

INFRARAKENTAMISEN UUDET ATK-OHJELMISTOT

Miia Pelttari

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

PELTTARI, MIIA

Infrarakentamisen uudet atk-ohjelmistot:

Opinnäytetyö 82 sivua, joista liitteitä 11 sivua
Huhtikuu 2014

Tämä opinnäytetyö tehtiin osana Teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n ja Tampereen ammattikorkeakoulun TAMK:n *Infrarakentaminen muutoksessa* -projektia. Sen yhtenä tarkoituksena oli tunnistaa tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia, joihin liittyi teknologian kehittyminen. Työn tavoitteena olikin tuoda esille uusia infra-alalla käytettäviä atk-ohjelmistoja. Tarkoituksena oli esittää, millaisia infra-alan atk-ohjelmistoja tulevaisuudessa kehitetään ja millaista osaamista ne vaativat vuoteen 2020 mennessä. Mukaan otettiin kokonaan uudet atk-ohjelmistot ja sellaiset vanhat ohjelmistot, joihin on tullut isoja muutoksia 2010-luvulla. Tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelu-, kysely- ja kirjallisuustutkimusta. Tutkimuksen ongelmia aiheutui aiheen rajauksesta, tietojen luotamuksellisuudesta, kielestä ja uutuuden määrittelystä.

Tuloksena saatiin kattava listaus lopputuotteen tekemiseen liittyviä ohjelmistoja. Tutkimuksen aikana kävi ilmi, että ohjelmistot ovat tulevaisuudessa seuraavanlaisia: Tulevaisuuden ohjelmistot ovat inframallipohjaisia, ja tieto jaetaan inframallipalvelimilla. Tällöin 3D-mallit ja keinotodellisuus ovat käyttöliittymänä. Dataa ei siirretä vaan jaetaan ja jalostetaan inframallipalvelimissa, siksi informaatio on kaikkien osapuolten saatavilla sekä hyödynnettävissä. Ohjelmistot ovat havainnollistavia projektinhallintatyökaluja. Tulevaisuudessa suunnitelmat ovat myös kolmiulotteisia ja niihin voidaan liittää muun muassa aika-, määrä- ja kustannustietoa. Urakoitsijalla on puolestaan työmaalla käytössä mobiililaitteita. Ohjelmistot muuttuvat pilvipalveluiksi (Saas). Tämä tarkoittaa ohjelmistojen hankkimista palveluna perinteisen lisenssipohjaisen tavan sijasta. Tilaa-ajan, suunnittelijan ja urakoitsijan (myös työkoneiden kuljettajien) olisi hyvä tuntea ainakin mallintamisen perusteet, jolloin projektin ymmärtäminen ja kokonaisuuden hahmottaminen olisi helpompaa.

Jotta mallintamista voidaan tulevaisuudessa hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla, tulee opetuksen perustua inframallipohjaiseen elinkaarenaikaiseen infrarakentamiseen ja kehittämiseen. Uusista ohjelmistoista tai teknologioista huolimatta osaamistarpeet voidaan tiivistää seuraaviin sanoihin: perehdytys, yhtenäistäminen ja ammattitaito. Kouluissa pitäisikin teorian lisäksi olla enemmän työelämään linkittyneitä projektitöitä.

Työn tekeminen aloitettiin joulukuussa 2013 ja saatettiin päätökseen kevään 2014 aikana. *Infrarakentaminen muutoksessa* -projektin on tarkoitus valmistua vuonna 2014.

Asiasanat: infra, atk-ohjelmistot, inframallinnus, osaamistarpeet

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Engineering
Option of Civil Engineering

MIIA PELTTARI
New Computer Softwares in Civil Engineering

Bachelor's thesis 82 pages, appendices 11 pages
April 2014

This thesis was made for Technical Research Centre of Finland and Tampere University of Applied Sciences as a part of project called *Changing Construction of Infrastructure*. Purpose of this work was to find and gather new software used in civil engineering and list their features and possible advantages. This should give companies views at what kind of new software are being used in the future. Other goal was to make a list of forthcoming expertise. So people can revise their expertise. Totally new software and also those with significant reform was accepted into the thesis. Information was gathered by researching literature, enquiries and interview study. Problems were caused by outlining research topic, confidentiality, language barrier and defining, which software is new.

Information that are listed from each technology contains common knowledge of the program, possible targets of usage and benefits. All the programs in the future are based on Infra Built Environment Information Modeling. It is the most important subject in the civil engineering industry. Project can be visualized with schedule and expenses information in three-dimension. Programs are project management tools and communication with buyer, designer and contractor is essential. Various mobile appliances are used in construction site. Software is different types (Software as a service).

Everybody has to know the basics of the product modeling. Teaching should be based on concept of life cycle. Process needs to be standardized, an introduction to the subject has to be done properly and professional skills should be on track. Those are the key questions for effective working environment. This can be started at school with project of working life.

This thesis was made during the winter of 2013-2014. And the results were presented for the project clients at the beginning of 2014. The *Changing Construction of Infrastructure* –project is scheduled to be finished in 2014.

Key words: infrastructure, software, InfraBIM

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Tausta.....	8
1.2	Tavoite	8
1.3	Menetelmät	9
1.4	Rajaukset.....	9
2	MENETELMÄT	10
2.1	Tutkimusmenetelmät	10
2.1.1	Kirjallisuustutkimus	10
2.1.2	Haastattelututkimus.....	11
2.1.3	Kyselytutkimus	12
2.2	Tutkimuksen kulku	13
3	INFRAMALLINNUS	14
3.1	InfraBIM	14
3.2	Moniulotteisuus	16
3.3	Pilvipalvelu	16
4	OSAAMISTARPEET	17
5	VÄYLÄT.....	21
5.1	Rautatiet	21
5.1.1	Auto TURN Rail 3D	21
5.1.2	Novapoint Railway.....	22
5.1.3	Bentley Rail Track	22
5.1.4	Bentley Optram	22
5.2	Kadut ja tiet.....	23
5.2.1	Auto TURN Professional 3D	23
5.2.2	Novapoint ^{DCM} 19.....	24
5.2.3	AutoCAD Civil 3D	25
5.2.4	Power GEOPAK	25
5.2.5	Tekla Civil.....	26
5.2.6	PowerCivil for Finland.....	27
5.3	Sillat	27
5.3.1	RM Bridge.....	27
6	VERKOSTOT	28
6.1	Novapoint Utility Network	28
6.2	Tekla NIS	28
6.3	TerraHeat	30
6.4	TerraPipe.....	30

6.5	Bentley Utilities Designer	31
6.6	Trimble eRespond	31
6.7	KeyCom	32
6.8	KeyAgua	32
6.9	KeyLight	33
6.10	KeyEnergy	33
6.11	KeyYJK	33
7	RAKENTAMINEN	34
7.1	Kuura	34
7.2	Vico Software	36
7.2.1	Vico Office	37
7.3	RIB iTWO	37
7.4	Sitelink 3D	38
7.5	Topcon Magnet	38
7.6	Visionlink	38
7.7	DynaRoad	39
8	YHTEISTYÖALUSTA	40
8.1	Quadri ^{DCM}	40
8.2	Autodesk Navisworks	40
8.3	BIM 360	41
8.4	Infrastructure Map Server	42
8.5	Tekla BIMsight	43
8.6	Trimble Connect	43
8.7	Trimble Connected Community	43
8.8	Linkedin	44
8.9	Yammer	44
8.10	VDC Explorer	44
8.11	ProjectWise	46
9	KUSTANNUSLASKENTA	47
9.1	CostX	47
9.2	Tocoman PRO	47
9.3	RAIKU2	48
10	VISUALISOINTI	49
10.1	Vico 5D Presenter 2008	49
10.2	Novapoint VDC Live	49
10.3	Bentley Descartes	51
10.4	InfraWorks	51
11	LUONNOSTELU	52
11.1	Novapoint VDC Sketch	52

11.2 CityEngine	52
11.3 Quantm Alignment Planning System	53
12 OMAISUUDENHALLINTA	55
12.1 Novapoint IRIS	55
12.2 Tekla GIS	55
12.3 Inspect Tech	56
13 LASERKEILAUS	57
13.1 Terrasolid	57
13.2 Trimble LASERGen	57
14 KALLIORAKENTAMINEN	58
14.1 Sandvik iSure	58
14.2 3DEC	59
14.3 PFC3D	59
14.4 FLAC3D	60
14.5 Trimble 4D Control	61
14.6 Novapoint Tunnel	61
15 ITSENÄISET JÄRJESTELMÄT	62
15.1 RIB	62
15.2 AutoMine	62
16 YHTEENVETO	63
16.1 Tulosten yhteenveto ja pohdintaa	63
16.2 Tulosten arviointi	65
16.3 Jatkotutkimusehdotus.....	66
LÄHTEET	67
LIITTEET	72
Liite 1. Haastattelu-/kyselytutkimuksen kysymykset.....	72
Liite 2. VDC Explorer (Hörkkö, T. 2014).....	73
Liite 3. iSure (Sandvik 2007)	74
Liite 4. Yhteenveto atk-ohjelmistoista	76

LYHENTEET JA TERMIT

3D	Kolmiulotteisuus (engl. three dimensional)
4D	Neliulotteisuus, 3D + aikatieto (engl. four dimensional)
5D	Viisiulotteisuus, 4D + määrä- ja kustannustieto (engl. five dimensional)
6D	Kuusiulotteisuus, 5D + laatu? (engl. six dimensional)
AutoBauLog	Autonomous control in construction site logistics
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (engl. Computer- Aided Desing)
GPS	Satelliittipaikannusjärjestelmä (engl. Global Positioning System)
InfraBIM	Inframalli, infra-alalla käytetty nimitys tietyn kohteen tietomallista (engl. Infra Built Environment Information Model)
Inframodel3	Tiedonsiirtoformaatti IM3 (Kansallisen inframallin, Inframodel2:n InfraFINBIM-hankkeessa jatkokehitetty, XML-pohjainen tietomäärittely, joka perustuu kansainväliseen LandXML-määrittelyn version 1.2.)
LandXML	Erikoistettu XML-pohjainen formaatti, joka sisältää määrittelyt infra- ja maanmittaustiedoille. Käytetään yleisesti maanrakennuksessa ja väylien rakentamisessa ja ylläpidossa.
LiDAR	laserkeilaus (engl. Light Detection and Ranging)
SaaS	Pilvipalvelu (engl. Software as a service)
VDC	mallipohjainen visualisointi, suunnittelu ja rakentaminen (engl. Virtual Desing and Construction)
Virtuaalimalli	Kolmiulotteinen tietokonemalli, jossa voidaan liikkua reaaliajassa.
XML	Yleinen menetelmä, jota voidaan soveltaa eri sovellusalueille tietojen määrittelemiseksi ja määrittelyn mukaisten tietojen kuvaamiseksi tietokonesovelluksilla tulkittavassa muodossa (engl. eXtensible Markup Language)

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin osana Teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n ja Tampereen ammattikorkeakoulun TAMK:n *Infrarakentaminen muutoksessa* – projektia. Siihen kuului 22 infra-rakennusalan yritystä ja organisaatiota. Tilastokeskus oli VTT:n ja TAMK:n lisäksi mukana toteuttamassa projektia. Projektin tarkoituksena oli tuottaa yhtenäistä tietoa alalle. Sitä kerättiin muun muassa infrarakentamisen markkinoista, toimintaympäristöstä, työvoiman tarpeesta ja osaamisesta sekä teknologian muuttamisesta. Projektin yhtenä tarkoituksena oli tunnistaa tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia, joihin liittyi teknologian kehittyminen. Tästä aiheesta valmistui huhtikuussa 2013 opinnäytetyö. Esa Sankalan tekemästä työstä *Infrarakentamisen uudet teknologiat* rajautui pois kaikki uudet atk-ohjelmistot ja sovellukset. Niiden tarkastelu nousikin esille jatkotutkimusehdotuksissa. Tämä opinnäytetyö tehtiin vastaamaan kyseistä tarvetta.

1.2 Tavoite

Työn tavoitteena on tuoda esille uusia infra-alalla käytettäviä atk-ohjelmistoja. Tarkoituksena on esitellä ohjelmistoja yleisesti kertoen niiden tärkeimmistä käyttökohteista ja ominaisuuksista. Tällä opinnäytetyöllä halutaan luoda kattava listaus eri yritysten tuottamista ohjelmistoista ja mahdollisuuksien mukaan selvittää niiden etuja. Tarkoituksena ei ollut luoda tarkkaa listaa ohjelmistojen kaikista ominaisuuksista vaan esitellä tärkeimmät asiat. Tällöin lukijalla on tilaisuus hankkia laajempi ja kattavampi selostus häntä kiinnostavista sovelluksista suoraan ohjelmistoyrityksiltä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda käsitys siitä, mikä on tulevaisuuden suuntaus atk-ohjelmistoissa sekä niiden tuottamista osaamistarpeista vuoteen 2020 mennessä.

1.3 Menetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelu-, kysely- ja kirjallisuustutkimusta. Haastattelujen ja kyselyiden avulla selvitettiin eri ohjelmistoja ja osaamistarpeita. Pääasiallisiksi tietolähteiksi muodostui Internet, alan julkaisut ja ohjelmistoyritysten edustajien antamat haastattelut sekä kyselyvastaukset. Alustavat haastattelut ja kyselyt suoritettiin seitsemän eri yrityksen edustajan kanssa. He toimivat suunnittelu- ja urakointisektorilla. Lopullinen tieto saatiin haastattelemalla ja kyselemällä eri ohjelmistoyrityksistä sekä tekemällä kirjallisuustutkimusta. Tiedonkeräys suoritettiin talven 2013–2014 aikana.

1.4 Rajaukset

Tarkoituksena oli ottaa mukaan kaikki infrarakentamisen uudet atk-ohjelmistot, joiden tuli olla kokonaan uusia infra-alan käyttöönottamina. Mukaan huolittiin myös sellaiset vanhat ohjelmistot, joihin on tullut isoja muutoksia 2010-luvulla. Vanhat, pitkään käytössä olleet ohjelmistot eivät kelvanneet.

Ongelmaksi muodostui uutuuden määrittely. Haastatteluissa nousi esille sellaisia ohjelmistoja, jotka olivat haastateltaville uusia, mutta eivät sopineet määriteltyyn aikarajaan. Yleisestikin ohjelmistojen niin sanottu ikä oli hankala selvittää. Tämän takia mukaan otettiin sellaiset ohjelmistot, jotka nousivat esiin haastatteluissa tai luokiteltiin uusiksi kirjallisuustutkimusten perusteella.

Infra-alalla on loputtomasti atk-ohjelmistoja ja kaikkien niiden läpikäyminen, suomalaiset ja ulkomaiset huomioiden, olisi ollut järjettömän suuri projekti. Tämän vuoksi opinäytetyö rajautui ohjelmistoihin, jotka avustavat lopputuotteen tekemistä. Toisin sanoen esimerkiksi palkanlaskentaan ja matkalaskuihin liittyvät sekä muut samantyylliset ohjelmistot jäivät tarkastelusta kokonaan ulkopuolelle. Mukaan valitut atk-ohjelmistot keskittyvät pääasiassa suunnitteluun ja rakentamiseen.

2 MENETELMÄT

2.1 Tutkimusmenetelmät

2.1.1 Kirjallisuustutkimus

Olemassa olevista aineistoista kuten kirjoista, Internetistä, lehdistä, tilastoista ja muista kirjallisista lähteistä on mahdollista etsiä hyödyllistä aineistoa kirjallisuustutkimuksen kautta. Sen avulla voidaan löytää taustatietoja, esimerkkejä tai henkilökontakteja tutkittavaan ongelmaan liittyen. Kirjallisuustutkimus auttaa selkeyttämään tarkasteltavaa ongelmaa ja sen rajausta ennen empiiristä tutkimusta. Tällä tavalla saatetaan myös löytää tarpeellisia esimerkkejä omalle tutkimukselle. (Routio 2007.)

Kirjallisuustutkimus lähtee liikkeelle usein käytännönongelmasta. Tutkimuksen avulla on tarkoitus löytää julkaisuja tai asiakirjoja, jotka voivat helpottaa ongelman ratkaisemista. Aluksi etsitään mahdollisia viitteitä asiaa koskeviin teksteihin. Niitä voi löytää Internetistä, asiantuntijoiden välityksellä, käsikirjoista, opinnäytetöistä tai esimerkiksi kirjastojen tietokannoista. (Routio 2007.)

Tilastolähteet ovat määrävälein julkaistavia tietoja erilaisten asioiden määristä. Julkaisussa voi olla tietoja edellisiltäkin vuosilta. Painettujen ja luetteloitujen kirjallisuuslähteiden ohella tutkimuksen aineistoksi voivat soveltua kirjeet, päiväkirjat, muistelmat, elämäkerrat ja muut asiakirjat. Luetteloimattomat ja yksityiset asiakirjat ovat hyviä lähteitä silloin, kun ei haluta selvittää niinkään faktoja vaan sanatonta tietoutta. Ongelmana on saada selville, mitä aineistoja on olemassa ja missä ne sijaitsevat. (Routio 2007.)

Mikäli tutkittavasta aiheesta löytyy kirjallisuutta, on tutkimuksen toisena vaiheena lupaavilta näyttävien viitteiden valitseminen kirjallisuushaun tuottamasta listasta ja näiden julkaisujen hankkiminen. Toisinaan kirjallisuustutkimusta hankaloittaa se, että aineisto on laadittu vieraalla kielellä tai käytetty terminologia on vierasta. (Routio 2007.)

Kirjallisuustutkimuksen analyysivaihe on varsin yksinkertainen: aineistosta on poimitava esiin ne kohdat, jotka valaisevat tutkittavaa ongelmaa. Pois on jätettävä kaikki muu

tieto sekä epäluotettava aineisto. Tämän jälkeenkin saattaa tekstiä olla liikaa, jolloin sitä on edelleen tiivistettävä. Samanaikaisesti tutkija alkaa ymmärtää kohteen yhä syvemmin ja kykenee kommentoimaan kutakin lähdettä. (Routio 2007.)

Aineistosta poimintoja tehdessä ja niiden käyttökelpoisuutta arvioidessa tutkijan tulee pitää mielessä työn tulosten tarkoitus. Kirjallisen aineiston tutkimuksissa on tavallisesti kaksi mahdollista päämäärää ja lähestymistapaa. Toteavan tavan tarkoituksena on laajentaa tietämystä selvityksen aiheesta. Tähän tähtäävän kirjallisuusselvityksen tavoitteeksi tulee kerätä kirjallisuudesta dataa tutkimuksen kohteesta ja tarkistaa, ovatko tiedot totuudenmukaisia. Ohjaavan tutkimuksen tarkoituksena on puolestaan auttaa aikaansaamaan haluttuja asioita kuten poistamaan olevia epäkohtia. Kirjallisuudesta ei haeta vain tosiasioita vaan ideoita siitä, miten asiat voisivat olla. Tutkijan hakiessa kirjallisuudesta faktoja on tärkeää varmistua tiedon oikeellisuudesta. Ne tulee tarkistaa virheellisen informaation varalta, tätä kutsutaan lähdekritiikiksi. (Routio 2007.)

2.1.2 Haastattelututkimus

Haastattelu on yksi tiedonhankinnan perusmuoto. Hyvin joustavana menetelmänä se soveltuu monenlaisiin tarkoituksiin ja sitä voidaan käyttää lähes kaikkialla. Sen avulla on mahdollista saada runsaasti syvällistä tietoa monia eri käyttötarkoituksia varten. Haastattelu on keskustelu, jolla on tarkoitus. Sen avulla voidaan kuulla ihmisten mielipiteitä, kerätä tietoa, käsityksiä ja uskomuksia tai haastattelun avulla voidaan ymmärtää, miksi ihmiset toimivat havaitsemallamme tavalla tai miten he arvottavat tapahtumia. Se voidaan tehdä monista eri lähtökohdista käsin sekä toteuttaa monin eri tavoin. Haastattelu voi olla listakysymyksiä, joihin annetaan vastausvaihtoehdot tai muodoltaan vapaampi. Tällöin haastateltava voi määrätä keskustelun kulun. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 11.)

Haastattelu sopii moniin erilaisiin tutkimustarkoituksiin, sillä se on hyvin joustava menetelmä. Haastattelussa ollaan suorassa kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa, ja tämä tilanne luo mahdollisuuden suunnata keskustelun etenemistä haastattelun aikana. Samalla voidaan saada selville vastausten takana piilevät motiivit. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 34.)

Haastattelua käytetään silloin, kun kyseessä on vähän kartoitettu aihe. Tällöin tutkijan on vaikea tietää etukäteen vastausten suuntaa. Haastattelun aikana on mahdollista syventää ja selventää esiin tulevia asioita. Mielipiteelle voidaan pyytää perusteluja tai haastattelijalla voi esittää lisäkysymyksiä. Toisaalta tutkijalta vaaditaan taitoa ja kokemusta, jotta tilannetta voitaisiin säädellä joustavasti ja vastaajia myötäillen. Tutkimukselle tulee varata aikaa, sillä haastateltavien etsiminen, sopivan ajan löytäminen ja itse toteutus vie aikaa, puhumattakaan saatujen tulosten litteroinnista. Tämän menetelmän ongelmaksi voidaan luokitella myös virheiden mahdollisuus. Niitä saattaa aiheutua niin haastattelijasta kuin haastateltavastakin. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 35.)

Tutkimushaastattelut eroavat toisistaan strukturointiasteen perusteella eli sillä miten kiinteästi kysymykset on muotoiltu ja, missä määrin haastattelijalla jäsentää tilannetta. Haastattelunimikkeiden valikoima on kirjava ja osin jopa sekava. Samoista menetelmistä saatetaan käyttää eri termejä. Eri nimikkeitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- strukturoimaton haastattelu
- puolistrukturoitu haastattelu
- strukturoitu haastattelu
- teemahaastattelu
- syvähaastattelu
- kvalitatiivinen haastattelu. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 43.)

Strukturoitua haastattelua kutsutaan myös lomakehaastatteluksi, sillä se on tarkoin jäsenneilty tapa. Lomakkeessa kysymysten ja väitteiden muoto sekä esittämisjärjestys on täysin määrätty. Sen sijaan strukturoimaton haastattelu on vapaamuotoista keskustelua. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 43–44.)

2.1.3 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen suunnittelun aluksi on määriteltävä kohderyhmä, joukko ihmisiä, joilta kysymyksiä kysytään. Täytyy määrittää perusjoukko eli ryhmä, jolta tietoja halutaan. Mikäli kyselyä ei voi suorittaa kaikilta heiltä, tarvitaan otos perusjoukosta. Tämän jälkeen pitää pohtia kyselemisen tarkoitusta ja luonnetta. Toisin sanoen se, että halutaanko kyselyllä todeta ja tallentaa faktoja vai ohjata sekä löytää mielipiteitä ja asentei-

ta. Alku etenee siis samalla lailla kirjallisessa kyselytutkimuksessa kun haastattelussa. (Routio 2007.)

Haastattelu ja kyselylomake ovatkin molemmat tietoisuuden ja ajattelun sisältöihin kohdistuvia menetelmiä. Sekä haastatteluja että kyselylomakkeita on useita erilajeja. Kyselylomaketta käytetään tällä hetkellä enemmän niiden helppouden ei-tieteellisiin tarkoituksiin kuin haastattelua. Lomakkeiden yleistymisen takia ihmiset ovat tottuneita niiden käyttöön, mutta myös kyllästyneempiä täyttämään ainaisia kyselyitä. Kyselylomakkeiden avulla on helppoa ja halvempaa selvittää melko konkreettisia ja yksiselitteisiä ilmiöitä. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 35–37.)

Saadut vastaukset kirjalliseen kyselytutkimukseen analysoidaan samalla lailla kuin haastattelun. Monissa tapauksissa tehokas lopputulos saavutetaan yhdistämällä kirjallista kyselytutkimusta ja suullista haastattelua. (Routio 2007.)

2.2 Tutkimuksen kulku

Tiedonkeruu tapahtui talven 2013–2014 aikana. Se toteutettiin kirjallisuus-, kysely- ja haastattelututkimuksella. Aluksi kyselylomakkeet (liite 1) lähetettiin 10 eri yrityksen edustajille. Tutkimuksen perusjoukon otokseen kuului henkilöitä niin suunnittelu- kuin urakointisektoriltakin. Osa tutkimuksen kohteena olevista henkilöistä vastasi suoraan kyselylomakkeella ja osalle suoritettiin puhelinhaastattelu. Kolmelta henkilöltä ei saatu ollenkaan vastausta. Eivätkä kaikki ohjelmistoyritykset vastanneet kyselyihin.

Haastatteluilla ja kyselyillä haettiin tietoa eri ohjelmistoista ja syntyvistä osaamistarpeista. Saatujen tietojen perusteella alkoi varsinainen kirjallisuustutkimus. Tämän aikana oltiin yhteydessä haastatteluihin ja kyselyihin eri ohjelmistoyritysten edustajiin. Toteavan kirjallisuustutkimuksen perusteella listattiin esiin tulleita ohjelmistoja.

3 INFRAMALLINNUS

3.1 InfraBIM

Tietomalli tarkoittaa tuotteen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tämän kolmiulotteisen tietokonemallin tarkoituksena on koota kaikki tarvittava informaatio yhteen, jotta datan hyödyntäminen on helppoa. Tiedot tallennetaan kertaalleen ja niitä voidaan käyttää koko suunnittelu- ja toteutusketjun ajan aina ylläpitoon saakka. (RIL 2014.)

Perinteiseen dokumenttipohjaiseen toimintatapaan nähden hankkeen tiedot eivät ole hajallaan eri piirustuksissa ja raporteissa vaan mallissa, josta voidaan tulostaa sillä hetkellä tarvittavat dokumentit. Eri suunnittelualojen mallien yhteensopivuus voidaan tarkastaa yhdistämällä kaikki osamallit yhdeksi yhdistelmämalliksi (kuva 1). Inframallia voidaan tuottaa eri suunnitteluohjelmilla, joten tarvitaan yhteinen tiedonsiirtomuoto. Infrapuolella tiedonsiirtoon käytetään LandXML-formaattia. (RIL 2014.)



KUVA 1. Tietomalliesimerkki Vuoreksesta (Vianovan tietomalliesimerkki 2014).

Infra-alalla suunnataan askeleet kohti inframallintamista ja sen tehokasta hyödyntämistä suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Sen avulla voidaan parantaa merkittävästi toiminnan tuottavuutta ja laatua. Inframallintamisen käyttöönottoa vauhdittavaa tutkimustyötä on tehty RYM Oy:n PRE-tutkimusohjelman InfraFINBIM-työpaketissa. Han-

ke on asettanut tavoitteeksi, että suuret infran omistajat tilaavat vuodesta 2014 lähtien vain inframallipohjaisia palveluja. Työpaketissa on kehitetty tätä varten Inframodel 3. (IM3)-tiedonsiirtoformaatti, joka on tarkoitus ottaa käyttöön 1.5.2014 alkaen. Ohjelman tavoitteena on systeemin muutos, jossa siirrytään perinteisestä vaiheajattelusta älykkääseen koko elinkaaren sekä kaikki osa-alueet, toimijat ja toiminnot kattavaan inframalleja eli infra-alan tietomalleja hyödyntävään palvelutuotantoon (kuva 2). Tietomallinnuksella ei tarkoiteta vain yhtä mallia vaan hankkeesta luodaan useita tietomalleja. (InfraBIM 2014.)



KUVA 2. Tietomallia käytetään koko elinkaaren ajan (InfraBIM 2014).

Projektin osana on määritelty InfraBIM-nimikkeistö, jolla esitetään infrarakenteiden ja -mallien elinkaaren kattavat numerointi- ja nimeämiskäytännöt. Se tukeutuu ja laajentaa Infra2006 Rakennusosanimikkeistöä. Tämän tarkoituksena on saada yhtenäinen numerointi- ja nimeämiskäytäntö, mikä palvelee infrarakenteita ja -malleja koko elinkaaren ajan sen eri vaiheissa aina lähtötietojen hankinnasta toteutukseen ja ylläpitoon. (InfraBIM 2014.)

3.2 Moniulotteisuus

Tällä hetkellä rakennusalalla käytetään inframallinnuksessa yleisesti 3D-suunnittelua. Teknologian kehittyessä tämä tulee nopeasti muuttumaa, sillä tulevaisuudessa käyttäjät voivat mallintaa erilaisia elementtejä inframalliin. Kolmiulotteiseen malliin lisäämällä esimerkiksi aikataulutietoja saadaan 4D-malli. 5D- suunnitelma saadaan, kun aikataulujen lisäksi inframallissa tarkastellaan määrä- ja kustannustietoja. Seuraava ulottuvuus saadaan mahdollisesti ottamalla suunnitelmissa huomioon ratkaisujen laatu”kestävyys”. Aika näyttää, mikä inframallien seuraava ulottuvuus. Se voi olla esimerkiksi rakenteen koko elinkaaren, kuten hoito, ylläpito tai esteettömyys ja turvallisuus, tarkastelu suunnitelmissa.. Tosiasia on, että kaksiulotteisuus jää historiaan. (Exactal 2013, 2.)

3.3 Pilvipalvelu

Pilvipalvelu eli Saas (Software as a service, palveluna tarjottava ohjelmisto) tarkoittaa ohjelmiston hankkimista palveluna perinteisen lisenssipohjaisen tavan sijasta. Palvelusta maksetaan yleensä käytön laajuuden mukaan. Asiakaskohtaisia toimintaympäristöjä ei ole, vaan sama tuotantoympäristö palvelee useampaa tai kaikkia asiakkaita. Se on toimintamalli, jossa asiakkaat käyttävät ohjelmia ja tallentavat tietoja toimijan verkkopalvelussa tietokoneelle ladattavan ohjelmistolisenssin sijaan. Internetissä toimivista palveluista käytetään, joissakin yhteyksissä myös nimitystä Pilvipalvelu tai Ohjelmistopalvelu. (Luu5 2010.)

4 OSAAMISTARPEET

Haastatteluissa tuli ilmi monipuolisesti vuoteen 2020 mennessä syntyviä osaamistarpeita. Osa ideoista oli konkreettisia ja toiset vähän yleisempiä. Tärkein asia oli kuitenkin se, että inframallinnus on tulevaisuutta. Ohjelmistot kehittyvät vaatimusten kasvaessa ja myös osaamistarpeet muuttuvat.

Tulevaisuuden ohjelmistot ovat infrapohjaisia ja tieto jaetaan inframallipalvelimilla. 3D-mallit ja keinotodellisuus ovat käyttöliittymänä. Dataa ei siirretä vaan jaetaan ja jalostetaan inframallipalvelimissa. Informaatio on kaikkien osapuolten saatavilla sekä hyödynnettävissä. Inframallissa yhdistetään mallinnus, laskenta sekä simulointi. Muutokset lasketaan sekä simuloidaan eri käyttötapausten varalta automaattisesti. Valmiin rakenteen ja omaisuudenhallinnan rooli korostuu jo alkuvaiheessa hanketta. Tietovirran hallinta on ohjelmistojen tärkein tehtävä. (Hörkkö T. 2014.)

Haastatteluissa sanottiin myös seuraavaa: Tulevaisuuden infra-alan ohjelmistot ovat havainnollistavia (3D, 4D, 5D,...) projektinhallinnan työkaluja. Kaavoittajan, suunnittelijan, laskentainsinöörin, urakoitsijan ja työmaan valvojen ohjelmistot tulevat kommunikoidaan keskenään. Jo esisuunnitteluvaiheessa voidaan hahmottaa työmaan ajallinen, fyysinen sekä taloudellinen laajuus. Suunnitteluvaiheessa suunnittelija ja urakoitsija ovat tiiviissä yhteistyössä keskenään ohjelmistojen avulla, jolloin suunnitelmien laatu paranee ja rakennusvaiheen virheiltä vältytään. Rakennusvaiheessa ohjelmistot toimivat projektinhallinnan työkaluina, joiden avulla materiaalien, työkoneiden ja työntekijöiden hallinta on reaaliaikaista ja havainnollistavaa. Urakoitsijan työkaluna ovat erilaiset mobiililaitteet (tabletit, älypuhelimet ja niin edelleen), joilla työmaan viestintä toimii. Niillä voidaan tallentaa tietoa ja kuvia, katsoa moniulotteisia tietomalleja, seurata reaaliaikaisesti muuan muassa toteumaa, työkoneita, henkilöstöä. Yleisesti ottaen tulevaisuuden ohjelmistot tulevat toimimaan sulavasti sekä mobiililaitteilla että perinteisillä tietokoneilla.

Esimerkiksi tällä hetkellä suunnittelijoiden malliin siirtämä määrätieto ei siirry sähköisessä muodossa suunnittelijalta rakennuttajakonsultille tai urakoitsijalle. Kaikki osapuolet kirjoittavat ikään kuin eri kielellä samoja tietoja. Mallintamista ei tulisikaan tehdä vain mallintamisen vuoksi. Kyse on loppujen lopuksi tiedon siirtämisestä oikeassa formaatissa, oikeaan paikkaan ja oikea-aikaisesti. Infra-alalla on saavuttanut vahvan ase-

man kansainvälinen LandXML-standardi, jota on laajennettu Suomeen kehitetyssä InfraModel3-tiedonsiirtoformaattissa.

Suunnittelijoiden ja rakentajien ammattitaito korostuu entisestään, koska ohjelmistoilla voidaan luoda ja simuloida nopeasti ja hyvällä mallinnusosaamisella. Niiden tulee olla loppuun asti mietittyjä, sillä kaikki virheet ja epäselvät kohdat huomataan heti. Aikaisemmin suunnittelijat ovat saattaneet ajatella, että jonkin hankalan paikan yksityiskohdat ratkeavat sitten työmaalla. Suunnittelija on tehnyt periaatteelliset suunnitelmat, joista rakentaja on soveltanut paikan päälle sopivan rakenteen. Virtuaalimallinnus vaatii tähän muutosta. Tarvitaan riittävän tarkka, jatkuva malli, jonka ominaisuudet voidaan laskea, simuloida ja arvioida jo ennen rakentamista ja jonka avulla kohde voidaan mitata maastoon automaattisesti.

BIM ja inframallinnus ovat siis tulevaisuudessa perusosaamista. Inframallinnuksen myötä korostuu projektin hahmottaminen kokonaisuudessa. Tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan (myös työkoneiden kuljettajien) olisi hyvä tuntea ainakin mallintamisen perusteet, silloin sen ymmärtäminen ja kokonaisuuden hahmottaminen olisi helpompaa. Kaikilla tulee olla kokonaisnäkemys hankkeesta. Tärkeää on ymmärtää mihin inframallia tarvitaan ja varautua sen hyödyntämiseen. Projektia täytyy ajatella koko elinkaaren näkökulmasta. Jotta mallintamista voidaan tulevaisuudessa hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla, tulee opetuksen perustua mallipohjaiseen elinkaarenaikaiseen infrarakentamiseen ja kehittämiseen.

Paperin ja viivoittimen avulla suunnittelusta on päästy pitkälle. Inframallinnuksesta huolimatta suunnitelmat tulevat olemaan yhä enemmän 3D-suunnitelmia. Tämä vaatii tilaajilta, suunnittelijoilta ja rakentajilta uuden ajattelumaailman hahmottamista ja uusien taitojen opettelua. Paperikuvat jäävät historiaan. Työmaalla otetaan käyttöön mobiililaitteet. Kouluissa tätä voitaisiin harjoitella esimerkiksi tekemällä työmaan aluesuunnitelma sähköiseen karttapohjaan. Samalla voidaan hyödyntää gps-paikanninta, liittämällä paikka-/aikatietoa kuva- ja videotiedostoihin raportteja sekä suunnitelmia varten.

Satelliittipaikannuksen avulla työtä voidaan seurata entistä tarkemmin. Tällöin töiden aikataulutus ja organisointi on entistä tarkempaa. Työnjohtajilta vaaditaan osaamista, jotta he pystyvät ennakoimaan työnetenemistä. Hankkeet suunnitellaan ja visualisoidaan

etukäteen tarkasti myös kustannusten- ja aikataulutietojen kanssa. Tämä vaatii ammattitaitoa ja rautaista osaamista. Hankkeen osapuolten tulee osata perustiedot ja alkeet, jotta uusimmista teknologioista saadaan kaikki irti. Perustaitojen lisäksi ohjelmistoihin ja sovelluksiin tulee saada kunnollinen perehdytys, jotta niiden hyöty voidaan maksimoida.

Samaten alan käytänteitä pitää yhtenäistää. Tilaajan pitää tietää mitä tilaa ja mitä joihinkin hankkeisiin kuuluu. Suunnittelijan tulee tietää mitä suunnitella ja millaisia asiakirjoja mihinkin projekteihin liittyy. Välillä tarjouspyynnöt ovat niin epämääräisiä, että eri konsulteille se voi tarkoittaa eriasteisia suunnitelmia. Ja rakentajan tulee tietysti tietää mitä ja miten hanke toteutetaan. Alalla löytyy erilaisia käytänteitä ja osaamistaso vaihtelee. Inframallinnuksen myötä tähän täytyy ja myös voidaan kiinnittää huomioita. Pitää luoda yhteiset pelisäännöt.

Ohjelmistot mahdollistavat tiiviimmän yhteistyön tilaajan, suunnittelijan ja rakentajan välillä. Kommunikointiin tarkoitettujen sovellusten avulla voidaan nopeasti ja reaaliajassa kommentoida jaettuja suunnitelmia ja sopia muutoksista. Suunnitelmista tulee rakennettavampia ja kaikkien näkökulmat tulee huomioitua. Tämä parantaa laatua. Lähötiedot paranevat, kun mittamiehet voivat olla yhteydessä suunnittelijaan maastosta käsin. Työmaalla voidaan pitää työntekijät ajan tasalla muutoksista ja ongelmista. Tämä vaatii ohjelmistojen käyttöön perehdyttämistä.

Langaton tiedonsiirto mahdollistaa ajan tasalla olevien suunnitelmien ja raporttien siirron reaaliajassa. Esimerkiksi värinämittausten tiedot voidaan saada suoraan laitteista kaikille osapuolille. Älykkään infrarakentamisen sisältämä nanoteknologia tuo mahdollisuuksia ja haasteita. Esimerkiksi sillan kunnossapitotarvetta voidaan seurata reaaliaikaisesti nanopinnoitteiden avulla. Tai sillat pinnoitetaan likaa hylkivillä ja itsepuhdistuvilla pinnoitteilla. Nanoteknologiassa käsitellään asioita ja tapahtumia hiukkasille, joiden koko on alle 100 nanometriä.

Mobiililaitteiden myötä sähköinen asiointi lisääntyy projektipankkien, kalenterien, ohjeiden, ajanhallinnan, laadunvarmistusdokumenttien ja monien muiden kautta. Unohtamatta työkoneissa olevia tietokoneavusteisia järjestelmiä. Tulevaisuuden työmaalla teknologia on osa jokapäiväistä arkea. Mobiililaitteiden ja ohjelmistojen osaaminen on tärkeää.

Infraverkosto vanhenee, mutta rahaa on käytössä entistä vähemmän. Tämä tuo haasteita hankkeiden priorisointiin. Ohjelmistoissa tieto löytyy yhdestä paikasta, jolloin voidaan tarkastella hankkeen vaikutuksia ja kiireellisyyttä. Näin voidaan suunnitella investointeja pidemmällä tähtäimellä. Muutenkin hankkeiden suunnittelussa otetaan huomioon koko elinkaari. Ohjelmistojen avulla voidaan huomioida kunnossapito ja käyttötarkoituksen muuttuminen suunnittelussa. Sama pätee uusiin hankkeisiin, sillä tulevaisuudessa hanke suunnitellaan ja rakennetaan etukäteen virtuaalisesti. Hankkeista tehdään virtuaalimalli, jossa on simuloitu suunniteltujen rakenteiden yhteensopivuus, rakentamisen vaiheistus ja liikenteen sujuminen rakentamisen aikana. Samalla työn tekemisen painopiste siirtyy rakentamisesta prosessin alkupäähän yleissuunnitteluun, tiesuunnitteluun ja rakennus-suunnitteluun.

Teknologian kehittyessä esimerkiksi lähtötietoja saadaan yhä enemmän. Laserkeilauksella saadaan tarkkaa mittatietoa kohteesta, Roadscannerin avulla voidaan tarkastaa infraväylien tilaa, tulevaisuudessa robotti saattaa tarkastella sillan kuntoa vuorokauden ympäri ja tässä on vain muutama esimerkki teknologian kehityksestä. Oli kyseessä mikä tahansa teknologia ja siihen liittyvä ohjelmisto, se tuo osaamistarpeita. Ammattilaisten on hyvä tietää uusista teknologioista perusteet ja oppia tulkitsemaan syntynyttä tietoa, vaikka yritys ei olisikaan erikoistunut kyseiseen tekniikkaan. Tiedon määrän kasvamisen lisäksi myös suunnittelustandardit muuttuvat. Ohjelmistoja käyttäessä muutokset eivät aina näy, mutta teoria ohjelmistojen takana tulee tietää. Tällaisia ovat esimerkiksi Eurokoodit.

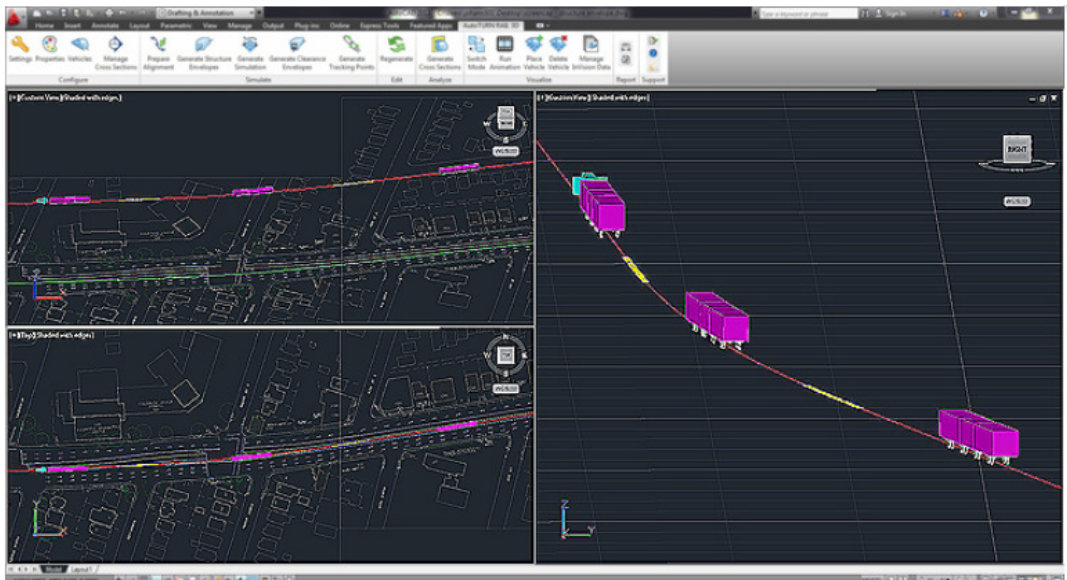
Ohjelmistoista syntyvät tulevaisuuden osaamistarpeet voidaan ratkaista huolellisella perehdyttämällä. Nykyisille sukupolville tekniikka on itsestään selvyys ja he ovat käyttäneet sitä jo pienestä pitäen. Mobiililaitteiden käyttö tulee kuitenkin opettaa vanhemmillekin työntekijöille. Tekniikasta ja ohjelmistoista saadaan eniten irti opetteluun avulla, siksi onkin tärkeää ottaa ne mukaan jo koulujen opintosuunnitelmiin. Myös rakentamisen perusteet tulee osata hyvin.

5 VÄYLÄT

5.1 Rautatiet

5.1.1 Auto TURN Rail 3D

Auto TURN Rail 3D on Transoftsolutionin uuden sukupolven ohjelmisto, jolla suunnitellaan pikaraitioteitä kolmiulotteisessa maailmassa. Ohjelmistoa voidaan käyttää kaa-voitus- ja suunnitteluvaiheessa. Auto TURN Rail 3D on pitkälle kehitetty rautateiden suunnittelu- ja analysointiohjelmisto, joka nopeuttaa tilatarkastelua arvioitaessa uuden raiteen sijoittelua tai varmistettaessa olemassa olevien raiteiden sopivuus uusille kevyt-raitiotievaunuille. Analyysitoimintojen lisäksi AutoTURN Rail 3D – ohjelmistoa käytetään visuaalisiin tarkoituksiin, sillä esimerkiksi tasausta ja linjausta pystytään tarkastelemaan 2D- ja 3D-kulkuneuvoilla (kuva 3). Siitä on mahdollista tuottaa videokuvaa, jota voidaan esittää muun muassa päättäjille. (Transoftsolution 2013b.)



KUVA 3. 3D simulaatio pikaraitiotie suunnitelmasta (Transoftsolution 2013b).

Tilanpuutteen takia kaupunkiraitiotiet suunnitellaan ja rakennetaan ahtaisiin paikkoihin. Olemassa olevat rakenteet ja turvallisuus ovatkin iso osa suunnitteluprosessia. 3D-suunnittelun avulla pystytään havainnoimaan tila- ja turvallisuusnäkökohdat välittömästi. Tämän johdosta voidaankin säästää aikaa ja sitä myöten rahaa. Samalla pystytään

tarkastelemaan pikarautatien asemien, tunnelien ja muiden rakenteiden sopivuutta rakennettuun ympäristöön sekä suunnitellun raitiotien tasaukseen ja sen vaatimiin kaltevuuksiin. (Transoftsolution 2013b.)

5.1.2 Novapoint Railway

Novapoint Railway on Vianovan suunnitteluohjelmisto kaikentyypisille rautateille. Se perustuu paikallisille standardeille, mutta siihen on helppo lisätä omia parametreja. Suunnitelmat visualisoidaan 3D-malleina. Sillä voidaan myös optimoida olemassa olevat raiteet kunnostusprojekteissa. Tuotteesta on julkaistu Suomeen lokalisoitu versio. (Vianova 2013c.)

5.1.3 Bentley Rail Track

Bentley Rail Track on kaikenkattava ohjelmisto alustavalle sekä seikkaperäiselle kolmiulotteiselle rautateiden suunnittelulle. Ohjelmisto soveltuu kaikenlaisten raiteiden suunnitteluun ja ylläpidonhallintaan. Sillä voidaan luoda realistinen 3D-malli muokkaamalla muun muassa radan geometriaa, asemahallia, radan ympäristöä ja sijaintia sekä rakennusmateriaaleja. Mallia voidaan käyttää analysoinnissa sekä visualisoinnin apuna. Bentley Rail Trackilla voidaan luoda hinta-arvioita. (Bentley 2014b.)

5.1.4 Bentley Optram

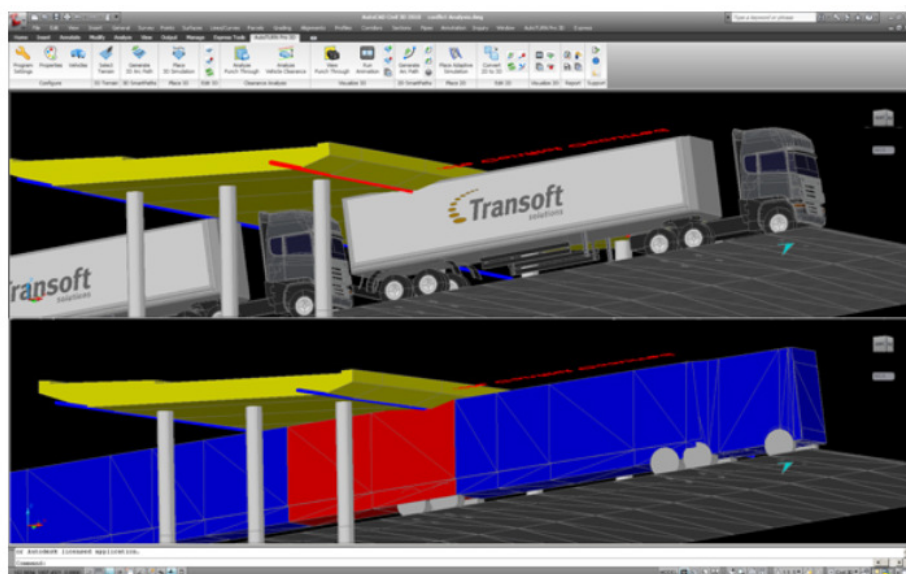
Bentleyn rautateiden ylläpitopäätöksiä tukeva ohjelmisto, joka mahdollistaa ennakoivan rautatievarannon ylläpidon. Sillä voidaan vertailla ja analysoida nykyisiä sekä historiallisia kiskojen ja raiteiden varallisuustietoja. Visuaaliset puitteet mahdollistavat tiedon korreloinnin ja tarkastelun mielekkäillä tavoilla. Optramin analysointi ja ennakoivat työkalut auttavat käyttäjää suunnittelemaan ehkäisevää ylläpitoa ja optimoimaan varallisuussuunnittelua. Ohjelmiston tiedonanalysointityökalut automatisoivat laatuluokittelun, ennakoimisen, tärkeysjärjestykseen laiton ja korjaustarpeen suunnittelun. Keräämällä tietoa pitemmällä aikavälillä voidaan tehdä johtopäätöksiä töiden tehokkuudesta.

Saatuja tietoja voidaan käyttää paikkatietojärjestelmässä. Optram voidaan integroida kustannus- tai työjärjestysjärjestelmän kanssa. (Bentley 2014e.)

5.2 Kadut ja tiet

5.2.1 Auto TURN Professional 3D

Auto TURN Professional on Transoftsolutionin ohjelmisto, jolla voidaan tutkia ajouria 3D-maailmassa. Atk-ohjelmistolla simuloidaan ajoneuvon kolmiulotteinen ajoura maastomallin pinnalla. Ajoura muodostuu kulkuneuvon korkeudesta sekä ajourasta maanpinnalla tai korin muodostamasta tilantarpeesta. Auto TURN Professional 3D:llä voidaan mallintaa, analysoida sekä visualisoida kulkuneuvojen vaatima tilantarve. Törmäyskohdat ilmoitetaan ohjelmistossa selkeästi värein (kuva 4), mikäli kulkuneuvon ajoura ei mahdu esimerkiksi sillan alta. Käyttäjä saa välitöntä tietoa, jos ajoura osuu keskisaarekkeisiin tai liikennemerkkeihin. (Transoftsolution 2013a.)



KUVA 4. Törmäystarkastelu (Transoftsolution 2013a).

Maanpinnan kaltevuutta, alitettavien esteiden korkeutta sekä tilantarvetta on helppo vertailla ohjelmiston avulla. Geometria ja ajourat ovat kytköksissä toisiinsa, joten pysty- ja vaakageometrian muutokset päivittävät ajourat automaattisesti. Ajoneuvokirjastossa

on huomioitu paremmin kookkaat kuljetukset. Sen avulla voidaan tarkastella eri reitti- vaihtoehtoja mallinnetussa ympäristössä. (Transoftsolution 2013a.)

3D-ajourat ovat todenmukaisempia ja luotettavampia kuin aikaisemmissa versioissa käytetyt 2D-urat. Törmäyskohdat ovat helpommin havaittavissa ja ajourien muokkaus on helpompaa. Tämän ansiosta suunnitelmissa on vähemmän virheitä, tilantarve voidaan optimoida eikä ajouria tarvitse ajaa uudestaan ja uudestaan. Suunnittelun tehokkuus kasvaa ja kilpailukyky paranee. (Transoftsolution 2013a.)

5.2.2 Novapoint^{DCM}19

Vianova julkaisi marraskuussa 2013 lokalisoidun Novapoint^{DCM}19-suunnittelujärjestelmän ja Quadri^{DCM}-tiedonhallintaratkaisun infran suunnitteluun, rakentamiseen sekä ylläpitoon. DCM tulee sanoista Design, Construction ja Maintenance. Nämä ohjelmistot yhdessä mahdollistavat siirtymisen aitoon, eritoimijoille yhteiseen inframalliin. Tämä on seuraava kehitysaskel 3D-yhdistelmämalleista. Ohjelmistot ovat objektipohjaisia, koko elinkaaren kattavia inframalliratkaisuja, jotka perustuvat BIM:n periaatteille. (Vianova 2013a.)

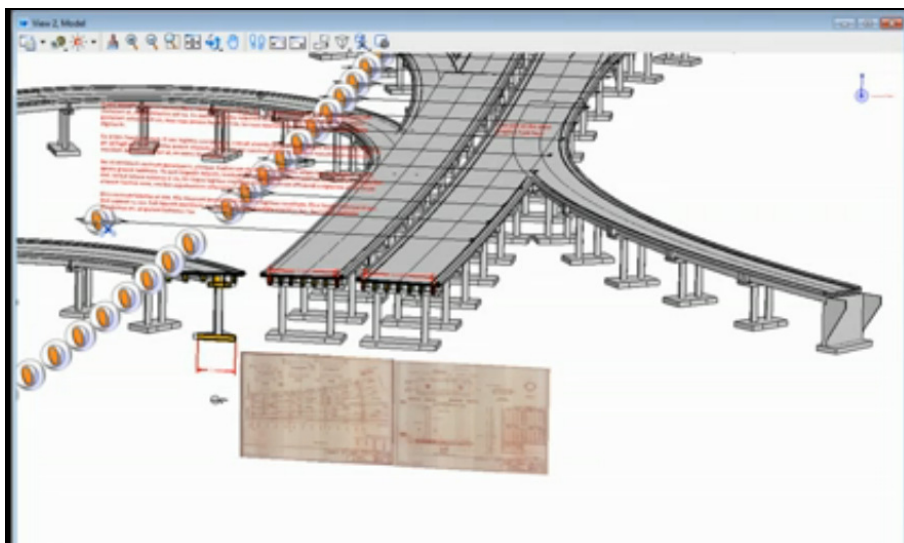
Novapoint^{DCM}19 on täysin uudistettu perusjärjestelmä. Aikaisempien versioiden toiminnot ja suunnittelutyökalut ovat säilyneet. Novapoint^{DCM}19 Base toimii järjestelmän pohjana. Perusmoduuli pitää yhteyttä muihin suunnitteluovelluksiin, jakaa lähdetietoa ja tallentaa tietoa yhteiseen malliin. Nykytilan mallintamisessa voidaan käyttää hyväksi pintamalleja ja maalajirajoja eri tietokannoista. Johdot, rakennukset ja muut kohteet mallinnetaan objekteina. Esimerkiksi sillat ja tukimuurit voidaan koota samaan malliin suunnittelujärjestelmistä. Tämä mahdollistaa sovellusten tuottaman mallin tarkastelun yhdessä geometrisessä väylätarkastelussa. Ohjelmiston työkalut mahdollistavat esimerkiksi pistepilvien hyödyntämisen lähtötietona. Se toimii perinteisessä verkkoympäristössä, mutta myös Quadri^{DCM}:n myötä pilvipalveluna. Sitä voidaan käyttää tietokoneella, tabletilla ja puhelimella. (Vianova 2013a.)

5.2.3 AutoCAD Civil 3D

Autodeskin AutoCAD Civil 3D – ohjelmisto on yhdyskuntasuunnittelu- ja dokumentointiratkaisu, joka tukee inframallinnustyön kulkua. Sillä pystytään toteuttamaan muun muassa liikenne-, maankäyttö- ja ympäristöprojektit. Se auttaa vähentämään suunnitteluun, analysointiin ja muutosten toteutukseen kuluvaan aikaa. Ohjelmistolla voidaan arvioida helposti mitä-jos-skenaarioita ja tämän seurauksena saadaan projekti optimoitua. AutoCAD Civil 3D:llä suunnitellaan esimerkiksi väyliä sekä viemäriverkostoa. Maastomallien luonti on helppoa tasausta varten. Ohjelmistossa on myös automaattiset määrälätyökalut sekä raportointi on selkeää. Myös paikkatietojen hallinta-analyysi sekä hulevesi- ja viemärianalyysi onnistuvat. Ohjelmistolla muodostetun mallin tietoja voidaan hyödyntää paikkatietojen analysoinnissa, määrälaskennassa ja koneohjauksessa. Infrastructure Design suiten avulla onnistuu myös siltamallinnus, rautatiesuunnittelu sekä geotekninen mallinnus. (Autodesk 2013a.)

5.2.4 Power GEOPAK

Bentleyn Power GEOPAK - ohjelmistoa käytetään liikenneverkoston suunnittelussa ja ylläpidossa. Se tarjoaa tietorikkaan mallinnuksen yhdistettynä CAD:in, kartoitukseen, paikkatietojärjestelmään, reaaliaikaiseen tiedonvaihtoon projektinjäsenten kesken (i-model) sekä työkalun, joka yhdistää kaiken projektitiedon automaattisesti virtuaalimalliksi, hypermalli (kuva 5). (Bentley 2014g.)



KUVA 5. Hypermalli voidaan liittää mm. kuvia, videoita sekä tekstiä (Bentley 2014g).

Ohjelmiston ominaispiirre on kolmiulotteinen parametrinen mallinnus, jonka taustalla on infrastruktuurin osasten projektilähtöinen suunnittelu. 3D-mallintaminen voidaan aloittaa heti projektin alusta alkaen. Näin suunnittelijat saavat välittömästi tarkasteltua alustavia suunnitelmia sekä visualisoitua projektia. Mallissa tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti koko suunnitelmaan. Ohjelmistoa käytetään tie-, katu-, rautatiesuunnittelussa sekä maan käytön kehittämisessä. PowerGEOPAK:ia on mahdollista käyttää liikenneverkoston koko elinkaaren ajan. Pistepilvi voi olla mittaustietona. (Bentley 2014g.)

5.2.5 Tekla Civil

Tekla Civil on tietomallipohjainen suunnitteluohjelmisto. Kaikki tiedot tallennetaan ja niitä hallitaan samassa mallissa. Usea käyttäjä voi työskennellä yhtä aikaa samassa suunnitteluprojektissa ja jopa saman projektin osassa tietokantaan tallennetun keskitetyn mallin ansiosta. Tekla Infrarakenteiden suunnittelu -sovelluksella voidaan suunnitella kaikentyypisiä väylien linjauksia sekä rakenteita luonnostelusta rakennesuunnitteluun ja viimeistelyyn. Suunnittelu tapahtuu jatkuvaa 3D-mallia hyödyntämällä. Se mahdollistaa tarkat massa- ja määrälaskennat, työmaamittaukset sekä 3D-visualisoinnin. Maastomallin lähtöaineistona voidaan käyttää laserkeilauksesta saatua aineistoa. (Tekla 2013b.)

Työmaatoiminnot-sovellus tarjoaa joustavuutta koneautomaatiota hyödyntävässä rakentamisessa, edistymisen seurannassa ja rakentamisen laadunvarmistuksessa. Sovelluksella hallitaan rakennussuunnittelutietoa ja tehdään tarvittavat muutossuunnitelmat rakentamistyön aikana. Sovellus mahdollistaa helppokäyttöisen käyttötilan työmaatoimiston ja kenttätyön toimintaa varten. Jatkuvat rakennemallit tuottavat tarkat massa- ja määrälaskennat rakentamisen tarpeisiin. GPS-sijainnin avulla suunnitelmat voidaan automaattisesti asemoida samalla, kun niitä tarkastellaan työmaalla. Sovellus auttaa laadunvarmistuksessa vertaamalla suunniteltuja rakenteita ja varusteita toteutuneisiin sekä raportoimalla niistä löytyneet eroavaisuudet. (Tekla 2013b.)

5.2.6 PowerCivil for Finland

Bentleyn PowerCivil for Finland tarjoaa infrastruktuurin suunnittelun ja rakentamisen erilaisiin projekteihin soveltuvan toimintaympäristön. Tehokkaiden piirto- ja kartoitus-työkalujen ohella ohjelmisto sisältää infrasuunnittelussa tarvittavan suunnitteluautomaation ja reunaehdoin rajatun 3D-parametrimallinnuksen. (Bentley 2014f.)

Nykyään suunnitelmat eivät enää rajoitu tiettyyn projektiin tai rakennuskohteeseen, vaan ne täytyy valmistella ulottumaan rakennusvaiheen yli myös kohteen käyttöön ja huoltoon sekä tarvittaessa kohteen käyttötarkoituksen muutossuunnitelmiin. PowerCivil for Finland kattaa yhdyskuntasuunnitelmien koko elinkaaren. Siinä yhdistyvät informaatiopohjaiseen mallinnukseen CAD-suunnittelu ja paikkatietojen hallinta sekä esimerkiksi kolmiulotteiset PDF-tiedostot. Ohjelmisto soveltuu väylien, ratojen ja julkisten kohteiden suunnittelun lisäksi kaupallisen, teollisen ja ympäristötekniikan maankäytön suunnitteluun. Sillä voidaan suunnitella jäte- ja hulevesiverkostoja. PowerCivil for Finland – ohjelmistoa pystytään käyttämään rakennuspaikkojen toteumaraporttien laadinnassa (Bentley 2014f.)

Työnkulku voi vaihdella suuresti erikokoisissa projekteissa, tämän takia PowerCivil for Finland on mukautettavissa kulloisenkin projektin vaatimusten mukaan. Väyläkirjastot keventävät projektin toistuvia työvaiheita ja tukevat suunnitteluvaihtoehtojen arviointia. Suunnittelutyön dokumentointi on automatisoitu. Suunnitelmat voidaan tarkastaa ajamalla kolmiulotteisella väylämallilla. (Bentley 2014f.)

5.3 Sillat

5.3.1 RM Bridge

Bentleyn sillan suunnitteluohjelmistolla voidaan suunnitella, analysoida ja hallita rakennusprojektia. RM Bridgellä pystytään tarkastelemaan ongelmakohtia ja muuttamaan parametreja eri vaihtoehdoille sopiviksi. Suunnitelmiin voidaan liittää ajanhallinta, jolloin saadaan 4D-malli. Analysoimalla aikaa ja vertailemalla eri vaihtoehtoja saadaan helposti paras mahdollinen tulos. (Bentley 2014i.)

6 VERKOSTOT

6.1 Novapoint Utility Network

Novapoint Utility Network on Vianovan tietokantapohjainen ohjelmisto vesihuoltoverkostojen luontiin ja hallintaan. Ohjelmistossa olevia tietoja käytetään muun muassa suunnittelussa, kunnossapidossa ja saneerauksessa. Sillä voidaan myös kerätä kunto- ja tapahtumatietoja. Arvioinneista ja tutkimuksista saadun kuntotiedon tai kunnossapito-toimenpiteiden tallentaminen onnistuu ohjelmistolla. Vesihuollon yleis- ja rakenne-suunnittelua varten voidaan Novapoint Utility Networkista hakea lähtötietoja. Lyhyen- ja pitkántähtäimen saneeraussuunnitelmien laatimisessa on mahdollista käyttää apuna ohjelmaan syötettyjä ominaisuus- ja kuntotietoja sekä havaintoja. (Vianova 2013e.)

Ohjelmistoa voidaan laajentaa Novapoint Utility Web tuotteella. Se on asiakasorgani-saation intranet/ extranet käyttöön tarkoitettu selainpohjainen karttapalvelinjärjestelmä, jolla voidaan julkaista johtokarttoja. Sen avulla pystytään hallitsemaan sekä tuottaa-maan palautteita, havaintoja ja toimenpiteitä. (Vianova 2013e.)

Ohjelmisto on ollut käytössä Tallinnan satamassa elokuusta 2012 lähtien. Se toimii yh-dessä Novapoint IRIS – ohjelmiston kanssa omaisuudenhallintajärjestelmänä. Utility Network:iin viedään kaikki verkostotieto (muun muassa kunnallistekniikka, kaapelit, kaasu, polttoaine ja sammutusvesi). Koko infraomaisuutta on tarkoitus hallita yhdellä käyttöliittymällä. Siihen on rakennettu myös yhteydet kiinteistöjen ja kustannuksien hallintaan. (Vianova 2013e.)

6.2 Tekla NIS

Tekla NIS on energia- ja vesihuoltoyhtiöille tarkoitettu verkkotietojärjestelmä. Se muo-dostuu verkkomallista ja siihen integroiduista paikkatieto ominaisuuksista. Verkostojen tietoja ja ominaisuuksia voidaan käyttää koko verkon elinkaaren ajan.

Järjestelmään voidaan mallintaa sähkö-, kaukolämpö-, vesihuolto- ja kaasuverkkoja. Verkstodataan voidaan yhdistää asiakastietoja. Ohjelmisto koostuu seuraavista toimialasovelluksista:

- verkostolaskenta
- verkon suunnittelu ja rakentaminen
- omaisuudenhallinta
- verkkoinvestointien hallinta sekä
- kunnossapito.

(Tekla 2013d.)

Nykyisen, uuden ja suunniteltujen verkostojen tekniset mitoitukset voidaan tarkastaa verkostolaskenta-sovelluksella. Luotettavuuslaskennassa vertaillaan erilaisten vaihtoehtojen pitkäaikaiskustannuksia ja luotettavuutta parhaimman verkstorakenteen valitsemiseksi. (Tekla 2013d.)

Verkon suunnittelun ja rakentamisen modulaarinen sovellus puolestaan tukee kaikkia verkon suunnittelun tasoja. Sillä voidaan myös tunnistaa verkon heikot osat sekä simuloida vaihtoehtoja teknisestä, taloudellisesta ja luotettavuuden näkökulmasta. Rakentamisvaiheessa sovelluksella hallitaan verkon rakentamisen materiaaleja, toimenpiteitä ja kustannuksia. Suunnitelmista tehdään rakentamisprojekteja, jotka sisältävät todelliset budjetit materiaaleineen ja työkustannuksineen. (Tekla 2013d.)

Omaisuudenhallinta mahdollistaa energia- ja vesihuoltoverkkojen, infrastruktuurin ja maaomaisuuden monipuolisen tarkastelun. Ominaisuustietoja, kuten suorituskykyä, varantoja, tilaa, kuntoa, määrää, sijaintia, ikää, alueellisia kulutuksia ja kehitystrendejä pystytään analysoimaan. Niiden perusteella voidaan laskea omaisuuden nykyarvo ja jälleenhankintakustannukset. Tämän johdosta omaisuudenhallinnan työkalujen avulla voidaan tehdä perusteltuja investointipäätöksiä. (Tekla 2013d.)

Verkkoinvestointien hallinta – työkalujen avulla tarvittavat tiedot löytyvät yhdestä paikasta ja päivittyvät automaattisesti. Sovelluksella analysoidaan investointien vaikutusta verkon jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvoon omina tunnuslukuinaan. Investointien suunnittelussa ja priorisoinnissa hyödynnetään myös muita tunnuslukuja, kuten verkon teknisiä laskentatuloksia ja muita verkon ominaisuuksia kuvaavia lukuja. Tällä tavalla voidaan priorisoida ja hallita investointeja. (Tekla 2013d.)

Tekla Kunnossapito – sovellus tarjoaa laajan tuen energia- ja vesihuoltoverkkojen sekä julkisen infrastruktuurin kunnossapitotoiminnalle. Korjaus-, tarkastus- ja kunnossapitotyöt suunnitellaan ja aikataulutetaan budjettiin ja resursseihin perustuen. Maastossa voidaan tarkastella ja syöttää kunnossapitotietoja mobiililaitteiden avulla. Näin saatuja tietoja voidaan analysoida ja raportoida investointisuunnittelua varten. (Tekla 2013d.)

6.3 TerraHeat

TerraHeat on tarkoitettu kaukolämpöverkkojen kolmiulotteiseen suunnitteluun Bentley MicroStation V8 ympäristössä tai Bentley PowerDraft-ympäristössä. TerraHeatin päätoimintoja ovat:

- Putkiverkon mittaustietojen siirto sekä käsittely maastotallentimien ja suunnittelujärjestelmän välillä.
- Vuorovaikutteinen putkiverkoston suunnittelu 3D-malliksi.
- Suunnittelutietokannan ylläpito. (Terrasolid 2012-2013a.)

TerraHeatNet on erikseen hankittava täysin relaatiotietokantapohjainen sovellus. Kaikkien verkoston osien sijainti-, topologia-, materiaali ja muut attribuuttitiedot sekä tapahtumat tallennetaan erilliseen tietokantaan. Siellä olevaa johtotietoa voidaan katsoa karttoina, päivittää tai tehdä raportteja TerraHeatNet MicroStation -sovelluksella tai Internet-selaimella. TerraHeatissa suunnittelun apuna käytetään maastomallia. Sen käsittely ja käyttö edellyttävät, että työasemaan on asennettu TerraModeler tai TerraModeler Field. (Terrasolid 2012-2013a.)

6.4 TerraPipe

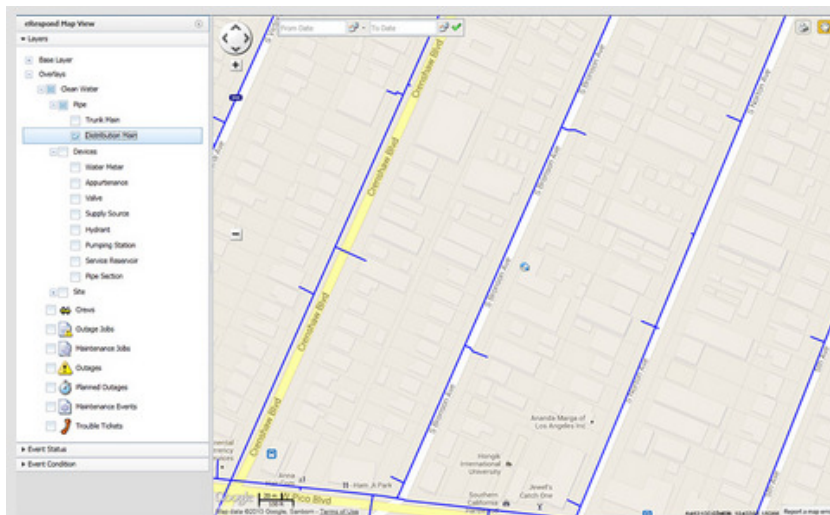
TerraPipe on ominaisuuksiltaan samanlainen ohjelmisto kuin TerraHeat, mutta se on tarkoitettu vesi- ja viemäriverkkojen kolmiulotteiseen suunnitteluun. Ohjelmalle löytyy myös vastaava reaali-tietokantapohjainen sovellus, TerraPipeNet. (Terrasolid 2012-2013a.)

6.5 Bentley Utilities Designer

Utilities Designerin uusi ohjelmistoversio on tarkoitettu suunnitteluun sekä paikkatieto-järjestelmäpohjaiseen ylläpitoon sähkö-, kaasu-, vesi- ja jätevesiverkostoille. Ohjelmisto yhdistää paikkatietojärjestelmään pohjautuvan suunnittelun, pikaisen kustannusarvioinnin ja ylläpidon suunnittelun. Tällä tavalla voidaan vertailla nopeasti eri suunnitteluvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia. Bentley Utilities Designer on CAD-pohjainen ja se on suunniteltu parantamaan toimenpiteiden ja ylläpidon sähköisten dokumenttien liikettä. (Bentley 2014c.)

6.6 Trimble eRespond

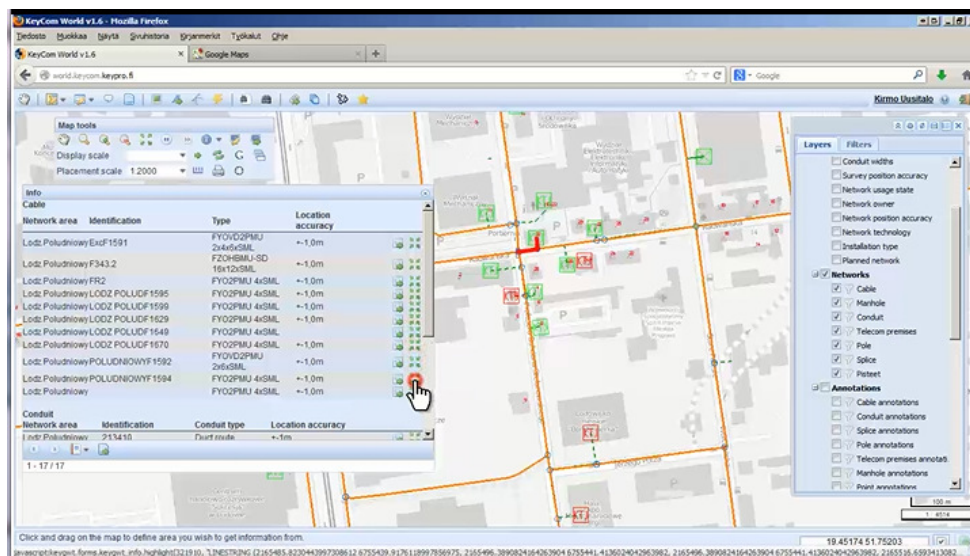
Trimblen eRespond Water/Waste Water yksinkertaistavat peräkkäisen prosessin, jossa tunnistetaan, hallitaan sekä raportoidaan tapahtumat ja toimet vesijohtoverkossa (kuva 6) tai jätehuoltoverkostossa. Ohjelmisto on apuna aina ensimmäisestä asiakkaan puhelinsoitosta sääntelyraporttiin. Sillä voidaan priorisoida korjaukset tärkeysjärjestykseen. Ohjelmistolla voidaan hallita verkoston luotettavuutta, jäljittää tulvimista ja saastumisongelmia jätevesiverkossa. (Trimble 2014b.)



KUVA 6. Vesijohtoverkon ongelmien hallinta (Trimble 2014b).

6.7 KeyCom

Keypron KeyCom on tietojärjestelmä televerkkojen suunnitteluun ja hallintaan. Se on karttapohjainen työkalu, jota käytetään selaimella. Sovelluksella voidaan suunnitella ja dokumentoida verkon kytkennät sekä hallita verkoston paikka- ja ominaisuustietoja. Verkkoelementteihin voidaan liittää esimerkiksi valokuvia. Ohjelmistosta päästään suoraan oikeaan sijaintiin Google Mapsissa. Kaikilla projektin parissa työskentelevillä on ajantasainen näkymä verkkotietoihin. Rakentaja lataa toteutuneen sijaintitiedon ja dokumentaation rakentamisen jälkeen. Web-pohjaisten järjestelmien ansiosta projektia voidaan suunnitella, rakentaa ja ottaa käyttöön samanaikaisesti. Tietoihin pääsee käsiksi missä ja milloin vain. Sovellukseen pystytään tuomaan tietoa AutoCAD DWG ja Mapinfo-muodossa. Siitä voidaan viedä tietoa DWG-muodossa. Keypron sovelluksilla voidaan hallita verkostojen koko elinkaari (kuva7). (Keypro 2012b.)



KUVA 7. Verkkotietojen hallinta (Keypro 2012b).

6.8 KeyAqua

KeyAqua on verkkotietojärjestelmä vesi- ja viemäriverkostojen tietojen hallintaan. Se on ominaisuuksiltaan samankaltainen kuin muut Keypron sovellukset. Ne ovat täysin selainpohjaisia pilvipalveluita. Suunnittelijat, rakentajat ja tilaajat käyttävät samaa sovellusta jopa yhtä aikaa. Netissä on aina ajantasaiset tiedot. KeyAqualla voidaan dokumentoida verkostot, ylläpitää verkon ominaisuustietoja ajantasalla, suunnitella verkoston ylläpidon sekä hallita yllättävät tilanteet ja ongelmat. Koneautomaation ansiosta tie-

toihin on mahdollista liittää etäluentana saatuja tietoja. Ne voivat olla esimerkiksi tilatietoja verkoston pumppaamon pumppaustehosta tai virtausnopeuksista. (Keypro 2012a.)

6.9 KeyLight

KeyLight on karttapohjainen työkalu katuvalo- ja sähkönjakeluverkon hallintaan. Työkalulla voidaan suunnitella ja dokumentoida verkko, hallita viat sekä järjestää kunnossapito. Sovelluksella voidaan myös hoitaa verkonkytkennät sekä sijainti- ja ominaisuustiedot. Ohjelmisto on ominaisuuksiltaan samanlainen kuin muut Keypro -tuoteperheen ohjelmistot. Rakentaessa voidaan välttää kaapelien katkaiseminen kun verkostojen tarkat sijaintitiedot löytyvät verkkotietojärjestelmästä. Eräässä projektissa testataan kuinka kaapelien auraamisesta saatu reaaliaikainen sijaintitieto saadaan suoraan verkkotietojärjestelmään. (Keypro 2012d.)

6.10 KeyEnergy

KeyEnergy on työkalu energiaverkkojen hallintaan. Sovelluksella hallitaan eri jännite-tasoisten sähköverkkojen sijainti-, kytkentä- ja kunnossapitotietoja samassa karttapohjaisessa web-palvelussa. KeyEnergy kuuluu Keypro-tuoteperheeseen. Ohjelmistojen avulla suunnittelija, rakentaja ja tilaaja voivat tehdä yhteistyötä reaaliajassa. Sovelluksista voidaan nähdä päivittäin suunnitelmien eteneminen, sillä se tapahtuu verkkopohjaisesti. Suunnittelua voidaan tehdä missä ja milloin vain ilman lisenssien ostamista. (Keypro 2012c.)

6.11 KeyYJK

Keypron KeyYJK on yhdistelmäjohtokarttapalvelu, jolla kunta ja johtoyhtiöt voivat hallita alueellaan tapahtuvaa rakentamista. Eri lähteiden johtotiedot pystytään yhdistämään sovelluksella joustavasti. Näin saadaan ajantasainen näkymä alueen vesi-, viemäri-, tele-, kaasu-, kaukolämpö- ja sähköinfrastruktuurista sekä johdoista. Sovellus on selainpohjainen tietojärjestelmä. (Keypro 2012e.)

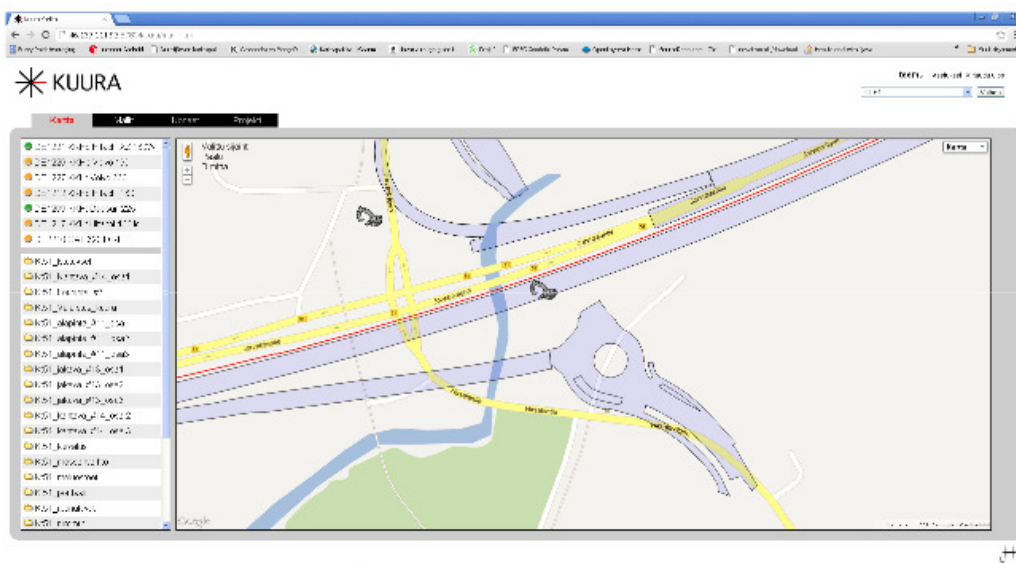
7 RAKENTAMINEN

7.1 Kuura

Kuura on Hohto Labs Oyn kehittämä työmatietojen hallintajärjestelmä infratyömaille. Se toimii linkkinä suunnittelun ja toteutuksen välillä. Kuuran käytöstä on etua aina yleissuunnittelusta ylläpitovaiheeseen. Hohto Labs tarjoaakin verkkomaisia pilvipalvelutyökaluja urakoitsijoille, suunnittelijoille, tilaajille ja rakennuttajille. (Hohto Labs 2013.)

Kuura säilyttää kaikki digitaalisen suunnittelutiedon, jota käytetään rakennusprosessin aikana. Dataa voidaan tarkastella karttapohjalla, jolloin tieto on helpommin ymmärrettävissä. Kaikki mittaukset, valokuvat ja muistiinpanot tallennetaan palvelimelle. Kuuralla on mahdollista vertailla laadunvalvontatietoa rakennettuun ja arkistoida tiedot. (Hohto Labs 2013.)

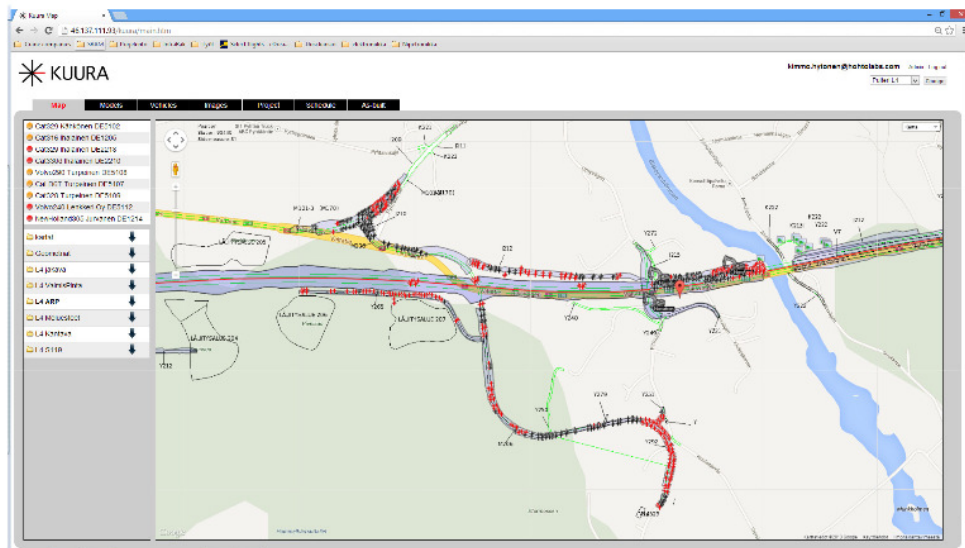
Suunnittelija voi Kuuralla välittömästi vahvistaa CAD ohjelmistoilla luomansa maastomallin. Suunnitelmien laatu paranee ja mittamiesten työmäärä vähenee. Kuuralle ladatut suunnitelmat voidaan visualisoida Google Maps - karttapohjalla ja tarkistaa, että mallit ovat oikeassa koordinaatistossa sekä kattavat koko suunnittelualan (kuva 8). (Hohto Labs 2013.)



KUVA 8. Mallin tarkastelu karttapohjan päällä (Hohto Labs 2013).

Kuura testaa digitaaliset maastomallit tyypillisiltä virheiltilä sekä varmistaa, että mallit ovat oikein ja ymmärrettäviä työmaan mittalaitteille ja koneohjausjärjestelmille. Kolmi-oinnit voidaan myös näyttää kartalla ja valitusta pisteestä piirtää poikkileikkaus. Kuuran käyttö onnistuu toimiston koneilla tai tableteilla. Otettujen valokuvien koordinaatit tallentuvat tablettia käyttäessä paaluaseman mukaan. GPS-ominaisuudella voi paikantaa sijaintinsa paaluttomalla työmaa-alueella. (Hohto Labs 2013.).

Kuuralla voidaan tallentaa suunnitelmatietoja, aikatauluja, massamääriä ja töiden etenemistä. Tietoihin pääsee käsiksi työmaalla ja ne voidaan ladata mittalaitteisiin sekä koneohjausjärjestelmiin. Työkoneet näkyvät kartalla. Niistä pystytään määrittelemään paaluasema sekä aktiivinen koneohjausmalli. Kuuralla voidaan siis seurata työkoneiden sijaintia ja niiden sillä hetkellä tekemää työtä. Suunnitelma-alueelle päivittyvien toteumapisteiden (kuva 9) avulla seurataan esimerkiksi tiealueen rakennekerrosten valmistumista ja nähdään valmiin pinnan korko suhteessa suunnitelmuun. (Hohto Labs 2013.)



KUVA 9. Työntenemisen seuranta (Hohto Labs 2013).

Kuuran avulla pystytään jakamaan tietoa esimerkiksi alueista, joilla ei saa ajaa painavilla koneilla. Google Maps-karttapohjan päälle voi ladata tietoa esimerkiksi kaapeleista tai viemäreistä. Koneohjaus parantaa työtehokkuutta sekä laatua merkittävästi. Kuuraan voidaan tallentaa koneohjauksessa tarvittavat 3D-tiedostot, joista ne saadaan ladattua tarvittaville koneille. Pitkien ja aikaa vievien laaturaporttien sijasta tilaaja voi seurata työntenemistä Internetissä reaaliaikaisesti. (Hohto Labs 2013)

7.2 Vico Software

Vicon BIM-ohjelmistot ja siihen liittyvät palvelut auttavat rakennuttajia, urakoitsijoita sekä aliurakoitsijoita hyötymään 5D- tuotantomallin suunnittelusta ja ohjauksesta. Ohjelmistot yhdistävät 3D-mallin, aikataulutuksen ja kustannukset. Vico Office kattaa:

- rakennettavuusanalyysin
- koordinoinnin
- määrä-/kustannuslaskennan ja – hallinnan
- aikataulusuunnittelun
- tuotannon-ohjauksen
- hankinnat
- muutosten hallintaprosessin.

(Vico Software 2013c.)

Vicon ohjelmistojen tärkein infrarakentamisen referenssi kohde on Slussen Ruotsissa (kuva 10). Se on eritasoliittymä Gamlastanin ja Södermalmin rajalla Tukholmassa. Ohjelmistojä käytetään hyväksi alueen uudelleen rakentamisessa. Rakentaminen alkaa vuonna 2014 ja uusi Slussen valmistunee 2020-luvulla. (Vico Software.SE 2013.)



KUVA 10. Suunnitelma Slussenin alueelle (SvD kultur 2009).

Vico Software on nykyisin osa Trimbleä, joka omistaa Teklan Suomessa. Tämän johdosta Vicon BIM-ohjelmistojen käyttö infrarakentamisessa voidaan olettaa monipuolistuvan. Alla on esitetty muutama eri ohjelmisto, mutta niiden soveltuvuus infraprojekteissa on tapauskohtaista.

7.2.1 Vico Office

Tällä hetkellä rakennusteollisuus elää nopeiden muutosten aikaa. Vaaditaan yhä tehokkaampia toimintatapoja, rakentamisen pitää tapahtua yhä nopeammalla aikataululla laadusta tinkimättä. Kilpailukyvyn takaamiseksi tilaajat ja rakennuttajat joutuvat sopeutumaan uusiin toimintatapoihin ja teknologian hyödyntämiseen. Prosessien ja kehittyneen kommunikoinnin yhdistäminen suunnittelusta rakentamiseen läpi koko projektin, on osoittautunut oleelliseksi tekijäksi tässä muutoksessa. Yhdistetty projektinhallinta ja BIM-teknologia ovat tämän päivän avainsanoja ja todellisen "sosiaalisen BIM-alustan" tärkeys on ilmeinen. (Vico Software 2013b.)

Vico Software on luonut 5D BIM-ohjelmiston vastaamaan kasvavaa kysyntään. Vico Office™ on rakentamiseen luotu ja suunniteltu BIM-riippumaton alusta, johon voidaan julkaista ja yhdistää useanlaisia rakennustietomalleja sekä täydentää niitä kustannus- ja aikataulutiedoilla. Ohjelmisto on rakennettu moduuleittain, joten yksilöllisten tarpeiden huomioiminen erilaisissa rakennusprosessin vaiheissa on mahdollista. Tämä takaa tehokkuuden maksimoinnin. Ohjelmiston käytön luvataan parantavan tehokkuutta ja ennustettavuutta sekä vähentävän riskejä, hallita kustannuksia ja optimoida aikatauluja laajoissa ja haastavissa rakennusprojekteissa. (Vico Software 2013b.)

7.3 RIB iTWO

RIB:in ohjelmisto liittyy perinteisen suunnittelun ja uraauurtavan 5D suunnittelun. Se yhdistää suunnittelun, kustannusarvioinnin ja – hallinnan sekä projektinhallinnan. Ohjelmisto täydentää alan perinteiset projektinvaiheet vuorovaikutteisella sekä mallipohjaisella graafisella prosessilla, joka linkittää suunnittelun ja rakentamisen alusta loppuun. (RIB 2014.)

RIB:in ohjelmistoja on käytetty muun muassa Isossa-Britanniassa radan rakennuksen yhteydessä, Frankfurtin lentokentän laajennuksen yhteydessä sekä Saksassa moottoritien rakentamisessa. (RIB 2014.)

7.4 Sitelink 3D

Topconin Sitelink 3D on työmaan hallinta- ja kommunikointisovellus, joka tarjoaa tiedonhallinta, koneiden seuranta ja raportointiominaisuudet yhdessä sovelluksessa. Ohjelma mahdollistaa toimisto-kone-toimisto ja kone-kone välisen kommunikoinnin. Sillä voidaan siirtää koneohjausmalleja, vastaanottaa toteumadataa, avustaa koneen kuljettajaa reaaliajassa sekä seurata työkoneita, massamääriä ja tuottavuutta. (Topcon 2013b.)

7.5 Topcon Magnet

Topconin Magnet-tuoteperhe on pilvipalveluna toteutettu sovelluspaketti automaatio-tömaanhallintaan. Sovellus on jaettu kolmeen ohjelmistoon käyttäjästä riippuen:

- Magnet Office suunnittelutoimiston käyttöön.
- Magnet Enterprise mittamiesten käyttöön mittatietojen hallinnointia varten.
- Magnet Field automaatio-operaattorin käyttöön työmaalla.

(Jaakkola M. 2013, 21.)

Magnet on luotu urakan mittaustöiden 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 määrätylle Magnetin käyttäjäpiirille, eikä erillisiä tiedostojen lähetyksiä tarvita. (Jaakkola M. 2013, 21.)

7.6 Visionlink

Trimblen Visionlink on koneiden, omaisuuden ja työmaan tuottavuuden hallintasovellus. Se kertoo missä työkoneet ovat, mitä ne tekevät ja kuinka tuottavia ne ovat. Visionlink yhdistää hallintatyökalut, GPS-paikannukseen ja langattomaan teknologiaan. Tuloksena on lähes reaaliaikaista tietoa koneista, materiaaleista ja tuottavuudesta. (Trimble 2014g.)

7.7 DynaRoad

Topconin DynaRoad on projektin hallintajärjestelmä, joka on suunnattu erittäin suurten rakennushakkeiden, erityisesti moottoriväylien, työsuunnitteluun ja seurantaan. Se on keskittynyt massatalouden hallintaan, analysointiin ja aikataulutukseen. Ohjelmisto yhdistää sijaintipohjaisen aikataulutuksen massatasapainotukseen. Aikataulu suunnitellaan ja esitetään suoraan projektikartalla. Ohjelmisto vertaa työsuoritetta projektin kokonaisaikatauluun ja ilmoittaa viikkoja ennen tulevista ongelmista. Syöttämällä tiedot maalaajista, määrästä ja läjitysalueista ohjelma laskee automaattisesti paikan massoille. Maansiirtoajoneuvoihin asennettavat laitteet lähettävät ohjelmistoon ajankohtaista tietoa massamääristä, jonka se hyödyntää työmaan sisäisten maankuljetusten optimoinnissa. (Topcon 2013a.)

8 YHTEISTYÖALUSTA

8.1 Quadri^{DCM}

Vianovan Quadri^{DCM} on pilvipalveluun perustuva yhteistyöalusta. Tämän tiedonhallintaratkaisun ansiosta isonkin hankekokonaisuuden 3D-muotoisen projektiaineiston hyödyntäminen ja hallinta on helppoa koko projektin elinkaaren ajan. Sovellusta voidaan räätälöidä kunkin hankkeen ja tarpeen mukaan. Silloin mallin tuottaminen ja jakaminen soveltuu kuhunkin projektiin parhaimmalla mahdollisella tavalla. Näin voidaan palvella sekä julkishallinnon asiakkaita että yksityisiä toimijoita hankkeiden eri vaiheissa. (Vianova 2013a.)

Quadri-malli perustuu avoimiin standardeihin. Se sisältää suunnittelun kaikki tekniikkalajit ja vaiheet. Tämä mahdollistaa yhteistyö suunnittelun eri osa-alueiden välillä. Tietojen yhteensopivuuden varmistaa integroitu suunnitteluprosessien hallinta sekä useat tuetut formaatit. (Vianova 2013a.)

Projektin toimijoiden välinen yhteistyö, myös eri organisaatioiden välillä, tapahtuu keskitetyn mallin kautta. Käyttäjien roolit edesauttavat projektin hallintaa. Malli on käytettävissä, jaettavissa sekä päivitettävissä palvelun kautta missä ja milloin tahansa. Tämä nopeuttaa työskentelyä etenkin, kun mallin käyttäjät ovat eri paikkakunnilla tai aikavyöhykkeillä. Käyttäjät kirjautuvat tietokantaan ja hakevat aineiston keskitetysti palvelimelta. Heidän tekemänsä muutokset tallennetaan takaisin tietokantaan. Mallin tietoturvaa lisää käyttäjien jäljitettävyys käyttäjätunnistuksen kautta. Yhteiskäytössä olevan mallin käyttö on helppoa. (Vianova 2013a.)

8.2 Autodesk Navisworks

NavisWorks tuoteperheeseen kuuluu neljä tuotetta: Manage, Simulate, Review ja Freedom. Se sisältää työkalut projektien hallintaan ja koordinointiin. Autodesk NavisWorksin ohjelmistojen avulla voidaan yhdistää suunnitteluprojektin kaikki materiaalit yhdeksi 3D-malliksi, jota projektin eri osapuolet voivat hyödyntää missä ja milloin vain. Yhdistetyn mallin avulla voidaan tehostaa yhteistyötä eri osapuolten kesken sekä vähentää ongelmia suunnittelussa ja rakentamisessa. Ohjelmisto ei tue vain Autodeskin ohjelmis-

toja vaan sen avulla voidaan lukea ja yhdistää lähes kaikilla yleisesti tunnetuilla CAD-ohjelmistoilla tehdyt mallit. (Autodesk 2013e.)

Navisworks Manage ja Simulate -ohjelmistoilla yhdistetään eri osapuolten mallit yhdeksi kokonaisuudeksi. Siihen siirtää tietoa useista eri ohjelmistoista 3D-tietona tai laserkeilauksen tuottamana tietona. Yhdistettyyn malliin voidaan tuoda tietoa myös ulkoisista tietokannoista. Työkaluilla lisätään esimerkiksi kommentteja ja punakynämerkintöjä suunnitelmanäkymiin mahdollisia korjaus- ja parannusehdotuksia varten. Navisworks Manage ja Simulate -ohjelmistojen 4D-aikataulutuksella linkitetään mallin tiedot projektiaikatauluihin. Sillä voidaan myös animoida ja exportoida 4D-aikataulutuksen AVI-videoksi, jossa esitetään visuaalisesti, miten rakennusvaiheet ovat aikataulutettu. Fotorealistisella visualisoinnilla saadaan projektisuunnitelmista selkeitä ja realistisia kuvia sekä animaatioita. (Profox companies 2013.)

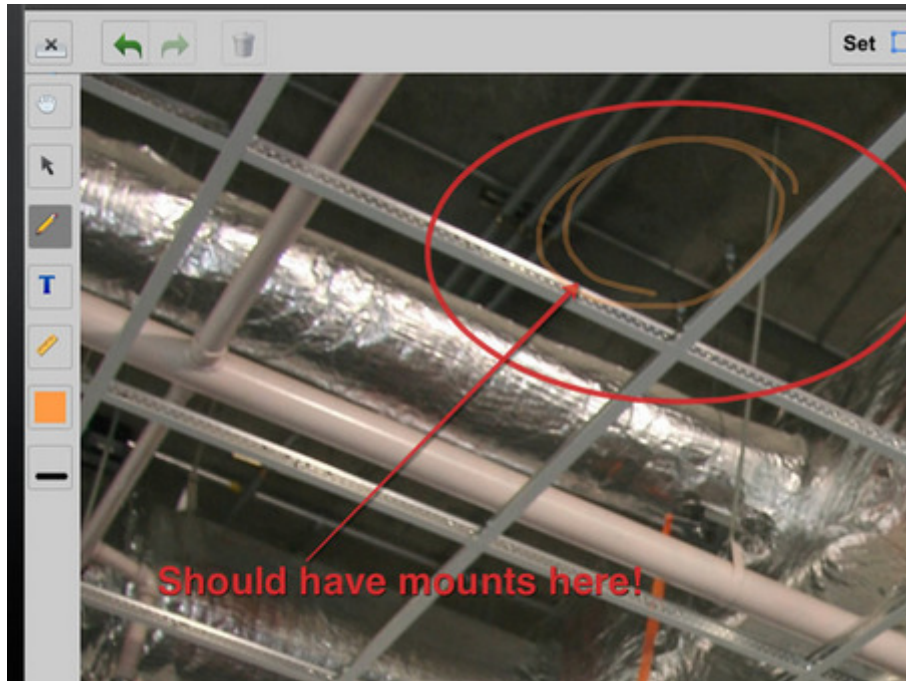
NavisWork Managen törmäystarkastelun avulla voidaan eliminoida manuaalisen tarkastuksen virhemahdollisuudet. Ohjelmisto tunnistaa, tarkistaa ja raportoi automaattisesti törmäykset mukaan lukien varoetäisyydet. Se sisältää kaikki työkalut suunnitteluprojektien sujuvan etenemisen varmistamiseksi. NavisWork Simulaten avulla voidaan tarkastella suunnitelmia yhdessä aikataulutuksen kanssa. Tällä tuotteella ei ole mahdollista suorittaa törmäystarkastelua, sillä on mahdollista tehdä fotorealistista visualisointia. Review avulla voidaan yhdistää eri järjestelmillä tehdyt mallit saumattomasti yhteen formaattiin ja tarkastella niitä. Kun taas NavisWork Freedom on ilmainen, Autodesk NavisWorks tiedostojen katseluohjelma. (Autodesk 2013e.)

8.3 BIM 360

Autodesk BIM 360 on pilvipalvelupohjainen ohjelmisto, joka yhdistää pilvi- ja matkapuhelinteknologian. Sillä voidaan hallita tietoja aina rakentamisen luonnostelusta työmaalle. Ohjelmisto parantaa rakentamisen yhteistyötä estämällä ongelmat ja tavoittelemalla parempaa laatua ja kannattavuutta. (Autodesk 2013b.)

BIM 360 Field on rakennusalan ohjelmisto, joka yhdistää matkapuhelinteknologian rakentamisenpaikkatietoihin sekä pilvipalvelupohjaiseen yhteistyöhön ja raportointiin. Työmaalta saatu tieto muutetaan informaatioksi, joka parantaa laatua, turvallisuutta sekä

tuottavuutta. Ohjelmistolla voidaan kuvat ja suunnitelmat varustaa työmaalla huomautuksin (kuva 11). Suunnittelijat ja työmaa saavat ajantasaista tietoa sekä laatu- ja turvallisuusasiat on helppo dokumentoida. Varusteluasiakirjoja on helppo päivittää kentällä. Ongelmakohdat voidaan merkitä ja dokumentoida. Tällöin myös rakentamisen jälkeen tiedetään millaisia ratkaisuja on käytetty. (Autodesk 2013b.)



KUVA 11. Suunnitelmiin ja kuviin voidaan liittää huomautuksia (Autodesk 2013b).

BIM 360 Glue on verkossa toimiva tietomallinnuksen koordinointi- ja hallintapalvelu. Se tarjoaa pääsyn missä ja milloin vain yhdistettyihin projektitietoihin. Ohjelmisto vauhdittaa eri tahojen välistä yhteistyötä, vähentää koordinoititarkastelun ketjua ja parantaa projektin tehokkuutta. (Autodesk 2013b.)

8.4 Infrastructure Map Server

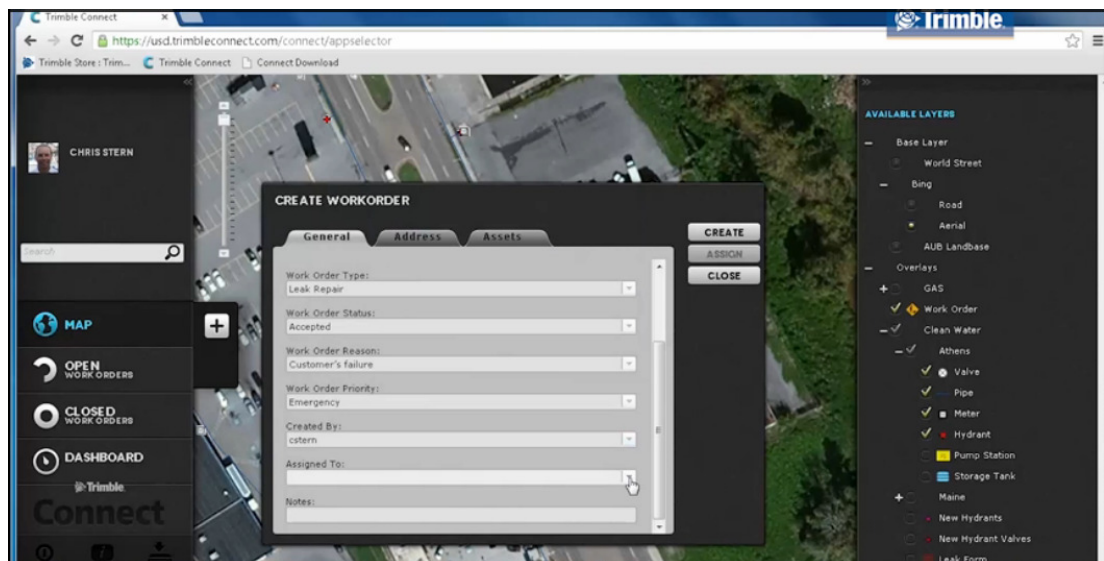
Autodeskin Infrastructure Map Server-palvelinohjelmistolla suunnittelu- ja paikkatiedot voidaan jakaa web-selaimen kautta asiakkaille, sidosryhmille ja kenttähenkilöstölle. (Autodesk 2013c.)

8.5 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight on ammattikäyttöön tarkoitettu työkalu rakennusalan projektiyhteistyöhön. Kaikki rakennusprojektin osapuolet voivat yhdistää mallinsa, tehdä törmäystarkasteluja ja jakaa tietoja yhdessä ja samassa BIM-ympäristössä. Sovellus on ilmainen. (Tekla 2013a.)

8.6 Trimble Connect

Trimble Connect on työkalu, jolla voidaan lähettää työmääräyksiä tarkastuksista, korjauksista ja ylläpidosta työntekijöiden kännykkään (kuva 12). Työkohteen tiedot ilmestyvät kartalle. Työnjohtaja näkee työntekijöiden sijainnin, työn etenemisen ja pääsee käsiksi kentällä kerättyyn tietoon. Ohjelmistoa voidaan käyttää kännyköillä, tableteilla tai pilvipalveluna verkkoselaimessa. (Trimble 2014e.)



KUVA 12. Työmääräyksiä luominen (Trimble 2014e).

8.7 Trimble Connected Community

Trimble Connected Community on verkkopohjainen tiedonhallintajärjestelmä. Ohjelmistolla voidaan hallita suunnitelmia, aikatauluja ja raportteja. Kaikki tarvittava tieto löytyy yhdestä paikasta. Sillä voidaan tarkkailla työn etenemistä lataamalla sovellukseen kuvia, päiväkirjamerkintöjä ja aikataulutietoja. Foorumilla projektin asianomaiset voivat keskustella ongelmista ja ratkaisuista reaaliajassa. (Trimble 2014a.)

8.8 LinkedIn

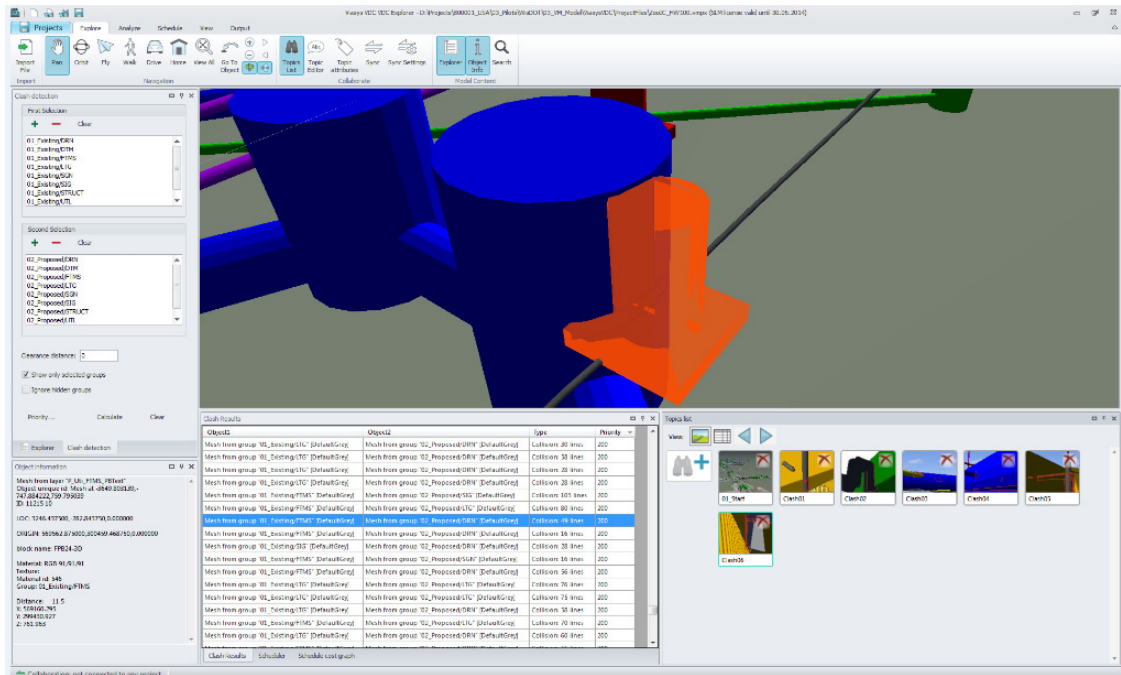
LinkedIn on maailman suurin ammattilaisten verkosto. Sovelluksen tarkoituksena on yhdistää maailman ammattilaiset tehden heistä tuottavampia ja menestyksekkäämpiä. Sen avulla voidaan luoda ammatillinen identiteetti Internetissä ja pysyä yhteydessä kollegoihin ja luokkakavereihin. Siellä voidaan löytää ammatillisia mahdollisuuksia, businessopimuksia ja uusia hankkeita. LinkedIn kautta voidaan saada viimeisimpiä uutisia tai inspiraation lähteitä. Se on ilmainen sovellus. (LinkedIn 2014.)

8.9 Yammer

Yammer on perustettu 2008 ja vuodesta 2012 lähtien se on ollut osa Microsoftia. Se on työelämän Facebook. Yammer on siis yksityinen sosiaalinen verkosto, joka tuo yhteen ihmiset, keskustelut, sisällön ja yritystiedon. Sen avulla työntekijät voivat työskennellä yhdessä eri osastojen, sijaintien ja liiketoimintasovellusten välillä missä ja milloin vain. (Yammer 2014.)

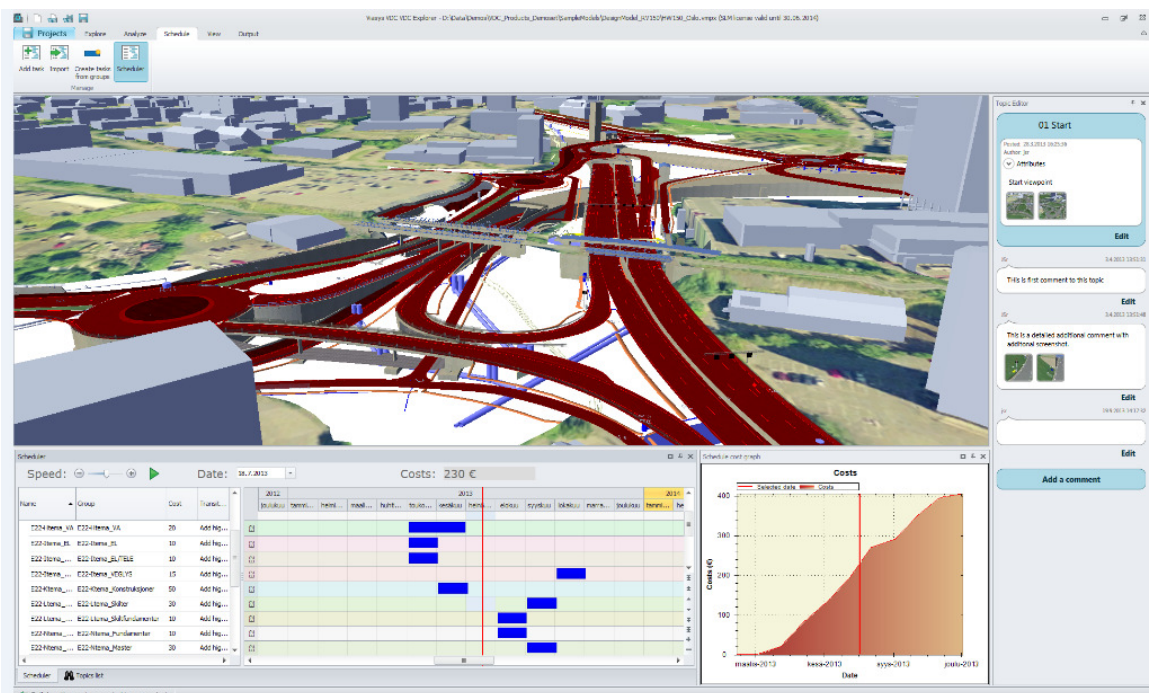
8.10 VDC Explorer

Vianovan VDC Explorer (liite 2) on ns. Stand Alone sovellus, johon luetaan tiedot tarkasteltavaksi ja analysoitavaksi (kuva 13). Ne voidaan julkaista VDC Liveen, joka toimii webissä ja katselija ei tarvitse mitään erillistä sovellusta nähdäkseen malleja. (Hörkkö T. 2014.)



KUVA 13. Mallin törmäystarkastelua (Hörkkö T. 2014).

Malleihin voidaan suorittaa törmäystarkastelua sekä yhdistää aikataulu ja hintatietoa (kuva 14). Sovelluksella eri sidosryhmät voivat tarkastella ja antaa kommentteja malleista. (Hörkkö T. 2014.)



KUVA 14. Mallin 5D-tarkastelua (Hörkkö T. 2014).

8.11 ProjectWise

Bentleyn ProjectWise on suunnitteluryhmän yhteysjärjestelmä, jonka avulla edistetään laatua, minimoidaan päällekkäinen työ ja valvotaan projektin aikatauluja. Se sisältää integroidut välineet sisällön hallintaan ja julkaisuun, suunnitelmien tarkasteluun ja kohteiden koko elinkaaren hallintaan. ProjectWise toimii hajautettujen työryhmien tosiaikaisena yhteytenä, joka voidaan toteuttaa sekä asiakkaalle asennettavana OnPremise-ratkaisuna että Bentleyyn hallinnoimana OnLine-ratkaisuna. ProjectWise sisältää integroidun paketin työasema- ja palvelinsovelluksia sisällön hallintaan, julkaisuun ja suunnitteluun projektin ylläpidossa kaikkien toimijoiden osalta. (Bentley 2014h)

Eräs näistä sovelluksista on ProjectWise Dynamic Plot V8i, joka tuo paperin digiaikaan. Se luo älykkään linkin paperisten piirustusten ja digitaaliset mallit. Näin kirjoitetut kommentit saadaan yhdistettyä nopeasti dataan. Kommentit kirjoitetaan piirustuksiin, mutta digitaalisen/sähköisen kynän avulla ne tallennetaan. Myöhemmin tiedot voidaan siirtää ProjectWisen hallinnoimaan ympäristöön automaattista synkronoitumista sekä malliin liittymistä varten. (Bentley 2014h)

Digitaaliset kynät ovat käytössä Isossa-Britanniassa Crossrail-hankkeessa, missä teumatieto toimitetaan suoraan sähköisessä muodossa. (Saksi, V. 2014)

9 KUSTANNUSLASKENTA

9.1 CostX

Exactalin ohjelmistossa laskentaprosessi on yhdistetty CAD-piirustuksiin. Tästä muodostuu kaksisuuntainen linkki laskennan ja piirustusosien välille. Ohjelmiston nimi on CostX. Se on kustannuslaskenta ohjelma, joka mahdollistaa laskennassa hyväksikäyttää kuvaruudulla tapahtuvaa mittausta samalla BIM tukeutuen. Ohjelma siis käyttää digitaalista suunnittelutietoa tuottaakseen tarkkaa määrä- ja kustannusarviota elektronisessa ympäristössä. Sen käyttämät tiedot sijaitsevat yhdessä tietokannassa, jolloin eri osapuolilla on helpompi saada päivitettyä määrätietoa. Yhdistettäessä kolmiulotteiseen suunnitelmaan kustannustietoja saadaan suunnitelmista 5D-malli. CostX:llä saadaan 3D-mallista automaattisesti määrätietoa, mutta 2D piirustusten käyttö on mahdollista. Ohjelmistoa on käytetty esimerkiksi Australiassa, jossa moottoritien parannuksen kustannus- ja määrätiedot laskettiin CostX-ohjelmistolla. Projekti oli kokoluokaltaan melkein kaksi miljardia Australian dollaria eli reippaasti yli miljardi euroa. (Exactal 2014.)

9.2 Tocoman PRO

Tocoman BIM ohjelmistot auttavat kasvattamaan tuottavuutta määrä- ja kustannushalinnassa aina ensimmäisestä luonnoksesta valmiiseen rakenteeseen saakka. Tocomanin ohjelmistoja on käytetty infrarakentamisessa muun muassa silta-projekteissa. TCM PRO on kustannuslaskentaohjelma, joka tukee perinteisten laskentaprosessien rinnalla myös moderneja tuoterakenne- ja tietomallipohjaisia laskentamenettelyjä. Ohjelma mahdollistaa määrälaskenta ja laskelmatietojen reaaliaikaisen siirron aikataulutus-, hankinta- ja kustannusvalvontaohjelmistoihin. Se on saatavissa perinteisenä lisenssinä tai nykyaikaisena vuokrapalveluna. (Tocoman 2010.)

Tocoman iLink mahdollistaa tietomallien yhdistämisen TCM Pro – kustannuslaskelmiensa kanssa. Tietomallin avulla saadaan käyttöön ajantasaiset ja tarkat määrät. Express puolestaan mahdollistaa TCM Pro- määrätietojen hyödyntämisen eri rakennusalan sovelluksissa. Sillä voidaan siirtää yksityiskohtaisia määriä ja kustannuksia aikataulutukseen, hankintaan tai kustannusseurantaan. (Tocoman 2010.)

9.3 RAIKU2

RAIKU2 on tarjous- ja urakkalaskentaohjelma, joka on kehitetty erityisesti maanrakennusalan yritysten tarpeisiin. Sillä voidaan tehdä tarjoukset aina laskentavaiheesta asiakkaalle lähetettävään tarjoustulosteeseen saakka. Raiku on alun perin Koneyrittäjien liiton suunnittelema ohjelma, jonka edellinen versio on valmistunut vuonna 2006. Tietohippu Oy ja Koneyrittäjien liitto solmivat yhteistyösopimuksen vuonna 2012 uuden RAIKU2-version kehittämiseksi. (Tietohippu Oy 2014.)

Ohjelmiston resurssi- ja aikataulupohjaisella (REA) tarkastelulla kohteesta saadaan lasketuksi urakan kokonaiskustannukset ja niihin pohjautuva kokonaistarjous. Tarjouslaskelma ja siitä saatava kustannusyhteenvedo voidaan eritellä eri kustannuslajeittain (miestyöt, konetyöt, kuljetus, materiaalit ja muut kustannukset) sekä oman työn että alihankinnan osalta. Perusversion toiminnallisuuden laajentamiseksi RAIKU2-ohjelmaan on saatavilla useita lisämoduuleja, joita on mahdollista hankkia yrityksen toimialan ja toiminnan mukaisesti. Lisämoduulit ovat Massamuunnokset, Kapasiteettilaskenta, Yksikköhintalaskenta, Hinnastot ja Nimikkeistöt. (Tietohippu Oy 2014.)

10 VISUALISOINTI

10.1 Vico 5D Presenter 2008

Ohjelmistolla voidaan simuloida 3D-rakennusmallia yhdessä kustannusten ja aikataulutietojen kanssa visuaalisessa ympäristössä. 5D Presenter on kokonaisvaltainen hallinta- ja kommunikointityökalu. Ohjelmistoa voidaan käyttää mallitietojen, aikataulun sekä kustannusten katseluun interaktiivisessa ja realistisessa käyttöympäristössä. (Vico Software 2013a.)

10.2 Novapoint VDC Live

Vianovan Novapoint VDC Live on verkkopohjainen palvelu rakennusprojektien visuaaliseen viestintään. Sen kautta voidaan julkaista rakennushankkeen virtuaalimallit helposti. Palvelu on avoin muun muassa suunnittelijoille, rakennuttajille ja urakoitsijoille. Palveluun kirjaututtuaan käyttäjät voivat ladata palveluun 3D-malleja useissa eri 3D-malliformaateissa. Mallien julkaisu maksaa, mutta niiden katselu on ilmaista. (Vianova 2013f.)

VDC Liven ansiosta mallit voidaan jakaa Internetin välityksellä lukuisille katselijoille. Tällä hetkellä mallien katselu tapahtuu ilmaisen iOS sovelluksen kautta, joka toimii kaikissa uusimmissa Applen mobiililaitteissa. Internet-selaimen kautta tapahtuva katselu on mahdollista tulevaisuudessa, sillä sitä suunnitellaan parhaillaan. Katseluohjelmistolla voidaan mallin sisällä muun muassa lentää. Punaisen markkeri symbolin avulla malli voidaan asemoida esimerkiksi suunnitelmapikselille (kuva 15). (Vianova 2013f.)



KUVA 15. Aluekehittämishankkeen virtuaalinen pienoismalli pöydällä näkyvään karttapohjaan synkronoituna (Vianova 2013f).

Päätelaite voidaan viedä paikan päälle, jolloin hankkeen virtuaalimalli asemoidaan GPS paikannuksen ja kompassin avulla laitteen kamerakuvaan upotettuna. Näin kohdetta voidaan tarkastella paikan päällä oikeasta suunnasta ja olemassa olevaan ympäristöön sovitettuna (kuva 16). (Vianova 2013f.)



KUVA 16. Mallia voidaan tarkastella todellisessa ympäristössä oikeissa mittasuhteissa ja oikeasta paikasta (Vianova 2013f).

10.3 Bentley Descartes

Bentley Descartes on ohjelmisto, joka yhdistää olennaiset tietolaadut kuten pistepilvet sekä STM-mallit yhdeksi kokonaisuudeksi. Ohjelmistolla voidaan muokata pistepilvi-tietoa. Sillä voidaan yhdistää saumattomasti useat kuvat, ilmakuvat tai rasterikeilaukset kokonaiseksi kuvaksi. (Bentley 2014a.)

10.4 InfraWorks

Autodeskin ohjelmistolla voidaan nopeasti luoda 3D-malli maarakentamisen, liikennesuunnittelun ja kaupunkisuunnittelun tuottamista suunnitelmista sekä ehdotuksista rakennetussa ympäristössä. Suunnittelu tapahtuu siis 3D-maailmassa (kuva 17). Enää ei siis tarvitse liikkua 3D- ja 2D-suunnitelmien välillä. InfraWorksilla on helppo visualisoida sekä luonnostella eri maa-, liikenne-, vesi ja energia suunnitelmavaihtoehtoja. Tämä nopeuttaa päätöksen tekoa. (Cad-Q 2014.)



KUVA 17. Suunnittelemisen 3D-ympäristössä (Autodesk 2013d).

InfraWorksilla voidaan mallintaa kohteita aina yksittäisistä kortteleista kokonaiseen kaupunkiin tai satoja kilometrejä pitkiin teihin. Malliin on helppo lisätä teitä, siltoja ja rakennuksia. Liittymäalueet voidaan optimoida käyttämällä analysointityökaluja. Suunnitelmia ja dokumentaatiota voidaan välittää sekä tutkia pilvipalvelun välityksellä. Ohjelmisto on aikaisemmin tunnettu nimellä Infrastructure Modeler. (Autodesk 2013d.)

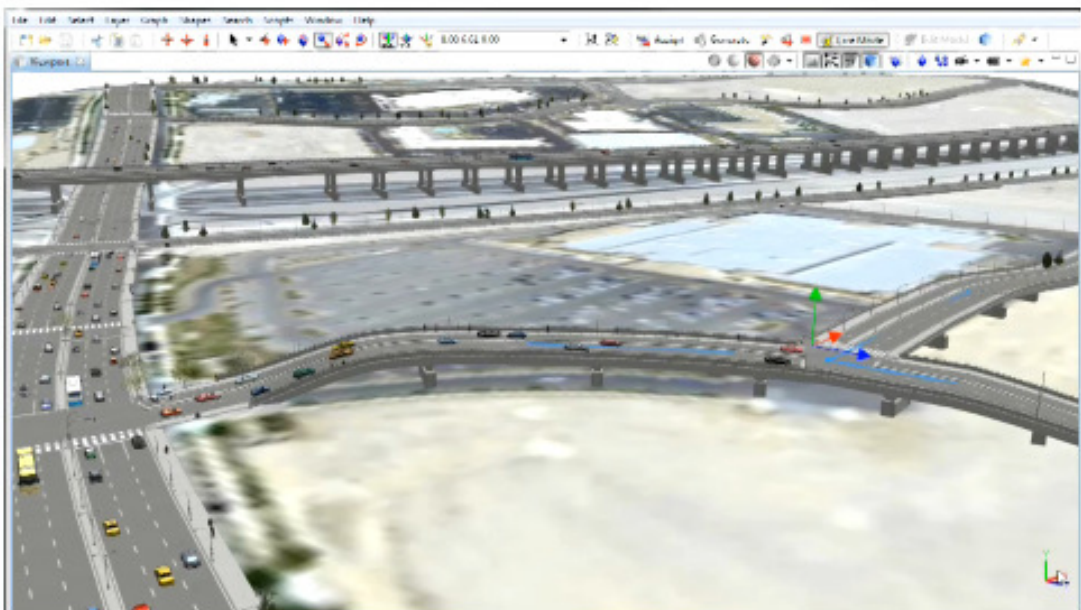
11 LUONNOSTELU

11.1 Novapoint VDC Sketch

Vianovan Novapoint VDC Sketch ohjelmiston valmiit elementit ja helppokäyttöiset toiminnot mahdollistavat alkuvaiheen luonnostelun sekä vaihtoehtojen vertailun. Kokonaiskustannusten hahmottaminen on helpompaa jo luonnostelun alkuvaiheessa yksikköhintoihin perustuvan kustannusohjauksen ansiosta. VDC Sketchin käyttö ei vaadi AutoCAD tai muita erillisiä lisenssejä. (Vianova 2013g.)

11.2 CityEngine

Esri:n CityEngine-ohjelmistolla voidaan luoda 3D-kaupunkimalleja olemassa olevasta 2D-paikkatietoaineistosta tai suoraan 3D:nä. Kaupunkisuunnittelun, arkkitehtuurin kuin myös simuloinnin tarpeisiin voidaan ohjelmistolla mallintaa rakennuksia tai kokonaisia kaupunkeja. Ohjelmisto tarjoaa työkaluja muun muassa paikkatiedon keräämiseen, katuverkkojen suunnitteluun ja muokkaamiseen, kaupunkirakenteen mallintamiseen sekä kaupunkisuunnitteluhankkeiden analysoimiseen. Sillä voidaan esimerkiksi tarkastella sillan sijaintia kaupunkirakenteessa (kuva 18). (Esri 2014.)



KUVA 18. Sillan tarkastelu kaupunkirakenteessa (Esri 2014).

CityEngine-ohjelmisto mallintaa etukäteen määriteltyjen sääntöjen avulla, jolloin muun muassa kaupungin katuverkko sekä rakennukset viheralueineen voidaan luoda nopeasti. Paikkatiedot, kuten katujen ja rakennusten sijaintitiedot ominaisuustietoineen voidaan tuoda pohjaksi 3D-malliin. (Esri 2014.)

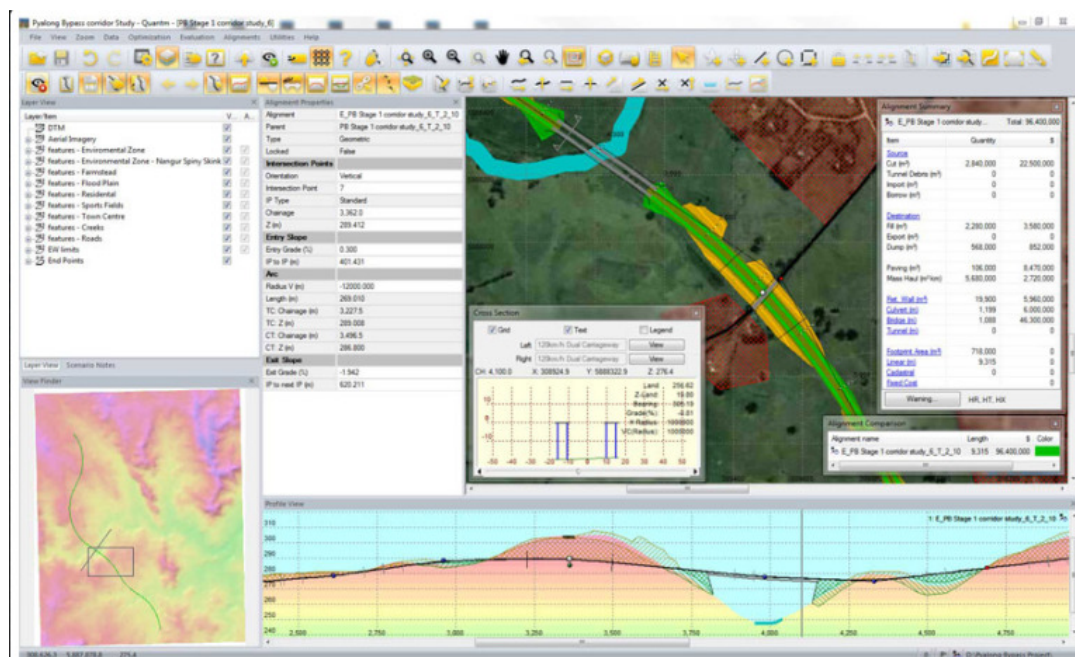
11.3 Quantm Alignment Planning System

Trimblen Quantm sovellus mahdollistaa kokonaisvaltaisen lähestymisen, joka yhdistää

- suunnittelustandardit
- maasto, geologisen ja hydrologisen tiedon
- ympäristönsuojelliset alueet
- alueiden omistajuuden
- kustannustiedon.

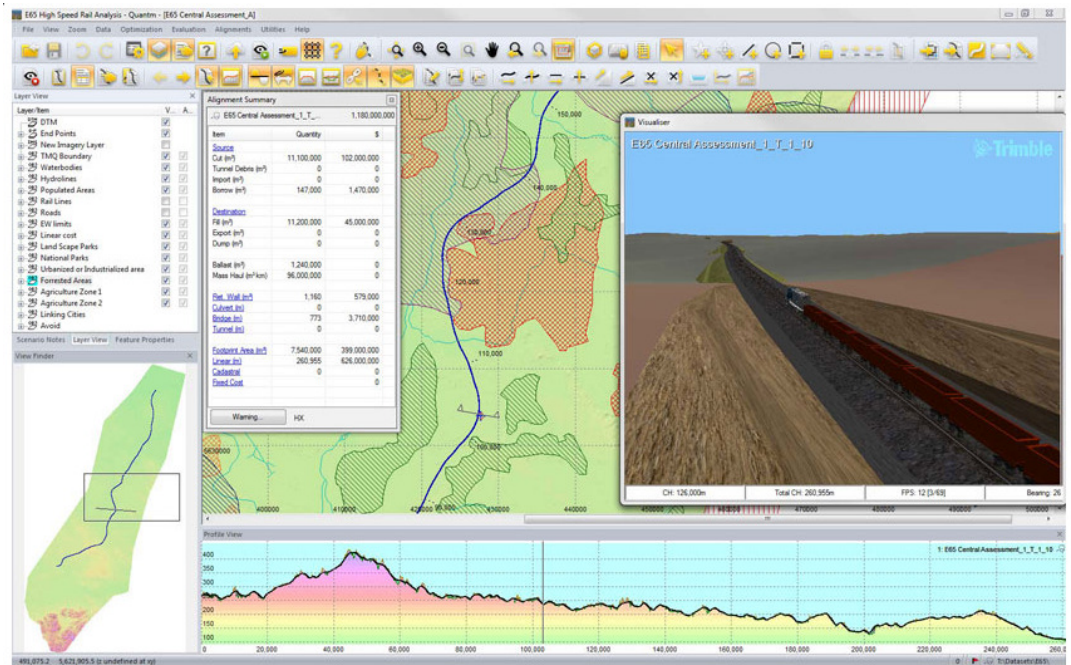
(Trimble 2014c.)

Projektia voidaan optimoida tietojen avulla tarkastelemalla muuttujia yhtäaikaisesti. Ohjelmistolla saadaan tuotettua optimaalisia linjausvaihtoehtoja teille ja rautateille. Valitun linjauksen kustannuksia voidaan päivittää reaaliajassa. Tieprojekteissa ohjelmisto soveltuu niin pienille ohitusteille kuin isoille moottoriteille (kuva 19), sekä uusiin projekteihin että linjauksen muutoksiin. (Trimble 2014c.)



KUVA 19. Moottoritien linjauksen optimointi (Trimble 2014c.)

Rautateillä voidaan hallita kaikkia ympäristöllisiä, kulttuurillisia ja yhteiskunnallisia asioita liittyen uuden rahti- ja matkustajajunan linjauksen kaavoitukseen. Ohjelmistolla saadaan esille parhaat linjausvaihtoehdot (kuva 20). (Trimble 2014c.)



KUVA 20. Rautatien linjauksen optimointi (Trimble 2014c).

12 OMAISUUDENHALLINTA

12.1 Novapoint IRIS

Vianovan Novapoint IRIS – ohjelmisto tarjoaa työkalut infraomaisuuden tietojenhallintaan sekä kunnossapidon ja hoitotoimenpiteiden suunnitteluun, seurantaan ja raportointiin. Se yhdistää katu- ja tieverkon sekä viheralueisiin liittyvät toimenpiteet ja tietosisällön toimivaksi kokonaisuudeksi. Uudistetussa versiossa katuverkon, viheralueiden ja varusteiden tietojenhallinta on entistä tehokkaampaa sekä uutuutena on myös integraatio Google Maps-palveluun (Vianova 2013b.)

IRIS on avoin järjestelmä, joka on toteutettu tietokantapohjaisesti Oracle-ympäristöön. Tietojen yhteiskäyttö on mahdollista paikkatietojen ansiosta. Järjestelmässä oleva tieto on helppoa levittää laajalle käyttäjäkunnalle IRIS Web-tuotteen avulla. Siihen voidaan sisällyttää erikoissovelluksia esimerkiksi lupien hallintaan tai venepaikkojen varaukseen. (Vianova 2013b.)

12.2 Tekla GIS

Tekla GIS on paikkatietojärjestelmä ja standardi tuotemalli rakennetun ympäristön tietojenhallintaan. Se koostuu seuraavista modulaarisista toimialasovelluksista:

- kunnalliset perusrekisterit
- kaavoitus
- kiinteistönmuodostus
- rakennusvalvonta
- kiinteistöomaisuuden hallinta
- katu- ja viheralueiden hallinta
- kunnossapito.

(Tekla 2013c.)

Keskitettyä tuotemallia käytetään kaiken rakennetun ympäristön tiedon tallentamiseen ja hallintaan. Malli tallennetaan tietokantaan, mikä mahdollistaa usean käyttäjän yhtäaikaista työskentelyä saman tiedon parissa. (Tekla 2013c.)

12.3 Inspect Tech

InspectTech ohjelmisto on työkalu siltojen, tunnelien, teiden ja raiteiden tarkastukseen, ylläpitoon sekä varallisuuden hoitoon. Sitä voidaan käyttää myös tierumpujen, kylttien, valopylväiden, hulevesien, suojakaiteiden sekä suojamuurien tarkastuksiin ja inventointiin. Bentley'n ohjelmisto on verkkopalvelu (SaaS), jota voidaan käyttää missä ja milloin vain. Tietoa voidaan käyttää in situ- tarkastuksiin, raportointiin, ylläpidon suunnitteluun, projektien priorisointiin ja töiden aikatauluttamiseen. Ohjelmisto käyttää hyväkseen paikkatietojärjestelmää ja se tukee muuan muassa videoiden, kuvien ja äänen käyttöä. (Bentley 2014d.)

13 LASERKEILAUS

13.1 Terrasolid

Terrasolid kehittää ohjelmistotuotteita, joita käytetään jalostamaan ilmasta tai siirrettävistä laserkeilaussysteemeistä saatua LiDAR ja kuvadataa. TerraScan-ohjelmistolla jalostetaan laserkeilausaineistoa. Se voi helposti käsitellä miljoonia pisteitä. Se on Terrasolid-tuoteperheen pääohjelmisto. Ohjelmistolla voidaan hallita, käsitellä ja visualisoida pistepilvitietoa. TerraModeler on MicroStationin päälle rakennettu sovellus maanpintojen mallinnukseen. Kolmioidun pintamallin luodaan esittämään maanpintaa, maalajikerroksia tai suunnittelupintoja. Lähtöaineistona voidaan käyttää laserkeilauksesta saatuja pisteitä. (Terrasolid 2012-2013b)

13.2 Trimble LASERGen

Trimble LASERGen ohjelmistoperheellä voidaan hallita suuria 3D-laserkeilausaineistoja. Ohjelmistot tukevat kaikkia projektin vaiheita virtuaalisella kävelyllä, tila-analyseillä, törmäystarkasteluilla sekä yhdistämällä CAD-työkalut tarkkaan suunnitteluun ja tarkasteluun. LASERGen Viewer on itsenäinen sovellus, jolla voidaan visualisoida 3D-laserkeilattua tietoa ja MicroStationin tai AutoCADin CAD-malleja samassa mallissa. (Trimble 2014f.)

14 KALLIORAKENTAMINEN

14.1 Sandvik iSure

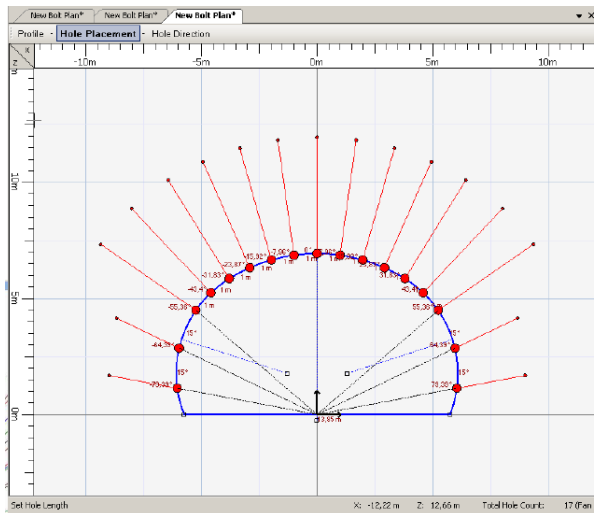
iSure (liite 3) on Sandvikin kehittänyt hallintaohjelmisto tunnelirakentamiseen ja kaivoksiin. Sillä suunnitellaan porakaavio räjäytys- ja louhintasuunnitelman mukaan. Ohjelmisto on tehokas työkalu projektin tiedonhallintaan ja analysointiin. Sen tarkoituksena on optimoida poraussuunnitelmat käytännöllisellä tasolla ja tuottaa kaikki tarvittava tieto seurantaan varten sekä parantaa poraus- ja räjäytyskiertoa. Ohjelmisto koostuu kolmesta osa-alueesta:

- iSure Tunnel
- iSure Report
- iSure Analysis.

(Sandvik 2012,1.)

Tunnelimoduuli sisältää poraus- ja räjäytyssuunnittelun, porakaavioiden suunnittelun, injektioaikien sijoittelun, tunnelin linjauksen ja projektitiedostot. Raportointimoduuli välittää puolestaan tiedot porauksen hallinnasta ja prosessin kehityksestä. Analyysimoduuli tarjoaa tiedonkeräyksen porauksen aikana sekä kiven rakenteen ja laadun analysoinnin. (Sandvik 2012, 2-4.)

Poraus- ja räjäytyssuunnitelmat perustuvat vaadittavaan lohkaroitumiseen, räjäytyksen kuormitukseen ja voimaan sekä rakoiluvyöhykkeen syvyyteen eri panostuksilla. Ohjelmistolla voidaan tallentaa pultitus reikien tiedot (kuva 21). Tietoja on helppo käyttää myöhemmin laadunvarmistuksen raportoinnissa (Sandvik 2012, 3-7).



KUVA 21. Pultitusreikien dokumentointi (Sandvik 2012,7).

Ohjelmisto sisältää tiedot tunnelin alasta, porakaavioista ja raportoinnista sekä mittauksista porauksen aikana. Vain saumaton vuorovaikutus porakaavioiden, räjähdysaineiden ja nallin hidasteiden välillä voi tuottaa parhaan mahdollisen louhintatuloksen. Tunneliprojekteissa kokonaisvaltainen lähestymistapa on välttämätöntä tavoitellessa laadukasta tunnelia. Tämä takaa myös säästöt kustannuksissa. Ohjelmistoa käytetään pääasiassa Sandvikin i-sarjan porajumboissa. (Sandvik 2012, 1-3)

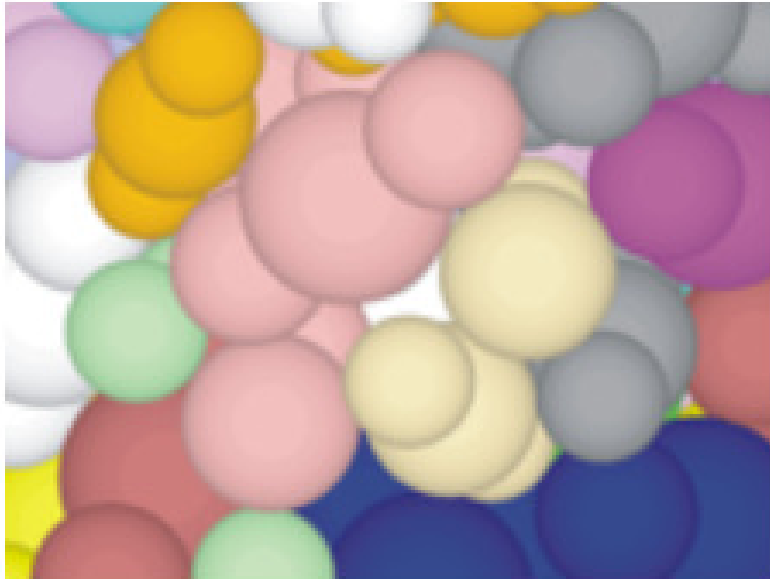
14.2 3DEC

ITASCA:n 3DEC-ohjelmisto on numeerinen mallinnusohjelmisto kallion, halkeilevien maakerroksien sekä rakenteellisten tukien geoteknisiin analyyseihin kolmiulotteisesti. Se simuloi reaktiot epäyhtenäisissä rakenteissa (kuten rakoilevassa kivessä tai muuruissa rakenteissa), jotka ovat alttiita staattiselle tai dynaamiselle kuormalle. Ohjelmisto käyttää selkeää ratkaisukaaviota, joka antaa stabiilin ratkaisun epävakaassa prosessissa. Sillä voidaan mallintaa suuria maanalaisia ja pintakaivantoja sekä muurattuja rakenteita. Ohjelmistolla voidaan esimerkiksi analysoida maanjäristyksen tai räjähdysten vaikutusta epäjatkuihin rakenteisiin. (ITASCA 2014a.)

14.3 PFC3D

PFC3D (Particle Flow Code in 3 Dimensions) on ITASCA:n ohjelmisto. Tarkemmin sanottuna se on jaksottainen koodi, jota käytetään analysoinnissa, testauksessa ja tutki-

muksessa kaikilla aloilla, missä vuorovaikutus irtonaisten kappaleiden (esiintyy suurta jännitystä ja/tai halkeamia) välillä on välttämätöntä. Ohjelmistoa ei ole suunniteltu vain tietyn tyyppisten ongelmien tutkimiseen vaan sen osaaminen ulottuu kaikkiin analyyseihin, jotka tarkastelevat osasten dynaamista käyttäytymistä. Ohjelmistolla materiaalit voidaan mallintaa joko sidottuina (liimattu) tai sitomattomina (rakeinen) partikkeli-joukkoina. Vaikka koodi käyttää pallomaisia partikkeleita oletusarvoisesti (kuva 22), voidaan osasten muoto määrittää ohjelmistolla. (ITASCA 2014c.)



KUVA 22. Pallomaiset partikkelit (ITASCA 2014c).

Toimivan kosketuskaavion havaitseminen ja selkeät menetelmien ratkaisut varmistavat, että laaja valikoima simulointeja, aina nopeasta virrasta hauraaseen murtumaan kiinteässä aineessa, mallinnetaan tarkasti ja nopeasti. Kaikki käytetyt yhtälöt dokumentoidaan. Ohjelmisto käyttää selkeää ratkaisukaaviota, joka antaa stabiilin ratkaisun epävakaassa prosessissa. Se kuvaa ei-lineaarisen käyttäytymisen ja sijainnin tarkkuudella, jota ei voi verrata tyypillisiin elementtiohjelmistoihin. (ITASCA 2014c.)

14.4 FLAC3D

ITASCA:n FLAC3D-ohjelmisto on numeerinen mallinnuskoodi kallion, halkeilevien maakerroksien sekä rakenteellisten tukien geoteknisiin analyyseihin kolmiulotteisesti. Ohjelmistoa käyttävät geotekniset-, maa- ja vesirakennus- sekä kaivosinsinöörit analysoinnissa, testailussa ja suunnittelussa. Se on suunniteltu soveltumaan kaikenlaisiin

geoteknisiin projekteihin, joissa jatkumoanalyysit ovat välttämättömiä. (ITASCA 2014b.)

14.5 Trimble 4D Control

Trimble 4D Control – ohjelmistolla tarkkaillaan siirtymiä ja liikkeitä luonnollisissa ja ihmisen tekemisissä rakenteissa. Se tuottaa tietoa, jolla voidaan ymmärtää liikkeen nopeutta, suuntaa ja voimakkuutta. Sovellus säätelee mittauksia, hallitsee ja analysoi tietoa reaaliajassa tai jälkikäteen. Sillä valvotaan esimerkiksi patoja, siltoja ja tunneleita. (Trimble 2014d.)

14.6 Novapoint Tunnel

Vianovan Novapoint Tunnel on työkalu tunneleiden yksityiskohtaiseen mallinnukseen. Tunneli on yhteydessä tieprojektiin ja siksi päivittyy automaattisesti silloin kun tiemallia muutetaan. Ohjelmisto tukee saumatonta tiedonsiirtoa erilaisiin porauslaitteistojen ohjausjärjestelmiin. Sillä on mahdollista yhdistää laserkeilattu data ja suunnitellun tunnelin 3D-mallin visualisointi. Näin saadaan mallinnettua tunnelin laserkeilattu pinta. (Vianova 2013d.)

Tunnelin geometria mallinnetaan suhteessa tiengeometriaan. Sisäprofiilin geometria yhdistyy tienpinnan reunalinjaan tiemallissa. Porauskaavion hahmotelma liitetään, joko sisäprofiiliin tai mallinnetaan itsenäisesti. Ohjelmistolla voidaan mallintaa tunnelin geometria kolmiulotteisesti. Mittaustieto on mahdollista siirtää LandXML -formaattissa. Sillä pystytään laskemaan ja raportoimaan tunnelin määritietoja, jotka voidaan siirtää suoraan Exceliin. (Vianova 2013d.)

15 ITSENÄISET JÄRJESTELMÄT

15.1 RIB

Tulevaisuudessa rakennuskoneet työskentelevät yhdessä tiiminä ja ovat aina tietoisia viimeisemmistä haasteista työmaalla. Saksassa kehitellään puoli-automaattisia koneita. Projekti on nimeltään AutoBauLogin. Se etenee kolmessa vaiheessa. Ensimmäisenä koneet varustetaan kolmiulotteisella hallintajärjestelmällä ja ohjelmistopohjaisella ”älyllä”. Kun kone pystyy tekemään työnsä puoli-itsenäisesti muuttuvassa ympäristössä, ottavat ohjelmiston kehittäjät käyttöön yhteistyön esimerkiksi kaivinkoneiden, puskutraktoreiden ja jyrien välillä. Nämä koneet muodostavat tiimin. Viimeisenä askeleena AutoBauLogin on tarkoitus varustaa koneet Internet-pohjaisella keskushallintajärjestelmällä. Tämän tehtävänä on varmistaa, että koneet kommunikoivat sekä reagoivat itsenäisesti viimeisimmän tiedon mukaan. Itsenäinen rakennuspaikka perustuu 6D-suunnitteluun, mikä tarkoittaa sitä, että aika, kustannukset ja laatu on lisätty kolmiulotteisiin suunnitelmiin. Ohjelmistoyhtiö RIB kehittää tähän projektiin ohjelmistoa. (RIB 2010, 18-20)

15.2 AutoMine

Sandvikin AutoMine-ohjelmistoperhe on kaikenkattava automaatiojärjestelmä maanpäälliselle ja – alaiselle kaivostoiminnalle. Se kattaa vaunusto ja yhden koneen automaatiojärjestelmän sekä prosessin hallintajärjestelmän. Ohjelmistojen avulla koneiden hoitajat voivat operoida miehittämättömiä työkoneita kojehuoneesta käsin. (Sandvik 2011.)

16 YHTEENVETO

16.1 Tulosten yhteenveto ja pohdintaa

Tämä opinnäytetyö oli osa Tampereen ammattikorkeakoulun ja VTT:n *Infra muutoksessa* – projektia. Sen yhtenä tarkoituksena oli tunnistaa tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia, joihin liittyi teknologian kehittyminen. Tästä aiheesta tehtiin huhtikuussa 2013 opinnäytetyö. Esa Sankalan tekemästä työstä *Infrarakentamisen uudet teknologiat* rajautui pois kaikki uudet atk-ohjelmistot ja sovellukset. Niiden tarkastelu nousikin esille jatkotutkimusehdotuksissa. Tämä työ tehtiin vastaamaan tätä tarvetta.

Opinnäytetyöhön liittyvä tiedonkeruu toteutettiin haastattelu-, kysely-, ja kirjallisuustutkimuksen avulla talven 2013-2014 aikana. Työn tuloksena saatiin kattava listaus infrasektorilla käytettävistä atk-ohjelmistoista. Tulosten yhteenveto on taulukoituna liitteessä 4. Ohjelmistoista esiteltiin yleisesti tärkeimmät ominaisuudet ja käyttökohteet. Jokaisesta tutkimuksissa esille tulleesta ohjelmistosta kerrottiin lyhyesti. Tällaisenaan ohjelmistot eivät ole täysin vertailukelpoisia, mutta tämän opinnäytetyön tarkoitus onkin antaa lukijalle käsityksen siitä, mikä on tulevaisuuden suuntaus atk-ohjelmistoissa sekä niistä syntyvistä osaamistarpeista. Yritysten tuotekehittely tiedot ovat salaisia, joten tarkasteluista puuttuu varmasti joitakin tulevaisuudessa tärkeitä ohjelmisto tyyppejä.

Yleisesti ottaen inframallinnus eli infran tietomallinnus on alan suuntaus. Tehokkuus paranee, kun kaikki tarvittava informaatio on koottuna yhteen malliin. Tavoitteena on siirtyä perinteisestä vaiheajattelusta älykkääseen koko elinkaaren sekä kaikki osa-alueet, toimijat ja toiminnot kattavaan tietomalleja hyödyntävään palvelutuotantoon. Mallinnuksen myötä kolmiulotteisiin suunnitelmiin liitetään aikataulu- ja kustannustietoja. Näin saadaan 4D- ja 5D-suunnitelmia.

Teknologian kehittyessä suunnitelmien vaatimukset kasvaa, mutta myös tarpeiden muuttuessa ohjelmistoilta osataan vaatia enemmän. Inframallinnuksen yleistyessä atk-ohjelmistojen kehityksessä tullaan ottamaan suuria harppauksia. Eräs edistys askel on ohjelmistojen muuttuminen pilvipalveluiksi (Saas). Tämä tarkoittaa ohjelmistojen hankkimista palveluna perinteisen lisenssipohjaisen tavan sijasta. Ohjelmistoja käytetään ja tietoja tallennetaan toimijan verkkopalvelussa tietokoneelle ladattavan ohjelmis-

tolisenssin sijaan. Töitä voidaan tehdä missä ja milloin vain, eikä tarvitse investoida tehokkaisiin tietokoneisiin. Nähtäväksi jää muuttaako tämä työkuulttuuria, sillä pilvipalvelut voivat mahdollistaa etätyönteon.

Haastatteluissa nousi esiin osaamistarpeita, joita syntyy uusien ohjelmistojen myötä vuoteen 2020 mennessä. Tärkein asia oli kuitenkin se, että mallinnus on tulevaisuutta ja ilman sitäkin suunnitelmat ovat kolmiulotteisia. Tulevaisuuden ohjelmistot ovat inframallipohjaisia ja tieto jaetaan inframallipalvelimilla. 3D-mallit ja keinotodellisuus ovat käyttöliittymänä. Dataa ei siirretä vaan jaetaan ja jalostetaan inframallipalvelimissa. Informaatio on kaikkien osapuolten saatavilla sekä hyödynnettävissä. Ohjelmistot ovat havainnollistavia projektinhallintatyökaluja. Tilaaja, suunnittelija ja urakoitsija tekevät tiivistä yhteistyötä koko hankkeen ajan. 2D-piirustusten sijasta suunnitelmat ovat 3D-malleja, joissa otetaan huomioon kustannukset ja aikataulut. Tämä on suuri harppaus ja vaatii muutosta ajatusmaailmassa. Urakoitsijoilla on työmaalla käytössä mobiililaitteet ja ohjelmistoilla voidaan kommunikoida työkoneiden tai suunnittelijoiden kanssa.

Suunnittelijoiden ja rakentajien ammattitaito korostuu entisestään, koska ohjelmistoilla voidaan luoda ja simuloida nopeasti ja hyvällä mallinnusosaamisella. Niiden tulee olla loppuun asti mietittyjä, sillä kaikki virheet ja epäselvät kohdat huomataan heti. BIM ja inframallinnus ovat siis tulevaisuudessa perusosaamista. Tietomallinnuksen myötä korostuu projektin hahmottaminen kokonaisuudessa. Tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan (myös työkoneiden kuljettajien) olisi hyvä tuntea ainakin mallintamisen perusteet, silloin sen ymmärtäminen ja kokonaisuuden hahmottaminen olisi helpompaa. Kaikilla tulee olla kokonaisnäkemys hankkeesta. Tärkeää on ymmärtää mihin inframallia tarvitaan ja varautua sen hyödyntämiseen. Projektia täytyy ajatella koko elinkaaren näkökulmasta. Jotta mallintamista voidaan tulevaisuudessa hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla, tulee opetuksen perustua tietomallipohjaiseen elinkaarenaikaiseen infrarakentamiseen ja kehittämiseen.

Inframallinnuksen siivellä on mahdollista parantaa alan käytänteitä ja luoda yhteisiä pelisääntöjä. Tilaajan pitää tietää mitä tilaa ja mitä tilaamiinsa hankkeisiin kuuluu. Suunnittelijan tulee tietää mitä suunnitella ja millaisia asiakirjoja mihinkin projektiin liittyy. Urakoitsijan pitää tietää miten jokin rakennetaan riittävän laadukkaasti. Nyt olisi helppo yhtenäistää suunnitelmien ulkonäöllisiä ja sisällöllisiä vaatimuksia. Tähän liittyy myös työntekijöiden ammattitaito, joka täytyy pitää hyvällä tasolla.

Uusista ohjelmistoista tai teknologioista huolimatta osaamistarpeet voidaan tiivistää seuraaviin sanoihin: perehdytys, yhtenäistäminen ja ammattitaito. Kouluissa pitäisikin teorian lisäksi olla enemmän tosielämään linkittyneitä projektitöitä myös infra-alalla.

16.2 Tulosten arviointi

Uusia ja vanhoja uudistuneita ohjelmistoja löytyi tähän työhön kattavasti. Aihe on laaja sekä 2000-luvulla ohjelmistoja on kehitetty valtavasti ja uusia on syntynyt. Keskityin tässä työssä pääasiassa lopputuotteen tekemistä avustaviin ohjelmistoihin ja muun muassa palkanmaksuun liittyvät ohjelmistot jäivät tarkastelusta kokonaan ulkopuolelle. Kunnossapito on toinen suuri aihealue, joka jäi tarkastelematta. Aiheen laajuuden vuoksi kaikkia ohjelmistoja ei tällä aikataululla ollut mahdollista käsitellä.

Alan kirjallisuuden ja Internetin tutkiminen toivat uusia ohjelmistoja esille kattavasti. Haastatteluissa esiinnoisseiden ohjelmistoyritysten tiedot löytyivät helposti. Mutta muuten tiedonhaku oli hidasta ja erilaisia hakusanoja joutui miettimään tarkasti. Uusia ohjelmistoja kehitetään jatkuvasti, mutta niiden tutkimukset ja tiedot ovat salattuja. Tämän takia tuloillaan saattaa olla ohjelmistoja, jotka eivät nousseet tutkimuksissa esille ja siitä johtuen osa tulevista ohjelmistoista on saattanut jäädä pimentoon.

Toinen kirjallisuustutkimuksen ongelmista aiheutui kielestä. Ohjelmista siis saattoi löytyä esitteitä englanniksi. Ongelmana olikin niiden suomentaminen. Esitteissä käytetty kieli oli paikoitellen todella teknistä ja vaarana olikin tiedon väärinymmärtäminen. Ohjelmien sisältöön ei aina löytynyt yksiselitteistä suomennosta, jolloin vaarana olikin ”omien” ominaisuuksien keksiminen.

Ohjelmistojen uutuuden määrittäminen tuotti ongelmia. Harvemmin kirjallisuustutkimuksen kautta löytyi selvää vastausta ohjelmiston uutuuteen ja haastatteluissakin esiinnoisseet ohjelmistot saattoivat jollekin olla uusia kun taas joku toinen on käyttänyt sitä jo usean vuoden ajan. Haastattelu- ja kirjallisuustutkimuksen jälkeen olisi pitänyt olla yhteydessä jokaisen ohjelmiston edustajaan ja tiedustella ohjelmistokohtaisesti niiden uutuutta, hyötyjä ja käyttökohteita. Ohjelmistoista kertovissa esitteissä kerrotaan yleisesti vain tärkeimmät ominaisuudet ja käyttökohteet. Tämän takia osasta ohjelmistoista

on saattanut jäädä huomioimatta joitakin tärkeitä tietoja, ominaisuuksia tai käyttökohteita.

Haastatteluissa nousi esiin eri ohjelmistoja, jonka jälkeen niiden tiedot oli helppo löytää ohjelmistoyrityksen kotisivuilta. Samalla esiin nousi muita kiinnostavia ohjelmistoja. Kyselyiden avulla saatiin kerättyä uusien ohjelmistojen nimiä, mutta paremmin tietoa saatiin syntyvistä osaamistarpeista.

Laajemman kokonaisuuden saavuttamiseksi haastatteluja olisi pitänyt tehdä laajemmin, jopa kahdessa osassa. Osa-alueita tarkemmin rajaamalla olisi voinut keskittyä joihinkin ohjelmistoihin kertoen niistä tarkemmin. Haastattelun ja kirjallisuustutkimuksen jälkeen olisi voinut selvittää ohjelmistojen käyttäjiä ja tehdä heille haastatteluja. Tällä tavalla ohjelmistosta olisi saanut enemmän tietoa.

Toisaalta tällaisenaan opinnäytetyö esittelee yleisesti ohjelmistoja ja antaa toivon mukaan vinkkiä siitä mihin suuntaan ollaan menossa. Tarkoituksena ei ollutkaan kertoa ohjelmistoista kattavasti listaten kaikki niiden ominaisuudet ja käyttökohteet. Tämän työn avulla ammattilaisilla on käsitys siitä millaisia ohjelmistoja ja ohjelmistoyrityksiä on. Tämän jälkeen onkin helppo löytää tarkempaa tietoa ohjelmistoista yritysten kotisivuilta. Tällä aikataululla ja opinnäytetyön tekemiseen varatun ajan huomioiden raportista tuli kaiken kaikkiaan kattava.

16.3 Jatkotutkimusehdotus

Inframallinnuksen myötä alalle tulee paljon uusia ohjelmistoja tulevana vuosina. Tämän takia tutkimusta olisi tarpeen jatkaa ja mahdollisesti syventää sekä rajata tutkimuksen päämäärästä riippuen. Kymmenen vuoden päästä tässä työssä listatut ohjelmistot alkavat olla vanhentuneita. Uusia ohjelmistoja on kehitetty tai vanhojen ominaisuudet ovat muuttuneet inframallinnuksen vakiintuessa. Tällä alueella riittää varmasti tutkittavaa aina. Tulokset auttavat hahmottamaan tulevaisuuden suuntauksen ohjelmisto puolella ja yritykset pystyvät paremmin suuntaamaan investointejaan ja koulutustarpeitaan.

LÄHTEET

- Autodesk 2013a. AutoCAD Civil 3D. Luettu: 12.1.2013.
<http://www.autodesk.fi/products/autodesk-autocad-civil-3d/overview>
- Autodesk 2013b. BIM 360. Luettu: 12.1.2013. <http://www.autodeskbim360.com/>
- Autodesk 2013c. Infrastructure Map Server. Luettu: 12.1.2013.
<http://www.autodesk.com/products/autodesk-infrastructure-map-server/overview>
- Autodesk 2013d. InfraWorks. Luettu: 12.1.2013.
<http://www.autodesk.com/products/infracore-family/overview>
- Autodesk 2013e. Navisworks. Luettu: 12.1.2013.
<http://www.autodesk.com/products/autodesk-navisworks-family/overview>
- Bentley 2014a. Bentley Descartes V8i. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/Bentley+Descartes/>
- Bentley 2014b. Bentley Rail Track V8i. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/Bentley+Rail+Track/>
- Bentley 2014c. Bentley Utilities Designer V8i Luettu: 12.1.2014.
<http://www.bentley.com/fi-FI/Products/Bentley+Utilities+Designer/>
- Bentley 2014d. InspectTech. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/InspectTech/>
- Bentley 2014e. Optram. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/Bentley+Optram/>
- Bentley 2014f. PowerCivil for Finland. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/PowerCivil+for+Finland/>
- Bentley 2014g. Power GEOPAK. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/Power+GEOPAK/>
- Bentley 2014h. ProjectWise. Luettu: 23.4.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/projectwise+project+team+collaboration/>
- Bentley 2014i. RM Bridge. Luettu: 12.1.2014. <http://www.bentley.com/fi-FI/Products/RM+Bridge/>
- Cad Q 2014. Autodesk Infrastructure modeler. Luettu: 10.3.2014
<http://www.cad-q.com/fi/tuotteet/tuotteet/autodesk-infrastructure-modeler>
- Esri 2014. CityEngine: kaupunkien mallinnusta. Luettu: 9.1.2014.
http://www.esri.fi/arcgis_tuotteet/esri-ratkaisutuotteet/esri_cityengine-kaupunkien_3d-mallinnus/
- Exactal 2013. The 21st century Estimating Solution for BIM. PDF.

Exactal 2014. CostX. Luettu: 6.1.2014. <http://www.exactal.com/products/costx-bim>

Hirsjärvi & Hurme 2008. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino 2008

Hohto Labs Oy. 2013. Kuura. Luettu: 5.1.3.2014. <http://www.hohtolabs.com/fi>

Hörkkö, T. 2014. Vice President Executive. Infra-alan uudet atk-ohjelmistot. Sähköpositiivisesti.

InfraBIM 2014. Tietomallintaminen uudistaa infra-alan. Luettu: 4.3.2014. <http://www.infrabim.fi/index.htm>

ITASCA 2014. 3DEC. Luettu: 12.1.2014. <http://www.itascacg.com/software/3dec>

ITASCA 2014. FLAC3D. Luettu: 12.1.2014. <http://www.itascacg.com/software/flac3d>

ITASCA 2014. PFC3D. Luettu: 12.1.2014. <http://www.itascacg.com/software/pfc3d>

Jaakkola M. 2013, Mallipohjainen Infrarakentaminen. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Keypro 2012a. KeyAqua. Luettu: 2.2.2014. <http://www.keypro.fi/keyaqua>

Keypro 2012b. KeyCom. Luettu: 2.2.2014. <http://www.keypro.fi/keycom>

Keypro 2012c. KeyEnergy. Luettu: 2.2.2014. <http://www.keypro.fi/keyenergy>

Keypro 2012d. KeyLight. Luettu: 2.2.2014. <http://www.keypro.fi/keylight>

Keypro 2012e. KeyYJK. Luettu: 2.2.2014. <http://www.keypro.fi/keyyjk>

Linkedin 2014. Linkedin. Luettu: 10.3.2014. <https://www.linkedin.com/>

Luu5 2014. Yleistä tietoa Saas-ohjelmistoista. Luettu: 4.3.2014. <http://www.luu5.fi/?sivu=saas&sub=yleista>

Profox companies 2013. Navisworks. Luettu: 23.1.2014. <http://www.profox.com/#!navisworks/cqsy>

RIB 2010. Autonomous Control in Construction Site Logistics. Transparent 36/2010, 18-20

RIB 2014. RIB iTWO. Luettu: 7.1.2014. <http://www.rib-software.com/en/landingpage/rib-itwo.html>

RIL 2014. Tietomallinnus. Luettu: 4.3.2014. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

Routio 2007. Tiedon hakeminen teksteistä. Luettu: 4.3.2014. <http://www2.uiah.fi/projekti/metodi/040.htm#practica>

Saksi, V. 2014. Toimitusjohtaja. Teknologioilla tuottavuutta -seminaari

Sandvik 2011. Mine automation systems. Luettu: 4.3.2014.

<http://mining.sandvik.com/sandvik/0120/Global/Internet/S003137.nsf/LUSL/SLFrameForm1A770BC5B2A975293C1257965003C974F?OpenDocument>

Sandvik 2007. News. Luettu:5.12.2013.

<http://www.understandingunderground.sandvik.com/news/>

Sandvik 2012. Sandvik iSURE Tunnel management software. Technical Specification 5-9700-D 2012-11-02.

SvD kultur 2009. BILDSPECIAL: Nya Slussen I skisser. Luettu: 5.1.2014.

http://www.svd.se/kultur/bildspecial-nya-slussen-i-skisser_2750509.svd

Tekla 2013a. Tekla BIMsight. Luettu: 28.1.2014. <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-bimsight>

Tekla 2013b. Tekla Civil. Luettu: 28.1.2014. <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-civil>

Tekla 2013c. Tekla GIS. Luettu: 28.1.2014. <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-gis>

Tekla 2013d. Tekla NIS. Luettu: 28.1.2014. <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-nis>

Terrasolid 2012-2013a. TerraPipe, TerraPipeNet, TerraGas and TerraHeat- Design and Maintain Pipelines. Luettu: 26.1.2014.

<http://www.terrasolid.com/products/terrapipepage.html>

Terrasolid 2012-2013b. TerraScan-Software for LiDAR Data Processing and 3D Vector Data Creation. Luettu: 26.1.2014.

<http://www.terrasolid.com/products/terrascanpage.html>

Tietohippu Oy 2014. RAIKU2-tarjouslaskentaohjelma. Luettu: 21.4.2014.

<http://www.raiku2.fi/>

Tocoman 2010. Products – BIM based Takeoff, Estimating and More.. Luettu:11.1.2014.

<http://www.tocoman.com/bim>

Topcon 2013a. DynaRoad. Luettu: 26.1.2014.

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

Topcon 2013b. Sitelink 3D. Luettu: 26.1.2014.

<http://www.topconpositioning.com/products/software/network-applications/sitelink3d>

Transoftsolution. 2013a. Auto TURN Professional 3D. Luettu: 1.1.2014.

<http://www.transoftsolutions.com/autoturnpro>

Transoftsolution. 2013b. Auto TURN Rail 3D. Luettu: 1.1.2014.

<http://www.transoftsolutions.com/autoturnrail>

Trimble 2014a. Connected community. Luettu: 2.2.2014.

<http://construction.trimble.com/products/software-solutions/connected-community>

Trimble 2014b. Incident and outage management software for utilities. Luettu: 2.2.2014. http://www.trimble.com/utilities_field_solutions/eRespond.aspx

Trimble 2014c. Road Alignments. Luettu: 2.2.2014. <http://www.trimble.com/alignment/road-alignment.aspx>

Trimble 2014d. Trimble 4D Control. Luettu: 2.2.2014. <http://www.trimble.com/infrastructure/trimble-4d-control.aspx?dtID=overview&>

Trimble 2014e. Trimble Connect. Luettu: 2.2.2014. <http://www.trimblewater.com/connect.html>

Trimble 2014f. Trimble LASERGen. Luettu: 2.2.2014. <http://www.trimble.com/3D-laser-scanning/lasergen.aspx?dtID=overview&>

Trimble 2014g. Visionlink. Luettu: 2.2.2014. <http://construction.trimble.com/products/software-solutions/visionlink>

Vianova 2013a. NovapointDCM 19 ja QuadriDCM. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianova.fi/BIM/BIM-Uutiset/NovapointDCM-19-ja-QuadriDCM#.UzbQD4WeGXA>

Vianova 2013b. Novapoint IRIS. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianova.fi/index.php/Tuotteet/Novapoint/Novapoint-IRIS#.UzbSe4WeGXA>

Vianova 2013c. Novapoint Railway. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianovasytems.com/Industries/Road/Novapoint-Railway#.UzbPdoWeGXA>

Vianova 2013d. Novapoint Tunnel. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianovasytems.com/Industries/Road/Novapoint-Tunnel#.UzbS9oWeGXA>

Vianova 2013e. Novapoint Utility Network. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianova.fi/Tuotteet/Novapoint/Novapoint-Utility-Network#.UzbQa4WeGXA>

Vianova 2013f. Novapoint VDC Live. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianova.fi/index.php/VDC/Novapoint-VDC-Live#.UzbRFoWeGXA>

Vianova 2013g. Novapoint VDC Sketch. Luettu: 5.1.2014. <http://www.vianova.fi/index.php/VDC/Novapoint-VDC-Sketch#.UzbRooWeGXA>

Vianovan tietomalliesimerkki 2014. Vuores. Luettu: 4.3.2014 <http://www.ril.fi/media/files/tietomallit/vuores01.png>

Vico Software 2014a. Vico 5D Presenter 2008. Luettu:5.1.2014. <http://www.vicosoftware.com/products/5d-presenter-2008-/tabid/86047/Default.aspx>

Vico Software 2014b. Vico Office. Luettu:5.1.2014. <http://www.vicosoftware.com/products/office-suite/tabid/86036/Default.aspx>

Vico Software 2014c. Virtuaalirakentaminen. Luettu:5.1.2014.
<http://www.vicosoftware.com/finnish-homepage-vico-software-/tabid/85994/Default.aspx>

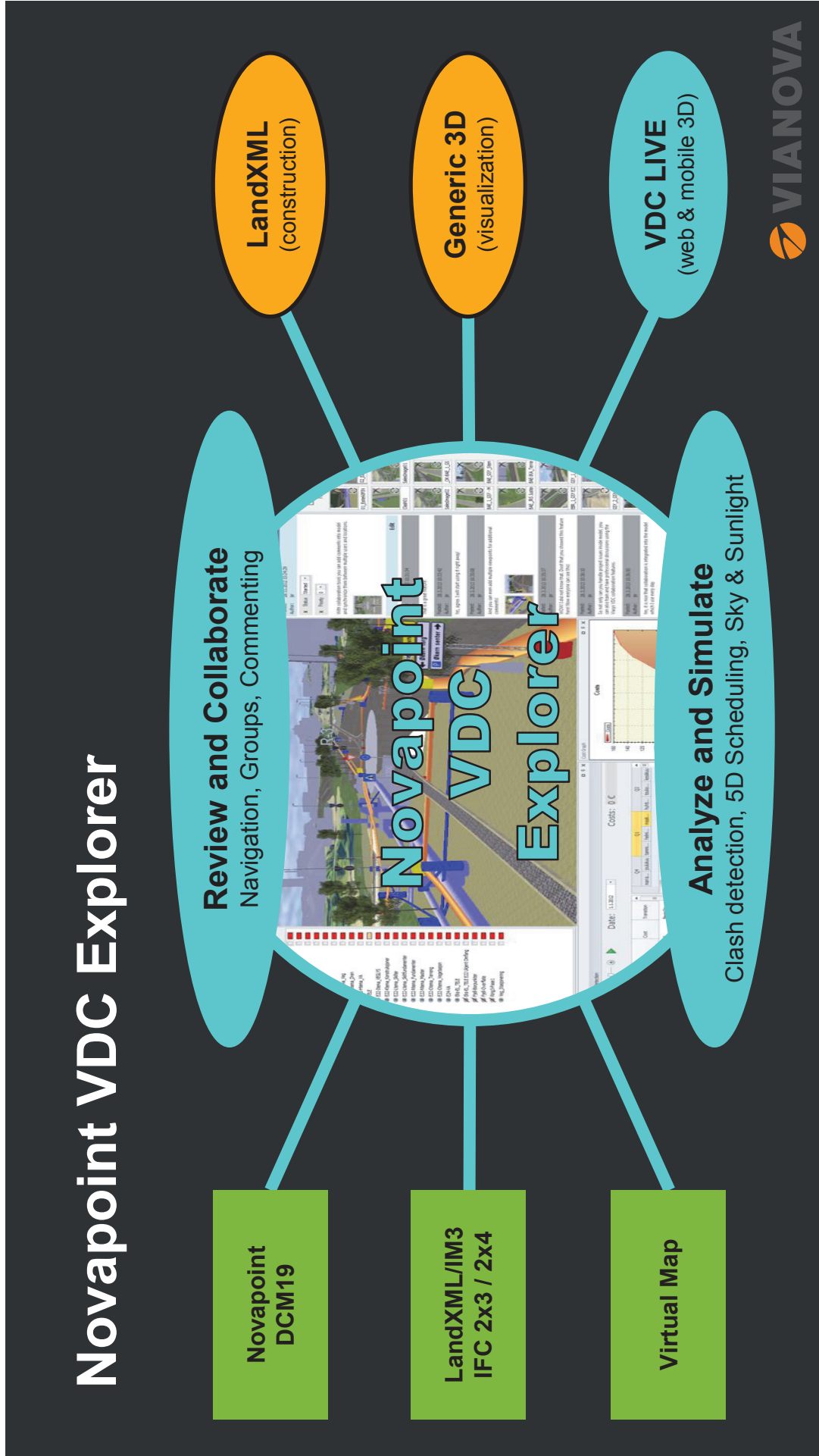
Vico Software.SE 2014. Projektexempel. Luettu: 5.1.2014.
<http://www.vicosoftware.se/sidor/ett-av-sveriges-mest-intressanta-byggprojekt.aspx>

Yammer 2014. Why Yammer? Luettu: 10.3.2014. <https://www.yammer.com>

LIITTEET

Liite 1. Haastattelu-/kyselytutkimuksen kysymykset

1. Mitä uusia (kokonaan uusi tai vanha ominaisuuksiltaan selvästi muuttunut) atk-ohjelmistoja teillä on käytössä (2010-luvulla hankittu) tai olette ajatelleet ottaa käyttöön?
2. Oletteko kuulleet uusista ohjelmistoista?
3. Keneltä kannattaisi kysellä atk-ohjelmistoista?
4. Oletteko kuulleet ohjelmistoista, joilla voi mallintaa vanhaa infraverkoston tai kartoittaa sen kuntoa?
5. Millaisia ominaisuuksia uskotte tulevaisuuden atk-ohjelmistoissa olevan?
6. Onko näistä johdettavissa uusia infra-alan osaamistarpeita vuoteen 2020 mennessä?





Sandvik iSure revolutionizes professional tunneling

Software tool for managing tunnel excavation in underground civil engineering and mining

Sandvik's new tunnel planning software iSure takes underground excavation into a new level of professionalism. The power and strength of the iSure lies on planning the drilling pattern in terms of blasting and excavation work. The iSure offers an efficient way for tunneling project information analysis and management. It includes tunnel lines, drilling patterns, reporting and measuring-while-drilling features and consists of three separate modules: iSure Tunnel, iSure Report and iSure Analysis.

Only seamless interaction of drilled pattern, charged explosives and detonators delays can provide optimum excavation results in terms of round bottom and profile control, drilled meters, powder factor, pull-out rate, vibration control, tunnel advance and costs. Therefore, an overall approach for the tunneling project is an absolute necessity when excavation quality is on focus.

"The iSure software takes underground excavation planning onto a totally new level. It supports high quality excavation and offers an efficient way of managing the process. I am convinced that iSure users will find their tunneling project to advance faster and with a much better result", says **Pertti Koivunen**, Product Manager for Tunneling jumbos at Sandvik.

The iSure software tool for tunneling and mining offers a project tree for combining all tunnel plans in one project. A tunnel plan, in turn, combines a curve table, tunnel profiles, drill plans, lasers and data collection files, all of which you can also control separately. It also supplies two-by-two views for project, tunnel line, drill and blast design and reporting.

One of the new advanced features in the iSure is that it uses explosive power and specific charging requirement of the different parts of the tunnel cross section, weight and power of explosive charges in holes as well as the depth of fracture zones as the basis for the drilling and blasting pattern design. Additionally, the fracture zone can be visualised during the preparation of the pattern.

A major strength in the Sandvik iSure is that, as opposed to the traditional approach where the initial drilling surface is used, it utilizes the level of hole ends, where the excavation is at its most demanding and where more energy is needed to break and loosen rock, for calculating the hole spacing and burden. This means optimized blasting as per plan which, in turn, leads to better pull-out, decreased need for scaling, increased loadability of rock and smoother collaring in the following round.

In the drill pattern, the iSure offers a possibility to define a range of different hole types such as contour holes, field holes, grouting holes, etc. that will utilize their own parameters. In other words, the drilling result can be optimized as per the requirement: the contour holes need a more careful and longer collaring phase as well as lower drilling power, whereas more power can be used to drill field holes to decrease the round time. This makes the excavation process faster and more accurate.

Due to the iterative nature of the drilling pattern design, a special focus in the software planning lied on the editability of the patterns. Once the basis for blasting in a particular rock type exist, it is easy to utilize the information – weight and power of explosive charges, round bottom shape, excavation tolerance and cut - in other profiles. This feature greatly promotes reuse of the information and accelerates the design work. All reasoning behind a particular design remain with the pattern.

Sandvik has developed the iSure software in close co-operation with its customers. One of the main targets for the software development was to make finding optimum parameters for drilling and blasting easy. A key person in the process was Mr. **Martti Keskinen**, Development Manager at Lemminkäinen Infra Oy. "The iSure software supports drill pattern optimisation and transfer of approved parameters into new patterns. Information on different rock types is continually added to the library. The use of this information reduces the need for empirical research and the time required to calculate the correct pattern. In addition, automatic calculation function makes modifying the pattern fast", Keskinen explains.

Sandvik iSure also offers the possibility to generate printable documents from the plans. These can be directly used as official documents, i.e. with the authorities and other interest groups.

Postal address:

Sandvik Mining and
Construction Oy
P.O. Box 100
TAMPERE
Finland

Telephone

www.sandvik.com

Telefax

+358 205 44 121

+358 205 44 120



The iSure software consists of three modules: iSure Tunnel, iSure Report and iSure Analysis. The Tunnel module includes drill and blast design, drilling pattern design, longhole patter, tunnel line and project files. The Report module supplies a round report for drilling management and process development, and the Analysis module offers measuring-while-drilling data collection and reporting for analyzing rock structure and characteristics. This data can also be exported into Microsoft Excel.

The Sandvik iSure is designed primarily for use in the Sandvik i-series intelligent tunneling jumbos but it can be applied for drilling and blasting pattern design in other computerized Sandvik tunneling and drifting jumbos, too.

For further information, please contact:

Nina Lehtonen, Marketing Communications, Sandvik Mining and Construction Oy
Tel. +358 205 44 121 E-mail:nina.lehtonen@sandvik.com

Sandvik is a global industrial group with advanced products and world-leading positions in selected areas – tools for metal cutting, machinery and tools for rock excavation, stainless materials, special alloys, metallic and ceramic resistance materials as well as process systems and sorting systems. The Group had at the end of 2006 about 42,000 employees and representation in 130 countries, with annual sales of more than SEK 72,000 M.

Sandvik Mining and Construction is a business area within the Sandvik Group and a leading global supplier of machinery, cemented-carbide tools, service and technical solutions for the excavation of rock and minerals in the mining and construction industries. Annual sales 2006 amounted to about SEK 25,000 M, with approximately 12,200 employees.

RAUTATIET

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Transoftsolution	Auto TURN Rail 3D	kevyt raitiotiet	kaavoitus, suunnittelu	analysointi ja suunnittelu 3D ohjelmisto
Vianova	Novapoint Railway	rautatiet	suunnittelu	Rautateiden suunnittelu ohjelmisto. Suunnitelmat voidaan visualisoida 3D-mallissa.
Bentley	Rail Track	rautatiet	esiselvitys, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	alustavaan sekä seikkaperäiseen kolmiulotteiseen rautateiden suunnitteluun
Bentley	Optram	rautatiet, omaisuudenhallinta	ylläpito	Rautateiden ylläpitopäätöksiä tukeva ohjelmisto

KADUT JA TIET

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Transoftsolution	Auto TURN Professional 3D	kadut,tiet	kaavoitus, suunnittelu, käyttö	mallintaa, analysoi ja visualisoi ajoneuvojen 3D ajouria
Vianova	Novapoint ^{DCM} 19	infrasuunnittelu	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	infran suunnittelujärjestelmä
Autodesk	AutoCAD Civil 3D	yhdyskuntasuunnittelu	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	Yhdyskuntasuunnittelu-ohjelmisto, joka tukee tietomallinnustyön kulkua.
Bentley	Power GEOPAK	liikenneverkosto	esiselvitys, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	Liikenneverkoston suunnittelu koko elinkaaren ajan
Tekla Corporation	Tekla Civil	infraverkko	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	tuotemalli ja muokkaustyökalut infrastruktuuritiedon hallintaan
Bentley	PowerCivil for Finland	infrasuunnittelu	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	infrastruktuurin suunnittelun ja rakentamisen erilaisiin projekteihin soveltuvan toimintaympäristön

SILLAT

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Bentey	RM Bridge	sillat	suunnittelu, rakentaminen	sillan 4D-suunnitteluohjelmisto

VERKOSTOT

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Vianova	Novapoint Utility Network	infraverkostot	suunnittelu, käyttö, ylläpito	vesihuoltoverkostojen luonti ja hallinta
Bentley	Utilities Designer	sähkö-, kaasu-, vesi- ja jätevesiverkosto	suunnittelu, ylläpito	Ohjelmisto yhdistää paikkatietojärjestelmään pohjautuvan suunnittelun, pikaisen kustannusarvioinnin ja ylläpidon suunnittelun.
Terrasolid	TerraHeat	kaukolämpöverkosto	suunnittelu	kaukolämpöverkoston 3D-suunnittelu
Terrasolid	TerraPipe	vesi- ja viemäriverkosto	suunnittelu	vesi- ja viemäriverkoston 3D-suunnittelu
Tekla Corporation	Tekla NIS	infraverkostot	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	verkkotietojärjestelmä verkko-omaisuuden dokumentointiin ja hallintaan
Trimble	eRespond	vesijohtoverkosto, jätevesiverkosto	ylläpito	työkalu vesihuoltoverkoston ongelmien hallintaan, ratkaisuun ja raportointiin
Keypro	KeyCom	televerkko	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	televerkon verkkotietojärjestelmä selaimessa
Keypro	KeyAqua	vesi- ja viemäriverkostot	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	vesi- ja viemäriverkoston verkkotietojärjestelmä selaimessa
Keypro	KeyLight	katuvalo- ja sähkönjakeluverkosto	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	katuvalo- ja sähkönjakeluverkoston hallinta selaimessa
Keypro	KeyEnergy	energiaverkot	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	energiaverkoston hallinta selaimessa
Keypro	KeyYJK	infraverkostot	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	selainpohjainen tietojärjestelmä kartta-aineistojen yhdistelyyn

RAKENTAMINEN

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Hohto Labs Oy	Kuura	infratyömaat (Google Maps)	kaavoituksesta ylläpitoon	projektinohjausjärjestelmä
Vico Software	Vico Office	isot, monialaiset rakennusprojektit	rakentaminen	voidaan julkaista ja yhdistää useanlaisia rakennustietomalleja, sekä täydentää niitä kustannus- ja aikataulutiedoilla.
RIB	iTWO	väylät, mm. rautatiet, tiet	suunnittelu, rakentaminen	yhdistää määrälaskennan sekä kustannustiedot hankkeiden 3D-malleihin eli tuottaa suunnitelmien 5D-malleja
Topcon	Sitelink 3D	infratyömaat	rakentaminen	työmaan kommunikointi ja hallintasovellus
Topcon	Magnet	infratyömaat	suunnittelu, rakentaminen	automaatiotyömaan hallintasovellus
Trimble	Visionlink	infratyömaat	rakentaminen	työmaan hallintasovellus
Topcon	DynaRoad	moottoritiet	rakentaminen	aikataulutus, tuotannon ja maansiirron hallinta

KUSTANNUSLASKENTA

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Exactal	CostX	kustannus- ja määrätieto	suunnittelu, rakentaminen	yhdistää määrälaskennan sekä kustannustiedot hankkeiden 3D-malleihin eli tuottaa suunnitelmien 5D-malleja
Tocoman	TCM PRO	kustannuslaskentatieto	suunnittelu, rakentaminen	tuoterakennepohjaista määrä- ja kustannuslaskentaa tukeva tuote
Tietohippu Oy	RAIKU2	tarjouslaskelmat	rakentaminen	tarjous- ja urakkalaskentaohjelma

YHTEISTYÖALUSTA

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Vianova	Quadri ^{DCM}	rakennusprojektit	suunnittelu	yhteistyöalusta, tiedonhallintaratkaisu
Autodesk	NavisWork	rakennusprojektit	suunnittelu, rakentaminen	työkalu projektien hallintaan ja koordinointiin
Autodesk	BIM 360 - ohjelmistot	rakennusprojektit	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	Pilvipalvelu rakennushankkeiden koordinointiin ja hallintaan, joka tarjoaa pääsyn yhdistettyihin projektitietoihin missä ja milloin vain.
Autodesk	Infrastructure Map Server	nettipohjainen kartta-aineisto	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	Paikkatietokarttojen julkaisu ja jako
Tekla Corporation	Tekla BIMsight	tietomallit	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	työkalu projektiyhteistyöhön 3D-mallien yhdistämiseen, jakamiseen, tarkasteluun ja kommentointia varten
Trimble	Trimble Connect	yhteydenpito	ylläpito	työkalu, jolla työnjohto voi antaa työmääräyksiä työntekijöille. Työtekijä voi tarkastella reaaliaikaisia tietoja työkohteesta.
Trimble	Trimble Connected Community	projektit	rakentaminen	verkkopohjainen tiedonhallintajärjestelmä
LinkedIn	LinkedIn	yhteydenpito	kaikki	ammattillinen verkosto
Microsoft	Yammer	yhteydenpito	kaikki	yksityinen sosiaalinen verkosto
Vianova	VDC Explorer	tietomallit	suunnittelu, rakentaminen	sovellus, jolla voidaan analysoida, tarkastella ja kommentoida malleja.
Bentley	ProjectWise	yhteydenpito	suunnittelu, rakentaminen	suunnitteluryhmän yhteysjärjestelmä

VISUALISOINTI

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Vico Software I	Vico 5D Presenter 2008	5D-malli	rakentaminen	3D-rakennusmallien simulointi yhdessä kustannusten ja aikataulutietojen kanssa visuaalisessa ympäristössä.
Vianova	Novapoint VDC Live	virtuaalimallit	suunnittelu, rakentaminen	Rakennushankkeiden virtuaalimallien julkaisu
Bentley	Descartes	kuvantaminen	-	3D-kuvien jalostus alusta
Autodesk	InfraWorks	maa-, liikenne-, vesi ja energiarakentaminen	kaavoitus, yleissuunnittelu	luodaan 3D-malli maarakentamisen, liikennesuunnittelun ja kaupunkisuunnittelun tuottamista suunnitelmista ja ehdotuksista rakennetussa ympäristössä

LUONNOSTELU

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Vianova	Novapoint VDC Sketch	liikenneverkosto	esiselvitys	Hankkeen alkuvaiheen luonnostelu ja vaihtoehtojen vertailu
Esri	CityEngine	kaupunkisuunnittelu	kaavoitus, esiselvitys, suunnittelu	kaupunkien 3D-mallien luonti
Trimble	Quantm	tiet, rautatiet	kaavoitus	Tie ja rautatie linjausten optimointiin

OMAISUUDENHALLINTA

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Vianova	Novapoint IRIS	katu- ja tieverkosto, viheralueet, varusteet yms.	käyttö, ylläpito	työkalut infraomaisuuden tietojen hallintaan sekä kunnossapidon ja hoitotoimenpiteiden suunnitteluun, seurantaan ja raportointiin
Tekla Corporation	Tekla GIS	paikkatietojärjestelmä	kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	paikkatietojärjestelmä rakennetun ympäristön tietojen hallintaan
Bentley	InspectTech	omaisuudenhallinta	ylläpito	työkalu siltojen, tunnelien, teiden ja raiteiden tarkastukseen, ylläpitoon ja varallisuuden hoitoon

LASERKEILAUUS

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Terrasolid	Terrasolid-tuoteperhe	laserkeilausaineisto	suunnittelu	laserkeilausaineiston jalostaminen
Trimble	Trimble LASERGen	laserkeilausaineisto	suunnittelu, rakentaminen, ylläpito	työkalu, jolla hallitaan 3D laserkeilattua aineistoa.

KALLIORAKENTAMINEN

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
Sandvik	iSure	kalliorakentaminen (tunnelit, kaivokset)	rakentaminen	tunnelirakentamisen ja kaivosten hallintaohjelmisto i-sarjan porajumboille
ITASCA	3DEC	kalliorakentaminen	suunnittelu	numeerinen mallinnusohjelmisto kallion, halkeilevien maakerroksien sekä rakenteellisten tukien geoteknisiin analyyseihin kolmiulotteisesti
ITASCA	PFC3D	mm. kalliorakentaminen	suunnittelu	analyyseihin, jotka tarkastelevat osasten dynaamista käyttäytymistä
ITASCA	FLAC3D	mm. kalliorakentaminen, maarakennus	suunnittelu	Numeerinen mallinnuskoodi kallion, halkeilevien maakerroksien sekä rakenteellisten tukien geoteknisiin analyyseihin kolmiulotteisesti.
Trimble	Trimble 4D control	luonnolliset ja ihmisten tekemät rakenteet	ylläpito	työkalu, jolla voidaan tarkkailla siirtymiä ja liikkeitä
Vianova	Novapoint Tunnel	tunnelit	suunnittelu	työmaan hallintasovellus

ITSENÄISET JÄRJESTELMÄT

<i>Kenen?</i>	<i>Nimi</i>	<i>Lopputuote</i>	<i>Prosessin vaihe</i>	<i>Mitä tekee?</i>
RIB	projekti: AutoBauLog	infratyömaat	rakentaminen	Työkoneiden keskushallintajärjestelmä
Sandvik	AutoMine-tuoteperhe	kaivokset, (kalliorakentaminen?)	rakentaminen	Työkoneiden automaatiojärjestelmä