

**TIETOMALLIPOHJAINEN PROJEKTIHALLINTA
INFRAKIT-JÄRJESTELMÄLLÄ**

Opas järjestelmän käyttöön

Juha Kanninen

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Juha Kannianen	Vuosi	2017
Ohjaajat	Timo Karppinen (Lapin AMK) Teemu Määttä (Mitta Oy)		
Toimeksiantaja	Mitta Oy		
Työn nimi	Tietomallipohjainen projektinhallinta Infrakit-järjestelmällä - opas järjestelmän käyttöön		
Sivu- ja liitesivumäärä	58		

Opinnäytetyön aiheena oli Tietomallipohjainen projektinhallinta Infrakit-järjestelmällä. Aihe syntyi toimeksiantajan, Mitta Oy:n, tarpeesta saada Infrakit-järjestelmään ohjeistus, joka yhtenäistäisi ohjelman käyttötavat yrityksen sisällä. Yhtenäisellä ohjeistuksella pyritään siihen, että Infrakitin käyttöönotto erilaisilla rakennushankkeilla sujuisi ongelmitta ja ohjelman käyttö olisi tehokasta rakennushankkeen koosta riippumatta. Opinnäytetyöprosessi oli myös mahdollisuus tutkia ohjelman ominaisuuksia tarkemmin ja arvioida sen soveltuvuutta toimeksiantajan erilaisiin käyttökohteisiin.

Opinnäytetyöprosessin aikana toteutettiin rataverkon päällysrakenteen vaihtourakka, jossa Infrakit oli projektinhallinnan osalta keskeisessä roolissa. Opinnäytetyön tekijä pääsi koneohjausoperaattorin työtehtävien myötä käyttämään ohjelmaa päivittäin. Infrakitiä käytettiin muun muassa koneohjausjärjestelmien tarkkuuksien raportointiin ja toteuman seurantaan. Infrakit-ohjelman käyttökokeuksista pidettiin kirjaa ja tarvittaessa otettiin yhteyttä Infrakitin tukeen.

Käyttökokemuksen mukaan ohjelmassa on vielä joitakin kehitystä vaativia ominaisuuksia, mutta kokonaisuutena Infrakit on varsin toimiva työkalu infra-alan projektinhallintaan. Ohjeistuksesta muovautui lopulta kattava teos ohjelman ominaisuuksista ja tuotosta voidaan käyttää ohjelman käyttöoppaana. Toimeksiantajan mukaan opas otetaan käyttöön Infrakit-koulutuksessa ja rakennushankkeilla, joissa Infrakit on käytössä.

School of Technology, Communication and Transport
Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Juha Kanninen	Year	2017
Supervisors	Timo Karppinen (Lapin AMK) Teemu Määttä (Mitta Oy)		
Commissioned by	Mitta Oy		
Subject of thesis	Data Model-Based Project Management with Infrakit Software - Instruction Manual for the Software		
Number of pages	58		

The subject of this thesis is data-model based project management with Infrakit software. The commissioner needed an Infrakit software instruction manual. The objective of the study was to gather key information about the software and to standardize practices using it. The process itself was an opportunity for the commissioner to research diverse ways to use the software efficiently in construction projects.

The Infrakit software was used in a railway construction project while the author worked in the project as a machine control operator during the work placement. The problems were recorded and the Infrakit support was contacted to solve the malfunction situations. This helped to report and understand the causes of the problems.

With the experience of using the software in authentic business situations, some minor flaws were found. However, in general the software turned out to be a very efficient tool for project management in infrastructure construction. The manual is a comprehensive guide book for the software. It will be used in the Infrakit training and in the building projects in Mitta Oy.

Key words project management, instruction manual, data model,
machine control

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	PROJEKTINHALLINTA	10
2.1	Projekti.....	10
2.2	Projektinhallinta tietojärjestelmillä	10
3	TIETOMALLIPOHJAINEN INFRARAKENTAMINEN	12
3.1	Infrarakentaminen.....	12
3.2	Tietomallinnus.....	13
3.3	BuildingSMART Finland -ohjeistukset ja laatuvaatimukset	15
4	TYÖKONEAUTOMAATIO	19
4.1	Koneohjausjärjestelmän toimintaperiaate	19
4.2	Yleisimmät koneohjausjärjestelmien toimittajat.....	21
4.3	Koneohjausmallit	22
5	INFRAKIT	24
6	INFRAKIT-OPAS (OHJEISTUS JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖN)	26
6.1	Kirjautuminen palveluun.....	26
6.2	Pääikkunan perustoiminnot.....	26
6.3	Pääikkunan välilehdet.....	27
6.4	Karttatoiminnot.....	28
6.5	Käyttäjien roolit	29
7	INFRAKIT-PROJEKTIN PERUSTAMINEN.....	31
7.1	Hankkeen perustaminen	31
7.2	Käyttäjien ja työkoneiden kutsuminen hankkeelle.....	32
7.3	Uuden käyttäjätunnuksen luominen	32
7.4	Työkoneiden luominen palveluun	33
7.5	Yleisimpien koneohjausjärjestelmien liittäminen Infrakit-palvelimelle ..	34
7.5.1	Novatron.....	34
7.5.2	Leica (Scanlaser)	35
7.5.3	Trimble	35
7.5.4	Topcon	36
7.5.5	Muita järjestelmiä	36

8	INFRAKIT-PROJEKTIN ALUSTUS.....	37
8.1	Hankkeen perustiedot.....	37
8.2	Kansiorakenteen luominen	38
8.3	Tiedostojen tuonti palveluun	39
8.4	Työkoneiden alustus hankkeelle.....	40
8.5	Aikatauluseuranta	41
8.5.1	Linjapohjainen toteumaseuranta	41
8.5.2	Mallipohjainen massalaskenta ja -seuranta.....	43
8.5.3	Manuaalinen toteumaseuranta.....	44
9	INFRAKIT-PROJEKTIN PÄIVITYS	45
9.1	Aikatauluseurannan päivitys	45
9.2	Tarkkeiden seuranta	46
9.3	Kuvien lisääminen ja muokkaus.....	48
9.3.1	Kuvien lisääminen ja lataaminen	48
9.3.2	Kuvien sijainnin määrittely kartalla	49
9.4	Koneohjausmallien päivitykset.....	51
9.5	Työkoneiden tarkastusraportit.....	52
9.6	Yhdistelmämalli.....	53
10	INFRAKIT-PROJEKTIN LOPPURAPORTOINTI.....	54
10.1	Infrakit projektipankkina	54
10.2	Digitaalinen luovutusaineisto	54
11	POHDINTA	55
	LÄHTEET	57

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiantajaa Mitta Oy:tä ja opinnäytetyön ohjaajina toimineita Teemu Määttä ja Timo Karppista.

Haluan kiittää myös Infrakitin ohjelmistokehittäjä Juha Kivistöä ja toimitusjohtaja Teemu Kivimäkeä hyvistä vastauksista kysymyksiini Infrakit-ohjelman käyttöön liittyen.

Kiitokset ansaitsee myös Destian Harri Marttila, joka opasti minua Infrakitin käytössä toimiessani hänen sijaisenaan koneohjausoperaattorina radan päällysrakenteiden uusimishankkeella kesällä 2017.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

bSF	BuildingSMART Finland on suomalainen tietomallintamisen yhteistyöfoorumi (Buildingsmart 2015a).
CSV	Comma-separated values (.csv) -formaatti, jota käytetään yleisesti muun muassa pistetiedon tallentamiseen.
DXF	Drawing Exchange Format (DXF) -formaatti, jonka kehitti Autocad-ohjelman julkaissut Autodesk. DXF on universaali formaatti CAD-malleihin. (Lifewire 2017.)
GT	Geonic- / "Tielaitos-formaatti" on Suomessa kehitetty tiedostomuoto mittausdatan siirtoon, jota käytetään esimerkiksi pistetiedon tallentamiseen (Geocenter 2012).
Infra	Infrastrukturi on yhteiskunnan perusrakenteiden rakentamista. Se käsittää muun muassa liikenneväylät (Finto 2017).
InfraBIM	Information Building Model. Infrarakenteiden ja -mallien elinkaaren kattavat numerointi- ja nimeämiskäytännöt (Buildingsmart 2015b).
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset.
IM3 tai IM4	Inframodel-tiedonsiirtoformaatit, jotka perustuvat kansainväliseen LandXML-formaattiin (Buildingsmart 2016).
LIN	Local Interconnected Network -formaatti, jota käytetään mallinnuksessa yleisesti linjatiedon tallentamiseen.
YIV 2015	Yleiset inframallivaatimukset 2015.
XML	XML (eXtensible Markup Language) on merkintäkieli tai standardi, jota käytetään formaattina tiedonsiirtoon ja dokumenttien tallentamiseen (Webopas 2017).

1 JOHDANTO

Teknologian nopea kehittyminen on huomattavissa yhteiskunnan kaikilla osa-alueilla. Robotiikka ja automaatio yleistyvät myös aloilla, jotka ovat aiemmin nojanneet miestyötunteihin ja paperisiin suunnitelmiin. Puhutaan digitalisaatiosta, joka mullistaa yhteiskuntaa teollisen vallankumouksen tavoin. Rakennusalalla digitalisaatiota aiempi suuri tuottavuusharppaus sijoittuu 1800- ja 1900-lukujen vaihteeseen, jolloin siirryttiin höyrykoneiden kautta polttomoottorikäyttöisiin työkoneisiin. (Novatron 2015.)

Infra-alalla digitalisaatio näkyy muun muassa siirtymisessä tietomallien käyttöön. Tietomallinnuksen myötä paperisista asiakirjoista voidaan luopua ja projektien aineistot siirtyvät digitaalisesti vaiheesta toiseen. Tietomallinnuksen avulla voidaan parantaa myös työn laatua, kun useita työvaiheita voidaan toteuttaa työkoneautomaatiota apuna käyttäen. Uudesta teknologiasta kieltäytyminen on jo lähes mahdotonta, sillä se voi aiheuttaa ongelmia yrityksen liiketoiminnalle. Esimerkiksi maanrakennushankkeiden tilaajat vaativat jo monin paikoin tietomalleihin nojavia koneohjausjärjestelmiä maansiirtoalalla toimivilta urakoitsijoilta. Koneohjausjärjestelmän puuttuessa kaivinkoneista maansiirtoyrietyksen menestymismahdollisuudet tarjouskilpailuissa voivat ratkaisevasti heikentyä.

Tietomallinnuksen etuja on myös suunnitelma- ja toteumatietojen digitaalinen säilytettävyyys. Esimerkiksi tielinjoja merkkavat lyöntipaalut ovat alttiina työmaiden vaaroille rakennushankkeen eri vaiheissa. Ne voivat tuhoutua tai siirtyä rakennustöiden aikana, jolloin paaluja uusitaan lisätöinä. Tällaista ongelmaa ei ole tietomallipohjaisessa toteutuksessa, sillä geometriamalleja säilytetään työkoneiden järjestelmissä ja ne ovat nopeasti ladattavina tiedostoina sähköisessä projekti-pankissa. Suunnitelmien toteuttamisen uhkakuvat siirtyvätkin vähitellen työmailta tietoturvasektorille.

Infrakit on tehokas työkalu infraprojektien hallintaan. Se yhdistää projektin lähtöaineiston, suunnitelmat ja työmaan reaaliaikaisen tilanteen kokonaisuudeksi, jota voidaan tarkastella verkon välityksellä olinpaikasta riippumatta. Tietomalliperustaiset suunnitelmat, kuten erilaiset rakennekerroksien pintamallit, voidaan ladata

toimiston tietokoneelta Infrakitiin, josta ne päivittyvät työmaalla olevan kaivinkoneen näytölle lähes reaaliaikaisesti. Vastaavasti kaivinkoneella tallennettu toteumatieto päivittyy automaattisesti Infrakitiin ja on ladattavissa Infrakitistä toimiston tietokoneen näytölle tarkastelua varten.

Infrakitin etuihin kuuluu se, että sitä voi hyödyntää koko rakennushankkeen projektioorganisaatio. Suunnittelija siirtää geometriamalleja Infrakitiin, jotka koneohjausoperaattori ohjaa oikeille työkoneille. Koneohjausoperaattori huolehtii myös toteumatietojen paikkansa pitävyydestä, joiden perusteella tarkastaja voi todeta työvaiheiden laadun hyväksyttäväksi. Operaattorin päivittäessä toteumaa projektista vastuussa olevat yrityksen edustajat ja tilaaja näkevät aikatauluseurannan etenemisen ja voivat tarpeen mukaan reagoida resurssien lisäämisellä tietyille työvaiheille.

Projektin valmistuessa lähtö-, suunnitelma- ja toteumatietoja ei ole tarpeen varastoida paperiarkiston hyllymetreille. Tiedostot säilyvät Infrakitin palvelimella tietokantana, josta niitä voidaan tarvittaessa tarkastella tai käyttää esimerkiksi kunnossapitotehtävissä. Tiedostot voidaan myös ladata Infrakitistä erilaisissa formateissa ja säilyttää varmuuskopioina yrityksen omalla palvelimella. Tietomallipohjainen aineisto ei sulje pois sitäkään mahdollisuutta, että aineistot tulostettaisiin myöhemmin paperille.

Tietomallinnuksen yleistyessä Infrakitin kaltaisille projektihallintasovelluksille syntyy lisää kilpailijoita. Tällä hetkellä Infrakitin vartenotettavat kilpailijat ovat kuitenkin laskettavissa yhden käden sormilla.

2 PROJEKTINHALLINTA

2.1 Projekti

Projekti-käsite voidaan määritellä lyhyesti siten, että projekti on joukko ihmisiä ja resursseja, jotka on koottu tilapäisesti yhteen suorittamaan tiettyä tehtävää (Ruuska 2012, 19). Projekti sana tulee latinan kielestä, jossa se tarkoittaa ehdotusta tai suunnitelmaa. Suomen kielessä projektista käytetään synonyyminä sanaa hanke. Yleensä hankkeella viitataan kuitenkin projektia suurempaan kokonaisuuteen, joka koostuu useammasta eri projektista. (Ruuska 2012, 18-19.)

Projektia terminä käytetään laajasti kuvaamaan erilaisia suoritettavia tehtäviä. Projekti ei välttämättä johda konkreettisen tuotteen syntyyn, vaan tuotteet voivat olla toisistaan hyvin poikkeavia, kuten ratkaisuja ongelmaan, tietokonepelejä tai vaikkapa voimalaitoksia. Projekteja käytetään myös muutosjohtamisen apuvälineenä. (Ruuska 2012, 20.)

Kaikkia suoritettavia töitä ei voida kutsua projekteiksi. Projektille on määritelty kriteerit, millä tehtävää voidaan kutsua projektiksi. Projektille täytyy olla tilaaja ja sille pitää pystyä määrittelemään rajaus. Rajauksella tarkoitetaan esimerkiksi aikataulua. Projektilla täytyy olla myös tavoite ja sen etenemistä tulee dokumentoida. Projektista tulee laatia kuvaus, jonka lisäksi projektiin kuuluu sille ominaisia työskentelymuotoja kuten projektikokoukset, jatkuva raportointi, välitavoitteet ja työnjaot. (Kivimäki 2016.)

2.2 Projektinhallinta tietojärjestelmillä

Projektinhallintaa voidaan suorittaa hankkeiden luonteesta ja yrityksen toimintatavoista riippuen monella eri tavalla. Digitalisaation myötä sähköiset projektinhallintaohjelmit ovat arkipäiväistyneet ja muodostuneet jo lähes välttämättömiksi työkaluiksi suurten aineistojen käsittelyssä. Osa suurista yrityksistä on investoinut omiin tietojärjestelmiin, joiden lisäksi on olemassa monen tasoisia palveluiden tarjoajia ja projektinhallintaohjelmistoja. Pilvipalveluiden kaltaiset projektipankit

ovat yksi sähköisen projektinhallinnan työkaluista. Projektipankkeihin voidaan tallentaa hankkeen aineistot aina sopimuksista toteumaraportteihin. (Kivimäki 2016.)

Tieto- ja viestintäteknologia (ICT) tehostaa prosessien läpivientiä. Projektinhallinnan kannalta tietojärjestelmillä voidaan saavuttaa kustannustehokkuutta ja järjestelmiä voidaan käyttää niin aikataulutukseen, resursointiin, kuin projektitietojen säilytykseenkin. Risto Pelin kirjoittaa kirjassaan Projektinhallinnan käsikirja, että tietotekniikan mahdollisuuksien suhteen on syytä kuitenkin harkita tarkkaan, kuinka niitä käytetään projektin toteutuksessa. Pelinin mukaan pienen projektin suunnittelua ei kannata tehdä raskaaksi valitsemalla järeä projektinhallintaohjelma. Projektinhallintaohjelmaa valittaessa ohjelman keveys ja soveltuvuus tiedossa oleville hankkeille korostuvatkin kriteereinä. (Pelin 2008.)

Osa nykyisistä projektinhallintaohjelmista on erikoistunut työelämän tietyille sektoreille. Rakennusalalle yleisesti erikoistuneita projektinhallintaohjelmia on käsitellyt Juha Kivimäen Vaasan ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyössä Projektinhallinta rakennushankkeessa (Kivimäki 2016). Rakennusyritysten projektinhallintaan sopivia ohjelmia ovat esimerkiksi Buildercom Oy:n julkaisema BEM-projektinohjauspalvelu ja Grano Oy:n Sokopro-projektipankki. (Kivimäki 2016.)

Myös infra-alan rakennushankkeita varten on olemassa projektinhallintaan käytävissä olevia sovelluksia. Infrakit voidaan laskea yhdeksi alan pioneereista. Infrakit on rakentamisen pilvipalvelu, joka soveltuu erityisesti tiedonhallintaan ja sen jakamiseen projektiorganisaation sisällä. Liikenneviraston vuonna 2017 tekemässä tutkimuksessa digitaalisten luovutusaineistojen soveltuvuudesta rakentamishankkeiden virallisiksi luovutusaineistoiksi Infrakitin lisäksi pääasiallisessa tarkastelussa oli vain infran suunnittelussa käytettävä Tekla Civil. Tekla Civil -ohjelmaa voidaan käyttää suunnittelun lisäksi myös rakennushankkeiden tiedonhallintaan. (Partiainen & Suntio 2017.)

3 TIETOMALLIPOHJAINEN INFRARAKENTAMINEN

3.1 Infrarakentaminen

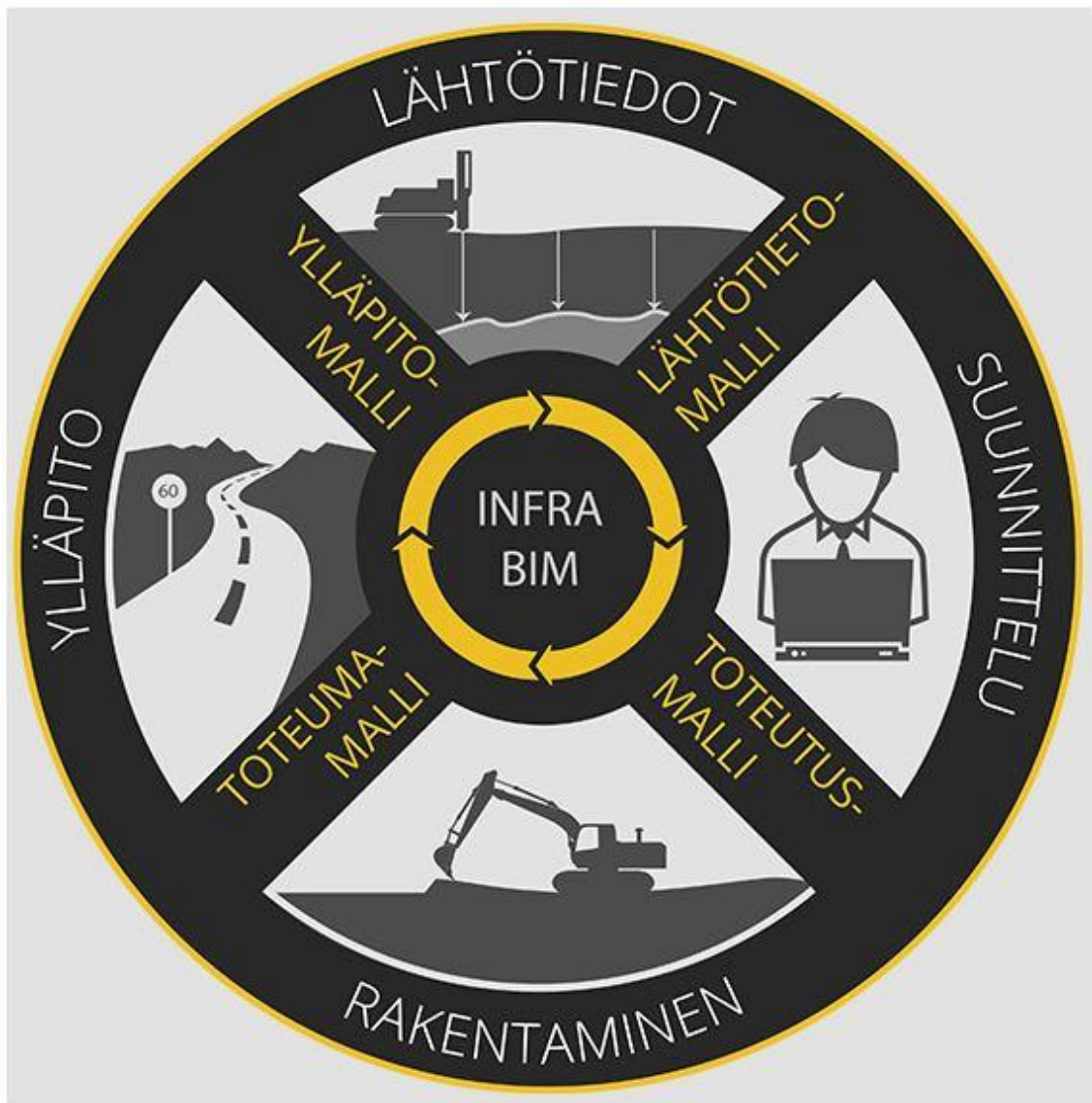
Infra-käsite tulee sanasta infrastruktuuri. Infrastruktuurit sisältävät yhteiskunnan toiminnan kannalta olennaisia kokonaisuuksia, kuten tie- ja rataverkostot, lentoasemat, vesihuollon sekä energia-alan voimaloiteen. Infra-ala on suuri työllistäjä, sillä pelkästään Suomen tieverkko käsittää noin 450 tuhatta kilometriä teitä. Jatkuvaa kunnossapitoa vaativia päällystettyjä teitä on noin 50 tuhatta kilometriä, joiden lisäksi maanteillä on yli 15 tuhatta siltaa, joista liikennevirasto arvioi noin 7000 sillan tulevan peruskorjaukseen vuoteen 2020 mennessä. Infrarakentamisen laatuvaatimuksia varten Suomessa on julkaistu kirja InfraRYL - rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. (Liikennevirasto 2017.)

Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL) on ensimmäinen infra-alan yhdessä laatima kuvaus infrarakentamisen laatuvaatimuksista. InfraRYL sisältää rakentamista koskevat vaatimukset rakenteiden ja käytön aikaisten vaatimusten osalta. Laatuvaatimuksia voidaan käyttää ohjeena suunniteltaessa tai kunnossapidollisessa arvioinnissa. InfraRYL määrittää myös infraprojektin lopputuloksen laadun ja se yhtenäistää eri toimialojen tekniset vaatimukset ja nimikkeistöt helposti ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi. (Rakennustieto 2009.)

InfraRYL on myös sähköinen palvelu, joka tarjoaa alan toimijoille verkossa olevan työkalun yleisten laatuvaatimusten käyttöön. InfraRYL Net sisältää kaikki julkaistut infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset ja sen sisältö on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa sisältää tietoa toimivuusvaatimuksista, kuten rakenteen ja sen osien elinkaaren aikaisesta käyttäytymisestä. Toimivuusvaatimukset sisältävät yksityiskohtaisia ohjeita, joita voidaan pitää esimerkiksi toimenpiderajoina tien tai sillan kunnostustarvetta arvioitaessa. Toinen osa sisältää tekniset vaatimukset. Tekniset vaatimukset määrittelevät rakenteiden kelpoisuuden valmistushetkellä. (Rakennustieto 2009.)

3.2 Tietomallinnus

Tietomallilla tarkoitetaan infrarakentamisessa koko infrarakenteen elinkaaren aikana kertynyttä digitaalisten tietojen kokonaisuutta (Määttänen 2014). Digitaaliseen muotoon tallennettu tieto on käytettävissä projektin jokaisessa vaiheessa, aina lähtötietojen keruusta valmiin kohteen ylläpitotehtäviin. Infrahankkeen kokonaisuuden voidaan ajatella koostuvan kuviossa 1 esitetystä neljästä päävaiheesta: lähtötiedot, suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito (Novatron 2015).



Kuvio 1. Maanrakennushankkeen vaiheet (Novatron 2015)

Lähtötietoihin lukeutuvat esimerkiksi kohteen tutkitut maaperätiedot. Maaperän koostumus voidaan selvittää kairaamalla ja kohteesta voidaan tehdä maastomalli

suunnittelun pohjaksi. Maastomalli kuvantaa kohteen pinnanmuotoja ja esimerkiksi kallioiden sijaintia ja kokoa. Maastomalli rakennetaan mittaustulosten perusteella, jotka on voitu saada mitattua esimerkiksi GNSS- ja takymetrimittauksin tai laserkeilausaineiston pohjalta. Lähtötietojen perusteella suunnittelija laatii tietomallipohjaisen aineiston, johon sisältyy esimerkiksi teiden sijainti ja rakenteet rakennekerroksittain.

Suunnitelmien pohjalta koneohjauksesta vastaava mallintaja valmistelee aineiston, jota käytetään varsinaisessa maanrakennustyössä. Käytettävästä koneohjausjärjestelmästä riippuen, aineisto tallennetaan haluttuun formaattiin, joka ohjataan työkonien järjestelmiin. Rakennekerrosten pintamallien perusteella työkonien kuljettaja voi toteuttaa suunnittelijan laatimaa mallia lähes sentti-tarkkuudella. Maanrakennustyövaiheen valmistuessa valmiilta pinnoilta mitataan toteumatietoja, joiden perusteella tehtyä toteumamallia voidaan verrata suunniteltuun malliin (Kuvio 1). Aineisto tallennetaan koko projektin ajan yhteen kohteeseen, jolloin projektin kokonaisuus on helposti hahmotettavissa yksittäisten vaiheiden sijaan (Novatron 2015).

Digitaalisen aineiston kokonaisvaltainen keskittäminen yhteen etänä hallittavaan kohteeseen on tietomallinnuksen suurimpia hyötyjä. Projektin tiedostot voidaan sijoittaa niin kutsuttuun projektipankkiin, joka sisältää hankkeen tiedot jäseneltynä lähtötilanteista toteumiin. Projektipankki on eräänlainen palvelinkirjasto, jota voidaan käyttää verkossa tiedon lataamiseen ja tallentamiseen. Projektipankissa hankkeen tiedot sen eri vaiheista säilyvät myös hankkeen rakennusvaiheiden jälkeen, joten tietoihin voidaan aina palata jälkikäteen. (Martin 2012; Novatron 2015.)

Ensimmäiset projektipankit tulivat käyttöön 1980-luvulla. Laajemmin niitä alettiin käyttää 1990-luvun lopulla ja käyttö on lisääntynyt voimakkaasti digitalisaation myötä vuosikymmenen vaihteen jälkeen. Projektipankin etuihin lukeutuu sen käytettävyyttä ajasta tai paikasta riippumatta. Suuressa rakennusprojektissa voi olla mukana useita eri paikkakunnilla olevia työryhmiä, jotka saavat tarvitsemansa digitaalisen aineiston kätevästi projektipankin kautta. Projektipankkisovellus ei vaadi erillisiä laitteita tai ohjelmia, vaan se toimii palveluntarjoajan omalta palvelimelta. Projektiin osallistuvalla henkilökunnalle annetaan käyttöoikeudet, jolloin

he voivat kirjautua projektipankkiin omalla koneellaan selaimen kautta. (Martin 2012.)

Yleisten inframallivaatimusten mukaan tietomallipohjaisten menetelmien käyttöönotto vaatii, että työkohteessa rakenneosien geometriaa toteuttavissa työkohteissa käytetään työkoneautomaatiota. Koneohjausjärjestelmällä toteutetun työn tarkkuuden tulee täyttää mittavaatimukset, joita on käsitelty YIV 2015 -mallinnusohjeissa. Lisäksi edellytyksenä on, että mittauksista vastaavalla työkoneautomaatio-operaattorilla on vähintään maanmittausalan ammatillinen koulutus ja kahden vuoden kokemus paikannustekniikoista, koneohjausjärjestelmistä sekä toteutusmallien tarkastamisesta ja mallintamisesta. (YIV 2015b.)

Tietomallipohjainen rakentaminen on verrattain uusi käsite ja käytäntöjen yhtenäistämistä varten on perustettu erilaisia työryhmiä. Vuodesta 2014 saakka BuildingSMART Finland on laatinut ja julkaissut ohjeistuksia tietomallipohjaiseen infarakentamiseen. Luvussa 3.3 käsitellään bSF:n julkaisemia tuotoksia; YIV 2015 -ohjeistus, InfraBIM-nimikkeistö ja Inframodel-tiedonsiirtoformaatti.

3.3 BuildingSMART Finland -ohjeistukset ja laatuvaatimukset

BuildingSMART Finland (bSF) on Rakennustietosäätiöön kuuluva erityispäätoimikunta. bSF:n infratoimialaryhmä on julkaissut ohjeistuksia, kuten Yleiset inframallivaatimukset (YIV 2015), InfraBIM ja Inframodel-formaatti. Tarve ohjeistuksille on syntynyt infratilaajien tavoitteesta ottaa tietomallinnus käyttöön varsinkin suurimmilla infrahankkeilla. Ohjeistuksilla pyritään yhtenäistämään infra-alan tietomallintamista ja luomaan yhteiset pelisäännöt tilaajille ja palvelujen tarjoajille. Koko infra-alaa koskeva hanke selkiyttää paitsi kilpailua, myös parantaa Suomen kilpailukykyä. (Buildingsmart 2015a.)

Yleisten inframallivaatimusten ohjeiston julkaisemisesta vastaa bSF:n infratoimialaryhmä (Kuvio 2). Ohjeiden valmistelutyöstä toimialaryhmä on vastannut vuodesta 2014 alkaen ja valmistelutyöhön on osallistunut useita suuria yrityksiä, kuten VR Track, Destia, Lemminkäinen Infra jne. Valmistelutyössä on ollut mukana myös useita kehittämissyöryhmän kaupunkijäseniä ja palautetta ovat antaneet useat infra-alan toimijat ja organisaatiot. (YIV 2015a.)



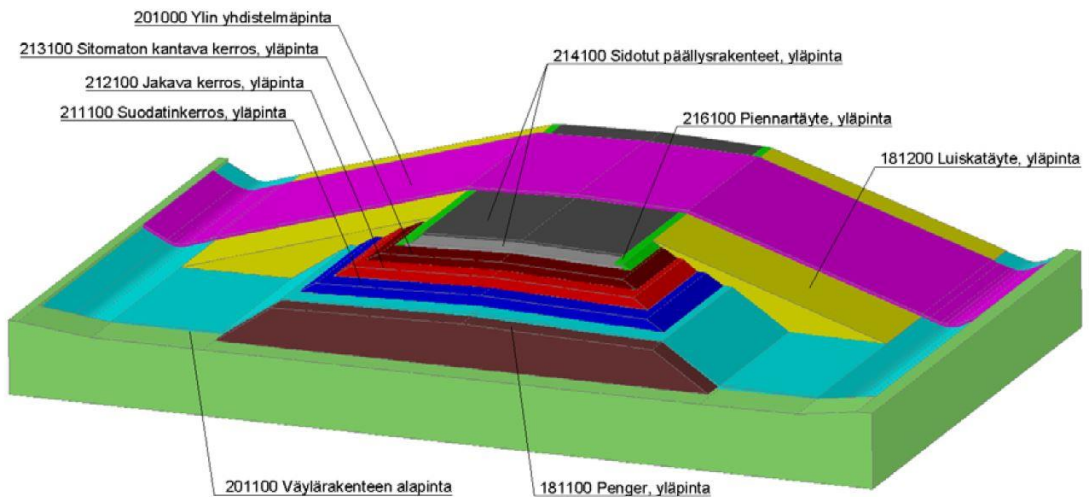
Kuvio 2. BuildingSMART Finland -organisaatio (Buildingsmart 2017b)

YIV 2015 käsittää yhteensä 12 eri PDF-julkaisua, jotka käsittelevät infrarakennusprojektien eri osa-alueita ja yksityiskohtia (Taulukko 1). Tietomallipohjaisten hankkeiden perusteita on käsitelty YIV:n osassa 1; Tietomallipohjainen hanke. YIV 2015 täyttää Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL).

Taulukko 1. YIV 2015 -osat

Yleiset inframallivaatimukset 2015
1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset mallinnusvaatimukset
3. Lähtötiedot
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit; Maa-, pohja- ja kallio-, päällyys- ja pintarakenteet ja koneohjausmallin ja toteutumamallin laadintaohje
6. Rakennemallit; Järjestelmät
7. Rakennemallit; Rakennustekniset rakennusosat
8. Inframallin laadunvarmistus
9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Infran hallinta
12. Inframallin hyödyntäminen suunnittelu- ja rakennusvaiheissa

InfraBIM-nimikkeistö tulee sanoista Building Information Model. Siinä esitetään infrarakenteiden ja inframallien elinkaaren kattavat numerointi- ja nimeämiskäytännöt. InfraBIM-nimikkeistön perustana on Infra2015-rakennusosanimikkeistö. Julkaisu yhtenäistää infrarakenteiden ja -mallien numerointi- ja nimeämiskäytännöt niiden koko elinkaaren vaiheissa, joita ovat lähtötietojen hankinta, suunnittelu, toteutus, toteuman mittaus sekä ylläpito (Kuvio 1). InfraBIM-ohjeessa on esitelty myös väylärakenteiden pintojen ja taiteviivojen numerointi- ja nimeämiskäytännöt (Kuvio 3). Käytettävät rakennusosat ja ehdotetut attribuutit on lueteltu vesihuollon järjestelmien osalta. (Buildingsmart 2015b.)



Kuvio 3. Yksiajorataisen tien rakennepinnat (InfraBIM 2016)

Inframodel (IM3) on tiedonsiirtoformaatti, joka on suunniteltu erityisesti infra-alalle. Se perustuu kansainväliseen LandXML-standardiin, joka on avoin menetelmä infratietojen siirtoon. IM3-formaatti yhtenäistää koko infra-alan tiedonsiirron, toimien niin suunnittelu- mittaus- kuin koneohjaussovelluksissakin. (Rakennustieto 2014.)

Inframodel-formaatin uusin versio Inframodel 4 (IM4) julkaistiin vuonna 2016. Uusi formaatti on ollut tavoitteena ottaa käyttöön vuoden 2017 aikana. Inframodel 4 tuo uusia ominaisuuksia vuonna 2014 yleiseen käyttöön otettuun Inframodel 3:een nähden. Uudistuksia ovat esimerkiksi uudet pääelementit; toteumatiedon käsittely sekä pilari- ja massastabilointi. Pääelementtien lisäksi IM3:ssa olevat elementtien ominaisuudet monipuolistuvat. IM3:een verrattuna ominaisuustiedot

laajenevat ja dokumentaatio ja nimikkeistö tarkentuu. Kaikki alan ohjelmistot eivät vielä tue Inframodel-formaatteja, mutta niiden käyttö yleistyy vähitellen. (Buildingsmart 2016.)

4 TYÖKONEAUTOMAATIO

4.1 Koneohjausjärjestelmän toimintaperiaate

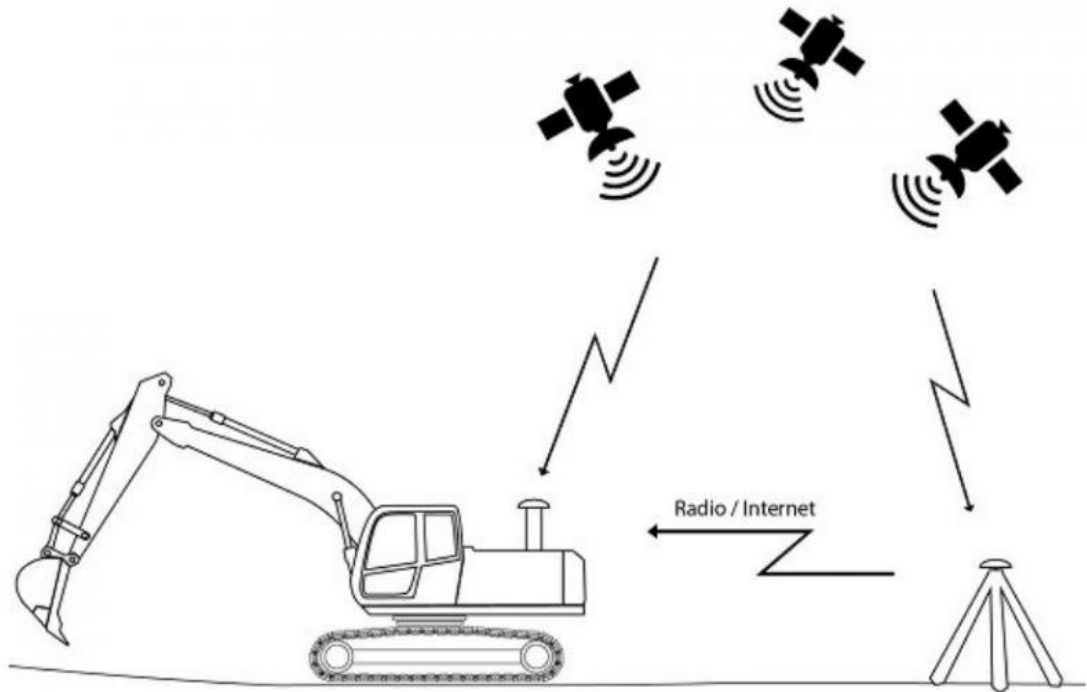
Koneohjausjärjestelmän pelkistettynä toimintaperiaatteena on havainnollistaa koneen kuljettajalle kauhan tai terän tarkka sijainti ja antaa helposti hahmotettavissa oleva visuaalinen malli siitä, kuinka kohteen maan pintaa tulee suunnitelmien mukaan muokata. Koneohjausjärjestelmä koostuu yksinkertaisimmillaan vain laserista ja laserin vastaanottimesta. Vastaanotin asennetaan esimerkiksi kaivinkoneen kauhaan, jolloin järjestelmä laskee kauhan sijainnin ja kallistuskulman laserimpulssien perusteella. Koneen kuljettaja näkee kauhan asennon suhteessa maanpintaan ja kolmioituun pintamalliin näyttöruudulta. (Topgeo 2017a.)

Koneohjausjärjestelmä voi toimia eri toimintaperiaatteilla. Yksi niistä on takymetriin perustuva malli, jossa kauhan sijainti selviää takymetrin prisman sekä muiden tarvittavien sensorien avulla. Paikannus tapahtuu tunnetulta asemapisteeltä työkoneseen kiinnitettävään prismaan mitattuun; vaakasuuntaan, korkeuskulmaan sekä vinoetäisyyteen. Takymetrillä saavutettava tarkkuus on luokkaa +/- 2 mm + 2ppm, jossa 2ppm tarkoittaa kahta millimetriä kilometrin matkalla. (Ahonen 2015, 4-5.)

Kolmas ja nykyään yleisemmin käytössä oleva koneohjauksen mittaustapa perustuu GNSS-RTK -mittaukseen, jossa työmaalle perustetaan satelliittitukiasema. Tukiasema vastaanottaa satelliittien paikannustietoa ja lähettää sen korjattuna työkoneelle (Kuvio 4). Tukiasema sijoitetaan usein työmaalle tuotavaan konttiin, jolloin sen paikka on vaihdettavissa rakennushankkeen edetessä. Yksi tukiasema voi tarjota korjaustietoa useammalle kaivinkoneelle samalla työmaalla. Tukiaseman lähettämä signaali perustuu yleensä radioaaltoihin ja sen kantama riippuu lähettimen tehosta. Tukiaseman lähettämää korjaussignaalia voidaan käyttää jopa kilometrien päässä tukiaseman fyysisestä sijaintipaikasta.

Työmaalla sijaitsevan tukiaseman käytön etuna on korjaustiedon saatavuus myös maastoltaan peitteisillä alueilla. Ilman tukiasemaa toimivan järjestelmän ongelma on se, että satelliittien signaalit eivät maasto-olosuhteiden vuoksi välttämättä saavuta järjestelmän antenneja. Heikosta signaalista aiheutuu katkoksia

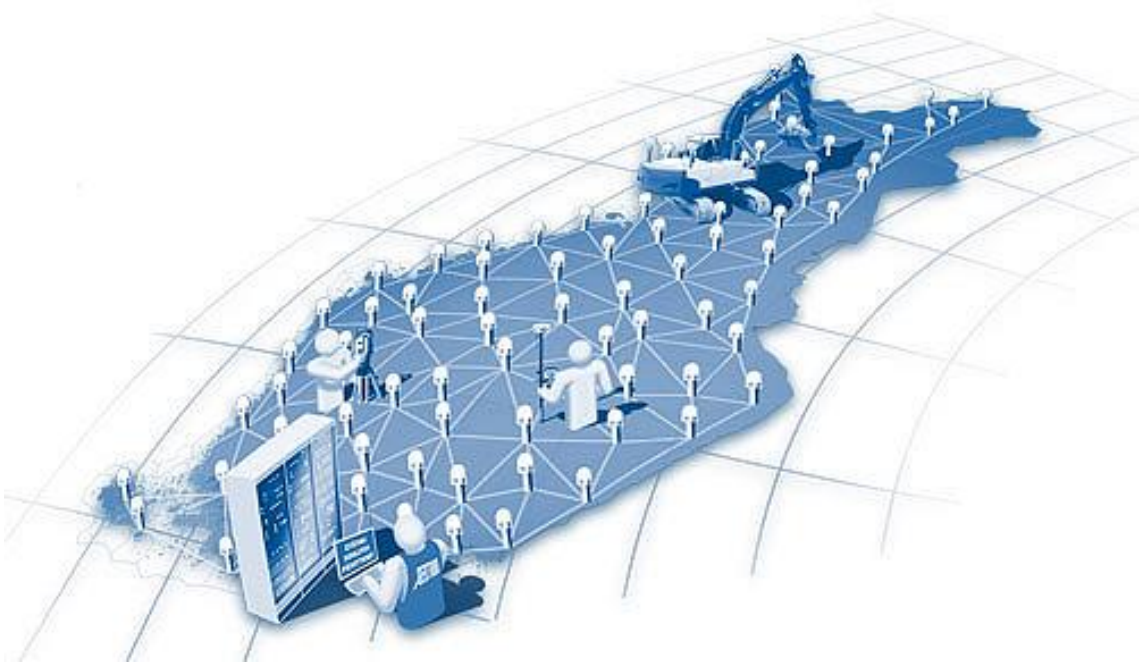
paikkatiedon saatavuuteen, jolloin koneen kuljettajan näytöllä havaitsema kauhansijainti suhteessa suunniteltuun geometriamalliin ei ole välttämättä täysin luotettavalla tasolla.



Kuvio 4. Sijaintitietoa satelliiteilta ja tukiasemilta (Infrakit-wiki 2017)

Koneohjausjärjestelmä voi toimia myös ilman työmaalla sijaitsevaa tukiasemaa esimerkiksi Trimnetin ylläpitämän VRS-verkon välityksellä. VRS-verkon käyttö työkoneohjauksessa on yleistynyt viime vuosina nopeasti. Verkon käytön hyötyinä on sen riippumattomuus erillisistä tukiasemista ja edullisempi yksikköhinta yhden työkoneen tapauksessa. VRS-verkon käyttö soveltuu hyvin yksittäisille työkoneille, sillä se toimii lisenssiperusteisesti. Useampaa työkonetta käytettäessä työmaalle sijoitettavaan tukiasemaan perustuva korjaustiedon käyttö voi olla kustannustehokkaampi ratkaisu. (Määttä 2017.)

Koneohjausjärjestelmä liitetään VRS-verkkoon aivan kuten matkapuhelin matkapuhelinverkkoon; SIM-kortilla. Koneohjausjärjestelmä toimii siten verkon toimivuusalueilla, joka on jo 5G-aikaan mentäessä varsin kattavalla tasolla (Kuvio 5). Verkon datansiirtonopeuksien nousu ja kattavuusalueiden lisääntyminen edesauttavat Trimnet-verkon kaltaisten ratkaisujen käytön laajentumista. Trimnet koostuu yli sadasta kiinteästä tukiasemasta ja laskentakeskuksesta, joka sijaitsee Vantaalla. (Geotrim 2017.)



Kuvio 5. Geotrimin ylläpitämä Trimnet-verkko (Geotrim 2017)

4.2 Yleisimmät koneohjausjärjestelmien toimittajat

Koneohjausjärjestelmiä on erilaisia, kuten on työkoneitakin. Kaivinkoneille on olemassa omat järjestelmänsä, kun taas puskutraktorien järjestelmät ovat oma ryhmänsä. Järjestelmien tiedonsiirtoformaateissa on myös eroavaisuuksia. Käytännössä jokaisella koneohjausjärjestelmän toimittajalla on käytössään omanlaisensa tiedonsiirtoformaatti.

BSF:n julkaisema Inframodel pyrkii yhtenäistämään formaattien käyttöä, mutta käytännössä yhteen formaattiin perustuva tietomallinnus vie vielä aikaa. Erilaisen käytössä olevien formaattien vuoksi, yhdellä työmaalla voidaan joutua tekemään useita formaatin muunnoksia samoja geometriamalleja koskien. (Määttä 2017.)

Novatron on suomalainen vuonna 1991 perustettu yritys, joka suunnittelee, valmistaa ja toimittaa maanrakennustyökoneiden koneohjausjärjestelmiä. Novatronin päätoimipaikka sijaitsee Pirkkalassa. Novatron toimittaa koneohjausjärjestelmiä Suomen lisäksi Eurooppaan, Aasiaan, Amerikkaan ja Australiaan. Novatron tarjoaa Xsite-sarjaa niin kaivinkoneisiin, kuin pyöräkuormaajiin ja puskutraktoreihin. Kaivinkoneisiin on tarjolla kolme eri mallia, jotka ovat Xsite EASY, -PRO 2D

ja -PRO 3D. Xsite PRO 3D on malliston monipuolisin versio, jota voi käyttää niin 2D- kuin 3D-tilassa. Malli tukee myös kattavasti Inframodel 3 (IM3) -formaattia. (Novatron 2017.)

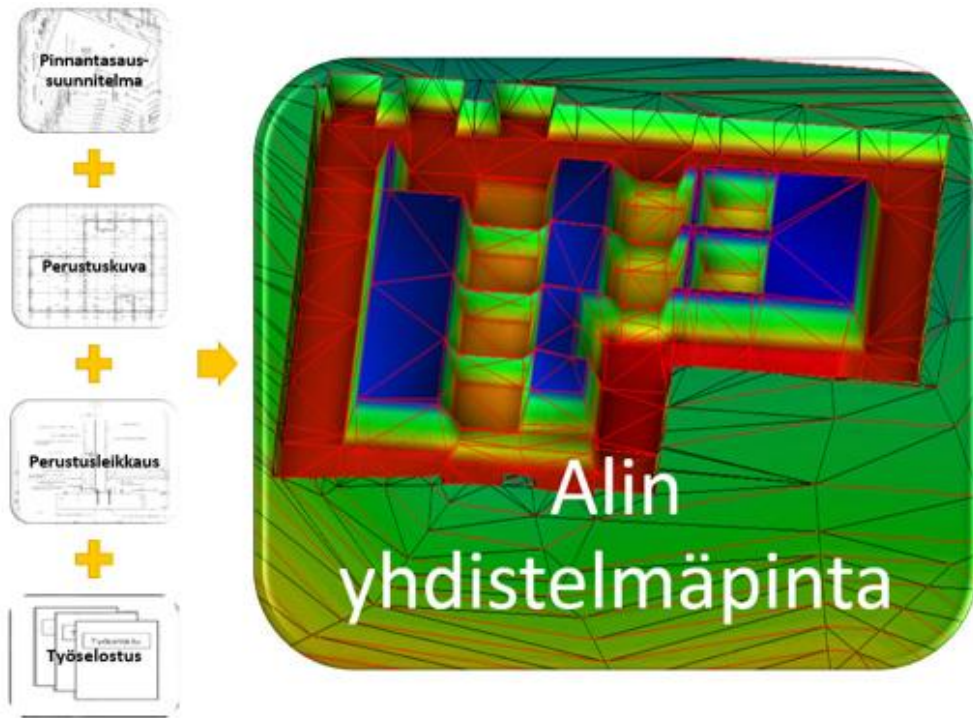
Trimblen koneohjausjärjestelmistä Suomessa vastaa Sitech Oy, joka kuuluu Wi-huri-konserniin. Trimble on yhdysvaltalainen maanmittausalan suurtoimija. Trimble toimittaa koneohjausjärjestelmiä monipuolisesti erilaisiin työkoneisiin, kuten kaivin-, pusku- ja tiivistyskoneisiin. Myös Trimblen järjestelmiä on saatavilla 2D- ja 3D-ominaisuuksilla. Trimblen järjestelmät tukevat IM3-formaattia. Kaivinkoneisiin Trimbleltä on saatavissa GCS900 3D Dual GNSS -järjestelmä. (Tekninen-kauppa 2017.)

Leica (ent. Scanlaser) on Leica Geosystems Oy:n maahantuoma tuotemerkki. Sveitsiläinen Leica Geosystems on vastannut Leica-brändin maahantuonnista vuodesta 2010 saakka. Aiemmin Leican koneohjausjärjestelmien maahantuonnista vastasi Scanlaser Oy, jonka Leica Geosystems Oy osti keväällä 2010 ja perusti siten oman tytäryhtiön. Koneohjausta varten Leica Geosystems tarjoaa Leican perusjärjestelmiä ja uudempaa iCON-tuoteperhettä. Leica iCON-sarjassa kaivinkoneita varten on tarjolla mallit iXE2 sekä iXE3. Ensiksi mainittu perustuu 2D-ohjausjärjestelmään, joka on päivitettävissä 3D-ratkaisuksi. Leica iCON iXE3 sisältää niin 2D- kuin 3D-vaihtoehdot, ollen täten merkin nykyaikaisin koneohjausjärjestelmä. (Leica Geosystems 2017.)

Topgeo Oy maahantuo yhdysvaltalaisista Topcon-tuotemerkeistä. Topconin koneohjausjärjestelmiin kuuluu useita eri tasoisia laitevaihtoehtoja, joista X-63i on merkin kaivinkonekäytön lippulaiva. X-63i perustuu 3D-ohjausjärjestelmään ja se sisältää GX-60 -kosketusnäytön. (Topgeo 2017b.)

4.3 Koneohjausmallit

Koneohjausmalleilla tarkoitetaan suunnitelmaa, joka on muokattu koneohjausjärjestelmälle sopivaan tiedostomuotoon. Koneohjausmalli laaditaan infrahankkeen suunnittelijalta saatavasta aineistosta, josta varsinaista maanpinnan malliaineistoa ei yleensä löydy. Käytännössä yleinen tapa toteuttaa koneohjausmalleja on yhdistää taiteviivoilla suunnitelma-aineistosta saatavia poikkileikkauksia, jonka jälkeen malli kolmioidaan kolmiulotteiseen muotoon (Kuvio 6). (3Dkoppi 2017.)

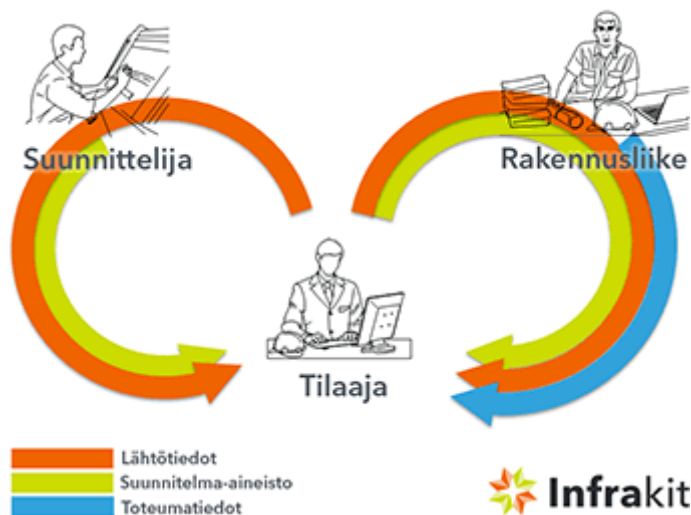


Kuvio 6. Koneohjausmalli (3Dkoppi, 2017)

Koneohjausmallilla ymmärretään yleensä pintamalli, jota lähdetään toteuttamaan kaivamalla lähtötasolta pintamalliin ulottuva leikkaus. Koneohjausmalli voi olla myös viivamalli tai pistetietoa. Tiedostoformaatit ovat olennainen tekijä koneohjausmallien toiminnassa. Inframodel (IM3) -formaatti yhtenäistää tiedostomuotojen käyttöä eri koneohjausjärjestelmien välillä, mutta järjestelmästä riippuen yleisesti käytössä ovat vielä formaatit kuten XML ja DXF. Esimerkiksi Trimblen koneohjausjärjestelmät eivät vielä täysin tue Inframodel-formaatteja ja malleja tuottaessa koneohjausjärjestelmään on tuotava muun muassa erillinen koordinaattitiedosto, joka tarvitaan työkoneiden toimintaa varten. (3Dkoppi 2017; Kivimäki 2017.)

5 INFRAKIT

Infrakit on infraprojektien hallintaan suunniteltu digitaalinen järjestelmä. Sitä voisi luonnehtia rakentamisen pilvipalveluksi, joka mahdollistaa hankkeen tilaajan, suunnittelijan, toteuttajan ja valvojan reaaliaikaisen projektin seurannan ja tiedonhallinnan. Infrakit-pilvipalvelun avulla tilaaja voi seurata tietomallipohjaisesti toteutettavan hankkeen etenemistä ja varmistaa eri työvaiheiden toteutuksen laadun ja aikataulussa pysymisen (Kuvio 7). (Infrakit 2017.)



Kuvio 7. Infrakit-projektinseuranta (Infrakit 2016)

Infrakit-ohjelmaa on mahdollista käyttää niin toimistossa kuin maastossakin. Ohjelma tarjoaa karttanäkymän tietokoneelle, jossa voidaan hallita malleja, toteutumatietoja ja valokuvia. Hallintatyökalujen avulla työkoneiden seuranta on mahdollista muun muassa tehokkuuden ja käyttöhistorian osalta. Työkoneautomaatiossa tarvittavia poikkileikkauksia voidaan piirtää ja niiden perusteella toteutettuja kaivuita tarkastella rakennekerroksittain. (Infrakit 2017.)

Maastossa Infrakit-ohjelmaa voidaan käyttää tabletin avulla. Karttanäkymään saadaan yksityiskohtaista tietoa esimerkiksi projektin päämittalinjasta ja sen perusteella laskettavista paalu- ja sivumitoista. Infrakit helpottaa suunnitelmien hahmottamista maastossa ja tehostaa työmaan toimintoja esimerkiksi työnjohdon näkökulmasta. (Infrakit 2017.)



Kuvio 8. Infrakit-pilvipalvelu (Infrakit 2017)

Infrakit toimii apuna tie- ja ratahankkeiden laadunvarmistuksessa. Palveluun on saatavilla valvojalisenssi, joka on suunniteltu helpottamaan infrahankkeen valvojan tehtäviä. Valvojakonsultti tai projektin loppuasiakas voivat tarkastella työmaata reaaliaikaisten päivitysten ansiosta ja verrata esimerkiksi toteumapisteitä suunniteltuihin pintamalleihin (Kuvio 8). (Infrakit 2017.)

Infrakitissä tietomallipohjaiset aineistot säilyvät myös rakennusprojektin jälkeen. Lähtö- suunnitelma- ja toteumatietoja voidaan käyttää rakennusprojektin jälkeen esimerkiksi ylläpidollisissa tehtävissä. Tien tai siltojen kunnostuksia suunniteltaessa aineistot ovat saatavilla projektikohtaisesta tietokannasta, josta päästään katselemaan esimerkiksi otettujen tarkkeiden yksityiskohtia. Infrakitistä saatavaa dokumentaatiota voidaan käyttää varauksin myös digitaalisena luovutusaineistona tilaajaan suuntaan. (Infrakit 2017.)

6 INFRAKIT-OPAS (OHJEISTUS JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖN)

6.1 Kirjautuminen palveluun

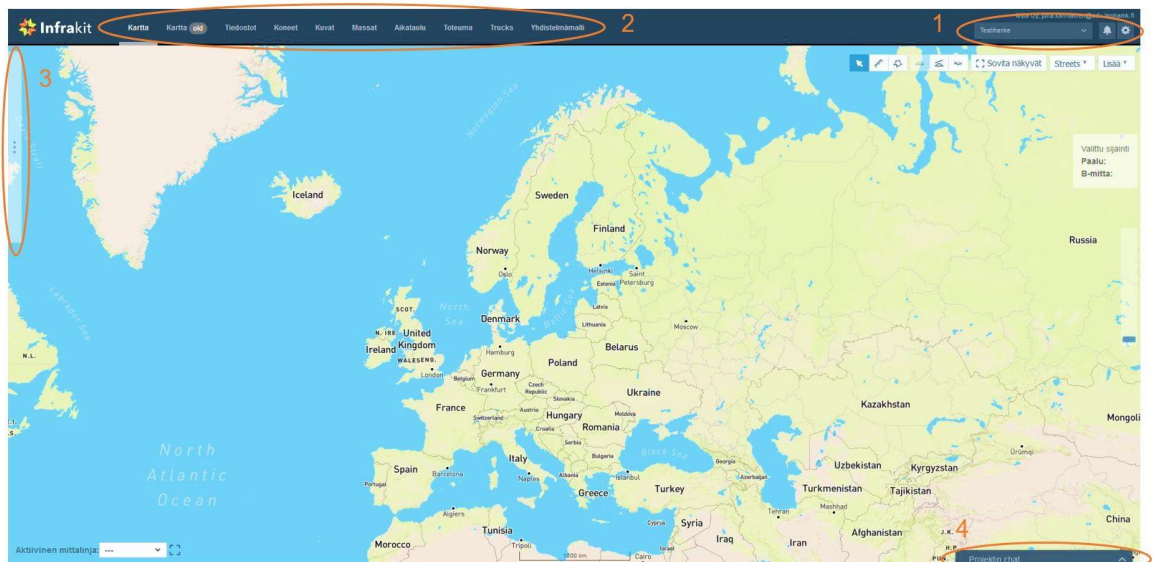
Infrakitiin kirjaututaan osoitteessa: <https://infrakit.com/kuura/login.htm> (Kuvio 9). Vaihtoehtoisesti voidaan kirjautua Infrakitin kotisivujen kautta: <https://infrakit.com/fi/>.



Kuvio 9. Kirjautuminen

6.2 Pääikkunan perustoiminnot

Infrakitin pääikkuna (karttaikkuna) avautuu kirjaututtaessa sisään (Kuvio 10). Seuraavassa on esitelty järjestelmän pääikkunan toimintoja.



Kuvio 10. Pääikkunan perustoiminnot (kohdat 1-4)

1. **Hankkeen valinta** (alasvetovalikko), ilmoitukset ja asetukset
Määriteltävissä olevat asetukset:

- Projektin asetukset (koordinaatisto, korkeusjärjestelmä jne.)
- Asetukset (kielivalinta, salasana-asetukset jne.)
- Pääkäyttäjä (pääsy vain pääkäyttäjän oikeuksilla)
- Projektikutsut
- Wiki (Infrakitin käyttöohjeita)
- Kirjaudu ulos

2. **Välilehdet** hankkeen eri toiminnoille (kts. luku 6.3, Kuvio 11.)
3. **Kartan pikavalikosta** määritellään kartalla näkyvät kohteet (esim. taustakartat, kuvat, mallit ja tarkkeet)
4. **Projektin chat** toimii käyttäjien välisenä tiedostuskanavana hankkeen aikana

6.3 Pääikkunan välilehdet

Pääikkunan ylälaudassa olevilta välilehdiltä löytyvät projektinhallinnan kannalta keskeisimmät sivut. Käyttäjätunnuksen luonnin yhteydessä annettavat käyttöoikeudet määrittelevät sen, mitkä välilehdet näkyvät kullekin käyttäjälle (Käyttäjäroolit, luku 6.5, Taulukko 2).

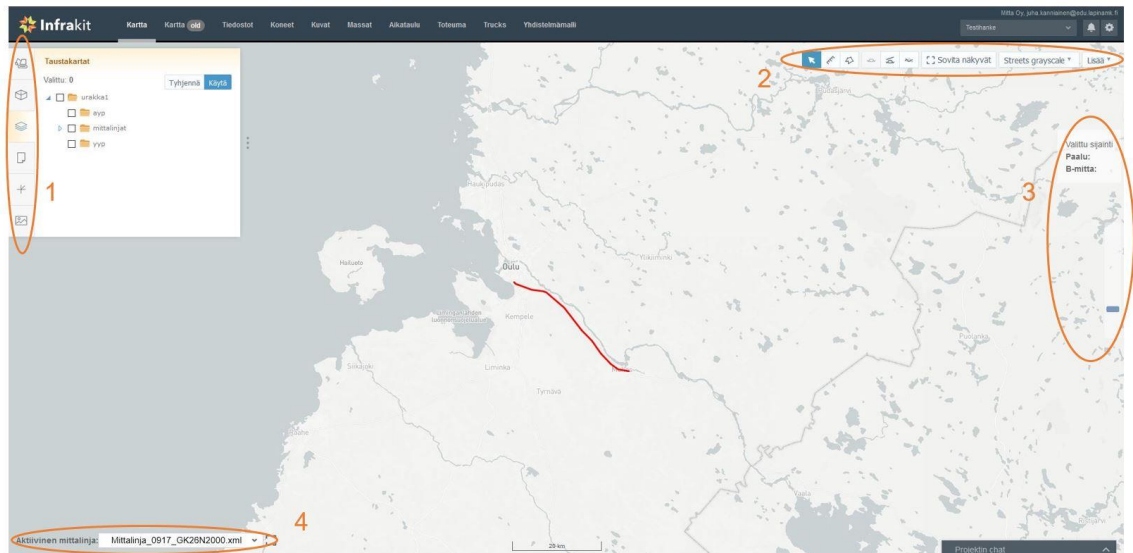


Kuvio 11. Välilehdet

- **Kartta** - ohjelman pääikkuna (Kartta old on poistumassa oleva versio)
- **Tiedostot** (kansio, joka sisältää hankkeeseen liittyvät tiedostot)
- **Koneet** (hankkeelle lisätyt työkonet, niiden käyttö- ja tarkastustiedot)
- **Kuvat** (kuvien lisäys, muokkaus ja poisto)
- **Massat** (määriteltävissä olevat toteumaseurannat, joiden etenemistä voi seurata aikataulu-välilehdeltä)
- **Aikataulu** (välilehdellä voidaan luoda aikatauluja tai seurata toteumaseurannan mukaan päivittyvää aikataulusuunnitelmaa kts. Massat)
- **Toteuma** (tarkkeiden lisäys, muokkaus ja poisto, työkoneltilta automaattisesti lähetettävät tarkkeet)
- **Trucks** (koneohjausjärjestelmien ulkopuoliset koneet, esim. kuorma-autojen automaattisen massanlaskennan määrittely ja seuranta)
- **Yhdistelmämalli** (pintamallien 3D-tarkastelutoiminto)

6.4 Karttatoiminnot

Infrakitiin kirjaututtaessa avautuu ohjelman karttaikkuna. Se on käyttäjän pääasiainen työväline ja karttaikkunaan onkin koottu hankkeen seurannan kannalta oleelliset tiedot. Karttapohja perustuu avoimen lähdekoodin OpenStreetMap-karttapalveluun. (Infrakit-wiki 2016.)



Kuvio 12. Karttatyökalut (kohdat 1-4)

1. **Karttatoimintojen pikavalikko** (kohteiden valinta kartalle)
 - **Koneet** (lista hankkeen työkoneista)
 - **Mallit** (kansiorakenne tiedostot-välilehdeltä)
 - **Taustakartat**
 - **Dokumentit**
 - **Toteuma** (tarkkeet kartalle)
 - **Kuvat** (kuvien asetukset ja asemointi kartalle)

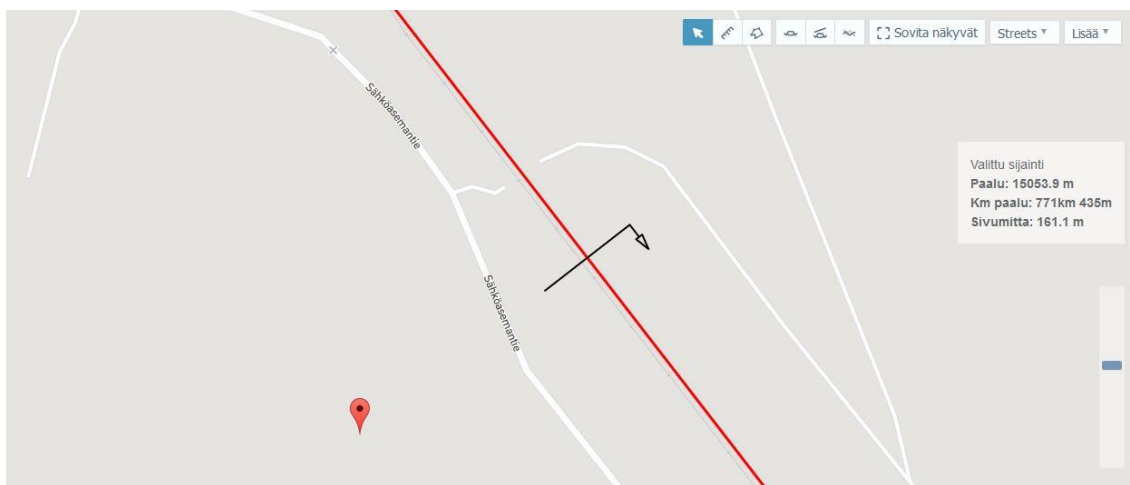
2. **Työkalupalkki** (järjestyksessä vasemmalta oikealle)
 - **Poista työkaluvalinnat** (hiiri aktiiviseksi)
 - **Etäisyyden mittaus**
 - **Pinta-alamittaus**
 - **Poikkileikkaus** (poikkileikkaus oletusarvoilla aktiivisesta pisteestä)
 - **Vapaa poikkileikkaus** (hiirellä vapaasti tehtävä poikkileikkaus)
 - **Pituusleikkaus**
 - **Näytön kohdistaminen** aktiiviseen hankkeeseen
 - **Karttapohjan valinta** (tyhjä tausta, kadut, kadut harmaalla pohjalla)
 - **Lisää-valikko** (karttakuva, tyhjä kartan tila, jaa kartan näkymä)

3. **Kartalta valittu sijainti ja kartan zoomaus**

- **Valittu sijainti -toiminto** osoittaa hiiren klikkauksen (punainen sijaintimerkki, Kuvio 13) paikan suorakulmaisesti, suhteessa aktiivisena olevaan mittalinjaan
- **Valittu sijainti -laatikko** sisältää seuraavat tiedot:
 - **Paalulukema** (mittalinjan kohdalta)
 - **Km paalulukema** (esim. rautatieverkon kilometripaalu)
 - **Sivumitta** (matka mittalinjan keskeltä valittuun sijaintiin)

4. Aktiivisen mittalinjan valinta

- **Valittu mittalinja** (kartalla punaisella korostusvärillä, Kuviot 12 ja 13)
 - Mittalinjan tulee olla .xml tai .lin -päätteisessä formaatissa
 - Hankkeen päämittalinja valitaan projektin asetuksista



Kuvio 13. Kartalta valittu sijainti

6.5 Käyttäjien roolit

Infrakitissä on rooleja, jotka on määritelty erilaisten käyttötarpeiden mukaisesti (Taulukko 2). Hankkeen Infrakitistä vastaavalla ja sitä päivittävällä henkilöllä tulee olla joko pääkäyttäjän (admin) tai operaattorin käyttöoikeudet.

Esimerkiksi tarkkeista ja työkonien tarkastuksista vastaavalle mittaustyönjohtajalle voidaan määritellä työnjohdon-käyttöoikeudet, jolloin hänellä on kaikki muut toiminnot käytettävissään, paitsi pääkäyttäjän asetukset ja hanketta koskevien mallien, karttojen ja dokumenttien lisäys ja poisto (Tiedostot-välilehden muokkaus).

Välilehtien toimintoja käsitellään luvussa: 6.3 Pääikkunan välilehdet.

Taulukko 2. Käyttäjäroolit (Infrakit-wiki 2016)

	Kartta	Tiedostot	Koneet	Kuvat	Toteuma	Trucks	Yhdistelmämalli	Admin-sivusto
Pääkäyttäjälisenssit								
Pääkäyttäjä	*	*	*	*	*	*	*	*
Käyttäjälisenssit								
Operaattori	*	*	*	*	*	*	*	
Työnjohto	*		*	*	*	*	*	
Suunnittelija	*	*		*		*	*	
Tilaaja	*			*		*	*	
Katselulisenssit								
Katseluoikeus	*					*	*	

7 INFRAKIT-PROJEKTIN PERUSTAMINEN

7.1 Hankkeen perustaminen

Uusi hanke perustetaan pääkäyttäjän oikeuksilla. Linkki pääkäyttäjän sivuille löytyy asetuksista (kts. luku 6.2, Kuvio 10). Linkki ei näy asetuksissa ilman pääkäyttäjän oikeuksia.

The screenshot shows the 'Infrakit Admin' interface. The main section is titled 'Muokkaa hanketta' (Edit project). It contains a form with the following fields:

- Hankkeen nimi: Testihanke
- Koordinaatisto: ETRS89 / ETRS-TM35FIN (dropdown menu)
- Korkeusjärjestelmä (Geoidi): Finland - N2000 (dropdown menu)
- Organisaatio: Mitta PS (dropdown menu)

Below the form are three buttons: 'Käytä', 'Tallenna ja sulje', and 'Peruuta'. Underneath is a section titled 'Kutsutut käyttäjät / työkoneet' (Invited users / machines) with a table header:

Käyttäjä/Työkone	Kutsun päivämäärä	Tila	Muutos päivämäärä	Viesti	Kutsun lähettäjä
------------------	-------------------	------	-------------------	--------	------------------

At the bottom of the table are two buttons: 'Kutsu käyttäjä' and 'Kutsu työkone'. Below the table are two sections for integrations: 'Leica Geosystems' and 'Trimble Connected Community', each with a note to save the project before connecting to other services.

Kuvio 14. Hankkeen perustaminen (pääkäyttäjä)

Hanke luodaan hankkeet-välilehdellä seuraavasti (Kuvio 14):

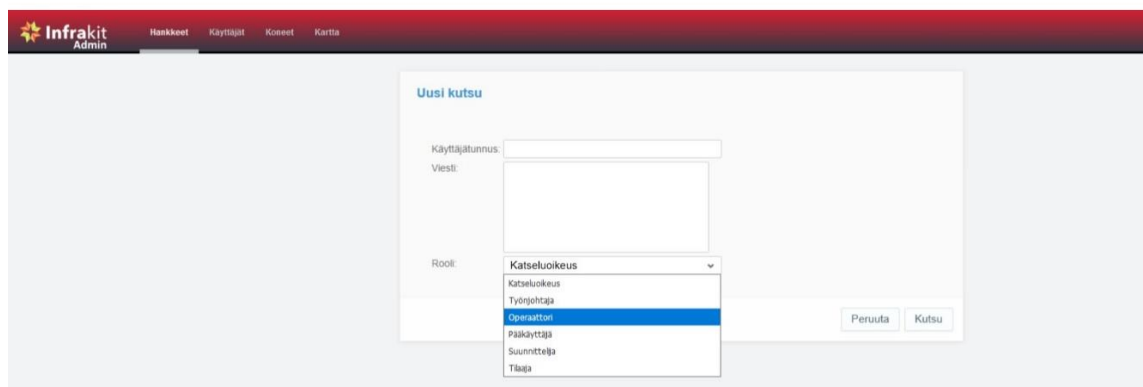
Hanke nimetään ja sille määritellään koordinaatisto sekä korkeusjärjestelmä. Organisaatioksi voidaan valita esim. Mitta PS (Mitta Pohjois-Suomi). Käytä-toiminto tallentaa uuden projektin poistumatta sivulta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Tallenna ja sulje -toimintoa, joka tallentaa uuden projektin ja vie käyttäjän takaisin hankeluetteloon.

Tallentamisen jälkeen hankkeelle voidaan kutsua muita käyttäjiä ja työkoneita (kts. luvut 7.2 ja 7.3). Infrakit-hanke voidaan yhdistää esimerkiksi Novatronin tai Leican palveluihin, riippuen projektilla käytössä olevasta koneohjausjärjestelmästä.

7.2 Käyttäjien ja työkoneiden kutsuminen hankkeelle

Hankkeelle voidaan kutsua projektissa mukana olevia henkilöitä tai koneita. Kutsun yhteydessä määritellään käyttäjän rooli hankkeelle. Roolin valinta on tärkeä toimenpide, sillä se määrittää käyttäjän pääsyoikeudet projektin sisäisiin tietoihin. (Kuvio 15)

Käyttäjää kutsuttaessa käyttäjätunnuksen perusteella; palvelu tunnistaa henkilöt joilla on valmiit tunnukset järjestelmään. Mikäli tunnuksia ei ole, ne luodaan käyttäjät-välilehdeltä. (kts. luku 7.3, Kuvio 16)



Kuvio 15. Käyttäjien kutsuminen hankkeelle

7.3 Uuden käyttäjätunnuksen luominen

Käyttäjätunnuksen luominen tapahtuu käyttäjät-välilehdellä. Käyttäjätietoihin tarvitaan perustietoja, kuten nimi ja puhelinnumero. Käyttäjän rooli on määriteltävissä luonnin yhteydessä. Mikäli käyttäjä on esimerkiksi koneenkuljettaja, voidaan hänen profiiliinsa liittää käyttäjän operoima työkone. (Kuvio 16)

The screenshot shows the 'Muokkaa käyttäjää' (Edit user) form in the Infrakit Admin system. The form is organized into several sections:

- Muokkaa käyttäjää**: A section with a 'Poista käyttäjä käytöstä' (Remove user from use) button. It contains input fields for:
 - Käyttäjätunnus: Randomi
 - Etunimi: Ran
 - Sukunimi: Domi
 - Salasana: *****
 - Vahvista salasana: *****
 - Titteli: Työnjohtaja
 - Puhelinnumero: 04012345678
- Kieli**: A dropdown menu set to 'Suomi'.
- Aikavyöhyke**: A dropdown menu set to 'Europe/Helsinki'.
- Rooli**: A dropdown menu set to 'Työnjohtaja'.
- Kone**: A section with a checkbox 'Create and attach new vehicle to this user' (unchecked) and a link 'Attach existing vehicle' with a corresponding dropdown menu.

Kuvio 16. Uuden käyttäjän luominen

Uuden käyttäjätunnuksen luominen etenee seuraavasti (Kuvio 16):

Käyttäjälle annetaan käyttäjätunnus, joka voi koostua esimerkiksi etu- ja sukunimestä. Tämän jälkeen syötetään käyttäjän nimitiedot ja määritellään profiilin salasana. Salasana tulee tämän jälkeen vahvistaa. Käyttäjälle annetaan titteli, joka voi olla esimerkiksi työnjohtaja tai kaivinkoneenkuljettaja sekä kirjataan puhelinnumero, josta käyttäjän tavoittaa työaikana.

Lopuksi määritellään käyttäjän kieliasetukset, aikavyöhyke ja rooli. Rooli on mitausyrityksen palveluksessa olevan henkilön tapauksessa useimmiten operattori tai työnjohtaja. Käyttöoikeustarpeet määrittelevät sopivimman roolin. Lopuksi uusi käyttäjä tallennetaan järjestelmään Tallenna-toiminnolla.

7.4 Työkoneiden luominen palveluun

Työkoneiden luominen tapahtuu Koneet-välilehdellä. Kuljettajan henkilötietojen lisäksi määritellään konekohtaiset tiedot. MachineID yksilöi työkoneen Infrakit-järjestelmässä. MachineID luodaan konekohtaisesti koneen Infrakitiin liittämistä varten. Novatronin koneohjausjärjestelmiä käytettäessä, työkone liitetään palveluun koneohjausjärjestelmän yksilöllisellä DBSN-koodilla. (Kuvio 17)

Infrakit Admin | Hankkeet | Käyttäjät | Koneet | Kartta

Muokkaa konetta: Kaivinkone (Testihanke)

Viemisin yhteys

Koneen nimi	Kaivinkone (Testihanke)
Kuljettajan nimi	Kai Vaja
Kuljettajan puhelinnumero	0400123456
Lisätiedot	Volvo 300
MachineID	98765
Kone	Kaivinkone
Koneohjaus	Novatron
Tauoita	<input type="checkbox"/>

Projektit

Aktiivinen projekti
Testihanke

Kuvio 17. Työkoneiden luominen palveluun

Uuden työkoneen luominen palveluun (Kuvio 17):

Työkone voidaan nimetä esimerkiksi konetyypin ja yrityksen nimellä (Volvo 300 Maanrakennus Oy). Tietoihin annetaan koneesta päävastuussa olevan kuljettajan nimi ja puhelinnumero. Lisätiedot-kenttään syötetään koneen merkki ja tyyppi sekä esimerkiksi yrityksen nimi. MachineID -kenttään tulee koneen yksilöllinen ID-numero. Novatronin koneohjausjärjestelmän tapauksessa syötetään Novatronin yksilöllinen DBSN-koodi.

Seuraavaksi valitaan työkoneen tyyppi. Tyyppi voi olla esimerkiksi kaivinkone tai puskutraktori. Koneohjaus-kenttään valitaan käytössä oleva koneohjausjärjestelmä. Yleisimpiä käytössä olevia järjestelmiä ovat: Novatron, Leica, Trimble ja Topcon. Lopuksi määritellään aktiivinen projekti, jolle työkone halutaan lisätä ja organisaatio listalta. Kone tallennetaan Tallenna-toiminnolla.

7.5 Yleisimpien koneohjausjärjestelmien liittäminen Infrakit-palvelimelle

7.5.1 Novatron

Infrakit liitetään Novatronin koneohjausjärjestelmään Infrakit Client -ohjelman avulla. Asennus on suositeltavaa tehdä verkon kautta, jolloin ohjelmasta asentuu uusien saatavilla oleva versio. Yksityiskohtaiset ja kuvalliset ohjeet Infrakitin liittämiseen löytyvät Infrakitin wiki-sivustolta osiosta koneohjausjärjestelmät - Novatron.

Infrakit Client mahdollistaa työkonene koneohjausjärjestelmän reaaliaikaiset päivitykset. Infrakit Client päivittyy automaattisesti viiden minuutin välein, jolloin se vastaanottaa uusimmat päivitykset Infrakitistä ja lähettää vastaavasti työkonella tallennetut toteumatiedot Infrakitiin. Client-ohjelma määrittää myös koneohjausjärjestelmän koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät vastaamaan Infrakit-hankkeelle valittuja arvoja. Mikäli Infrakit-hankkeen asetuksiin on ladattu koodilista (tiedostopäätteen tulee olla .nfcl), client-ohjelma ottaa sen käyttöön myös työkonessa. Kooditiedosto lisätään asetuksiin kohdassa: project.codes_file - koodikirjasto (kts. luku 8.1). (Infrakit-wiki 2017.)

7.5.2 Leica (Scanlaser)

Leican koneohjausjärjestelmä voidaan liittää Infrakitiin ConX-pilvipalvelun kautta. Liittäminen tapahtuu linkittämällä Leica Geosystems iCON 3D -hanke Infrakitiin, ja viemällä hankkeelle tarvittavat koneet. Leica iCON 3D -järjestelmästä suositellaan käytettäväksi uusinta versiota; versio 2.30 tai uudempi. Myös Leican koneohjausjärjestelmän hankekohtaiset tiedot ovat päivitettävissä etänä. Suunnitelmatieto välittyy DXF- ja LandXML-formaateissa, toteumatieto CSV-formaatissa. Tarkemmat ohjeet Infrakitin liittämiseen löytyvät Infrakit-wikistä osiosta koneohjausjärjestelmät; Leica (Scanlaser) - Leica iCON 3D. (Infrakit-wiki 2016.)

7.5.3 Trimble

Trimblen koneohjausjärjestelmät liitetään Infrakitiin linkittämällä organisaatio Infrakitistä Trimblen TCC-palveluun. Organisaatio linkitetään Infrakitin pääkäyttäjän asetuksista välilehdeltä Hankkeet. Mikäli Liitä Trimble -linkkiä ei näy hankevälilehdellä pääkäyttäjän oikeuksilla, tulee ottaa yhteys Infrakit-tukeen. Lisätietoja Infrakitin liittamisestä Trimblen järjestelmään löytyy Infrakit-wikistä; koneohjausjärjestelmät - Trimble Connected Community (TCC). (Infrakit-wiki 2017.)

Novatronin ja Leican järjestelmistä poiketen Trimblen työkonesta ei ole mahdollista saada reaaliaikaista paikkatietoa. Paikkatietoa on kuitenkin saatavilla tarkkeiden muodossa ja myös Trimblen järjestelmää käytettäessä työkonenäkymä näkyy kartalla, kun ensimmäiset toteumatiedot on ladattu Infrakitiin. Suunnitelmatiedostot ovat ladattavissa etänä DXF- ja LandXML-formaateissa, toteumatiedon päivittyessä CSV-formaatissa. Trimblen koneohjausjärjestelmille aineistoja luodessa on

hyvä huomata, että y-koordinaatit tulee olla lyhennetyssä muodossa (Määttä 2017). (Infrakit-wiki 2017.)

Trimblen koneohjausjärjestelmää käytettäessä Infrakitin kanssa on huomioitava, että järjestelmä tunnistaa vain tietyllä tavalla nimetyt tiedostot. Esimerkiksi taiteviivat on nimettävä muotoon: mallin_nimi.bg.dxf, ja kolmioidut pintamallit xml-formaatissa: mallin_nimi.xml. Trimblen järjestelmä muuntaa tiedostojen formaatit automaattisesti .ttm-muotoon. (Infrakit-wiki 2017.)

7.5.4 Topcon

Topconin koneohjausjärjestelmiä käyttääkseen hankkeen työkoneet tulee olla lisätty Topcon Sitelink3D -verkkopalveluun. Mikäli Sitelink3D:n yhdistä-linkkiä ei näy Infrakitin hanke-välilehdellä pääkäyttäjän oikeuksilla, on otettava yhteyttä Infrakitin tukeen toiminnon aktivoimiseksi. (Infrakit-wiki 2017.)

Topconin koneohjausjärjestelmiin voi lähettää aineistoa XML-muodossa. Infrakit muodostaa XML-pinnasta automaattisesti Topconin järjestelmän tukeman tn3-pinnan ja tp3-tiedoston (Kivimäki 2017). Topconin koneohjausjärjestelmää käytetään Infrakitiin liitettynä vielä vähän, joten liittämisohjeet monipuolistunevat järjestelmän käytön lisääntyessä.

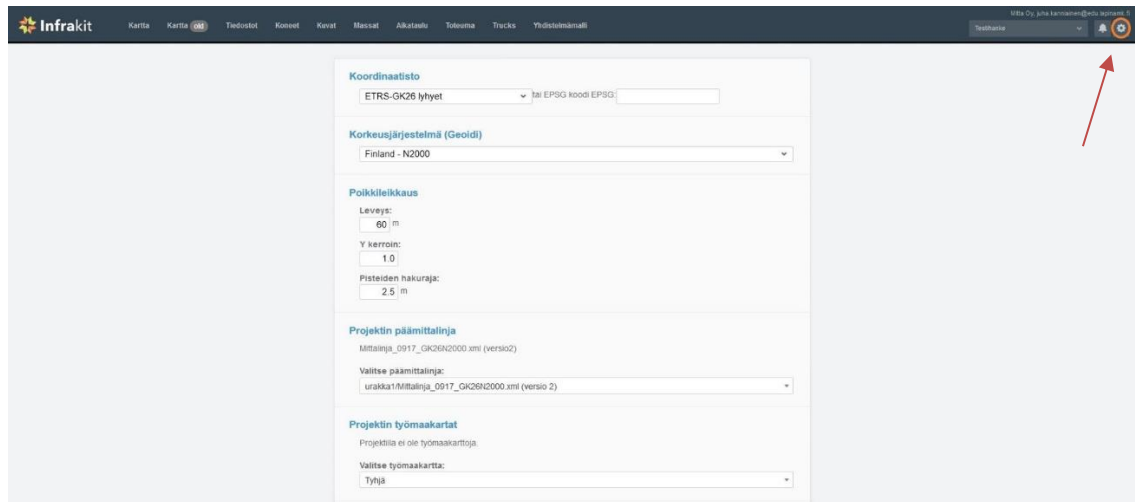
7.5.5 Muita järjestelmiä

Infrakit voidaan liittää edellä mainittujen lisäksi myös muihin koneohjausjärjestelmiin ja yritys on avoin yhteistyölle kaikkien ohjelmisto- ja laitevalmistajien kanssa. Muista jo Infrakitin kanssa toimivista järjestelmistä voidaan mainita DigPilot ja Prolec. (Infrakit-wiki 2017.)

8 INFRAKIT-PROJEKTIN ALUSTUS

8.1 Hankkeen perustiedot

Pääkäyttäjän luotua hankkeen ja lisättyä sille käyttäjät ja työkoneet, projektista vastaava operaattori tai mittaustyönjohtaja määrittelee hankkeen perustiedot ja asetukset. Projektin asetukset löytyvät pääikkunan ylänurkasta (Kuvio 18).



Kuvio 18. Hankkeen asetukset 1/2

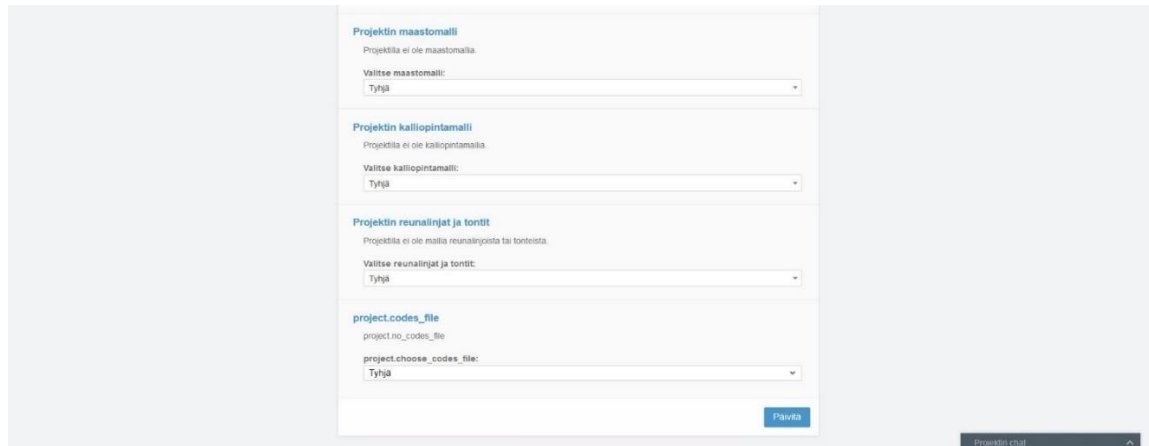
Asetuksista määritellään hankkeen perustiedot (Kuvio 18 ja 19):

Aluksi perustietoihin määritellään koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. Järjestelmien valinnat päivittyvät joissakin koneohjausjärjestelmissä automaattisesti Infakitin mukaisiksi. Poikkileikkauskenttiin voidaan määritellä erilliseen ikkunaan avautuvan poikkileikkauksen oletusmitat. Poikkileikkausten ottamista suunniteltaessa on hyvä huomata, että poikkileikkaustoimintoja on kaksi kappaletta. Vaapaan poikkileikkauksen tapauksessa, poikkileikkauksen mitat määritellään karttaikkunasta hiirellä.

Seuraavat asetukset määritellään tarpeen mukaan hankkeelle tuotavien tiedostojen pohjalta:

Päämittalinja (.xml tai .lin -formaattissa) täytyy ladata aluksi projektin tiedostovälilehdellä luotavaan mittalinjat-kansioon (kts. luvut 8.2 ja 8.3). Projektin työmaakartat, maastomallit, kalliopintamallit sekä reunalinjat ja tontit, määritellään hankkeelle tuotujen tiedostojen pohjalta. Projektin koodikirjastoon (project.codes_file)

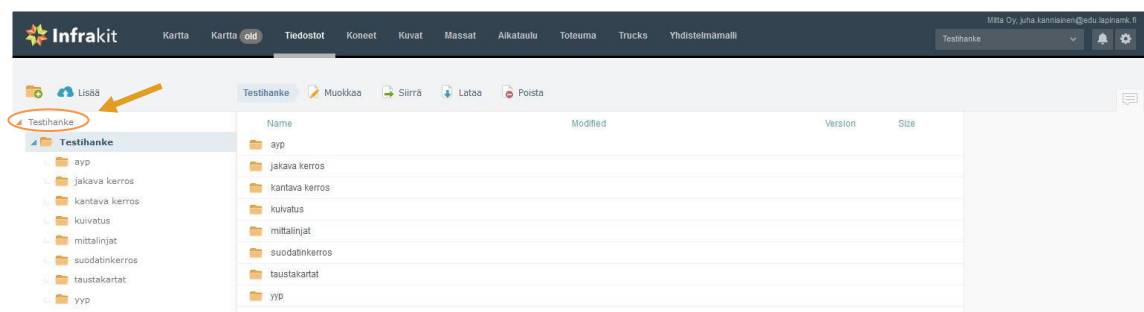
on lisättävissä kooditiedostoja, jotka sisältävät tekstiselitteet eri pinta- ja pistekoodeille. Kooditiedoston myötä pinta- ja pistekoodista on saatavilla pelkkää koodinumeroa kattavampia tietoja. (Kivistö 2017.)



Kuvio 19. Hankkeen asetukset 2/2

8.2 Kansiorakenteen luominen

Kansiorakenteen ja tiedostojen nimeämisen suhteen voidaan käyttää mallina YIV 2015 (yleiset inframallivaatimukset) -teosta. Infrakitin toiminnan kannalta selkeä kansiorakenne on yksi avaintekijöistä ja kansiorakenne vaikuttaa suoraan työn tehokkuuteen myös työmaalla. Tällä hetkellä Novatronin ja Leican koneohjausjärjestelmiin voidaan tuoda pintamalleja etänä Infrakitin kautta, jolloin kansiorakenteet ovat kaivinkoneen ja tietokoneen näytöillä identtiset. Myös Trimblen ja Topconin järjestelmät tulevat toimimaan etänä. Kaivinkoneen mallioikeuksia voidaan lisätä tai rajoittaa Infrakitin Koneet-välilehdellä.



Kuvio 20. Kansiorakenne ja kansioapuun juuri

Kansiopuun rakentaminen vaiheittain:

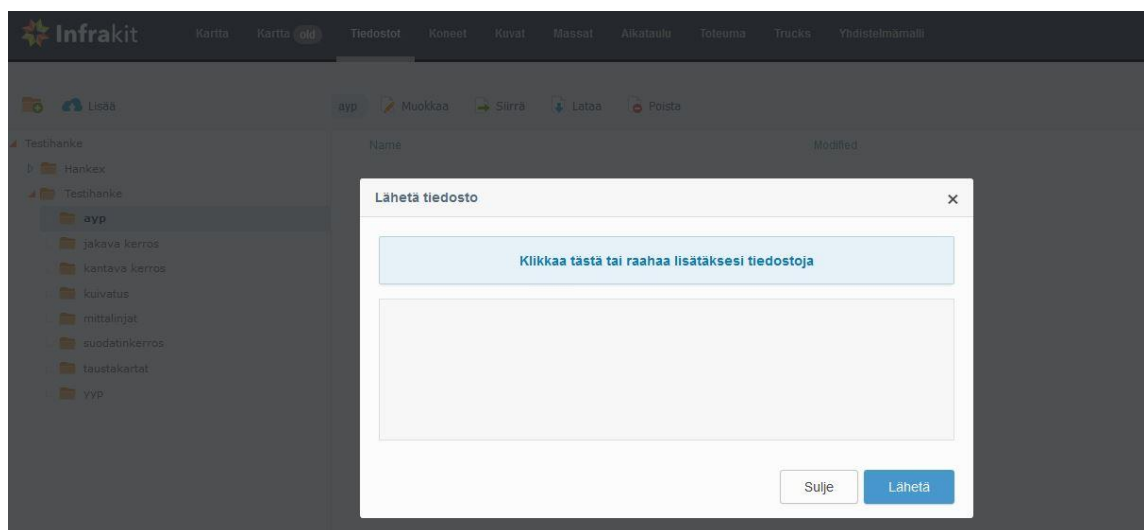
Tiedostot-välilehdellä on valmiiksi hankkeen nimellä oleva kansio puun juuri (Testihanke oranssilla symbolilla, Kuvio 20). Luodaan uusi kansio, samalla hankkeen nimellä.

Syy tähän on se, että kansio puun juuri ei tule näkyviin pääikkunan karttatoimintojen pikavalikossa (kts. luku 6.4, Kuvio 12). Ilman kahta päällekkäistä "Testihanketta", pikavalikosta ei voida myöhemmin suorittaa tiedostojen "valitse kaikki -toimintoa".

Alikansiot nimetään pintamallien mukaan. Taustakartoille, mittalinjoille, pdf-dokumenteille jne. luodaan omat kansionsa. Kansio puun yksityiskohtien ja tiedostojen nimeämiseen löytyy lisätietoa BuidingSmart Finlandin julkaisemasta InfraBIM-nimikkeistöstä osoitteesta buildingsmart.fi/infrabim (BuildinSMART Finland 2017).

8.3 Tiedostojen tuonti palveluun

Koneohjausmallien ja muiden tiedostojen tuonti Infrakitiin tapahtuu Tiedostot-välilehdellä. Kansio puusta valitaan aktiiviseksi kansio, jonne tiedosto halutaan lisätä ja painetaan Lisää-nappia. Toiminto aukaisee ikkunan, jonne tiedosto voidaan raahata tai valita tietokoneen kovalevyltä. Lopuksi painetaan Lähetä, ja tiedoston lataamisen päätyttyä Sulje (Kuvio 21).



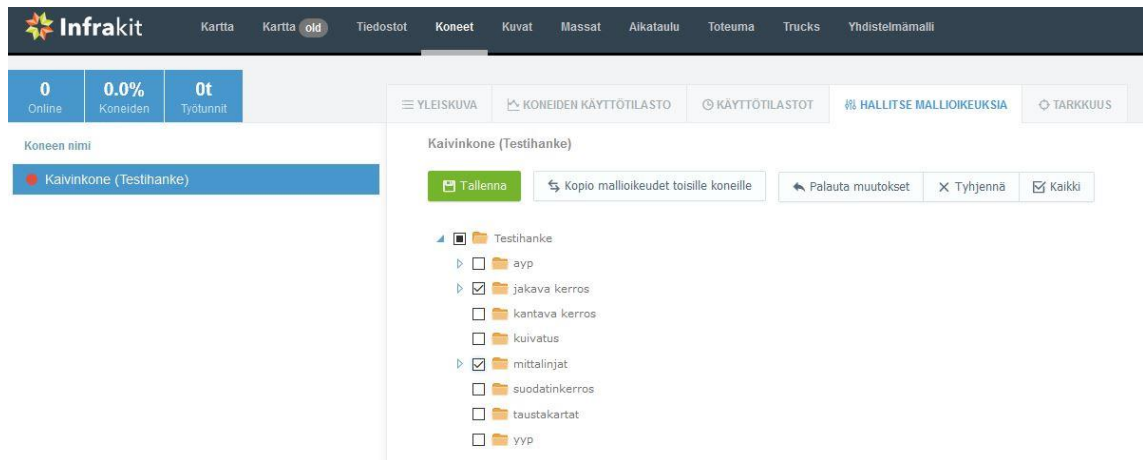
Kuvio 21. Tiedostojen lisäys

8.4 Työkoneiden alustus hankkeelle

Pääkäyttäjän luotua työkoneet hankkeelle, operaattorin tehtäväksi jää koneiden tarkastukset ja niiden mallioikeuksien määrittely. Konekohtaiset määrittelyt tehdään Hallitse mallioikeuksia -välilehdellä. Hankkeen kansioapuusta valitaan ne kansiot tai yksittäiset tiedostot, joita kukin työkoneenkuljettaja hankkeella tarvitsee. Muutokset hyväksytään tallenna-toiminnolla. (Kuvio 22)

Mallioikeudet voidaan kopioida samanlaisina myös hankkeen muille koneille; Kopioi mallioikeudet toisille koneille -toiminnolla. Toiminto avaa ikkunan, josta voidaan valita koneet, joille oikeudet kopioidaan.

Mallioikeuksia voidaan muuttaa hankkeen edetessä ja onkin järkevää pitää aktiivisena ainoastaan ne mallit, jotka ovat kulloinkin ajankohtaisia. Ylimääräiset kansiot ja tiedostot työkoneen näytöllä ainoastaan sekoittavat ja hidastavat työskentelyä.



Kuvio 22. Työkoneiden mallioikeudet

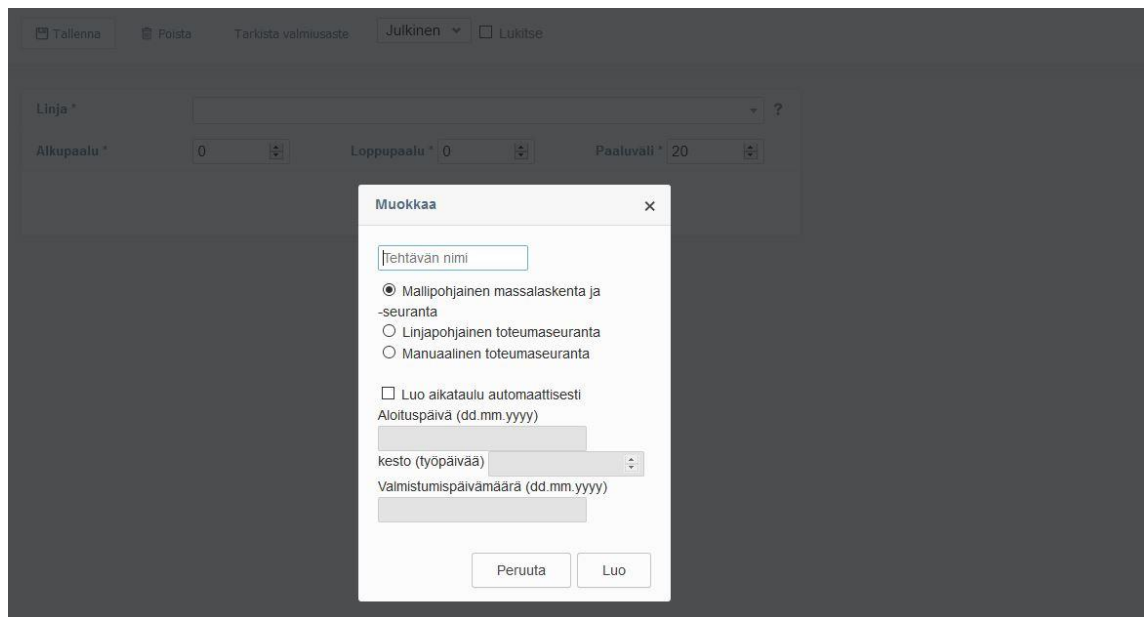
Työkoneiden alkutarkastukset ja kalibroinnit suoritetaan ennen kuin koneet aloittavat varsinaisen työskentelyn. Tarkastusraportit tulee kirjata Infrakitin Koneet-välilehden Tarkkuus-osiossa. Työkoneiden tarkastamista käsitellään luvussa 9.5.

8.5 Aikatauluseuranta

Projektin aikatauluseuranta voidaan pitää reaaliajassa manuaalisin päivityksin. Kehitteillä on aikatauluseuranta, joka päivittyy automaattisesti työkoneilta tulevien toteumatietojen (tarkkeiden) mukaan.

Reaaliaikainen toteumaseuranta tapahtuu Massat-välilehdelle luotavan aikataulusuunnitelman avulla (Kuvio 23). Projekti jaetaan aikataulullisesti paaluväleihin, metreihin tai tehtäviin. Aikataulu päivittyy Aikataulu-välilehdellä sitä mukaa, kun toteumaa päivitetään Massat-välilehdellä (kts. luku 9.1).

Aikatauluseuranta voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla, joita käsitellään seuraavissa kappaleissa (8.5.1 - 8.5.3).



Kuvio 23. Aikatauluseurannan luominen

8.5.1 Linjapohjainen toteumaseuranta

Linjapohjainen toteumaseuranta soveltuu hyvin tie- ja ratahankkeille, joissa projektin etenemistä seurataan metri- tai paaluväliperusteisesti (Kuvio 24). Projektin eteneminen näkyy Aikataulu-välilehdellä prosentteina koko projektin paalu- tai metrimäärästä. Linjapohjaiseen seurantaan eivät kuulu massojen tai työmäärien seurannat.

Linjapohjaisen toteumaseurannan luominen vaiheittain (Kuvio 23):

Klikataan Lisää uusi (toteumaseuranta) Massat-välilehdellä. Projekti nimetään ja valitaan Linjapohjainen toteumaseuranta. Valitaan Luo aikataulu automaattisesti (aikataulu joudutaan luomaan manuaalisesti aikataulu-välilehdellä, jos automaattitoimintoa ei käytetä).

Seuraavaksi määritellään aloituspäivä. Projektille voidaan valita joko valmistuspäivämäärä tai kesto (työpäivissä). Jos halutaan käyttää työpäivämäärään perustuvaa kestoä, ohjelma laskee projektille valmistuspäivämäärän viiden työpäivän viikkojakaumalla. Toteumaseuranta hyväksytään Luo-toiminnolla.

Paalu	Valmis (100.00%)	Poikkeileikkaus
0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 16.10.2017	⇄
5.00	<input checked="" type="checkbox"/> 17.10.2017	⇄
10.00	<input checked="" type="checkbox"/> 18.10.2017	⇄
15.00	<input checked="" type="checkbox"/> 19.10.2017	⇄

Kuvio 24. Linjapohjainen toteumaseuranta

Ohjelma luo kuvion 24 mukaisen Linjapohjaisen toteumaseurannan. Seuraavaksi valitaan käytettävä mittalinja (Linja*), alku- ja loppupaalu, sekä paaluväli ja painetaan Laske. Tämän jälkeen muutokset tallennetaan.

- Huom! Jos linja- ja paalumääritykset eivät ole käytettävissä (näkyvät harmaina), poista lukinta (de-aktivoi Lukitse-ruutu) ja paina Tallenna.

Ohjelma laskee projektille paaluvälikohtaisen aikataulun, jota voidaan päivittää Massat-välilehdellä. Projektin edistyessä valmiit paaluvälit merkataan listaan, samalla määritellen niille valmistuspäivämäärä. Päivitysten jälkeen muutokset tallennetaan.

Mikäli yksittäisiä valmistuspäivämääriä halutaan muuttaa, valmiit päivämäärämerkinnät täytyy ensin poistaa. Päivämäärän poisto tapahtuu poistamalla paaluvälin valinnan (de-aktivoi ruutu), ja sen jälkeen painamalla Tallenna. Päivämäärän poistuessa se voidaan määritellä uudelleen, jonka jälkeen painetaan Tallenna.

- Huom! Poista-toiminto Massat-välilehden yläpalkissa poistaa koko valittuna olevan toteumaseurannan.

8.5.2 Mallipohjainen massalaskenta ja -seuranta

Mallipohjaisessa toteumaseurannassa voidaan seurata paaluväleittäin myös massoja. Leikatun ja täytetyn maan määrää arvioimalla voidaan arvioida myös projektin vaatimaa työmäärää. Kuten linjapohjainen toteumaseuranta, mallipohjainen seuranta luodaan Massat-välilehden Lisää uusi -toiminnolla (kts. luku 8.5.1). Toteumaseurantaan määritellään laskentapinta ja referenssipinnat, joiden väliltä ohjelma laskee massoja. Ohjelma laskee paaluväleittäin tarpeen maan leikkaukselle tai täytölle. Valinnaisista parametreista on lisäksi mahdollista määritellä kolmas pinta, jos on tarpeen esimerkiksi rajoittaa kaivuuta tietyllä paaluvälillä (Kuvio 25). (Kivistö 2017.)

The screenshot shows the Infrakit software interface. At the top, there is a navigation bar with the Infrakit logo and menu items: Kartta, Kartta **oid**, Tiedostot, Koneet, Kuvat, Massat, Aikataulu, Toteuma, Trucks, and Yhdistelmämalli. Below the navigation bar, there is a toolbar with buttons: '+ Lisää uusi', 'Tallenna', 'Poista', 'Tarkista valmiusaste', 'Julkinen', and 'Lukitse'. The main content area is divided into a sidebar on the left and a main form on the right. The sidebar has three items: 'Linjapohjainen toteumaseur...', 'Mallipohjainen massalasken...', and 'Manuaalinen toteumaseuranta'. The main form contains the following fields:

- Linja *: M8080_1120-1500_tg.xml
- Alkupaalu *: 1160
- Loppupaalu *: 1500
- Paaluväli *: 20
- Laskentapinta *: 8080_1120-1500_AYP.dxf
- Referenssipinta *: 8080_1120-1500_YYP.dxf

Below these fields, there is a section for 'Valinnaiset parametrit' (Optional parameters) and a 'Laske' button.

Kuvio 25. Mallipohjaisen massalaskennan ja -seurannan luominen

Kuviossa 26 on näkymä mallipohjaisen massalaskennan pääikkunasta. Taulukko on samanlainen kuin linjapohjaisessa seurannassa, täydennettynä massojen laskentaan liittyvillä sarakkeilla. Taulukko osoittaa leikkauksen tai täytön määrän paaluväleittäin ja tarvittaessa voidaan tulostaa myös poikkileikkaus.

Valmistumisaste yhteensä: 46.82%

Näytä sarakkeet

Paalu	Leikkaus (m ²)	Leikkaus (m ³)	Leikkaus Summa (m ³)	Täyttö (m ²)	Täyttö (m ³)	Täyttö Summa (m ³)	Raja (m ²)	Raja (m ³)	Summaraja (m ³)	Valmistunut leikkaus	Valmistunut täyttö	Poikkileikkaus
1160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 20.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1180.00	3.35	33.50	33.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 21.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1200.00	3.38	67.30	100.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 21.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1220.00	3.37	67.50	168.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 22.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1240.00	3.27	66.40	234.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 22.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1260.00	3.33	66.00	300.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 22.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1280.00	3.34	66.70	367.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 23.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1300.00	3.23	65.70	433.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> 23.10.2017	<input type="checkbox"/>	
1320.00	3.35	65.80	498.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1340.00	3.43	67.80	566.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuvio 26. Mallipohjainen massalaskenta ja -seuranta

8.5.3 Manuaalinen toteumaseuranta

Manuaalisessa toteumaseurannassa voidaan määritellä erilaisia tehtäviä, joiden valmistumista seurataan prosenttiperusteisesti. Toteumaseuranta luodaan samalla tavoin kuin linjapohjainen toteumaseuranta (luku 8.5.1). Toteumaseurannan vasemmassa alakulmassa olevasta plus-kuvakkeesta lisätään rivejä tehtävälisiin (Kuvio 27). Paalu-kohtaan määritellään seurattavan tehtävän nimi, esimerkiksi tasoristeykset. Arvio-kohtaan määritellään kunnostettavien tasoristeysten lukumäärä. Tasoristeysten määrää voidaan päivittää niiden valmistuessa Valmis-kohtaan. Tällöin ohjelma laskee valmistumisprosentin (Summa) sekä päivittää toteuman Aikataulu-välilehdelle. (Kivistö 2017.)

Infrakit

Kartta Kartta **oid** Tiedostot Koneet Kuvat **Massat** Aikataulu Toteuma Trucks Yhdistelmämalli

+ Lisää uusi Tallenna Poista Julkinen Lukitse

Linjapohjainen toteumaseur...
Mallipohjainen massalaskent...
Manuaalinen toteumaseuranta

Valmistumisaste yhteensä: 28.33%

Paalu	Arvio	Valmis	Summa
Tasoristeykset	10	2	20.00%
Rumpujen vaihto	25	10	40.00%
Ojien parannus	15	5	33.33%
Uudet ojat	5	1	20.00%
+			

Kuvio 27. Manuaalinen toteumaseuranta

9 INFRAKIT-PROJEKTIN PÄIVITYS

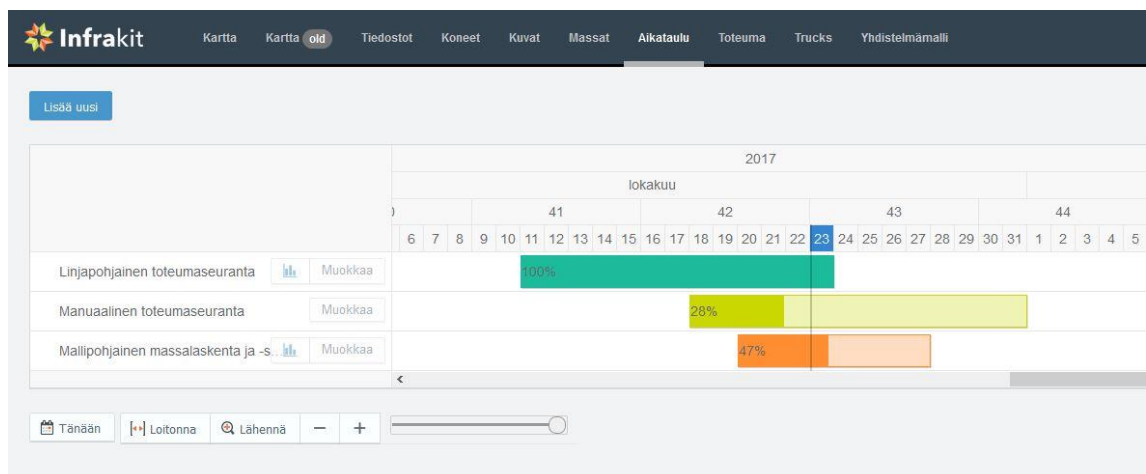
9.1 Aikatauluseurannan päivitys

Aikatauluseurantaa päivitetään projektin edetessä. Aikataulu- ja toteumaseurannan luomista on käsitelty luvussa 8.5. Toteumaseurannan päivitys tapahtuu Massat-välilehdellä. Päivittäminen eroaa hieman eri toteumaseurantamallien välillä, mutta pääperiaate voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen:

1. Valmistuneet paaluvälit tai tehtävät merkataan valmiiksi
2. Niille annetaan valmistumispäivämäärä
3. Päivitys tallennetaan (Tallenna).

Aikatauluseurannan päivitykselle on olemassa myös uusi puoliautomaattinen toiminto. Kuviossa 25 näkyvästä Tarkista valmiusaste -kuvakkeesta klikkaamalla järjestelmä hakee kyseessä oleville paaluväleille toteumapistetiedot ja jos toteumapistetietoja löytyy, kyseinen paaluväli päivittyy valmiiksi. (Kivistö 2017.)

Aikataulu-välilehdeltä on nähtävissä jokaisen toteumaseurannan tilanne, joka on valittu toteumaseurantaa määriteltäessä automaattisesti luotavaksi, tai joka on luotu manuaalisesti Aikataulu-välilehdellä (Lisää uusi). Kalenterissa on nähtävissä projektin aloitus- ja lopetuspäivämäärät, projektin eri vaiheiden eteneminen kuvaajilla (prosentuaalisesti) ja tavoitteellisessa aikataulussa pysyminen. Kuviossa 28 vihreä ja oranssi kuvaaja osoittavat, että toteuma on suunniteltua aikataulua edellä, kellertävä kuvaaja osoittaa oltavan aikataulusta jäljessä (Kuvio 28).



Kuvio 28. Aikatauluseuranta

Toteumaseuranta päivittämällä projektin aikataulusta saadaan luotua erilaisia kuvaajia (Kuvio 29). Kuvaajiin pääsee Aikataulu-välilehdeltä, toteumaseurannan perässä olevasta graafi-kuvakkeesta (Kuvio 28). Kuvaajien avulla on nähtävissä päivä-, viikko- tai kuukausikohtainen eteneminen ja projektin pysyminen tavoitteen mukaisessa aikataulussa.



Kuvio 29. Toteumaseurannan kuvaaja

9.2 Tarkkeiden seuranta

Infrakitiin liitetty työkone lähettää ottamansa tarkkeet automaattisesti järjestelmään. Tarkkeet tulevat Toteuma-välilehdellä olevaan listaan, jonka yksityiskohtia voidaan muuttaa asetuksista. Näytä sarakkeet -valikosta määritellään tarkelistausten yksityiskohdat. (Kuvio 30)

Yksittäisiä tarkkeita voidaan poistaa tai ladata Infrakitistä aktivoimalla listan vasemman laidan ruutuja, jolloin valitut tarkkeet muuttuvat aktiivisiksi. Tarkkeita sopii yhdelle näytön sivulle enintään 40 kappaletta, joten hankkeen päiväkohtaiset tarkkeet voivat olla useammalla sivulla.

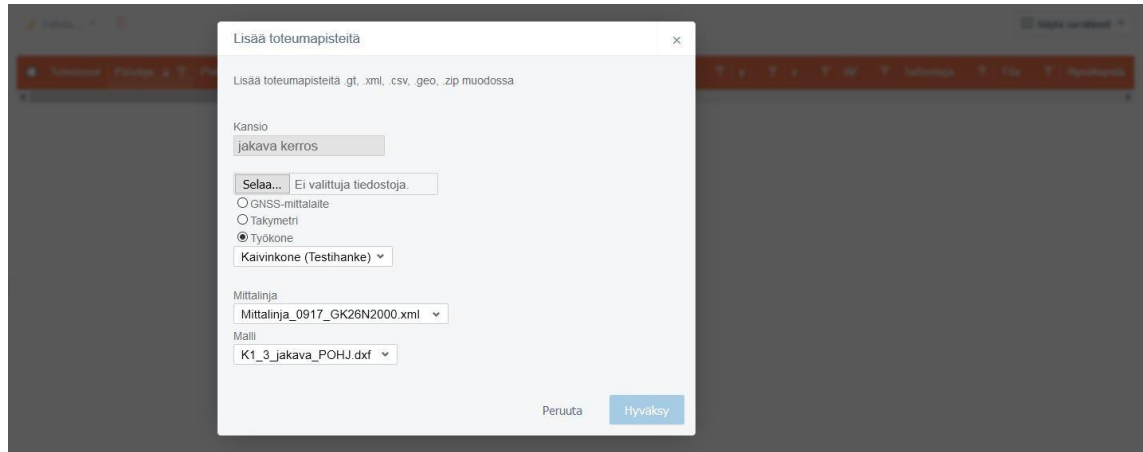
Toiminnot	Päiväys	Pistenumero	Pintatunnus	x	y	z	DZ	Tallentaja	Tila	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	288	212300	7190303.384	28504288.598	39.545	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	289	212300	7190307.572	28504287.501	39.534	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	290	212300	7190307.687	28504286.165	39.329	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	291	212300	7190312.387	28504287.058	39.324	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	292	212300	7190312.655	28504245.246	38.122	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	293	212300	7190317.516	28504245.785	38.107	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	294	212300	7190321.361	28504227.956	38.828	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	295	212300	7190317.038	28504228.651	38.935	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	296	212300	7190321.448	28504207.898	38.754	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	297	212300	7190325.662	28504208.792	38.757	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä
<input type="checkbox"/>	27.09.2017 16.38	298	212300	7190325.738	28504188.255	38.803	0.000	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	PUBLIC	Hyväksyntä

Kuvio 30. Tarkkeet

Tarkkeita muokattaessa tai poistettaessa on hyvä huomata, että valitut tarkkeet pysyvät aktiivisina, vaikka luettelon sivua vaihtaisi.

Esimerkiksi kun järjestelmään automaattisesti tullutta toteumatietoa halutaan korvata maastosta manuaalisesti otetuilla tarkkeilla, automaattista toteumatietoa poistettaessa kannattaa käsitellä korkeintaan yhden koneen, yhden työpäivän tarkkeet kerrallaan. Koneen yhden työpäivän tarkkeet voivat olla kahdella tai useammalla sivulla, joten poistettavia tarkkeita valitessa on huomioitava, että poistotoiminto tuhoaa aktiivisiksi valitut tarkkeet myös muilta kuin näkyvässä olevalta sivulta.

Tarkkeita voidaan lisätä myös manuaalisesti (Lisää toteumapisteitä), esimerkiksi kun tarkkeet on haettu työkoneelta USB-tikulle tai niitä on mitattu muilla mittalaitteilla, kuten takymetrillä. Tarkkeet on suositeltavaa tuoda järjestelmään yleisesti käytössä olevassa Geonic-formaatissa (.gt). (Kuvio 31)



Kuvio 31. Tarkkeiden lisääminen

Tarkkeiden lisääminen manuaalisesti (Kuvio 31):

Toteuma-välilehdeltä valitaan kansio, jonne tarkkeet halutaan lisätä. Painetaan Lisää toteumapisteitä -kuvaketta. Selaa-napin takaa valitaan tarketiedosto (esim. gt-formaatissa). Seuraavaksi valitaan mittauksen suorittanut laite. Listauksesta löytyvät kaikki hankkeelle liitetyt työkoneet. Mikäli mittaus on tehty GNSS-laitteella tai takymetrillä, kaivinkonetta ei luonnollisesti ole tarpeen valita. Lopuksi valitaan mittalinja ja pintamalli, joita tarkkeet koskevat ja muutokset hyväksytään toiminnolla Hyväksy.

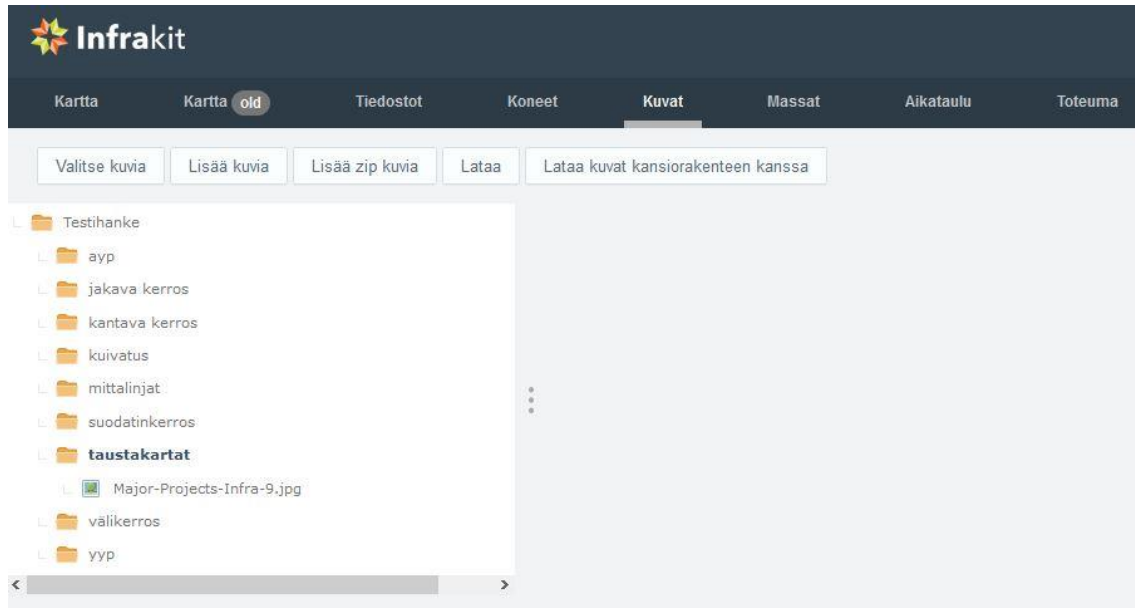
Tarkkeet voidaan ladata Infrakitistä toiminnolla: Lataa toteumapisteet. Toteumapisteitä voidaan ladata yksitellen tai valitsemalla koko tarkeluettelo. Lataa toteumapisteet -toiminto antaa latausvaihtoehdoiksi formaatit: .gt, .csv ja .xml.

9.3 Kuvien lisääminen ja muokkaus

Kartalle voidaan lisätä kuvia esimerkiksi työmaan eri vaiheista. Kuvien täytyy olla joko .jpg tai .jpeg -tiedostoformaattissa. Luvuissa 9.3.1 ja 9.3.2 käsitellään kuvien lisäämistä järjestelmään ja niiden sijainnin määrittelyä karttaikkunassa.

9.3.1 Kuvien lisääminen ja lataaminen

Lisääminen tapahtuu Kuvat-välilehdellä, toiminnolla Lisää kuvia (Kuvio 32). Tuotaville kuville valitaan nimi (vapaa kuvaus) ja kansio, johon kuvat halutaan sijoittaa. Infrakitiin tuodut kuvat voidaan ladata omalle koneelle Lataa ja Lataa kuvat kansiorakenteen kanssa -toiminnoilla.

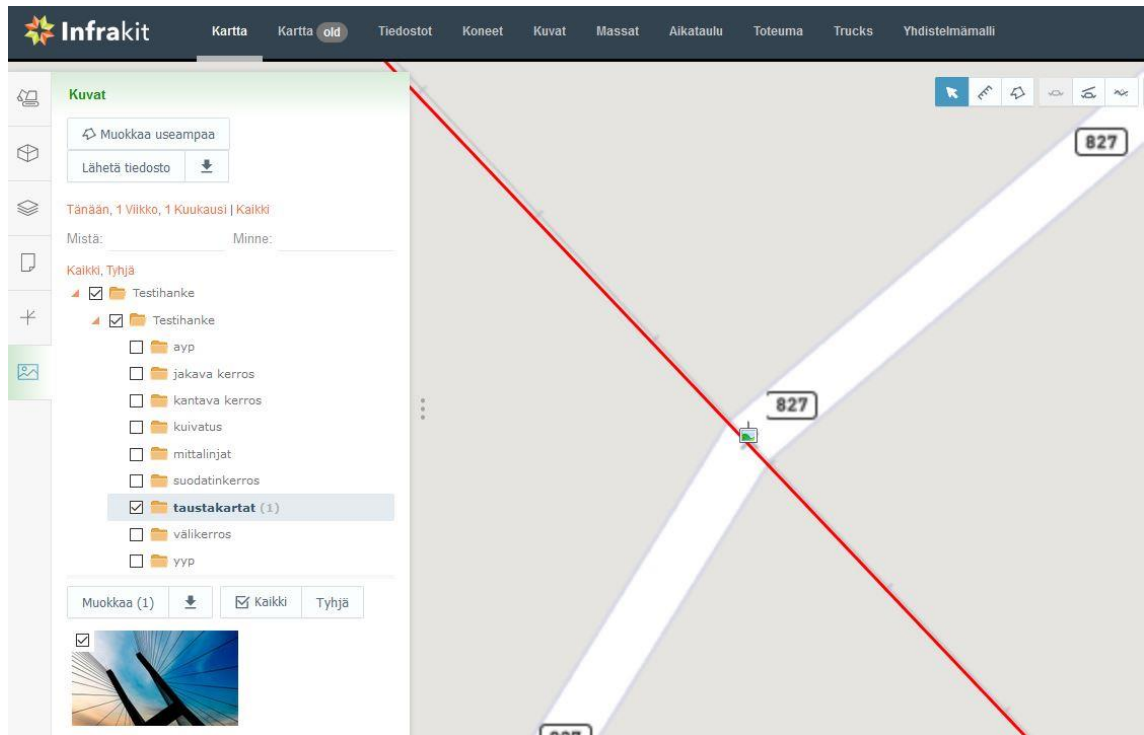


Kuvio 32. Kuvien lisääminen

9.3.2 Kuvien sijainnin määrittely kartalla

Infrakitiin tuoduille kuville voidaan määrittää sijainti kartalta. Sijainnin määrittäminen tapahtuu Kartta-välilehdellä, karttatoimintojen pikavalikon välilehdellä Kuvat. Muokattava kuva valitaan kansioista, johon se on aiemmin sijoitettu. Kuvan sijaintia tai muita ominaisuuksia muokatakseen, kuva täytyy olla valittuna aktiiviseksi, jolloin kuvassa näkyvä Muokkaa (1) -toiminto muuttuu myös aktiiviseksi. Kuvan pikakuvake ei myöskään näy kartalla, jollei kansio jossa kuva sijaitsee, ole valittuna aktiiviseksi. (Kuvio 33)

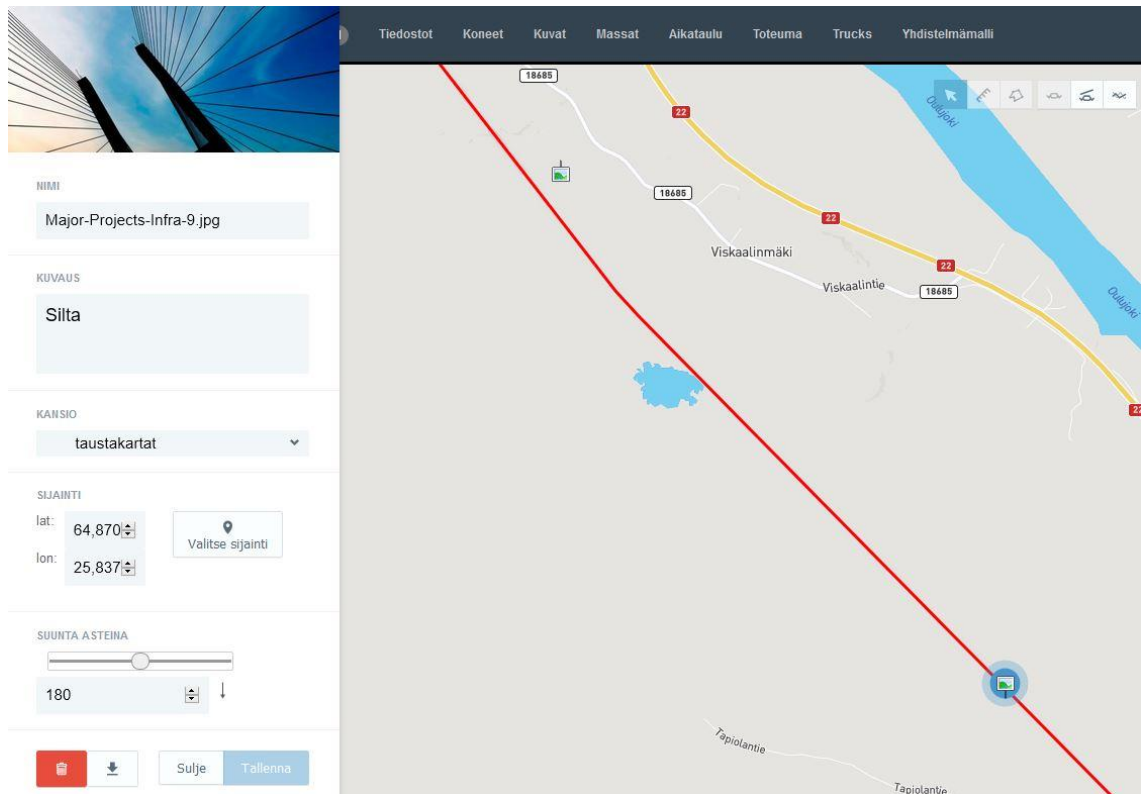
Kuvan sijainti määritellään kuvan Muokkaa (1) -toiminnolla. Numero yksi sulkeiden sisällä viittaa valittuna olevien kuvien lukumäärään. Kerralla voidaan siis määrittellä sijainti myös useammalle kuin yhdelle kuvalle. (Kuvio 33)



Kuvio 33. Kuvan sijainnin määrittely

Muokkaa-toiminto avaa lisätoimintoja sivun vasempaan laitaan. Kuva voidaan nimetä uudestaan, sille voidaan antaa tarkempi kuvaus, tai sen sijaintia kansiorakenteen sisällä voidaan muuttaa. (Kuvio 34)

Sijainnin määrittäminen kartalla tapahtuu siten, että klikataan Valitse sijainti -painiketta. Tämän jälkeen kuva voidaan klikata hiirellä kartalle haluttuun kohtaan. Muutokset hyväksytään Tallenna-painikkeella. Sijainti voidaan määrittää myös koordinaattien perusteella. Kuvan suuntaa voidaan muuttaa asteina, jolloin kartalla olevan pikakuvakkeen musta nuoli kääntyy haluttuun suuntaan. (Kuvio 34)



Kuvio 34. Kuvan sijainnin määrittely

Kuviossa 33 näkyvää Muokkaa useampaa -toimintoa, voidaan käyttää poimittaessa aktiiviseksi useampia kuvia kartalta. Kartalta valittavien kuvien ympärille klikataan useamman pisteen käsittävä raja (polygoni). Tupla-klikkaamalla hiiren vasenta näppäintä rajauksen sisälle jäävät kuvat muuttuvat aktiivisiksi, kuten kuvake kuvan oikeassa alanurkassa (Kuvio 34).

9.4 Koneohjausmallien päivitykset

Koneohjausmalleja voidaan päivittää Tiedostot-välilehdellä. Malleja korvattaessa vanha tiedosto tulee poistaa ja on huomattava, että korvaava tiedosto nimetään samalla tavoin kuin vanha, lisäksi tiedoston versionumero. Esimerkiksi: K1_3_jakava -> K1_3_jakava_2.

Uusien mallien lisäyksessä noudatetaan projektin luomisvaiheessa laadittua kansiojärjestystä. Kansiorakennetta on käsitelty kappaleessa 8.2. Koneohjausmallit ovat järjestelmästä riippuen eri formaateissa, mutta yleisimmin käytetään DXF- ja XML-formaatteja, joista XML on nykyaikaisempi vaihtoehto mahdollistaen esimerkiksi useampien pintamallien tallentamisen yhteen tiedostoon.

Tiedostojen ja kansiodien muokkaamisen jälkeen, varmistetaan koneiden mallioikeuksista (Koneet-välilehdeltä), että kullakin koneella on aktiivisena tarvittavat kansiot ja mallitiedostot. Mallioikeuksien määrittelyä käsitellään kappaleessa 8.4.

9.5 Työkoneiden tarkastusraportit

Koneohjausjärjestelmien tarkkuudet tulee tarkastaa jokaisesta työkoneesta viikoittain. Tarkastuksessa verrataan kaivinkoneen koneohjausjärjestelmän ilmoittamaa kauhan huulilevyn keskipisteen sijaintia, takymetrillä tai GNSS-mittalaitteella mitatun referenssipisteen sijaintitietoihin.

Mittapiste on suositeltavaa tehdä takymetrillä, sillä referenssipisteen pienikin mittavirhe voi kertaantua koneohjausjärjestelmän mahdollisen mittavirheen myötä. Sekä mittapisteen että koneohjausjärjestelmän ilmoittamat koordinaatit otetaan ylös ja ne syötetään Infrakitin Koneet-välilehdellä konekohtaiseen tarkkuusraporttiin. (Kuvio 35)

The screenshot displays the Infrakit web application interface. The top navigation bar includes 'Koneet', 'Kavat', 'Massat', 'Aikataulu', 'Toteuma', 'Trucks', and 'Yhteisnämälli'. The main content area is titled 'Kaivinkone (Testihanke)' and features a 'TARKKUUS' (Accuracy) section. On the left, there is a 'Manuaalinen Referenssi' (Manual Reference) form with input fields for 'n', 'e', 'z', 'Dn', 'De', 'Dz', 'Etäisyys', 'Koodi', and 'Kommentti'. On the right, a table displays accuracy data for a specific machine.

Koodi	n	e	z	dn	de	dz	etäisyys	lähde	Aikaleima	comment
7199637.952	26490646.21	32.763	0.029	0.021	0.009	0.0369	juha.kanninen@edu.lapinamk.fi	27.09.2017 14.15	Mitattu 1.9.2017	Juha Kanninen

Kuvio 35. Työkoneen tarkkuuden tarkastaminen

Tarkastusraportin syöttäminen (Kuvio 35):

Valitse tarkastettu kone Koneet-välilehdeltä. Ohjelma hälyttää koneen perässä olevalla huutomerkillä, jos sitä ei ole tarkastettu viimeiseen kahteen viikkoon.

Avaa välilehti Tarkkuus. Syötä koneen ilmoittamat koordinaatit kenttään Manuaalinen ja mittapisteen koordinaatit kenttään Referenssi. Ohjelma laskee koordinaattien erot ja ilmoittaa kokonaistarkkuuden kohdassa Etäisyys.

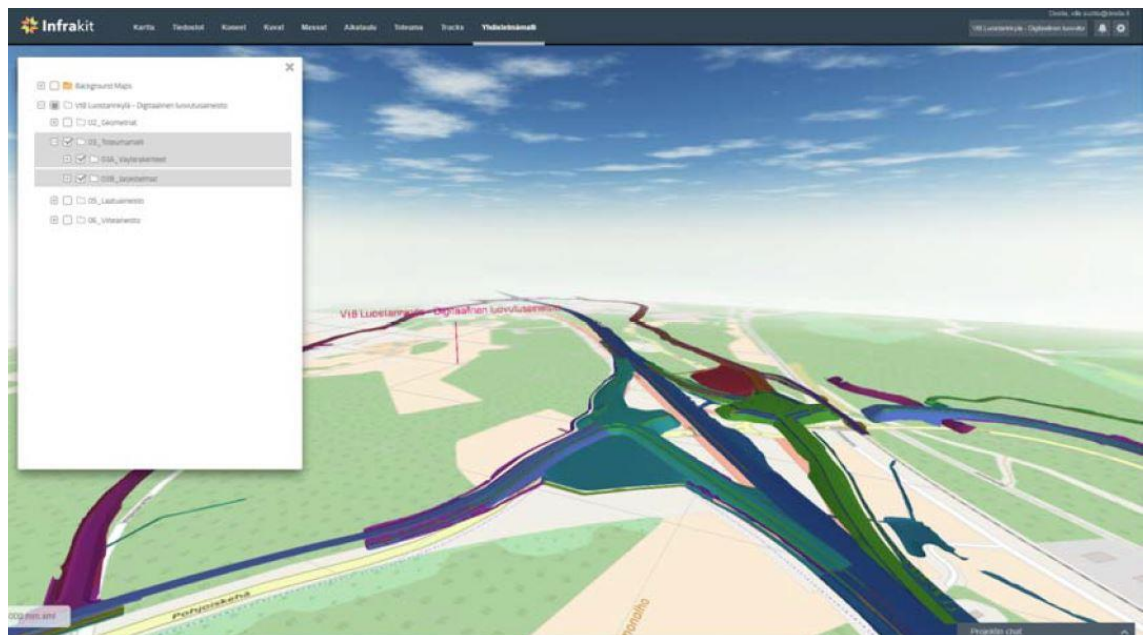
- Huom! Toleranssit tarkkuuden suhteen ovat hankekohtaisia, mutta erityisesti korkeuden suhteen on oltava tarkkana.

Karkeasti voidaan sanoa, että koneen tarkkuuden infrahankkeilla tulisi olla vähintään: $P = <40 \text{ mm}$, $I = <40 \text{ mm}$, $Z = <20 \text{ mm}$.

Kommentti-kenttään syötetään mittauspäivämäärä ja mittajaan nimi. Hyväksytään raportti painamalla Lisää piste.

9.6 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on Infrakitin 3D-karttaominaisuus. Yhdistelmämallin avulla hankkeella olevia mallitiedostoja voidaan tarkastella kolmiulotteisessa näkymässä. Toiminnosta on hyötyä esimerkiksi kahden mallitiedoston välisiä saumakohtia tarkasteltaessa. Yhdistelmämallin avulla voidaan myös visualisoida infrahankkeen työvaiheita kolmiulotteisesta näkökulmasta, lataamalla toteutettavia malleja karttanäkymään (Kuvio 36).

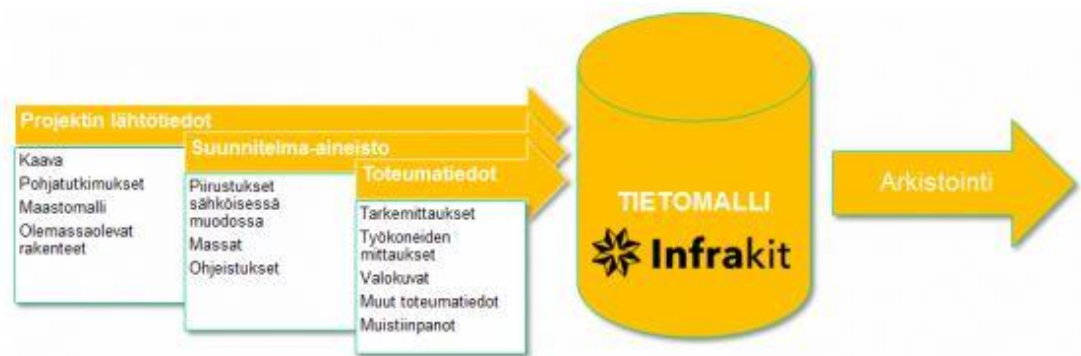


Kuvio 36. Infrakitin yhdistelmämallinäkymä (Partiainen & Suntio 2017)

10 INFRAKIT-PROJEKTIN LOPPURAPORTOINTI

10.1 Infrakit projektipankkina

Infrakit-hanketta voidaan käyttää projektipankkina varsinaisten työvaiheiden jälkeen (Kuvio 37). Projektipankin tietoja voidaan käyttää muun muassa ylläpidollisissa tehtävissä. Tietomallipohjaisen projektin arkistointi on kätevää, sillä tiedot voidaan säilyttää Infrakit-tietokantana tai ne voidaan lukea ja tallentaa muussa halutussa formaatissa. Tarvittaessa tietomallipohjainen aineisto voidaan tulostaa ja arkistoida paperiversiona. (Infrakit-wiki 2016.)



Kuvio 37. Infrakit projektipankkina (Infrakit-wiki 2016)

10.2 Digitaalinen luovutusaineisto

Infrakitin soveltuvuutta digitaalisesti luovutusaineistoksi käsitellään Liikenneviraston julkaisemassa tutkimuksessa vuodelta 2017. Ohjelmaa verrattiin pääasiassa Tekla Civil -ohjelmaan pilotissa, joka koski tilaajalle luovutettavan aineiston korvaamista digitaalisella aineistolla. (Partiainen & Suntio 2017.)

Lopputuloksena tutkimuksessa todettiin, että kumpikaan ohjelma ei vielä täysin sovellu digitaalisesti luovutusaineistoksi. Infrakit-sovelluksen hyödyntäminen rakentamisen laadun todentamiseen todettiin Teklaa huomattavasti sujuvammaksi. Toisaalta Infrakit sai huonommat arviot soveltuvuudesta aineiston tarkasteluun erilaisista näkymistä (pituus- ja poikkileikkaukset, 3D). Digitaalisten luovutusaineistojen kehittämistä ja testausta tullaan jatkamaan ja ennen pitkää ne korvaavat perinteiset tilaajalle luovutettavat laatuaineistot. (Partiainen & Suntio 2017.)

11 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Infrakitin käyttöä yhtenäistävä ohjeistus toimeksiantajan tarpeeseen. Lisäksi tavoitteena oli tutkia projektin aikana Infrakit-ohjelman ominaisuuksia muun muassa koneohjauksessa käytettävien formaattien ja kansiorakenteen suunnittelun suhteen. Ohjelman soveltuvuutta projekti-pankiksi toimeksiantajan tarpeisiin tuli myös arvioida.

Opinnäytetyöprosessi eteni suunnitellun aikataulun mukaisesti. Opinnäytetyön aloitusseminaari pidettiin huhtikuussa, jolloin tavoitteeksi asetettiin, että toimeksiantajalle luovutettava versio olisi valmis syksyllä ja varsinainen opinnäytetyö olisi valmis vuoden loppuun mennessä. Opinnäytetyön rajaus oli vielä suunnitelluvaiheessa vaikeasti hahmotettavissa, sillä toimeksiantaja ei määritellyt tarkasti mihin projektissa tulisi keskittyä. Kantava ajatus opinnäytetyön aiheesta suunniteltaessa oli, että Infrakit-ohjelmasta tulisi laatia käyttöohjeistus ja ohjelman soveltuvuutta erilaisiin käyttötarkoituksiin tulisi tarkastella. Kesän aikana kokonaisuus hahmottui vähitellen työskennellessäni työprojekteissa, joissa Infrakit oli käytössä.

Omaakohtainen työkokemus ohjelman käytöstä oli erittäin merkittävässä osassa opinnäytetyön onnistumisen kannalta. Infrakitin käytön pohjalta pystyi muodostamaan käsityksen siitä, miten Infrakit soveltuu infrahankkeiden projektinhallintaan ja minkälaisia kehityskohteita ohjelmasta vielä löytyy. Käyttökokemuksen myötä löin myös kuvan siitä mitä asioita käyttöohjeissa tulisi korostaa. Tärkeimmät oivallukset ohjeiden antamisen kannalta syntyivät ongelmatilanteiden kautta, jotka vaativat selvittelyä työkavereiden ja Infrakitin tuen kanssa. Ohjelman käyttö sujui hyvin alusta alkaen, sillä ohjelman käyttöliittymä on selkeä sekä toiminnot yksinkertaisia käyttää.

Opinnäytetyön ja oppimisen kannalta tärkein projekti sijoittui heinäkuulle. Toimin koneohjausoperaattorin sijaisena hankkeella, jossa junaradan päällysrakenteet uusittiin usean kymmenen kilometrin matkalta. Koneohjausjärjestelmien ja tukiasemien toiminnan varmistamisen lisäksi Infrakit oli päivittäisessä käytössä muun muassa toteuma- ja aikatauluseurannan päivitysten osalta. Infrakitin kautta päivitettiin myös työkoneiden mallioikeuksia ja koneiden tarkkuusraportteja.

Suurimmat haasteet ohjelman käytössä kohdistuivat automaattisten toteumatietojen välitykseen ja aikatauluseurantojen luontiin. Ratahankkeella päällysrakenteiden uusimista suoritti neljä koneohjausjärjestelmin varustettua kaivinkonetta, joista yhden toteumatietoja ei saatu ohjattua automaattisesti Infrakitiin. Ongelma vaati suhteellisen laajaa selvitystyötä ja lopulta syyksi paljastui kyseisen työkooneen koneohjausjärjestelmässä ollut väärä asetuksen määrittäminen. Aikatauluseurannan luominen vaati myöskin perehtymistä ja yhteydenottoja Infrakitin tukeen.

Kokonaisuutena opinnäytetyöprosessi oli opettavainen ja mielenkiintoinen projekti. Opinnäytetyön tärkein tulos on toimeksiantajalle luovutettu opas ohjelman käyttöön. Käyttöoppaasta on hyötyä työntekijöiden perehdyttämisessä ja rakennushankkeilla, joissa Infrakit on päivittäisessä käytössä. Opas yhtenäistää Infrakitin käyttötapoja, mikä tekee Infrakitin käytöstä tehokkaampaa ja säästää yrityksen resursseja. Infrakit soveltuu myös rakennustyövaiheiden jälkeiseksi projekti-pankiksi. Projektin aineisto voidaan säilyttää Infrakitin palvelimella, jolloin toimeksiantajalle riittää, että projektista ladataan ja säilytetään varmuuskopiot yrityksen verkkolevyllä.

Pohjoismaissa tietomallipohjainen infrarakentaminen on jo arkipäivää. Suomessa tietomallinnuksen käyttöönotto on jo kynnykskysymyksiä maanrakennusurakoita jaettaessa. Infrakitin kaltaisten projektinhallintaohjelmistojen käyttö tulee vääjäämättä lisääntymään paitsi Pohjoismaissa, etenkin muualla maailmassa, jossa digitalisaation hyötyjä rakentamisessa ei olla vielä otettu käyttöön. Infrakit tarjoaakin palveluja jo Suomen ulkopuolelle ja markkinoita riittänee pitkälle tulevaisuuteen. Valmistuvan maanmittausinsinöörin näkökulmasta osaaminen tietomallipohjaisten projektinhallintaohjelmistojen hallinnasta voikin olla valtti tulevaisuuden työmarkkinoilla myös Suomen rajojen ulkopuolella.

LÄHTEET

3Dkoppi 2017. Koneohjausmalli. Viitattu 25.11.2017 <http://www.3dkoppi.fi/koneohjausmalli>.

Ahonen, T. 2015. Tietomallipohjainen koneohjaus infratyömaalla. Metropolia ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan opinnäytetyö.

BuildingSMART Finland 2015a. Yleiset inframallivaatimukset. Viitattu 8.11.2017 <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv>.

BuildingSMART Finland 2015b. InfraBIM. Viitattu 8.11.2017 <https://buildingsmart.fi/infrabim/infrabim-nimikkeisto>.

BuildingSMART Finland 2016. Inframodel. Viitattu 15.11.2017 <https://buildingsmart.fi/infrabim/inframodel>.

BuildingSMART Finland 2017. Organisaatio. Viitattu 28.11.2017 <https://buildingsmart.fi/bsf-organisaatio>.

Geocenter 2012 GT-formaatti. Viitattu 26.11.2017 <http://www.geocenter.fi/blogi/joulutarina-gt-formaattista>.

Geotrim 2017. Trimnet-VRS. Viitattu 25.11.2017 <http://www.geotrim.fi/palvelut/trimnet-vrs>.

InfraBIM 2016. Nimikkeistö. BuildingSMART Finland.

Infrakit 2016. Mikä infrakit? Viitattu 16.4.2017 <http://infrakit.com/fi/ominaisuudet>.

Infrakit 2017. Infrakit-järjestelmä. Viitattu 1.9.2017 <https://infrakit.com/fi>.

Leica Geosystems 2017. Koneohjaus. Viitattu 9.11.2017 http://www.leica-geosystems.fi/fi/Koneohjaus_4677.htm.

Kivimäki, J. 2016. Projektinhallinta rakennushankkeessa. Vaasan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan opinnäytetyö (ylempi AMK).

Lifewire 2017. DXF-tiedosto. Viitattu 23.11.2017 <https://www.lifewire.com/dxf-file-4138558>.

Liikennevirasto 2017. Tieverkko. Viitattu 13.11.2017 https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko#.U8PZQPI_tyU.

Martin, M. 2012. Projektipankkien vertailu ja valinta rakennushankkeeseen. Saimaan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan opinnäytetyö.

Määttä, T. 2017. Mitta Oy. Mittaustyönjohtajan haastattelu. 24.11.2017.

Määttänen, M. 2014. 3D-koneohjauksen käyttö pienissä ja keskisuurissa maanrakennushankkeissa. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan opinnäytetyö.

Novatron 2015. Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. Viitattu 8.11.2017 <http://novatron.fi/teollisesta-vallankumouksesta-tietomallinnukseen>.

Novatron 2017. Koneohjaus. Viitattu 1.11.2017 <http://novatron.fi/koneohjaus>.

Partiainen, A & Suntio, V. 2017. Digitaalinen luovutusaineisto. Liikennevirasto.

Pelin, R. 2008. Projektinhallinnan käsikirja. Gummerus.

Rakennustieto 2009. InfraRYL Net -esite.

Rakennustieto 2014. InfraBIM. Viitattu 8.11.2017 http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/inframodel_3.html.

Ruuska, K. 2012. Pidä projekti hallinnassa. Talentum Media Oy.

Kivistö, J. & Kivimäki, T. 2017. Infrakit-järjestelmä. Sähköpostit juha.kannianen@edu.lapinamk.fi 24.11.2017. Tulostettu 25.11.2017.

Tekninenkauppa 2017. Koneohjaus ja infra-alan teknologia. Viitattu 1.11.2017 <https://www.tekninenkauppa.fi/tuoteryhmat/koneohjaus-ja-infra-alan-teknologia>.

Topgeo 2017a. Mitä koneohjaus on. Viitattu 4.4.2017 <http://www.topgeo.fi/tuotteet/koneohjausjarjestelmat-ja-konevastaanottimet/mita-koneohjaus-on>.

Topgeo 2017b. Koneohjausjärjestelmät. Viitattu 9.11.2017 <http://www.topgeo.fi/tuotteet/koneohjausjarjestelmat-ja-konevastaanottimet>.

Webopas 2015. XML. Viitattu 23.11.2017 <http://www.webopas.net/xml.html>.

YIV 2015a. Yleiset Inframallivaatimukset osa 1 tausta.

YIV 2015b. Yleiset Inframallivaatimukset osa 12 mallinnusohjeet.