



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Iina Hult

Mallipohjaisen katusuunnittelun haasteet kaupunkikohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

11.11.2020

Tekijä Otsikko	Iina Hult Mallipohjaisen katusuunnittelun haasteet kaupunkikohteessa
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liitettä 11.11.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Asiantuntijapalveluiden kehityspäällikkö Olli Planting lehtori Mika Räsänen
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee mallipohjaisen katusuunnittelun haasteita kaupunkikohteessa. Työssä käydään aluksi läpi, mitä tarkoittaa katusuunnittelu itsessään sekä mitä puolestaan on mallipohjainen suunnittelu.</p> <p>Opinnäytetyötä varten tehtiin tutkimus. Haastattelun avulla selvitettiin ihmisten mielipiteitä mallipohjaisen katusuunnittelun etenkin kaupunkikohteissa aiheuttamista haasteista. Vastausten pohjalta pyrittiin keskustelemaan myös muista mallipohjaiseen suunnitteluun liittyvistä asioista. Haastattelussa kysyttiin vastaajien kantaa haasteisiin, lähtötietoaineistoon, osaamiseen ja koulutukseen, yhteistyöhön sekä kehitysideoita.</p> <p>Haastattelun vastausten pohjalta tehtiin johtopäätöksiä koskien mallipohjaista suunnittelua ja rakentamista, sekä hanketta yleisesti. Suurimmiksi kehityksen kohteiksi nousivat ammattitaidon ja osaamisen kehittäminen, hankkeen eri osapuolten välisen yhteistyön kehittäminen sekä ohjelmistojen ja ohjelmien kehittäminen. Etenkin erilaisten urakamallien, muun muassa ST-hanke ja allianssimalli, kattavampi käyttö olisi kannattavaa.</p>	
Avainsanat	Mallipohjainen katusuunnittelu, mallipohjainen suunnittelu, tietomalli, infrasuunnittelu, suunnitteluhaasteet

Author Title	Iina Hult Challenges of Model-Based Street Design in an Urban Location
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendix 11 November 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Infrastructure
Instructors	Olli Planting, Development Manager Mika Räsänen, Senior Lecturer
<p>This thesis deals with the challenges of model-based street design in an urban location. The terms street design and model-based design are defined at the beginning of the thesis.</p> <p>For the thesis, a survey was conducted in the form of an interview which was used to find the opinions of people who use model-based design in their work. The goal was to determine what kind of challenges are caused by model-based street design, especially in urban areas. During the interview other issues related to model-based design were also discussed. The interviewees' opinions on different things regarding challenges, source data, know-how and education, collaboration and development ideas were also studied.</p> <p>Conclusions regarding the model-based design and construction as well as the project in general were made based on the interview. The most important targets for development appeared to be professional ability and know-how, improving collaboration between the different parties in the project as well as developing software and programmes.</p>	
Keywords	model-based street design, model-based design, information model, infrastructure design, challenges of design

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Mallipohjainen katusuunnittelu	2
2.1	Katusuunnittelu	2
2.2	Mallipohjainen suunnittelu	5
2.2.1	Yleiset inframallivaatimukset	6
2.2.2	Inframodel-tiedonsiirtoformaatti	7
2.2.3	InfraBIM-nimikkeistö	7
2.2.4	Mallipohjaisen ja perinteisen suunnittelun erot	8
2.2.5	Tietomallinnus	8
2.2.6	Erilaiset mallipohjaisen suunnittelun mallit	9
3	Tutkimus	12
3.1	Taustaa	12
3.2	Tutkimusmenetelmä	12
4	Tutkimustulokset	14
4.1	Yleistä	14
4.2	Haasteita	16
4.2.1	Lähtötietoaineisto	16
4.2.2	Osaaminen ja koulutus	18
4.2.3	Yhteistyö	19
4.3	Kehitysideoita	20
4.3.1	Hankemuodot	21
4.3.2	Ohjelmistot ja ohjeet	23
4.3.3	Koneohjaus	24
4.3.4	Trimble SiteVision	25
5	Johtopäätökset ja pohdintaa	28
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelu	

Lyhenteet

BIM	Lyhenne rakennuksen tietomallin englanninkielisestä termistä. Käytetään myös yleisemmin kuvaamaan rakentamisen tietomallintamista (Building Information Modelling). [2.]
InfraBIM	Rakennetun ympäristön tuotemallin, inframallin ja siihen liittyvien rakenteiden ja ympäristön tietojen, englanninkielinen lyhenne. [2.]
LandXML	Erikoistettu XML-pohjainen formaatti, joka sisältää määrittelyt infra- ja maanmittaustiedolle, jota käytetään yleisesti maanrakennuksessa ja väylien rakentamisessa ja ylläpidossa. [2.]
YIV	Yleiset inframallivaatimukset

1 Johdanto

Mallipohjainen suunnittelu on nykypäivänä iso osa kaikkea rakentamista. Vaikka mallipohjainen suunnittelu on valloittanut talorakentamisen alan voimakkaasti, ei se ole vielä kovin tuttu asia infrarakentamisen saralla. Mallipohjaisen tuotannon tehdessä nousua alalla, on tärkeää selvittää, millaisia haasteita sen parissa koetaan kaikkien hyvien ominaisuuksien rinnalla. Rakentamisessa, varsinkin infra-alalla, on aina ollut monia haasteita ja kaupungissa työskentely luo jokaiseen hankkeeseen haastetta. Mitä siis tarkoittaa mallipohjainen suunnittelu ja millaisia haasteita sen käyttö aiheuttaa kaupunkikohteessa?

Työn tilaajana toimii Destia Oy, yksi Suomen suurimmista infra-alan yrityksistä. Tutkimus päätettiin tehdä, koska varsinkin Destian Hämeentien korjaushankkeella oli huomattu esiintyvän haasteita mallipohjaisen suunnittelun ja toteutuksen parissa. Tavoitteena oli siis selvittää ja eritellä nämä mahdolliset haasteet, joita varsinkin kaupunkikohteessa esiintyy.

2 Mallipohjainen katusuunnittelu

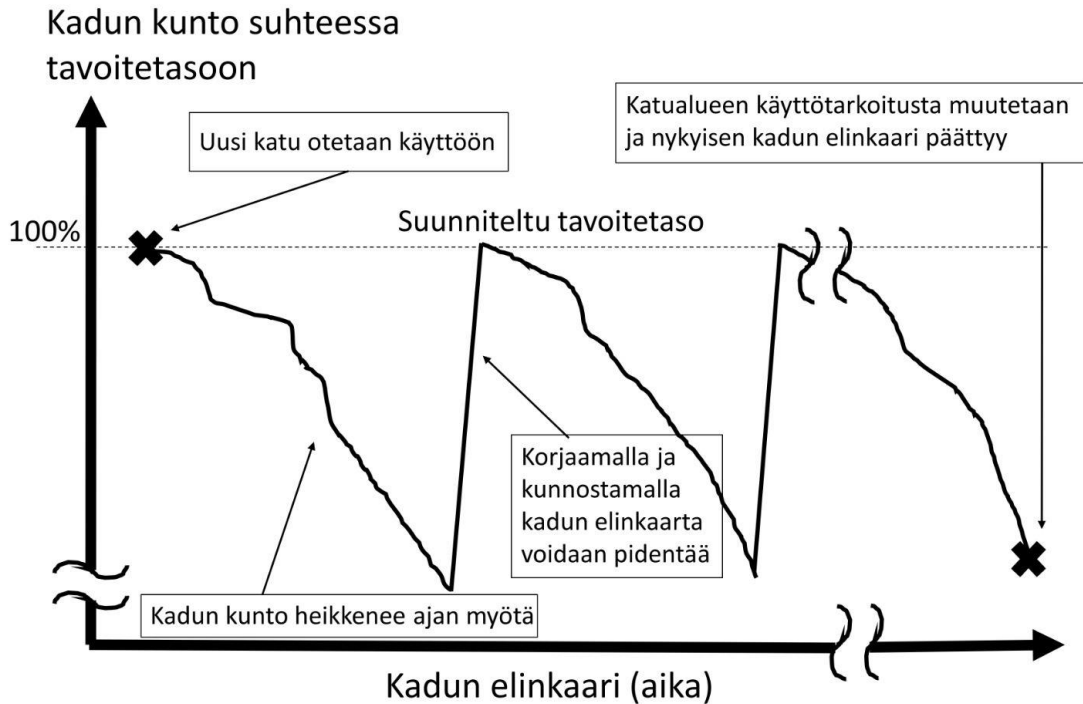
2.1 Katusuunnittelu

Katusuunnittelu on suuri osa yhteiskunnan infrastruktuuria. Katusuunnittelulla tarkoitetaan kadun sekä sen ylä- ja alapuolisten rakenteiden, laitteiden ja johtojen suunnittelua, mikäli asemakaavassa ei toisin osoiteta. Kaupunkirakenteessa katuverkko kokonaisuudessaan on ylläpitävä tukiranka sekä kaupunkikuvaa luova elementti. Kadulla tarkoitetaan liikenteen, liikkumisen sekä oleilun monikäyttötilaa. Se voi olla esimerkiksi ajoneuvoliikenneväylä, jalankulku- ja/tai pyöräilyliikenneväylä, joukkoliikenneväylä tai kaikkea edeltävää. Kadut ja tiet luokitellaan hallinnolliseen ja toiminnalliseen luokitukseen. Hallinnollisella luokituksella kerrotaan kadun tai tien lain määräämä ylläpitovastuu. Toiminnallisella luokituksella jäsennellään kadut ja tiet liikennetehtävän ja maankäytön mukaan. Toiminnallisia kadun luokituksia on muun muassa pääkadut, kokoojakadut, tonttikadut ja pihakadut. [3.]

Kadun suunnittelun, rakentamisen ja korjaamisen tarpeet syntyvät yleensä seuraavista asioista ja päätöksistä [3]:

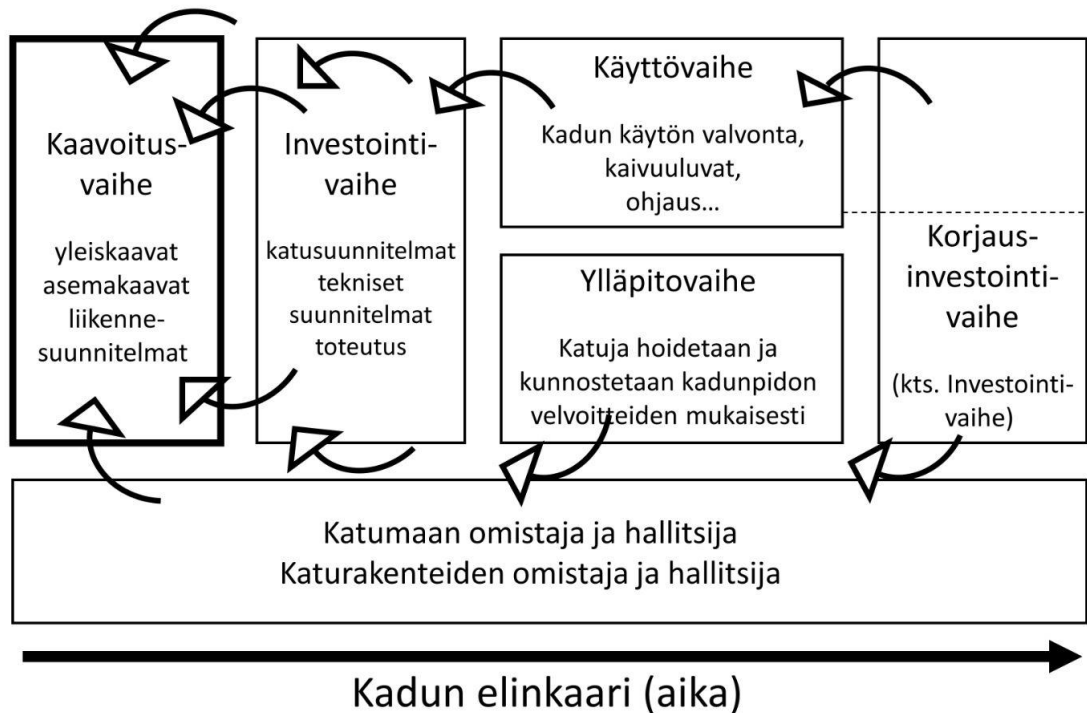
- Kaavan laatimispäätös
- Kadun liikennejärjestelyjen muuttaminen
- Kadun laatutason parantaminen
- Kadun kunnostaminen tai ehostaminen voimassa olevan katusuunnitelman sallimissa rajoissa.

Katua suunniteltaessa ja rakentaessa tulee muistaa kadun elinkaari. Kadulle on elinkaarensa ajalle asetettu ja tullaan asettamaan vaatimuksia. Kadulle asetetaan myös tavoitetaso, jonka perusteella kadun elinkaarta pidennetään ja lopuksi kadun käyttötarkoitus muutetaan, jolloin elinkaari päättyy. Kadun elinkaaren vaiheet siis muuttuvat ja nämä vaiheet onkin esitetty oheisessa kuvassa. [3.]



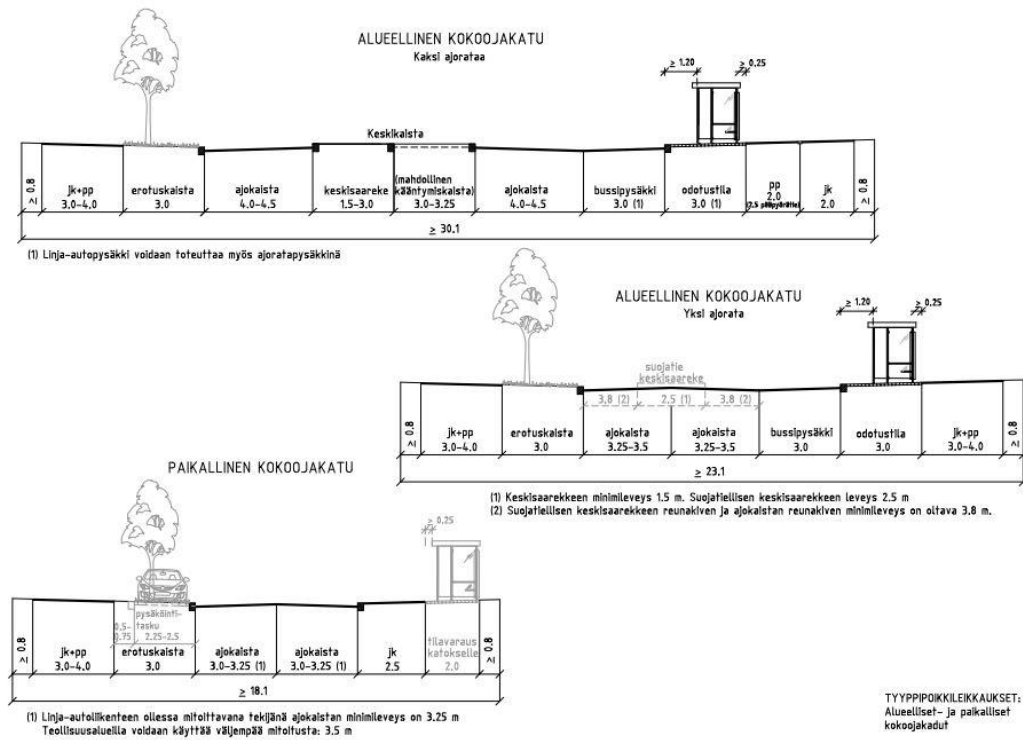
Kuva 1. Kadun elinkaari ja sen kunto suhteessa asetettuun tavoitetasoon. (Piiirretty puhtaaksi *Katu 2002* kirjasta) [3.]

Kaavoitus määrittää suurimman osan katusuunnittelun lähtökohdista. Kaavoitusta säätelee maankäyttö- ja rakennuslaki ja sillä osoitetaan alueen käyttötarkoitus, yhdyskuntarakenne, liikennetarkaisut sekä niiden tarvitsemat aluevaraukset. Kaavatasoja on neljä: valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet, maakuntakaavoitus, yleiskaavoitus sekä asemakaavoitus. Valtioneuvosto asettaa valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet, maakuntien liitot vastaavat maakuntakaavoituksen laatimisesta ja kunnat vastaavat yleiskaavojen sekä asemakaavojen laatimisesta. Kaavoituksen antaessa katusuunnittelulle vahvat lähtökohdat on tärkeää, että kadun elinkaarelle asetetut vaatimukset otetaan huomioon jo kaavoitusvaiheessa, kuten oheisesta kuvasta huomataan. [3.]



Kuva 2. Kadun elinkaarivaiheiden vaatimusten vaikutus ja huomiointi kaavoituksessa. (Piirretty puhtaaksi *Katu 2002* kirjasta) [3.]

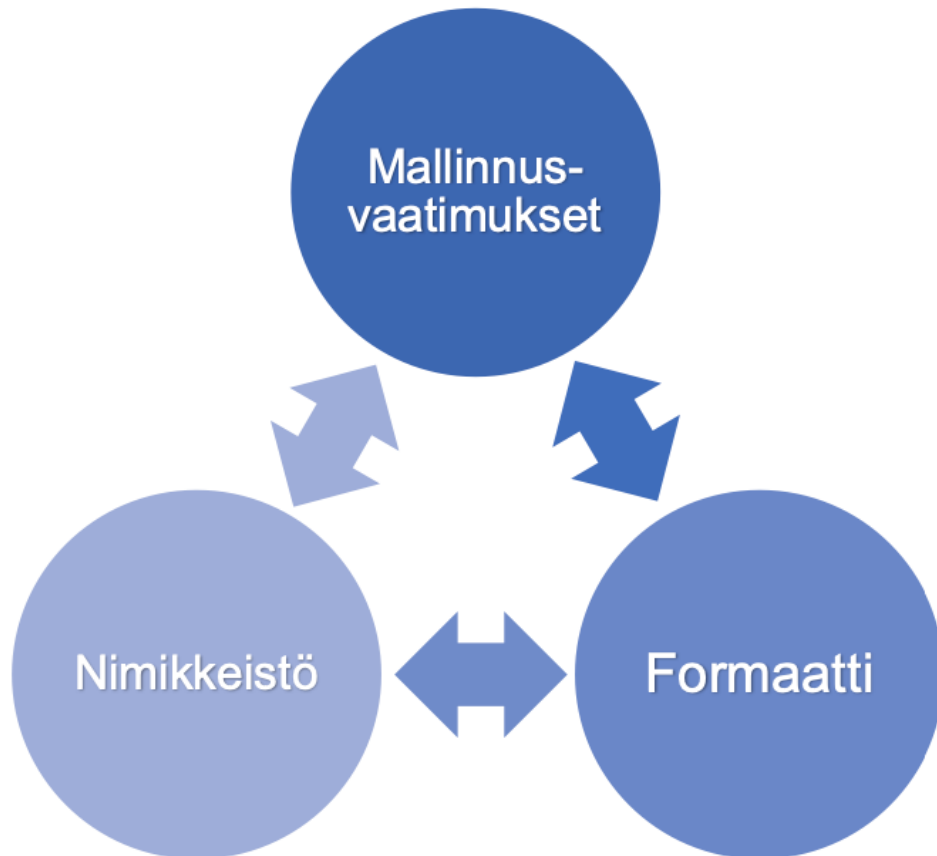
Katusuunnittelu on siis suuri kokonaisuus, joka kattaa kaiken kadun sekä sen ylä- ja alapuolisten rakenteiden, laitteiden ja johtojen suunnittelun. Tämä tarkoittaa sitä, että katusuunnitteluun sisältyy muun muassa kadun liikenteenohjauksen, kuivatuksen, valaistuksen sekä vesihuollon suunnittelu. Näille kaikille on määritelty hyvät ja tarkat ohjeet eri tahojen puolesta. *Helsingin katurakenteiden ja vesihuoltoverkostojen suunnitteluperiaatteet* -ohje pitääkin katusuunnittelun yleisinä periaatteina seuraavia: katurakenteet tulee suunnitella pitkäaikaisiksi sekä mahdollisimman vähäistä ylläpitoa vaativiksi, kadut tulee suunnitella koneellisesti kunnossapidettäviksi, suunnittelussa tulee huomioida esteettömyys (SuRaKu-ohjeet) ja, että suunnittelussa on huomioitava valaisinten ja portaalien yms. Sijoittamisessa etäisyys ajoradan ja väylän reunasta [4.]. Mitoitukselle asetettujen tarkkojen ohjearvojen vuoksi kadun liikennetekninen suunnittelu onkin tärkeää ja tarkkaa työtä. Oheisessa kuvassa esimerkki alueellisen ja paikallisen kokoojakadun tyypillisistä tyyppipoikkileikkauksista. [21.]



Kuva 3. Alueellisen ja paikallisen kokoojakadun tyypilliset tyypipoikkileikkaukset [21.]

2.2 Mallipohjainen suunnittelu

Mallipohjaisella suunnittelulla tarkoitetaan, että suunnittelu tapahtuu mallintamalla. Mallipohjaisen suunnittelun tueksi on luotu yleiset inframallivaatimukset (YIV), InfraBIM-nimikkeistön ja Inframodel-tiedonsiirtoformaatti. Näistä kolmesta muodostuu mallipohjaisen suunnittelun tiedonhallinnan ”kolmikanta”, joka on kuvattu oheisessa kuvassa. [1.]



Kuva 4. Mallipohjaisen suunnittelun tiedonhallinnan "kolmikanta" [1.]

2.2.1 Yleiset inframallivaatimukset

Yleiset inframallivaatimukset (YIV) toimivat inframallintamisen ohjeina ja vaatimuksina. YIV koostuu yleisestä tekstistä sekä vaatimus- ja ohjeosioista, jotka on selkeästi eroteltu tekstistä. Vaatimusosio sisältää vähimmäisvaatimukset mallinnukselle sekä mallien tietosisällölle, kun taas ohjeosioon sisältyy suositeltavaksi käytettäviä ohjaavia käytäntöjä, jotka eivät kuitenkaan ole hankkeen vähimmäisvaatimuksia. YIV:n tavoitteena onkin ohjata, yhdenmukaistaa sekä kehittää mallinnuskäytäntöjä koko infra-alalla. Niiden perustana toimii tämänhetkiset parhaaksi koetut käytännöt, joita päivitetään jatkuvasti työvälineiden ja osaamisen kehittyessä. YIV:ssä on pyritty kattamaan koko hankkeen elinkaari: lähtöaineisto, suunnittelu ja sen eri vaiheet, rakentaminen ja rakennetun todentaminen sekä tulevaisuudessa käyttö ja kunnossapito. Näin ollen inframallivaatimukset jaetaan viiteen eri osaan [1.]

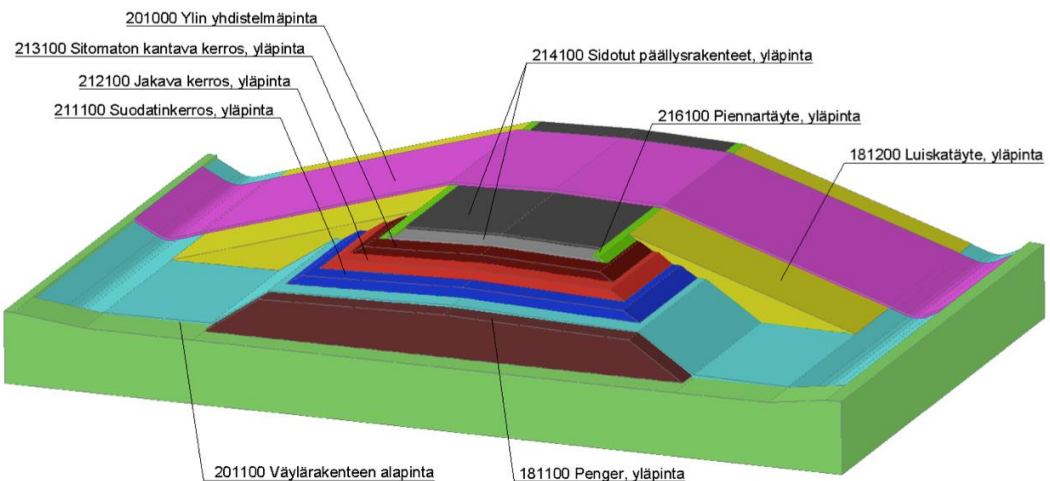
- Osa 1. Yleinen osa: Mallinnuksen perusasiat ja -käsitteet sekä hankevaiheiden ohjeet ja vaatimukset yleisellä tasolla.
- Osa 2. Lähtötietoaineisto: Ohjeet ja vaatimukset koskien lähtötietoaineistoa.
- Osa 3. Suunnittelu: Ohjeet ja vaatimukset koskien suunnittelua.
- Osa 4. Rakentaminen: Ohjeet ja vaatimukset koskien rakentamista.
- Osa 5. Kunnossapito: Ei vielä julkaistu. Tulee sisältämään päivitetyn *Käyttö ja kunnossapito* -osan.

2.2.2 Inframodel-tiedonsiirtoformaatti

Inframodel-tiedonsiirtoformaatti on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva infratietojen tiedostoformaatti. Sen tarkoituksena on yhdistää infra-ala ja mahdollistaa kattava tietojen hyödyntäminen. Inframodel-formaatin tieto toimii niin suunnittelu-, mitaus- ja koneohjaussovelluksissa. [2.]

2.2.3 InfraBIM-nimikkeistö

InfraBIM-nimikkeistö on ohje, joka määrittää yhtenäisen numerointi- ja nimeämiskäytännön infrarakenteiden ja -mallien koko elinkaaren eri vaiheille: lähtötiedoille, suunnittelulle, toteutukselle, toteuman mittaukselle sekä ylläpidolle. Siinä esitetään väylärakenteiden pintojen ja taiteviivojen numerointi- ja nimeämiskäytännöt, sekä käytettävät rakennusosat ja ehdotetut attribuutit vesihuollon järjestelmien osalta. InfraBIM-nimikkeistö perustuu vanhaan Infra2015-rakennusosanimikkeistöön. Oheisessa kuvassa on esitetty nimikkeistö rakennepintojen hahmotelmasta. [10.]



Kuva 5. InfraBIM-nimikkeistön rakennepintojen hahmotelma kuva [11.]

2.2.4 Mallipohjaisen ja perinteisen suunnittelun erot

Perinteisellä suunnittelulla tarkoitetaan dokumenttipohjaista toimintatapaa, jossa hankkeen suunnittelutiedot ovat erillisissä piirustustiedoissa ja raporteissa. Mallipohjaisessa suunnittelussa hankkeen suunnittelutiedot taas ovat yleensä yhdessä mallissa ja suunnittelu tapahtuu alusta asti suunnittelujärjestelmässä, joka tuottaa mallipohjaista aineistoa. Perinteisten piirustusten ja tietomallien ei kuitenkaan tarvitse sulkea toisiaan pois, vaan ne voivat täydentää toisiaan. Tavoitteena on, että muun muassa hallinnollisia käsittelyjä varten tarvittavat piirustukset voidaan tuottaa suoraan tietomallista. [12, 13.]

2.2.5 Tietomallinnus

Tietomallilla tarkoitetaan jonkun tuotteen ja sen rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen digitaalisessa muodossa olevaa kokonaisuutta. Kyseisen kolmiulotteisen tietokonemallin tarkoituksena on helpottaa tiedon hyödyntämistä, kun kaikki tarvittava tieto on koottu yhteen. Tietomalli mahdollistaa erilaisten analyysien ja tarkastelujen tekemisen jo ennen hankkeen rakennusvaihetta. Tietomallilla voidaan helpommin varmistaa, että sen sisältämät tiedot eivät ole keskenään ristiriidassa. Myös eri suunnittelualojen mallien yhteensopivuuden voi varmistaa yhdistämällä kaikki mallit yhdistelmämalliksi. [12.]

2.2.6 Erilaiset mallipohjaisen suunnittelun mallit

Mallipohjaista suunnittelua käytettäessä tulee ymmärtää erilaisten mallien sisältö ja tarkoitus. Mallipohjaisessa infrasuunnittelussa on useita malleja. Yleisimpiä malleja ovat: käsitelmä, tuotemalli, tuotetietomalli, lähtötietomalli, nykytilamalli, suunnitelma-malli, toteutusmalli, koneohjausmalli, toteumamalli, ylläpitomalli, yhdistelmämalli sekä esittelymalli. Käsitelmä määrittelee tiedot ja niiden väliset yhteydet. Tuotemallin on tuotetietoja määrittelevän käsittelymallin ilmentymä. Tuotetietomallin mukaisesti jäsen-netyt tuotetta kuvaavat tiedot esitetään esimerkiksi LandXML-formaatissa. Lähtötieto-malli sisältää eri tietolähteistä saadut tai mitatut lähtötiedot jäsennelltyä digitaalisessa muodossa. Se sisältää esimerkiksi maastomallin, maaperämallin sekä nykyisten raken-teiden mallin. Nykytilamalli tai lähtötilamalli on kohteen olemassa olevista rakenteista koostuva malli, kuvaus tai tietosisältö inframallin tietomäärittelyjen mukaisesti. [2.]

Suunnitelmamallilla tarkoitetaan rakenteen tai järjestelmän tuotemallin tietosisällön sekä suunnittelijoiden suunnitteluratkaisujen kattavaa osajoukkoa, joka voidaan tarvit-taessa vaiheistaa esimerkiksi esi-, yleis-, väylä- ja/tai rakennussuunnittelumalleihin. Toteutusmalli on toteutuksen näkökulman kattava rakenteen tai järjestelmän tuotema-llin tietosisällön osajoukko. Sillä voidaan tarkoittaa myös suunnitelmamallista jalostettua mallia eli esimerkiksi koneohjausmallia. Koneohjausmallilla tarkoitetaan siis suunnitel-mamallista jalostettua mallia, joka sisältää jatkuvan kolmiulotteisen pinta- ja/tai linjamal-lin, jota tarvitaan työkoneiden ohjausjärjestelmissä. Toteumamalli taas tarkoittaa suun-nitelmien ja toteutuksen lopullisen toteuman kattavaa rakenteen tai järjestelmän tuote-mallin tietosisällön osajoukkoa. [2.]

Ylläpitomallilla tarkoitetaan ylläpidon näkökulman kattavaa rakenteen tai järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukkoa. Yhdistelmämalli puolestaan on eri tietomalleista yhdistetty malli, jota voidaan käyttää muun muassa törmäystarkasteluihin. Virtuaali- tai esittelymalli on muista malleista jalostettu versio. Esittelymalli sisältää paljon muita de-taljeja, jotka tekevät siitä visuaalisesti mahdollisimman todellisuutta vastaavan. [2.]

Oheisessa taulukossa on esitetty mitä Helsingin kaupunki vaatii kadun inframallilta. Taulukossa on eritelty kadun inframallin osamallit ja niiltä vaadittu sisältö. [5.]

IM3: X=on Inframodelista, HKR: P=pakollinen kadun inframallissa

Kokonaisuus / osamallit	I M 3	H K R	Lisätiedot
Yleistiedot			
Suunnitelman yleistiedot	X	P	suunnitelman nimi, kuvaus yksiköt koordinaattijärjestelmät ohjelmisto toimittaja
InfraBIM-nimikkeistö InfraRO-nimikkeistö	X	P	kaikki suunnitellut kohteet
Maastomalli			
- maastomallimittaus - maastokartoitus	X	P	pisteet ja viivat sekä näiden luokitus alkuperän mukaan tiedostoina kartoitustiedot (ei maastomallia) erikseen
- maanpintamalli	X	P	kolmiopinnat
Maaperämalli			
- kalliopinta	X	P	pintamalli, jossa tulkintapisteet ja -viivat sekä näiden luokiteltu
- maalajirajapinnat	X	P	
- pohjavedenpinta	X	P	
Katurakenne			
Geometriat	X	P	mittalinja, reunakivilinjat, reunalinjat
Maa- ja kalliroleikkaukset (1600, 1700)			
- väylärakenteen alapinta - putki- ja johtokaivannot, alapinta	X	P	pintamalli johtokaivannot sovitaan hankekohtaisesti

Kuva 6. Kadun inframallin osamallit rakennusosittain ja niiltä vaadittu sisältö. Osa 1/2 [5.]

Päällysrakenteet osat (2100)			
- ylin yhdistelmäpinta - kantavan kerroksen yläpinta - jakavan kerroksen yläpinta	X	P	pintamalli
- maapenkereet (maiseinnit, maa-aineksen sijoitusalueet)	X	P	pintamalli
- päällysteet ja pintarakenteet	-	-	<i>sovitaan hankekohtaisesti</i>
Pohjarakenteet (1400)			
- massanvaihtoon kuuluva kaivanto, vastapenger, esikuormituspenger	X	P	pintamalli
- syvästabiloinnin tavoitepinta	X	P	pintamalli
- paalujen tavoitepinta	X	P	pintamalli
- syvästabilointi, paalutus	-	-	<i>sovitaan hankekohtaisesti</i>
Kasvillisuusrakenteet (2300)			
- kantava kasvualusta	X	P	pintamalli, alapinta ja kantavan yläpinta katurakenteeseen liittyen
Vesihuollon järjestelmät (3100)			
- hulevesi-, jätevesi-, vesijohtoverkosto - rummut	X	P	verkostomalli: kaivot (laitteet), putket ja niiden ominaisuudet
Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät (3200)			
- kaiteet, aidat	X	-	<i>sovitaan hankekohtaisesti</i>
- jalustat	X	-	<i>sovitaan hankekohtaisesti</i>
Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät (3300)			
	-	-	<i>sovitaan hankekohtaisesti</i>
Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät (3400)			
	-	-	<i>sovitaan hankekohtaisesti</i>

Kuva 7. Kadun inframallin osamallit rakennusosittain ja niiltä vaadittu sisältö. Osa 2/2 [5.]

3 Tutkimus

3.1 Taustaa

Työn tilaajana toimii Destia Oy (jäljempänä Destia), joka on yksi Suomen suurimmista infra-alan yrityksistä. Destia rakentaa, ylläpitää sekä suunnittelee muun muassa liikenneväyliä, ratoja sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjä. Destian palveluihin kuuluu kaikki maanalaisesta rakentamisesta kattavaan maanpäälliseen rakentamiseen sekä energia- ja insinöörirakentamiseen. Asiakkaina Destialle toimivat teollisuus- ja liikeyritykset, kaupungit ja kunnat sekä valtionhallinnon organisaatiot. Destian organisaation muodostaa kuusi valtakunnallista liiketoimintaryhmää sekä tukitoimintoa: väyläpalvelut, kunnossapitopalvelut, ratapalvelut, maa- ja kalliopalvelut, rakennustekniset palvelut sekä kaupunkikehitys ja asiantuntijapalvelut. Tukitoiminnot koostuvat talous ja rahoitus, henkilöstöpalvelut sekä liiketoiminnan tuki ja kehittäminen -yksiköistä. [19.]

Destia toimii urakoitsijana Hämeentien korjausurakassa vuosina 2019 ja 2020. Urakan aikana käynnistettiin kehityshanke, jossa haluttiin perehtyä mallintamisen hyödyntämiseen kadunrakentamisessa. Hankkeen aikana havaittiin monia haasteita mallipohjaiseen suunnitteluun liittyen lähtötietojen keräämisessä, niiden luotettavuudessa ja paikansapitävyydessä, lähtötietomallin kasaamisessa ja päivittämisessä, sekä toimimattomassa RTK-GPS-yhteydessä kaupunkiympäristössä. Näiden ongelmien myötä päätettiin mallipohjaiseen suunnitteluun etenkin kaupunkikohteissa liittyviä haasteita tutkia tarkemmin. [20.]

3.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmäksi valittiin kvalitatiivinen strukturoitu haastattelu. Haastattelun avulla pyrittiin kartoittamaan mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen hyötyjä ja haittoja kaupunkihankkeissa, varsinkin Hämeentien korjausurakassa. Tutkimukseen haastateltiin kahdeksaa henkilöä, jotka ovat työnsä puolesta tutustuneet ja käyttäneet tai edelleen käyttävät mallipohjaista suunnittelua tai -rakentamista. Haastateltavista neljä olivat osallisia Hämeentien korjausurakkaan. Haastateltaviin kuului suunnittelijoita, projektipäällikkö, mittauspäälliköitä, automaatio-operaattori sekä työnjohtaja. Työkokemusta alalta haastateltavilla oli kahden ja kolmenkymmenen vuoden välillä. [6.]

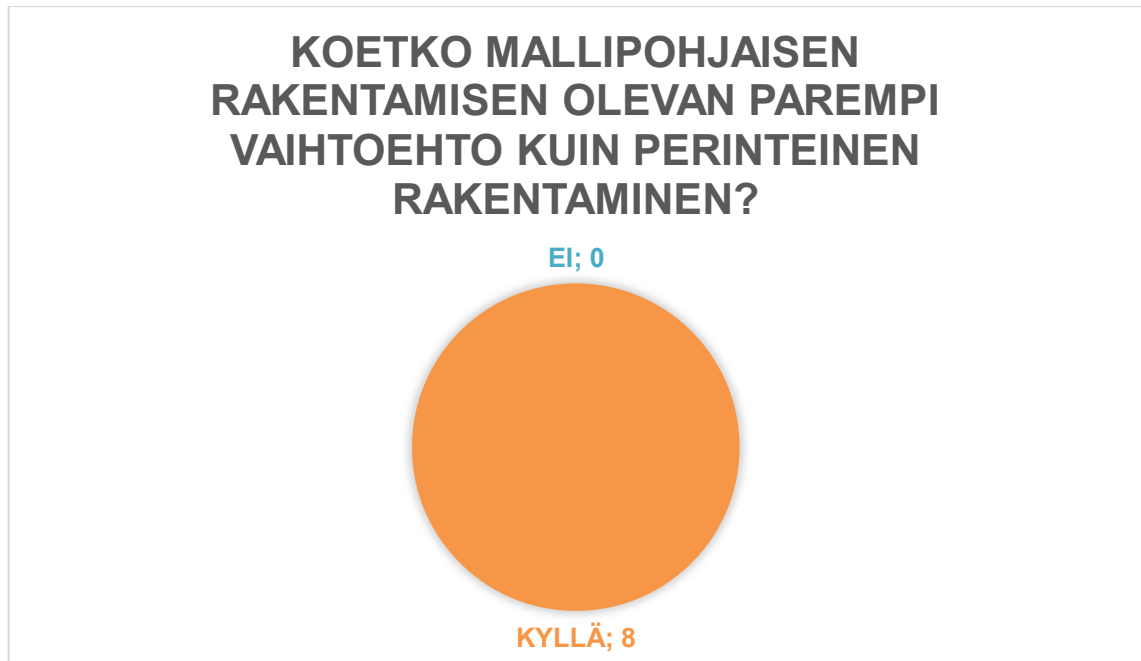
Haastattelut suoritettiin huhti – kesäkuussa Skypen välityksellä, puhelimitse sekä Hämeentien työmaalla vierailien. Haastateltaviksi valittiin asiantuntijoita, jotka ovat työsään perehtyneet mallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen tai olleet osallisena Hämeentien korjausurakassa. [6.]

4 Tutkimustulokset

Haastattelussa oli yhdeksäntoista kysymystä jaoteltuna eri kategorioihin; henkilötiedot, yleistä, haasteita, yhteistyö sekä kehitysideal. [6.]

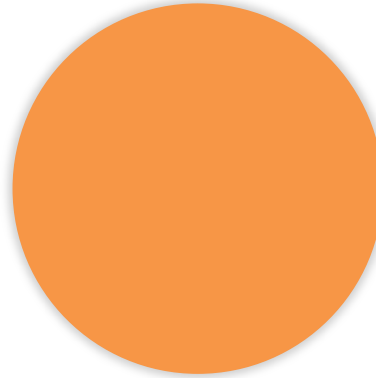
4.1 Yleistä

Haastattelun pohjalta selvisi haastateltavien olevan yksimielisiä siitä, että mallipohjainen suunnittelu ja/tai rakentaminen on parempi vaihtoehto kuin perinteinen suunnittelu ja/tai rakentaminen. Vastanneista jokainen oli myös sitä mieltä, että mallipohjainen suunnittelu ja/tai rakentaminen sekä tietomallien käyttö vaatisi enemmän koulutusta. Alla olevissa kaavioissa on esitetty tulokset graafisesti. [6.]



TOIVOISITKO ENEMMÄN KOULUTUSTA MALLIPOHJASEEN SUUNNITTELUUN JA TIETOMALLIEN KÄYTTÄMISEEN?

EI; 0



KYLLÄ; 8

Haastattelussa kysyttiin, minkälaisia hyötyjä haastateltavat ovat huomanneet mallipohjaisen suunnittelun ja suunnitelmien tuovan? Haastateltujen suunnittelijoiden näkökulmasta mallipohjainen suunnittelu helpottaa suunnittelijan työtä, kun suunnitteluohjelmilla on mahdollista mallintaa esimerkiksi rakennekerrokset suoraan tiettyjen vakioiden mukaan. Tietenkin näitä vakioituja rakennekerroksia saattaa joutua poikkileikkauksissa paikoittain muokkaamaan, mutta suunnittelijan ei täydy tehdä poikkileikkauksia alusta loppuun itse. Haastateltavien mielestä suunnitelmia on myös helpompi vertailla keskenään ja yhteensovittaa sekä luoda mahdolliset törmäystarkastelut jo ennen rakentamisen alkua. Kun törmäystarkasteluja voidaan suorittaa esimerkiksi putkilinjoille ennen varsinaista kadun auki kaivamista, on yllätysten riski pienempi sekä linjojen paikkoja ehditään hyvin miettimään uudelleen. [6.]

Toteutuksen kannalta mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen hyötyjä tuli haastattelussa myös esille. Varsinkin mittaustyötä on mahdollista helpottaa mallipohjaisilla suunnitelmilla, kun mittausaineistoa ei tarvitse kasata erikseen. Myös työsuunnittelu on helpompaa mallipohjaisilla suunnitelmien ollessa saatavilla. Määrälaskentaa voidaan suorittaa nopeammin käyttämällä hyväksi ohjelmistoja, joihin syötetään valmis malli. Myös toteutusmallin luominen on helpompaa. Mallipohjaisella suunnittelulla sanotaan olevan myös vaikutusta rakentamisen aikatauluun. Mallipohjaisella suunnittelulla mahdollistetaan koneohjauksen helpompi ja kattavampi käyttö, jolloin rakentaminen vie yleensä vähemmän aikaa. Yleisesti ottaen haastattelun perustella mallipohjaisella

suunnittelulla tehostetaan hanketta sekä helpotetaan tiedon saatavuutta. Mallipohjaisissa hankkeissa suunnitelmat ovat myös visuaalisempia ja sen myötä helpommin tulkittavissa, esimerkiksi mahdollisten ongelmakohtien tarkastelu ennen rakentamista on helpompaa. [6.]

Haastattelussa pyrittiin selvittämään pitäisikö mallipohjaisen suunnittelun toimia paremmin ja millä tavoin. Haastateltavista jokainen oli sitä mieltä, että parannettavaa olisi, jotta mallipohjainen suunnittelu toimisi entistä paremmin. Haastateltavien toiveena oli yhtenäisemmät ohjeet, suunnittelijan työn aikataulutus, ohjelmien helppokäyttöisyys sekä osaamisen kehittäminen. Mittaustyön osalta pinnalle nousi ylimmän ja alimman pinnan tärkeys. [6.]

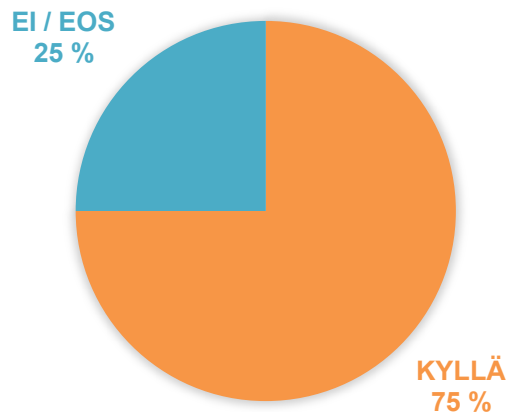
4.2 Haasteita

Haastatteluun oli sisällytetty kysymyksiä mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen haasteista sekä yleistä osioon, että haasteita osioon. Taustatietojen mukaan suurimman ongelman aiheuttaa lähtötiedot, joten niihin perehdyttiin kattavammin. [6.]

4.2.1 Lähtötietoaineisto

Lähtötietoaineisto toimii jokaisen hankkeen perustana. Lähtötietoaineiston käyttö ja toiminta määritellään YIV-ohjeessa. Se jaotellaan raaka-aineeksi ja lähtötiedoksi, ja niistä muodostetaan lähtöaineistoluettelon kanssa lähtötietoaineisto. Raaka-aine ja lähtötiedot kerätään hankkeen alussa ja aineiston hankkiminen tuottaa haasteita, koska tiedot tulee kerätä monelta eri taholta saadakseen kattavan aineiston. Lähtötietoaineiston luotettavuus onkin yksi suurimmista ongelmista sen haasteellisen hankkimisen sekä tiedon paikanpitävyyden varmistamisen vuoksi.

LÄHTÖTietoaineisto oli vaillinainen



Haastattelun perusteella lähtötietoaineiston kerääminen on haasteellista ja sen paikansapitävyyden vaillinaista. Tulokset on esitetty graafisesti ohessa olevassa kaaviossa. Varsinkin Helsingin kaupungin hankkeissa on huomattu tiedon vesiverkostoista ja muista kadun alaisista rakenteista olevan epätarkkaa. Lähtötietoa tulee myös monesta eri lähteestä monessa eri muodossa, jolloin tarkan lähtötietomallin luominen niiden perusteella on lähes mahdottomuus. [6.]

Lähtötietoaineiston vaillinaisuus aiheuttaa suurimman haasteen mallipohjaisessa suunnittelussa haastattelujen mukaan. Epätarkat tiedot ja tietojen puuttuminen aiheuttaa haasteita mallin tekemisessä, sillä suunnittelija joutuu ”arvailemaan” puuttuvia asioita. Esimerkkinä Hämeentien parannushankkeessa lähtötietoaineisto on ollut vaillinainen, sillä muun muassa vesiverkoston kaikista osista ei saatu tietoa. Tällöin ne tulee täytenä yllätyksenä urakoitsijalle katua auki kaivaessa. Kun vanhoista rakennetuista putkista on tiedossa vain suunnilleen sijainti sekä putken tyyppi, joutuu suunnittelija arvaamaan putken mahdollisen sijainnin ja koron suunnitelmia tehtäessä. Tämä vaikeuttaa uuden vesihuollon suunnittelua, kun törmäystarkasteluja ei voida tehdä. [6.]

Lähtötietoaineistosta puuttuvien tietojen myötä itse mallinnustyö on myös haasteellisempaa. Suunnittelija joutuu mallintamaan asioita ”käsityönä”, kun lähtötietomallissa ei ole kaikkea tarvittavaa tietoa. Tämä tietenkin vie enemmän aikaa kuin ihannetilanteessa, jossa lähtötietomallissa olisi kaikki tarvittava tieto. Myös kaikki ”katvealueet” lähtötietomallissa aiheuttavat haasteita suunnitelmamallia tehdessä. [6.]

4.2.2 Osaaminen ja koulutus

Mallipohjaisesta suunnittelusta puhuttaessa koulutus ja osaaminen nousevat suureen rooliin. Haastattelussa kysyttiin, toivoisivatko haastateltavat enemmän koulutusta mallipohjaiseen suunnitteluun ja tietomallien käyttöön? Kaikki haastateltavat toivoi enemmän koulutusta. Erityisesti toiveena oli rakentajalle kohdennettua koulutusta. Hämeentien työmaalla koulutusta kaivattiin erityisesti Infrakitin käyttöön sekä koneohjaukseen. Suunnittelijat toivoivat enemmän kohdennettuja koulutuksia, varsinkin siihen liittyen mikä on suunnitelmamalleissa urakoitsijalle hyödyllistä aineistoa ja kuinka tarkasti on kannattavaa ja järkevää mallintaa. Suunnittelijat toivoivat koulutusta myös tilaajalle, jotta tilaajan osaaminen mallipohjaiseen suunnitteluun karttuisi. Tällöin tilaajan olisi helpompaa eritellä tilauksessa muun muassa millaisella tarkkuudella ja laajuudella asioita mallinnetaan, sekä kuka ja kuinka sitä hyödynnetään. [6.]

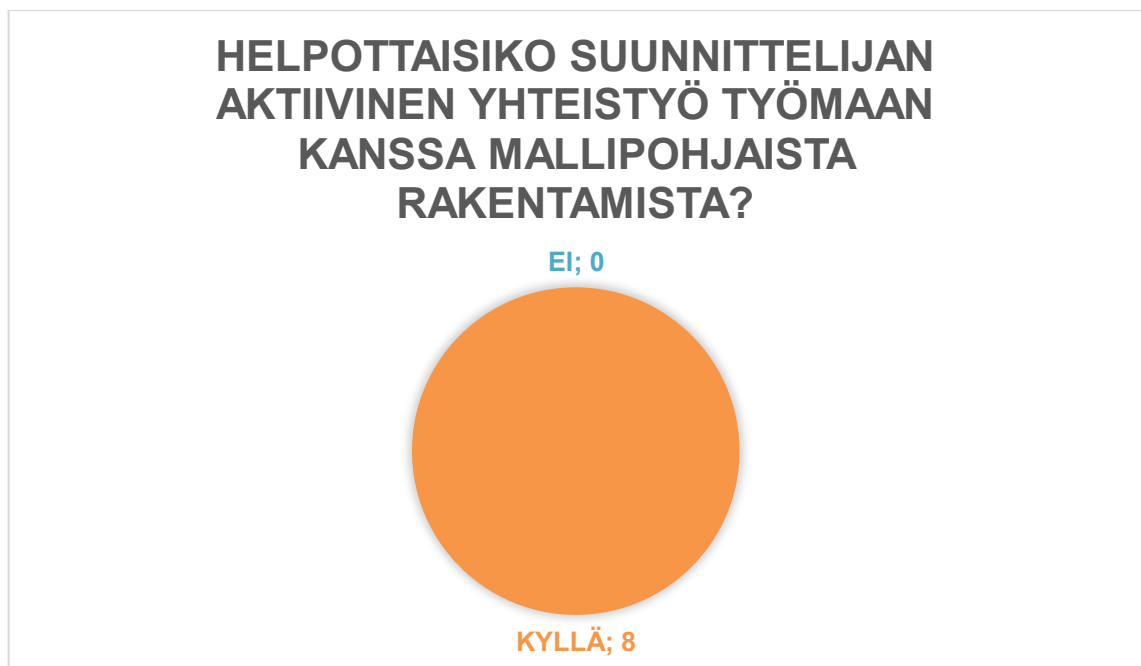
Osaamisesta ja kouluttautumisesta puhuttaessa esille nousee myös työnantajan rooli. Esimerkiksi Hämeentien työmaahenkilöstöllä ei ollut koulutusta Infrakit-ohjelmistoon, joka on kuitenkin päivittäisessä käytössä hankkeella. Infrakit on infraprojektien tiedonhallintaratkaisu, joka käyttää avoimia tiedonsiirtoformaatteja ja pilviteknologiaa tarjoilakseen tarvittavat tiedot automatisoituina raporteina tai visuaalisesti karttanäkymässä [20.]. Myös kynnys opetella uutta saattaa olla suuri, jos esimerkiksi kouluttautumista ei ole huomioitu arvioiduissa työtunneissa. Tätä esiintyy eniten suunnittelijoilla, joiden työtaakka on suuri eikä aikaa uuden opettelulle ole riittävästi. Tällaisessa tilanteessa turvaudutaan helposti tuttuun ja turvalliseen perinteisempään suunnitteluun, eikä mallipohjaisen suunnittelun käyttö edisty. Näin ollen myöskään osaamisen taso mallinnuksessa ei nouse. Hämeentien hankkeella tämä esiintyi lähes käyttökelvottomina pintamalleina. Hämeentien hankkeella esiin nousi myös konekuskien huono osaaminen koneohjaukseen liittyen. Koneohjausjärjestelmien käyttö oli vaikeaa eikä siihen löytynyt tarpeeksi osaamista. [6.]

Haastattelussa selvisi, että jokainen haastateltava kaipaa lisää koulutusta aiheeseen. Mallipohjaisen suunnittelun ammattitaito on harvassa, ja osaamista tulisi kehittää. Haastattelusta saatujen vastausten perusteella alalla työskentelevät ihmiset olisivat kiinnostuneita kehittämään osaamistaan mallipohjaisessa suunnittelussa sekä ohjelmistojen käytössä. Osaamisen kehittymiseen haasteita aiheuttaa muun muassa tilaajien erilaiset vaatimukset. Mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen ollessa vielä niin

uusi asia, helpottaisivat standardit ja tarkat ohjeet laadullisesti ja tiedollisesti tasalaatuisten suunnitelmien tekoa. [6.]

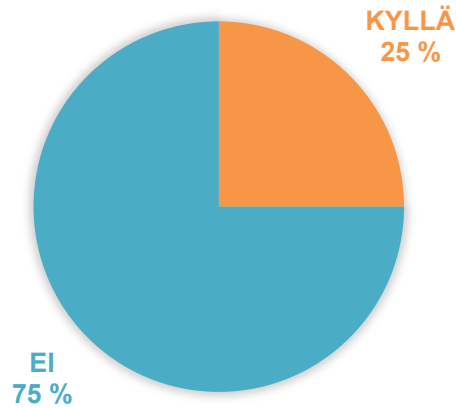
4.2.3 Yhteistyö

Mallipohjaisen suunnittelun kannalta tärkeään asemaan nousee myös suunnittelun ja rakentamisen välinen yhteistyö. Haastattelussa selvitettiin, helpottaisiko suunnittelijan aktiivinen yhteistyö työmaan kanssa mallipohjaista rakentamista? Jokainen haastattelusta vastasi kyllä, ja tulokset on esitetty ohessa olevassa kaaviossa graafisesti. Suunnittelijan aktiivista yhteystyötä työmaan kanssa pidettiin tärkeänä, koska rakentajan olisi helpompi ymmärtää suunnittelijan ratkaisuja ja keskustella niistä esimerkiksi suunnittelijan ollessa paikan päällä työmaalla. Tärkeänä pidettiin myös, että suunnittelija saisi realistisemmän kosketuksen siihen mitä ja miksi hän suunnittelee, ja minkälainen aineisto on rakentajalle hyödyllisin. [6.]



Hämeentien korjausurakkaan osallisilta kysyttiin haastattelussa, oliko suunnittelija heidän mielestään tarpeeksi läsnä hankkeessa? Yksi neljästä vastasi kyllä, kun loput vastasivat ei. Haastattelun mukaan työmaalla on jouduttu itse tekemään joitakin suunnitteluratkaisuja, kun suunnittelija ei ole ollut läsnä. Tulokset on esitetty graafisesti ohessa olevassa kaaviossa. [6.]

OLIKO SUUNNITTELIJA MIELESTÄSI TARPEEKSI LÄSNÄ HANKKEESSA RAKENTAMISEN AIKANA?

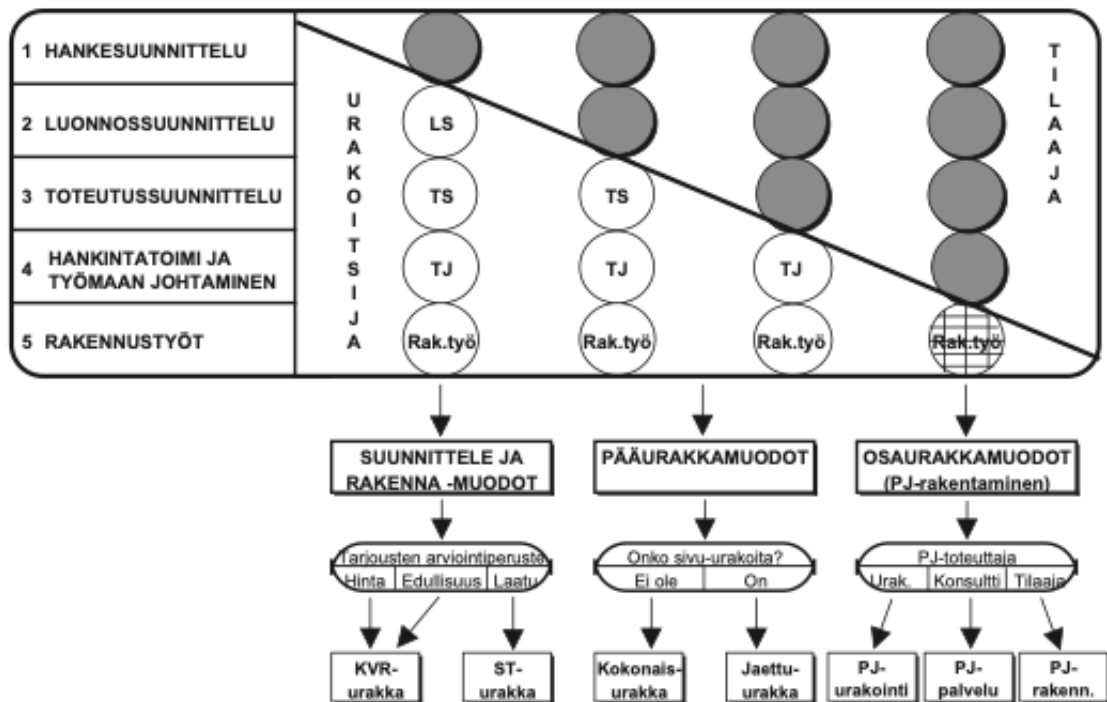


Haastattelussa kävi ilmi, että suunnittelun ja urakoinnin mielestä tilaaja ei välttämättä tiedä tarkkaan mitä tilaa. Usein myös nykypäivänä tilataan pelkästään ”paperikuvat”, vaikka osaamista löytyisi myös mallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen. Haastattelussa ei haastateltu tilaajaa ollenkaan, joten siitä ei ole tietoa kaipaisiko taho enemmän koulutusta aiheeseen. Suunnittelu ja urakointi toivoivat koulutusta myös tilaajalle haastattelun perusteella. Myös rakentamisen aikainen suunnittelupalvelu eli lähtötietomallin ja toteutusmallien päivittäminen koettiin pääosin tarpeelliseksi. [6.]

4.3 Kehitysideoita

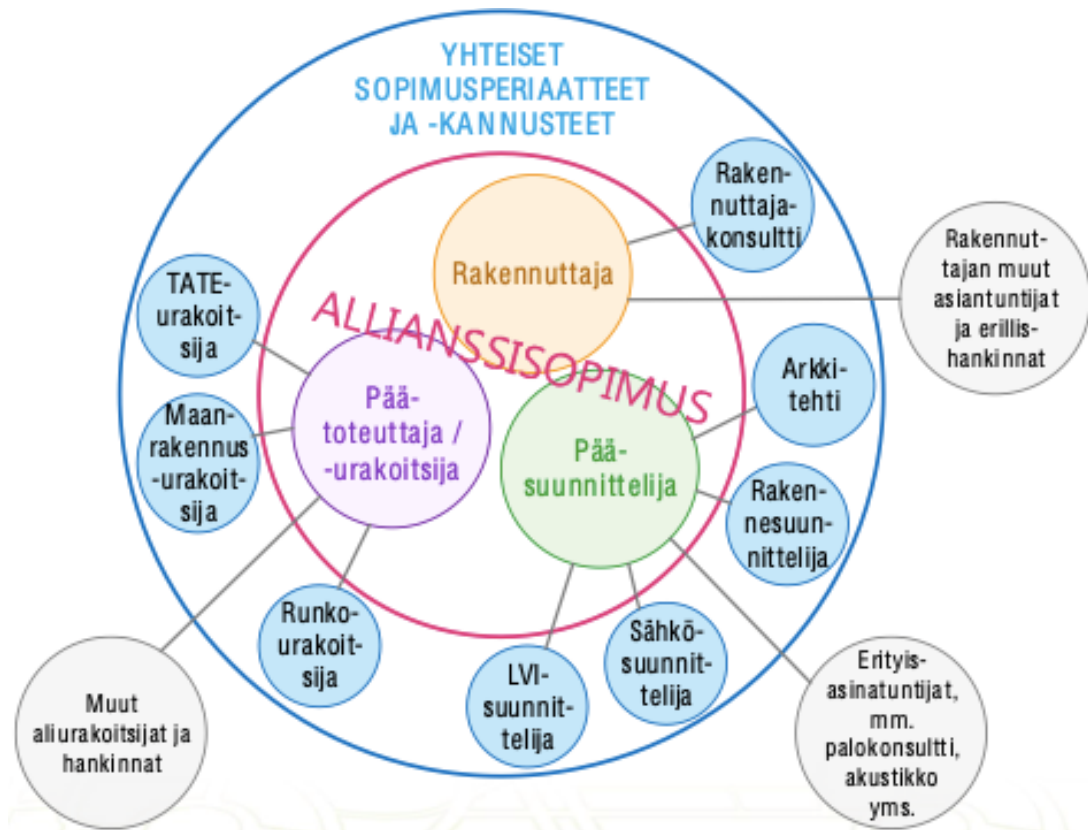
Haastattelun viimeinen osio koostui kysymyksistä koskien kehitysideoita mallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen liittyen.

4.3.1 Hankemuodot



Kuva 8. Eri urakkamuotojen vastuunjako [14.]

Mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen kehitysideoista puhuttaessa muutamat hankemuodot nousevat toisia enemmän pinnalle. Allianssi, ST- sekä STk-hankemuodot saavat eniten suosiota. Oheisessa kuvassa on esitetty eri urakkamuotojen vastuunjako. Kuvasta puuttuu allianssimalli, mutta se sijoittuu suunnittele ja rakenna -muotojen alle. Allianssimalli urakkamuotona tarkoittaa toteutusmuotoa, jossa hankkeen eri puolet muodostavat allianssin solmimalla yhteisen sopimuksen. Allianssimallissa hankkeen riskit ja hyödyt jaetaan etukäteen sovitulla tavalla. Allianssimallin peruseriaatteita ovat luottamus, läpinäkyvyys, yhteisvastuullisuus sekä yhteinen päätöksenteko. Strategisena tavoitteena allianssin kautta onkin rakentamisen tuottavuuden parantaminen, rakentamisen toimintakulttuurin muuttaminen avoimempaa ja luottamukseen perustuvampaa toimintatapaa kohti, lopputuotteen nopeampi valmistus laadukkaammin ja edullisemmin sekä osaamisen ja innovatiivisuuden kehittäminen. Oheisessa kuvassa on kuvattu allianssi-mallin sopimusmallin esimerkki. [15.]



Kuva 9. Esimerkki allianssimallin sopimusmallista [16.]

ST-hankemuoto tunnetaan toisella nimellä myös SR-hankemuotona eli *suunnittele ja rakenna*. ST tarkoittaa *suunnittele ja toteuta*. ST-hankkeessa yksi yritys vastaa suunnittelusta ja rakentamisesta kokonaisuudessaan. Työt voidaan myös toteuttaa alihankintoina. Vastuu viivästyksistä tai vihreistä huolimatta on tällöin yhdellä taholla, yleensä rakennusurakoitsijalla. Urakoitsija valitaan yleensä laatukilpailulla, johon rakennuttaja antaa hinnan ja mahdollisen laatuvaatimuksen tarjouspyynnössä ja täten paras tarjous voittaa. Tarjouspyyntöasiakirjana toimii yleensä hankesuunnitelma tai luonnostasoinen viitesuunnitelma. Urakoitsija voidaan valita myös edullisuuskilpailulla, jossa hintalaatusuhteeltaan paras tarjous voittaa. Maksuperusteena toimii yleensä kiinteä hinta. [14, 17.]

Suunnittele ja toteuta -urakkamuodon vahvuuksia on urakoitsijan rakennettavuus- ja kustannusosaamisen kanavointi suunnitteluun. ST-toteutusmuotoa käytetäänkin edistämään innovatiivisuutta palveluntuottajien keskuudessa. Kun urakoitsija valitaan kilpailulla, johon rakennuttaja on asettanut tuote- ja/tai toimivuusvaatimuksia, voidaan niihin vastata erilaisilla suunnittelu- ja toteutusratkaisuilla. ST-hankkeessa riskit toteutus- ja suunnitteluvastuiden yhdistyessä pienenevät rakennuttajan näkökulmasta. Näin pysty-

tään vähentämään myös toteutuksen aikaisia muutostulkintoja. Kun suunnittelu ja rakentaminen voidaan osittain limittää, hankkeen nopeampi läpivienti on mahdollista. ST-toteutusmuoto rinnastetaan usein KVR -urakkaan eli kokonaisvastuu-urakkaan. ST-hankintamallista on olemassa myös STk-hankintamalli eli *Suunnittele, toteuta ja kehitä*. STk-malli on muuten samanlainen ST -hankkeen kanssa, mutta siihen kuuluu myös kehittämisvaihe. [17, 6.]

Yllämainittujen ominaisuuksien vuoksi ST-, STk- tai allianssimallit sopivat hyvin mallipohjaista tuotantoa käytettävään hankkeeseen. Mallipohjainen rakentaminen ja suunnittelu toimii yleensä paremmin, kun yhden tahon tekemänä, ja osaaminen on samalla viivalla. [6.]

4.3.2 Ohjelmistot ja ohjeet

Haastateltavien ollessa sekä suunnittelun että toteutuksen edustajia, voidaan todeta haastattelun vastausten kattavan molempien tahojen tarpeita sekä mielipiteitä. Molemmilta tahoilta tuli toiveita ohjelmistojen ja ohjeiden päivittämiseen. Koulutus yleensä oli muutenkin suuressa osassa haastattelun tuloksissa. Sekä suunnittelun että toteutuksen edustajat toivoivat tarkempia ohjeita tai standardeja mallipohjaiseen suunnitteluun. Mallipohjaista katusuunnittelua voitaisiin kehittää standardeilla ja ohjeilla, jotka yhtenäistäisivät suunnittelun ja loisivat sille tietynlaiset vaatimukset. Hankkeen toteutuspuolella työskentelevät toivoivat, että yksi standardi olisi että toteutusvaiheessa tulisi olla saatavilla edes hankkeen päämallit eli ainakin ylin ja alin suunnitelmapinta. Molempien toiveena oli yleinen ohjelmistojen kehittäminen toimivammiksi. Ohjelmistojen kehittämistä koskevat toiveet koskivat erityisesti suunnittelupuolta ja suunnitteluohjelmia. Mallipohjaisten suunnitteluohjelmien varustekirjastojen päivittäminen sekä varusteiden totuudenmukaisuuden selvittäminen oli yksi kehittämistoiveista. Kun suunnittelija lisää suunnitelmaan tarvittavia varusteita, esimerkiksi hulevesiputkia, olisi toivottavaa, että suunnitteluohjelman varustekirjasto on totuudenmukainen. Tällöin suunnitellut varusteet omaisivat oikeat mitat ja ominaisuudet ja muun muassa kaivannot mallintuisivat automaattisesti oikean kokoisiksi ja oikeille paikoille. Yhtenä ongelmana suunnitteluohjelmistoissa on muun muassa varusteen korko, jonka oikein asettaminen vaatii enemmän työtä kuin olisi toivottavaa. [6.]

Mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen aikaisen toteutumien keräämisen hyödyt tulevaisuudessa ovat merkittävät. Hämeentien hankkeella huomattiin vanhojen suunnit-

telmien puutteet sekä epätarkat paikkatiedot muun muassa kadun alla oleville järjestelmille. Vanhojen kaapeleiden, johtojen ja putkien sijainnit ovat epätarkkoja ja pahimmassa tapauksessa vain arvattuja. Nykypäivän mallipohjaista rakentamista voidaan hyödyntää keräämällä totuudenmukaista toteumatietoa ja tallettamalla se sopivaan formaattiin, jotta sitä voidaan käyttää myös myöhemmin. Näin tulevaisuudessa voidaan vanhoista toteumatiedoista tarkistaa kadun ja tien alla kulkevien johtojen, kaapeleiden ja putkien sijainnit ja välttää kaivutöiden aiheuttamia putkirikkoja. [6.]

4.3.3 Koneohjaus

Koneohjauksella tarkoitetaan työkoneeseen asennettavaa mittausjärjestelmää, joka opastaa koneen kuljettajan tavoitetasoon nopeasti ja helposti. Mallipohjaisessa rakentamisessa koneohjaus on suuressa osassa. Koneohjaus mahdollistaa hankkeen tehostamisen. Työ voidaan tehdä laadukkaasti, tarkasti sekä aikataulun mukaisesti. Hyödyntämällä 3D-koneohjausta voidaan vähentää työvaiheita. Tällöin mittamiehen tekemät maastomerkinnot eivät ole tarpeellisia, eli sihtilappujen tai lasereiden pystyttämistä ei tarvita. Työmaakorko on aina järjestelmän tiedossa työkoneen kauhassa olevassa huulilevyssä ja kolmiulotteiset työsuunnitelmat näkyvät koneohjausjärjestelmän ruudulla kuljettajalle. Työkoneen 3D-koneohjaus perustuu RTK-GNSS-satelliittipaikannukseen. Työkoneen koneohjausjärjestelmällä saavutetaan senttimetriluokan tarkkuus tukiaseman tai verkkokorjauspalvelun tuottaman korjaussignaalin avulla. [18.]

Koneohjauksessa on paljon hyötyjä varsinkin maarakennushankkeessa. Tehokkaampi työ tarkoittaa säästöjä kone-, työvoima- sekä polttoainekustannuksissa. Koneohjausjärjestelmän tarkkuus mahdollistaa tiukat toleranssit, jonka myötä materiaali- ja kuljetuskustannukset pienenevät ylimääräisen materiaalien käytön ja kuljetuksen jäädessä vähäiseksi. Järjestelmän tarkkuus johtaa myös tasalaatuisempaan työn jälkeen. Koneohjausta hyödyntämällä voidaan myös välttyä työturvallisuusriskeiltä liikkumisen tarpeen vähentyessä työkoneiden ja kaivantojen läheisyydessä. Työtä voidaan myös tehdä huonoissa olosuhteissa koneohjausjärjestelmän opastaessa kuljettajaa sateesta riippumatta. Satelliittien avulla paikantavaa koneohjausjärjestelmää käytettäessä muun muassa fyysiset korkomerkit ovat turhia. Tällöin kuljettajan työ on myös itsenäisempää, eikä hänen työnsä ole mittaushenkilöstöstä riippuvaista. 3D-koneohjauksella tehty työ voidaan myös dokumentoida koneohjausjärjestelmän avulla heti työvaiheen valmistuttua. Koneohjausjärjestelmä kerää tarkkaa toteumatietoa, jolla voidaan säästää mittauskustannuksissa. [18.]

Koneohjauksessa on myös haasteensa. Järjestelmän käyttö vaatii opettelua eikä se ole kaikille helppoa. Joissain hankkeissa saattaakin olla mahdollisuudet koneohjauksen käyttöön, muttei osaavaa henkilöstöä. Haasteita esiintyy myös kaupunkiympäristössä. Koneohjauksen hyödyntäessä satelliittiverkkoa, on sen toimivuus avainasemassa. Hämeentien hankkeella huomattiin, ettei RTK-GNSS-satelliittiverkko toimi moitteettomasti korkeiden rakennusten välissä. Kun koneohjausjärjestelmä ei pysty yhdistämään satelliittiverkkoon, täytyy sen käyttöä varten luoda paikallinen verkko. Hämeentien hankkeella koneohjausta käytettiin takymetriohjauksella. Takymetriohjattu koneohjausjärjestelmä toimii kuitenkin vain yhdessä työkoneessa kerrallaan, eikä sen vuoksi ole yhtä tehokasta kuin satelliittiverkolla toimiva koneohjaus. [6.]

4.3.4 Trimble SiteVision

Trimble SiteVision on Trimblen kehittämä uudenlainen lisätyn todellisuuden järjestelmä, joka sopii ihanteellisesti ulkokäyttöön. Se mahdollistaa paikkatietojen käytön ja visuaalisen sovittamisen maastoon lähes missä tahansa matkapuhelin- tai internetyhteyden avulla. Ohjelma käyttää GNSS:ää eli satelliittipaikannusta, EDM:a eli asiakirjojen elektroninen käsittely sekä AR:a eli lisättyä todellisuutta. Laite itsessään on kevyt ja kannettava sekä mahdollista kiinnittää sauvaan. Laitteen käyttäjä pystyy tarkastelemaan 3D-malleja todellisessa käyttöympäristössään alalla käytettävissä avoimissa muodoissa, esimerkiksi IFC ja LandXML. Järjestelmän käyttö vaatii Android pohjaisen laitteen, jossa on SiteVision-aplikaatio. Oheisessa kuvassa on esitetty laite kokonaisuudessaan, eli Trimblen SiteVisionin integroitu maanmittausjärjestelmä. [7, 8.]

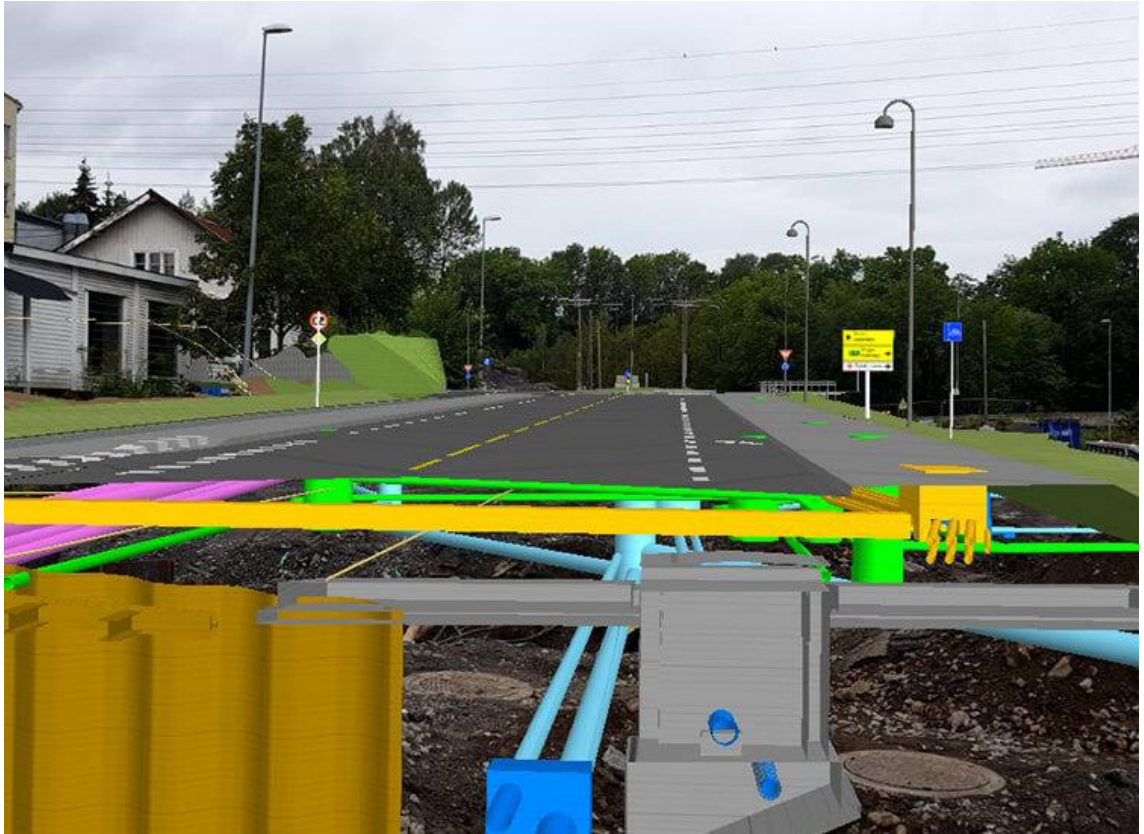


Kuva 10. Trimble SiteVisionin integroitu maanmittausjärjestelmä, Sisältää Trimble Catalyst DA1-antennin, elektronisen etäisyysmittarin sekä virransyötön. [7.]

SiteVision tarjoaa tarkkoja tietoja esimerkiksi rakennushankkeisiin käytettäväksi muun muassa Trimble Quantum, Business Center sekä Novapoint -palveluista, Civil 3D ja Bentley OpenRoads -järjestelmistä sekä Esri ArcGIS -ohjelmistosta. Tietomalleja käytäviin projekteihin SiteVision tarjoaa avoimia tietoja muun muassa SketchUp, Tekla sekä Autodesk Revit AutoCAD -ohjelmistosta. Ohjelma tukee muun muassa myös verkkolaitosten sähköverkkosuunnitteluun soveltuvia PLS-CADD- ja Distribution Design Studio (DDS) -suunnitelmatietoja. [7.]

SiteVision käyttää pilvipohjaista isännöintipalvelua (Trimble Connect) sekä pystyy tarvittaessa käyttämään rakennusten ja infrastruktuurin kaikkien elinkaaren vaiheiden malleja muun muassa alustavista piirustuksista laitteiden kunnossapito- ja toimintavaiheisiin. Näin voidaan parantaa yhteistyömahdollisuuksia, työn tarkkuutta sekä myös toimintoja ja käyttöä. SiteVisionin käyttäjä voi myös yhdistää digitaalista sisältöä todelliseen ympäristöön, jolloin monimutkaisten käsitteiden yksinkertaistaminen on helpom-

paa. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kaupunkisuunnittelija voi rakennuksen rakennuspaikalla visualisoida uusia rakennussuunnitelmia ja työntekijä pystyy ennen kaivutöitä paikantamaan maan alla olevan kaapelin tai putken tarkan paikan. Oheisessa kuvassa esitetään, miten SiteVisionin digitaalinen sisältö sovituu todelliseen ympäristöön. [7.]



Kuva 11. Trimble SiteVision 3D-malli sovitettuna todelliseen ympäristöön. [8.]

5 Johtopäätökset ja pohdintaa

Mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen ollessa vielä varsin uutta ja erilaista, tuo tämä työ hyvän katsauksen aiheeseen. Mallipohjaisella suunnittelulla on paljon hyviä puolia, miksi se pyritään tuomaan käyttöön alalla. Haasteita esiintyy aina kun uusi toimintatapa pyritään ottamaan käyttöön ja niiden kartuttaminen helpottaa käyttöönottoa sekä kehittämistä. Nykypäivänä kaikenlainen kehittäminen on suuressa osassa monella alalla, varsinkin tekniikan alalla.

Työn pohjalta voimme päätellä, että mallipohjainen suunnittelu ja rakentaminen on infra-alalla vielä varsin uutta ja tuntematonta. Sen sisällyttäminen rakennusprosessiin on alkanut, mutta toimiakseen paremmin vaaditaan edelleen kehittämistä. Työtä varten tehdyn haastattelun ja tutkimuksen perusteella moni kaipaa mallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen lisää koulutusta sekä muuta kehittämistä. Tärkeimmässä osassa on selvästi koulutus ja sen puute, resurssit sekä tarkkojen ohjeiden ja standardien puute. Mallipohjainen suunnittelu perustuu suunnitelmien mallintamiseen. Tarkka mallintaminen vaatii ammattitaitoa sekä aikaa ja tarkkaavaisuutta. Tällaisen ammattitaidon kehittäminen perinteisestä suunnittelusta vaatii aikaa ja tukea muun muassa esimieheltä. Uusien asioiden opettelu saattaa olla vaikeaa myös jos koulutuksia ei järjestetä työnantajan puolesta tai kouluttautumista ei tueta. Esimerkiksi resurssien puute vaikuttaa kouluttautumiseen. Muun muassa suunnittelun parissa suunnittelijoiden työaika saattaa olla täysin varattu projektien eteenpäin saattamiselle eikä aikaa ole varattu itsensä kehittämiseksi tarpeeksi tai ollenkaan. Itsensä kehittäminen ja uuteen asiaan kouluttautuminen saattaa olla myös haasteellista, jos on koko uransa käyttänyt samanlaisia työvälineitä ja yhtäkkiä täytyisi haastaa itsensä opettelemaan uusien käyttäminen. Tällaisessa tilanteessa on helppoa turvautua vanhoihin työkaluihin ja kiireisten työaikojen ohessa uusien asioiden opettelu jää taka-alalle. Tämän vuoksi varsinkin suurten muutosten aikana työnantajan tuki on tärkeää ja aikaa täytyy varata myös kouluttautumiselle.

Kun tarkastellaan mallipohjaista suunnittelua, lähtötietoaineisto on suuressa osassa. Työtä varten tehdyn haastattelun ja tutkimuksen mukaan lähtötietoaineisto aiheuttaakin varsinkin suunnittelijalle paljon päänvaivaa mallipohjaisessa hankkeessa. Kun suunnittelutyötä aloitetaan, tulee ensin kerätä aineistoa eri tahoilta, joilla saadaan projektin lähtökohdat kuten maastomittaukset ja vanhat suunnitelmat ja toteumat esille. Kerätyn aineiston pohjalta aletaan rakentamaan uutta suunnitelmaa. Mitä tarkempaa ja yhteistä lähtötietoaineisto on, sitä vähemmän työtä sen kasaaminen, läpikäynti sekä

käyttäminen aiheuttaa suunnittelijalle. Haastattelun perusteella selvisi, että projektien lähtötietoaineisto on usein liian vaillinaista. Varsinkin vanhojen rakennettujen rakenteiden ja laitteiden paikkatiedoissa on suuria vaillinaisuuksia, mikä aiheuttaa pahimmassa tapauksessa suuria viivästyksiä rakennusprojekteihin. Tulevaisuudessa lähtötietoaineiston keräämistä sekä käyttämistä voitaisiin helpottaa tallettamalla rakentamisen aikana kerätyt tiedot samaan ja tiettyyn formaattiin, esimerkiksi Inframodel-formaattiin infra-alalla. Rakentamisen aikana kannattaisi myös kerätä mahdollisimman paljon dataa tulevaa rakentamista varten, jotta välttyään esimerkiksi puutteellisilta paikkatiedoilta. Jo ahkeralla toteumatiedon keräämisellä palveltaisiin tulevaa lähtötietoaineiston keräämistä paljon, mutta ihanteellisessa tilanteessa kaikki tietohan olisi vielä ainoastaan yhdessä paikassa ja kaikkien sitä tarvitsevien saatavilla. Tällaisen tietokannan luominen ei kuitenkaan liity itsessään infra-alaan ja vaatisi eri alojen kattavaa ammattitaitoa, mikäli olisi edes mahdollinen kehittää nykypäivänä.

Mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen hyödyt kasvavat, kun ammattitaito sekä yhteistyö toimivat. Haastattelun perusteella rakentamisen ja suunnittelun välinen yhteistyö on tärkeää ja usein liian vähäistä. Varsinkin näiden tahojen välinen yhteistyön tarve korostuu käytettäessä mallipohjaista suunnittelua ja rakentamista. Ammattitaitoa ja osaamista täytyy yhdistää kun mallipohjaisessa toteutuksessa esimerkiksi työnaikainen suunnittelupalvelu sekä toteumamallin kokoaminen on tärkeässä osassa. Tiivis yhteistyö helpottaa myös muutenkin rakennusprojektin kulkua. Kuten tutkimuksessa kävi ilmi, varsinkin rakentajan puolesta toivotaan, että suunnittelija viettäisi esimerkiksi enemmän aikaa työmaatoimistolla ja olisi paremmin tavoitettavissa. Varsinkin kaupunkikohteessa rakennettaessa rakentamisen aikana tulee tilanteita, joissa suunnitelmia täytyy tutkia uudelleen ja mahdollisesti muuttaa. Rakentajan ja suunnittelijan tehdessä yhteistyötä suunnitelmien uudelleen arviointi ja tarvittaessa muuttaminen on todennäköisesti nopeampaa, helpompaa ja vähäriskisempää. Myös tilaajan tulisi olla enemmän yhteistyössä rakentamisen ja suunnittelun aikana. Haastattelussa kävi ilmi, että suunnittelun ja rakentamisen edustajien mielestä myös tilaaja kaipaisi koulutusta mallipohjaiseen suunnitteluun sekä rakentamiseen. Haastattelussa ilmeni myös spekulatio siitä onko tilaajalla tarpeeksi tietotaitoa tehdä oikeanlainen tilaus, kun olisi tarkoitus käyttää mallipohjaista suunnittelua ja/tai rakentamista. Varmasti myös tähän ongelmaan auttaisi, jos tilaaja tekisi tiiviimpää yhteistyötä suunnittelun ja rakentamisen kanssa. Tällöin esimerkiksi suunnittelija tietäisi tarkemmin mitä tilaaja haluaa ja mitkä asiat ovat hänelle tärkeitä. Kuten myös rakentajan ja suunnittelija välillä, olisi tärkeää, että jokainen osapuoli tietäisi edes jollain tasolla toisen ajatuksia hankkeeseen ja toimintaan

liittyen. Tällöin hankkeen aikaiset ongelmat varmasti vähenisivät sekä saataisiin helpommin ja nopeammin jokaista miellyttävä lopputulos.

Työn pohjalta nousi myös muutamia hyviä kehitysideoita esiin koskien mallipohjaista suunnittelua ja/tai rakentamista. Suurimmissa rooleissa lienee ohjelmistojen ja ohjelmien kehittäminen, ammattitaidon kehittäminen sekä erilaiset hankemuodot. Ohjelmistojen ja ohjelmien kehittämistä tapahtuu taatusti jatkuvasti, mutta tutkimuksen myötä varsinkin tälle saralle sitä kaivattaisiin. Vaikkakin haastattelun mukaan ohjelmat toimivat ihan hyvin käytössä, on niissä ainakin muutamia virheitä ja asioita, joihin kaivataan päivitystä. Esimerkiksi suunnitteluohjelmien varustekirjastojen päivittäminen vastamaan todellisia varusteita olisi toivottavaa. Ohjelmistojen ja osaamisen sekä ammattitaidon kehittämisen lisäksi erilaisten hankemuotojen käyttäminen korostaisi mallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen hyviä puolia. Mallipohjaiseen hankkeeseen esimerkiksi ST- tai allianssihankemuoto olisi ihanteellinen niiden vahvan osapuolten välisen yhteistyön vuoksi.

Lähteet

- 1 Yleiset inframallivaatimukset, buildingSMART, YIV2019/1, <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>
- 2 InfraBIM-sanasto, buildingSMART, Versio 0.7, 1.8.2014, https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf
- 3 Katu 2002, Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet, Jyväskylä 2003
- 4 Helsingin katurakenteiden ja vesihuoltoverkoston suunnitteluperiaatteet, Rev. 10.3.2017 JVä
- 5 Suunnitteluohje, HKR – Kadunsuunnittelun inframalliohje, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, 1.9.2014
- 6 Haastattelut
- 7 Wihuri tekninen kauppa, Sitech, Trimble SiteVision, <https://www.tekninenkauppa.fi/tuoteryhmat/koneohjaus-ja-infra-alan-teknologia/maastomittausratkaisut/trimble-sitevision>, luettu 26.10.2020
- 8 Trimble verkkosivut, SiteVision, <https://sitevision.trimble.com>, luettu 26.10.2020
- 9 Yhteistoiminnalliset rakennushankeprosessit, Pertti Lahdenperä, VTT Oy, elokuu 2017, <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2017/T315.pdf>
- 10 InfraBIM-nimikkeistö, buldingSMART, <https://buildingsmart.fi/infrabim/infrabim-nimikkeisto/>, luettu 17.10.2020
- 11 InfraBIM-nimikkeistö, versio v1_72, 19.8.2019, https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/InfraBIM_nimikkeistö_v1_721.pdf
- 12 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Alan kehittäminen, Tietomallinnus, <http://ril.easypage.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>, luettu 17.10.2020
- 13 Tie- ja ratahenkkeiden inframalliohje, Liikennevirasto 12/2017, 21.3.2017, https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf
- 14 Toteutusmuodon valinta ”Tehtävätarjotin ja toteutusmuotokorit”, Juhani Kiiras, professori, Teknillinen Korkeakoulu, <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010702.pdf>

- 15 Allianssimalli, Harri Yli-Villamo, DI, Pekka Petäjaniemi, DI, Liikennevirasto, <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130202.pdf>
- 16 Urakkamuodot ja innovaatiokumppanuudet, Mikko Somersalmi, RAKLI ry, 27.10.2017, <https://www.ym.fi/download/noname/%7B260C61DD-C9A0-4F61-B166-CD1BE9B0E0F3%7D/131763>
- 17 Kehitysvaiheen sisältävä suunnittele ja toteuta –urakka, Pertti Lahdenperä, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, lokakuu 2019 <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2019/T362.pdf>
- 18 Novatron verkkosivut, Mitä on koneohjaus? <https://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/>, luettu 26.10.2020
- 19 Destian verkkosivut, <https://www.destia.fi/yritys.html>, luettu 31.10.2020
- 20 Infrakit verkkosivut, <https://infrakit.com/fi/tuote/>, luettu 31.10.2020

Haastattelu

Mallipohjaisen katusuunnittelun haasteet kaupunkikohteessa - Opinnäytetyö

Haastattelu Hultin opinnäytetyöhön

*Pakollinen

Henkilötiedot

1. 1. Ammattinimike *

2. 2. Työtehtävät *

3. 3. Työkokemus *

Yleistä

4. 4. Oletko hyödyntänyt mallipohjaista suunnittelua/suunnitelmia työssäsi? *

Merkitse vain yksi soikio.

Kyllä

En

5. 5. Mitä hyötyjä mallipohjaisessa suunnittelussa/suunnitelmissa on hankkeessa?

6. 6. Millaisia haasteita mallipohjainen suunnittelu/suunnitelmat on aiheuttanut?

7. 7. Toivoisitko mallipohjaisen suunnittelun/suunnitelmien toimivan paremmin? Millä tavoin?

8. 8. Koetko mallipohjaisen rakentamisen olevan parempi vaihtoehto kuin perinteinen rakentaminen?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

En

Muu: _____

9. 9. Toivoisitko enemmän koulutusta mallipohjaiseen suunnitteluun ja tietomallien käyttämiseen?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

En

Muu: _____

Haasteita

10. 10. Millaisia haasteita lähtötietojen kerääminen aiheuttaa/aiheutti?

11. 11. Mitä tietoja olisi hyvä saada, mutta ei saada/saatu?

12. 12. Pitävätkö/pitivätkö saadut lähtötiedot paikkaansa eli ovatko/olivatko lähtötiedot luotettavia?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

Ei

Muu: _____

13. 13. Auttaisivatko kattavammat lähtötiedot työssäsi?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

Ei

Muu: _____

Yhteistyö

14. 14. Helpottaisiko suunnittelijan aktiivinen yhteistyö työmaan kanssa mallipohjaista rakentamista?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

Ei

Muu: _____

15. 15. Oliko suunnittelija mielestäsi tarpeeksi läsnä hankkeessa rakentamisen aikana? (Hämeentie)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

Ei

Muu: _____

16. 16. Koetko/koitko työnaikaisen suunnittelupalvelun tarpeelliseksi (esim. lähtötietomallin ja toteutusmallien päivittämisen)?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

Ei

Muu: _____

17. 17. Koetko ST (suunnittele ja toteuta) - hankemuodon kannattavaksi kaupunkihankkeessa/tällaisessa tilanteessa?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Kyllä

Ei

Muu: _____

Kehitysideat

18. 18. Onko sinulla kehitysideoita mallipohjaisen suunnittelun parantamiseen?

19. 19. Onko sinulla kehitysideoita lähtötietomallin kasaamiseen?

Google ei ole luonut tai hyväksynyt tätä sisältöä.

Google Forms