



Ilpo Sjöman

TIETOMALLIEN HYÖDYNTÄMINEN OULUN KAUPUNGIN INFRARAKENTAMISESSA



TIETOMALLIEN HYÖDYNTÄMINEN OULUN KAUPUNGIN INFRARAKENTAMISESSA

Ilpo Sjöman
Opinnäytetyö
Syksy 2013
Yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, yhdyskuntatekniikka

Tekijä: **Ilpo K. Sjöman**

Opinnäytetyön nimi:

Tietomallien hyödyntäminen Oulun kaupungin infrarakentamisessa

Työn ohjaajat:

Oulun seudun ammattikorkeakoulu: lehtori Terttu Sipilä

Oulun tekninen liikelaitos: yksikön päällikkö Heikki Tuomaala
työpäällikkö Pasi Nikula
kehityspäällikkö Risto Mattila

Työn valmistumislukukausi ja –vuosi: Syksy 2013

Sivumäärä: 53 + 1 liite

Oulun tekninen liikelaitos hyödyntää infrarakennuksen työmailla tietomalleja koneautomaatiossa. Työnjohdolla on tästä huolimatta edelleen käytössään suunnitelmat perinteisinä paperiversioina ja pdf-muotoisina tiedostoina. Puutteena on nähty näiden materiaalien päivittäminen ja ajantasaisuus sekä versioiden hallinta.

Toimeksiantoon kuului selvittää tietomallien käytön hyödyntämisen nykytila ja kuvata rakentamisen tulevaisuuden tavoitetila infrarakentamisen prosessissa tietomallien hyödyntämisen suhteen. Opinnäytetyö toteutettiin haastattelemalla prosessin ydinhenkilöitä ja tutustumalla raporteihin ja kirjallisuuteen.

Tuloksena syntyi suunnitelma, miten vaiheittain siirrytään kohti paperitonta tietomalleja hyödyntävää työmaatoimintaa. Suunnitelmaan sisältyy kolme kehittämisen osa-aluetta: Toiminta, tekniikka ja osaaminen. Osaamisen kehittämiseen sisältyy yleistä tietomalleihin liittyvää koulutusta sekä laite- ja sovelluskohtaista koulutusta. Tekninen kehittäminen koostuu uusien laitteiden ja järjestelmien hankkimisesta. Toiminnan kehittäminen puolestaan on koko rakentamisen prosessin kattavaa organisaatioaidat ylittävää käytänteiden ja toimintaympäristön kehittämistä.

Asiasanat:

Infrarakentaminen, prosessi, kehittäminen, käyttöönotto, visio
infraBIM, inframalli, tietomalli, tuotemalli

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Municipal Engineering

Author: **Ilpo K. Sjöman**

Title of thesis:

Utilizing Information models in Building Municipal Infrastructure in the City of Oulu

Supervisors :

Terttu Sipilä (Oulu University of Applied Sciences),
Heikki Tuomaala, Pasi Nikula, Risto Mattila (Oulu Technical Public utility)

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2013

Pages: 53 + 1 appendices

Oulu Technical Public utility (TEKLI) uses information models in machine automation at infrastructure building sites. Site supervisors, however, use plans in paper format and PDF files only. The shortcoming of the current situation is the revision and updating of these materials, their accuracy and managing the different versions.

The aim of this thesis was to clarify the current state of utilization of building information modelling in TEKLI and to describe the future state of municipal infrastructure building process with regard to the use of building information models. The thesis was carried out by interviewing the key persons of the process and by reviewing reports and literature on the subject.

The result of this thesis is a plan that describes how to manage a phase-wise transition to paperless, mobile building site operations using building information models. The plan is divided into three sub-areas of development: operations, technology and competence. General training related to building information models as well as equipment and application based training is included in the competence development, whereas technological development consists of acquiring new equipment and systems. Operations development contains both developing of methods and operations environment, that goes beyond organizational barriers covering the whole building process.

Key words:

Infrastructure, building, process, development, implementation, infraBIM, infra model, information model, product model

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	6
1 JOHDANTO	10
2 TIETOMALLIT INFRARAKENTAMISESSA	11
3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	13
3.1 Päätoimijat	13
3.2 Käytössä olevat ohjelmat ja laitteet	14
4 TIETOMALLIT INFRARAKENTAMISEN PROSESSISSA	18
4.1 Infrarakentamisen vaiheet ja tietomallin hyödyntäminen	18
4.2 Tietomalliprosessin kuvaus	19
4.3 Kokemuksia tietomallien käytöstä	22
4.4 Tietomalliprosessin ongelmakohdat	23
4.5 Nykyisen prosessin tavoitetila ja parannustoimenpiteet	26
5 TULEVAISUUDEN TYÖMAA	29
5.1 Tietomallien käyttö tulevaisuudessa	29
5.2 Ubiikki älytyömaa	30
5.3 Visioon perustuva tavoitetila ja kehittämistoimenpiteet	32
6 SUUNNITELMA TAVOITETILAAN PÄÄSEMISEKSI	36
6.1 Toiminnan kehittäminen	37
6.2 Tekninen kehittäminen	42
6.3 Osaamisen kehittäminen	44
6.4 Suunnitelman vaiheet	45
7 POHDINTA	48
LÄHTEET	50
Liite 1. Haastattelujen vastaukset	

SANASTO

InfraBIM: Inframallin englannin kielinen lyhenne, InfraBIM (Infra Built Environment Information Model). (1.)

Inframalli, infratietomalli: Infrarakenteen tuotemalli. Yhteisesti sovitun inframallin tietomäärittelyn tietyn infrarakenteen instantiointi. Esimerkiksi tietyn tiekohteen tiedot tallennettuina Inframodel v.1.2-spesifikaation mukaiseen siirtotiedostoon. Viime aikoina on ryhdytty rakennusalalla yleisesti käyttämään termiä *tietomalli* tuotemallin synonyyminä. (1.)

Inframallin vaiheistus: Inframallin tietosisällön kehittymisen ja tuotetiedon kumuloitumisen karkeaksi kuvaamiseksi määritelty vaiheistus. Esimerkiksi lähtötieto-, toteutus-, toteuma ja ylläpitomalli. (1.)

Inframallitieto: Infrarakenteiden tuotetieto. Infrarakenteita koskevien tietojen esitysmuoto, joka soveltuu ihmisten ja tietokonesovellusten toimesta tapahtuvaan kommunikointiin, tulkintaan ja prosessointiin. (1.)

Inframodel: Kansallinen inframallin XML-pohjainen tietomäärittely, joka perustuu kansainväliseen LandXML-määrittelyyn. (1.)

Koneohjaus: Koneohjauksella tarkoitetaan maarakennustyökoneeseen asennettua konetta ja kuljettajaa opastavaa järjestelmää. Koneohjaus voidaan integroida työkoneen hydraulikkajärjestelmään, jolloin järjestelmä toimii täysin automaattisesti. Järjestelmää voidaan myös hyödyntää opastavana järjestelmänä, jolloin laitteen ohjauksesta vastaa koneen kuljettaja. (2.) Käytetään myös nimitystä työkoneautomaatio.

Koneohjausmalli: Työkoneiden ohjausjärjestelmissä tarvittava jatkuva kolmiulotteinen (3D) pinta- ja/tai linjamalli. Voi sisältää myös yksittäisiä (3D) pisteitä, joita voidaan hyödyntää työkoneiden ohjauksessa. (1.)

LandXML: Erikoistettu XML-pohjainen formaatti, joka sisältää määrittelyt infra- ja maanmittaustiedolle, jota käytetään yleisesti maanrakennuksessa ja väylien rakentamisessa ja ylläpidossa. (1.)

Lähtötietomalli: Eri tietolähteistä saadut tai mitatut tuotteiden, toiminnan ja palveluiden suunnittelua varten hankitut lähtötiedot mallinnettuna digitaalisessa muodossa. Tällaisia ovat esimerkiksi maasto- ja maaperämallit. (1.)

Maaperämalli: Digitaalinen maaperän (maanpinnan alapuolinen) malli. Sisältää maalajikerrosten likimääräiset (tulkitut) rajapinnat sekä mm. materiaaliominaisuus- ja vesipitoisuustietoja. (1.)

Maastomalli: Digitaalinen maaston pintamalli. (1.)

Malli: Kohteen abstraktio, joka kuvaa mallin käyttötarkoituksen kannalta relevantit kohteen ominaisuudet. (1.)

Mallipohjainen: Tiedon käsittelyn soveltamistapa, jossa esimerkiksi tuotetta kuvataan tietokonesovelluksilla mallina ja sen muodostavina osina, ja sovellukset pystyvät automaattisesti tulkitsemaan mallin sisältämiä tuotetietoja. (1.)

Paikkatieto: Tieto ilmiöstä, jonka sijainti Maan suhteen tunnetaan joko suoraan tai epäsuorasti. (1.)

Paikkatietoaineisto: Paikkatiedoista koostuva yksilöitävissä oleva kokoelma tietoja. (1.)

Projektimalli: Projektitietomallin (tuotetietomallin) instantiointi. Tietyn infrarakenteen tai hankkeen projektimalli kuvaa infrarakenteen ja siihen liittyvän rakennushankkeen tiedot projektitietomallin määrittelemässä muodossa. Projektimalli ja tuotemalli tarkoittavat samaa asiaa. (1.)

Prosessi: Toisiinsa liittyvien toimintojen, toimintojen välisten tieto- ja materiaalivirtojen, resurssien sekä prosessin hallinnan muodostama kokonaisuus määritellyn tuloksen tuottamiseksi. (1.)

Prosessimalli: Prosessin systemaattinen kuvaus, joka formaalilla tavalla kuvaa mallin käyttötarkoituksen ja näkökulman kannalta relevantit prosessin piirteet. (1.)

Rakennusprosessi: Rakennusprojektin ja infrarakenteen elinkaaren aikainen prosessi yleisesti. (1.)

RYM Oy: Kiinteistö- ja rakennusalan huippuosaamisen pääomasijoitusyhtiö, jossa on 53 osakasta. RYM toimii rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymänä (SHOK) ja kohdentaa huippututkimusta ja -osaamista yritysten kilpailukyvyyn kannalta tärkeimpiin hankkeisiin. (3.)

Suunnittelumalli: Infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukko, joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut. Voidaan tarvittaessa vaiheistaa tarkemmin esim. esi-, yleis-, väylä- (tie/katu/rata) ja rakennussuunnitte-

lumalleihin, ja voidaan jakaa kussakin suunnitteluvaiheessa esim. eri tekniikkalajien mukaan. (1.)

Takymetri: Maanmittauksessa käytettävä mittalaite, jolla mitataan säteittäisesti pisteiden sijainteja kojeeseen nähden. Mittaustiedosta saadaan laskettua pisteille sijainnit suorakulmaisissa koordinaatistoissa. (4.)

Tekla Oy: Tekla tuottaa tietomallinnusohjelmistoja rakennus-, energia- ja infrastruktuurialojen tarpeisiin. (5.)

Tiedonsiirto: Tietojen siirto sovellusten kesken; tyypillisesti tiedonsiirtotiedoston välityksellä. (1.)

Tietokanta: Jäsennetty ja hallittu tietojen kokoelma, jota yksi tai useampi sovellus voi käyttää ja päivittää. Määrämuotoisen tiedon kokoelma jossa tiedon tallentaminen ja hakeminen on automatisoitu. (1.)

Tietomalli (käsitemalli): Yleensä käytetään synonyyminä termille käsitemalli. Huomautus: Joskus tehdään ero toteutusteknologiasta riippumattoman käsitemallin, sekä tietylle toteutusteknologialle suunnitellun tietomallin (esimerkiksi tietokannan tietorakenteiden) välillä. Tuotetietoja kuvaavaa käsitemallia nimitetään tuotetietomalliksi. (1.)

Tietomalli (infran tietomalli): Nykyään on ruvettu käyttämään termiä "infran tietomalli tai inframalli" samassa merkityksessä kuin infran tuotemalli; vastaavaa tuotetietomallia on puolestaan alettu kutsumaan inframallin tietomäärittelyksi. (1.)

Toteumamalli: Infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukko (inframallin vaiheistus), joka kattaa suunnitelmien ja toteutuksen lopullisen toteuman. (1.)

Toteutusmalli: Infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukko, joka kattaa toteutuksen näkökulman eli esimerkiksi rakentamisen tehtävät, resurssit ja ajoituksen. Voi tarkoittaa myös suunnittelumallista jalostettuja työkonien koneohjausmalleja tai mittauksia varten laadittuja paikalleenmittausmalleja. (1.)

Tuotetieto: Tuotetta (esimerkiksi infrakohdetta) koskevien tietojen esitysmuoto, joka soveltuu ihmisten ja tietokonesovellusten toimesta tapahtuvaan kommunikointiin, tulkintaan ja prosessointiin. (1.)

Tuotetietomalli: Tuotetietoja määrittelevä käsitemalli. Tuotetietojen formaali määrittely, joka määrittelee tuotetietojen tietosisällön. Tuotetietomallin pohjalta voidaan toteuttaa tuotemallia käsitteleviä ohjelmistoja ja niiden välisiä rajapintoja.

Esimerkiksi LandXML 1.2 –spesifikaatio yhdessä Inframodel 1.2 -sovellusohjeen kanssa ovat infrarakenteiden tuotetietomalli. (1.)

Tuotemalli: Tiettyä tuotetta (esimerkiksi infrakohdetta) kuvaavat tiedot tuotetietomallin mukaisesti jäsennettynä, ja tallennettuna tuotetietona, tietokonesovelluksilla tulkittavissa olevassa muodossa. Esimerkiksi tietyn infrarakenteen, kuten tieväylän tiedot tallennettuna LandXML 1.2 / Inframodel 1.2 –spesifikaation mukaiseen siirtotiedostoon. (1.)

Huomautus: Talonrakennusalalla on tuotemalli-käsitteen synonyyminä alettu käyttää termiä rakennuksen tietomalli ja sen englanninkielistä lyhennettä BIM (Building Information Model). Vastaavasti infra-alalla voidaan käyttää englanninkielistä lyhennettä InfraBIM (Infra Built Environment Information Model). (1.)

Työkoneautomaatio: Maanrakennuksessa tarkoittaa samaa kuin koneohjaus.

Ubiikki: Kaikkiialla oleva (6.)

Vianova Systems Finland Oy: Vianova on rakennusalan ohjelmistotalo, jonka päätuotteena on suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon kehitetty Novapoint ohjelmistoperhe. (7.)

Virtuaalimalli: Jalostettu versio muista malleista. Esittelymalli (käytetään myös termiä havainnollistamismalli), joka sisältää muun muassa rakennepintojen tekstuureja, valoa, varjoja ja muita detaljeja, jotka tekevät mallista visuaalisesti mahdollisimman todellisuutta vastaavan. Virtuaalimallia voidaan myös käyttää eri simuloinneissa. (1.)

XML: eXtensible Markup Language. Yleinen menetelmä, jota voidaan soveltaa eri sovellusalueille tietojen määrittelemiseksi ja määrittelyn mukaisten tietojen kuvaamiseksi tietokonesovelluksilla tulkittavassa muodossa. (1.)

Yhdistelmämalli: Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli. Esimerkiksi maastomallista, maaperämallista, vanhojen rakenteiden mallista sekä tien ja sillan tuotemalleista muodostettu yhdistelmämalli. Voidaan käyttää esimerkiksi törmäys-tarkasteluihin suunniteltujen ja nykyisten objektien välillä. (1.)

Ylläpitomalli: Infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukko (inframallin vaiheistus), joka kattaa ylläpidon näkökulman eli esimerkiksi käytön ja ylläpidon aikaiset tehtävät, muutokset ja niin edelleen. (1.)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata Oulun kaupungin infrarakentamisen nykyinen prosessi tietomallin hyödyntämisen näkökulmasta sekä tuottaa Oulun tekniselle liikelaitokselle tietomallipohjaisen rakentamisprosessin visio ja tavoitetilä erityisesti työmaatoimintojen kannalta. Opinnäytetyössä tietomallien hyödyntäminen on rajattu koskemaan kunnallisteknistä uudisrakentamista.

Työssä selvitettiin, mikä oli tietomallien hyödyntämisen nykytilä Oulun kaupungin infrarakentamisessa. Samalla kartoitettiin nykyisen prosessin hyviä ja huonoja puolia sekä riskikohtia. Rakentamisprosessin kehittämisen kannalta suunniteltiin toimenpiteitä, joilla tietomallien hyödyntämistä sekä toiminnan laatua ja sujuvuutta voitaisiin parantaa.

Selvitysmenetelmänä käytettiin haastattelua ja havainnointia. Haastatteluaineisto kerättiin käyttäen kaikille yhteistä kysymyspohjaa. Havainnointia teki opinnäytteen tekijä toimiessaan työnjohtajana.

Tavoitteena oli tehdä suunnitelma siitä, miten infrarakentamisessa voidaan siirtyä tietomalleja täysipainoisesti hyödyntävään ja samalla paperittomaan työskentelyyn. Työn tuloksena syntyi tulevaisuuden visio, mikä purettiin edelleen konkreettisiksi tavoitteiksi ja suunnitelmaksi tavoitteiden toteuttamiseksi.

2 TIETOMALLIT INFRARAKENTAMISESSA

Infrakohteen tuotemallia kutsutaan yleisesti infra-alalla nykyään tietomalliksi, jolla tarkoitetaan infrakohteen digitaalista tuotemallia. Tälle tietomallille on ominaista, että se on kuvattu kolmiulotteisesti (3D) ominaisuustietoineen. (1.) Nykyään on alettu puhua jopa 5D-malleista, joissa yhdistyvät 3D-mittaukset, 3D-suunnittelu ja 3D-mallintaminen aikataulutuksen, kustannusten ja projektinhallinnan kanssa (8).

Muun muassa Liikennevirasto (9) on perustellut tietomallintamisen käyttöönottoa sillä, että hankkeen sisäinen tiedon siirto paranee. Parantunut tiedon siirto vähentää merkittävästi rakennushankkeissa syntyvää hukkaa. Lisäksi saavutetaan säästöjä esimerkiksi materiaalimenekeissä. Liikennevirasto toteaa myös, että mallintaminen suunnitteluvaiheessa vähentää huomattavasti työmaalla tapahtuvaa muutossuunnittelua, joka pahimmillaan on johtanut useiden viikkojen viivästymisiin (10).

Ohjelmistotalo Vianova Systems Finland Oy:n (11) mukaan tietomallilähtöinen työskentely tuottaa heti esimerkiksi seuraavia etuja ja säästöjä:

- Pääsy alkuperäiseen suunnitelmatietoon joka paikasta
- Virtuaalimalli helpottaa kohteeseen tutustumista
- Tietomallin dataa voidaan hyödyntää koneohjausjärjestelmissä
- Virheiden ja korjaustöiden määrä vähenee työmaalla aikaisin aloitetun tietomallin käytön ansiosta

Tietomalliohjelmia tuottavan Tekla Oy:n (12) mukaan tietomallien käyttö rakentamisessa tuottaa useita hyötyjä, jotka johtavat rakentamistyön tehostumiseen, laadun parantumiseen, kustannus- ja aikasäästöihin sekä joustavuuden lisääntymiseen:

- Muutosten hallinta helpottuu
- Massalaskenta on tarkkaa
- Reaaliaikainen monikäyttöympäristö tehostaa muutossuunnittelun ja rakentamisen vuorovaikutusta ja kommunikointia
- Työmaateiden ja muiden tilapäisten järjestelyjen suunnittelu nopeutuu
- Visuaalinen tuki havainnollistaa rakentamisen valmiusastetta

Inframallin käyttäminen tuottaa myös selkeitä turvallisuutta parantavia hyötyjä. InfraTM –hankkeen loppuraportissa (13) todetaan, että tietomallien hyödyntäminen lisää mahdollisuuksia entistä parempaan työturvallisuuden huomioimiseen muun muassa:

- Vaaratekijöiden tarkastelussa
- Kaivantojen ja luiskien suunnittelussa
- Liikennejärjestelyjen toimintatarkastelussa
- Varoalueiden suunnittelussa
- Työmaan turvamerkintöjen suunnittelussa

RYM Oy:n käynnistämän tutkimusohjelman InfraFINBIM-työpaketissa kehitetään tietomallitekniologiaa hyödyntäviä infraprosesseja. Kehittämällä tähdätään tietomallintamisen tehokkaaseen hyödyntämiseen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa sekä infra-alan tuottavuuden ja laadun parantumiseen. Tavoitteena on muutos, jossa siirrytään koko elinkaaren kattavaan palvelutuotantoon. Työpaketin visiona on, että vuonna 2014 kaikki suuret infraprojektit tilataan tietomallipohjaisesti. (14;15)

InfraTimantti –hankkeen (16) mukaan siirtyminen tietomallintamiseen tulee nähdä koko infra-alaa koskevana kehitysvaiheena eikä yksittäisten uusien työvälineiden käyttöönottona. Todellinen hyöty tulee vasta, kun koko toimijaverkosto on omaksunut uudet työkalut ja toimintatavat.

3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Opinnäytetyön toteuttamisajankohtana Oulun kaupungin infrarakentaminen oli organisoitu tilaaja-tuottaja-mallin mukaisesti. Mallissa palvelun tilaajan ja tuottajan roolit oli erotettu (17). Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalveluiden katu- ja viherpalvelut toimi tilaajana ja Oulun tekninen liikelaitos tuotti rakentamispalveluja. Toinen merkittävä rakennuttaja kaupungilla oli Oulun kaupungin liikuntavirasto. Vesihuollon osalta Oulun Vesi liikelaitos toimi tilaajana. Muita rakentamisprosessiin osallistuvia toimijoita ovat suunnittelukonsultit, tietomallien käytön tukipalvelun tuottajat ja koneurakoitsijat.

Katuhankkeissa suunnitellaan samanaikaisesti kadun kanssa vesihuolto, kaukolämpöverkko ja sähkö- ja teleliikennejohdot. Kukin toimija vastaa suunnitelmistaan yhteistyössä muiden tahojen kanssa. Suunnitteluprojektin loppuvaiheessa suunnitelmia yhdistellään: esimerkiksi kadun pituusleikkauksiin lisätään vesihuollon tietoja. Oulun kaupungilla paikkatieto-, verkostonhallinta- ja katusuunnitteluohjelmistot perustuvat Tekla Solutions -ohjelmistotarjontaan.

3.1 Päätoimijat

Rakentamisprosessin päätoimijoita ovat Oulun kaupungin katu- ja viherpalvelut ja Oulun tekninen liikelaitos. Molemmat kuuluvat Oulun kaupungin hallinnollisessa organisaatiossa yhdyskunta- ja ympäristöpalvelualueeseen (18), vaikkakin edustavat tilaaja-tuottaja-mallin eri osapuolia.

Oulun kaupungin katu- ja viherpalvelut

Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut (YYP) on organisaatio, joka vastaa muun muassa liikenteen ja ympäristön suunnittelusta ja toteuttamisesta, kaupungin maapolitiikan käytännön toteuttamisesta, kaavoituksesta ja näihin liittyvistä viranomaistehtävistä (19). Ympäristö- ja yhdyskuntapalveluiden katu- ja viherpalvelut (KVP) vastaa katujen suunnittelusta ja rakennuttamisesta (20).

Oulun tekninen liikelaitos

Oulun tekninen liikelaitos (Tekli) vastaa infran rakentamis- ja ylläpitopalveluista, kiinteistöpalveluista ja logistiikkapalveluista. Infrapalvelut koostuu infra-, ylläpito- ja mittaus- ja geotekniikkayksiköistä. Katujen, vesijohtojen ja viemäriverkoston rakentamisesta vastaa infrayksikkö. Toimintaan kuuluu myös siltojen, urheilukenttien, torien ja meluvallien rakentaminen. Mittaus- ja geotekniikkayksikkö (MG) tuottaa puolestaan yhdyskuntasuunnitteluun ja rakentamiseen liittyviä palveluja, kuten suunnittelu-, kartoitus- ja työmaamittauksia sekä pohja- ja maalaboratoriotutkimuksia. MG tarjoaa myös koneohjausmallien käyttöön liittyviä sisäisiä palveluja. Logistiikkapalvelujen koneyksikkö tarjoaa ja välittää kuljetus- ja työkonepalveluita. (21.)

3.2 Käytössä olevat ohjelmat ja laitteet

Oulun kaupungilla infrarakentamisen suunnittelussa on käytössä Tekla Solutions -ohjelmisto, mikä mahdollistaa tietomallipohjaisen suunnittelun. Rakentamisessa puolestaan käytetään lisääntyvässä määrin koneautomaatiota.

Lähtötietoaineiston tuottaminen

Lähtötietoaineistoa on kertynyt tietokantoihin, joista koostuu Oulun kaupungin verkkopohjainen infrarakentamisen tietopalvelu. Tekla WebMap mahdollistaa hakupyynnöiden tekemisen kolmeen eri tietokantaan, jotka sisältyvät Tekla GIS, Tekla NIS ja Tekla CIVIL -järjestelmiin. Verkkopohjaisella WebMap-sovelluksella voidaan näistä tietokannoista tehdä ennalta määriteltäviä hakuja.

Tekla CIVIL -suunnittelujärjestelmän tietokannasta löytyvät pohjatutkimusaineistot ja maastomallit, jotka jakautuvat maanpinnan muotoa kuvaaviin pintoihin. Kartoitustiedot, kuten esim. rakennukset, puut, pylväät ja aidat sisältyvät myös maastomalliin. Tekla NIS -verkostonhallintajärjestelmä sisältää tiedot vesihuoltoverkostosta: esimerkiksi viemärien, vesijohtojen ja kaivojen paikka- ja ominaisuustiedot. Tekla GIS -paikkatietojärjestelmä sisältää muun muassa

karttatiedot, asemakaavat, kaukolämpö-, sähkö- ja teleliikennejohtotiedot. Oulun kaupungilla on ollut Teklan paikkatietojärjestelmä käytössä jo vuodesta 1992 alkaen (22).

TAULUKKO 1. Lähtötiedot Oulun kaupungin tietopalvelussa tietokannoittain

Tietokanta	Lähtötietosisältö
Tekla CIVIL	Pohjatutkimukset Maastomalli Liikennemerkkirekisteri
Tekla NIS	Viemärit Vesijohdot Kaivot
Tekla GIS	Kartta Asemakaava Tietoliikennejohdot Sähköjohdot Kaukolämpö

Mittaus- ja geotekniikkayksikkö tuottaa maastomalliaineistoa pienille alueille. Mittaukset tehdään Trimble- ja Leica- merkkisillä takymetreillä. Yksikkö tekee myös pohjatutkimuksia, jotka sisältävät kairauksia, pohjavesitutkimusta ja maanäytteiden analysointia. Tulokset tallennetaan Tekla CIVIL -tietokantaan. Tutkimussuunnitelman laatii yleensä konsultti.

Mikäli tarvitaan maastomalli isolta alueelta, aineisto tilataan laserkeilauksia ja ilmakuvauksia tarjoavilta konsulteilta. Syntynyt pistemäinen aineisto luokitellaan tilaajan tarpeiden mukaisesti ja toimitetaan Oulun teknisen liikelaitoksen Mittaus- ja geotekniikkayksikköön. Aineistosta otetaan tarpeen mukaan otos, joka tarkistetaan ja tallennetaan Tekla CIVIL -tietokantaan. Oulun teknisen liikelaitoksen Mittaus- ja geotekniikkayksikössä maastomalliaineistoja käsitellään MicroStation-suunnitteluohjelmistoon pohjautuvilla Terrasolid:n valmistamilla ohjelmistolisäosilla.

Suunnittelu

Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelujen katusuunnittelussa on käytössä Tekla CIVIL -suunnitteluohjelma, millä tuotetaan myös tietomallit kadunrakennushankkeille. Tietomalli voidaan rakentaa yhdistelmämalliksi, joka sisältää katusuunnitelman lisäksi vesihuollon, sähkö-, tietoliikenne- ja kaukolämpöjohdot. Suunnitelma- mallista tuotetaan perinteiset katusuunnitelmat mukaan lukien suunnitelma- kartta, pituusleikkaus ja poikkileikkaus sekä saadaan koneautomaatioon tarvittava tietomalli. Tekla CIVIL -infrasuunnittelujärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2002 (22).

Oulun Vedellä on käytössään Tekla NIS -järjestelmä, joka on tietokantapohjainen verkko-omaisuuden dokumentointi- ja hallintajärjestelmä. Sitä hyödynnetään verkostotiedon hallintaan, kunnossapitoon, analyysihin ja asiakastietojen tarkasteluun. (23). Vesihuoltoverkon toteutus suunnitellaan Tekla CIVIL:llä. Vesihuoltokaivantoja ei mallinneta. Pohjatutkimustietojen perusteella on suunniteltu vain kaivantotyyppit, jotka sisällytetään pituusleikkauksiin. Viemärit ja vesijohdot ovat tietomallissa geometriamalleina. Johtokaivantojen mallintamisesta on osin luovuttu siksi, että niiden suunnitteluun ei ole riittävästi resursseja. Toisaalta kaivantojen suunnittelussa vastuu on jätetty urakoitsijalle, koska pohjaolosuhteet tarkentuvat käytännössä vasta rakentamisen aikana.

Sähkö- ja tietoliikenneoperaattoreilla on omat suunnitteluohjelmansa, joiden tuotokset eivät ole sellaisenaan suoraan yhteensopivia Tekla CIVIL -ohjelmiston kanssa. Yhdistelmämallin tuottaminen onkin vielä nykyään hankalaa johtuen eri suunnittelujärjestelmien yhteensopivuushaasteista. Kaukolämpöverkon suunnittelussa käytetään CAD-ohjelmalla tuotettua suunnitteluaineistoa, joka voidaan tuoda tietomalliin. Valaistussuunnitelmat tehdään Tekla CIVIL:llä. Viher-suunnittelu toteutetaan erikseen perinteisesti 2D-suunnitteluna. Viher-suunnitelman taustalla käytetään katusuunnitelmaa ja yhteisjohtokarttaa.

Rakentaminen

Koneautomaatiota on Oulun kaupungin infrarakentamisessa käytetty vuodesta 2009 lähtien. Ensimmäinen koneohjauksella toteutettu pilottikohde valmistui keväällä 2010 (13). Oulussa on koneohjausjärjestelminä pääasiassa Novatronin ja Scanlaserin laitteita. Molemmat järjestelmät on todettu käytännön olosuhteissa toimiviksi. Merkittävimmät erot käytön kannalta tällä hetkellä lienevät aineiston päivittämisen- ja nimeämistavoissa. Koneautomaation käyttöä aika ajoin haittaavat tukiaseman kuuluvuuteen ja signaalin laatuun liittyvät ongelmat. Koneohjausmallien ja muiden tiedostojen muokkaamisessa hyödynnetään 3D-Win-ohjelmaa.

Teklin koneyksiköllä on omia koneautomaatiolaitteita kahdessa tela-alustaisessa kaivinkoneessa ja yhdessä tiehöylässä. Tarvittaessa koneyksikkö välittää infrarakentamisen tarpeisiin soveltuvaa kalustoa alueen koneurakoitsijoilta. Koneautomaatiolaitteiden määrä on sopimuskoneurakoitsijoilla kolminkertaistunut vuoden 2010 jälkeen. Lähes joka toisessa työkoneessa oli vuonna 2012 koneohjauslaitteet. (24.)

Infrarakentamisen johtaminen

Työnjohtamisessa on kokeiltu tietomallipohjaisia projektinhallintajärjestelmiä. Toistaiseksi ei ole hankittu järjestelmää. Työnjohdon käyttöön soveltuvat ohjelmat ja päätelaitteet ovat olleet vielä kehityksen alkupuolilla. Käyttöönoton haasteena on myös resurssipula: muun muassa suunnitteluaineiston tuottaminen kokeilukäyttöön soveltuvaan muotoon on ollut haastavaa ja järjestelmien kokeilemiseen ei ole riittävästi aikaa työn ohessa. Lisäksi tietoliikenne ei ole toiminut kenttäolosuhteissa riittävän laadukkaasti.

4 TIETOMALLIT INFRARAKENTAMISEN PROSESSISSA

Tietomallien käyttö Oulun kaupungin infrarakentamisessa mallinnettiin prosessina. Tässä työssä kyseistä prosessia kutsutaan tietomalliprosessiksi. Malli syntyi olemassa olevan rakentamisprosessin pohjalta, kun prosessia muokattiin koskemaan tietomallien hyödyntämistä. Tietomalliprosessin kuvaus tarkentui, kun prosessia käsiteltiin haastattelutilanteissa.

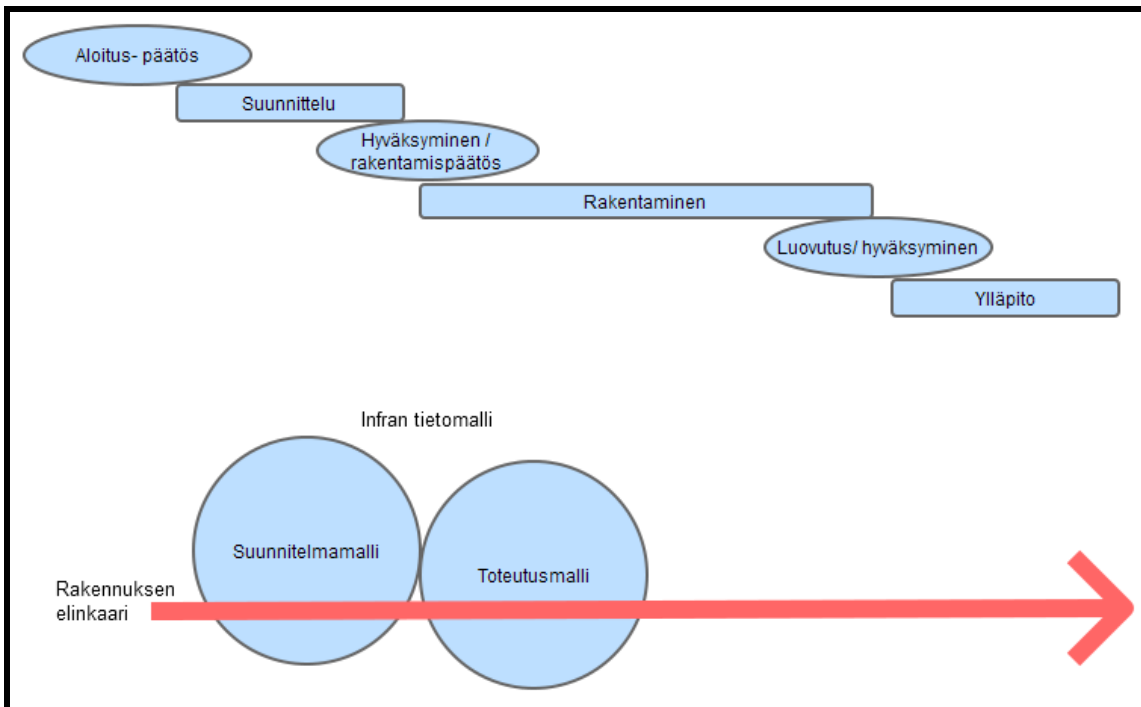
4.1 Infrarakentamisen vaiheet ja tietomallin hyödyntäminen

Infrarakentamisen vaiheet määriteltiin karkeasti kolmeen eri vaiheeseen: suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito. Päätös- ja hyväksymisprosessit sisältyvät vaiheiden alkuun ja loppuun. Oulussa katuhankkeita ja niihin liittyvää eri toimijoiden yhteistoimintaa ja suunnittelua koordinoi Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelujen katu- ja viherpalvelut, joka toimii myös rakentamisen tilaajana ja valvojana. Rakentamisesta tässä mallissa vastaa Oulun tekninen liikelaitos.

Prosessin hahmottamisessa keskityttiin erityisesti rakentamiseen liittyvään tietomallien käyttöön. Suunnitteluvaiheeseen liittyen pyrittiin etsimään niitä osaluokkia, jotka tällä hetkellä vaikuttavat tietomallin käyttöön rakentamisessa.

Tietomalli tuotetaan tällä hetkellä suunnitelma- ja toteutusmalliksi. Käytännössä toteutusmalli tarkoittaa vain koneohjausmalleja. Toteutumatietoja ei tallenneta malliin, vaikka se olisi jatkokäytön osalta suotavaa, esimerkiksi tietomallin hyödyntämiseksi ylläpidossa. Käytännöllisesti katsoen infrarakentamisessa tietomallia hyödynnetään vain koneautomaatiolaitteissa.

Kuvassa 1 on esitetty tietomallin hyödyntäminen infrarakennusprosessin eri vaiheissa. Kuten kuvasta nähdään, tällä hetkellä tietomalleja hyödynnetään vain suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa.



KUVA 1. Infran tietomalli rakennusprosessin eri vaiheissa nykytilanteessa

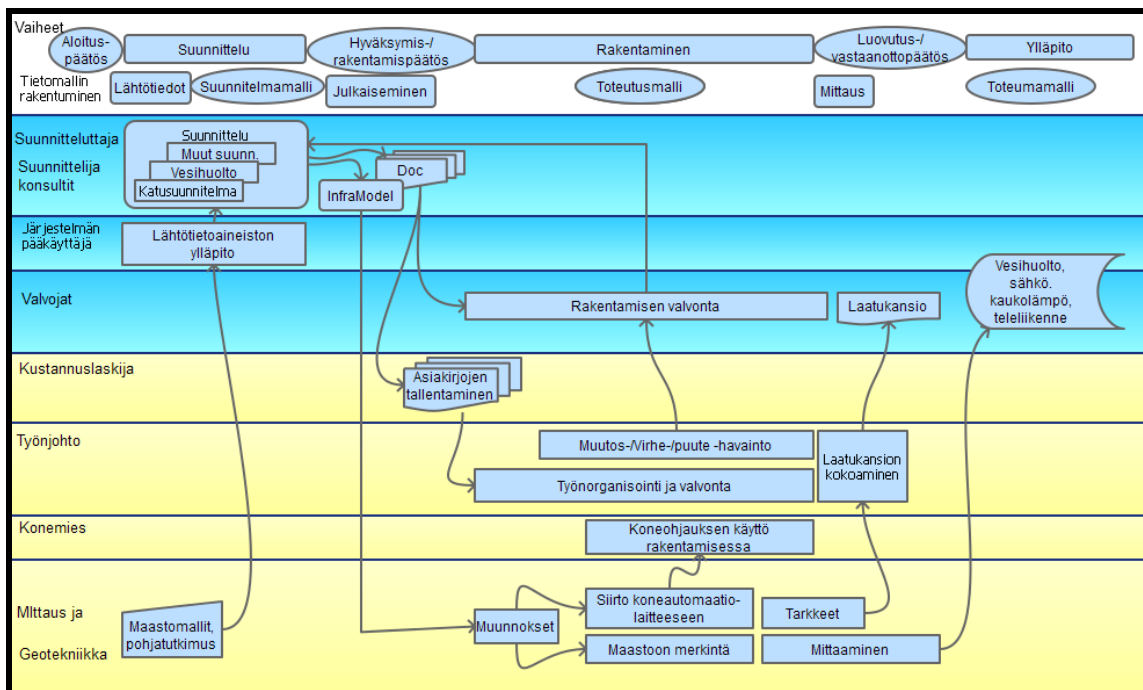
4.2 Tietomalliprosessin kuvaus

Tietomalliprosessissa on keskitytty tietomallin hyödyntämiseen rakentamisessa. Prosessi sisältää karkeasti hahmotettuna suunnittelun. Lisäksi siinä on huomioitu suunnitelma-aineiston nykyinen käyttö ja laatudokumentaatio, vaikka niissä ei hyödynnetäkään vielä nykyään tietomalleja. Kuvassa 2 on esitetty tietomalliprosessi kaaviona.

Lähtötietoaineiston tuottaminen

Lähtötietoaineisto koostuu pitkälti jo Oulun kaupungin hallinnoimien Tekla-ohjelmistojen tietokannoissa olevista tiedoista. Usein konsultit tuottavat uutta lähtötietoaineistoa uusille ja laajoille alueille tilaajan tilaamana. Lähtötietoaineisto kiertää pääsääntöisesti Teklin Mittaus- ja Geotekniikkayksikön kautta, missä tuotetaan tarvittava otos ja aineiston tarkistus ennen sen tallentamista suunnittelujärjestelmän tietokantaan. Mittaus- ja geotekniikan yksikkö tuottaa

myös maastomalleja itse ja tekee pohjatutkimuksia, joiden tulokset tallennetaan myös tietokantaan.



KUVA 2. Infrarakentamisen tietomalliprosessin nykytilanne

Lähtötietoaineiston ylläpito

Tekla CIVIL -järjestelmän pääkäyttäjä ylläpitää tietokantaa lähtötiedoista, huolehtii tiedon oikeellisuudesta ja tarvittaessa osallistuu myös tiedon tallentamiseen tai lähtöaineiston julkaisemiseen konsulteille. Konsultit pääsevät itse käsiksi tarvitsemaansa lähtötietoaineistoon tietokannassa.

Suunnittelu

Suunnitteluttaja koordinoi suunnittelua (katu, vesihuolto, sähkö, tietoliikenne, kaukolämpö) ja huolehtii aikatauluista ja yhdistelmämallista, joka mahdollistaa törmäystarkastelun eri suunnitelmien kesken. Suunnitteluttaja julkaisee päätöksentekoon ja rakentamiseen tarvittavat asiakirjat.

Tietomallien käyttö työnjohdolla

Työnjohdolla ei ole nykytilassa käytössään tietomallipohjaisia suunnitelmia vaan perinteiset suunnitelma-asiakirjat. Kustannuslaskija tallentaa Oulun teknisen liikelaitoksen projektinhallintajärjestelmään pdf-muotoiset 'paperiset suunnitelmadokumentit'. Työnjohto käyttää paperisia ja pdf-muotoisia suunnitelmia työn organisoinnissa ja valvomisen apuna. Tarvittaessa tulostetaan tai kopioidaan materiaalia katutyöntekijöiden tai konemiesten käyttöön. Työnjohto tilaa tarvittavan koneautomaatiokaluston Teklin koneyksiköltä.

Tietomallien käyttö valvojalla

Myöskään rakennuttajan edustajalla ei ole käytössään tietomallipohjaisia suunnitelmia vaan käytössä on samat suunnitelma-asiakirjat kuin työnjohdolla, mutta ne ovat tilaajan omassa projektiympäristössä.

Koneohjausmallien tuottaminen ja ylläpito

Tilaaaja tuottaa koneautomaatioon soveltuvan tietomallin LandXML-muodossa. MG joutuu kuitenkin sovittamaan suunnitelmat eri koneautomaatiojärjestelmille. Lisäksi MG tekee tarvittavat koordinaattimuunnokset ja tuottaa tarvittaessa aineiston maastoon merkitsemistä varten. MG huolehtii koneautomaation tukiasemien pystyttämisestä ja tietomalliaineiston siirtämisestä koneautomaatiolaitteisiin. Oulussa käytössä olevat laitteet ovat Novatron- tai Scanlaser-merkkisiä. Novatronin laitteissa voidaan hyödyntää koneautomaatiomallin asentamista mobiiliverkon kautta, mutta Scanlaserin laitteisiin tiedon siirtäminen tapahtuu muistitikun avulla. Omia tukiasemia Teklillä oli opinnäytetyön toteuttamisajankohtana kaksi kappaletta.

Laatudokumentaation tuottaminen

Pdf-muotoiset laatudokumentit (muun muassa kantavuusmittaukset, kadun tarkkeet, vesianalyysit, painekokeet, viemärikuvausraportit, vesihuollon to-

teumakartta) tulostetaan ja kootaan laatukansioihin. Vaikka tarkkeita otetaan muun muassa kadun profiilikerroksesta, tieto jää laatukansioon. Johtojen sijainnit mitataan (vesihuolto, teleliikenne, sähkökaapelit, kaukolämpö) ja saatu paikkatieto tallennetaan Tekla GIS -järjestelmään, missä se on käytettävissä muun muassa lähtötietona uusille suunnitelmille.

4.3 Kokemuksia tietomallien käytöstä

Kokemuksia tietomallien käytöstä kerättiin haastattelemalla prosessin ydinhenkilöitä. Sekä hyödyistä että haasteista syntyi varsin monipuolinen kuva. Siirtyminen tietomallien laajempaan hyödyntämiseen nähtiin poikkeuksetta välttämättömäksi.

Hyötynä tietomallien käytössä nähtiin tiedon oikeellisuus ja siirtymisen nopeus. Myös tuotannon läpimenoajan lyhentyminen ja materiaalivirtojen tehostuminen oli tiedostettu hyvänä puolena. Eräs haastateltava nosti myös ympäristölliset asiat esiin: ”Tehokkaampi rakentaminen vähentää polttoaineen kulutusta ja on siten ympäristöystävällisempää. Lisäksi rakentamishaitta lyhenee.” Suunnittelussa pidettiin vahvuutena sitä, että suunnitelmia voidaan tarkastella kolmiulotteisesti tietokoneen ruudulla ennakkoon eikä vasta toteutusvaiheessa: ”Voidaan helposti tarkastella onko malli oikeanlainen ja toteutettavissa”.

Tilaaajapuolella haasteet liittyvät suunnitteluun ja koneohjausmallin tuottamiseen eri laitteille. Suunnittelussa koettiin jatkuvien rakenteiden toteuttaminen osasuunnitelmien yhteen liittämiseksi erityisen työlääksi. Suunnitteluohjelmasta saatava malli ei sellaisenaan soveltunut käytettäväksi vaan sitä jouduttiin muokkaamaan sekä suunnittelupuolella että tuotantopuolella ennen kuin se oli käytettävissä työmaalla. Myös koneautomaatiomallin simulointiin kaivattiin työkaluja.

Tuottajapuolella haasteet liittyivät erityisesti koneohjausmallien tuottamiseen erimerkkisille laitteille ja konekohtaisten mallien ylläpitoon. Ylläpitoa tehtiin pitkälti käsityönä, koska useissa koneissa ei ole mahdollista tehdä mallipäivityk-

siä tietoverkon kautta. Uhkana onkin, että työmaalla ehditään rakentaa väärillä malleilla ennen kuin virhe huomataan. Myös vaihekohtaisia malleja kaivattiin: esimerkiksi sama malli ei suoraan sovellu kantavan kerroksen ja profiloitinkerroksen tekemiseen eikä kaivinkoneelle ja tiehöylälle.

Lisäkoulutus nähtiin tarpeelliseksi kokeneille suunnittelijoille tietomallien suunnitteluun liittyen ja koneiden kuljettajille toivottiin lisää osaamista koneautomaatio-ohjelmien käyttöön. Toisaalta todettiin sekä suunnitteluohjelmien että koneautomaatiolaitteiden käytettävyydessä olevan vielä paljon kehittämisen varaa. Kaikilla haastatelluilla tahoilla kuitenkin todettiin, että nykyistenkin ohjelmien ja laitteiden kanssa pystytään jo hyvin toimimaan tietomallimaailmassa, vaikka samaan aikaan pelättiin laitekannan vanhentumista.

Asenteisiin peräänkuulutettiin muutosta, samoin toimintakulttuuriin. Asenteissa koettiin ongelmana muun muassa se, ettei koneautomaatiota oteta ammatillisessa mielessä tosissaan. Koneurakoitsijoille olisi varmasti hyödyllistä hallita koneautomaatiojärjestelmänsä syvällisemmin, vaikka ydinosaminen onkin koneenkäyttötaidoissa.

Suhtautuminen tietotekniikan käyttöön työmailla ja itse asiassa läpi koko tietomalliprosessin pitäisi saada myönteisemmäksi. Tämä edellyttää koko organisaation sitoutumista muutokseen. Toimintakulttuurissa muutokset ovat vielä pitkälti tulollaan järjestelmien kehittymisen ja käyttöönoton myötä. Mikäli uuteen infra-alalla tapahtuvaan muutokseen ei haluta sitoutua, uhkana on 'jämähäminen' vanhoihin toimintatapoihin, laitekannan vanhentuminen ja osaamisen jälkeen jääminen kilpailijoihin verrattuna.

4.4 Tietomalliprosessin ongelmakohdat

Nykytilassa suurimmat ongelmat kohdistuvat dokumenttien version hallintaan sekä koneautomaatiomallien tuottamiseen ja ylläpitämiseen. Version hallinnassa korostuvat viiveet oikeiden aineistojen käyttöön saamisessa. Mallien tuottamisessa puolestaan haasteita ovat paitsi laite- ja vaihekohtaisten aineis-

tojen tuottaminen myös tuottamisen ja ylläpidon resurssit. Laatukansion tuottaminen sähköisessä muodossa helpottaisi ja nopeuttaisi tiedon saamista jatkokäyttöön.

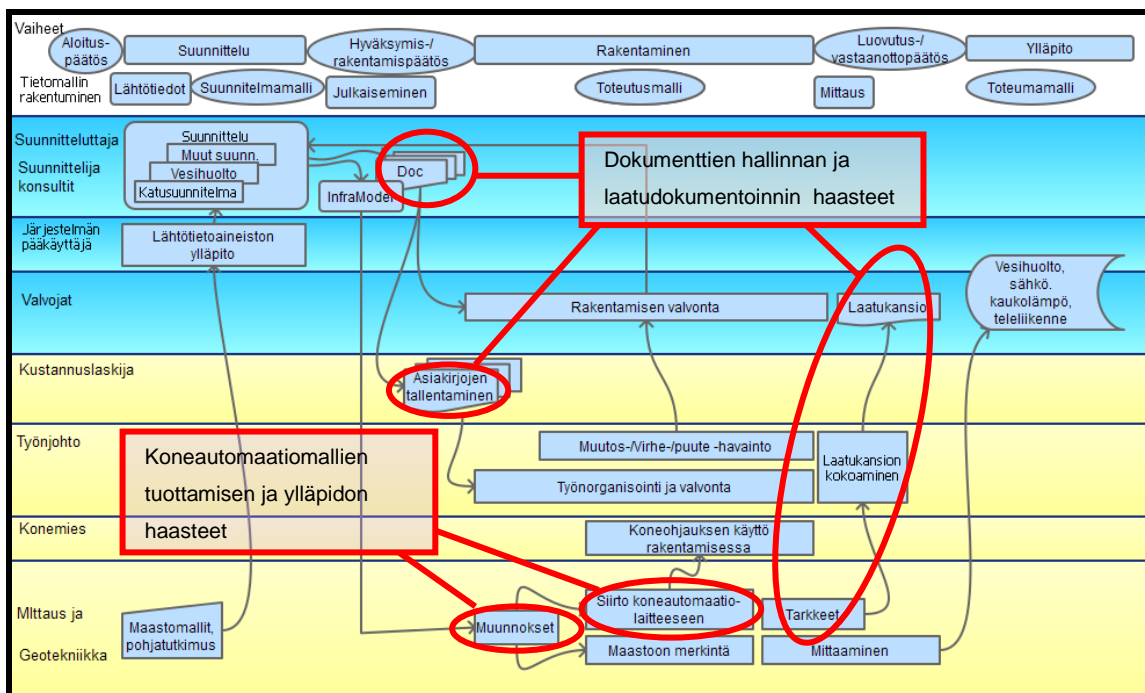
Eri henkilöt tallentavat dokumentteja eri paikkoihin. Lisäksi osa dokumenteista tuotetaan edelleen sähköisen muodon lisäksi paperisena. Näin ollen toiminta sisältää itsessään useita riski- ja viivetekijöitä: onko toimitettu samat versiot, milloin on toimitettu uudet versiot, onko versiot tallennettu, miten todennetaan, että on oikeat versiot käytössä ja niin edelleen. Dokumentin hallinnassa pitäisikin päästä tilanteeseen, jossa eri toimijoilla on käytössään yhdestä paikasta löydettävissä oleva sama informaatio. Lisäksi dokumentaatioon on taattava pääsy ajasta ja paikasta riippumatta erilaisilla päätelaitteilla. Laatukansio on vielä nykyään perinteinen mappi, joka arkistoidaan.

Haasteena on päästä paperidokumenteista kokonaan eroon. Tietomallipohjaisen toiminnan kehittäminen tukee tätä kehitystä. Ottamalla käyttöön ohjelmistot ja laitteet, joilla päästään käsiksi tietomalliin, voidaan varmistaa, että suunnitelmasta on käytössä viimeisin versio. Lisäksi työkalut sisältävät ominaisuuksia, joilla voidaan tuottaa dokumentointia suoraan tietomalliin. Tämä mahdollistaa tulevaisuudessa esimerkiksi laatudokumentoinnin tuottamisen suoraan tietomalliin.

Koneautomaatiomallien tuottaminen on vielä nykyään suhteellisen monimutkaista. Vaikka suunnitteluohjelmasta saadaan melko helposti luotua niin sanottu Inframodel-malli, aineisto pitää edelleen pilkkoa pienempiin osiin ennen koneautomaatiolaitteisiin siirtoa. Lisäksi materiaali on muunnettava eri laitteille soveltuvaan muotoon huomioiden työvaihekohtaiset vaatimukset, esimerkiksi kaivannon tekemiseen tarvitaan erilainen malli kuin kadun profiloimiseen. Oman haasteensa tuottaa myös se, että vielä nykyään suureen osaan koneautomaatiolaitteista joudutaan koneohjausmalli siirtämään muistitikulla. Varsinkin isoilla työmailla aineiston ylläpito ja oikeellisuuden varmistaminen vie paljon aikaa käsityönä ja kuluttaa resursseja muulta toiminnalta. Koneautomaatioaineiston tuottaminen ja ylläpito on nykytilassa hajaantunut useille eri tahoille: katu- ja

viherpalveluille, Teklin mittaus- ja geotekniikan yksikölle, konsulteille ja ulkoisille tietomallien käytön tukipalvelun tarjoajille. Tilannetta voi selkeyttää järjestämällä tietomallioperaattoripalvelu, joka vastaisi tietomallien muokkaamisesta sekä koneohjausmallien tuottamisesta ja ylläpidosta. Kyseisestä palvelusta olisi hyötyä, kun otetaan uusia tietomallin hyödyntämiseen perustuvia ohjelmia ja laitteita.

Kuvasta 3 nähdään, miten tietomalliprosessissa suunnitelmatieto hajaantuu useaan eri paikkaan ja on samaan aikaan käytössä eri muotoisena. Työmaalla voi olla pahimmillaan käytössä lukuisia eri versioita suunnitelma-aineistosta: työkoneiden kesken voi olla käytössä eri versiot koneohjausmalleista ja samaan aikaan voi vielä työnjohtajilla ja valvojilla olla hallussaan eri versiot suunnitelmista.



KUVA 3. Infrarakentamisen tietomalliprosessin ongelmakohdat nykytilassa

Siirryttäessä kohti paperitonta työmaata ja tietomallien hyötykäyttöä, tietoverkkoyhteyksien luotettavuus ja laatu korostuu. Tällä hetkellä käytössä olevat tietoverkkoyhteydet ovat nopeudeltaan useimmiten riittäviä, mutta käytössä

olevista intranetratkaisuista johtuen pääsy tietojärjestelmiin, sähköpostiin ja dokumentaatioon on aika ajoin estynyt. Nämä ongelmat on ratkaistava pikimmiten ennen kuin tietomallipohjaiset järjestelmät voidaan ottaa laajapohjaisesti käyttöön.

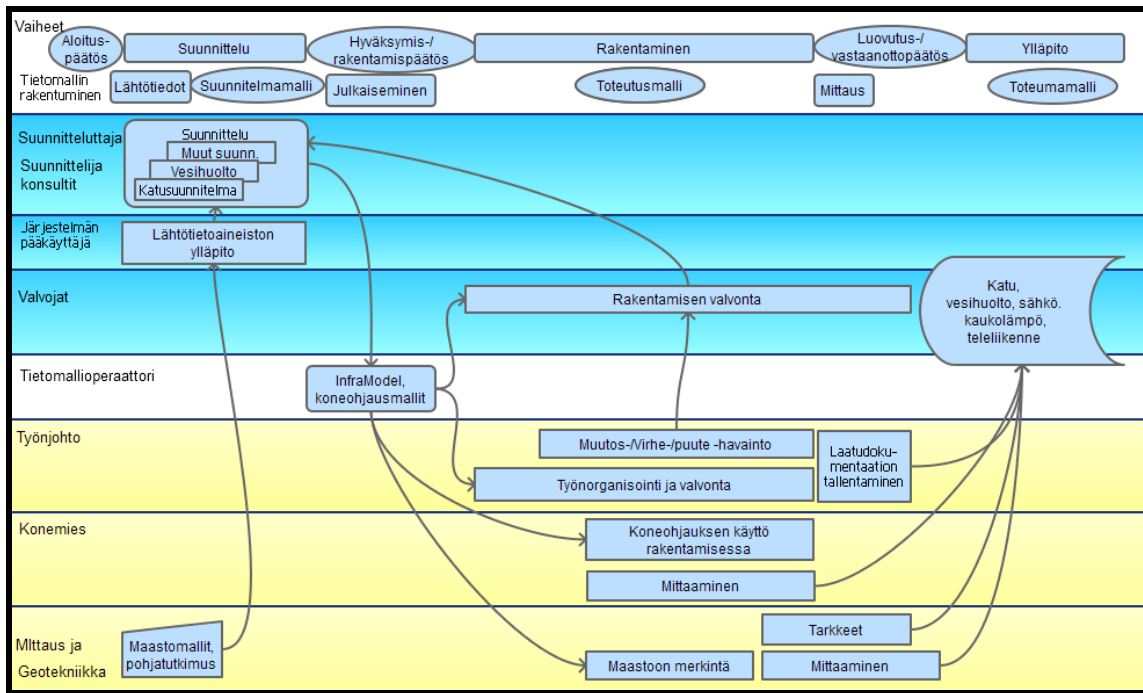
4.5 Nykyisen prosessin tavoitetila ja parannustoimenpiteet

Tavoitetilassa suunnitelmat ovat tietomallipohjaisia, ja sama ajantasainen malli on yhteisessä käytössä niin tilaajalla kuin tuottajallakin. Työmaan työnjohdolle on otettava suunnitelmien tietomallipohjaisen tarkastelun ja käsittelyn mahdollistavat sovellukset ja päätelaitteet käyttöön.

Tietomallien käsittelyyn on nykytilassa puutteelliset resurssit, siksi on järjestettävä tietomallitukipalvelu. Kyseinen tietomallioperaattori vastaa tietomallin muokkauksesta eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi eri työvaiheiden vaatimiin koneautomaatiomalleihin. Tehtäviin kuuluu myös koneohjausmalliversioiden hallinta. Koneohjauslaitteiden ylläpito hoidetaan keskitetysti verkon kautta, jolloin laitteiden päivittäminen on nopeaa ja luotettavaa.

Kaikki asiakirjat tallennetaan yhteiseen projektitilaan. Tiedostojen nimeämiskäytänteet ja tuottamisvastuut on selkeästi määritelty ja ohjeistettu. Laatudokumentaatio tallennetaan ohjeistuksen mukaisesti, jolloin se on asianmukaisesti ja hyväksyttävästi esillä. Sähköisessä muodossa asiakirjat ovat helposti käytävissä myös jatkokäyttöä silmällä pitäen.

Tietomallien tarkastelu ja dokumenttien hallinta toimii moitteetta verkon kautta; käyttäminen mobiilisti on sujuvaa. Tämä edellyttää verkkoyhteyksien laadun ja luotettavuuden kehittämistä.



KUVA 4. Infrarakentamisen tietomalliprosessin lyhyen aikavälin tavoitetila

Kuvassa 4 on esitetty nykyinen tietomalliprosessi, kun suurimmat ongelmakohdat on ratkaistu. Taulukkoon 2 on kerätty tietomalliprosessin lyhyen aikavälin kehittämisen tavoitteet ja toimenpide-ehdotukset.

TAULUKKO 2. Nykytilan kehittämisen tavoitteet ja toimenpide-ehdotukset

Ongelmat	Tavoitteet	Toimenpide-ehdotukset	Edellytykset
Dokumenttien versionhallinta on haastavaa. Voi olla väärät suunnitelmat käytössä Paperisia suunnitelmia hyllyt täynnä.	Käytössä on aina ajantasainen suunnitelmatieto. Paperisuunnitelmat eivät ole tarpeellisia. Rakennuttaja pystyy vastaamaan suunnitelmien versioista.	Dokumenttien hallinnan kehittäminen Päällekkäisyyksien karsiminen Työnjohdolle tietomallityökalut käyttöön	Yhteinen projektityötila Ohjeistus Päätelaitteet verkkoyhteyksin Tietomalliohjelmistot Luotettava ja laadukas verkkoyhteys Koulutus
Laatudokumentointi tehdään yhä paperisena	Sähköinen laatudokumentaatio	Laatudokumentoinnin ja -käytänteiden kehittäminen	Dokumentinhallinnan ja tietomallipohjaisten laatukäytäntöjen kehittäminen Ohjeistus Koulutus
Sama koneohjausmalli ei käy erimerkkisiin koneautomaatiolaitteisiin eikä eri työvaiheisiin Tietomallien operointiin ei ole riittävästi resursseja	Kaikkiin laitteisiin ja vaiheisiin saadaan käyttöön oikeanlainen tietomalli nopeasti	Operaattoripalvelun järjestäminen	Joko osaamisen hankkimista koulutuksella, lisäresurssin palkkaamista tai ostopalvelua
Koneautomaatiolaitteiden päivittäminen muistitikulla sitoo resursseja ja version hallinta on haastavaa.	Työmaalla käytetään vain verkko-ominaisuuksin varustettuja koneohjauslaitteita.	Verkkoylläpito Käytetään verkon kautta päivitettäviä koneautomaatiolaitteita	Ylläpitopalvelujen käyttöönotto Tarjouspyynnöissä edellytetään koneautomaatiolaitteen verkko-ominaisuuksia
Tietojärjestelmiin pääsy ei ole luotettavaa mobiilisti	Toimintakatkokset ovat merkityksettömän pieniä ja niitä esiintyy harvoin.	Toimiva Intranet-ratkaisu vanhan tilalle	Intranet ylläpitäjä ratkaisee ongelmat tai hankitaan uusi soveltuva ratkaisu

5 TULEVAISUUDEN TYÖMAA

Opinnäytetyössä tulevaisuuden kuvaa – visiota tietomallien käytöstä infrarakentamisessa – rakennettiin nykyisen tietämyksen ja kokemuksen pohjalta perustuen pääasiassa haastatteluissa kerättyihin näkemyksiin ja kehittämisehdotuksiin. Visiossa keskiöön nousee tietomallien kokonaisvaltainen hyödyntäminen rakentamisessa. Tulevaisuuden työmaaksi visioitiin kuvaus ubiikista – kaikkialla läsnä olevasta – älytyömaasta, missä tietomalli- ja koneautomaatiopohjainen rakentaminen on mahdollista helposti ja joustavasti.

5.1 Tietomallien käyttö tulevaisuudessa

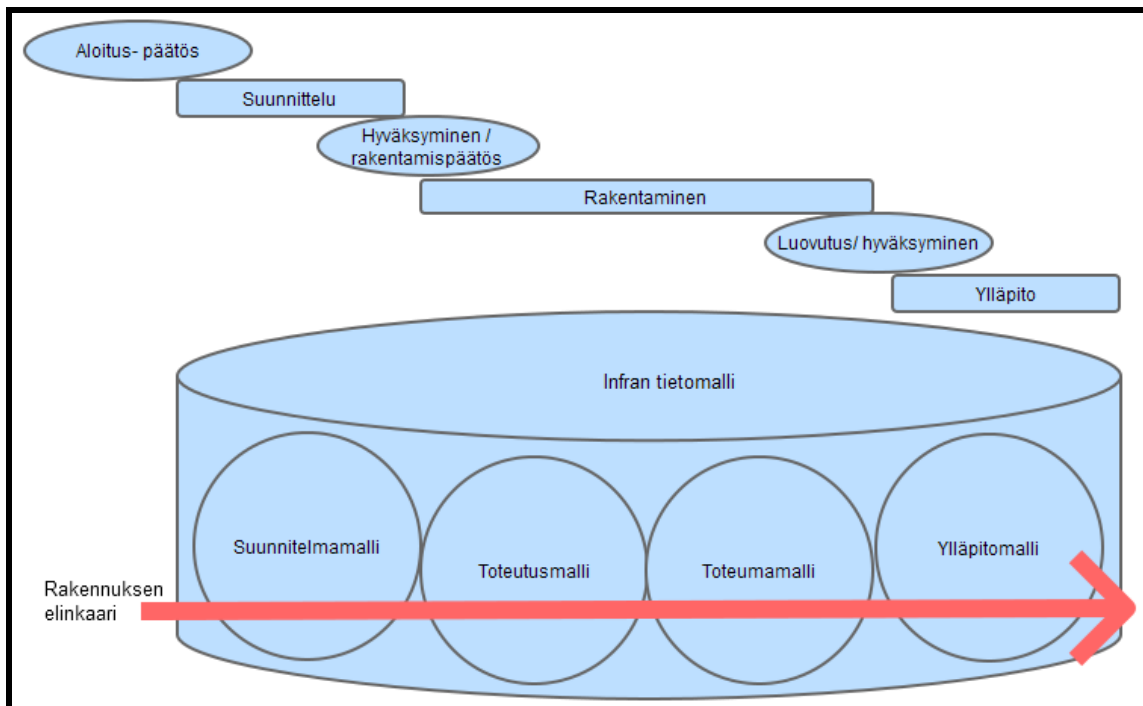
Tietomalli elää koko infrarakennuksen elinkaaren ajan alkaen suunnittelusta ja päättyen sen toteutuksesta aina rakennuksen ylläpitoon saakka. Jopa maaperätutkimusten tulokset mallinnetaan, mikä puolestaan helpottaa rakenteiden ja kaivantojen mitoittamista. Myös laadudokumentointi on tuotettu suoraan tietomalliin. Lopulta malli toimii lähtötietona suunniteltaessa kadun parantamista tai uuden rakentamista. Tietomalliin on kaikilla toimijoilla tarvittavat oikeudet, ja pääsy verkon kautta onnistuu sujuvasti myös mobiiliverkkojen kautta.

Projektin aikana kertyvä aineisto tallennetaan yhteiskäyttöiseen työ- ja projektiympäristöön. Aineiston näkyvyyttä eri toimijoille säädellään käyttöoikeuksilla tilanteen mukaan. Näin vältetään rinnakkainen tiedon tallentaminen. Kaikki tarvittava tieto löytyy yhdestä paikasta ja yhdenmukaisena, koska dokumentoinnin käytänteet on ohjeistettu.

Vision voi tiivistää lauseeseen:

Yhteinen koko kunnallistekniikan kattava tietomalli ja virtuaalinen työtila infrarakennuksen elinkaaren alusta loppuun asti.

Kuvassa 5 on esitetty tietomallin hyödyntäminen infrarakennusprosessin eri vaiheissa. Tavoitetilassa infran tietomallia hyödynnetään koko infrarakennuksen elinkaaren ajan.



KUVA 5. Infran tietomalli rakennusprosessin eri vaiheissa tavoitetilanteessa

5.2 Ubiikki älytyömaa

Tulevaisuuden työmaalla paperi on jäänyt jo historiaan pääasiallisena välineenä suunnitelmien ja muun dokumentaation välittämisessä. Erilaiset henkilökohtaiset päätelaitteet ovat kehittyneet käytettävyydeltään sille tasolle, että ne ovat jokapäiväisessä käytössä läpi koko työmaaorganisaation. Niin tiedotteet kuin suunnitelmat ja päivän 'agenda' välittyvät jokaisen henkilökohtaiseen laitteeseen, jotka ovat langattomasti yhteydessä yhtäläillä keskenään kuin projektinhallintajärjestelmään. Tiedon siirtyminen eri toimijoiden välillä on nopeaa; epäkohtiin voidaan reagoida välittömästi. Isommat haasteet on opittu ratkaisemaan yhteistyössä ja jatkuva toiminnan kehittäminen nähdään tärkeäksi osaksi yhteistyötä.

Työmaatoimistolla ja työmaakopeissa on seinillä suuret interaktiiviset näyttöseinät, joihin voi avata haluamaansa aineistoa ja sitä pystyy tutkimaan yhtä aikaa

koko työryhmän kanssa. Edistyneet ryhmätyöskentelyominaisuudet mahdollistavat osallistumisen suunnitelmien käsittelyyn ja osallistumisen kokouksiin paikasta riippumatta. Suunnitelmien uusimmat ja oikeat versiot päivittyvät reaaliaikaisesti kaikkien käyttöön välittömästi, kun hyväksytty muutos on tehty. Virheelliset paperidokumentit eivät jää käyttöön, koska niitä ei ole. Uusinta uutta on taskuun taiteltavissa olevat verkkoyhteykselliset digitaalipaperit.

Projektinhallintajärjestelmä sisältää dokumenttien ja suunnitelmien hallinnan, viestintäjärjestelmän ja työkalut, joilla voi ylläpitää koneautomaatioaineistoa ja seurata rakentamisen etenemistä. Päätelaitteiden avulla tuotetaan tarvittavaa dokumentaatiota työmaalla työn edetessä. Samoin koneautomaatiolaitteet keräävät mittatietoa. Etenemistä seurataan reaaliaikaisesti, mikä muun muassa mahdollistaa tarvittaessa nopeinkin muutokset ja korjaukset suunnitelmista toteutukseen sekä tarkan aikataulun ja kustannusten seurannan.

Koneautomaatiolaitteet ovat kehittyneet ominaisuuksiltaan ja käytettävyydeltään sille tasolle, että koneenkuljettajan tehtävä on muuttunut osittain valvontatehtäväksi. Työkoneiden käyttölaitteet puolestaan ovat kehittyneet siinä määrin, että joystick-ohjauksesta ollaan siirtymässä intuitiiviseen käsiohjaukseen. Kuljettajan virtuaalimaski ja konetunto ovat vielä kehittelyvaiheessa, mutta ensimmäiset pilotit on jo tehty työmaalla. Alkujaan kaivuutyössä apuna käytetyt kaivinkoneeseen asennetut kamerat ovat mahdollistaneet myös etäseurannan kehittämisen. Avainasemassa etäohjauksen kehittämiseen puolestaan on ollut 3D-videokuvausten ja näyttötekniikan kehittyminen.

Koneautomaatiolaitteet keskustelevat automaattisesti projektinhallintajärjestelmän kanssa ja pitävät huolen, että käytössä on aina välittömästi uusimmat koneohjausmallit. Toteutuman mittaaminen tapahtuu automaattisesti. Reaaliaikainen toteutuman seuraaminen on mahdollistanut hankintaketjun automatisointia: työn edetessä varustetoimittajalla käynnistyy automaattisesti tuotanto- ja toimitusprosessit. Tämä puolestaan on mahdollistanut entistä pienempien varastojen tarpeen niin varuste- ja laitetoimittajilla kuin työmaallakin. Tavarantoimituksessa käytetään älytunnistamiseen perustuvaa seurantaa: varaston

kirjanpito on reaaliaikaista ja tuotteet ovat helposti löydettävissä työmaalla, kun järjestelmä tunnistaa tavaran sijainnin.

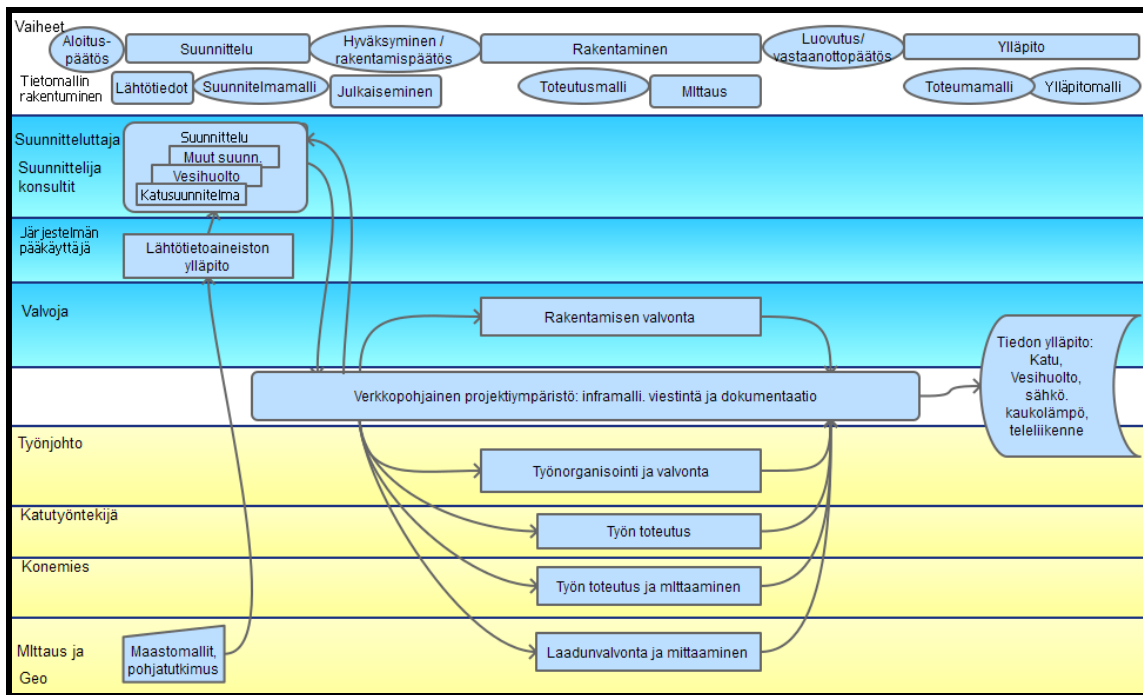
Alkuaikojen verkkoyhteyksien ja langattoman tiedonsiirron ongelmat on jo ratkaistu. Oulun kaupungissa on käytössä luotettava koko kaupungin alueen kattava rakentamista tukeva tiedonsiirto- ja koneautomaatiotukiasemaverkko. Laitteiden, intranetratkaisujen ja tiedonsiirtoyhteyksien kehittyminen on mahdollistanut kaikkialla läsnäolevan älykkään rakentamisen - Oulussa on synnytetty maailmanlaajuisestikin huomioitu ubiikki älytyömaa.

5.3 Visioon perustuva tavoitetila ja kehittämistoimenpiteet

Vision pohjalta voidaan tavoitetilaksi valita tietomallipohjainen ja samalla paperiton työmaa. Tavoitetilassa kaikki viestintä ja dokumentointi, tietomallit ja koneohjausmallien ylläpito toimivat verkkopohjaisesti yhteisessä tietomallipohjaisessa projektiympäristössä. Pääallekkäistä tietoa ei synny vaan järjestelmässä on aina käytettävissä viimeisin dokumentaatio. Kuvassa 6 on kuvattu tietomalliprosessi tulevaisuudessa.

Tietomallipohjaisuus mahdollistaa dokumentaation linkittämisen suoraan rakentamiskohtaan. Tietomalliin sidottua dokumentaatiota ja koneautomaatiopohjaista mittausta hyödyntämällä voidaan helposti seurata rakentamisen edistymistä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi virheellisen toiminnan keskeyttämisen jo varhaisessa vaiheessa ja nopean suunnitelmamuutoksen. Reaaliaikainen työn etenemisen ja toteuman seuranta antaa mahdollisuuden joustavaan ja nopeaan reagointiin ongelmien tullessa vastaan.

Koneohjauslaitteiden mallien ylläpito tapahtuu verkon kautta. Oulun kaupungin laajuinen tukiasemaverkko puolestaan mahdollistaa koneautomaation hyödyntämisen joustavasti ja nopeasti ajasta ja paikasta riippumatta – koneohjauksen käyttäminen arkipäiväistyy.



KUVA 6. Infrarakentamisen tietomalliprosessin tavoitetilanne

Suunnitelmien käyttö, dokumentaatio ja viestintä hoidetaan henkilökohtaisilla päätelaitteilla läpi koko organisaation. Päätelaitteet mahdollistavat paitsi paperittoman toiminnan myös monia uusia toimintatapoja. Erilaiset tarkemittaukset, kuvat, kaivokortit ja muu laadudokumentaatio voidaan tuottaa suoraan järjestelmään ja kiinnittää tietomalliin ominaisuustiedoksi.

Dokumentoinnin ja mittauksen ollessa tietomallipohjaista voidaan toteuttaa helposti verrata suunnitelmaan. Samoin laadudokumentointi syntyy osana tietomallia. Myös toteumatiedon siirtäminen ylläpitoa ja hoitoa varten helpottuu.

Kaikkea vision sisältämää teknologiaa ei ole vielä saatavilla, mutta on selvää, että infratyömailla ollaan siirtymässä uusiin toimintatapoihin, jotka perustuvat vahvasti tietomallien hyödyntämiseen. Nämä muutokset toimintatavoissa edellyttävät tietoteknisen infrastruktuurin kehittämistä yhdessä osaamisen kanssa. Järjestelmä- ja toimintatason kehittäminen vaikuttaa koko toimintaketjuun alkaen lähtötiedon tuottamisesta päättyen ylläpitoon mukaan lukien

hankintaprosessit. Vision edellyttämät kehittämistoimenpiteet tavoitteineen on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Tulevaisuuden tavoitteet ja toimenpide-ehdotukset

Visio	Tavoite	Toimenpide	Edellytys
Sujuva ja joustava toiminta	Epäkohdat hoidetaan yhteistyössä kuntoon	Palautesessio	Sitoudutaan kehittämiseen
Verkkopohjainen projektiympäristö ja viestintä Tietomallipohjainen raportointi ja laatudokumentaatio Aina oikeat suunnitelmat käytössä Paperiton työmaa	Tietomallit työnjohdon käytössä Havainnot, huomautukset, kuvat, ominaisuustiedot ja laatudokumentointi voidaan kiinnittää tietomallissa asianomaisiin kohtiin.	Työnjohdolle tietomallityökalut käyttöön	Laite- ja sovellushankinnat Verkkoyhteydet toimivat luotettavasti ja laadukkaasti Toiminta on mobiilia. Koulutus
Viestintä on sähköisessä muodossa ja tiedotteet helposti käytettävissä.	Intranettia hyödynnetään viestinnässä entistä enemmän ja se on mobiilisti saavutettavissa.	Mobiilit viestintävälineet käyttöön	Projektinhallintaympäristön kehittäminen Koulutus
Reaaliaikainen työn edistymisen seuraaminen	Toteumaa mitataan koneella reaaliaikaisesti samalla, kun työ edistyy	Laite-/ohjelmistohankinnat tai -päivitykset	Toiminnan määrittely Ohjeet Laadunvalvonnan kehittämistä Verkko-ominaisuuksin varustettuja koneohjauslaitteita Reaaliaikaiseen mittaamiseen tarvittavat ohjelmistot Verkkoyhteydet toimivat luotettavasti ja laadukkaasti
Uudet kehittyneet tietomallipohjaiset toimintatavat	Tietomallin kokonaisvaltainen hyödyntäminen	Kehittämisryhmä	Yhteistä näkemystä ja sitoutumista kehittämiseen
Joustava, ajasta ja paikasta riippumaton koneautomaation käyttö	Yhteinen tukiasemaverkko oululaisten rakentajien käytössä	Yhteistyösopimus Laitehankinnat	Neuvottelut, laitehankinnat
Ubiikki älytyömaa	Kaikilla työmailla Oulun kaupungissa työskennellään tietomallipohjaisesti	Tietomalleihin perustuva toiminta Kattava tukiasemaverkko	Määrätietoista toiminnan kehittämistä

Kehittäminen edellyttää myös rohkeutta ja ennakkoluulottomuutta – uudenlaista luottamusta. Yhteistyökumppanit ja koko toimintaketju on saatava jakamaan sama yhteinen informaatio, jotta kokonaisuus saadaan toimimaan saumattomasti ja maksimaalisella tehokkuudella ja varmuudella.

6 SUUNNITELMA TAVOITETILAAN PÄÄSEMISEKSI

Haastatteluissa nousi esiin selkeästi kaksi kehittämisen osa-aluetta: ajantasaisen tiedon siirto pitää saada sujuvammaksi läpi koko prosessin sekä tekninen infrastruktuuri pitää saada toimimaan luotettavasti. Tietotekniseen kehittämiseen kuuluu laite- ja järjestelmätasojen kehittämistä. Lisäksi pidettiin tärkeänä, että ymmärrystä ja osaamista tietomallien hyödyntämisessä saataisiin kasvatettua laaja-alaisesti. Kehittämistoimenpiteet on suunniteltu erityisesti Oulun tekniselle liikelaitokselle, mutta suurelta osalta ne ovat toteutettavissa vain yhteistyössä Oulun kaupungin Katu- ja viherpalvelujen kanssa.

Tavoitetilaa päästään vaiheittain siirtymällä sellaiseen toimintaympäristöön, mikä mahdollistaa tietomallipohjaisen toiminnan joustavasti ja sujuvasti paikasta riippumatta erilaisilla päätelaitteilla. Toiminnan kehittäminen edellyttää tiettyä teknologiaa, joka puolestaan edellyttää osaamisen lisäämistä. Teknisten uudistusten käyttöönotto vaatii järjestelmällistä koulutusta toiminnan aktiivisen kehittämisen lisäksi. Oulun kaupungilla on jo sitouduttu Tekla Solution -ohjelmistoihin. Olisikin luonnollista toteuttaa myös rakentamiseen liittyvät tietomallien hyödyntämisen ratkaisut perustuen jo olemassa oleviin järjestelmiin.

Suunnitelman toimenpide-ehdotukset tavoitetilaa pääsemiseksi on jaettu kolmeen osa-alueeseen:

- Toiminnan kehittäminen
- Tekninen kehittäminen
- Osaamisen kehittäminen

Suuri osa kehittämissuunnitelmista edellyttää yhteistyötä eri toimijoiden välillä ja kehittämiseen on sitouduttava koko prosessin laajuudelta. Kyse ei ole yksittäisten ohjelmistojen ja laitteiden käyttöönotosta vaan koko toiminnan kehittämisestä. Onkin tärkeää järjestää foorumi, jossa määritellään yhteinen tahtotila ja sovitaan tarvittavista toimenpiteistä.

6.1 Toiminnan kehittäminen

Toimintaa ei voi kehittää pelkästään organisaation sisällä vaan kehittämistä pitää käsitellä koko prosessin kannalta yhteistyössä kaikkien toimijoiden kanssa. Uuden toimintakulttuurin omaksuminen edellyttää myös tiedon, ymmärryksen ja osaamisen lisäämistä koulutuksin.

Oulun kaupungin infrarakentamisen kehittämisryhmä

Kehittämisryhmän tehtävänä on lähteä koordinoimaan älykkään tietomalleja hyödyntävän infrarakentamisen ympäristön kehittämistä Oulun kaupunkiin. Tavoitteena on tietomallin kokonaisvaltainen hyödyntäminen sekä kattavasti toimiva tukiasemaverkko Oulun kaupungin infrarakentamisessa. Tavoitteeksi voisi lisätä myös päättäjien vakuuttaminen ja resurssien hankkiminen.

Tavoite voidaan jakaa sekä Oulun kaupungin omiin että kaikkia kaupungissa toimivia infrarakentajia palveleviin toimintaympäristön kehittämistavoitteisiin. Kehittämisryhmän ydinkokoonpanon tulisi koostua tilaaja-tuottaja-mallin mukaisesti sekä Oulun kaupungin katu- ja viherpalveluiden (suunnittelu ja rakennuttaminen) että Oulun teknisen liikelaitoksen (Infrayksikkö ja Mittaus- ja geotekniikkayksikkö) edustajista.

Oulun kaupungin yhteiset omat tavoitteet liittyvät ensivaiheessa nykyisen tietomalliprosessin ongelmakohtien ratkaisemiseen, teknisen valmiuden kohottamiseen ja tietomallien käytön ymmärtämisen lisäämiseen. Muita toimijoita koskevissa tavoitteissa kehittämisryhmän rooli voisi olla yhteen kokoava ja yhteistyöhön kannustava.

Nykytilan parantamisen toimenpiteitä:

- Dokumenttienhallinta
- Sähköinen laatudokumentointi
- Tietomallien käytön mahdollistavat laitteet ja ohjelmistot työmaalla
 - Suunnitelmien tietomallipohjainen hyödyntäminen työnjohdossa
- Tietomallioperaattoripalvelu
 - Koneohjausmallin tuottaminen ja muu tuki
- Koneohjausmallien verkkoylläpito
- Verkkoyhteyksien laatu ja luotettavuus

Lähitulevaisuuden kehittämistavoitteena on laatukäytänteiden ja projektinhallinnan kehittäminen tukemaan tietomallipohjaista toimintaa, Tekla-ohjelmistojen edistyneiden tietomalliominaisuuksien käyttöönotto (esimerkiksi toteumatiedon vertailu). Lisäksi tietomallien käyttöä suunnittelussa ja rakentamisessa edistetään kehittämällä suunnitteluohjeita ja olemalla mukana koko Oulun kaupungin kattavan tukiasemaverkon kehittämisessä. Kun tietomallien käyttö infrarakentamisessa helpottuu ja arkipäiväistyy, kaupunki tulee saamaan merkittävän hyödyn rakentamisen laadun ja tehokkuuden parantuessa. .

Kehittämiskohteita lähitulevaisuudessa:

- Laatukäytänteiden kehittäminen
- Tietokanta- ja tietomallipohjainen projektinhallintajärjestelmä
- Tietomalliin perustuvat edistyneet ominaisuudet
- Suunnitelmat tietomallipohjaisiksi
- Kattava tukiasemaverkko

Kehittämisryhmän kannattaa selvittää, miten kehittämistavoitteet voidaan kytkeä alueellisiin muihin kehittämisohjelmiin ja -hankkeisiin ja tutkimukseen.

Projektien palautesessiot

Tietomallien käyttäminen vaatii työmaalla uudenlaista pelisilmää: on osattava huomioida oman työn vaikutus muihin työvaiheisiin ja pystyttävä ottamaan vastuu laadukkaasta työn toteutuksesta. Työn tekeminen on yhteistyötä monien toimijoiden kanssa. Yhteistyön ja toimintatapojen kehittämiseksi pidetään rakentamisprojektien jälkeen palautetilaisuus, jossa käsitellään projektin aikana syntyneitä toimintaan liittyviä hyviä ja huonoja kokemuksia.

Toimintaideana palautetapahtumassa voisi olla, että siellä käsitellään ainakin yksi toimiva kohta ja yksi kohta, missä on huomattu parannettavaa. Parannuskohdetta työestetään ja mietitään yhdessä, miten se voidaan saada toimimaan paremmin ja mitä se edellyttää. Näin synnytetään ja muovataan askel kerrallaan käytäntöjä, jotka kirjataan uusiksi toimintatavoiksi. Kirjatut toimintatavat siirretään osaksi työmaiden perehdyttämistä.

Dokumenttien hallinta

Dokumenttien hallintaa kehitetään suunnittelemalla dokumenttien nimeämis-ikäytänteet ja määrittelemällä versioiden hallinnan periaatteet. Määritellään myös, kuka vastaa asiakirjojen päivittämisestä. Uudet toimintatavat kuvataan kirjallisessa ohjeessa, joka tulee kaikkien käyttöön. Lisäksi projektinhallintaympäristö on saatava mahdollisimman nopealla aikavälillä sellaiseksi, että kaikki projektikohtainen dokumentaatio löytyy yhdestä projektityötilasta.

Tulevaisuudessa dokumentinhallintajärjestelmä on tietokantapohjainen ja tuotettu dokumentaatio voidaan tarvittaessa yhdistää suoraan tietomalliin. Tietoon päästään käsiksi verkon kautta ja järjestelmän mobiilikäyttäminen on sujuvaa.

Tietomallioperaattoripalvelu

Tietomallista tarvitaan erilaisia versioita riippuen käyttökohteesta. Eri koneautomaatiolaitteet, työn- ja projektinjohtamisen järjestelmät tarvitsevat omanlaiset mallinsa. Samoin eri työvaiheisiin pitää saada vaihekohtaisia malleja. Edellä mainittuja tarpeita varten järjestetään tietomallioperaattoripalvelu, jonka tehtävänä on muokata ja julkaista tietomalleja eri käyttötarkoituksiin. Operaattori voisi toimia myös tukena liittyen tietomallin käyttöön päätelaitteilla ja koneautomaatiojärjestelmillä. Palvelu voitaneen toteuttaa joko ulkoisena tai sisäisenä palveluna.

Sähköinen laatudokumentointi ja laatukäytännöt

Laatudokumentaatiota kehitetään siten, että se kelpaa rakennuttajalle sähköisessä muodossa. Määritetään, miten laatudokumentointi on toteutettava, jotta se täyttää rakennuttajan vaatimukset.

Laatukäytännöt on kehitettävä, kun otetaan uusia ominaisuuksia käyttöön. Esimerkiksi koneautomaatiopohjainen mittaaminen edellyttää, että mittaustulosten luotettavuuteen on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Laitteiden säännöllisestä kalibroinnista on huolehdittava riittävän usein ja tarkistuspisteet on tuotava lähelle työkohtetta. Mittaustulosten luotettavuutta voidaan tarkkailla myös satunnaisin tarkemittauksin.

Järjestelmien kehittyessä laatudokumentaatio voidaan liittää suoraan tietomalliin, mikä puolestaan tuottaa lisäarvoa, kun tullaan siirtymään infrarakennuksen ylläpitovaiheeseen. Tietomallipohjaiseen projektinhallintaan siirryessä on selvitettävä, miten laatudokumentaatio, kuten kadun tiiveys- ja kantavuustulokset ja viemärikuvaukset, saadaan suoraan tuotettua osaksi tietomallia.

Tukiasemaverkko

Tukiasemaverkko voisi olla rakentajien vahvaan yhteistyöhön pohjautuva toteutus, jossa kaupunki on voimakkaasti mukana sekä kehittämisen tukijana että yhtenä palvelun tarjoajana. Tietomallioperaattoripalvelu voisi olla operoimassa ja koordinoimassa tukiasemaverkon käyttöä.

Tietomallipohjainen toiminta

Kehittämisen tavoitteena on, että työnjohtaminen ja valvonta, rakentaminen koneohjauksella, mittaaminen ja laatudokumentaatiot ovat tietomallipohjaisia. Myös projektin- ja dokumenttienhallinta sekä viestintä tukeutuvat tietomalliin ja ovat tietokantapohjaisia. Järjestelmien kehittämisessä otetaan huomioon, että sujuva toiminta on mahdollista myös mobiileilla päätelaitteilla.

Teknisten valmiuksien kehittyessä voidaan luoda uusia toimintatapoja ja käytänteitä. Uusia toimintamuotoja esimerkiksi:

- Suunnitelmat tietomallipohjaisia
- Tietomallipohjainen raportointi
- Työn etenemisen reaaliaikainen seuranta
- Toteuman mittaaminen koneautomaatiolla
- Laatudokumentaation liittäminen tietomalliin
- Toteumamallin tuottaminen
- Suunnitelman ja toteuman vertailu

Samalla kun otetaan uusia tietomallipohjaisia infrarakentamisen järjestelmiä käyttöön, edistetään tietomallipohjaista suunnittelua. Tavoitteeksi on otettava, että lähitulevaisuudessa kaikki Oulun kaupungin kunnallistekniikan rakennussuunnitelmat ovat tietomallipohjaisia.

6.2 Tekninen kehittäminen

Tekniseen kehittämiseen kuuluu sekä uusien järjestelmien että laitteiden hankinta ja käyttöönotto. Kehittämisessä on tärkeää huomioida, että laitteet ja järjestelmät tukevat tietomallien mobiilia käyttöä. Siksi on ensimmäisenä huolehdittava, että käytössä on toimivat tietoverkkoratkaisut.

Verkkoyhteyksien laatu ja luotettavuus

Työmaaolosuhteissa käytännössä ainoa tietoliikenneyhteys on mobiililiittymä. Verkkoyhteyksien toimivuus on olennaista, kun kehitetään mobiiliverkkojen kautta toimivia järjestelmiä. Verkkoliittymän valinnassa on huomioitava verkon peittoalueen kattavuus ja tietoliikennesopeus.

Intranet-ratkaisut vaikuttavat merkittävästi verkon kautta käytettävien palvelujen käytettävyyteen. Nykyisen intranet-ratkaisun ongelmat pyritään selvittämään yhteistyössä tietoteknisten palvelujen tuottajan kanssa. Mikäli tietoverkon käytön ongelmia ei saada kuntoon nopeasti, on tuottajan aloitettava tilaajan kanssa selvittää muita vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Projektinhallintajärjestelmä

Selvitetään, miten tilaajan ja tuottajan nykyiset projektitilat voidaan yhdistää tai miten niitä voitaisiin käyttää yhdessä. Karsimalla päällekkäisyydet saataisiin välittömästi nopeutettua tiedon siirtoa ja kaikilla olisi käytettävissä samat versiot dokumenteista.

Aloitetaan selvitystyö tietokanta- ja tietomallipohjaisen projektinhallinnan kehittämiseksi ja hankkimiseksi.

Tietomallien käytön mahdollistavat laitteet ja ohjelmistot

Työmaan varustaminen uudella tietotekniikalla tehdään vaiheittain: ensin otetaan käyttöön työnjohdon tietomallisovellukset ja kannettavat päätelaitteet, joilla päästään hyödyntämään mallitietoja rakentamisvaiheessa. Myöhemmin järjestelmää tullaan laajentamaan siten, että se koskee myös rakentamisen työryhmien mittamiehiä. Lisäksi työmaatoimistot tullaan varustamaan isoilla interaktiivisilla näyttöseinillä.

Intranet- ja viestintäratkaisuja sekä muita järjestelmiä, kuten esimerkiksi työnhallintajärjestelmää, kehitetään sellaisiksi, että niitä voidaan yhdessä tietomallityökalujen kanssa käyttää myös mobiileilla päätelaitteilla. Tavoitteena on, että henkilökohtaiset päätelaitteet tulevat koko rakentamisorganisaation käyttöön.

Laitteiden ja järjestelmien käyttöönotto edellyttää suunnittelua ja resursointia. Ensin on päätettävä, millaisia toiminnallisia hyötyjä laitehankinnoilta odotetaan. Sitten on tehtävä suunnitelma, valittava pilottiprojekti, järjestettävä resurssit ja sovittava tarvittavat tuki- ja yhteistyökuviot.

Koneautomaatiolaitteiden verkkopohjainen ylläpito

Otetaan käyttöön koneautomaatiolaittevalmistajien tarjoamat verkkoylläpityökalut, ja samalla koneurakoitsijoita kannustetaan päivittämään koneautomaatiolaitteitaan uusiin verkko-ominaisuuksin varustettuihin malleihin. Tämä voi tapahtua esimerkiksi siten, että suurille työmaille valitaan vain verkkoylläpidon edellyttämin ominaisuuksin varustettuja koneita.

Koneautomaatiopohjainen mittaaminen

Hankitaan ja toteutetaan järjestelmä, jolla voidaan seurata reaaliaikaisesti rakentamisen etenemistä ja voidaan työn edetessä suorittaa koneautomaatiopohjaisesti toteutettujen mittauksien mittaaminen.

Mittaustiedon lisääminen tietomalliin mahdollistaa suunnitelman ja toteuman vertailun sekä jatkossa toteumamallin tuottamisen. Mittaaminen koneautomaatiolaitteilla edellyttää samalla laatukäytänteiden kehittämistä.

6.3 Osaamisen kehittäminen

Koulutustarpeita oli haastateltavilla ehdottaa monenlaisia. Päälimmäisiksi nousi yleinen tietomallien käyttöön liittyvä koulutus, missä lähdettäisiin aivan perusasioista pohtimaan, mikä on tietomalli ja miten se muuttaa toimintatapoja. Juuri toimintatapojen muutos näyttääkin olevan suurin yksittäinen haaste kokonaisuudessa, joka koostuu useista eri toimijoista. Lisäksi on huomioitava, että uusien toimintatapojen, sovellusten ja laitteiden käyttöönotto edellyttää myös kouluttamista.

Yleinen tietomallikoulutus

Alkuvaiheessa on tärkeää saada mahdollisimman laaja-alaisesti aikaan yhteinen ymmärrys, mitä tietomallien hyödyntäminen tarkoittaa tulevaisuudessa ja miten se muuttaa toimintaa.

Järjestetään workshop-muotoista koulutusta, jossa alustuksien pohjalta mietitään, millaisia vaikutuksia tietomallien käytöllä tulee olemaan omaan toimintaan, oman organisaation toimintaan ja koko toimintaketjuun. Workshopeissa tuloksena voi syntyä uusia kehittämistoimenpiteitä.

Tietomallin käyttäminen Tekla Solutions -ohjelmistoissa

Suunnittelijoille kohdennetaan täydennyskoulutusta koskien tietomallien käsittelemistä. Esimerkiksi rakentamisen kannalta on tärkeää saada oikeanlaisia vaihekohtaisia koneohjaukseen soveltuvia malleja käyttöön.

Uudet toimintatavat ja järjestelmät

Sitä mukaan, kun uusia toimintatapoja, laitteita ja järjestelmiä tulee käyttöön, järjestetään koulutusta.

6.4 Suunnitelman vaiheet

Tavoitetaan siirtymään työmaalla vaiheittain. Aluksi keskitytään kehittämispohjan luomiseen. Lisätään tietomalleihin liittyvää ymmärrystä ja perustetaan kehittämissyhmä. Samalla nykytilaa parannetaan nopeasti toteutettavilla parannuksilla. Seuraavassa vaiheessa keskitytään teknisen valmiuden kohottamiseen. Hankitaan uusia laitteita ja järjestelmiä, joilla mahdollistetaan tietomallien hyödyntäminen työmaaolosuhteissa. Kolmannessa ja neljännessä vaiheessa panostetaan uusien käytäntöjen ja toimintamuotojen kehittämiseen yhdessä järjestelmien kehittämisen kanssa sekä niiden laajamittaiseen käyttöönottoon. Lopulta viimeisessä vaiheessa tietomalleja hyödynnetään kokonaisvaltaisesti infrarakentamisessa ja koneautomaation käyttö on mahdollista koko Oulun kaupungin alueella joustavasti ja helposti. Voidaan puhua oululaisesta kaikkialla läsnäolevasta - ubiikista - älytyömaasta.

Taulukkoon 4 on koottuna suunnitelman kehittämistoimenpiteet ja vaiheistus. Kuvassa 7 on vaiheistus esitetty kehittämisalueittain kaaviomuodossa.

TAULUKKO 4. Suunnitelman viisi vaihetta ja tärkeimmät kehittämistoimenpiteet

1. Vaihe	Kehittämispohjan luominen
	<p>Kehittämisryhmän perustaminen Yleistä tietomallikoulusta Palautesessio-käytäntö käyttöön Dokumenttienhallinnan yhtenäistäminen Tietomallioperaattoripalvelun järjestäminen Tietoliikenneyhteydet kuntoon</p>
2. Vaihe	Tekninen varustautuminen
	<p>Työnjohdon laitteet ja tietomallisovellukset käyttöön Tilaa tuottaa tuottajalle tietomallin Tietomalli suunnitelmana käytettävissä Sähköinen laadudokumentaatio Työmaatoimiston laitteet Toimiva intranetratkaisu</p>
3. Vaihe	Järjestelmien kehittäminen
	<p>Verkkopohjainen koneohjausmallien ylläpito koko työmaalla Työn etenemisen reaaliaikainen seuranta Toteuman mittaaminen koneautomaatiolla Laadunvalvonnan kehittäminen Tietomallitoimintoja mittamiesten käyttöön</p>
4. Vaihe	Toiminnan implementointi
	<p>Konemittaukset reaaliaikaisesti malliin Laadudokumentit, korjaustieto ja muu dokumentointi tietomallissa Toteumamallin tuottaminen Henkilökohtaiset mobiilit taskulaitteet käyttöön Mobiilit sovellukset</p>
5. Vaihe	Vaihe: Ubiikki älytyömaa
	<p>Tietomallipohjainen toiminta, kaikki suunnitelmat tietomallipohjaisia Tietokanta- ja tietomallipohjainen projektinhallintajärjestelmä Mobiili toimintaympäristö Koko Oulun kattava tukiasemaverkko on käytössä</p>

	Vaihe 1. Kehittämispohjan luominen	Vaihe 2. Tekninen varustautuminen	Vaihe 3. Järjestelmien kehittäminen	Vaihe 4. Toiminnan implementointi	Vaihe 5. Ubiikki älytyömaa
Toiminnan kehittäminen	Kehittämissuunnitelman perustaminen Operaattori-palvelun järjestäminen Dokumentoinnin yhtenäistäminen, ohjeet	Kehittämissuunnitelma "Kokonaisuuden koordinaatio"			Tietomallipohjainen toiminta
		Tietomallipohjaisia suunnitelmia työntekijöille Sähköinen laatudokumentaatio	Laadunvalvonnan kehittäminen Verkkopohjainen kone-ohjausmallien ylläpito Koneautomaatiomittaus	Toteumamalli Tietomallipohjainen laatudokumentaatio Koneautomaatiomittaus malliin	Tukiasemaverkko
	Palautesessiot "Käytänteiden kehittäminen"				
Tekninen kehittäminen	Projektitilojen yhdistäminen Tietoliikenneyhteydet kuntoon	Työnjohdon laitteet Työmaatoimiston varustaminen Työmaatoimisto-sovellus käyttöön Toimiva intranetratkaisu	Mittamisten laitteet Työn etenemisen seurantasovellus Työmaasovellus käyttöön Koneautomaatiolaitteiden verkko-ominaisuudet	Henk.koht. mobiilitaskulaitteet Mobiilit sovellukset dokum., työnseuranta	Tietokanta- ja tietomallipohjainen projektinhallintajärjestelmä Mobiili toimintaympäristö
Osaamisen kehittäminen	Koulutus: Yleistä tietomallista Koulutus: Toiminnan muutokset, dokumentaatio	Koulutus Uudet käytännöt Koulutus: Laitteet ja sovellukset	Koulutus Uudet käytännöt Koulutus: Laitteet ja sovellukset	Koulutus Uudet käytännöt Koulutus: Laitteet ja sovellukset	Koulutus Uudet käytännöt

KUVA 7. Suunnitelman vaiheet esitettynä kehittämisalueittain

7 POHDINTA

Tietomallien käyttöönotto työmailla tuo mukanaan uusia mahdollisuuksia kehittää rakentamisen laatua ja tehokkuutta. Jo nyt voidaan nähdä, miten tietomallien käyttö tuo ennen käyttämättömiä tapoja hallita rakennettua ympäristöämme. Ottamalla laaja-alaisesti tietomallit käyttöön rakentamisvaiheessa, saamme tuotettua perustan, jonka päälle on helppo rakentaa työkaluja tehokkaaseen ja ennakoivaan hoitoon ja ylläpitoon, mikä puolestaan pidentää kunnallisteknisten investointien elinikää. Työkoneautomaation kehittyminen ja tietotekniset innovaatiot tulevat vaikuttamaan rakennusprosessiin ennen näkemättömällä tavalla, siksi infra-alalla kannattaa panostaa tulevaisuuden tutkimiseen ja ennakkointiin.

Työmailla tietotekniikan hyödyntäminen ja varsinkin sen kehittäminen edellyttää laadukkaasti ja luotettavasti toimivaa tietoliikennettä. Verkkoyhteyksien ongelmat on ratkaistava ennen kuin voidaan ottaa uusia järjestelmiä laajamittaisesti käyttöön. Kehittäminen pitää tehdä suunnitelmallisesti, muuten hukataan resursseja tai yksittäiset kokeilut eivät johda haluttuun tulokseen. Tavoitteiden asettaminen ja resurssien varmistaminen ovat kehittämistoimenpiteiden onnistumisen tae.

Opinnäytetyössä keskityttiin tietomallien käyttöön työmailla. On kuitenkin muistettava, että inframallit vaikuttavat organisaation toimintaan myös laajemmin: esimerkiksi tarjouslaskentaan, turvallisuussuunnitteluun ja hankintaprosesseihin. Koko infra-alalla eletään juuri nyt muutoksen ja kehittymisen aikaa. Tietomallien käyttö koskettaa kaikkia alan toimijoita, joten kyseessä on siis yhteinen haaste ja tavoite. Tällä hetkellä eri toimijat kehittävät omaa toimintaansa kukin tahoillaan. Suurin hyöty kuitenkin saadaan, kun tietomallipohjaista toimintaa voidaan joustavasti hyödyntää läpi koko rakentamisen prosessin. Juuri nyt pitääkin koota voimat yhteen ja alkaa suunnitella, mitä voidaan yhdessä lähteä toteuttamaan. Yhteiset kehittämistavoitteet on otettava toisissaan ja oltava mukana heti alusta alkaen.

Vaikka kehittämistoimenpiteet hyödyttäisivätkin yksittäisiä toimijoita, niin kaikki toimintaa tehostava kehittäminen hyödyttää myös tilaajaa – yhtäläillä niin laadun parantumisenä kuin kustannusten ja aikataulujen kurissa pysymisenä. Siksi olisikin tärkeää, että Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut toimisi kehittämisen veturina ja ottaisi vastuun toiminnan koordinoinnista.

Kehittämistoimintaan on saatava mukaan ohjelmisto- ja laitekehittäjien edustajia. Heillä on korkea tietotekninen osaaminen, mutta työmaan haasteet saattavat olla tuntemattomia: esimerkiksi sama koneohjausmalli ei sovellu eri työvaiheisiin. Erimerkkiset koneautomaatiolaitteet on pitkällä aikavälillä saatava toimimaan samalla aineistolla työvaiheesta riippumatta.

Tietomallipohjaisen rakentamisen kehittäminen sopii hyvin oululaiseen teknologiaimagoon. Tietomallipohjaisten toimintatapojen laaja-alainen käyttöönotto infrarakentamisessa mahdollistaa uudenlaisen liiketoiminnan ja uusien kaupunkilaisia hyödyttävien palvelujen kehittämisen. Kehittämisryhmän pitääkin ottaa tehtäväkseen myös päättäjätason viestintä. On kasvatettava tietoisuutta ”yhteiskunnan kivijalan” - kunnallistekniikan - hallinnan uusista mahdollisuuksista ja siinä kiinni olevan pääoman säilymisestä!

LÄHTEET

1. InfraFINBIM 2013. InfraBIM-sanasto.
Saatavissa: http://www.rts.fi/infrabim/InfraBIM_Sanasto_0_5.pdf
Tarkistettu 7.11.2013
2. Mitta Oy. Webbisivut. 3D-Koneohjaus.
Saatavissa: <http://www.mitta.fi/koneohjaus.html>
Tarkistettu 7.11.2013
3. RYM Oy. Webbisivut. Yritys.
Saatavissa: <http://www.rym.fi/yritys/>
Tarkistettu 7.11.2013
4. Wikipedia. Takymetri.
Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Takymetri>
Tarkistettu 7.11.2013
5. Tekla Oy. Webbisivut. Tietoa Teklasta.
Saatavissa: <http://tekla.prod.wunder.io/fi/tietoa-teklasta>
Tarkistettu 7.11.2013
6. Suomisanakirja.fi. Webbisivut. Ubiikki.
Saatavissa: <http://www.suomisanakirja.fi/ubiikki>
Tarkistettu 7.11.2013
7. Vianova Systems Finland Oy. Webbisivut. Tietoa Vianovasta.
Saatavissa: <http://www.vianova.fi/Tietoa-Vianovasta>
Tarkistettu 7.11.2013

8. LiVi 43/2011. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. Siltojen rakentamisen, korjaamisen ja kunnossapidon automaation kehittäminen (5D-SILTA2). Saatavissa:
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2011-43_siltojen_rakentamisen_web.pdf
Tarkistettu 7.11.2013

9. Liikenneviraston verkkisivut. Mikä on tietomalli?
Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/mika_tietomalli
Tarkistettu 7.11.2013

10. Liikennevirasto. Verkkisivut. Uutiset 2013. Tietomallinnus tekee tuloaan.
Luettu 1.9.2013
Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/uutiset/2013/2013_1_2/20130208_tietomallit
Tarkistettu 7.11.2013

11. Vianova Systems Finland Oy. Verkkisivut.
Saatavissa: <http://www.vianova.fi/BIM/BIM-Rakennuttajille>
Tarkistettu 7.11.2013

12. Tekla Oy. Verkkisivut. Tekla Solution infrarakentajille
Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/ratkaisut/infrarakentajat>
Tarkistettu 7.11.2013

13. InfraTM raportti 2010: Tietomallit ja koneohjaus katuhankkeissa.
Saatavissa: http://www.infrabim.fi/InfraTM_pilotti_Tampere_Oulu_loppuraportti.pdf
Tarkistettu 7.11.2013

14. InfraFINBIM. Webbisivut. Infra-alan visio: vuonna 2014 tilataan vain tietomallipohjaisia palveluja.
Saatavissa: http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/tyopaketti.html
Tarkistettu 7.11.2013
15. InfraFINBIM. Webbisivut. Tietomallintaminen uudistaa infra-alan.
Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/>
Tarkistettu 7.11.2013
16. Hyvärinen Juha, Mäkeläinen Tarja, Rekola Mirkka, Törnqvist Jouko 2010. InfraTimantti esiselvitys, loppuraportti.
Saatavissa: http://www.infrabim.fi/InfraTimantti_Loppuraportti_100615.pdf
Tarkistettu 7.11.2013
17. Kunnat.net. Webbisivut. Tilaaja-tuottaja –toimintatapa ja –malli.
Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/palvelualueet/jarjestaminen/tiltu/kasitteita/tiltumalli/Sivut/default.aspx>
Tarkistettu 7.11.2013
18. Oulun kaupunki. Webbisivut. Päätöksenteko ja hallinto. Hallinnollinen organisaatio: Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut
Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/paatoksenteko-ja-hallinto/yhdyskunta-ja-ymparistopalvelut>
Tarkistettu 7.11.2013
19. Oulun kaupunki. Webbisivut. Päätöksenteko ja hallinto. Hallinnollinen organisaatio: Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut.
Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/paatoksenteko-ja-hallinto/yhdyskunta-ja-ymparistopalvelut1>
Tarkistettu 7.11.2013

20. Oulun kaupunki. Webbisivut. Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut, Katu- ja viherpalvelut. (Organisaatiokaavio)
Saatavissa: http://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=ee31f0f0-455f-4281-8334-0ed0f170a6ec&groupId=64248
Tarkistettu 7.11.2013
21. Oulun tekninen liikelaitos. Webbisivut.
Saatavissa: <http://oulu.ouka.fi/tekli/>
Tarkistettu 7.11.2013
22. Tekla Oy. Webbisivut. Referenssit: Oulun kaupunki & Tekla Solution infrasuunnittelijoille
Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/references/oulun-kaupunki-hyodyntaa-teklan-ratkaisuja>
Tarkistettu 7.11.2013
23. Tekla Oy. Webbisivut. Uutiset 23.1.2012: Tekla toimittaa ohjelmistoratkaisun Oulun Veden vesi- ja viemäriverkoston kunnossapitoon ja ylläpitoon.
Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/uutiset/tekla-toimittaa-ohjelmistoratkaisun-oulun-veden-vesi-ja-viemariverkoston>
Tarkistettu 7.11.2013
24. Oulun teknisen liikelaitoksen työkonetarjousasiakirjat 2010-2012

HAASTATTELUJEN VASTAUKSIA

Mikä on hyvää tai toimivaa, entä mikä ei toimi tai toimii huonosti, onko puutteita?

Tilaaja	
Hyvää/toimivaa	Huonoa/ei toimi/puute
Toteutus vastaa paremmin suunnitelmaa	Tietomallioperaattori puuttuu Tekliltä (henkilö, joka pystyy ottamaan tietomallin vastaan/käyttöön)
Hankkeen läpimenoajat lyhenee	Eri valmistajien järjestelmät eivät keskustele keskenään oikeasti
Materiaalivirrat tehostuu	Yhdyskuntateknisen insinöörikoulutuksella ei ole riittävästi vetovoimaa
Koneautomaation käytön osaavia kuskeja löytyy	Koneautomaation käytön osaavia kuskeja on edelleen rajallisesti.
Koneautomaatiota opetetaan nykyään jo ammattikoulussa	Koneautomaatiolaitteet eivät ole tarpeeksi helppoja käyttää
Ympäristöystävällisempää: Tehokkaampi rakentaminen vähentää polttoaineen kulutusta.	Projektin aikana kertyy aineistoa, joka tallentuu eri henkilöiden ja tahojen toimesta lukuisiin erillisiin säilöihin.
Rakentamishaitta vähenee/lyhenee	
	Koneautomaatiotiedon tuottaminen on edelleen työlästä (muun muassa nimeäminen ja ”moniosaisen” poikkileikkauksen pilkkominen erillisiin KL- tai katupaketteihin)
Olemassa oleva Tekla-pohjainen järjestelmä on toimiva ja vakaa	Liittymä alueiden rakenteet määräävät suunnitellua (erilliset poikkarit)
Teklan järjestelmät keskustelevat keskenään...	Loppukäyttäjät joutuvat testaamaan ja sovittamaan suunnittelu ympäristöjä.
Aiemmin suunniteltiin vain ”päälipinta”; loput palveli massalaskentaa.	Tietomalli tuottaa suunnittelijoille lisää työtä. Muun muassa poikkileikkaus pitää suunnitella paljon tarkemmin; varsinkin liittymäkohdat vaativat kovaa ja tarkkaa ”hieromista”. Nyt on usein jätetty metrin aukko liittymäkohtaan (rakentaminen silmämääräisesti). Automatisointi liittymien tekoon!
	Tekla – koneautomaatio rajapinta; yhteensovittaminen on vaikeaa.
Suunnittelu 3D-maailmassa toimii hyvin	Työtapojen kehittämiseen ja toiminnan muutokseen ei ole resursseja
Mallinnuksen tarkastelu toimii sekä maan alla että päällä. Voidaan helposti tarkastella onko malli oikeanlainen ja toteutettavissa	Suunnitteluohjelmistojen päivitysten yhteyksissä voi tulla ongelmia, jotka ovat yleensä selvitettävissä

Oikean suunnittelutiedon siirtyminen tietomalleja käytettäessä luotettavampaa ja nopeampaa koko prosessin läpi.	Tietomallista tarvitaan erilaisia päätelaiteversioita
	Tällä hetkellä tiedon jalkautuminen tilaajalta urakoitsijalle ja urakoitsijan johdolta suoritusportaaseen on tahmeaa. Vanhat toimintamallit!
	Asenteessa ATK:n käyttöä kohtaan on parantamisen varaa vähän joka ”portaalla”; pelätään käyttöä, ei haluta käyttää työmaalla, ei haluta opetella käyttöä, ei anneta aikaa opetella/koulutusta, työnantaja ei halua investoida.
	Suunnitelmamallista koneohjaukseen ontuu!
Tuottaja	
Hyvää/toimivaa	Huonoa/ei toimi/puute
Tilaaja-tuottaja –höpötys alkanut mennä parempaan suuntaan	Jos tilaus tulee myöhään, työn suorittamiseen vaikea reagoida. Aika työn tekemiselle jää liian lyhyeksi ja näin ollen aineisto valmistuu myöhässä.
Tekniikalta löytyy osaamista koneautomaatioaineiston muokkaamiseen ja asentamiseen sekä tukiasemien pystyttämiseen	Laserkeilausaineiston luokittelun ulkoistaminen ei huomioi myöhempiä tarpeita: Nyt luokitellaan vain se, mitä tarvitaan tällä hetkellä. Luokittelija ei säilytä raakadataa mahdollisia jatkotarpeita varten.
On opittu ottamaan paremmin huomioon tutkimusvaiheiden ajankäytön tarve. Suunnittelu-prosessi aloitetaan aiemmin.	
Lähtöaineiston käsittelyyn tarkoitetut ohjelmat ovat kohdallaan	Mittauslaitteistot ja -ohjelmistot vanhenevat, kun ei hankita uusia. Laitteet hajoavat ja ohjelmia ei tueta.
Laitetoimittajien tuki toimii	
Yhteistyö konsulttien kanssa on pohjatutkimuksissa nykyään sujuvaa	
Koneautomaatiolaitetiheys on hyvä alueella	Koneautomaatiomalli ei sovi kunnolla tiehöylän käyttöön. Pitäisi olla riisutumpi malli muun muassa reunakivet poistettu
Tukiasematilanne on hyvä. Laitteita ja tukiasemal palvelun tuottajia löytyy Oulusta	Jostain syystä kantava kerros on joskus kova. Tämä haittaa höyläämistä. Onko ammattitaito-, koneohjaustekninen- vai toimintatapahaaste?
	Asenteissa kehittämisen varaa: Jotkut koneurakoitsijat virheellisesti ajattelevat että työmaalle voisi tulla opettelemaan koneohjauksen käyttöä.
Muut	
Hyvää/toimivaa	Huonoa/ei toimi/puute
Koneautomaatiolaitteet alkavat standardoitumaan.	Erimerkkisiin koneautomaatiolaitteisiin pitää tehdä

	erilaiset aineistot.
	Työ aikainen laadunvarmistus ei toimi riittävän hyvin.
	Koneautomaatiolaitteet vanhenevat.
	Osaan koneautomaatiolaitteista joudutaan päivittämään koneohjausaineisto manuaalisesti muistitikulla. Haastavaa ylläpitää oikeat versiot, jos on monta konetta käytössä. Ylläpito vie aikaa ja ylimääräisiä henkilöresursseja.
Periaatteessa LandXML toimii, mutta tarvitaan työvaihekohtaisia koneohjausmalleja	Tarvitaan laitemerkkikohtaisia muunnoksia ja ohjelmia, jotta saadaan malli toimimaan koneautomaatiolaitteessa
Palvelin pohjainen aineistonsiirto alkaa olla totta	LandXML sisältää yleensä liikaa tietoa sellaiseen käytettäväksi
	Pitää tehdä työvaihekohtaiset koneohjausmallit. Inframalli ei huomioi työvaiheessa käytettävää menetelmää esimerkiksi höylä vs. reunakivet ja luiskat.
	Suunnitteluohjelmissa erikseen suunniteltujen suunnitelman osien liittäminen ei toimi vielä.
	LandXML ei huomioi koneohjausjärjestelmää.

Minkälaisia riskejä ja uhkia tunnistat tällä hetkellä liittyen tietomallien käyttöön infrarakentamisessa (Oulun kaupungissa)?

Riskit ja uhat
Koneautomaatio-osaavien konekuskeja ei ole riittävästi
Suunnittelujärjestelmässä suunnitelma ei näy koneautomaatio näkymänä (simulaattori/tarkistus). Voi päästä virheellistä tietoa.
Oikea suunnitteluaineisto ei ole käytössä tai siitä ei ole tietoa tai sitä ei löydy
Koneautomaatioaineiston ylläpitoa ei ole. Koneautomaatiotuki on liikaa henkilöitynyt. Ts. liian paljon toimintoja on yhden henkilön varassa.
Mittauslaitteet hajoavat ja ohjelmia ei tueta. Mittauslaitteistot ja -ohjelmistot vanhenevat, kun ei hankita uusia.
Laitteet eivät tue uusia ominaisuuksia. Aineisto pitää muokata erikseen ja sitä ei voi päivittää keskitetysti verkon kautta.
Väärät/vanhat mallit koneessa käytössä
Virheellinen koneohjausmalli, koska koneohjausmallin muunnoksessa tullut eri tulkinta kuin suunnittelijalla.
Koneohjauksen kalibrointi on pielessä, koska sitä ei tarkisteta riittävän usein.
Koneen kalibrointi ei ole oikea

Laiteinvestoinnit valuvat hukkaan ja pysytään vanhoissa toimintamalleissa. Järjestelmien hyödyntäminen jää mestarin koppiin, työntekijätasolla suunnitelmat, dokumentointi ja raportointi pysyvät paperisina tai suusanallisina.

Millainen on näkemyksesi tulevaisuudesta (Visio)? Mihin suuntaan ja miten toimintaa voisi kehittää?

Tulevaisuus ja suunta
Yksi tietomalli koko tuotteen eliniän läpi vrt. http://www.infrabim.fi/
Yksi tietokanta, joka palvelee suunnittelusta ylläpitoon.
Oulun kaupungin prosessi pitäisi saada sellaiseksi, että vaiheet eivät ole erillisten tahojen vastuilla ja erillisinä vaiheina.
Pitäisi saada lisää läpinäkyvyyttä.
Elinkaarimalliin ollaan menossa: Historia, nykyisyys, ylläpito ja arvo
Tiedostojen siirroista päästävä eroon.
Yksi ja sama malli sopii kaikkiin päätelaitteisiin
Paperimuotoinen materiaali jää pois
Paperidokumentaatiota ei tarvita. Päätelaitteet kaikilla läpi koko prosessin. Suunnitelmat, laadunvarmistus ja valvonta työtä tehdessä ko. laitteilla (mittausta, kuvausta, raportointia, tallennusta, viestintää ja niin edelleen.)
Eri toimijoille tarjolla oleva ”yhteinen” tukiasemaverkosto Oulun alueelle
Koneen automatisointi tai etäohjaus
Ei miehiä koneissa, jotka toimivat automaattisesti.
3D-huoltokirja
Ylläpitomalliin osille ja rakenteille käyttöikä -> muistutukset -> huoltokirja
Hankinta myös tietomallipohjaiseksi. Reaaliaikainen toteumatieto laukaisee hälytyksen toimittajien järjestelmissä. Toimitusketju aktivoituu. Samoin kuin rakentamisen edistymistä voidaan seurata reaaliaikaisesti, voidaan seurata toimituksia.
Toteuma-/ylläpitomallia voisi hyödyntää myös muut toimijat kuten esimerkiksi palo- ja pelastuslaitos.
Koulutuksia
Tarvittaisiin yleistä koulutusta tietomallin hyödyntämiseksi suunnitteluttamis-, rakennuttamis- ja rakentamistoiminnassa.
Koneuskeille koulutusta koneohjausjärjestelmän ymmärtämisen ja käyttämisen osaamiseksi (ohjelmisto) sekä tiedon ylläpitämiseen
Työntekijöille käyttöön tulevien tietoteknisten laitteiden koulutusta.
Teknisiä kehittämissuhteita ja kohteita
Keskitetty koneohjausmallien jakelu palvelimen kautta. Käsityön määrä vähenee huomattavasti.
Jo olemassa olevien ominaisuuksien ottaminen käyttöön: muun muassa suunnitelma/tarke-vertailu koskien pintojen ja pistemäisten kohteiden toteumaa.
Tarkemittaukset pitäisi muuttaa konemittauksiksi työn edetessä. Edellyttää laadunvalvonnan

kehittämistä (muun muassa kalibrointitoimintamallit)
Projektiportaali.
Projektinhallintajärjestelmän kehittäminen eritoten dokumentin hallinta.
Tilaaajan ja rakentajan Ottilat olisi saatava yhteen (materiaali yhteen paikkaan yhtenä kappaleena).
Intranetratkaisut on saatava toimimaan työmaaolosuhteissa
Tietoliikenneyhteydet ja intranetratkaisut ja niin edelleen on saatava sille tasolle, että oikeasti voidaan jatkossa työmaalla hyödyntää sähköistä dokumentointia ja tietomalleja...
Tietotekniset järjestelmät on saatava ja ne on pidettävä ajantasalla
Tabletit työmaalle ja muille toimijoille esimerkiksi valvojille.
Laitteet ajantasalle
Toiminnan kehittämisehdotuksia
Keskustelua / yhteispohdintaa / suunnittelua olisi tehtävä joillakin foorumeilla...
Asiaa pitäisi viedä kokonaisuutena eteenpäin.
Laitevalmistajat saman pöydän ääreen. Sama-aineisto saatava sopimaan erimerkkisiin laitteistoihin. Samoin suunnittelijat ja laitevalmistajat saatava keskustelemaan. Kun laitteet toimivat samalla koneohjausmallin versiolla a) Suunnitelma sopii suoraan laitteelle b) ylläpito helpottuu, kun aineisto on palvelimella c) uudet versiot päivittyvät samantien; kone ei toimi vanhalla versiolla.
Putkilinjat yhdistelmämalliin
Reaaliaikainen mittaus.
Konetarkkeet
Laatukäytäntöjä on kehitettävä muun muassa koneiden kalibroinnin oikeellisuuden takaamiseksi
Laadunvalvontaa kehitettävä. Esimerkiksi mittaamisesta koneasemoinnin (kalibroinnin) varmistamiseen.
Muistettava tuoda uusia kalibrointipisteitä työn edetessä
MG:n toteumamittaus voisi muuttua enemmän laadunvalvontamittaukseksi. Koneautomaatiolaitteilla seurattaisiin toteumaa.
Maaperämallien käyttöön pitäisi kiinnittää huomiota. Mallipohjaisesta tarkastelusta saataisiin lisäinformaatiota suunnitteluun ja pystyttäisiin arvioimaan paremmin kaavoitusvaiheessa maankäyttöä ja kunnallistekniikan suunnittelussa rakenteiden mitoitusta (esimerkiksi pohjanvahvistus-/massanvaihtotarpeet). Toisi onnistuneita ratkaisuja ja sitä kautta kustannussäästöjä.
Tabletit työmaalle: a) Suunnitelmat työntekijöille (muun muassa näkee kokonaisuuden ja työkohteen) b) Dokumentointi- ja laadunvalvontakäyttö c) Viestintä d) Paikannus
Valvojille tabletit myös. Kaikki toimivat samassa systeemissä ja laitteet keskustelevat keskenään. Esimerkiksi viestintä helpottuu ja tuo uusia mahdollisuuksia muun muassa mittaustiedon yms. siirtäminen reaaliaikaisesti ”mallimuotoon”
Asiakirja-aineiston sähköisen käytön (muun muassa tallentamisen) kehittäminen