

MALLIPOHJAINEN INFRARAKENTAMINEN

Rakennushankkeen hallintamenetelmien kehitys

Mikko Jaakkola

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

MIKKO JAAKKOLA:
Mallipohjainen infrarakentaminen
Rakennushankkeen hallintamenetelmien kehitys

Opinnäytetyö, 28 sivua, liitteet 26 sivua (luottamuksellinen)
Marraskuu 2013

Tämän opinnäytetyön aiheena oli laatia käyttöopas Destia Oy:n työnjohdolle automaatiotyömaan uudesta työkalusta, Kuura-sovelluksesta. Oppaan oli määrä sisältää kuviin ja seikkaperäisiin selityksiin nojautuen helposti omaksuttavaa tietoa Kuuran toiminnoista huolimatta käyttäjän ATK-taitotasosta. Tämä osuus työstä rajoitettiin Destia Oy:n sisäiseen käyttöön.

Opinnäytetyön julkisessa osassa käsiteltiin infra-alan kehittämistarpeita työnjohdon näkökulmasta, yhtenä tapauksena kotimainen tuottavuuden kehityshanke TUKEFIN, jonka avulla omaan toimintaan saataisiin tarkempaa hankintaosaamista ja kitkettä rakennusprosessien synnyttämää resurssihukkaa. Toisena projektina käsiteltiin lähempänä automaatorakentamista olevaa InfraBIM-hanketta, jonka tavoitteena on saada suuret kansallisinframme haltijat tilaamaan rakennuspalveluita ainoastaan tietomallipohjaisina, koko elinkaaren käsittävinä kokonaisuuksina.

Myös projektijohdon omia puutteita urakan aikaisessa toiminnassa sekä alihankkijoiden ja kolmansien osapuolien ohjaamisessa etsittiin ja tuotiin esille TUKEFIN-hankkeen saavuttamien tuloksien avulla. Lopuksi luotiin tarkempi katsaus muutamaan markkinoilla olevaan sovellukseen, jotka on kehitetty automaatiotyömaan seuranta varten.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Civil Engineering

MIKKO JAAKKOLA:

Model based civil engineering

The development of technique mastering in a building project

Bachelor's Thesis 28 pages, appendices 26 pages (confidential)

November 2013

The basis of this Thesis' theme was to create a manual booklet of a new tool for automated construction site, the Kuura application, for Destia Inc.'s foremen. Based on pictures and detailed explanations the tutorial was meant to contain easily adaptative information about Kuura's functions regardless of the user's level of computer operating. This part of the Thesis was restricted to the internal use of Destia Inc.

In the public part of the Thesis the developing needs in civil engineering business were discussed from the perspective of the site foremen, one case being the national development project of productivity increasing, the TUKEFIN. With the help of the initiative there would be a change for the better in the contractor's know-how of acquisitions and the resource loss during construction procedure would be rooted out. The other case studied was closer to the Machine Control constructing point of view. The InfraBIM project's aim is to get all the biggest owners of our infrastructure to demand model based construction services that would comprise the whole lifespan of the structure.

With the results from the TUKEFIN project the site foremen's own weaknesses plus problems dealing with subcontractors and third parties during constructing was also sought and brought up. In the final part a review was made from a few market leading Machine Control surveing softwares.

ALKUSANAT

Haluan kiittää työn ohjaajaa Mika Jaakkolaa Destia Oy:stä mielenkiintoisen aiheen antamisesta, sekä yksityiskohtaisesta ohjeistuksesta työn sisällön määrittämisessä.

Tampereen ammattikorkeakoulusta haluan kiittää Hannele Kulmalaa, joka jaksoi painostaa työn valmiiksi saattamisessa ja viimeistelyssä.

Tampereella marraskuussa 2013

Mikko Jaakkola

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Tavoitteet ja rajaukset	8
1.3 Menetelmät	8
2 PROJEKTINJOHTAMINEN MUUTOKSESSA	9
2.1 Tilannekatsaus infrarakentamiseen	9
2.2 Infran kehityssuunta	11
2.2.1 TUKEFIN – tuottavuuden kehittäminen	11
2.2.2 Tuottavuutta jarruttavat tekijät.....	11
2.2.3 InfraBIM	13
3 YHTEISTEN TOIMINTAMALLIEN PÄIVITYS.....	16
3.1 Urakoitsija	16
3.2 Alihankkijat	17
3.3 Kolmannet osapuolet.....	18
4 AUTOMAATORAKENTAMISEN KEHITYSSUUNTA.....	20
4.1 Kuura	20
4.2 Topcon Magnet.....	21
4.3 Topcon Sitelink3D ja DynaRoad	21
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	24
LÄHTEET	26
LIITTEET	28

ERITYISSANASTO

Automaattiorakentaminen	Mallipohjaista rakentamista, jossa jokainen työvaihe tehdään työkoneisiin asennettujen koneohjausjärjestelmien avustamana.
Automaatio-operaattori	Huolehtii rakennusprojektin digitaalisen suunnitelma-aineiston muokkaamisesta ja siirtämisestä koneohjausjärjestelmiin. Huolehtii myös projektin muusta mittaustoiminnasta.
Pilvipalvelu	Tämän opinnäytetyön tapauksessa internetin kautta kehitettävä ja käytettävä tietotekninen sovellus.
BIM	Building Information Model, rakennusvaiheen ja rakenteen koko elinkaaren aikaisen tiedon kaikki sisältö digitaalisessa muodossa.
Tablettitietokone	Yksiosainen, kosketusnäyttölinen kannettava pientietokone.
LPS	Last Planner System, tuotannosuunnitteluun ja toteutusvaiheeseen kehitetty menetelmä aikataulultaan haastaville ja useita osapuolia sisältäville projekteille.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Automaatiorakentamisen kehittäminen on ollut tärkeässä asemassa viime vuosina. Koneohjaus on muuttanut rakentamistapaa tuoden mahdollisuuden tehdä työvaiheita suunnitelmista luotujen digitaalisten mallien mukaan ilman maastoonmerkinnän tarvetta. Suomalaisen infran suurimmat tilaajat ja toimittajat ovat asettaneet yhteisen tavoitteen vuoteen 2014, jolloin infrarakenteiden koko elinkaari tuotettaisiin tietomallipohjaisesti (InfraBIM-hanke). Tämä vaatii urakoitsijoilta kykyä sopeutua ja hakea uusia menetelmiä koneohjauksen tehostamiseen. Työnjohdolle koneohjatulla työmaalla muodostuu ongelmaksi maastoonmerkinnän puuttuminen ja täten omaa sijaintia on pienelläkin työmaalla hankala saada selville. Toisena ongelmana on työntekijöiden, työn edistymisen ja tuottavuusasteen seuranta.

Koneohjausjärjestelmien sivutuotteena onkin kehitetty sekä kotimaisia että ulkomaisia ratkaisuja työnjohdon tarpeisiin. Suomalaisen Hohto Labs Oy:n tuottama ja Destia Oy:n testaama Kuura-sovellus on tarkoitettu projektinjohdon työkaluksi automaatiotyömaalle. Sovelluksella seurataan mobiili- ja selainkäyttöliittymän avulla työmaan massataloutta, työkoneita ja edistymistä.

Tuotannosuunnittelun ja esimiestyön kehittämiseen tähtäävä TUKEFIN-hanke on auttanut yrityksiä ja yhteisöjä saavuttamaan strategioitaan ja käsittämään tuotantoketjussa uusia asioita, kuten yhteistyön ja aikataulutuksen merkityksen. Projekti on välillisesti yhteydessä automaatiorakentamiseen, koska se vahvistaa rakentajaosapuolien keskinäistä luottamusta, jota tarvitaan uusien menetelmien käyttöönotossa tietomallipohjaisessa elinkaarirakentamisessa.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän insinööriyön päätavoitteena oli luoda yksityiskohtainen käyttöohje Kuura-sovelluksen toiminnoista Destian työnohtohenkilöstön tarpeisiin. Teoriaosuuden tavoitteena oli tarkastella projektinjohdon nykyisiä toimintatapoja infratyömailla ja löytää uusia toimintamalleja kansallisten kehityshankkeiden ja tietoteknisen kehityksen kautta. Kehitysprojekteina käsiteltiin TUKEFIN-tuottavuuden kehittämishanketta sekä InfraBIM-tietomallinnushanketta. Työnjohdon uusina työkaluina tarkasteltiin muutamaa automaatiotyömaan projektinhallintaan tarkoitettua sovellusta. Opinnäytetyön aiheita käsiteltiin projektinjohdon näkökulmasta painottuen tienrakennukseen.

1.3 Menetelmät

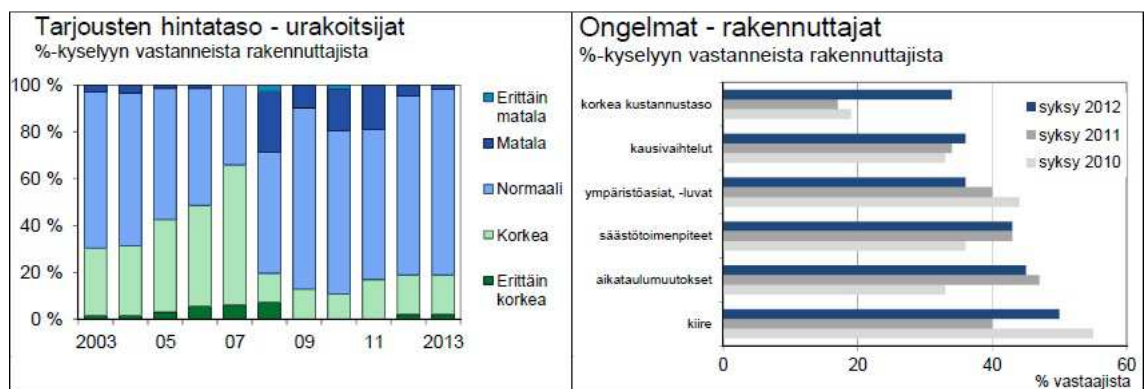
Kuuran käyttöopasta laadittaessa menetelminä olivat oma tutkimusluontoinen sovelluksen käyttö ja testaus, keskustelut sovelluksen kehittäjien, Destian automaatio-operaattoreiden sekä työn ohjaajan kanssa. Myös kahta Destian työnohtajaa haastateltiin Kuuran käyttökokemuksista. Teoriaosuuden tukena oli alan kirjallisuutta, internet-sivustoja ja omien kokemusten hyödyntäminen.

2 PROJEKTINJOHTAMINEN MUUTOKSESSA

2.1 Tilannekatsaus infrarakentamiseen

”Infrarakentaminen muutoksessa” on VTT:n vuonna 2011 käynnistämä projekti, jonka tähtäimenä on tuottaa maanrakennusalalle parempaa tilastointia, kehittää markkinoiden seuranta, havainnollistaa muutosten vaikutuksia ja tunnistaa tulevaisuuden osaamis- ja työvoimatarpeet. Kolmivuotisen projektin viimeisimmän tilannekatsauksen mukaan rakentaminen supistuu vuonna 2013 kolme prosenttiyksikköä. Laskusuhdanteen syinä ovat mm. julkisen sektorin heikentynyt taloustilanne, viennin vähentyminen ja öljyn, logististen palveluiden sekä maa-ainesten kustannusten nousu (Infrasuhdanteet 2/2012).

Rakennuttajille teetetystä suhdannekyselystä osoittautuikin, että suurimmaksi kompastuskiveksi oli arvioitu kustannustaso, joka oli noussut vuodesta 2011 vuoteen 2012 lähes kaksinkertaiseksi. Toisaalta noin 80 prosenttia rakennuttajista oli sitä mieltä (kuva 1), että urakoitsijoiden tarjoushinnat olivat normaalilla tasolla (Infrasuhdanteet 2/2012). Rakennuttajien kokemaan kustannustason nousuun sisältyy toki myös suunnittelutyön kallistuminen lyhyen tilauskannan takia.



KUVA 1. Suhdannekyselyn tulokset (Infrasuhdanteet 2/2012, muokattu)

Vastausten perusteella rakennuttajien arvioimissa hinta- ja kustannustasoissa on selvää ristiriitaisuutta. Jotain olisi kuitenkin myös urakoitsijan puolelta tehtävä, jotta urakkahinnat saataisiin alennettua kilpailukyvyä säilyttämiseksi.

Nykyinen rakentamistapa on auttamatta kehityksestä jäljessä verrattaessa esimerkiksi teollisuuden toimenpiteisiin tuotannon tehostamisessa. Uusia keinoja tuottavuuden parantamiseen olisi, mutta muutosvastaisuus tai kiireen tuntu ei luo edellytyksiä kehityksen eteenpäin viemiselle. Viime vuosina koneohjauksen hyödyntämistä on edistetty paljon, mutta kaikkea digitaalisen rakentamisen tuomaa etua ei Suomessa ole vielä hyödynnetty, kuten maamassojen siirtojen optimointi tai automaattinen määrälaskenta perustuen massankuljetuksiin maalajeittain. Rakennuskustannusten nousun vuoksi tilaajan korkeana pitämiä tarjoushintoja pitäisikin saada pudotettua helpoimmalla tavalla eli hukan minimoinnilla. Seuraavassa on katkelma talonrakentamisen näkökulmasta Tiennäyttjä-lehden artikkelista (huhtikuu 2009, 29):

”Tilaaaja kilpailuttaa erikseen lämpö- ja ilmastointi-, vesi- sekä sähkösuunnittelun tavoitteenaan edulliset suunnittelukustannukset. Kaikki edellä mainitut suunnittelutyöt menevät eri suunnittelutoimistoille. Myöhemmin tilaaja kilpailuttaa erikseen myös töiden toteutuksen ja nekin menevät eri urakoitsijoille. Työn toteutuksen aikana syntyy paljon hukkaa.”

Kyseinen lainaus pätee myös maanrakentamiseen. Esimerkiksi kadun rakenteisiin asennettavat sähkötekniset järjestelmät, valaistus ja putkitukset saattavat olla kiireessä piirretyt vanhentuneelle tai muutetulle alkuperäissuunnitelmapohjalle. Usein kolmansien osapuolien suunnitelmia on vielä kertaalleen muutettu ilmoittamatta viimeisimpiä tietoja rakennuttajalle. Pääallekkäin suunnittelun vaara on ilmeinen ja ongelma saattaa tulla esille vasta rakentamisvaiheessa, jolloin tarvitaan nopeita ratkaisuja, joita ei tiukan aikataulun vuoksi ole mahdollista siirtää suunnittelijan ratkaistavaksi.

2.2 Infran kehityssuunta

2.2.1 TUKEFIN – tuottavuuden kehittäminen

TUKEFIN-hanke on Innokonseptit Oy:n ja sen yhteistyökumppaneiden alullepanema kansallinen hanke, jonka päämäärä on parantaa rakennusteollisuuden tuottavuusastetta. Tavoite on kehittää rakennusprosessin toteutusmalleja niin, että osallistuvien tahojen välille syntyy yhteistyötä katkeamattomassa ketjussa vähentäen ja tarkentaen koko hankkeen toteuttamisen kustannuksia. Hankkeessa mukana olleet henkilöt olivat suunnittelijoita, julkisen sektorin tilaajia, pääurakoitsijoita, alihankkijoita ja organisaatioiden avainhenkilöitä (Yliherva & Merikallio, 2010, 4 - 5). Idea hankkeeseen on tullut osittain teollisuuden massatuotantoalalta, jolla tällainen kehitystyö on parantanut tuottavuutta.

Ensimmäinen tuottavuushanke vietiin läpi vuosina 2008 - 2009, ja se sisälsi neljä päävaihetta, joiden avulla pyrittiin purkamaan tuottavuuden kehitystä jarruttavia tekijöitä. Seuraavassa luvussa käsitellään ensimmäistä vaihetta, jossa tuodaan esiin tuotannon ongelmakohdat. Työnjohdollisten ongelmien ratkaisujen pohdintaosiossa käytettiin tausta-aineistona vaiheita 2 - 4, joissa tapahtui varsinainen ongelmien purkaminen, avainhenkilöiden valmennukset ja pilotointihankkeet (Yliherva & Merikallio, 2010, 4).

2.2.2 Tuottavuutta jarruttavat tekijät

TUKEFIN-hankkeen ensimmäinen vaihe koostui tilaaja-, palveluntuottaja- ja alihankkijaosapuolien innovaatiomittauksista. Analyysissa kunkin tahon avainhenkilöt arvioivat toisen osapuolen osaamista ja arvioivat samoista näkökulmista myös oman organisaation kyvyt. Palveluntuottajan arviot tilaajasta koostuivat tämän osaamisesta hankinnoissa ja kumppanuudessa sekä kyvystä innovaatioissa ja hukanpoistossa. Vastaavasti tilaajaosapuoli arvioi palveluntuottajan kumppanuutta, asiakaslähtöisyyttä sekä verkostoitumistaitoja (Yliherva & Merikallio, 2010, 18).

Yleisesti huomattiin osapuolien itsearvioinnin tuloksen nousevan paremmaksi kuin ulkopuolisen arvio. Ennen kuin arvioita oli edes tehty, oli pantu merkille, että organisaatiot mielsivät omat kykynsä ja osaamisensa hyvälle tasolle, eikä kehittämiseen ollut tarvetta. Kehittämistä laski myös näennäinen ajanpuute oman organisaation kehitystyölle (Yliherva & Merikallio, 2010, 20). Eniten uudistettavaa oli hankintaosaamisessa, sillä olisi esimerkiksi osattava varmistaa alihankkijoiden kyky sopeutua mahdollisiin muutoksiin tai laajennustoimenpiteisiin ja tehtävä tiivistä yhteistyötä päämäärän toteuttamiseksi (kuva 2). Usein yhteistyön kompastuskivenä on kuviteltu kiinnipitäminen omista intresseistä ja ajatellaan, että on alihankkijan asiana päättää omista toimintamenetelmistään. Parhaiten asiat olivat henkilöstön verkostotaitojen osalta, mutta kumppanuusosaamisessa oli sen sijaan jonkin verran kehittämisen tarvetta (Yliherva & Merikallio, 2010, 21).



KUVA 2. Ensimmäisen vaiheen esiin nostamia puutteita (kuva: Innokonseptit Oy, muokattu)

Tilaaajaosapuolen näkökulmia palveluntarjoajasta (Yliherva & Merikallio, 2010, 20):

- Asiakkaan haluamia tavoitteita lopputuotteelle ei tiedetä tai tunneta, tarjotut ratkaisut tavanomaisia ja projektinjohdolta puuttuu innovatiivisuus.

- Palveluntuottajan sisäinen kehitystyö ei vastaa tulevaisuuden näkymiin ja haasteisiin.
- Yhteydenpito tilaajaan ei ole aktiivista, pitkäjänteisyyteen kiinnitettävä huomiota.
- Palveluntuottaja kuitenkin koettiin rehelliseksi ja luottamuksen arvoiseksi.

Palveluntuottajan näkökulmia tilaajaorganisaation toimista (Yliherva & Merikallio, 2010, 21):

- Tarjouskilpailujen valintakriteerit eivät kannusta osaamisen, tuotteiden ja toimintatapojen kehittämiseen.
- Sopimusmuodossa ei ole kannustimia tekemiseen.
- Tarjouspyynnöt tiukkoja ja ennalta määrättyjä, luovuuden sijasta ajatuksen tila on vain mahdollisimman nopeassa läpiviennissä.
- Hyötyjen ja riskien jakaminen epäoikeudenmukaista.

Hukkaresursseja rakennusprojektissa saatiin aikaiseksi jättämällä aikataulus yleisaikataulun varaan eli unohdettiin etsiä jatkuvasti uusia keinoja haluttujen läpimenoaikojen saavuttamiseksi. Vastuiden jako oli epäselvää eikä hankkeita ositeltu järkevällä tavalla, luotettiin liiaksi toisen osapuolen ammattitaitoon. Viikkosuunnitelmia ei laadittu vuorovaikutuksessa alihankkijoiden kanssa, toteumien seuranta ja jatkotoimenpiteet jäivät käsittelemättä yhteistyönä (Yliherva & Merikallio, 2010, 21).

2.2.3 InfraBIM

Infra TM-hanke on vuonna 2009 käynnistynyt Liikenneviraston, Infra Ry:n ja Suomen suurimpien kaupunkien rahoittama hanke, jonka tarkoituksena on ollut vauhdittaa infrarakentamisen siirtymistä tuotemallipohjaiseen elinkaariajatteluun. Perinteisen vaiheajattelun on katsottu hidastavan rakennushankkeita ja nostavan niiden kustannuksia. Uuden konseptin ideana on, että kaikki rakennusprojektiin liittyvä suunnitelmadata luotaisiin alusta lähtien tiettyjen standardisoitujen tietomallipohjien

mukaisesti, jotka kulkisivat samanlaisina taholta taholle (InfraBIM-hanke). Infra TM -hankkeen kyseinen osuus on sittemmin siirtynyt jatkumaan tutkimus- ja kehitystyönä RYM Oy:n PRE -ohjelman InfraFINBIM -työpaketissa (RYM, tutkimusohjelmat). Tavoitteena tällä vuodesta 2010 jatkuneella hankkeella on, että kansallisinframme suuret omistajatahot Suomessa tilaisivat ainoastaan tietomallipohjaisia palveluja vuodesta 2014 alkaen (kuva 3). Hankkeessa on mukana 15 Suomen suurinta infrapalveluja tarjoavaa yritystä, vetäjänä toimii VR Track Oy (InfraBIM-hanke).



KUVA 3. InfraBIM -hankkeen ajatusmalli (kuva: InfraBIM)

Rakentajan näkökulmasta katsoen tietomalli-termi tarkoittaa suunnitelman olomuotoa digitaalisena ja kolmiulotteisena. Digitaalisuus ei sinänsä ole uusi asia urakoitsijalle, ovathan suunnitelmat jo pitkään olleet myös sähköisessä muodossa. Sen sijaan

suunnitelmien tekeminen kolmiulotteiseksi havainnollistaa rakenteita ja eliminoi hyvin päällekkäisyyksiä. Myös eri osa-alueiden yhteensovittaminen onnistuu helpommin ja voidaan nähdä kuinka suunnitelma istuu ympäristöön. Rakennushankkeen edetessä urakoitsija lisää tietomalliin toteutumatieta, joka on myöhemmin käytettävissä esimerkiksi kunnossapidon tietolähteenä. Mitään tiedostomuotojen muutoksia ei tarvitse tehdä, eikä rakenneosia etsiä eri tiedostoista, sillä tietomallin kaikki osa-alueet on standardisoitu samalle pohjalle (InfraBIM).

InfraBIM-hankkeen myötä on siis kehitettävä yhteinen tiedonsiirtomenetelmä, jota kaikki rakennusprojektiin osallistuvat tahot tulisivat käyttämään. Hankkeen puitteissa onkin valmisteltu Inframodel 3-suunnitelmaa, jossa tiedonsiirron standardina olisi LandXML-formaatti (InfraBIM). Formaatin sisällä tulee olemaan kaikki tieto mitä vaaditaan suunnitelman käyttöön esimerkiksi koneohjausjärjestelmässä. Samaa tiedostomuotoa voidaan tarkastella myös sopivalla tietokoneohjelmalla kolmiulotteisena.

○	<LandXML>	Siirtotiedosto
○	<Units><Metric>	Mittayksiköt (Metrijärjestelmä)
○	<CoordinateSystem>	Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät
●	<Start>	Kantapiste
○	<Project>	Projekti
○	<Feature>	"IM_codings" rakennelaajennus lajikoodausjärjestelmät
○	<Application>	Sovellus
○	<Author>	Laatijat
○	<Alignments>	Linjaus (yksi jatkuva mittalinja)
○	<Alignment>	Linja
○	<CoordGeom>	Geometria (kuvatun kohteen mukaisesti)

KUVA 4. LandXML-formaatin hierarkiaa (kuva: LandXML, muokattu)

Toteutuessaan InfraBIM-hanke vaikuttaa useiden tilaajaorganisaatioiden hankintamuotoihin uudenlaisen elinkaarimenetelmän myötä. Kaupungit, kunnat, ELY-keskukset ja Liikennevirasto tulevat palveluita tilatessaan edellyttämään palveluntarjoajilta yhteistyöhenkisempää suhtautumista maanrakennushankkeiden läpiviemiselle. Pääurakoitsijan kannalta koneohjauksen täysimittainen käyttöönotto ja toimintatapojen kehittäminen on välttämätöntä kilpailtaessa suurista rakennusurakoista.

3 YHTEISTEN TOIMINTAMALLIEN PÄIVITYS

3.1 Urakoitsija

Edellisessä luvussa käsitellyn mukaisesti julkisen rakennuttamisen tilaajaosapuolilla on siis tavoitteena vuoden 2014 alkuun mennessä tilata vain mallipohjaisesti toteutettua rakentamista. Haasteena digitaalisen tiedon käyttöönotossa on pitkä siirtymäaika, sillä rakennussuunnittelu toteutetaan tavallisesti vuosia ennen itse rakennustyön aloittamista jolloin nyt ollaankin tilanteessa, jossa koneohjauksmalleja ei ole vielä saatavilla, vaan ne joudutaan tekemään manuaalisesti työmaalla automaatio-operaattorin toimesta. Koneohjauksmalleja on vaikea teettää ja ylläpitää ilman osaavaa automaatio-operaattoria, mikä vaatinee urakoitsijalta panostusta maanmittaustyöntekijöiden koulutukseen tulevaisuudessa. Työnseurannan kannalta myös työnjohdolle on tarjottava menetelmiä, joilla hankkeen etenemistä voidaan seurata ja raportoida.

Automaation myötä on kehitetty tietokonesovelluksia, jotka pystyvät etäyhteyden avulla poimimaan tietoa suoraan koneohjaukslaitteista. Yleisesti tämäntyyppinen sovellus kerää tietoa toteutuneesta rakenteesta ja massoista ilmoittaen samalla myös automaatiolla varustettujen koneiden työskentelyajat ja tehokkuuden. Tällaisella paletilla työnjohdolla on mahdollisuus saada esimerkiksi kiviaineksen menekin määrätietoja rajatulla paaluvälillä luotettavasti ja reaaliaikaisesti. Myös laadunseuranta onnistuu koneenkuljettajien ottamalla toteumatiedoilla ja tilaajan ulottuville laatu-tietoa saadaan entistä nopeammin, kun aikaa vievä tarkkeiden mittaaminen jää pois. Toki mittaustyö on edelleen tarpeellinen muissa kuin niissä töissä, joissa kaivinkoneella ei ole mahdollista ottaa tarketietoa.

3.2 Alihankkijat

Aliurakoitsijoiden merkitys maanrakennusurakan läpiviennissä on suuri, laadukkaaseen lopputulokseen ei päästäisi ilman eri ammattialojen osajia. Jonkin päämäärän saavuttaminen aikataulullisesti ajoissa tai jopa etuajassa vaatii pääurakoitsijalta paljon työskentelyn koordinoitua ja jatkuvaa valvomista. Aliurakoitsijan työskentelyn tehokkuus perustuu pitkälti pääurakoitsijan ohjaus- ja motivoimistaitoihin, aikataulun ymmärtämiseen ja alihankkijan oman työnjohdon toimintaan.

Yrityksien tai julkisyhteisöjen asettamista strategiavoitteista saavutetaan Ylihervan ja Merikallion (2010, 29) mukaan 10 - 20 %. Jos ajatellaan, että alihankintatoiminnan kehittämiseen panostettaisiin 25 % kokonaismäärästä, on todellinen vaikutus siis vain joitakin prosentteja. Urakoitsijalle merkittävintä on säilyttää alihankinnan työteho koko rakennusprojektin aikana. Tällöin yhteiset pelisäännöt tuotannonopeuden säilyttämiseksi on oltava selvillä jo ennen aloittamista karkealla tasolla koko projektin osalta, ja pilkottava pienempiin osiin työn aikana, esimerkiksi viikko- tai työvaihetavoitteisiin. Erääksi ratkaisuksi Yliherva ja Merikallio (2010, 32) esittelevät Last Planner Systemin, jonka hyödyntämisen tavoitteena on tahdittaa tuotannonohjausta, kun hankkeen läpimenoaika on asetettu tiukaksi. Menetelmä nojaa eri laajuisiin suunnitteluvaiheisiin, esimerkiksi alkaen viikkotasolta ja päättyen välivaiheeseen neljän kuukauden päähän. Pitkän aikavälin suunnitteluun kutsutaan avainhenkilöitä eri instansseilta ja käydään läpi tavoiteaikataulua käänteisesti aloituspäivään saakka. Lyhyemmän aikajänteen suunnittelu käydään esimerkiksi viikoittain alihankkijan kanssa. Samalla mietitään sovitun toteutumisen esteet ja pyritään poistamaan ne tuotannon tieltä (Yliherva & Merikallio, 2010, 74). LPS:n soveltamisessa on tärkeää sitoutua sen käyttöön ja sitouttaa myös alihankkija noudattamaan sovittuja aikatauluja.

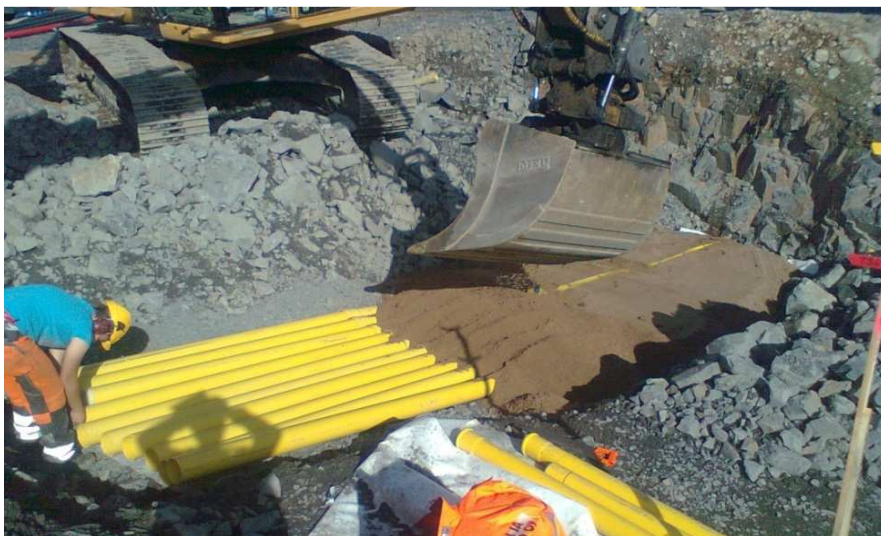
Koneautomaation myötä kaivutöiden suunnittelu ja itsenäinen työskentely ovat helpottuneet huomattavasti. Työvaiheiden äkillisistä keskeytyksistä johtuvaa seisonta-aikaa voidaan minimoida tekemällä muita töitä, joista on ennakkoon syötetty mallit työkoneeseen. Kun rakennekerrosten tekeminen keskeytyy vaikkapa logististen ongelmien vuoksi, voidaan välitöinä asentaa kaivoja, rumpuja tai tehdä luiskauksia. Koneohjauslaitteisiin sisältyy myös mahdollisuus ottaa toteumatietoa rakenteista, jonka avulla saadaan vähennettyä mittaustöiden määrää työmaalla entisestään. Koneen nappaamaa mittatietoa esimerkiksi alusrakenteen pohjasta voidaan suoraan hyödyntää tarketietona laatudokumenttien kokoamisessa. Tärkeää työmaan laatuaineiston kannalta

onkin kouluttaa alihankkijan työntekijät ottamaan toteumatiedot rakenteista, jolloin kaivutöistä saavutetaan suurin hyöty. Tarkkuutta vaativissa mittaustöissä, kuten kallioinnin vaaituksissa on silti perinteisellä takymetrimittauksella vielä paikkansa.

3.3 Kolmannet osapuolet

Ajoratojen ja kevyenliikenteenväylien rakenteisiin asennetaan varsinaisten töiden yhteydessä lähes aina kunnallistekniikkaa, jota tilaajaosapuolen omissa suunnitelmissa ei esitetä, vaan ne ovat erillisinä suunnitelmina. Suunnitelma-alueen verkoston rakennuttamisesta vastaavat sähköyhtiöt ja teleoperaattorit tekevät usein esimerkiksi kaupungin laatiman yleiskaavan pohjalle putkitussuunnitelmia, joiden sijoitusta ei ole välttämättä ajateltu loppuun asti muun infran toimivuuden kannalta.

Kuvan 5 esimerkissä oli välikaistarakenteessa kulkevaan suojaputkipatteriin (kuvassa oikea alakulma) suunniteltu usean putken poikitus kevyenliikenteen väylän alta muuntamolle. Putkitussuunnitelmissa ei oltu huomioitu muuntamon sijaintia, joka oli kuvassa näkyvän kallioleikkauksen päällä metrejä putkitusta korkeammalla, eikä myöskään varausta maalämpöputkistolle, jolle oli suunnitelmissa varattu metrin verran tilaa kevyenliikenteenväylän päällystepinnan tasosta alaspäin. Kaukolämmön vuoksi tilanne johti putkitusten viemiseen alemmas, joka yhä kasvatti etäisyyttä jakokaappiin.



KUVA 5. Kadunrakennustyömaan putkitustöitä. (Kuva: Mikko Jaakkola 2012)

Sähkö- ja tiedonsiirtoverkosto on tärkeä osa infraa, jonka toteutukseen täytyisi jo suunnitteluvaiheessa suhtautua samalla vakavuudella kuin muuhunkin kunnallistekniikkaan. Inframodel 3-tiedonsiirtoformaatin ja InfraBIM-projektin ajamaan kehityssuuntaan olisi hyvä vähintään verkostojen suunnitteluasteella velvoittaa myös kolmansia osapuolia, jotta käytettävä tieto olisi ajantasaista ja selkeää. Näin pystyttäisiin rakennustyömaan aloitusvaiheessa selvittämään uusin paikkatieto johtoyhtiöiden suunnittelijoilta, jotka tekisivät mahdolliset päivitykset rajatulle ryhmälle avoimeen suunnitelma-aineistoon. Tästä aineistosta voitaisiin siirtää mallit suoraan koneohjausjärjestelmiin ja työnjohdolta säästyisi aikaa, kun sijoitusongelmat on ratkottu jo suunnitteluvaiheessa. Toisaalta myös työmaalla olisi mahdollista paikantaa sijoitukseen liittyvät ristiriitaisuudet etukäteen koneohjausjärjestelmän ansiosta.

4 AUTOMAATIORAKENTAMISEN KEHITYSSUUNTA

4.1 Kuura

Kuura on Hohto Labs Oy:n kehittämä ja Destia Oy:n testaama pilvipalveluna toimiva sovellus, joka on tarkoitettu helpottamaan automaatiotyömaan seurantaan. Sovellus on suurilta osin automaatio-operaattorin hallinnoima. Selainpohjaisen ohjelman kautta operaattori syöttää työkoneiden ohjausjärjestelmiin suunnitelmätietoa langattomasti ja kontrolloi työmaan suunnitelmakokonaisuutta työkonekohtaisesti. Perinteisen mittamiehen tehtävät ovatkin muuttumassa automaatorakentamisen yleistymisen ja Kuuran kaltaisen ohjelmistokehityksen myötä. Työ tulee olemaan enenevässä määrin suunnitelmien digitoimista koneohjausjärjestelmille ja kentällä tehtävä mittatyö supistuu lähinnä tarketietojen ottamiseen valmiista työvaiheista.

Työnjohdon työkaluna Kuura realisoituu pääasiassa mobiilisovelluksena tablettitietokoneelle tai älypuhelimelle. Automaatio-operaattorin selainsovelluksella lisäämät suunnitelmakuvat työmaasta näkyvät myös Kuuran mobiilisovelluksen Google Maps-karttapohjalla, jolloin työnjohtaja voi hyödyntää laitteen GPS-ominaisuutta paikantaakseen oman sijaintinsa paaluttomalla työmaa-alueella. Kartalla näkyvistä työkoneista voidaan määrittää niiden paaluasema ja aktiivinen koneohjausmalli. Suunnitelma-alueelle päivittyvien toteumapisteiden avulla seurataan esimerkiksi tiealueen rakennekerrosten valmistumista ja nähdään valmiin pinnan korko suhteessa suunniteltoon.

Muita Kuuran ominaisuuksia työnjohdolle ovat:

- Tablettisovelluksella otetut valokuvat työvaiheista integroituvat paaluaseman mukaan.
- Suunnitelmakuvat sähköisenä mobiilisovelluksessa.
- Massamäärien seuranta ja kuittaus, työkoneiden tehokkuuden seuranta ja työmaakuvien hallinta.

Parhaiten Kuuran käyttö soveltuu työmaille, joiden suunnitelmat ovat automaatiotyöskentelyä edistäviä ja etukäteen on sovittu kuinka laajasti automaatiota tullaan käyttämään. Käytön aloittamisen edellytyksenä työmaan työkoneisiin tarvitaan normaali koneohjauslaitteisto, sekä tarvittavat laitteet satelliittisignaalin vahvistamiseen.

4.2 Topcon Magnet

Maanmittauslaitteistosta ja optiikka-alasta tunnettu japanilaislähtöinen Topcon Oy on kehittänyt Kuuran kaltaisen, hieman pidemmälle viedyn sovelluspaketin automaatiotyömaan hallintaan. Yksi sovelluksista, Magnet-tuoteperhe on Kuuran tapaan pilvipalveluna toteutettu, mutta jaettu kolmeen eri sovellukseen riippuen käyttäjätyypistä (Magnet-tuote-esittely):

- Magnet Office suunnittelutoimiston käyttöön.
- Magnet Enterprise mittauspäällikön käyttöön mittatietojen hallinnointia varten.
- Magnet Field automaatio-operaattorin käyttöön työmaa-alueella.

Magnet on luotu urakan mittauksien kannalta olennaisten henkilöiden nopeaan keskinäiseen viestintään, sekä suunnitelma-, ja toteumatietojen vaihtamiseen. Työnaikaisten suunnitelmamuutosten tarpeet ovat tavallisia rakennustyömaan ollessa käynnissä, Magnetin avulla suunnittelija voi tehdä muutoksia sovellukseen integroidulla AutoCAD-ohjelmistolla. Tallennuksen jälkeen uusi suunnitelmatieto päivittyy automaattisesti ennalta määrätyle Magnetin käyttäjäpiirille, eikä erillisiä tiedostojen lähetyksiä tarvita (Magnet-tuote-esittely).

4.3 Topcon Sitelink3D ja DynaRoad

Topcon Sitelink3D yhdistettynä Pocket-3D-ohjelmistoon on työnjohdon ja mittaryhmän käyttöön suunnattu automaatiotyömaan hallinnan sovelluspaketti. Sitelink3D toimii selaimella ja siitä on myös versiot älypuhelimelle ja tablettitietokoneelle työmaakäyttöä varten (Sitelink3D-tuote-esittely). Pääominaisuuksiin kuuluu koneohjausmallien

tiedonsiirto, toteumadatan vastaanotto, koneen kuljettajan reaaliaikainen avustustoiminto sekä työkoneiden, massamäärien ja tuottavuuden seuranta. Maansiirtotöiden seurannan ohella sovelluksen toimintoihin kuuluu myös asfaltinlevityksen monitorointi virtuaalisesti. Levityksen aikana saadaan yksityiskohtaista tietoa levitysnopeudesta, asfalttimassan lämpötilasta ja massankuljetusajoneuvojen ajotiheydestä (Sitelink3D-tuote-esittely). Pocket-3D-ohjelmiston avulla voidaan asettaa ja tarkistaa laatuvaatimuksia, siirtää tiedostoja yhteensopiviin koneohjausjärjestelmiin sekä kerätä määrätietoa maaleikkauksista tuottavuusasteen tarkistuksia varten (Pocket-3D-tuote-esittely).



KUVA 6. Pocket-3D-ohjelmisto Topconin kannettavassa laitteessa.

DynaRoad Oy on suomalainen vuonna 2005 perustettu infra-alan projektinjohto-ohjelmistojen kehittäjä. Sittemmin Topconin nimen alle siirtynyt sovellus DynaRoad on suunnattu erittäin suurten rakennushankkeiden, erityisesti moottoritieväylien, työnsuunnitteluun ja seurantaan (Topcon News, 2011). Sovellus on keskittynyt massatalouden hallintaan, analysointiin ja aikataulutukseen. Syöttämällä tiedot maalajista, määrästä ja läjityspaikoista ohjelma laskee automaattisesti edullisimman suunnitelman massansiirrolle. Aikataulusuunnittelun osalta ohjelma poikkeaa normaalista siinä, että maansiirtoajoneuvoihin asennettavat laitteet lähettävät DynaRodiin reaaliaikaista tietoa siirtomääristä, jonka sovellus hyödyntää jatkuvasti työmaan sisäisten maankuljetuksien optimoinnissa. Tiedonvälityksen ansiosta pystytään

luomaan ennusteita tulevien viikkojen mahdollisista ongelmista (DynaRoad, 2013). Jotta järjestelmä toimii oikein, kaikkiin maankuljetusajoneuvoihin tarvitaan Topconin HT-30-laite, joka GPS-yhteyden avulla jäljittää kuljetusmatkat, sekä tunnistaa kuljetetut maalajit ja määrät. Lisäksi tarvitaan Sitelink3D, joka on ensisijaisessa yhteydessä HT-30-laitteisiin (DynaRoad, 2013).

Muita DynaRoadin ominaisuuksia ovat (DynaRoad, 2013):

- Liikenteenohjaussuunnitelmien laatiminen karttapohjaisesti ja esittäminen projektikartalla.
- Resurssien suunnittelussa graafinen, jatkuvasti päivittyvä näkymä auttaa määrittämään työvaiheisiin kohdennettavat voimavarat.
- Kaikki ohjelman keräämä data tallentuu tietokantaan myöhempää tuottavuuden analysointia varten.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön päätavoite, käyttöopas Kuura-palveluun antoi laatijalleen paljon uutta tietoa automaatorakentamisesta. Koneohjausjärjestelmien valvonta on parantunut, työkoneiden käytöstä saadaan lähes kaikki tarvittava tieto seurantaan varten, puhumattakaan suunnitelma-alueen visualisoinnista kartalle ja näin ollen viimeisimmistä toteumatiedoista. Tällainen pilvipalvelu on ensiarvoisen tärkeä tietomallipohjaisen kehityksen kannalta, joka ajaa yhteistä tiedonsiirtomuotoa maanrakennusalalle. Tulevaisuudessa hämmöttää todennäköisesti sovellus, jonka avulla pystytään jakamaan koko tuotantoketjun olennaisille tekijöille reaaliaikaista tietoa rakenteen valmistumisesta.

Kuuraa tehdessä kävi ilmi, että sovelluksen käytön oppiminen vaatii tietotekniikasta vähemmän tietävältä hieman enemmän työtä. Sovelluksen käytön oppimiseen ja yksilöityjen työmaakohtaisten tarpeiden määrittämiseen tulisi tarvittaessa järjestää opastusta työmaan vastaaville. Opastuksen aiheina voisi olla kiinnostusta herättäviä aiheita, kuten selvitys johtamistyötä helpottavista seikoista, joita automaatiolla ja Kuuralla varustettu työmaa tuovat. Varsinkin ensimmäistä kertaa automaatiotyömaata johtava henkilö saattaa muilta töiltä olla liian kiireinen tai haluton opettelemaan ohjelman käyttöä.

Mielenkiintoista on myös nähdä, kuinka rakennustyömaiden mittatyöt tulevat muuttumaan automatisoinnin myötä. Toistaiseksi automaatio-operaattoreiden työnä on suunnitelmien tiedostomuodon muuttaminen koneohjausjärjestelmiin sopivaksi sekä tarkemittausten laatiminen ja konekuljettajien opastaminen laitteiden käytössä. Vaikka tavoitteena onkin infran suurten tilaajien siirtyminen mallipohjaiseen rakentamiseen vuoteen 2014 mennessä, ei se poista sitä tosiasiaa, että rakennussuunnitelmat ovat usein muutamia vuosia vanhoja urakan alkaessa ja niitä ei vielä ole koodattu valmiiksi suoraan työkoneeseen siirrettävään muotoon.

Teoriaosuuden tavoitteena oli käydä läpi infrarakentamisen tilaa työnjohdollisesta näkökulmasta pohtien. Ongelmaksi tarjouskilpailujen kasvavissa hinnoissa rakennuttajalle nähtiin urakoitsijoiden haluttomuus ja näennäinen kiireellisyys kustannustehokkuuden ja tuotantonopeuden parantamiselle. Näihin tapauksiin on kuitenkin jo tartuttu kansallisten projektien avulla, joissa haasteita on lähdetty purkamaan olettamuksien tasolta aina pilottihankkeisiin asti. Tietomallipohjaisen

elinkaariajattelun tuominen maanrakennusalalle on osaltaan myös kehittämässä ja muuttamassa urakoitsijoiden toimintatapoja. Kiristyvillä markkinoilla täytyy löytyä pätevyyttä vastata vuoteen 2014 tähtäävälle InfraBIM-hankkeelle.

LÄHTEET

DynaRoad. Laajan automaatiotyömaan hallintasovellus. DynaRoad Oy / Topcon Oy. Luettu 19.5.2013.

www.dynaroad.fi ja <http://www.topconpositioning.com/products/software/office-applications/dynaroad>.

InfraFINBIM -työpaketti. Tutkimusohjelmat. RYM Oy. Luettu 23.4.2013.

<http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/infrafinbimtyopaketti>.

InfraBIM -verkkosivusto kokonaisuudessaan.

www.infrabim.fi.

LandXML. Tiedonsiirtoformaatti Inframodel3-hankkeessa.

<http://www.landxmlproject.org>.

Magnet Enterprise, Magnet Office. Projektisuunnitelmien hallintaohjelmistot. Topcon Totalcare -verkkosivusto. Luettu 17.5.2013.

<http://www.topcontotalcare.com/en/software/office-applications>.

Magnet Field. Rakennustyömaan mittatöiden hallintasovellus. Topcon Totalcare -verkkosivusto. Luettu 17.5.2013.

<http://www.topcontotalcare.com/en/software/field-applications/magnet-field>.

Merikallio, L. & Yliherva, J. 2010. Julkisten hankintojen kehittämismalli -tuottavuuden parantaminen TUKEFIN-menetelmällä. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Pocket-3D. Automaatiotyömaan mittausten ja koneohjausmallien hallintasovellus. Topcon Oy. Luettu 19.5.2013.

<http://www.topconpositioning.com/products/software/field-applications>.

Sitelink3D. Automaatiotyömaan ja työkoneiden hallintasovellus. Topcon Oy. Luettu 19.5.2013.

<http://www.topconpositioning.com/products/software/network-applications>.

Tiennäyttäjät -sidosryhmälehti. 2009, 2. numero. Lean Construction -helpommin sanottu kuin tehty. Luettu 21.4.2013

<http://www.vakeva.fi/liitteet/tiennayttaja.pdf>.

Topcon News, 15.11.2011. DynaRoad Oy:n ja Topcon Oy:n yhteistyö sovelluskehityksessä. Luettu 19.5.2013.

<http://www.topconpositioning.com/news-events/news/product-news/topcon-and-dynaroad-announce-release-planning-software>.

TUKEFIN-tuottavuusohjelmat. Innokonseptit Oy. Luettu 10.4.2013.

http://www.innokonseptit.fi/tukefin_2011.php.

Vainio, T. & Nippala, E. 2012. Infrasuhdanteet 2/2012. VTT:n Infrarakentaminen muutoksessa -projektin raportti. Luettu 16.3.2013.

http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_julkaisut.jsp.

LIITTEET

Kuura-sovelluksen käyttöopas Destian työnjohdolle. Ainoastaan Destia Oy:n sisäiseen käyttöön.