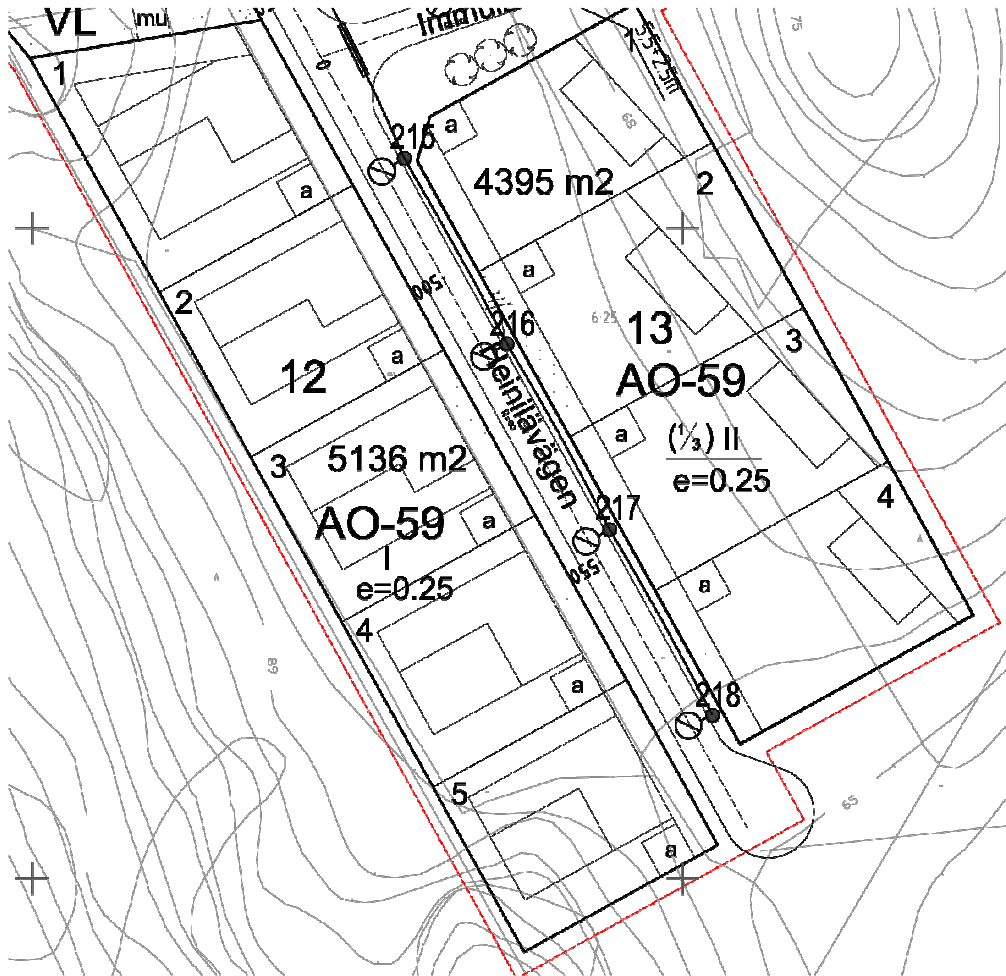
Asemakaava on yksityiskohtaisempi kuin yleiskaava. Siinä on esitetty rakennusoikeudet, rakentamisen käyttötarkoitus, tyyppi ja laatu sekä tarvittavat aluevaraukset esim. tontit ja katualueet. Asemakaava voi käsittää koko asuinalueen tai se voi koskea vain yhtä ja tiettyä rakennushanketta. Kaavakartassa olevat merkinnät ja määräykset sitovat katusuunnittelua. Kaavalla voidaan siirtää myös katujen toteuttamisvastuu kunnalta maanomistajille. [1, s. 17.]

Kaavoitukseen liittyvä liikennesuunnittelu on katujen yleispiirteellistä ja toiminnallista suunnittelua. Liikennesuunnittelua varten tehdään liikennelaskentoja ja tutkimuksia, joiden avulla selvitetään nykyiset liikennemäärät sekä laaditaan ennusteet tulevaisuudelle. Suunnittelussa selvitetään mm. alueellinen liikenneverkko, katu- ja liikennealueiden aluevaraukset, huolto-, hälytys- ja muun erityisliikenteen reitit, kevyen liikenteen, joukkoliikenteen sekä pysäköinnin aluevaraukset sekä liikenteen ympäristövaikutukset ja melunsuojaus. Yleiskaavoitukseen liittyvässä liikennesuunnittelussa selvitetään liikenteen yleiset suuntaviivat. Kunnan tulevat liikennejärjestelmät suunnitellaan liikenteellisten selvitysten, liikenne-ennusteiden ja vertailujen pohjalta. Kunnan liikenneverkkoratkaisut päätetään yleis- ja osayleiskaavoituksen yhteydessä. Yleiskaavavaiheen liikennesuunnitteluratkaisut täsmentyvät asemakaavoituksessa ja samalla määritetään myös kaava-alueen katuverkko sekä katu- ja liikennealueiden sijainti, käyttötarkoitukset sekä kiinteistökohtaiset liikennealueen varaukset. [1, s. 19-20.]

### 3.2.2 Katusuunnittelu

Katusuunnitteluvaiheen alussa tehdään rakennettavuus- ja perustamistapaselvitys, tilataan maaperätiedot, maastomallimittaus sekä tarvittaessa kaivokartoitus kohteesta. Asemakaavan ja liikennesuunnitelman mukaan määrätään katujen mitoitus, kadun luonne ja liikenteelliset ratkaisut. Katusuunnittelussa on kaksi vaihetta: varsinaisen katusuunnitelman tekeminen ja rakennussuunnitelmien laatiminen. [2, s. 18.]

Katusuunnitelmalla havainnollistetaan kadun sijainti ja toiminnalliset alueet kartalta. Suunnitelma tehdään kaikille asemakaava-alueen kaduille ja sen sisältö ja hyväksymismenettelyt tulevat maankäyttö- ja rakennuslaista. Katusuunnitelman ulkonäön määrittelevät kaupungit ja kunnat. [2, s. 18.] Kuvassa 2 on esitettynä osa Heiniläntien eteläpään asemapiirustuksesta.



Kuva 2. Heiniläntien eteläpään asemapiirustus.

### 3.2.3 Rakennussuunnittelu

Kadun rakennussuunnitteluvaiheessa laaditaan rakennussuunnitelma, jossa määritellään yksityiskohtaisesti tekniset ratkaisut, rakennustekniset työt sekä massa- ja määrätiedot. Lisäksi laaditaan kustannusarvio rakennuttajan käyttöön rakennussuunnitelmien perusteella. Rakennussuunnitelmien sisältö vaihtelee kadun merkittävyyden ja suunnittelualueen laajuuden mukaan. Pienissä hankkeissa katusuunnitelmaan voidaan lisätä myös rakennussuunnitelman tiedot. Suunnitelmien ulkonäkö voi vaihdella kaupungin ja kunnan mukaan. [2, s. 18.]



### 3.3 Lainsäädäntö

#### 3.3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Kaduista ja katusuunnitelmasta on säädetty maankäyttö- ja rakennuslaissa ja -asetuksessa. Katualue on määritetty laissa seuraavasti [6]:

Yleisellä alueella tarkoitetaan tässä laissa asemakaavassa katualueeksi, toriksi, liikennealueeksi, virkistysalueeksi tai näihin verrattavaksi alueeksi osoitettua kunnan, valtion tai muun julkisyhteisön toteutettavaksi tarkoitettua aluetta.

Katualue käsittää asemakaavassa osoitetun katualueen maanalaisine ja maanpäällisine sekä yläpuolisine johtoineen, laitteineen ja rakenteineen, jollei asemakaavassa ole toisin osoitettu.

Kadunpito sisältää suunnittelemisen, rakentamisen ja ylläpidon. Lain mukaan kadunpito kuuluu kunnalle [6]:

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

Kadunpidon järjestäminen kuuluu kunnalle. Kiinteistöille kuuluvista kadunpitoon liittyvistä velvollisuuksista säädetään kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta annetussa laissa ([669/1978](#)). Kunta voi antaa sille kuuluvan kadunpidon kokonaan tai osittain muiden tehtäväksi.

Katua ei voida rakentaa ennen kuin kunta on hyväksynyt katusuunnitelman ja se on suunniteltu ja rakennettu vaatimuksia noudattaen.

Katu rakennetaan kunnan hyväksymän suunnitelman mukaisesti. Katu on suunniteltava ja rakennettava siten, että se sopeutuu asemakaavan mukaiseen ympäristöönsä ja täyttää toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyisyyden vaatimukset.

Katujen tonttiliittymien rakentaminen on määrätty kiinteistön omistajien vastuulle [6]:

Kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kustannuksellaan tonttiliittymän rakentamisesta rakennetun kadun ajoradan reunasta kiinteistölleen.

Jos kiinteistölle rakennetaan, ennen kuin sitä palveleva katu on rakennettu, kiinteistön omistajan tai haltijan on kustannuksellaan järjestettävä tontille ajokuntoinen pääsytie.

Kunta on velvollinen korvauksetta sallimaan käytettävissään olevan soveltuvan katualueen käyttämisen pääsytien rakentamiseen.

### 3.3.2 Maankäyttö- ja rakennusasetus

Katusuunnitelmasta maankäyttö- ja rakennusasetuksessa kerrotaan seuraavaa [7]:

Katusuunnitelmassa tulee esittää katualueen käyttäminen eri tarkoituksiin sekä kadun sopeutuminen ympäristöön ja vaikutukset ympäristökuvaan, jos se alueen tai rakentamistoimenpiteen luonteen vuoksi on tarpeen.

Katusuunnitelmasta tulee käydä ilmi kadun liikennejärjestelyperiaatteet, kuivatus ja sadevesien johtaminen, kadun korkeusasema ja päällystemateriaali sekä tarvittaessa istutukset ja pysyväisluonteiset rakennelmat ja laitteet.

Katusuunnitelman on oltava julkisesti nähtävillä ennen hyväksymistä ja siitä on ilmoitettava asianosaisille [7]:

Katusuunnitelmaehdotus on pidettävä kunnassa julkisesti nähtävänä vähintään 14 päivän ajan. Osallisilla on oikeus tehdä muistutus ehdotuksesta. Muistutus on toimitettava kunnalle ennen nähtävänä oloajan päättymistä.

Nähtäville asettamisesta ja oikeudesta muistutuksen tekemiseen on ilmoitettava suunniteltuun alueeseen rajoittuvien kiinteistöjen omistajille ja haltijoille. Ilmoitus saadaan lähettää tavallisena kirjeenä. Ilmoituksen lähettäminen ei kuitenkaan ole tarpeen, jos asianomainen on hyväksynyt katusuunnitelmaehdotuksen. Ilmoituksen katsotaan tulleen asianomaisen tietoon, jos se on annettu postin kuljetettavaksi viimeistään viikkoa ennen nähtäville asettamista. Jos osallisia on muitakin, nähtäville asettamisesta ja oikeudesta muistutuksen tekemiseen on tiedotettava siten kuin kunnalliset ilmoitukset kunnassa julkaistaan.

Kunnalla on oikeus pitää johtokarttaa kadun alle asennetuista johdoista [7]:

Kunta voi kadunpidon järjestämiseksi sekä katualueen ja sen ylä- ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden tilojen yhteen sovittamiseksi pitää kartastoa tai tiedostoa, johon johtojen, laitteiden ja rakennelmien omistajan tai haltijan tulee toimittaa tarpeelliset tiedot.

### 3.4 Suunnittelun nykytila

Tällä hetkellä suunnittelu tapahtuu pääasiassa 2D-suunnitteluna. Ensimmäiset suunnitelmien luonnokset laaditaan käsin paperille, minkä jälkeen otetaan vasta ohjelmistot käyttöön. Suunnitelmat piirretään ja tulostetaan kaksiulotteisina paperille, mutta suunnittelijan pitää kokoajan ajatella kohdetta kolmiulotteisena. Helpotuksia kuitenkin löytyy; esimerkiksi väylägeometrian voi tarkistaa virtuaaliväylän avulla, joka tekee väylästä kolmiulotteisen. Isoissa ja laajoissa kohteissa suunnitelmista laaditaan virtuaalimalli, jossa pystytään liikkumaan tulevaisuuden katukuvassa eri vuorokauden- tai vuodenaikoina. Virtuaalimallia käytetään projektin esittelyssä yleisötilaisuuksissa tai kokouksissa.

### 3.5 Suunnittelun tulevaisuus

Infran suunnittelua ollaan kehittämässä tietomallipohjaiseen suuntaan. Tällä hetkellä on menossa Infra TM- hanke, jonka tarkoituksena on nopeuttaa muutosta kohti tietomallia. Hankkeen tavoitteena on luoda InfraBIM-tietomallistandardi, joka perustuu kansainvälisiin tuotemalli- ja paikkatietostandardeihin sekä kotimaiseen nimikkeistöön. [8.]

Tietomallilla tarkoitetaan infrarakenteen ja rakennuksen koko elinkaaren aikaista tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Lisäksi siihen liittyy rakennuksen tai rakenteen näyttäminen kolmiulotteisessa muodossa. Tietomallista pystytään tietoja tarkastelemaan niin kolmiulotteisessa visualisoinnin muodossa kuin kaksiulotteisten piirustus-tenkin avulla. Mallin avulla tehostetaan myös infrarakenteen ylläpitoa. Esimerkiksi siihen voidaan syöttää kadulle tehdyt korjaukset. Tuotemalli pystytään syöttämään työmaalla työkoneseen, jolloin sitä voidaan hyödyntää myös rakentamisessa. Kuvassa 3 on esitetty kaikki tietomallin käyttökohteet. [8.]



Kuva 3. Tietomallin käyttökohteet [8].

Tavoitetilanteessa infran suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito perustuvat tuotemallistandardiin ja tilaajan hankintamenettelyissä vaaditaan tuotemallin käyttöä. Suomessa on nyt käynnissä Infra FINBIM -hanke, jonka tavoitteena on, että infran suuret haltijat tilaavat vai tuotemallipohjaista palvelua. [6.] Tietomalli on yleisessä käytössä varsinkin pohjoismaissa, joissa on tehty useita projekteja tuotemallinnusta hyödyntäen. Esimerkkiprojekteja ovat Söndra ja Norra länken Ruotsissa. [4, s. 15-16.]

### 3.6 Suunnittelun ohjeet

#### 3.6.1 Projektitoiminnan ohjeet

Projektitoiminnan ohjeet ovat FCG Finnish Consulting Group:n oma ohjeistus projektien läpiviemiseen. Ohjeistuksen tarkoituksena on toimia projektipäällikön apuna projektin ohjauksessa. Ohjeet on jaettu kuuteen luokkaan: tarjous- ja sopimustoiminta, projektin aloitus, projektin ohjaus, lisä- ja muutostyöt, projektin päättäminen sekä pienet työt. [24.]

Tarjous- ja sopimustoiminta -osiossa on ohjeita, miten toimitaan, kun hankintailmoitus ilmestyy julkisten hankintojen ilmoituskanava HILMAan ja tarjouspyyntö saapuu yritykseen. Samasta kohdasta löytyvät myös ohjeet sopimuksen arkistointiin. Projektin aloitus -kohdassa neuvotaan sopimuksen syntymiseen, aloituskokouksen pitämiseen, muistion ja projektisuunnitelman hyväksymiseen sekä työn aloittamiseen liittyviä asioita. [24.]

Projektin ohjaus -osio koostuu neuvoista projektin käynnistämisen jälkeiseen työhön. Lisä- ja muutostyö -ohjeita tarvitaan, mikäli projektissa ilmenee muutostarve. Lisäksi niissä kerrotaan, miten pitää toimia töiden käynnistämisen jälkeen. Projektin päättäminen tapahtuu tilaajan hyväksytyä asiakirjat ja lopputuotteen, ja kun ne on toimitettu tilaajalle. Pienet työt -kohdan ohjeet neuvovat, miten toimia kun tilaaja tilaa suoraan työn ja toimeksiannon tai tarjous on pieni. Kokonaisuudessaan ohjeet seuraavat tarkkaan projektin etenemistä vaihe vaiheelta, jolloin niistä saa helposti tukea vaikeassa tilanteessa. [24.]

### 3.6.2 Tilaajan antamat ohjeet

Tilajaat ohjeistavat suunnittelijat tekemään katusuunnitelmat omien vaatimustensa mukaisesti. Esimerkiksi kaikilla pääkaupunkiseudun kunnilla on oma ohjeistuksensa. Helsingin kaupungin ohjeessa käsitellään katutilan historiaa ja muodostumista, katutilan jakoa ja mitoitusperiaatteita eri liikennemuotojen mukaan sekä sen suunnittelua. Lisäksi ohjeessa on myös vaatimuksia istutuksille, pintamateriaaleille, liikennemerkeille ja opasteille sekä kadun kalusteille ja muille rakenteille. [23.]

Katu- ja rakennussuunnitelmien ulkoasulle ja sisällölle on omat ohjeensa, määrätään piirustusmerkinnät, piirustuksissa olevat tasot, värit, katupäällysteiden rasteroinnit, suunnitelmien numerointi ja arkistointi, mittaustasot, selostukset, kustannusarviot sekä määräluettelot. Toisin sanoen kaikki on ennalta määritetty, mikä helpottaa suunnittelijan työtä, kun hänen ei tarvitse keksiä näitä asioita uudelleen. Lisäksi suunnittelijalle annetaan mallikuvat, joista voi tarkastaa esitystavan. [23.]

## 4 Suunnitteluperiaatteet

Katusuunnitelman laatiminen on monialaprojekti, joka koostuu monesta eri osa-alueesta. Niitä ovat kadun suunnitteleminen, kunnallistekniikan suunnittelu, maisemasuunnittelu, valaistussuunnittelu ja geosuunnittelu. Tässä luvussa käsitellään kutakin osa-aluetta tarkemmin.

### 4.1 Kadun suunnittelu

Katusuunnittelussa laaditaan katusuunnitelma tai rakennussuunnitelma, josta nähdään, miten katu rakentuu asemakaava-alueelle. Kunta hyväksyy suunnitelman, josta käy ilmi katualueen osien käyttö esim. jalkakäytävä ja ajorata, kadun sopeuttaminen ympäristöön ja sen vaikutukset alueen ympäristökuvaan. Lisäksi katusuunnitelmasta käy ilmi liikennejärjestelyperiaatteet, kuivatus ja hulevesien johtaminen, kadun korkeusasema, päällystemateriaalit sekä istutukset ja pysyvät rakennelmat ja laitteet. Ulkoasultaan katusuunnitelman pitää olla selkeä ja helposti luettavissa. Katusuunnitelmasta laaditaan suunnitelmaselostus, jossa selostetaan ne rakennusasetuksessa määrätyt asiat, jotka eivät ilmene suunnitelmapiirustuksesta. Lisäksi selostuksessa kerrotaan kohteen yleiset tiedot esim. sijainti, kaupungin osa ja katuluokka, asemakaavatilanne ja kadun asema-

kaavanmukaisuus sekä rakennuskustannukset ja mahdolliset käyttökustannukset. [1, s. 24-25.]

Katusuunnitelman hyväksyy kaupungin- tai kunnanvaltuusto. Joissakin tapauksissa suunnitelman voi hyväksyä myös lautakunta. Ennen hyväksymistä suunnitelma on ollut yleisön nähtävillä ja siitä on pyydetty tarvittavat lausunnot. Hyväksytyin katusuunnitelman tekniset piirustukset hyväksyy tehtävään määrätty toimielin. Katu rakennetaan hyväksytyin katusuunnitelman ja rakennussuunnitelman mukaan. [1, s. 25-27.]

#### 4.1.1 Suunnittelun aloittaminen

Katusuunnittelu lähtee liikkeelle lähtötietojen selvittämisestä. Tarvittavia lähtötietoja ovat kantakartta, johtokartat, asemakaava, liikennesuunnitelmat, katujen yleissuunnitelma, vesihuollon yleissuunnitelma, vanhat katusuunnitelmat, viemäriiliitoskorkeudet, teknisen huollon ja melusteiden yleissuunnitelmat, lähiympäristösuunnitelma, annetut tonttikorkeudet, tonttien suunnitelmat, maaperätiedot, maastomalli, joukkoliikenteen suunnitelmat sekä valokuvat ja ilmakuvat. Esimerkiksi vanhojen suunnitelmien ja kantakartan perusteella pyritään määrittämään jo olemassa olevat rakenteet, vesihuoltosuunnitelmista selvitetään vesijohtojen ja jätevesi- ja hulevesiviemäreiden mitoitus ja korkeudet. Johtokartasta puolestaan saadaan selville kohteessa jo kulkevat johdot ja kaapelit. [1, s. 42.] Taulukossa 1 on selostettu tarkemmin suunnitelmien ja asiakirjojen katusuunnittelun kannalta tärkeä sisältö.

Taulukko 1. Olemassa olevien suunnitelmien sisältö [1, s. 42.]

Suunnitelma/asiakirja	Sisältö katusuunnittelun kannalta
Kantakartta	Olemassa olevat rakenteet
Johtokartat	Nykyiset vesijohdot, jätevesiviemärit, seka- viemärit, sadevesiviemärit, kaukolämpöjohdot, sähköt johdot, kaasujohdot, telekaapelit
Asemakaava	Katualueen rajat (ohjeelliset) määräykset: - ajoratojen leveyksistä - korkeusasemasta - istutuksista - melusteistä - muut määräykset
Liikennesuunnitelmat, Liikennemäärät ja -ennusteet	Liikenteellinen ratkaisu
Katujen yleissuunnitelma	Alueellinen tasaus Poikkileikkaukset
Vesihuollon yleissuunnitelma	Vesijohtojen ja viemäreiden mitoitus ja korkeusasemat
Vanhat katusuunnitelmat	Aiemmin toteutetut kadun osat Tasauksen lähtökohdat
Viemäriiliitoskorkeudet	Tonttien asettamat rajoitukset viemäreiden ja siten myös kadun tasauksen suunnittelulle
Teknisen huollon yleissuunnitelma	Johtojen ja kaapeleiden reitit
Melusteiden yleissuunnitelma	Esteiden tyyppi ja korkeusasema
Lähiympäristösuunnitelma	Tonttien liittyminen katuun (ohjeelliset istutukset ja kadun kalusteet)
Annetut tonttikorkeudet	Tonteille ilmoitetut kadun korkeusasemat
Tonttien suunnitelmat	Tonttiliittyminen paikat Tonttien korkeusasemaa koskevat suunnitel- mat
Maaperätiedot	Kadun ja putkien perustamistavat Pohjanvahvistustarpeet
Maanpinnan korkeustiedot, maastomalli	Nykyinen maanpinta
Joukkoliikenteen suunnitelmat	Pysäkkien sijoitus
Valokuvat, Ilmakuvat	Nykytilanne maastosta

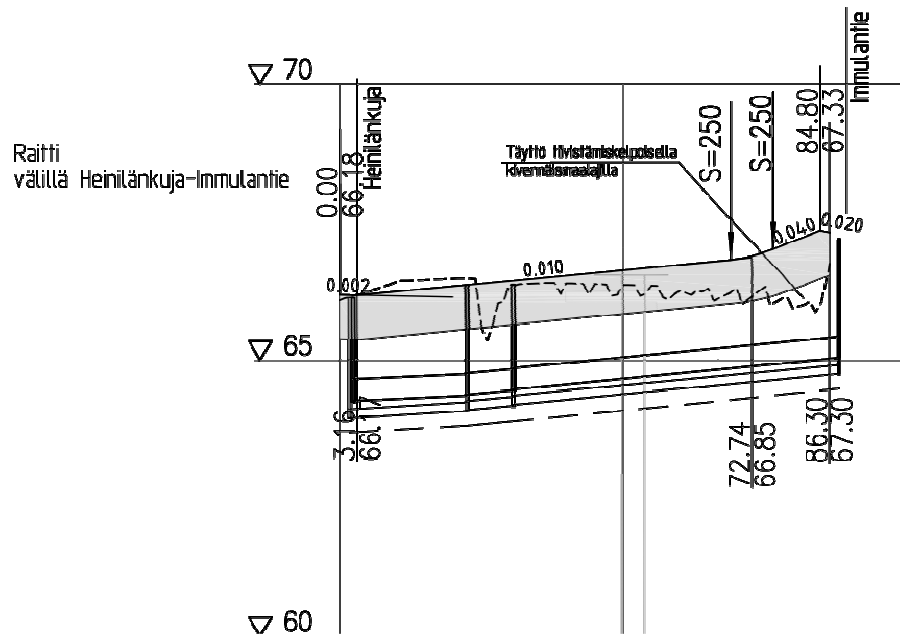
#### 4.1.2 Geometrian suunnittelu

Kadun vaak- ja pystygeometrian suunnitteluun vaikuttavat eniten katua rajaavien tonttien tasot, katuympäristölle ja kaupunkikuvalle asetetut tavoitteet sekä nopeustaso. Katuluokalla ei ole suoraa vaikutusta geometriaan, vaan se vaikuttaa edellä mainittujen tekijöiden kautta. Ajodynamiikalla ei ole vaikutusta alhaisissa nopeuksissa eli alle 40 km/h olevilla nopeuksilla. [1, s. 64-65.]

Kadun vaakageometria koostuu usein suorista ja pienistä ympyränkaarista kaupunkiympäristössä. Alhaisilla nopeustasoilla pienet elementit muodostuvat sen takia, että raskaat ajoneuvot pystyvät ajamaan kadun läpi. Geometrian tulee muutenkin olla sellainen, että pysähtymisnäkyvät säilyvät tarpeeksi laajoina. Esimerkiksi nopeudella 40 km/h on 35 m pysähtymisnäkemä ja nopeudella 30 km/h se on 25 m. Alhaisissa nopeuksissa kadun vaakageometrialla pystytään rajoittamaan ajonopeuksia luontevasti. [1, s. 64-65.]

Pystygeometrian suunnittelussa alle 40 km/h nopeuksille ei ole asetettu pyöristyskaarien ohjearvoja, kunhan pysähtymisnäkemä ja läpiajettavuus säilyvät. Tasauksen suunnittelussa on tärkeintä sovittaa katu sitä ympäröiviin tontteihin sekä täyttää kadulle asetetut tavoitteet kaupunkikuvassa. Kuivatuksen takia kadun pituuskaltevuuden pitää olla vähintään 0,5 % ja sen enimmäisarvo kokooja- ja pääkaduilla on 8 %. Tonttিকা-  
duista puolestaan voidaan tehdä jyrkempiä, jolloin pituuskaltevuus saa enintään olla 12 %. Pituuskaltevuuden lisäksi kadulla tulee olla sivukaltevuutta. Yleensä kaduilla on 3 %:n kaksipuolinen sivukaltevuus. Pintavesien valumissuunnat otetaan huomioon jo tasausta tehtäessä. [1, s. 64-65.] Kuvassa 4 on esimerkkikuva pituusleikkauksesta.



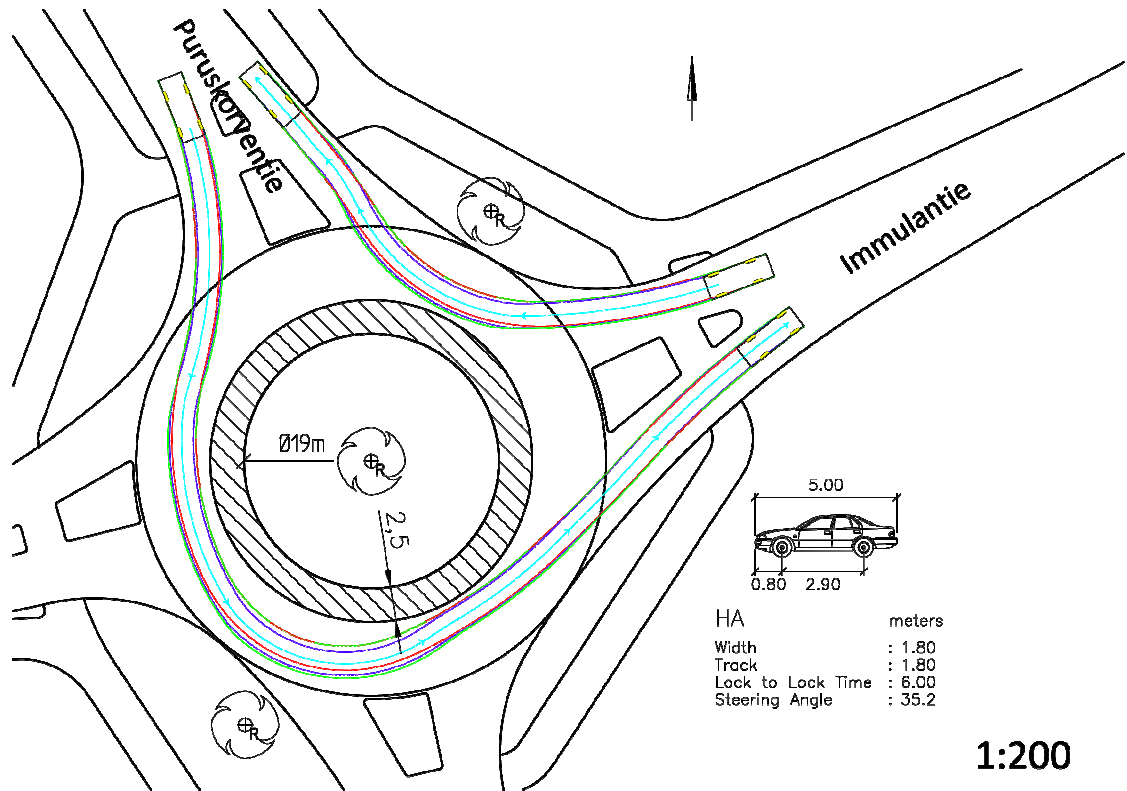


Kuva 4. Raitti 1:n pituusleikkaus.

#### 4.1.3 Liittymäsuunnittelu

Liittymät jaetaan taso- ja eritasoliittymiin. Tasoliittymiä ovat esimerkiksi avoinliittymä, kiertoliittymä, tulppaliittymä ja pääsuunnassa kanavoitu liittymä. Liittymätyypin valintaan vaikuttaa liittyvien katujen luokka ja liikennemäärät sekä käytettävissä oleva tila. Liittymien suunnitteluun on sovelluksia uusimmissa suunnitteluohjelmissa. Tällöin ohjelma piirtää liittymän suunnittelijan määrittämien arvojen mukaan. Liittymää on mahdollista myös muokata myöhemmin. [2, s. 66-67.]

Liittymän sopiva mitoitus voidaan tarkistaa ajouratarkastelulla, joka kuvaa valitun mitoitussajoneuvon kulkemista liittymässä (kuva 5). Ohjelma tekee kuvaan halutut taiteviivat esimerkiksi renkaiden ajourat, korin reunan, kuorman reunan sekä vaadittavan vapaan tilan. Liittymän mitoitus on muokattava, mikäli mitoitussajoneuvo ei mahdu kääntymään kunnolla. Liittymä ei kuitenkaan saa olla liian avara, sillä se huonontaa henkilöautojen ajolinjojen selkeyttä ja liikenneturvallisuutta. [2, s. 66-67.]



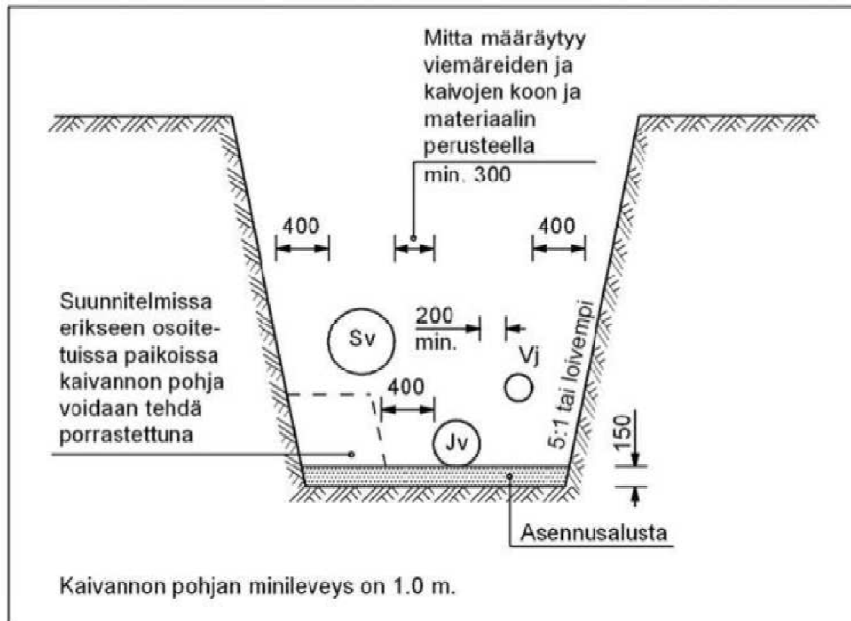
Kuva 5. Kiertoliittymän ajouratarkastelu henkilöautolle.

## 4.2 Kunnallistekniikan suunnittelu

Kunnallistekniikan suunnittelulla tarkoitetaan vesijohtojen, jätevesiviemäreiden sekä hulevesiviemäreiden mitoittamista ja johtojen sijoittumista vaaka- ja pystygeometrias-  
sa. Tässä luvussa kerrotaan, mitä pitää ottaa huomioon vesijohtojen, jätevesiviemärei-  
den ja hulevesiviemäreiden suunnittelussa.

### 4.2.1 Vesijohto

Vesijohdon tarkoituksena on välittää tarvittava talousvesi asutukselle ja palvelutoimin-  
noille. Vesijohtojen koko vaihtelee  $\varnothing$  63 mm:stä aina ylöspäin ja materiaalina käytetään  
tai on käytetty muovia, valurautaa ja asbestisementtiä. Vesijohdot ja viemärit sijoite-  
taan yleensä samaan kaivantoon (kuva 6) katujen tai nurmi- ja istutuskaidosten alle  
sitte, että vesijohto on viemäriin yläpuolella mikäli se on mahdollista. [5, s. 15-39.]



Kuva 6. Tukematon maakaivanto [20].

Johdot jaetaan päävesi-, jakelu- ja tonttijohtoihin. Tarkoituksena on toteuttaa kiertoyhteyksiä verkostoon, jotta veden laatu ja määrä pysyvät tasaisina ja veden virtaussuunta ei muutu. [5, s. 15-39.]

Vesijohdon mitoitus perustuu vedenkäytön suuruudesta ja vaihteluista laadittuihin ennusteisiin. Ennusteet pohjautuvat tulevaan asutukseen ja palvelutoimintojen laajuuden ja ominais- tai yksikkökäytön kehitykseen. Veden ominaiskäytöllä tarkoitetaan vesilaitoksen toimittamaa vesimäärää jaettuna alueen asukasluvulla. Ennusteet tehdään seuraavista vesimääristä:

- keskimääräinen vuorokausikäyttö,
- suurin vuorokausikäyttö,
- sammutusveden tarve,
- huipputuntikäyttö,
- pienin tuntikäyttö.

Mitoitukseen sisällytetään tarpeen mukaan myös eri putkikokojen ja -laatuojen, johtosien rakentamisajankohtien, säiliöiden sijoituspaikkojen ja toimintavaihtoehtojen vertailua. Lisäksi huomioidaan myös putkivirtauksen häviöt. [5, s. 15-39.]

#### 4.2.2 Jätevesiviemäri

Jätevesiviemäröinnin päätavoitteena on turvata asianmukainen viemäröinti terveyden ja ympäristönsuojelun kannalta. Samalla taataan, että kiinteistöjen rakennus- ja käyttökelpoisuus sekä asumisen terveydellisyys- ja viihtyvyysvaatimukset ovat turvattuja, kun jätevedet, hulevedet ja kuivatusvedet johdetaan yleiseen viemäriverkoston. Jätevesiviemäriverkon suunnittelussa on otettava huomioon myös seuraavat asiat:

- Viemäriin toimintavarmuuden on oltava mahdollisimman hyvä,
- viemäriin rakentaminen, käyttö ja asianmukainen kunnossapito on oltava tarkoituksen mukaista ja taloudellista,
- kapasiteettia tulee hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti,
- vuotovesien määrä pitää minimoida,
- viemäröinnillä estetään vesistöjen pilaantumista ja edistetään vesien virkistyskäyttöä sekä
- viemäröinnin aiheuttamat kustannukset pyritään minimoimaan. [5, s. 45.]

Viemäreiden mitoituksessa täytyy ottaa huomioon seuraavat asiat: ohjevuosi, joka määritetään viemäriputken teknisen käyttöiän mukaan, mitoitusvirtaamat ja viemäriin puhdistuvuus itsestään myös silloin, kun aluetta rakennetaan vaiheittain. Normaaliin jätevesien lisäksi viemäriin tulee myös vuotovesiä. Niiden määriin vaikuttaa muun muassa viemäriin kunto, ikä, rakennustyön suoritustapa sekä putkiliitosten materiaali ja tyyppi. Vuotovedetkin täytyy ottaa huomioon mitoituksessa, koska ne vaikuttavat jätevesipuhdistamoiden sekä pumppaamojen toimintaan. [5, s. 45-48.]

### 4.2.3 Hulevesiviemäri

Hulevesiviemäröintiä käytetään yleensä tiiviissä taajamissa, kaupunkirakenteessa ja esikaupunkialueilla. Hyvä puoli hulevesiviemäröinnissä on se, ettei se tarvitse niin paljon tilaa kuin avo-ojitus. Lisäksi tonttien kuivatus hoituu helposti. [1, s. 121-125.]

Hulevesiviemäri mitoitetaan rankkasateen aiheuttaman virtaaman avulla suoraan kaavasta:

$$Q = i \times u \times F$$

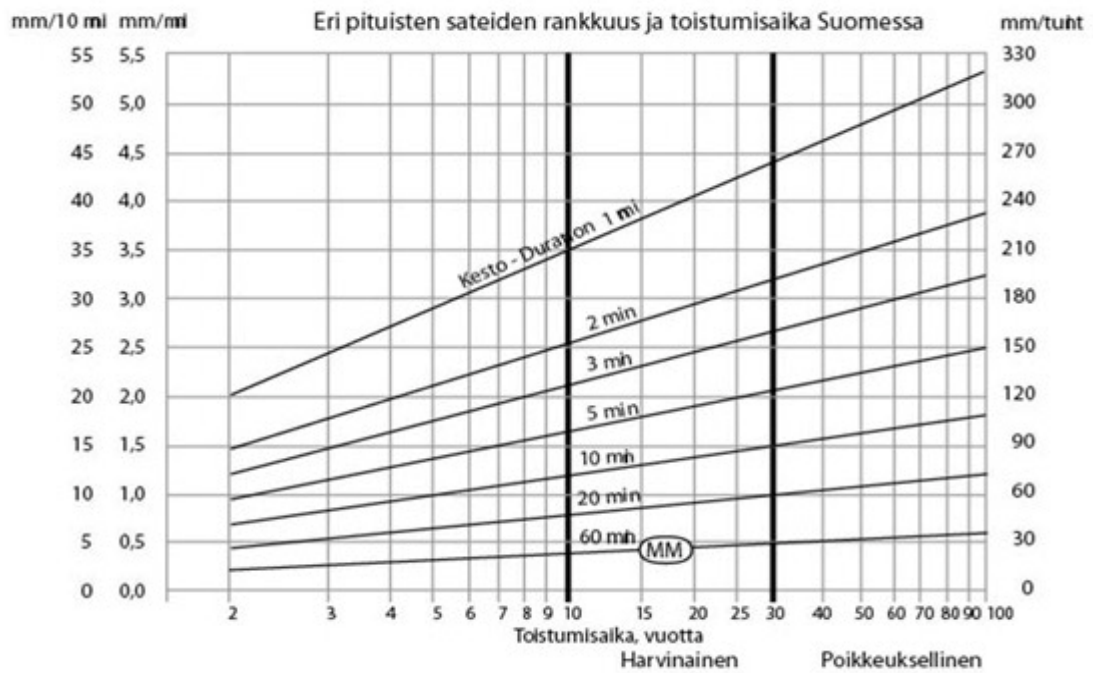
$Q$  = virtaama (l/s)

$i$  = mitoitussateen rankkuus (l/s ha)

$u$  = valumakerroin (0-1)

$F$  = valuma-alueen pinta-ala (ha). [1, s. 120.]

Mitoitussateena käytetään yleensä kerran kahdessa vuodessa tapahtuvaa 10 minuutin rankkasadetta eli 125 l/s ha. Sateen arvioimiseen käytetään mitoitusdiagrammia (kuva 7). Mitoitussadetta ei valita yleensä sellaiseksi, että viemäriverkosto pystyisi kuljettamaan kaikkein rankimpien sateiden vedet vaan tällöin sallitaan viemäreiden tulviminen ja lammikoiden muodostuminen katujen alaviin kohtiin. Laajoilla alueilla kokoojaviemäreiden mitoituksessa otetaan huomioon veden virtaamiseen kuluva aika viemärit latvalta purkupaikkaan. Kun veden virtausmatka ja aika pidentyvät, niin mitoitussateen suuruus pienenee. Tämä voidaan huomioida käyttämällä hidastumiskertoimia. [1, s. 121-125.]



Kuva 7. Rankkasateen mitoitustaulukko [21].

Kuten jätevesiviemäreille, niin myös hulevesiviemäreille on asetettu minimi- ja maksimikaltevuudet. Taulukossa 2 on esitetty hulevesiviemäriin suositeltavat minimi- ja maksimikaltevuudet betoniputkelle. Pienin sallittu virtaamisnopeus putkessa on 1,0 m/s. Tietyissä tapauksissa minimikaltevuuksista joudutaan poikkeamaan esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, kun yläpuolisten putkiosuoksien kaltevuudet ja vesimäärät ovat niin suuret että, putken puhdistuminen onnistuu liike-energian avulla. Liian korkeasta virtausnopeudesta on se haitta, että putkimateriaali alkaa kulua. Yleisesti käytetty maksimivirtausnopeus on 3,0 m/s. Viemäriin kaltevuuksia voidaan tasata porraskaivojen avulla. [1, s. 121-125.]

Taulukko 2. Hulevesiviemäriin minimi- ja maksimikaltevuudet betoniputkelle [1, s. 122].

Putkikoko/mm Betoniputki	Suosittelava minimikaltevuus/ %	Suosittelava maksimikalte- vuus/ %
300	0,5	8,0
400	0,35	6,0
500	0,28	4,3
600	0,22	3,6
800	0,15	2,4

Hulevesiviemärin asennussyvyyteen vaikuttavat viemäriin liitettävien tonttien ja rakennusten korkeustaso, muiden johtojen korkeustaso sekä hulevesiviemäröitävä alue. Yleensä viemäri pyritään rakentamaan sellaiseen tasoon, ettei pumpppausta tarvita. Yleinen asennussyvyys Etelä-Suomessa on 1.8 m. Esimerkkikohteen hulevesiviemärit ovat n. 1.5 m:n syvyydessä. Kaivannon poikkileikkauksessa hulevesiviemäri sijoitetaan jätevesiviemärin ja vesijohdon yläpuolelle. [1, s. 121-125.]

Hulevesiviemärin lisäksi määritetään tarvittava määrä hulevesi- ja tarkastuskaivoja. Hulevesikaivot sijoitetaan kadun alimpiin kohtiin, joihin muodostuu veden kerääntymispaikkoja. Kaivojen määrä riippuu kadun kaltevuudesta sekä valuma-alueen laajuudesta. Mikäli kadun kaltevuus on suuri, ei kaivoja tarvita välttämättä niin paljon, mutta jos se on taas pieni, niin kaivoja on oltava tiheämmin. Tarkastuskaivojen kautta hoidetaan putkistojen huolto-, tarkastus ja kunnostustoimenpiteitä. Niitä on tarkoitus rakentaa viemäriin vaaka- ja pystytaitteisiin sekä viemärin haarautumiskohtiin. Etäisyyttä kaivoilla saa olla enintään 50-100 metriä. Tonttijohtojen kunnossapidon helpottamiseksi voi jokaisen tontin kohdalle rakentaa oman kaivon. [1, s. 121-125.]

#### 4.3 Liikennesuunnittelu

Liikennesuunnittelu lähtee liikkeelle asemakaavoituksen yhteydessä laaditusta liikennejärjestelysuunnitelmasta, joka sisältää kaava-alueen liikenteen yleissuunnitelman sekä tarkennetut liikennejärjestelysuunnitelmat esim. risteysalueilta. Lisäksi suunnitelmassa määritellään eri liikennemuodoille varattujen alueiden tilantarve, jalkakäytävien ja ajoratojen leveydet ja sijoitus katualueella. Samassa suunnitelmassa määritetään myös periaatteellisesti pyöräteiden ja jalkakäytävien paikat ja erottelu, bussipysäkkien ja suojateiden sijoitus sekä kaistajärjestelyt esim. risteysalueilla. Nämä kuitenkin määritetään lopullisesti katusuunnitelmassa. [3, s. 26-27.]

Liikennejärjestelysuunnitelma ei ole asemakaavan tapaan laillinen asiakirja, joten se ei vaadi lausunto-, näynteillepano- ja hyväksymismenettelyä. Liikennejärjestelysuunnitelman lisäksi laaditaan liikenteenohjaussuunnitelma, jossa määritellään tarvittavat liikenteen ohjauslaitteet, merkit ja opasteet sekä niiden sijoitus. Liikenteenohjaussuunnitelma liittyy kadun rakentamissuunnitelmaan. Sen tarkoituksena on toimia rakentamisen pohjana mm. tiemerkitöjen ja liikenteenohjauslaitteiden osalta. [3, s. 26-27.]

#### 4.4 Maisemasuunnittelu

Liikennevihreys kuuluu taajamien viheraluejärjestelmään. Viheralueet kaduilla ja teillä kuuluvat samaan viherrunkoon kuin puistot ja muut viheralueet. Katujen istutukset eivät poikkea muista viherratkaisuista, vaan ne muodostavat harmonisen taajamaku- van. [3, s. 130-134.]

Katujen istutukset ovat hyvin puistomaisia toteutustavoiltaan. Istutusten tekotapa vas- taa vaativaa keskustapuistoa ja samaa linjaa noudattaa myös niiden hoitaminen. Mo- nesti jo heti kaavoitusvaiheessa otetaan kantaa tuleviin katualueelle tuleviin istutuksiin. Esimerkiksi istutettaville puille tai puuriveille voidaan osoittaa paikka kaavassa. Katuis- tutukset sijoittuvat kaduille täyttämään tai täydentämään ulkopuolisia kadunosia tai sit- ten ne toimivat kadun suunnittelun aiheina. Esimerkiksi puistokatu on katu, jolla ajora- dat ja kevyen liikenteen väylät on erotettu toisistaan istutuskaistoin tai puurivein. [3, s. 130-134.]

Kaavoitus- ja liikennesuunnitteluvaiheessa luodaan tai määrätään pohja istutusten to- teutussuunnitteluun. Viime kädessä suunnittelija kuitenkin määrittää suunnitelman si- sällön ja viherratkaisun kyseessä olevalle alueelle. Suomessa ei ole mitään normistoja tai ohjeistusta maisemasuunnittelijoille, joiden mukaan voisi toimia. Kadunrakennuksen ohjeistuksissa on annettu minimimittoja erityyppisille istutuksille. Katuistutussuunnitel- mat laaditaan samaan aikaan muiden kadun rakentamiseen liittyvien suunnitelmien kanssa. Istutussuunnitelma on osa kokonaissuunnitelmaa, jossa istutukset, kadun tek- niset ratkaisut ja mitoitukset sovitetaan yhteen. Samalla määritellään myös istutusten hoitoluokat. [3, s. 130-134.]

Suojaviheralueet ovat luonnonmukaisia ja osittain luonnon lähtökohtia hyväkseen käyt- täviä liikennevihreäalueita. Näiden tarkoituksena on suojata ympäristöä liikenteen aihe- uttamalta häiriöltä. Suojaviheralueet esitetään asemakaavassa kaavamerkinällä Ev. Yleensä melusuojaukset sijoitetaan suojaviheralueille, sillä ne eivät mahdu liikennealueil- le. [3, s. 130-134.]



#### 4.5 Valaistussuunnittelu

Katuvalaistuksen lähtökohta on turvallisuuden ja turvallisuudentunteen lisääminen sekä suunnistautumisen tekeminen mahdollisemman helpoksi. Valaistuksella vaikutetaan myönteisesti myös katuympäristön viihtyisyyteen tai alueen identiteettiin. [2, s. 140.]

Valaistussuunnittelu perustuu ulkovalaistuksen tarveselvitykseen, jonka pohjalta laaditaan ulkovalaistuksen yleissuunnitelma. Tämä suunnitelma sisältää koko kaupungin tai taajaman valaistuksen yleiset periaatteet. Katusuunnitelman valaistustiedot muodostuvat yleissuunnitelman tarkentumisesta, jolloin selviävät ko. alueen valaistuksen lähtötiedot ja periaatteet. Valaistuksen rakennussuunnitelma on edellisten pohjalta laadittu katukohtainen suunnitelma, joka sisältää yksityiskohtaiset määritykset katuvalaistuksen toteutuksessa tarvittavista laitteista ja niiden sijoituksesta. Valaisinkalusteiden, valaisimien ja pylväiden tyypit ja sijoitus sekä muiden valaistukseen liittyvien laitteiden esim. kaapelien ja jakokaappien sijoitus ja tyypit määritetään rakennussuunnitelmassa. Kyseinen suunnitelma tehdään yleensä katupiirustuksen pohjalle siten, että kadun rakenteiden, laitteiden ja istutusten yhteensovittaminen valaisinkaapelien ja laitteiden kanssa on helppoa. [3, s. 32.]

Valaistustarve ja -tapa sekä siihen käytetyt laitteet ovat aiemmin määräytyneet pääasiassa alueen liikenteellisen aseman tai muun käytön asettamien valaistusteknisten vaatimusten mukaan. Lähiaikoina on alettu kiinnittää huomiota enemmän katuvalaistuksen vaikutuksiin kaupunkikuvassa ja valaisinlaitteiden esteettiseen suunnitteluun. Valaistussuunnittelussa pyritään näin ollen käyttämään valoja sekä valaistuslaitteita (kuva 8) kaupunkitilan arkkitehtoniseen kokonaissuunnitteluun. Samalla korostetaan myös valaistuksen ohjausvaikutuksia siten, että valojen värit ja itse laitteet helpottavat pääkatujen tunnistusta ja kaupungissa liikkumista. [3, s. 32.]



Kuva 8. Katuvalaisimia [22.]

#### 4.6 Sähkönjakosuunnittelu

Kaupunkien energialaitokset vastaavat yleensä kiinteistöjen virranjakeluun liittyvän virranjakosuunnitelman laadinnasta. Maanalainen kaapeliverkko, joka on tarkoitettu virranjakeluun, näkyy katukuvassa vain harvaan sijoitettuina jakokaappeina ja muuntamoina. Katualueen ympäristösuunnittelussa täytyy ottaa huomioon jalkakäytävien alle sijoitetut kaapelit, joita voi olla kaupunkien keskustoissa suuria määriä kaapelikanavissa sekä kaapelimattoina. Huoltotarpeen takia niiden päälle ei voi asentaa kiinteitä kalusteita eikä istutuksia. Jakokaappien ja muuntamoiden toiminta ei vaadi näkyvillä oloa, joten ne voidaan maisemoida ympäristöön sopivaksi. Uusilla alueilla muuntamot ja jakokaapit sijoitetaan kiinteistöihin aina, mikäli se on mahdollista. [3, s. 32.]

#### 4.7 Pohjarakennussuunnittelu

Kadun pohjarakennussuunnitelma kattaa koko katualueen ja siinä olevat rakenteet. Katu kaikkine rakenteineen muodostaa yhtenäisen ratkaisun, jossa poikittaiset ja vierekkäiset rakenteet toimivat hyvin yhdessä. Pohjarakennussuunnittelusta vastaa geotekninen suunnittelija. [1, s. 73-74.]

Pohjarakennussuunnittelu koostuu seuraavista osista:

- kadun ja sen rakenteiden perustamisen suunnittelu,
- routamitoitussuunnitelmat,
- siirtymärakenteiden suunnittelu routamitoituksessa ja eri tavalla perustettujen rakenteiden välillä,
- työnaikainen kuivatussuunnittelu,
- kaivantojen tuentasuunnittelu,
- ympäristöhaittojen ehkäisyn suunnittelu,
- erityisrakenteiden suunnittelu esim. vahvisteet ja stabiloinnit,
- pehmeäpohjaisilla alueilla työn toteutuksen suunnittelu,
- kadun perustamistavan ja pohjamaan rakenneratkaisuille määrättyjen vaatimusten selvittäminen. [1, s. 73-74.]

Pohjarakennussuunnittelu ja siihen kuuluvat pohjatutkimukset tehdään vaiheittain muun suunnittelun kanssa yhteistyössä. Taulukossa 3 on esitetty pohjarakennussuunnittelu ja pohjatutkimukset kadun suunnittelun eri vaiheissa. Pohjarakennussuunnittelu alkaa kadun osalta jo kaavoitusvaiheessa, jolloin tutkitaan vaihtoehtoisia teknillistaloudellisia laskelmia esim. linjauksia ja alikulkuja. Katusuunnitelmavaiheessa tarkentuvat mm. kadun sijainti ja tasaus, jotka pyritään saamaan myös mahdollisimman hyväksi pohjarakentamisen kannalta. Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään tarkka rakenteiden geotekninen mitoitus. Lisäksi vielä rakennusvaiheessa voidaan tehdä tarkentavia muutoksia suunnitelmiin. Kadun suunnittelun ja rakentamisen aikana tehdään erilaisia geoteknisiä tarkkailumittauksia, joita on mahdollista tehdä myös kadun rakentamisen jälkeen. Näihin kuuluu mm. pohjavesien seuranta. [1, s. 73-74.]

Pohjatutkimuksia tehdään myös suunnitteluprosessin aikana kaikissa vaiheissa. Kaavoitusvaiheessa tutkitaan kohdetta alueellisten tutkimusten pohjalta. Yksityiskohtaiset pohjatutkimukset tehdään katusuunnitteluvaiheessa. Rakennussuunnittelun aikana

tehdään vielä täydentäviä tutkimuksia eli määritetään tarkat pohjavesi-tiedot, kerros-paksuudet ja maarakennusrajat. [1, s. 73-74.]

## **5 Käytettävät ohjelmistot**

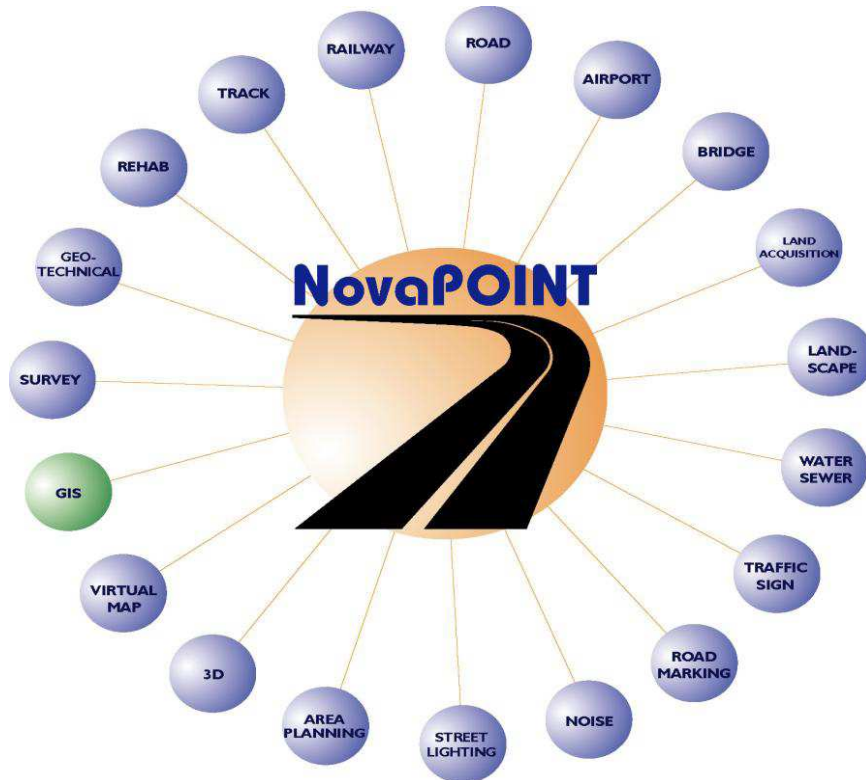
Katusuunnitteluun voi käyttää monia ohjelmistoja. Näistä esimerkkejä ovat AutoCAD, Novapoint, MicroStation ja TerraSolid. Tässä luvussa esitellään edellä mainittuja ohjel-mia tarkemmin.

### **5.1 AutoCAD**

AutoCAD on tietokoneavusteinen suunnitteluun tarkoitettu ohjelma, jonka kehittäjä on Autodesk Inc. AutoCAD-sovelluksia on useita esimerkiksi yhdyskuntasuunnitteluun tar-koitettut AutoCAD Map 3D ja Civil 3D. Ohjelmistoa käytetään yleensä toisen ohjelmiston alustana ja sillä pystytään tuottamaan DWG-formaatissa olevia tiedostoja. [9.]

### **5.2 Novapoint**

Novapoint-tuoteperhe koostuu suunnittelu-, mallinnus- ja laskentatehtäviin käytettävistä sovelluksista (kuva 9) ja on pohjoismaiden kattavin yhdyskuntatekniikan suunnitte-luohjelmisto. Tuoteperheeseen kuuluvat osat toimivat sekä yksin että yhdessä. Lisäksi projektille on mahdollista luoda tietomalli, jonka avulla saadaan helposti siirrettyä suunnittelutietoa projektin eri osapuolille. [4, s. 16] Luvuissa 5.2.1–5.2.6 on tarkemmin selostettu katusuunnittelussa käytettävien sovellusten ominaisuuksia.



Kuva 9. Novapoint-tuoteperhe [4, s. 17.]

### 5.2.1 Novapoint Road Professional

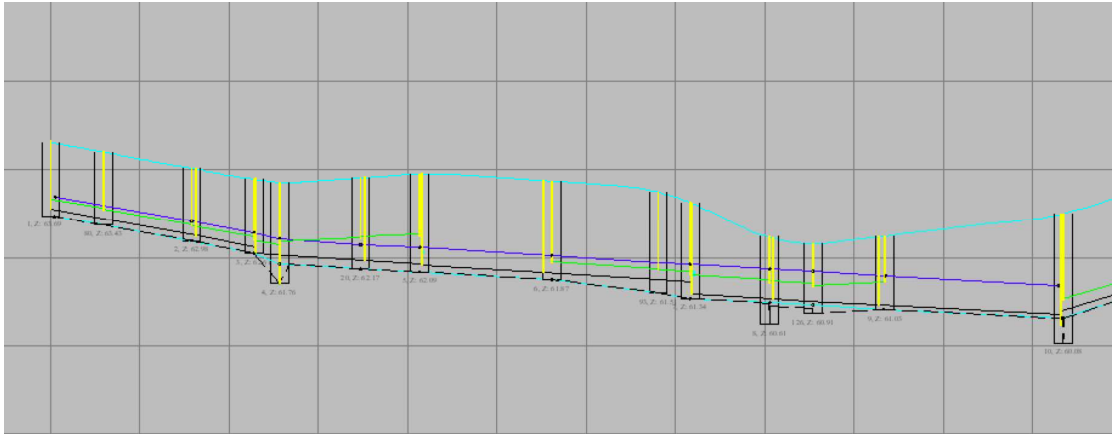
Novapoint Road Professionalilla luodaan ja muokataan väyläsuunnitelmia, tehdään liittymäsuunnittelua ja ajouramallinnusta sekä laaditaan näkemäanalyysit ja massadiagrammit. Geometrian suunnittelu on nopeaa ja helppoa, sillä eri työkaluilla saa yksinkertaisesti haettua optimaaliset vaaka- ja pystygeometriat. [12.]

Tien tai kadun rakenne suunnitellaan Väylämalli-työkalulla, johon syöttämällä tietoja saadaan suunniteltua tien rakenne, luiskat, perustaminen, maapohja sekä kuivatus. Samalla työkalulla väylää voidaan katsella myös 3D-muodossa. [12.]

### 5.2.2 Novapoint Water and Sewer

Novapoint Water and Sewer -sovellus on tarkoitettu kunnallistekniikan suunnitteluun. Sillä rakennetaan kaivannon poikkileikkaus, jota käytetään vesihuoltolinjojen suunnitteluun. Poikkileikkaukseen määritellään putkien määrä, ominaisuudet ja sijainti sekä kaivantoon tulevat varusteet. Samalla määritetään myös kaivannon geometria täyttömateriaalit. [11.]

Suunnittelu tehdään maastomallin päälle, jolloin kaivannolle suunnitellaan linjaus ja valitaan poikkileikkaus. Kaivannon sijaintia pystyy muokkaamaan samanaikaisesti sekä kartasta että pituusleikkauksesta. Ohjelma tekee myös törmäystarkastelun sekä luo kaivokortit. [11.] Kuvassa on esitettyä Water and Sewer -sovelluksen pystygeometrian suunnitteluikkuna.



Kuva 10. Novapoint Water and Sewer -sovelluksen pystygeometrian suunnittelu.

### 5.2.3 Novapoint Landscape

Novapoint Landscape -sovelluksella luodaan uutta ympäristöä sekä 2D- että 3D-muodoissa. Ohjelmalla voidaan suunnitella istutuksia, korkeuksia, kävelyteitä ja aukioita sekä maankäyttö- ja pintamateriaaleja. Lisäksi ohjelmassa on valmiina kasvitietokanta, joka helpottaa luetteloiden laadintaa. [14.]

### 5.2.4 Novapoint Soundings

Novapoint Soundings -sovelluksella hallitaan pohjatutkimustietoja, joita käytetään yhdyskuntasuunnittelussa. Tutkimustiedot tallennetaan tietokantaan, josta ne haetaan tarvittaessa karttapohjalle, pituus- ja poikkileikkauksiin suunnittelujärjestelmään tai karttapohjalle Internet-selaimeen. Aineistosta voidaan tuottaa erilaisia näkymiä sekä arvioida maalajirajat ja kalliopinta. [15.]

### 5.2.5 Novapoint Road Signs

Novapoint Road Signs -sovelluksella luodaan visuaalisesti tarkkoja liikennemerkki- ja viitoitussuunnitelmia. Merkkejä pystyy helposti lisäämään kirjastosta suunnitelmaan. Jälkikäteen merkkejä pystyy myös muokkaamaan, siirtämään ja kopioimaan. [10.]

Digitaalisesta merkkien suunnittelusta on monia hyötyjä. Näitä ovat muun muassa suunnitelmakuvien selkeys, oikeellisuus, merkkien koot ja tilantarpeet voidaan selvittää, koordinaatti- ja paalutiedot saadaan merkkien sijainnista, pystytään vertailemaan mahdollisia risteämiä eri suunnitteluosa-alueiden välillä. Lisäksi merkkejä on nopea analysoida ja muokata, ohjelma antaa valmiiksi määräluettelot ja mitoituksen sekä huolehtii mitoitusäännöistä ja -ohjeista. Ohjelma tekee myös mitoituskuvat ja sen tekemiä merkkejä voidaan hyödyntää visualisoinnissa. [10.]

#### 5.2.6 Novapoint Virtual Map

Novapoint Virtual Map -sovelluksella mallinnetaan ja visualisoidaan suunnitelmia. Sen avulla tehostetaan kommunikointia, parannetaan suunnitteluratkaisuja sekä pyritään kustannus- ja aikasäästöihin. Virtual Map tekee suunnitelma kaikille ymmärrettävään muotoon, jonka voi lähettää sähköisesti kenelle tahansa. [13.]

#### 5.3 MicroStation

MicroStation on CAD-suunnitteluun tarkoitettu tietokoneohjelma, jota kehittää Bentley Systems. Ohjelma on kehitetty 1980-luvulla ja viimeisin versio on ilmestynyt 2009. Tiedostomuotona MicroStation käyttää DNG-muotoa, mutta se tukee myös AutoCADin DWG:tä. AutoCADin tapaan myös MicroStationia voidaan käyttää alustana muille ohjelmistoille, kuten TerraSolidille.

#### 5.4 TerraSolid

TerraSolid on yhdyskuntatekniseen ja ympäristösuunnitteluun tarkoitettu ohjelmisto, joka alustana toimii MicroStation CAD v8. TerraSolid-tuoteperheen sovelluksia ovat esimerkiksi TerraStreet ja TerraPipe. [16.]

##### 5.4.1 TerraStreet

TerraStreet on tarkoitettu teiden, katujen, puisto- ja piha-alueiden vaaka- ja pystygeometrioiden suunnitteluun. Ne yhdistetään automaattisesti 3D-taiteviivoiksi maastomallia varten. TerraStreetin päätoimintoja ovat:

- vaaka- ja pystygeometrian luonti ja muokkaus,
- riippuvien linjojen luonti,
- sivukaltevuuksien muokkaus kaarteissa,
- tien pintamallien luonti automaattisesti,

- suunnitelmien tulostaminen mallista ja
- linjojen paaluttaminen. [16.]

#### 5.4.2 TerraPipe

TerraPipe-sovellus on tarkoitettu vesi- ja viemäriverkostojen suunnitteluun. Sovelluksella luodaan kolmiulotteinen malli, josta saadaan tulostettua karttakuvia, leikkauksia ja erilaisia raportteja. Ohjelmalla pystytään kartoittamaan myös vanhoja viemäriinjoja, jolloin sovellus myös muuttaa saadun tiedon 3D-malliksi. Ohjelmisto ei juurikaan eroa Novapointin vastaavasta ohjelmasta. [17.]

## 6 Esimerkkikohteen kuvaus

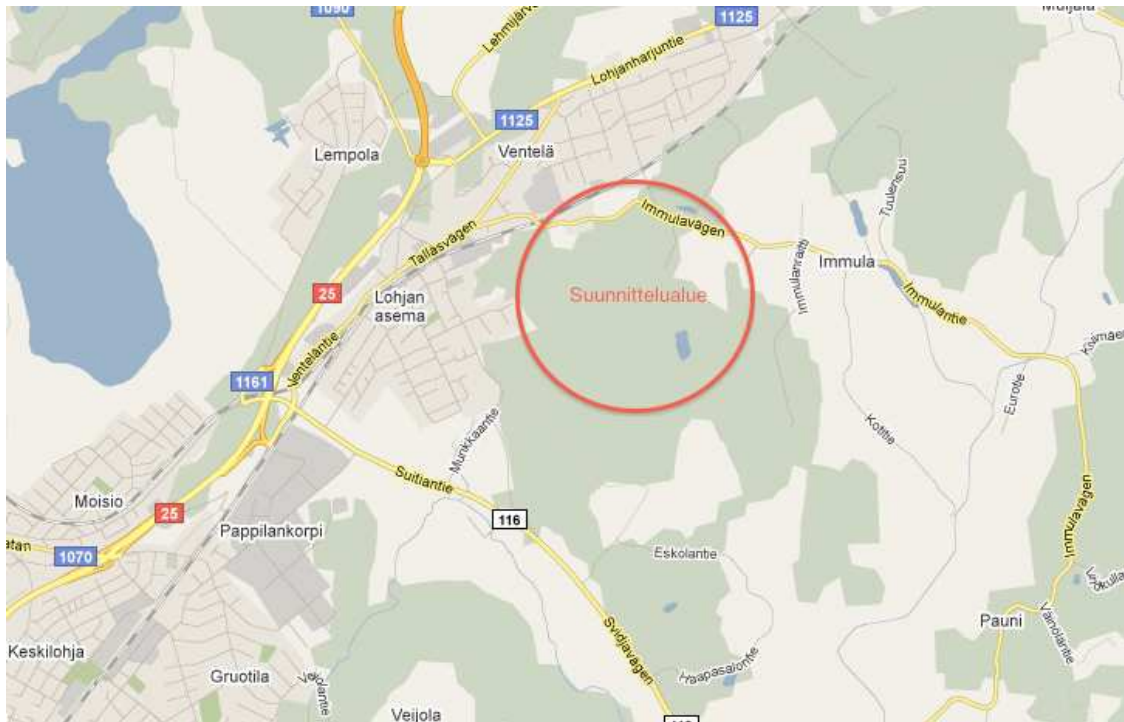
### 6.1 Yleistä

Esimerkkikohteena tässä työssä toimii Lohjan Immulaan tulevan uuden kaava-alueen katujen ja kunnallistekniikan rakennussuunnitelmien laatiminen. Alueelle tulee 5 katua: Puruskorventie, Immulantie, Heiniläntie, Heinilänkuja ja Immulan kallio. Vesihuoltoverkostoa rakennetaan noin 250 metriä sekä Puruskorventien ja Immulantien risteykseen tehdään kiertoliittymä. Työssä on tarkoituksena seurata Immulan suunnittelussa mukana olevien osastojen yhteistyötä ja toimimista projektitoiminnan ohjeiden sekä tilaajan antamien ohjeiden mukaan.

### 6.2 Sijainti

Lohjan Immulan uusi kaava-alue sijaitsee n. 3 km päässä Lohjan keskustasta (kuva 11). Tällä hetkellä tuleva asuinalue on sekametsää. Uudelle alueelle on arvioitu muutuvan n. 500 asukasta.





Kuva 11. Immulan kaava-alueen suunnittelualue [19].

### 6.3 Lähtötiedot

Tilaaajalta suunnittelua varten saatiin lähtötietona valmiita kairaustietoja, korkeustietoja, vanhoja johtotietoja, mallikuvia sekä ohjeita. Geo-osasto teki kairauksista lisäkairauspyynnöt, joiden avulla arvioitiin kunkin kadun pohjamaaluokka. Korkeustietojen pohjalta luotiin alueelle maastomalli, jonka kautta päästiin käsiksi katujen ja kunnallistekniikan suunnitteluun.

## 7 Haastattelut

### 7.1 Toteuttaminen

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina. Haastateltaviksi valittiin Immulan kaava-alueen suunnittelussa mukana olleet henkilöt. Heitä oli yhteensä viisi. Haastateltavien suunnitteluosa-alueet olivat maisema-, katu-, liikenne-, geo- ja valaistussuunnittelu.

Haastateltavia lähestyttiin aluksi sähköpostitse, jossa annettiin tietoa opinnäytetyöstä ja haastattelun sisällöstä. Yhden suunnittelijan kanssa päädyttiin sähköpostikyselyyn hänen työkiireidensä takia. Haastatteluihin kului aikaa n. 0.5-1.5 h ja ne suoritettiin

haastateltavan työhuoneessa FCG Finnish Consulting Groupin Helsingin toimipisteessä. Haastattelussa tehdyt kysymykset ovat liitteenä 2.

## 7.2 Tulokset

### 7.2.1 Yhteistyön sujuminen ja kehittäminen (Immulan projekti)

Kaikkien haastateltavien mielestä Immulan projektissa yhteistyö sujui hyvin. Osaltaan yhteistyötä helpotti se, että kaikki suunnittelijat olivat samassa talossa. Positiivisena asiana pidettiin sitä, että suunnittelijoiden välisiä palavereita oli tarpeeksi ja projektiin pääsi alusta asti mukaan. Huonona puolena pidettiin sitä, etteivät tilaajalta tulleet kommentit aina saavuttaneet suunnittelijaa. Lisäksi toivottiin, että yhteispalavereita pidettäisiin vieläkin enemmän ja sovittaisiin suunnitelmien yhtenäisistä työmenetelmistä.

### 7.2.2 Kehittämiskohdat yleisesti

Suurimpana ongelmana haastattelijat kokivat sen, ettei aikataulussa pystytä tai aikataulu on tehty liian kireäksi. Myös työtuntien budjetointiin kaivattiin selkeyttä. Esimerkiksi tarjousvaiheessa ollaan sovittu tietyistä tuntimääristä, mutta suunnitteluvaiheessa tuntimäärä ei olekaan enää sama. Yksi suunnittelijoista kaipasi samoja lähtökohtia kaikille osastoille eli suunnitelmien valmiustaso olisi sama kuvia yhdistettäessä. Haastateluissa esitettiin myös toive talon sisäisistä ohjeista, joihin voitaisiin turvautua silloin, kun tilaajalla ei ole omaa ohjetta tarjolla. Tällöin suunnittelijoiden työtapo yhtenäistyisi, kun tällä hetkellä kukin tekee työnsä niin kuin sen on oppinut tekemään. Lisäksi toivottiin, että projektipäälliköt pitäisivät yhteyttä keskenään, jotta suunnittelijoita saataisiin työllistettyä tasapuolisesti.

### 7.2.3 Osastojen välinen yhteydenpito

Haastateltavat kertoivat pitävänsä yhteyttä toisiinsa sähköpostilla, soittamalla, kokouksilla ja vieraillemalla toistensa työpisteissä. Helpoimmaksi tavaksi tunnustettiin sähköpostin lähettäminen. Kokouksia pidettiin yhteistyön kannalta parhaimpana tapana tiedonkulun välittymisen kannalta.

## 7.2.4 Suunnittelussa käytössä olevat ohjelmat

Taulukko 3. Käytössä olevat ohjelmat suunnittelualoittain.

Suunnitteluala	Käytössä olevat ohjelmistot
Katusuunnittelu	AutoCAD 2008/2011 + Novapoint 17.20/18.00
Maisemasuunnittelu	AutoCAD 2006/2008/2011 MColor
Geosuunnittelu	MicroStation + TerraSolid AutoCAD + Novapoint Laskentaohjelmat
Liikennesuunnittelu	AutoCAD 2008/2011+ Novapoint 17.20/18.00 Autoturn
Valaistussuunnittelu	AutoCAD 2008/2011, Valaistuslaskentaohjelma

## 7.2.5 Suunnitelmien yhdistäminen ja lähtötietojen saatavuus

Eniten hankaluuksia suunnitelmien yhdistämisessä tuottaa eri tiedostomuotojen kääntäminen toisesta toiseen esimerkiksi AutoCAD:lla tehty kuva on hankala kääntää samanlaisena MicroStationille. Väärässä koordinaatiossa olevan kuvan tuominen oikeaan koordinaatistoon koettiin myös vaikeaksi. Samaten myös eri ohjelmistoversioiden käyttäminen suunnittelussa hankaloittaa suunnitelmien yhdistämistä.

Lähtötietoja haastateltavat saivat mielestensä hyvin. Osa oli joutunut pyytämään tarkennuksia toisilta suunnittelijoilta ja tilaajalta tai lähetetty materiaali ei ollut tarpeeksi laadukasta esimerkiksi lähetetyistä tiedoista ei oltu pystytty luomaan maastomallia.

### 7.2.6 Lisätyön aiheuttajat

Lisätöitä suunnittelijoille aiheutuu:

- suunnitelmien siivoamisesta,
- useiden luonnosten teoista,
- projektipäällikön epäselvistä ohjeista,
- päällekkäin tehtävien töiden yhdistämisestä,
- osaamisen puutteesta,
- yhtenäisten työtapojen puuttumisesta,
- kunnan perehdytyksen puutteesta sekä
- ei tiedä keneltä kysyä ongelmista.

### 7.2.7 Projektitoimintaohjeen tunteminen

Haastateltavat eivät olleet muutamaa henkilöä lukuun ottamatta tutustuneet yrityksen laatua valvovaan ohjeistukseen.

## 8 Johtopäätökset

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että eri suunnittelualojen välinen yhteistyö on haastattelujen pohjalta hyvällä mallilla. Tietenkin työntekijöiden vaihtuminen yrityksessä ja projekteissa vaikuttaa yhteistyöhön. Mitä pidempään sama porukka tekee töitä yhdessä, sitä paremmin yhteistyö sujuu, kun tunnetaan toisten rutiinit paremmin. Immulan projekti on sujunut yhteistyön kannalta erittäin hyvin ja suuremmilta ongelmilta on vältytty. Erityisen hyvin on onnistuttu suunnittelijoiden välisessä tiedottamisessa esimerkiksi suunnittelukokouksen jälkeen sekä yhteispalavereiden pidossa. Lisäksi suunnitteluun on päässyt alusta asti mukaan. Pieniä ongelmia on ollut eri suunnitelmien yhdistämisessä.

Hyvä yhteistyö vaatii sen, että uudet työntekijät perehdytetään kunnolla työhön ja käytettäviin ohjelmistoihin. Tarvittaessa järjestään koulutusta ohjelmista. Esimerkiksi uuden ohjelmistoversion ilmestymisen jälkeen pidetään pieni esittely kyseisen version uusista ominaisuuksista. Projektin aloituskokouksessa on tehtävä selväksi, mitä ohjelmistoja ja niiden versioita käytetään. Lisäksi on hyvä sopia suunnittelun pelisäännöistä,

kuten millaisia tasoja ja viivatyyppejä käytetään, mikäli niitä ei ole määrätty. Tähän auttaisi talon sisäinen suunnitteluohje, jota voisi soveltaa silloin, kun tilaajalla ei ole omaa vastaavaa ohjetta tarjolla.

Yhteispalaverien määrän lisääminen parantaisi myös yhteistyötä sen takia, että suunnittelijat voisivat tuoda ehdotuksiaan ja perusteluitaan esille suullisesti kasvotusten. Tällöin kaikki olisivat tietoisia tulevista muutosehdotuksista. Aikataulussa ja sovituisissa tuntimäärissä pysymiseen tarvitaan suunnittelijoilta itsekuria ja kykyä järjestellä työtehtävät siten, että kaikki suunnitelmat saadaan sovitun mukaan tehdyksi.

Esimerkkiprojektissa kaikki suunnittelijat olivat samassa toimipisteessä. Mikäli näin ei ole, voi yhteistyö hankaloitua. Esimerkiksi suunnitelmiin kaivattavia muutoksia voi olla vaikea selittää puhelimitse tai sähköpostitse toimipisteestä toiseen tai muutokset eivät välity ollenkaan. Onneksi nykyisin on käytössä videoneuvottelumahdollisuus. Lisäksi ongelmia voi tuottaa reaaliaikaisuuden puuttuminen, sillä tieto välittyy aina pienellä viiveellä toiselle paikkakunnalle.

Yrityksen projektitoiminnan ohjeet (Proto-ohjeet) ovat huonosti tiedossa, sillä ne on suunniteltu lähinnä projektipäälliköiden ja esimiesten käyttöön. Ohjeet löytyvät helposti yrityksen intrasta. FCG:lla ei ole suunnittelijoille tehtyä omaa ohjetta, josta kävisi ilmi esimerkiksi projektin vaiheet ja niissä huomioon otettavat asiat suunnittelijan kannalta. Proto-ohjeisiin tutustuminen on askel kohti parempaa laatua, sillä ohjeet ovat tulevaisuudessa tulevan laatu järjestelmän ensimmäinen vaihe.

## 9 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää, millaisia ongelmia ja mitä kehitettävää on Immulan kaava-alueen suunnitteluprojektin yhteistyössä eri suunnittelualojen välillä. Lisäksi tutkittiin, missä yhteistyössä on onnistuttu ja miten suunnittelijoiden työtavat eroavat toisistaan. Tutkimuksen perusteella selvisi, että eri suunnittelualojen välinen yhteistyö on hyvällä mallilla, mutta kehitystä vielä kaivataan.

Kehitys on tarpeen erityisesti suunnittelijoiden työtapojen parantamisessa. Työntekijöillä olisi hyvä olla yhteinen suunnitteluohje, jolla helpotettaisiin suunnittelijoiden töitä, kun ei tarvitse enää muokata muiden tekemiä kuvia oikeaan muotoon. Lisäksi yhteistyötä parantavia kokouksia voitaisiin pitää enemmän. Esimerkkiprojektin yhteistyössä onnistuttiin suunnittelijoiden välisessä kommunikoinnissa ja yhteispalavereiden pidossa. Suuria ongelmia ei yhteistyössä havaittu.

Tässä insinööriyössä onnistuttiin hyvin saamaan selville, mitä kehitettäviä kohteita yrityksellä on. Niitä oli kuitenkin vähemmän kuin odotettiin. Odotukset viittasivat muiden suunnittelijoiden kanssa käytyihin keskusteluihin ja omiin havaintoihin. Ongelmien huomattiin kohdistuvan yleisesti lähinnä suunnittelijoiden työtapoihin ja liian kireisiin aikatauluihin sekä liian pieniksi määrättyihin tuntimääriin.

Itse koen yhteistyön onnistumisen tärkeänä, koska töitä on vaikea tehdä, mikäli ei tule toimeen muiden kanssa. Omassa työssäni olen huomannut, että samassa toimipisteessä oleminen muiden suunnittelussa mukana olevien kanssa on iso plussa, koska epäselvissä asioissa voi vaan ottaa kuvat mukaan ja siirtyä tarvittaessa toiseen kerrokseen kysymään neuvoa ongelmaan. Eniten uutena työntekijänä olen kaivannut sitä, että työhön perehdytys olisi ollut tehokkaampaa. Tällöin suunnittelun perusasiat olisivat tulleet paremmin esille. Välillä ei tiennyt mitä kysyä, ja joutui oppimaan monet seikat ns. kantapään kautta. Immulan suunnittelu on kuitenkin sujunut ensimmäiseksi projektiksi hyvin. Suunnitelmista on tullut kommentteja niin muilta suunnittelijoilta kuin tilaajaltakin. Kommenttien saaminen parantaa suunnitelmien laatua ja helpottaa työtä, kun itse ei välttämättä näe aina omia virheitään. Tämä projekti voisi mielestäni toimia hyvin esimerkkinä muille vastaavanlaisille projekteille. Kokonaisuudessaan insinööriyö onnistui mielestäni hyvin.

## Lähteet

- 1 Suomen kuntatekniikan yhdistys. 2003. Katu 2002: Kadun rakennuksen tekniset ohjeet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- 2 Junnonen, Juha-Matti. 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy.
- 3 Junttila, Ulla-Kirsti; Koivistoinen, Mikko. 2002. Katuympäristön suunnitteluopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- 4 Laine, Silja; Piironen, Heidi. 2010. 3D väyläsuunnittelussa. Projektityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 5 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto Ry. 2010. RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkostojen suunnittelu. Saarijärven Offset.
- 6 Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkkodokumentti.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Viitattu 9.3.2011.
- 7 Maankäyttö- ja rakennusasetus. verkkodokumentti  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>. Viitattu 9.3.2011.
- 8 Kohti infra-alan yhteistä tuotemallia. Verkkodokumentti.  
<http://www.rts.fi/infrabim/index.htm>. Viitattu 13.3.2011.
- 9 Autodeskin kotisivut.  
<http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/home?siteID=448412&id=514927>. Viitattu 13.3.2011
- 10 Novapoint Road Signs-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np\\_esitteet/np\\_roadsigns.pdf](http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np_esitteet/np_roadsigns.pdf). Viitattu 13.3.2011.
- 11 Novapoint Water and Sewer-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np\\_esitteet/Water and Sewer FIN WEB.pdf](http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np_esitteet/Water and Sewer FIN WEB.pdf). Viitattu 13.3.2011.
- 12 Novapoint Road-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np\\_esitteet/Water and Sewer FIN WEB.pdf](http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np_esitteet/Water and Sewer FIN WEB.pdf). Viitattu 13.3.2011.
- 13 Novapoint Virtual Map-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np\\_esitteet/np\\_virtualmap.pdf](http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np_esitteet/np_virtualmap.pdf). Viitattu 13.3.2011.
- 14 Novapoint Landscape-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np\\_esitteet/Landscape FIN WEB.pdf](http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np_esitteet/Landscape FIN WEB.pdf). Viitattu 13.3.2011.

- 15 Novapoint Soundings-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np\\_esitteet/np\\_sound.pdf](http://www.viasys.com/img/kuvapankki/file/np_esitteet/np_sound.pdf). Viitattu 13.3.2011.
- 16 TerraSolid Oy:n kotisivut. Verkkodokumentti. <http://www.terrasolid.fi/>. viitattu 13.3.2011.
- 17 TerraStreet-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.terrasolid.fi/system/files/TerraStreet\\_fin.pdf](http://www.terrasolid.fi/system/files/TerraStreet_fin.pdf). Viitattu 13.3.2011.
- 18 TerraPipe-esite. Verkkodokumentti.  
[http://www.terrasolid.fi/system/files/TerraPipe\\_fin\\_0.pdf](http://www.terrasolid.fi/system/files/TerraPipe_fin_0.pdf). Viitattu 14.3.2011.
- 19 Google Maps. Verkkodokumentti. <http://maps.google.fi/>. Viitattu 13.4.2011.
- 20 Suomen kuntaliitto. 2001. Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 02. Helsinki.
- 21 Faktalaari. Verkkodokumentti.  
<http://www.tkk.fi/Yksikot/YTK/koulutus/ilmastonmuutos/faktalaari.html>. Viitattu 13.4.2011.
- 22 Katuvalo. Verkkodokumentti.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedosto:Newandoldstreetlights.jpg>. Viitattu 13.4.2011.
- 23 Helsingin katutila-ohjeita ja esimerkkejä. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki.  
<http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/katutila/Luku1.pdf>. Viitattu 14.4.2011.
- 24 Solin, Lauri. 2011. Projektitoiminnan ohjeet-kalvosarja. Helsinki.



POHJARAKENNUSSUUNNITTELU JA POHJATUTKIMUKSET KADUN SUUNNITTELUSSA			
MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU (KAAVOITUS)	KATUSUUNNITTELU	RAKENNUSSUUNNITTELU	RAKENTAMINEN
<p>Pohjarakennus- suunnittelu</p> <p>Vaihtoehtoiset teknis- taloudelliset laskelmat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- linnavallimat ym. tekijät</li> <li>- allikku / siltavaihtoehdot</li> </ul> <p>Keskelliset kustannustekijät</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- allikulut</li> <li>- korkeat penkereet</li> <li>- pehmeikölliä</li> <li>- yhteistasaus</li> <li>- ympäristötekijät</li> </ul>	<p>Perustamismuutosten vertailu</p> <p>Perustamismuutosten - kustan- nukset - kaduntasaus</p> <p>Kadun sijainnin ja tasauksen tarkistukset</p> <p>Allikkujen yms. sijainnit ja tasot</p>	<p>Yksityiskohtainen pohja- rakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pohjarakenteiden mitoitukset</li> <li>- pohjarakennustoimenpi- teiden suunnittelu</li> <li>- työselitykset</li> <li>- ympäristön huomioonotto- seurantamittaukset</li> <li>- työn laadun valvonta- toimenpiteet</li> </ul>	<p>Työn aikainen suunnittelu ja konsultointi</p> <p>Ympäristön tarkkailu</p>
<p>Pohjattutkimukset</p> <p>MAANKÄYTÖN SUUNNIT- TELU POHJATUTKIMUKSET</p> <p>Alueelliset pohjattutkimukset, pohjasuhteiden tiedot, rakennetta- vuustiedot</p> <p>Keskeistä</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pohjavesi</li> <li>- maakerrosrajat</li> <li>- pehmm. maakerrost. ominaisuudet</li> <li>- paaluus - syvyys</li> <li>- pehmm. kerrosten paksuudet</li> <li>- pintavesitiedot</li> </ul>	<p>YKSITYSKOHTAISET POHJATUTKIMUKSET</p> <p>Katulinjakohdalliset pohjattutki- mukset, katusuunn. vaiheet, pohjattutkimuspiirustukset (kartat, leikkaukset)</p> <p>Perustamismuutosten tutkimiseksi keskeistä</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tarkemmat kerrosrajat</li> <li>- maakerrosten ominaisuudet (jujuus, kokoonpuristuvuus, vedenläpäisevyys)</li> <li>- pohjavesi ja sen vaihtelet</li> <li>- kerrosrakenteet, paalu- pituudet</li> </ul>	<p>TÄYDENTÄVÄT TUTKIMUKSET</p> <p>Yksityiskohtainen pohja- tutkimus, yksityiskohtaiset pohjattutkimuspiirustukset</p> <p>Keskeistä</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maarakennusrajat raken- teiden edellyttämissä tarkkuudessa</li> <li>- suunnittelun edellyttämät maakerrosominaisuudet</li> <li>- riittävän tarkat presiti-tiedot</li> <li>- paalupituus, kerrosrak- suustarkistukset</li> </ul>	<p>RAKENNUSAIKAISET TUTKIMUKSET</p> <p>Rakennusajalliset täydentävät tutkimukset</p> <p>Seurantamittaukset</p>

## Haastattelukysymykset

1. Onko yhteistyö sujunut? (Immula)
2. Missä ollaan onnistuttu? (Immula)
3. Missä on kehitettävää? (Immula)
4. Kehitettävät asiat muissa kohteissa?
5. Minkä osaston kanssa on ollut yhteistyössä hankaluuksia? Miksi?
6. Miten pidätte yhteyttä muihin osastoihin (sähköposti, kokoukset)?
7. Saatko tarpeeksi lähtöaineistoa muilta osastoilta/tilaajalta vai pitääkö aina pyytää erikseen lähettämään?
8. Mitä suunnitteluohjelmisto on käytössä?
9. Onko eri osastojen välisten suunnitelmien yhdistämisessä ollut ongelmia?
10. Aiheutuuko ns. "turhaa työtä" esim. toisen osaston kuvien siivoamisesta tai vastaavasta?
11. Onko projektitoiminnan ohjeet tuttu?
12. Onko tässä projektissa (Immula) menty niiden mukaan?