



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TIETOMALLIPOHJAISEN PROJEKTIN KULKU KATUSUUNNITTELUSSA

TEKIJÄ: Arttu Santala

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Arttu Santala			
Työn nimi Tietomallipohjaisen projektin kulku katusuunnittelussa			
Päiväys	26.5.2017	Sivumäärä/Liitteet	41/8
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula, lehtori Teemu Räsänen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Pöyry Finland Oy			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Yleisten inframallivaatimusten (YIV 2015) mukainen kadun suunnittelun kulku ja tiivistää se sellaiseen muotoon, että YIV 2015 olisi helposti tulkittavissa. YIV 2015 mukaisen suunnittelun lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin tarkemmin tietomallikoordinaattorin työnkuvaan ja hänen tehtäviinsä katusuunnittelussa. Toisena tavoitteena oli toteuttaa YIV 2015 mukainen katu- ja rakennussuunnitelma. Suunnittelu oli osa Pöyryn sisäistä projektia, jossa testattiin Civil 3D 2017 -ohjelmiston soveltumista yhdyskuntatekniikan suunnitteluun. Suunnittelukohteena oli Pilliniementie Jyväskylästä. Työ aloitettiin tekemällä selvitykset YIV 2015 mukaisesta suunnittelun kulusta. Lisäksi ennen suunnittelun alkua Pöyry järjesti koulutuksia uudesta ohjelmistosta. Suunnittelutyö päästiin aloittamaan huhtikuussa ja opinnäytetyö sisältää vain katusuunnitelmat. Rakennussuunnitelmat jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Opinnäytetyön tuloksena valmistui tiivistelmä YIV 2015 ohjeistuksesta ja selvitys tietomallikoordinaattorin tehtävistä katusuunnittelun aikana. Lisäksi saatiin selville, miten Civil 3D soveltuu suomalaiseen katusuunnitteluun. Pilliniementien katusuunnittelussa tehtiin tarvittavat tulosteet Jyväskylän kaupungille. Lisäksi Pöyry sai dokumenttipohjat tietomallipohjaisen suunnittelun dokumenteista.			
Avainsanat tietomallinnus, YIV2015, infraBIM, tietomallikoordinaattori, katusuunnittelu			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Arttu Santala			
Title of Thesis Progression of a Building Information Technology Based Project in Street Planning			
Date	26 May 2017	Pages/Appendices	41/8
Supervisor(s) Mr Pasi Pajula, Principal Lecturer and Mr Teemu Räsänen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Pöyry Finland Oy, City of Jyväskylä			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to find out the progression of a street planning design based on the General Infrastructure Requirements (YIV 2015) and summarize it in such a way that YIV 2015 could be easily interpreted. In addition to the design according YIV 2015, the thesis also focused on the BIM coordinator and his duties in street planning. The second objective was to implement the street and building plan according YIV 2015. The design was part of Pöyry's internal project, which examined the suitability of Civil 3D 2017 software for urban planning. The designed street is located in Jyväskylä, Finland</p> <p>The thesis was started by carrying out studies on the design process according to YIV 2015. In addition, prior to the starting design, Pöyry organized training on the new software. The design work was started in April and the thesis includes only street plans. Building plans were excluded from the thesis.</p> <p>The result of the thesis was a summary of the YIV 2015 guidelines and a description of the tasks of the BIM coordinator during street planning. In addition, the suitability of Civil 3D for street planning in Finland was found. The street designs were made for the city of Jyväskylä. In addition, Pöyry received document templates of from BIM-based design documents.</p>			
Keywords BIM, building information technology, YIV2015, BIM coordinator, street planning			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Pöyry Finland Oy:n toimeksiannosta keväällä 2017. Haluan kiittää kaikkia Pöyryn Jyväskylän toimistolla työskenteleviä ja etenkin Jukka Keituria sekä Teemu Sandbergia työn ohjauksesta. Erityismaininnan haluan osoittaa Pöyryn Pekka Mustoselle, jolta sain ohjausta ja hyviä tärpejä työn edistämiseksi. Lisäksi kiitän Jyväskylän kaupunkia ja Tapio Koikkalaista, joilta sain opinnäytetyön suunnittelukohteen työstettäväksi.

Kiitän myös opinnäytetyön ohjaavaa opettajaa Pasi Pajulaa ohjauksesta ja loistavasta opetuksesta koko opintojen aikana. Lisäksi kiitän kaikkia, jotka ovat jollain tapaa olleet mukana opinnoissani. Ilman teitä tämä työ ei olisi valmistunut.

Jyväskylässä 26.5.2017

Arttu Santala

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	YLEISTÄ	8
2.1	Työn taustat	8
2.2	Työn tavoitteet	8
2.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	8
3	TIETOMALLINNUS	9
3.1	Tietomallintamisen standardointi Suomessa	10
3.2	Tietomallikoordinaattori	11
3.2.1	Tietomallikoordinaattorin tehtävät suunnittelukonsultilla	12
4	TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUPROJEKTIN KULKU	14
4.1	Tietomallipohjaisen projektin suunnittelu	14
4.2	Tietomalliselostus	15
4.3	Lähtötietomalli	16
4.3.1	Lähtöaineistojen jäsentely YIV2015 mukaisesti.....	18
4.4	Inframalli katusuunnitteluvaiheessa.....	22
4.4.1	Lähtötietomalli katusuunnitteluvaiheessa	23
4.4.2	Katusuunnittelumalli	23
4.5	Inframalli rakennussuunnitteluvaiheessa	25
4.5.1	Lähtötietomalli rakennussuunnitelmavaiheessa	26
4.5.2	Rakennussuunnitelmamalli.....	26
4.6	Toteutusmalli.....	26
4.7	Inframallien laadunvarmistus	28
4.7.1	Roolit ja vastuut.....	28
4.7.2	Dokumentaatio	29
5	PILLINIEMENTIEN KATU- JA RAKENNUSSUUNNITTELU	30
5.1	Pilliniementien esittely	30
5.2	Katu- ja rakennussuunnittelussa käytetyt ohjelmistot	32
5.3	Suunnitteluprojektin kulku opinnäytetyössä	33
5.4	Lähtötietomalli	34
5.5	Inframalli	34
5.5.1	Projektin luonti Civil 3D:hen.....	34

5.5.2	Väylämalli.....	35
5.5.3	Vesienhallinta	37
5.5.4	Johdot ja laitteet.....	37
5.5.5	Valaistus.....	37
5.6	Suunnitelman tulosteet.....	37
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	39
6.1	Civil 3D:n käyttöönotto (vain tilaajan käyttöön)	39
	LÄHDELUETTELO.....	40
	LIITE 1: PILLINIEMENTIEN TARJOUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)	42
	LIITE 2: PILLINIEMENTIEN TYÖOHJELMA (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN).....	43
	LIITE 3: PILLINIEMENTIEN TIETOMALLISUUNNITELMA (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)	44
	LIITE 4: PILLINIEMENTIEN LÄHTÖAINEISTOLUETTELO (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)	45
	LIITE 5: PILLINIEMENTIEN TIETOMALLISELOSTUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)	46
	LIITE 6: PILLINIEMENTIEN SIJAINNIPAIKKAKARTTA (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)	47
	LIITE 7: PILLINIEMENTIEN ASEMAPIIRUSTUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN).....	48
	LIITE 8: PILLINIEMENTIEN PITUUSLEIKKAUS JA TYYPPIPOIKKILEIKKAUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)	49

1 JOHDANTO

Tietomallinnusta on hyödynnetty rakennus- ja laitossuunnittelussa jo pitkään. Infrarakentamisessa on käytetty 2D piirustuksia, jotka alkavat olemaan jo vanhaa tekniikkaa. Infrarakentaminen onkin tullut murrosvaiheeseen, jonka seurauksena tietomallinnus tulee syrjäyttämään perinteiset piirustukset seuraavien vuosien aikana.

Muutos on suuri koko rakennushankkeen elinkaaren osalta aina suunnittelutyöstä lähtien. Tietomallintaminen muuttaa jokaisen hankkeen osapuolen toimintatapoja. Kaikkiin osapuoliin vaikuttavat yleiset ohjeistukset ja standardit. Suunnittelijoiden täytyy opiskella uusien ohjelmien ja sovellusten käyttö. Tilaajan tulee pystyä tarkastamaan ja hyväksymään suunnitelmat mallien perusteella. Ura-koitsijalla tulee olla työkoneet, jotka pystyvät hyödyntämään koneohjausmalleja. Rakennuskohteen asukkaille kuuluu oikeus nähdä ja kommentoida katusuunnitelmia. Tietomallinnuksen avulla asukkaille voidaan näyttää valmis lopputulos 3D mallina, mikä auttaa asukkaita ymmärtämään valittuja ratkaisuja.

Tietomallien hyödyt tulevat parhaiten esiin laadukkaana suunnitteluna sekä hankkeiden koko elinkaaren aikaisena laadunvarmistuksena. Esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa mallit helpottavat vaihtoehtojen vertailuja, kun taas väylä- ja rakennussuunnittelu vaiheissa mallien avulla voidaan tuottaa tarkempia, yksityiskohtaisempia ja luotettavampia suunnitelmia. Laadukkaat suunnitelmat taas mahdollistavat nopeamman ja virheettömämmän rakentamisen.

Infra-alan transformaatiota kuvaa InfraBIM visio: "Infrastrukturi vuonna 2025 muodostuu fyysisestä infrastruktuurista ja tiedosta. Tiedon hallinta ja hyödyntäminen ovat luonteva osa toimintaa, mikä on luonut edellytykset tehokkaille ja kannattaville palveluympäristöille. Teemme tiivistä yhteistyötä muiden toimialaryhmien kanssa."(buildingSmart Finland 2017.)

2 YLEISTÄ

2.1 Työn taustat

Työn toimeksiantajana ovat Pöyry Finland Oy sekä Jyväskylän kaupungin liikenne- ja viheralueet yksikkö. Työn kirjallisuustutkimuksessa selvitetään tietomallipohjaisen katusuunnittelun kulku suunnittelukonsultin näkökulmasta, ottaen myös kantaa tilaajan tehtäviin suunnitteluvaiheessa. Lisäksi selvityksessä syvennytään tietomallikoordinaattorin tehtäviin suunnittelun eri vaiheissa. Tämä työ on osa Pöyryn projektia, jossa testataan Civil 3D -ohjelmiston toimivuutta tietomallipohjaisessa suunnittelussa. Suunnittelukohteena on Jyväskylässä sijaitseva Pilliniementie.

2.2 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on selvittää tietomallipohjaisen hankkeen kulku ja tietomallikoordinaattorin tehtävät suunnitteluvaiheessa.

Työn toisena tarkoituksena on laatia Pilliniementien kunnallistekniikan rakennussuunnitelma, jossa esitetään kullekin osa-alueelle yksiselitteiset laskentaperusteet kohteen urakkalaskentaa varten. Työssä esitetään kohteisiin tarvittavat tekniset suunnitelmaratkaisut ja toimenpiteet, laaditaan mitoitukset ja arvioidaan niiden kustannukset.

Lisäksi työssä tuotetaan Jyväskylän kaupungin suunnitteluohjeen mukaiset Civil 3D -tyylit Pöyryn käyttöön. Valmiit tyylit tulevat jatkossa nopeuttamaan suunnittelua ja mahdollistavat tilaajan vaatimusten mukaiset suunnitelmat.

2.3 Lyhenteet ja määritelmät

BIM = Building Information Model

InfraBIM-nimikkeistö = infrarakenteiden ja –mallien numerointi- ja nimeämiskäytännöt

InfraBIM-sanasto = sanasto sisältää inframallintamisen terminologiaa liittyen mallintamiseen, tiedonsiirtoon, tiedon yhteiskäyttöön ja standardointiin

Inframalli = suunnittelun lopputuote, joka sisältää kaiken tarvittavan tiedon rakentamisen toteuttamiseksi

InfraModel3 = LandXML:ään perustuva avoin menetelmä infratietojen siirtoon

LandXML = kansainvälinen tiedonsiirto standardi

Lähtötiedot = raaka-aine harmonisoituna YIV 2015 mukaisesti

Lähtötietomalli = lähtötiedot koottuna ja järjesteltyinä

Raaka-aine = suunnittelun lähtötiedot natiiviformaatissa

Toteutusmalli = koneohjausmalli rakentamisen pohjaksi

Suunnittelumalli = suunnittelun aikaiset mallit

Yhdistelmämalli = suunnittelumallit koottuna yhteen malliin

YIV 2015 = yleiset inframallivaatimukset

3 TIETOMALLINNUS

Tietomallinnuksen määrittely ei ole yksiselitteistä, vaan määrittely riippuu siitä mihin tarkoitukseen tietomallinnusta käytetään. Yleisesti voidaan kuitenkin sanoa, että tietomallinnus voidaan määrittellä kahdella tavalla. (Cartage 2015, 8.)

1. Tietomallinnus on prosessi, jossa eri osapuolet työskentelevät ja vaihtavat keskenään tietoa tehokkaasti, jonka seurauksena on tehokkaampi rakennushanke. Tietomallinnuksen tärkein ominaisuus ei siis ole kolmeulotteinen malli vaan tiedon järjestelmällinen tuottaminen, hallinta ja jakaminen.
2. Tietomallinnus on työkalu, joka mahdollistaa eri alojen suunnitelmien koordinoinnin ja yhdistämisen yhdeksi tietomalliksi. Tietomalli on kolmiulotteinen objekteista koostuva malli, joka käsittää kohteen ja rakennusprosessin kaikki tiedot digitaalisessa muodossa. Jokaisella objektilla on yksilöllinen tunniste, johon sisältyy tieto objektin geometriasta ja ominaisuuksista. (Cartage 2015, 8.)

Tietomallinnusta voidaan hyödyntää sekä suunnittelun ja rakentamisen aikana, että myös ylläpidon tarpeissa. Tietomallinnus tuo monia hyötyjä projekteihin (YIV2015 osa 2, 4.):

- Päätöksenteko helpottuu ja nopeutuu.
- Osapuolilla on selkeä käsitys projektin tavoitteesta ja kulusta.
- Suunnitelmien visualisoinnin mahdollistaminen.
- Suunnittelun helpottuminen ja suunnitelmien koordinointi.
- Helpottaa suunnitelmien laadunvarmistusta.
- Mahdollistaa tehokkaamman ja nopeamman rakennusvaiheen.
- Parantaa rakennusvaiheen turvallisuutta.

Näiden hyötyjen ja tietomallintamisen tehokkuuden saavuttaminen vaatii, että

- Tieto jäsenellään sovitulla tavalla.
- Kaikki ymmärtävät tiedon samalla tavalla.
- Tiedolle on yhteinen paikka, jota päivitetään aktiivisesti.
- Tieto on helposti hyödynnettävissä ja muokattavissa. (YIV2015 osa 2, 4.)

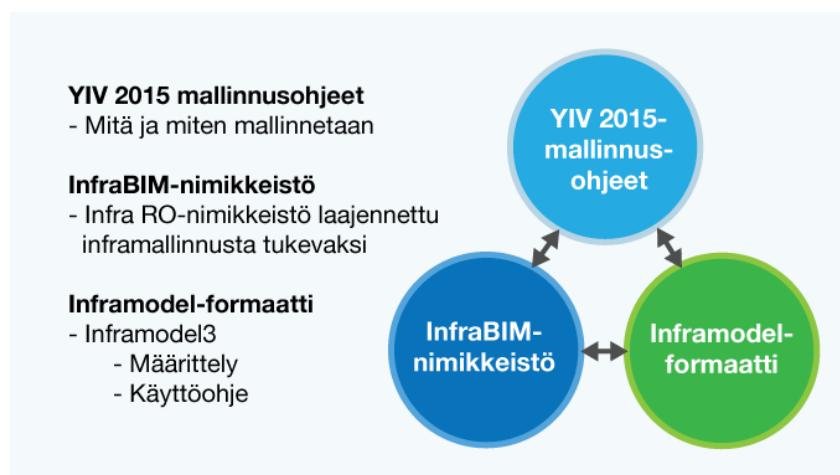
Mallipohjainen suunnittelu antaa mahdollisuuden eri suunnitelmatilanteiden arvioimiseen ja esittämiseen. Mallit myös mahdollistavat erilaisten simulointien ja analyysien tekemisen, mikä mahdollistaa eri vaihtoehtojen nopean vertailun. Simulointien avulla mallit tehostavat laadunvarmistusta suunnitteluvaiheessa ja näin vältetään tilanteilta, joissa työmaalla huomataan, että suunnitelmia täytyy päivittää. (Suomen Rakennusinsinöörien Liito RIL 2017.)

Tietomallien etu verrattuna perinteiseen dokumenttipohjaiseen toteutukseen on, että vältetään hajallaan olevista piirustuksista ja raporteista. Nämä asiat ovat mallin sisällä ja tiedot voidaan tarvittaessa tulostaa. Dokumenttien tietosisältö on helppo vaihtaa kunkin käyttäjän tarpeisiin. Esimerkiksi eri työvaiheissa voidaan valita vain haluttu tieto esille, jolloin dokumenttia on helpompi tulkita ja käyttää. Mallit myös mahdollistavat kohteiden havainnollistamisen jo hankkeen aikaisessa vaiheessa, mikä helpottaa oikeiden ratkaisujen tekemistä. (Suomen Rakennusinsinöörien Liito RIL 2017.)

3.1 Tietomallintamisen standardointi Suomessa

Tietomallien käyttöönotto infran alalla vaatii yhtenäisiä käytäntöjä. Hankkeiden osapuolilla tulee olla sama näkemys siitä, miten ja mitä mallinnetaan hankkeen eri vaiheissa. Tätä tavoitetta tukee standardointi, joka Suomessa voidaan jakaa kolmeen osaan: *Yleiset inframallivaatimukset*, *Inframodel-tiedonsiirtoformaatti* ja *InfraBIM-nimikkeistö*. Kuvassa 1 on tiivistetty suomalainen ohjeistus yhteen kuvaan. Lisäksi on olemassa InfraBIM-sanasto, joka tukee ja helpottaa ohjeistuksen käyttöä. (buildingSmart Finland 2017.)

Standardointi ei ole vielä kuitenkaan täysin valmis, ja sitä on syytä tulkita tilanteen mukaan. Tällä hetkellä suomalaista standardia onkin syytä pitää vain ohjeistuksena. Tavoitteena on, että lähivuosina standardointi saadaan siihen kuntoon, että siihen voidaan luotettavasti tukeutua.



Kuva 1. Inframallintamisen standardointi Suomessa (buildingSmart Finland 2017.)

Yleiset inramallivaatimukset YIV 2015

Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 on luotu yhteistyössä infran toimijoiden kanssa ja sen tavoitteena on toimia inframallintamisen ohjeena sekä hankintojen yleisenä teknisenä viiteasiakirjana. YIV 2015 on tehty buildingSMART Finland (bSF) toimesta ja ohjeet koostuvat kahdestatoista osasta (buildingSmart Finland 2017.):

1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset mallinnusvaatimukset
3. Lähtötiedot, Liite1, Liite 2
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit; 5.1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet, 5.2 Maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje, 5.3 Maarakennustöiden toteumamallin laadintaohje, 5.3 Liite 1
6. Rakennemallit; 6.1 Järjestelmät
7. Rakennemallit; 7.1 Rakennustekniset rakennusosat
8. Inframallin laadunvarmistus

9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Infran hallinta; 11.1 Inframallinnus päällysteiden korjaamisessa
12. Inframallin hyödyntäminen suunnittelun eri vaiheissa ja rakentamisessa; 12.1 Maarakentamisen mallipohjainen laadunvarmistusmenetelmä.

Inframodel-tiedonsiirtoformaatti

Useiden eri suunnitteluohjelmistojen takia tiedonsiirron tulee olla yhtenäistä. Suomessa on käytössä Inframodel tiedonsiirtoformaatti infatietojen siirtoon. Inframodel perustuu kansainväliseen LandXML-formaattiin. Inframodelin tarkoituksena on mahdollistaa tiedonsiirto suunnitteluohjelmissa sekä mitaus- ja koneohjaussovelluksissa sekä näiden välillä. Tällä hetkellä on yleisesti käytössä vuonna 2013 julkaistu Inframodel 3. Vuonna 2016 julkaistu päivitetty versio Inframodel 4 otetaan käyttöön vuoden 2017 aikana. (buildingSmart Finland 2017.)

Inframodelin ongelmana on, että se ei ole vielä täydellinen ja joitain rakennusosia ei ole määritetty. Esimerkiksi Inframodel 3 ei sisällä liikennemerkkejä, viittoja, määrälaskentatietoja tai materiaalitietoja. Inframodel 4 päivitys korjaa osittain näitä puutteita, mutta kehitystyön on jatkuttava. On kuitenkin pyrittävä aina käyttämään Inframodel-formaattia, kun se on mahdollista. Poikkeuksista sovi- taan hankekohtaisesti.

InfraBIM-nimikkeistö

Tietomallien hallintaa ja yhtenäistämistä varten on luotu InfraBIM-nimikkeistö, joka sisältää infrarakenteiden ja -mallien elinkaaren kattavat numerointi- ja nimeämiskäytännöt. Perustana nimikkeis- tölle toimii Infra2015-rakennusosanimikkeistö. Yhtenäinen nimikkeistö mahdollistaa sujuvan tiedonku- lun eri osapuolten ja ohjelmistojen välillä. Inframodel tiedonsiirtoformaatti sisältää InfraBIM-nimik- keistön. (buildingSmart Finland 2017.)

InfraBIM-sanasto

Inframallintamisen terminologia on määritelty InfraBIM-sanastossa. Sanasto sisältää terminologiaa infrarakentamisen tietotekniikan alueelta keskittyen etenkin mallintamiseen, tiedonsiirtoon ja stan- dardointiin. Sanastosta on kaksi versiota: lyhyt sanasto ja laajennettu sanasto. Lyhyt sanasto sisäl- tää osajoukon laajennetusta sanastosta sisältäen keskeisimmät termit ja lyhenteet. Laajennettu sa- nasto sisältää lisäksi yksityiskohtaisempaa tietoa. (buildingSmart Finland 2017.)

3.2 Tietomallikoordinaattori

Tietomallikoordinaattori on henkilö, joka valitaan hankkeen alussa huolehtimaan tietomallien toteu- tuksesta. Tietomallikoordinaattorin tärkein tehtävä on varmistaa, että hankkeelle asetettuja vaati- muksia ja tavoitteita noudatetaan. Suurissa hankkeissa valitaan erikseen tietomallikoordinaattori, mutta pienemmissä hankkeissa koordinaattorin tehtävät voidaan antaa pääsuunnittelijalle. (YIV2015 osa 1, 8.)

Tietomallikoordinaattori on *BIM spesialisti*. Hänellä tulee olla selvä käsitys mallintamiseen käytetyistä ohjelmista ja formaateista sekä ohjeistuksesta ja standardoinnista. *BIM spesialisti* voidaan jakaa kahdeksaan osaan: mallintaja, analyttikko, tietomallinnusohjelmien kehittäjä, mallinnus spesialisti, tietomalli fasilitaattori, tietomallikonsultti, tietomallinnustutkija, tietomallinnuspäällikkö. Koordinaattorin tehtävät koostuvat osasta näiden tehtävien sisältämistä tehtävistä. Suunnitteluhankkeessa koordinaattorin tehtäviin kuuluvat ainakin mallintajan, analyttikon ja tietomallinnuspäällikön tehtävät. (Barison ym, 2010, 1.)

Analyttikko tekee analyyssejä ja simulaatioita esimerkiksi törmäystarkasteluja.

Mallinnus spesialisti on yleensä IT ammattilainen, joka vastaa ohjelmistojen sisällöstä. Esimerkiksi luo ja ylläpitää suunnittelu templateja ja varmistaa, että ohjelmistot tuottavat standardien mukaista tietoa.

Mallintajan tehtävät voidaan rinnastaa suunnittelijan tehtäviin. Mallintaja luo ja ylläpitää malleja sekä muuntaa 2D dokumentit tietomallipohjaiseen muotoon.

Tietomalli fasilitaattori avustaa muita henkilöitä, jotka eivät vielä hallitse tietomallinnusta tai ohjelmistojen käyttöä.

Tietomallinnus konsultti avustaa yrityksiä tietomallinnuksen käyttöön otossa.

Tietomallinnusohjelmistojen kehittäjä kehittää ja kustomoi ohjelmistoja käyttäjän tarpeiden ja vaatimusten mukaan.

Tietomallinnuspäällikön (tietomallinnus manageri) tehtävät voidaan osittain rinnastaa projekti-päällikön tehtäviin. Hän varmistaa, että asetettuihin tavoitteisiin päästään. Tietomallinnuspäällikön päätehtävä onkin hallita projektityöntekijöitä koko mallinnusprosessin ajan.

Hän on siis vastuussa BIM-projektin työntekijöiden, työnteon ja mallien käytön koordinoinnista. Koordinoinnin onnistumiseksi hänen täytyy tuntea ja sisäistää BIM-projektin tavoitteet. Projektin tavoitteet hallitseva päällikkö pystyy tekemään luotettavan ja realistisen tietomallisuunnitelman, joka vastaa asiakkaan tavoitteita ja käytettävissä olevan henkilökunnan kokemusta.

Tietomallinnuspäällikkö voi tehdä useita mallintamiseen liittyviä tehtäviä esimerkiksi ylläpitää templateja, ylläpitää yhdistelmämallia, suunnitella yms., mutta päällikön tärkein tehtävä on johtaa projektiryhmää päätöksenteossa.

Tietomallinnus tutkija tutkii tietomallinnusta alana esimerkiksi yliopistojen tai tutkimuslaitosten kanssa. Tutkija voi toimia myös opettajana ja kehittäjänä. (Barison ym, 2010, 2.)

3.2.1 Tietomallikoordinaattorin tehtävät suunnittelukonsultilla

Suunnittelukonsultilla on yleensä kahdenlasia tietomallikoordinaattoreita, päätietomallikoordinaattori ja projektien sisäiset tietomallikoordinaattorit. Päätietomallikoordinaattori on vastuussa tietomallinnuksen täytäntöönpanosta etenkin projektitiimien koordinoinnin sekä toimistojen välisen kommunikation osalta. Hänen tehtäviin voi myös kuulua BIM koulutusten suunnittelu ja järjestäminen. Hänen tulee pitää itsensä informoituna nykyisistä ja tulevista suunnitteluohjelmistoista sekä BIM trendeistä. Saavuttaakseen tämän, yrityksen päätietomallikoordinaattorin tulee osallistua BIM konferensseihin sekä kuulua infra-alan eri organisaatioihin. (Barison ym 2010, 3.)

Jokaiseen BIM projektiin tulee nimetä oma tietomallikoordinaattori, joka pienissä projekteissa on yleensä pääsuunnittelija tai projektipäällikkö riippuen projektin luonteesta. Projektinsisäisen koordinaattorin pitää hallita käytettävien ohjelmistojen käyttö sekä tietää pääkohdat tietomallinnuksen ohjeistuksesta ja standardoinnista. (Department of Veterans Affairs 2010.) Hänen tehtäviinsä kuuluu ainakin (YIV2015 osa 2, 8.)

- tietomallisuunnitelman laatiminen ja ylläpito (3.1)
- tietomallien tekninen laadunvarmistus
- tietomalliselostuksen (3.2) ja yhdistelmämallin kokoaminen
- suunnittelun aikainen taustatyö yhteensovituksen mahdollistamiseksi (esim. törmäystarkastelut)
- mallien sisällön tarkastaminen ja laadunvarmistus (3.7)
- kutsuu tarvittaessa koolle tietomallinnusta koskevat kokoukset.

4 TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUPROJEKTIN KULKU

Tietomallipohjainen suunnitteluprojekti on pääosin samanlainen kuin perinteinen suunnitteluprojekti. Suunnittelunkulku on samanlainen, mutta tietomallipohjainen suunnittelu sisältää joitain uusia vaiheita, mutta toisaalta joitakin perinteisiä vaiheita se ei sisällä. Ehkä merkittävin uusi asia on tietomallintamisen sisältämä dokumentaatio, jota tulee noudattaa yhteisten tapojen vakiinnuttamiseksi. Toinen merkittävä muutos on tulosteiden väheneminen ja lopulta jopa poistuminen. Täydelliseen tulosteiden poistumiseen tulee kuitenkin menemään useita vuosia, ellei jopa useita vuosikymmeniä. Myös suunnittelutavat muuttuvat johtuen uusista suunnitteluohjelmista. Tässä osiossa on käyty tietomallipohjaisen katusuunnittelun kulku perustuen yleisiin inframallivaatimuksiin.

4.1 Tietomallipohjaisen projektin suunnittelu

Onnistuneen projektin takeena on hyvä suunnittelu. Osana projektin suunnittelua on tietomallisuunnitelman teko, mistä vastaa tietomallikoordinaattori. Tietomallisuunnitelmaan dokumentoidaan mallinnuksen laajuuteen ja tarkkuustasoon vaikuttavat tekijät. Tietomallisuunnitelma on siis hankekohdainen asiakirja, joka määrittelee mallinnuksen toteutustavan. Yleensä tietomallisuunnitelma tehdään konsultin toimesta, mutta isommissa hankkeissa suunnitelman voi tehdä myös tilaaja. **Liittessä X** on Pilliniementien tietomallisuunnitelma. (YIV2015 osa1, 10.)

Tietomallisuunnitelmassa täytyy ottaa huomioon ainakin seuraavat asiat:

- mallintamisen tavoitteet
- inframallin käyttötarkoitus
- mallintamisen laajuus, tarkkuustaso ja noudatettavat ohjeet
- mallin dokumentointi
- prosessin kuvaus:
 - aikataulu
 - organisointi
 - yhteistyö ja tiedonvaihto
 - määrälaskennan ja kustannushallinnan menettelyt
 - laadunvarmistus

Mallintamisen tarkkuustaso määritellään YIV2015 osa 4 LIITEEN 1 mukaisesti. (YIV2015 osa1, 10.)

Lisäksi tietomallisuunnitelmassa kuvataan mallinnuksen käyttötarkoitukset, joita voivat esimerkiksi olla (YIV2015 osa1, 12.):

- Havainnollistaminen: kommunikointi ulkopuolisten sidosryhmien kanssa.
- Päätöksenteon havainnollistaminen ja tukeminen: rakentamis- ja suunnitteluhankkeen sisäinen.
- Tiedonvaihto, kommunikointi.
- Suunnittelualojen yhteensovittaminen.
- Suunnitelmien ja nykyisten rakenteiden yhteensovittaminen.
- Rakentamisen laadun toteaminen: rakennusosien laatuvaatimusten kytkeminen malliin.

- Hankintojen laadun parantaminen: mallin avulla paremmin määritelty rakennuskohde pienentää tarjoajan riskiä ja johtaa parempiin tarjouksiin.
- Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus: mallin yhdistäminen aikatauluun ja kustannushallinta mallin sisältämän määrätiedon kautta.
- Elinkaarenaikainen tiedonhallinta: ylläpidon, käytön ja hoidon tarvitsema tieto helposti saatavassa muodossa; toteumamallin hyödyntäminen.

Tietomallinnussuunnitelma tulee tehdä joka hankkeeseen, koska tietomallinnus on suhteellisen uusi asia, eivätkä työvälineet, toimintatapa ja rajapinnat ole vakiintuneet. Eri asiakkailta on erilaiset tarpeet ja tavoitteet mallintamisesta ja projektien sidosryhmät ja kokoonpano vaihtuvat. Lisäksi voimassa oleva standardointi YIV 2015 on vielä osittain luomisvaiheessa ja yhteisiä toimintatapoja ei ole syntynyt.

Tietomallinnussuunnitelman avulla varmistetaan, että hankkeen osapuolien näkemykset ovat yhtenäiset työn tavoitteiden, sisällön sekä toteutustavan osalta. Sen avulla myös voidaan tarkastella projektin etenemistä ja pysytäänkö tavoitteissa ja aikataulussa. Suunnitelma myös helpottaa projektin suunnittelua, toimeenpanoa sekä valvontaa. (YIV2015 osa1, 10.)

4.2 Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on dokumentti, joka liitetään malliin luovutuksen yhteydessä. Selostus sisältää kuvauksen inframallin ja osamallien tilanteesta luovutus hetkellä. Selostus tehdään jokaisesta mallista erikseen lähtötietomalli, inframalli jne.. Selostus sisältää kaikki mallin luovutettavuuteen ja käyttöön liittyvät asiat. Siihen kirjataan poikkeamat mallin sovitusta sisällöstä jokaisessa hankkeen vaiheessa sekä muut tärkeät asiat, kuten ohjelmistojen asettamat rajoitukset tiedonsiirrolle tai mallin sisällölle. Myös käytetyt ohjelmistot ja niiden versiot dokumentoidaan selostukseen. Ohjelmistojen versioiden kirjaus on erittäin tärkeää, sillä ohjelmat päivitetään lähes vuosittain ja mallien avaaminen vanhalla ohjelmistolla ei välttämättä onnistu. (YIV2015 osa 2, 14.)

Tietomalliselostus koostuu käytännössä kahdesta osasta: *yleinen osa* ja *mallikohtainen osa*. Yleinen osa sisältää hankkeen perustiedot ja mallikohtainen kuvaa kunkin mallin sisällön ja sille tehdyt toimenpiteet. (YIV2015 osa 2, 14.)

Tietomalliselostuksen tulee sisältää ainakin seuraavat asiat (YIV2015 osa 2, 14.):

- kohde ja mallin käyttötarkoitus
- ohjelmisto ja sen versio ja tiedostomuodot
- sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö
- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä
- osien nimeämis- ja numerointikäytännöt
- mallin tarkastus- ja hyväksymistiedot
- mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet mallissa suhteessa kyseisen vaiheen vaatimuksiin
- rakenteiden tarkkuus inframallissa verrattuna vaadittuun vaiheeseen

- laadunvarmistustoimenpiteet
- tuotetut tiedostot
- muut huomioitavat asiat.

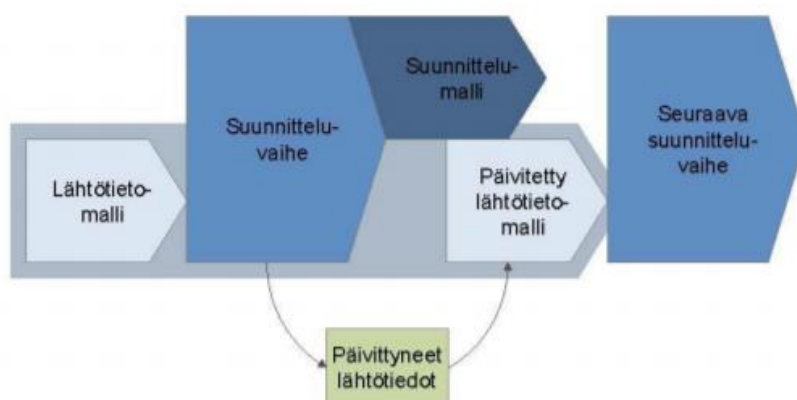
Tietomalliselostuksen tarkoituksena on antaa riittävän tarkka kuva suunnittelun tarkkuudesta niin, että ulkopuolinen taho pystyy toteuttamaan suunnitelmat. (YIV2015 osa 4, 11.)

4.3 Lähtötietomalli

Kun tietomallisuunnitelma on tehty ja kaikki osapuolet ovat sen hyväksyneet, voi suunnittelu alkaa. Suunnittelu alkaa lähtötiedon kokoamisella eli lähtötietomallin rakentamisella. Lähtötietomallissa lähtötiedot on jäsennely digitaaliseen muotoon ja se sisältää kaiken tarvittavan tiedon suunnittelukohteen nykytilasta ja se on pohjana suunnittelulle. Lähtötietomalleja ovat esimerkiksi kaavamalli, maastomalli ja maaperämalli. (YIV2015 osa3, 4.)

Lähtötietomalli ei ole ainoastaan kasa eri aineistoja ja vaan myös tapa koota, hallita ja muokata projektin lähtötietoja. Lähtötietomallin kokoamisessa dokumentointi on erittäin tärkeää. Lähtötietojen alkuperä- ja metatiedot sekä lähtötiedoille tehdyt muokkaustoimenpiteet tulee dokumentoida lähtöaineistoluetteloon. Lähtötietomallin tavoitteena on lähtöaineiston harmonisointi muotoon, joka tukee mahdollisimman hyvin tietomallipohjaista suunnittelua. (YIV2015 osa 3, 4.)

Lähtötietomalli päivittyy yksittäisissä suunnitteluvaiheissa (kuva 2) sekä hankkeen edetessä (kuva 3), ja se seuraa sitä koko hankkeen elinkaaren ajan. Yleisiä suunnitteluvaiheen sisäisiä päivityksiä ovat maastomittaukset sekä pohjatutkimukset. Myös aikaisempien suunnitteluvaiheiden suunnitelmat ovat lähtötietomallia, esimerkiksi katusuunnitelmamalli on rakennussuunnitelmamallin lähtötietomalli. (YIV2015 osa3, 5.)

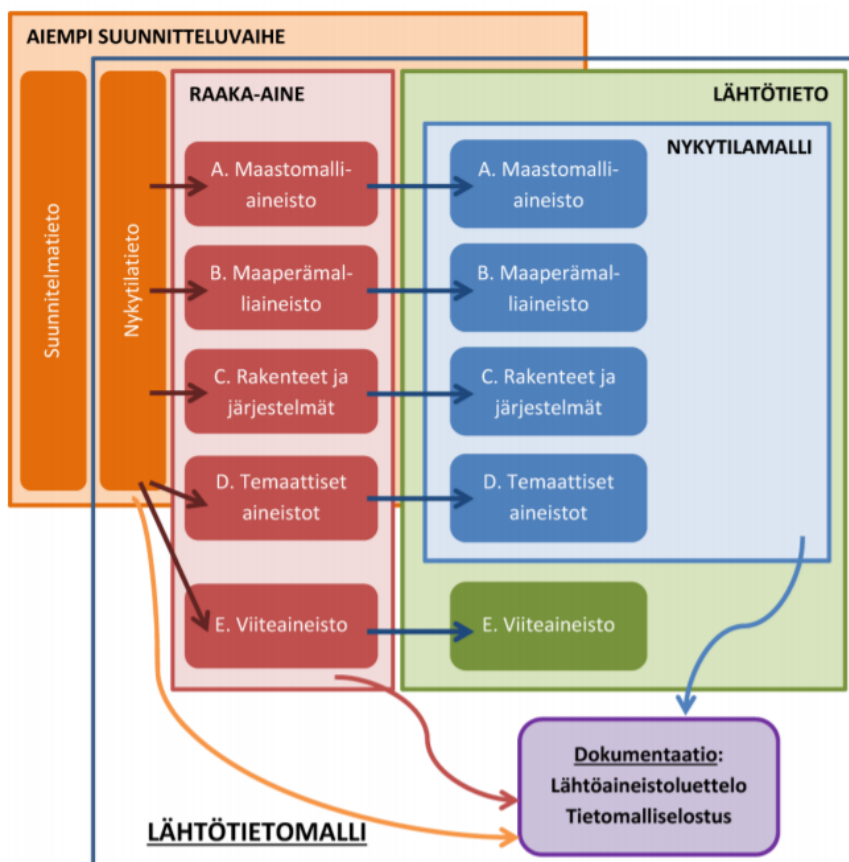


Kuva 2. Lähtötietomalli yksittäisessä suunnitteluvaiheessa (YIV2015 osa3, 4.)



Kuva 3. Lähtötietomalli hankkeen elinkaaren aikana (YIV2015 osa3, 5.)

Lähtötietomalli koostuu kolmesta osasta (kuva 4): aiemmat suunnitteluvaiheet, raaka-aine ja lähtötieto. Useissa projekteissa aiempia suunnitteluvaiheita ei ole, jolloin lähtötietomalli koostuu vain raaka-aineesta ja lähtötiedosta. (YIV2015 osa3, 6.)



Kuva 4. lähtötietomallin rakenne (YIV2015 osa3, 6.)

Raaka-aine

Raaka-aineella tarkoitetaan kaikkia projektin kannalta oleellisia nykytilaa kuvaavia aineistoja sekä viiteaineistoja. Raaka-aineesta kirjataan alkuperä- ja metatiedot lähtöaineistoluettelo. Raaka-aine tulee tarkastaa ja puutteet sekä erityishuomiot tulee joko korjata tai kirjata lähtöaineistoluettelo. (YIV2015 osa3, 9.)

Lähtötieto

Raaka-aineesta tulee lähtötietoa, kun sen laatu on varmistettu ja se on harmonisoitu homogeeniseen ja tietomallipohjaiseen muotoon. Harmonisointitoimenpiteitä ovat esimerkiksi 2D-aineistojen mallintaminen 3D-muotoon sekä koordinaatistomuutokset. Tehdyt muokkaukset dokumentoidaan lähtöaineistoluettelo. Lähtöaineistosta tehdään tietomalliselostus, joka täydentyy lähtötietomallin

teon yhteydessä. (YIV2015 osa3, 12.) Harmonisointitoimenpiteet on käyty läpi tarkemmin luvussa 3.3.1.

Lähtötietomallin luovuttaminen

Käytännössä lähtötietomalli on siis harmonisoitu raaka-aine eli lähtötietokansio ja lähtötietomallidokumentaatio. Valmis lähtötietomalli luovutetaan tilaajantarkistukseen sovitulla tavalla. Usein mallin koko on niin suuri, että sähköpostilla sitä ei pysty lähettämään, joten joudutaan käyttämään esimerkiksi ulkoista kovalevyä tai pilvipalveluja. Luovutusaineisto sisältää raaka-aine- ja lähtöaineistokansiot sekä lähtöaineistoluettelo. Lisäksi mallista tehdään tietomalliselostus. (YIV2015 osa3, 8)

Tarvittaessa lähtötiedoista voidaan tehdä yhdistelmämalli, jota käytetään lähtötietojen havainnollistamiseen. Yhdistelmämalliin voidaan visualisoida esimerkiksi nykyiset rakenteet ja maasto. Lähtötietojen havainnollistaminen tuottaa lisätyötä eikä se ole joka projektissa tarkoituksenmukaista, joten sitä tulee käyttää harkinnan varaisesti. (YIV2015 osa3, 22)

Ensisijainen vastuu lähtötietomallin laadusta on sen laatijalla. Tilaajan tulee kuitenkin tarkistaa lähtötietomalli ja sen dokumentaatio tietomalliselostus ja lähtöaineistoluettelo. Tarkastuksen jälkeen tilaaja joko hyväksyy lähtötietomallin tai lähettää sen suunnittelijalle täydennettäväksi. Kun malli on hyväksytty voi itse suunnittelutyö alkaa. Kuvassa 5 on kuvattu lähtötietomalli prosessi kokonaisuudessaan. (YIV2015 osa3, 22)



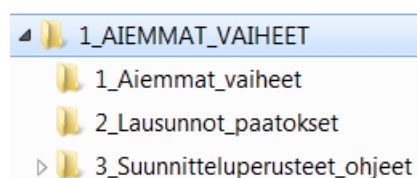
Kuva 5. lähtötietomallin muodostusprosessi (YIV2015 osa3, 8.)

4.3.1 Lähtöaineistojen jäsentely YIV2015 mukaisesti

Lähtöaineisto tulee nimetä ja järjestää loogisella ja mahdollisimman yksinkertaisella tavalla niin, että samaa tapaa noudatetaan aina. YIV2015 mukaisesti lähtötietomalli koostuu kolmesta pääkansiosista: 1_AIEMMAT_VAIHEET, 2_RAAKA-AINE ja 3_LAHTOTIEDOT.

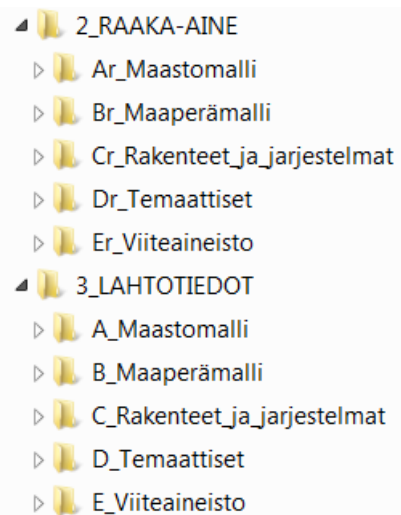
Tiedostojen sijoittaminen

1_AIEMMAT_VAIHEET sisältää kolme alakansiota (kuva6), jotka sisältävät aiemmat suunnitteluvaiheet, mahdolliset lausunnot ja päätökset sekä suunnitteluperusteet ja -ohjeet esim. YIV2015. (YIV2015 osa3, 12.)



Kuva 6. Aiempien vaiheiden kansiorakenne

2_RAAKA-AINE ja 3_LAHTOTIEDOT sisältävät samat alakansiot, niin että raaka-aineen kansioihin on lisätty r-kirjain (kuva 7). Esimerkiksi raaka-aineen maastomalli sijoitetaan kansioon Ar_Maastomalli ja lähtötietojen maastomalli sijoitetaan A_Maastomalli kansioon. (YIV2015 osa3, 12.) Esimerkki ensimmäisen tason alakansioiden sisällöstä on esitetty taulukossa 1.

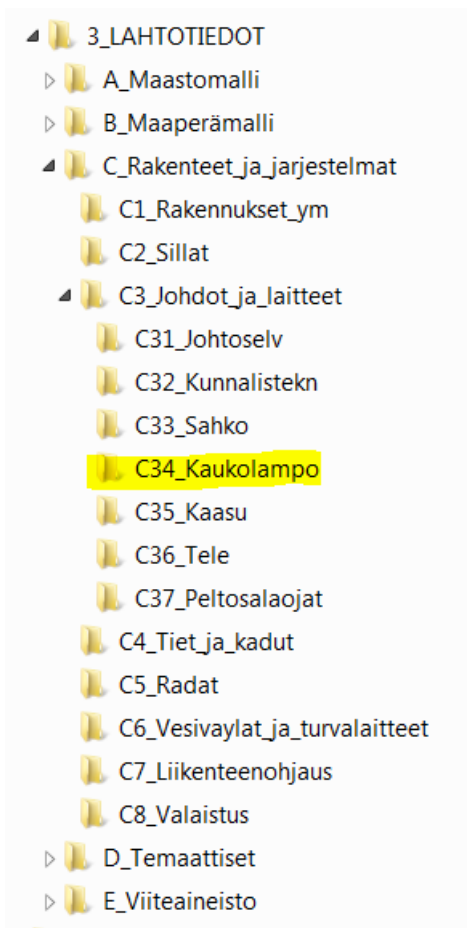


Kuva 7. Raaka-aineen ja lähtötietojen kansirakenne

Taulukko 1. Ensimmäisen tason alakansioiden sisältö (YIV2015 osa3, 7.)

Alakansio	Sisältö
A_Maastomalli	<ul style="list-style-type: none"> • Maanpintamalli • tarkentavat maastotiedot (kasvillisuus) • pintavesitiedot • yms.
B_Maaperamalli	<ul style="list-style-type: none"> • Pohjatutkimukset • Maalajirajapinnat • Maaperäkartat • Pohjavesitiedot
C_Rakenteet	<ul style="list-style-type: none"> • Olemassa olevat järjestelmät ja rakenteet <ul style="list-style-type: none"> ○ Vesihuolto ○ Johdot ○ Sillat ○ Valaistus ○ yms.
D_Temaattiset	<ul style="list-style-type: none"> • Kartta-aineistot • Ilmakuvat • Kaava-aineistot • Kiinteistörajat • yms.
E_Viiteaineisto	<ul style="list-style-type: none"> • Muut suunnitelmat • Maastokäynnit • Valokuvat

Toisen ja kolmannen asteen kansiorakennetta ei ole vielä vakioitu, mutta ne tulisi järjestää lähtöaineistoluettelon mukaan. Kuvassa 8 on esitetty mihin kaukolämpöverkoston tiedot tallennetaan.



Kuva 8. Kaukolämpötietojen kansio

Tiedostojen nimeäminen

Lähtötiedon tiedostot tulee nimetä lyhyesti, mutta niin että nimestä ymmärtää mitä tiedosto sisältää. Raaka-ainetta ei muokata lainkaan ja tiedostonimetkin pidetään alkuperäisinä. Esimerkiksi jos tilaajalta saadaan maastomalli nimellä "Maastomalli_katux_ETRS-GK26_N2000.gt", tiedosto sijoitetaan sellaisenaan kansioon 2_RAAKAAINE/Ar_Maastomalli/Ar1_Maastomalli/Ar11_Maastomalli. Lähtötiedoksi harmonisoinnin yhteydessä raaka-aineen nimi muutetaan sen tiedostosijainnin mukaiseksi. Esimerkiksi "Maastomalli_katux_ETRS-GK26_N2000" tulee "A11-1_maastomalli.xml", jossa

- A11 = tiedoston sijainti
- -1 = mones tiedosto kyseisessä sijainnissa
- maastomalli = tiedoston sisältö
- .xml = tiedostoformaatti

Nimen tulee olla lyhyt, sillä jotkut ohjelmat vaativat lyhyitä tiedostopolkuja toimiakseen. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiä ei tarvitse säilyttää nimessä, sillä harmonisoinnissa varmistetaan, että käytössä on oikeat järjestelmät. (YIV2015 osa3, 13.)

Muokkaus- eli harmonisointitoimenpiteet

Raaka-aine saadaan monissa eri formaateissa sekä 2D- ja 3D-muodoissa. Näiden yhteensovittamiseksi on tehtävä esimerkiksi seuraavanlaisia toimenpiteitä (YIV2015 osa3, 13.):

- tiedostoformaattien muuttaminen tietomallipohjaiseen muotoon
- korkeus- ja koordinaattijärjestelmien yhdenmukaistaminen
- tiedostojen ja aineistojen yhdistäminen samaan tiedostoon
- aineistojen rajaaminen suunnittelualueelle
- pinta- ja verkostomallien tekeminen
- rakenteiden mallintaminen

Harmonisoinnissa on huomioitava, että tiedostojen koko ei kasva liian suureksi. Tällä vältetään tietokoneiden suorituskykyongelmilta. (YIV2015 osa3, 14.)

Harmonisointitoimenpiteet tulee kirjata tietomalliselostukseen sekä lähtöaineistoluetteloon. Dokumentteihin tulee kirjata mitä on tehty, miten on tehty, millä on tehty ja käytettyjen ohjelmistojen versiot. (YIV2015 osa3, 14.)

4.4 Inframalli katusuunnitteluvaiheessa

Suunnittelun kulkuun vaikuttaa paljon käytössä oleva suunnitteluohjelma. Tässä osiossa on käyty yleisellä tasolla läpi YIV2015 mukainen katusuunnitteluvaihe ja siinä huomioitavat asiat. Kappaleessa 4 on syvennytty tarkemmin Civil 3D:n tapaan tuottaa mallia.

Kun tilaaja on hyväksynyt lähtötietomallin, suunnittelu voi alkaa. Tietomallisuunnitelmassa on määritetty mallin laajuus ja tarkkuustaso. YIV2015 osa 4 LIITE 1 määrittää rakennusosakohtaisesti mitä ja kuinka tarkasti mallinnetaan esi-, yleis- ja väyläsuunnitteluvaiheissa. Mallinnuksen tarkkuustaso päätetään kuvan 9 mukaisesti. (YIV2015 osa 4 LIITE 1.)

Mallinnustaso	Mallinnustarkkuus
0	Lähtökohtaisesti ei mallinneta. Voidaan sopia hankekohtaisesti.
1	Mallinnetaan osan ulkopinnat. Ei vaadita tilavuusominaisuuksia, 2D-pinta, aluerajaus tai taiteviiva riittää.
2	Mallinnetaan osat 3-uloitteisina kappaleina, pintoina tai taiteviivoina. Malli toimii määrälaskennan perusteena, mutta tarkentuu jatkosuunnittelussa. Objektien ominaisuuksista kerrotaan vain ko. suunnitteluvaiheessa olennaiset asiat.
3	Mallinnetaan osat kokonaisuudessaan. Täydellinen kuvaus rakenteesta. (Tarvittavat ominaisuuksiedot on kerrottu mallinnusohjeiden osissa 5-7)
H	Mallinnus ja sen tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti

Kuva 9. Mallintamisen tarkkuustasot (YIV2015 osa 4 LIITE 1.)

4.4.1 Lähtötietomalli katusuunnitteluvaiheessa

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen 10.9.1999/895 mukaan katusuunnitelmissa tulee esittää kadun liikennejärjestelyperiaatteet, kadun korkeusasema ja päällysmateriaali, kuivatus ja sadevesien johtaminen sekä tarvittaessa pysyvät rakennelmat ja laitteet sekä istutukset. (Maankäyttö- ja rakennusasetus, 1999)

Katusuunnitelmien teko vaatii alueen maaston ja maaperän tuntemusta. Usein katusuunnitteluvaiheessa päivitetään lähtötietomallia näiden osalta. Suunnittelukohteessa tehdään tarkemmittauksia ja pohjatutkimuksia, joilla tarkennetaan lähtötietomallia. Samoin rakenteiden ja järjestelmien osalta tehdään tarkennuksia esimerkiksi mitatut kaivonkannet yms. Tavoitteena on saada lähtötietomallista niin tarkka, että se on luotettava rakennussuunnittelua varten. (YIV2015 osa 4, 21.)

4.4.2 Katusuunnittelumalli

Suunnitelmamalli on infrarakenteen malli, joka kattaa suunnitteluratkaisut sovitulla tarkkuudella. Katusuunnittelumallin tulee olla niin tarkka, että suunniteltavien väylien geometriat sekä tilavaraukset voidaan sijoittaa väyläympäristöön tarkasti ja luotettavasti. Myös kustannuslaskenta täytyy pystyä tekemään luotettavasti eli massatalous pitää olla laskettavissa. (YIV2015 osa 4, 22.)

Suunnittelumallit jaetaan eri tekniikkalajien mukaan: esimerkiksi väylämalli, vesien hallinnan mallit, väyläympäristön mallit, liikenteenohjauksen mallit sekä tunnelien mallit. Näitä osamalleja voidaan jakaa vielä pienempiin osamalleihin riippuen projektin koosta. Pienemmissä projekteissa osamalleja voidaan harkinnanvaraisesti yhdistää. (YIV2015 osa 4, 23.)

Koska osamalleja on useita, täytyy niiden nimeäminen ja sijoittelu olla selkeää. YIV2015 ei suoraan anna ohjeistusta osamallien jakoon ja järjestelyyn. Jakoon voi soveltaa Liikenneviraston ohjetta: *Tien rakennussuunnitelma, Sisältö ja esitystapa (Liikenneviraston ohjeita 44/2013)*, jonka mukaan osamallien numerointi olisi seuraavanlainen:

- 1 Hallinnolliset rajat
- 3 Väylämalli

- o 3 Päätie
- o 4 Muut maantiet
- o 5 Yksityistiet
- o 6 Kadut
- o 7 Radat ja raitiotiet
- 9 Pohjarakennus
- 10 Vesien hallinta
 - o 10-1 Laskuojat ja -altaat
 - o 10-2 Hulevesiverkostot ja rummut
 - o 10-3 Hulevesipumppaamot
 - o 10-4 Pohjavedensuojaus
- 11 Johdot ja laitteet
- 12 Väyläympäristö
 - o 12-1 Läjitysalueet
 - o 12-2 Muut ympäristön kannalta tärkeät alueet
 - o 12-3 Istutukset
 - o 12-4 Kalusteet
- 14 Työn aik. rakenteet ja liikennejärjestelyt
- 15 Sillat
- 16 Muut taitorakenteet
 - o 16-1 Melusteet
- 16-2 Tukimuurit
- 17 valaistus
- 18 Liikenteenohjaus
 - o 18 Kiinteä liikenteenohjaus
 - o 19 Liikennevalo-ohjaus
 - o 20 Telematiikka
- 21 Tunnelit
 - o 21 Tunnelirakenteet
 - o 22 Tunneleiden LVIA
 - o 23 Tunneleiden sähkö-, tele- ja turvajärjestelmät

Tällainen jako on kuitenkin laaja ja välttämättä malleja ei tarvitse jakaa näin tarkasti. Toisaalta selkeästi jaetut mallin selkeyttävät koko suunnitteluprosessia.

Jaosta riippumatta katusuunnitelmamalli koostuu seuraavista asioista:

- hallinnolliset rajat
- väylämalli
- pohjarakennus
- vesien hallinta
- johdot ja laitteet

- väyläympäristö
- työnaikaiset rakenteet ja liikennejärjestelyt
- sillat ja muut taitorakenteet
- valaistus
- liikenteenohjaus
- tunnelit.

Jokaisen kohdan tarkkuustasovaatimukset on esitetty YIV2015 osassa 4.

Inframalliluettelo eli tietomalliloki

Liikenneviraston ohjeen *Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 12/2017* mukaan Tie- ja ratahankkeissa suunnittelumallien tiedot kirjataan tietomallilokiin, joka on verrattavissa lähtötietomallin lähtötietoluetteloon. Tietomalliloki sisältää (Liikennevirasto 2017.):

- päivämäärä
- tekniikkalaji
- tiedostonimi
- tiedostonsijainti
- toimenpiteet
- huomautukset
- vastuuhenkilö.

YIV2015 käyttää termiä inframalliluettelo. Luettelon tavoitteena on dokumentoida mallien muutoshistoria sekä selkeyttää mallien rakennetta. Pienissä hankkeissa ei ole välttämätöntä käyttää tietomallilokia. Loki kuitenkin helpottaa tiedon hallintaa oli kyseessä sitten pieni tai suuri hanke. (YIV2015 osa 8, 8.)

Inframallin luovuttaminen

Malliaineisto voidaan lähettää tilaajalle sovitulla osamallijaolla tai yhdistelmämallina. Varsinkin pienissä hankkeissa on järkevää hyödyntää yhdistelmämallia.

Tietomalliselostukseen kirjataan malliaineiston sisältö ja etenkin poikkeukset oletetusta sisällöstä. Haasteena katusuunnitteluvaiheen malleissa on, että mallien tarkkuustaso ei ole vielä lopullinen. Esimerkiksi vesihuollon rakenteiden sijainnit ovat määritelty likimain, mutta yksityiskohtainen suunnittelu tehdään vasta rakennussuunnitteluvaiheessa. Niinpä tietomallit eivät aina kuvaa toimivia ratkaisuja ja tällaisissa tapauksissa tietomalliselostuksen merkitys kasvaa. (YIV2015 osa 8, 10.)

4.5 Inframalli rakennussuunnitteluvaiheessa

Rakennussuunnitelmavaiheen inframallin tulee olla niin tarkka, että sen avulla kadun rakenne voidaan toteuttaa. Teknisten yksityiskohtien ratkaisut päätetään ja suunnitellaan. Rakennussuunnittelmamalli tukee yhteensovittamista, havainnollistamista, aikataulutusta, määrälaskentaa, työmaan hankintoja sekä laadunvarmistus-, koneohjaus- ja mittaus toimintaa. Mallien teossa on huomioitava, että rakennussuunnitelmavaiheessa on ehdottoman tärkeää, että mallien formaatti on IM3 mukainen. (YIV2015 osa 5.1, 4.)

Rakennussuunnitelmavaiheen mallintamisen tavoitteita voivat olla esimerkiksi:

- Suunnitelmien yhteensopivuuden varmistaminen.
- Kustannusten hallinta.
- Aineisto, jota hyödynnetään urakan tarjousvaiheessa.
- Rakennusvaiheen riskien kartoitus ja minimointi.
- Rakennussuunnitelmamalli.

Lähtökohtaisesti mallinnetaan kaikki rakennettavat osat. Poikkeuksia voidaan kuitenkin tehdä, mutta niistä on sovittava heti suunnittelun alussa tai jo tarjouspyynnössä. (YIV2015 osa 8, 5.).

4.5.1 Lähtötietomalli rakennussuunnitelmavaiheessa

Lähtökohtaisesti rakennussuunnitelmavaiheen alkaessa lähtötietomalli on jo tarkentunut lopulliseen tarkkuuteen. Lähtötietomallin tulee olla siinä tarkkuudessa, että rakentaminen voidaan toteuttaa mallin avulla.

4.5.2 Rakennussuunnitelmamalli

Rakennussuunnitelmamalli noudattaa YIV2015 osien 5.1, 6.1 ja 7.1 mukaista tarkkuutta, jos ei muuten ole sovittu. Osa 5.1 sisältää tiedot maa-, pohja- ja kalliorakenteiden sekä päälly- ja pintarakenteiden tarkkuudesta. Osa 6.1 sisältää järjestelmät esimerkiksi vesihuollon ja osa 7.1 rakennustekniset rakennusosat kuten sillat ja laiturit.

Kuten katusuunnitelmavaiheessa myös rakennussuunnittelussa on hyvä hyödyntää tietomallilokia. Pienissä projekteissa käyttö on harkinnan varaista.

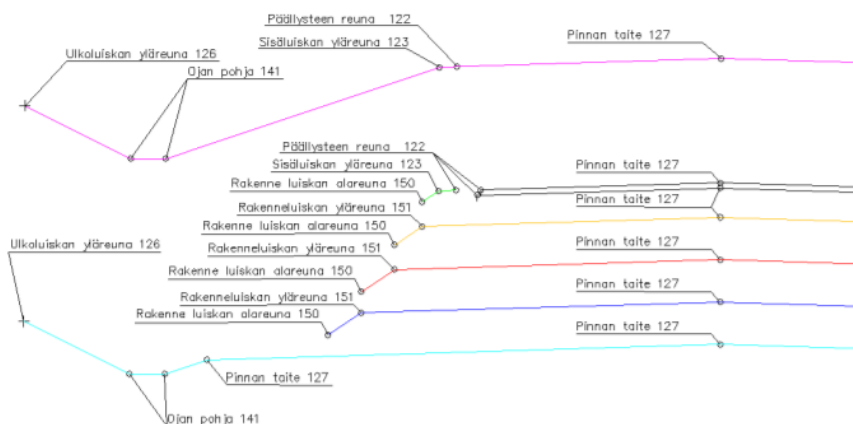
4.6 Toteutusmalli

Toteutusmallilla tarkoitetaan koneohjausmallia eli työkoneautomaatiota. Työkoneautomaatio tarkoittaa 3D-ohjausjärjestelmien käyttöä työkoneissa. Suunnitelmatiedot tuodaan työkoneiden tietokoneille, joista työkoneenkuljettaja näkee koneohjausmallin ja työkoneen aseman. Koneohjauksen avulla vältytään maastoon merkitsemiseltä ja urakat voidaan toteuttaa tarkemmin ja nopeammin. Toteutusmallin teko on siis suunnittelun osalta hankkeen viimeinen vaihe. YIV 2015 osassa 5.2 käydään läpi toteutusmallin teko. (YIV2015 osa 5.2, 3.)

Toteutusmalli sisältää kadun rakennepinnat jatkuvina 3D-taiteviivoina ja kolmioverkkomalleina. Jokainen rakennepinta mallinnetaan erillisenä toteutusmallina ja yhdistettynä toteutusmallit muodostavat toteutusmallin. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että kaikki rakenneosat joiden toteutukseen hyödynnetään koneohjausta, on mallinnettava. (YIV2015 osa 5.2, 3.)

Tilajalle toimitettaessa tiedostot lähetetään LandXML-standardin mukaisessa Inframodel-formaatissa. Joissain tapauksissa kolmioverkkoaineisto voidaan lähettää dwg-tiedostona. Toimitukseen liitetään toteumamallin tietomalliselostus. (YIV2015 osa 5.2, 17.)

Toteumamallien on noudatettava InfraBIM-nimikkeistön numerointia ja nimeämiskäytäntöjä (kuva 10) (YIV2015 osa 5.2, 8.)



Kuva 10. Toteutusmallin taiteviivat rakennekerroksittain InfraBIM-nimikkeistön mukaisesti (YIV2015 osa 5.2, 8.)

Toteutusmallin tarkkuusvaatimukset

YIV2015 osassa 5.2 on esitetty tarkkuusvaatimukset tarkemmin. Yleisesti voidaan todeta, että

- taiteviivojen tulee olla jatkuvia
- taiteviivat eivät saa sisältää päällekkäistä tietoa
- taiteviivat eivät saa poiketa suunnitelmamallista yli 3 mm (tarkkoja, mutta eivät liian raskaita työkoneiden ohjausjärjestelmille)
- taiteviivan pituus max. 10 m min. 0,5 m
- kolmioinnin tulee olla säännönmukainen (tähän päästään ohjeistuksen mukaisilla taiteviivoilla).

Tilajalle toimitettaessa Toteumamalli on tarkastettava ja sen tulee olla ohjeistuksen mukainen. (YIV2015 osa 5.2, 10, 14, 15.)

Toteutusmallin nimeäminen

Tiedostojen ja kansioiden tulee olla selkeästi ja kuvaavasti nimettyjä. Esimerkiksi kadun x ylin yhdistelmäpinta nimetään seuraavalla tavalla (YIV2015 osa 5.2, 18.):

- KatuX_Yyp_0-500, jossa
 - KatuX on kadunnimi
 - Yyp on rakennepinna nimi
 - 0-500 on paaluväli.

Toteutusmallin kokoaminen

Toteumamallitiedostot kootaan yhteen pinnoittain tai väylittäin.

Pinnoittain eriteltynä: Ylin yhdistelmäpinta 201000; Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB; yläpinta 213100 ovat omia kansioitaan.

Väylittäin eriteltynä (YIV2015 osa 5.2, 19.):

- Väylän oma kansio
- väylänkansio jaetaan alikansioihin: geometriat, taiteviivat ja kolmioverkot
- alikansioihin talletetaan väylän tiedot nimeämishojjeen mukaan.

4.7 Inframallien laadunvarmistus

Inframallien laadunvarmistuksella pyritään varmistamaan, että mallit tehdään alan yleisten ohjeiden ja vaatimuksien mukaan. Toinen tärkeä tavoite on havaita mallien puutteet, ristiriidat ja virheet mahdollisimman aikaisin. Kolmas tavoite on mahdollistaa edellisten hankkeiden toteutumamallien käytön uusien hankkeiden lähtötietona ja näin synnyttää katkeamaton ketju mallien välille. Oikeanlaisella laadunvarmistus prosessilla voidaan parantaa suunnitelmien laatua, lyhentää hankkeen läpimenoaika, ja vähentää kustannuksia. (YIV2015 osa 8, 5.)

Mallien tarkastuksissa malleja tarkastellaan kolmesta näkökulmasta:

- Tekninen mallisisältö: malli noudattaa vaadittuja standardeja ja nimikkeistöjä.
- Inframallin tietosisältö: malli sisältää kaiken vaaditun tiedon.
- Inframallin laadun arviointi: suunnitteluratkaisut ovat toteutuskelpoisia, mallien yhteensovittamisessa ei ilmene ristiriitoja tai virheitä (YIV2015 osa 8, 5.).

4.7.1 Roolit ja vastuut

Suunnittelijan tehtävät

Suunnittelija on aina vastuussa tuottamastaan aineiston laadusta. Laadunvarmistamiseksi suunnittelijan on huomioitava seuraavat asiat:

- Tuotetut inframallit ovat YIV-ohjeiden ja hankekohtaisten sopimusten mukaiset
- Laadunvarmistuksessa havaitut puutteet ja virheet tulee kirjata sisäiseen tarkastusdokumenttiin
- Sisäistä tarkastusdokumenttia täytetään ja siihen kirjataan perustellusti korjaustoimenpiteet tai niiden puuttuminen
- Sisäinen tarkastusdokumentti toimitetaan tilaajalle helpottamaan tilaajan tarkastusta (YIV2015 osa 8, 9.)

Tietomallikoordinaattorin tehtävät

Tietomallikoordinaattori tarkastaa mallit ja yhteen sovittaa eri tekniikkalajien mallit. Tietomallikoordinaattorilla on useita tehtäviä, jotka on kerrottu luvussa 2.2. Laadunvarmistuksen osalta koordinaattorin tehtävät voivat olla seuraavanlaisia:

- Tarkastaa, että mallit noudattavat yleistä ohjeistusta ja hankekohtaista ohjeistusta.
- Tarkistaa, että mallien koordinaattorit, mittayksiköt ja tiedostoformaatit ovat oikein.
- Koota ja ylläpitää yhdistelmämallia.

- Käydä läpi inframalliselostus ja -luettelo sekä sisäinen tarkastusdokumentti.

Mikäli malleissa havaitaan virheitä tai puutteita koordinaattori koordinoi suunnittelijat tekemään korjaukset. (YIV2015 osa 8, 10.)

Tilaaajan tehtävät

Tilaaajan tulee varmistaa, että suunnittelun laadunvarmistus on tehty. Tilaaaja voi tehdä itse mallien laadunvarmistuksen tai voidaan käyttää ulkoisia tietomallinnuksen asiantuntijoita.

Tilaaajan tarkastuksessa ei korjata virheitä ja puutteita, vaan tilaaaja tekee inframallien tarkastusraportin, josta ilmenee mallien korjaus tarpeet. Tarkastusraportti toimitetaan mallien tuottajalle, joka korjaa puutteet. Mikäli korjauksia ei tehdä on mallien tuottajan kirjattava perustelut korjaustoimenpiteiden poisjäännille. Korjaustoimenpiteet ja niiden laajuus määräytyvät hankekohtaisten vaatimusten sekä yleisten ohjeistuksien mukaan.

Kun tilaaaja on tarkastanut ja hyväksynyt mallit, voidaan ne julkaista sovitussa laajuudessa. (YIV2015 osa 8, 10.)

4.7.2 Dokumentaatio

Laadunvarmistuksen perustana toimii toimiva dokumentaatio, eikä sitä voi korostaa liikaa syntyvän tiedon määrän takia. Alle on listattu tietomallipohjaisen projektin laadunvarmistusdokumentit:

- tietomallisuunnitelma
- tietomalliselostus
- lähtöaineistoluettelo
- inframalliluettelo eli tietomalliloki
- sisäinen tarkastusdokumentti
- tilaaajan tarkastusraportti.

Dokumentaation laajuus ja määrä voi vaihdella projektien tarpeiden mukaan mukaan. (YIV2015 osa 8.)

5 PILLINIEMENTIEN KATU- JA RAKENNUSSUUNNITTELU

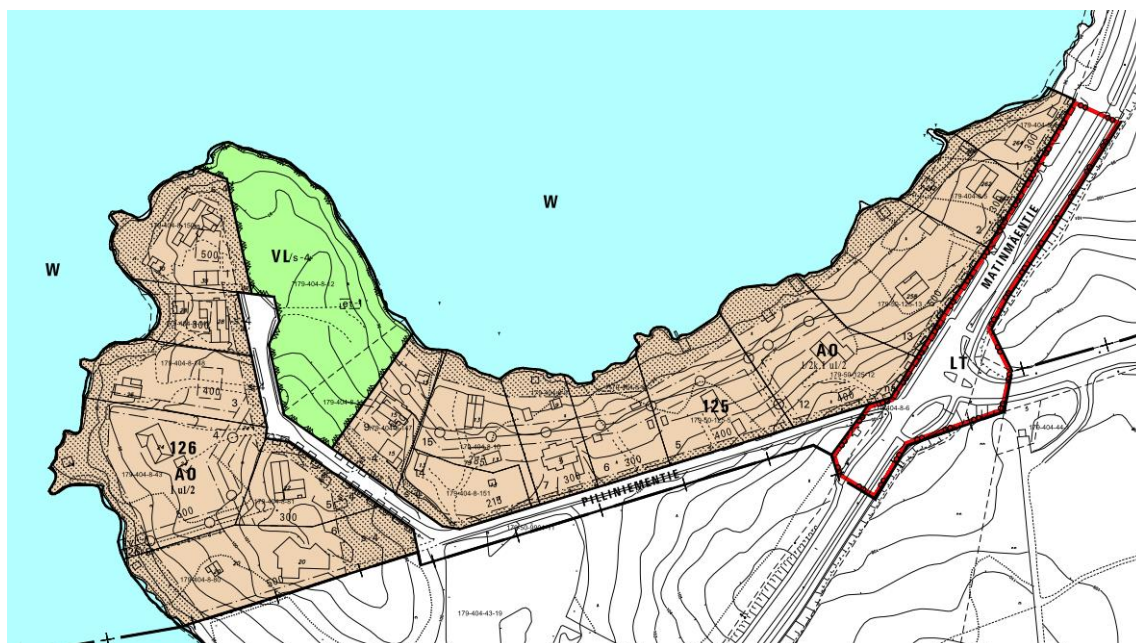
5.1 Pilliniementien esittely

Pilliniementie on sorapintainen katu, joka sijaitsee Jyväskylässä Palokassa Alvajärven rannalla (kuva 11.). Katu on noin 450 metriä pitkä ja liittyy Matinmäentiehen. Kadun varressa on omakotitaloja. Kadun varsi on sekametsää ja vanhaa peltoa. Alueella on havaittu myös liito-oravia. Kadun kuivatus on toteutettu avo-ojin sekä lyhyellä hulevesiviemärillä.



Kuva 11. Pilliniementie sijaitsee Jyväskylässä Alvajärven rannalla (JKL karttapalvelu).

Pilliniementie sijaitsee asemakaava-alueella (kuva 12.). Katu-alue on enimmäkseen kahdeksan metrin levyinen ja alueelle on kaavoitettu omakotitalo tontteja. Lisäksi Pilliniemen kärjessä on virkistys-alue ja jätevedenpumppaamo.

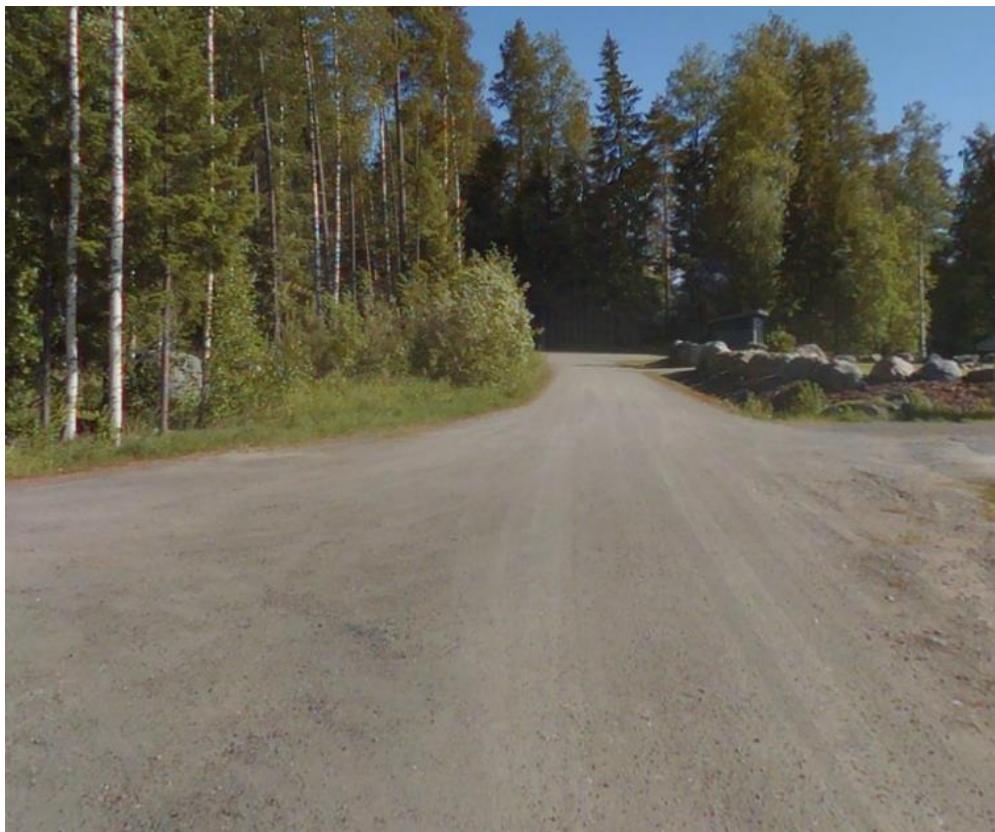


Kuva 12. Pilliniementien asemakaava (JKL karttapalvelu 2017).

Saneerauksessa katu pinnoitetaan ja kadun kuivatusta parannetaan. Kuvista 13 ja 14 näkee millainen Pilliniementie on nykytilassa.



Kuva 13. Pilliniementie Matinmäentien liittymästä katsottuna (Cyclomedia 2017).



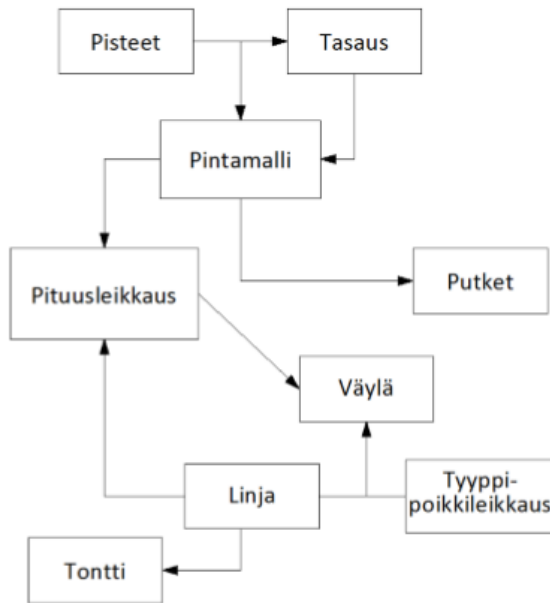
Kuva 14. Pilliniementie käänköpaikalta katsottuna (Cyclomedia 2017).

5.2 Katu- ja rakennussuunnittelussa käytetyt ohjelmistot

AutoCad Civil 3D

Kuten johdannossa mainittiin, opinnäytetyö liittyy Pöyryn sisäiseen projektiin, jossa tutkitaan uuden suunnitteluohjelmiston käyttöönottoa. Pöyry on valinnut testiin AutoCAD Civil 3D -ohjelmiston. Civil 3D:n ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 2004 ja se on hyvin suosittu yhdyskuntasuunnitteluohjelma ympäri maailmaa. Civil 3D sisältää itse asiassa kolme ohjelmaa: AutoCAD:n, AutoCAD Map 3D:n ja itse Civil 3D:n. Suomessa Civil 3D:tä jakelee ja myy Symetri Oy.

Civil 3D:llä suunnittelu perustuu täysin tietomallintamiseen. Se luo älykkäitä kytkentöjä eri suunnittelu objektien välille, mikä mahdollistaa muiden objektien automaattisen päivityksen kun yhteen tehdään muutoksia. Esimerkiksi kun kadun pystyprofiiliin tehdään muutoksia, muutos näkyy automaattisesti väylämallissa ja leikkauskuvissa. Kuvassa 15 on kuvattu miten yleisimmät käytetyt objektit linkittyvät keskenään. (CADlink Oy, 2013)



Kuva 15. Civil 3D objektien linkittyminen (CADlink Oy, 2013).

Suunnittelijoille, joilla on jo kokemusta AutoCAD:n käytöstä, Civil 3D:n käyttöönotto on suhteellisen helppoa, sillä kaikki perus piirustuskomennot ovat samat kuin muissakin CAD-pohjaisissa ohjelmissa. Myös valikkorakenne on samanlainen verrattuna muihin CAD ohjelmiin. (CADlink Oy, 2013)

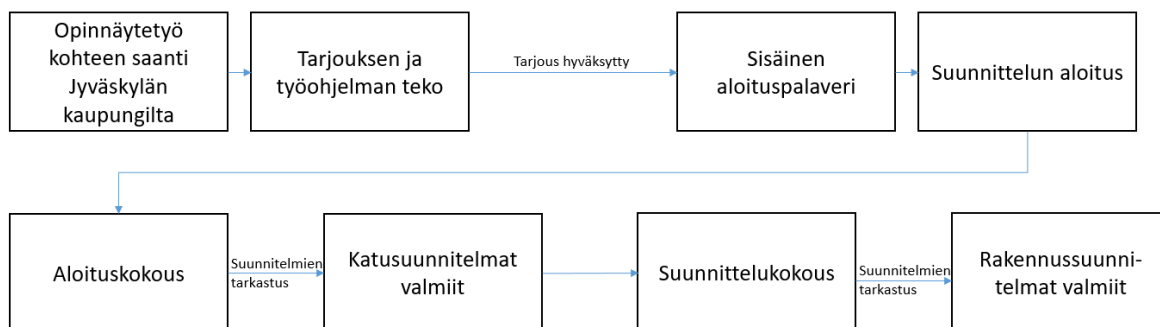
Civil 3D:n käyttöönotto vaatii asetusten konfiguroinnin suomalaisten standardien mukaiseksi. Näistä konfiguroinneista on kerrottu seuraavissa kappaleissa kunkin suunnitteluvaiheen osalta. Johtopäätöskappaleessa on tehty yhteenveto Civil 3D:n hyvistä ja huonoista puolista.

FIKSU Geo

FIKSU Geo on Symetrin kehittämä suomalaisia standardeja soveltava ohjelmisto, joka toimii Civil 3D:n päällä. Nimensä mukaisesti FIKSU Geo on etenkin geosuunnitteluohjelma, mutta sillä on myös muitakin ominaisuuksia, jotka helpottavat Civil 3D:n käyttöä suomalaisten standardien mukaan. FiksuGeon lisäksi Symetrillä on muitakin FIKSU-tuoteperheen ohjelmistoja, jotka helpottavat Civil 3D:n käyttöä entisestään.

5.3 Suunnitteluprojektin kulku opinnäytetyössä

Suunnittelukohde saatiin jo vuoden 2016 lopussa. Tarjous (LIITE 1) ja työohjelma (LIITE 2) valmistuivat tammikuussa 2017. Suunnittelutyö ei kuitenkaan päässyt alkamaan kuin vasta maaliskuussa 2017. Syynä tähän oli Civil 3D:n käyttöönoton hitaus. Ensimmäiset Civil 3D -koulutukset pidettiin helmikuussa ja ohjelmiston konfigurointi on vienyt aikaa. Lisäksi muut työkiireet viivästyttivät työn aloitusta. Kuvio 1 esittää vaiheet aina rakennussuunnitelmien loppuun saakka, mutta tähän työhön on sisällytetty asiat vain katusuunnitelmien luonnosten valmistumiseen saakka. Myös sisäinen aloituskokous ja suunnittelukokous 1 viivästyivät muiden työkiireiden vuoksi. Sisäinen aloituskokous pidettiin huhtikuun puolessa välissä ja suunnittelukokous 1 toukokuun alussa.



Kuvio 1. Pilliniementien suunnittelun vaiheet.

5.4 Lähtötietomalli

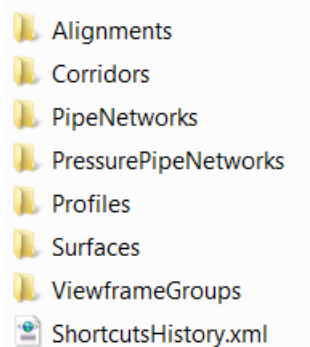
Tilaaajalta saatiin suunnittelualueen pohjakartta, asemakaava ja maastomalli. Vesihuollon verkostotiedot tilattiin Jyväskylän Energia Oy:ltä ja kaapelitiedot paikallisilta operaattoreilta. Liitteessä 3 on Pilliniementien lähtöaineistoluettelo, johon on kuvattu kaikki oleellinen tieto lähtöaineistosta (aiemmat vaiheet, raaka-aine ja lähtötiedot). Lähtöaineisto tarkastettiin, koottiin, järjestettiin ja harmonisoitiin YIV2015 mukaisesti.

Lähtötietomalli sisältää maastomallin, vesihuollon verkostomallit, kaapelitiedot sekä tietomalliselostuksen (LIITE 4) ja lähtöaineistoluettelon.

5.5 Inframalli

5.5.1 Projektin luonti Civil 3D:hen

Jotta Civil 3D:n linkitykset eri objektien välillä toimisi, tulee luoda Data Shortcut eli projekti, jonne talletetaan tieto siitä, missä käytettävät objektit sijaitsevat. Projekti luodaan sellaiseen paikkaan, jonne kaikilla suunnittelijoilla on pääsy. Civil 3D luo automaattisesti kansiorakenteen (kuva 16.), joka sisältää tiedon objektien sijainnista xml tiedostoina. Automaattisesti luotua kansiorakennetta ei saa itse mennä muuttamaan.



Kuva 16. Civil 3D kansiorakenne

Suunnittelua varten luodaan vastaava kansiorakenne, joka talletetaan inframallin kansioon. Toisin kuin lähtötietomallin osalta, inframallin kansiorakennetta ei ole standardoitu. Siispä on järkevää käyttää Civil 3D:n tarjoamaa rakennetta.

Civil 3D:n data shortcuttien täysi hyödyntäminen vaatii, että kaikki objektit ovat omilla tiedostoissaan. Kuitenkin pienissä projekteissa, joissa on usein vain yksi suunnittelija, on järkevää yhdistää esimerkiksi mittalinja ja pystyprofiili samaan tiedostoon.

5.5.2 Väylämalli

Inframallin teko alkaa väylämallin suunnittelusta. Civil 3D:llä suunniteltaessa väylämalli suunnitellaan järjestyksessä:

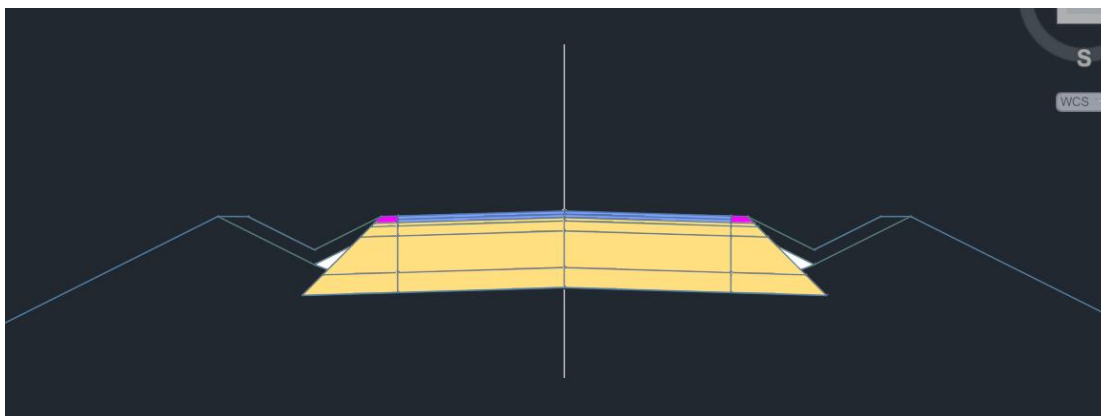
- mittalinja (alignment)
- pystyprofiili (profile)
- tyyppipoikkileikkaus (assembly)
- väylämalli (corridor)

Alignment eli mittalinja määrää kadun sijainnin x,y-koordinaatistossa. Nykyisellään Pilliniementie ei ole katualueen keskellä ja suunnittelussa mittalinja asetettiin katualueen keskelle (kuva 17). Lisäksi liittymä Matinmäentiehen käännettiin kohtisuoraksi. Liittymän muutoksen johdosta matinmäentien bussipysäkkiä jouduttiin siirtämään.



Kuva 17. Pilliniementien mittalinja (LIITE 7).

Profile eli pystygeometria määrää kadun koron. Katu suunniteltiin mukailemaan nykyistä geometriaa (kuva 18.).



Kuva 19. Pilliniementien tyyppipoikkileikkaus (LIITE 8).

Kadun leveys määräytyy käytävissä olevan tilan ja liikenteen määrän mukaan. Pilliniementie on tonttikatu, jolla liikenne on vähäistä. Kadun leveyden määritti tässä tapauksessa 8 metrin levyinen katualue, johon mahtuu 4,5 metrin levyinen katu. Sivukaltevuus määritettiin standardin mukaisesti -0,030.

Rakennekerrosten paksuus määräytyy maaperän ominaisuuksien mukaan. Pilliniementiellä ei ole tehty uusia pohjatutkimuksia, joten rakennekerrosten paksuus määritettiin vanhojen suunnitelmien mukaisiksi.

Luisien kaltevuudeksi sovittiin 1:2 ja kasvualustan paksuutena käytettiin 0,2 metriä.

Corridor eli väylämalli koostuu edellä mainituista asioista.

5.5.3 Vesienhallinta

Katualueella syntyvät hulevedet johdetaan sivuojia pitkin hulevesikaivoille. Sivuojen syvyys voidaan määrittää Civil 3D:ssä joko tyyppipoikkileikkauksessa tai käyttämällä targettina esimerkiksi 3D polyli-nea. Pilliniemen tapauksessa ojien syvyys määritettiin tyyppipoikkileikkaukseen 0,5 metriksi.

5.5.4 Johdot ja laitteet

Johtojen osalta suunnitteluun kuului hulevesilinja, jolla hulevedet johdetaan Alvajärveen. Uusi linja liittyy nykyiseen hulevesilinjaan.

5.5.5 Valaistus

Jyväskylän kaupungilla on käytäntö, jonka mukaan valaistuksesta tehdään erillinen suunnitelma JY-Net Oy:n toimesta. Katusuunnitelmassa näytetään vain valaisinpylväiden paikat.

5.6 Suunnitelman tulosteet

Jyväskylän kaupungin ohjeistuksen mukaisesti katusuunnitelma sisältää seuraavat tulosteet:

- Sijaintipaikkakartta (LIITE 6)
- Ote asemakaavasta
- Katusuunnitelmaselostus
- Asemapiirustus 1:500 (LIITE 7)
- Pituusleikkaus 1:1000/1:100 (LIITE 8)
- Tyypipoikkileikkaus 1:100 (LIITE 8)

Otteen asemakaavasta ja katusuunnitelmaselostuksen tekee tilaaja. Asemapiirustus, pituusleikkaus ja tyypipoikkileikkaus ovat luonnoksia.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Infrarakentamisen tietomallinnus on tätä päivää ja rakennushankkeiden osapuolien tulee ottaa tietomallintaminen vastaan ja hyödyntää sen tarjoamat mahdollisuudet. Haasteita asettaa ohjeistuksen keskeneräisyys, mutta YIV2015 on jo hyvällä mallilla ja sen kehitys jatkuu. Tietomallintamisen käyttöönotto etenee varmasti isoimpien kaupunkien kautta pienempiinkin kaupunkeihin, mutta tilanteeseen, jossa Suomessa hyödynnetään tietomallinnusta kaikkialla ei päästä vielä vuosikymmeniin.

Tietomallintamisen käyttöönotto aiheuttaa hankkeissa aluksi lisäkustannuksia, mutta kun mallintamisen käytännöt ovat selvät kaikille osapuolille päästään tilanteeseen, jossa säästetään aikaa ja rahaa. Tärkeänä hyötynä pidän mallintamisen tarjoamaa laadunvarmistamista hankkeiden jokaiseen vaiheeseen.

Suunnittelutyö uudella ohjelmistolla aiheutti omat haasteensa. Civil 3D on yhdysvaltalaisille standardeille sovitettu ohjelmisto, joten suunnittelutyön lisäksi työhön sisältyi paljon ohjelmiston konfigurointia. AutoCad ja Novapoint taustasta oli hyötyä, mutta osittain Civil 3D:n logiikka oli hyvinkin erilainen verrattuna Novapoint 18.30:een. Civil 3D:ssä täytyy toki olla erilainen logiikka eri objektien liittymien välillä ohjelmiston tietomallipohjaisuuden vuoksi.

6.1 Civil 3D:n käyttöönotto (vain tilaajan käyttöön)

LÄHDELUETTELO

BARISON, Maria ja SANTOS, Eduardo. 2010. An Overview of BIM Specialists. ResearchGate.

BUILDINGSMART.FI [verkkoaineisto].[viitattu 2017-02-27] Saatavissa: <https://buildingSMARTFinland.fi/infrabim/>

CADLINK OY. 2013. AutoCAD Civil 3D 2014 perusteet. Helsinki: Future CAD Oy

Cyclomedia Globespotter –palvelu [verkkoaineisto].[viitattu 2017.05.20] Saatavissa: <https://globespotter.cyclomedia.com/application/>

DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS. 2010. BIM Roles and Responsibilities.

JANHUNEN, Niko, PIENIMÄKI, Markku ja PARANTALA, Seppo. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 4 Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa. Helsinki: buildingSmart Finland

Jyväskylän kaupungin karttapalvelu [verkkoaineisto].[viitattu 2017.05.20] Saatavissa: <https://kartta.jkl.fi/ims>

KARJALAINEN, Tiina. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 6.1 Järjestelmät. Helsinki: buildingSmart Finland

LIIKENNEVIRASTO. 2017. Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje, Liikenneviraston ohjeita 12/2017. Helsinki: Liikennevirasto, 2017.

LIUKAS, Juha ja KEMPPAINEN, Liisa. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 2 Yleiset mallinnusvaatimukset. Helsinki: buildingSmart Finland

LIUKAS, Juha ja VIRTANEN Juuso. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 3 Lähtötiedot. Helsinki: buildingSmart Finland

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSASETUS. 1999. [verkkoaineisto]. <http://www.finlec.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>.

MÄKINEN, Erkki, TIEAHO, Iikka ja PAKARI, Juha. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 8 Inframallin laadunvarmistus. Helsinki: buildingSmart Finland

NAPARI, Matias, DETTENBORN, Taavi, TYYNELÄ, Petri, KÄRKI Iikka, HULKKONEN, Noora, HARJULA, Lauri, BROTHEUS, Valtteri, HAVERINEN Henri ja HORN Frans. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 5.1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällyys- ja pintarakenteet. Helsinki: buildingSmart Finland

NISKANEN Jari. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 1 Tietomallipohjainen hanke. Helsinki: buildingSmart Finland

SALONSAARI, Minna, SAVOLAINEN, Jarkko ja MYLLYMÄKI, Heikki. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 7.1 Rakennustekniset rakennusosat. Helsinki: buildingSmart Finland

SNELLMAN, Sami. 2015. Yleiset inframalli vaatimukset osa 5.2 Maanrakennustöiden toteutusmallinn (koneohjausmalli) laadintaohje. Helsinki: buildingSmart Finland

LIITE 1: PILLINIEMENTIEN TARJOUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 2: PILLINIEMENTIEN TYÖOHJELMA (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 3: PILLINIEMENTIEN TIETOMALLISUUNNITELMA (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 4: PILLINIEMENTIEN LÄHTÖAINEISTOLUETTELO (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 5: PILLINIEMENTIEN TIETOMALLISELOSTUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 6: PILLINIEMENTIEN SIJAIN TIPA I K KARTTA (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 7: PILLINIEMENTIEN ASEMAPIIRUSTUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 8: PILLINIEMENTIEN PITUUSLEIKKAUS JA TYYPIPOIKKILEIKKAUS (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)