



INFRARAKENTAMISEN UUDET TEKNOLOGIAT

Esa Sankala

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

SANKALA, ESA
Infrarakentamisen uudet teknologiat

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Huhtikuu 2013

Opinnäytetyö tehtiin Teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n ja Tampereen ammattikorkeakoulun yhteiselle projektille nimeltä infrarakentaminen muutoksessa. Tämän työn tavoitteena oli tuoda esille infra-alan uusia teknologioita listaten niiden ominaisuuksia ja hyötyjä antaen yrityksille mahdollisimman kattava tietopaketti alan teknologian kehityksestä. Koska teknologia kehittyy maanrakennusalalla jatkuvasti, on yritysten vastattava muutoksien tuomiin haasteisiin ja mahdollisuuksiin. Isoissa yrityksissä ja organisaatioissa muutosten läpi vieminen kuluttaa paljon aikaa ja resursseja. Pienille yrityksille investointi hyödyttömään teknologiaan tai kehityksestä jälkeen jääminen voi olla kohtalokasta. Teknologioiden kehityksessä mukana oleminen ja näiden hyötyjen tunteminen auttaa yrityksiä ja organisaatioita tekemään parempia ratkaisuja tulevaisuuden investointeihin ja kehittämään toimintaansa.

Opinnäytetyöhön kerättiin haastattelu- ja kirjallisuustutkimuksin laadittu lista uusista teknologioista infra-alan eri sektoreilta. Teknologioista listattiin yleiset tiedot ja mahdolliset hyödyt sekä käyttökohteet. Tuloksiksi kertyi muun muassa erilaisia materiaaleja, mittauslaitteita, koneita ja järjestelmiä.

Tärkeimpinä tulevaisuuden teknologioina tutkimusten perusteella pidettiin tietomallinusta sekä 3D- koneohjausta. Myös sähköisen asioinnin katsottiin lisääntyvän varsinkin työmailla. Uusiomateriaalien käytön katsottiin haastattelujen perusteella lisääntyvän tulevaisuudessa. Luonnonvarojen ehtyminen sekä kuljetusmatkojen kasvaminen lisäävät uusio- ja kierrätysmateriaalien hyödyntämistä ja myös niiden markkinaosuutta.

Työ tehtiin syksyn 2012 aikana ja sen tulokset esiteltiin projektin johtoryhmälle alkuvuodesta 2013 osana Teknologian tutkimuskeskuksen ja Tampereen ammattikorkeakoulun raporttia. Laaja-alaisen Infrarakentaminen muutoksessa-projektin on tarkoitus tulla päätökseen vuonna 2014.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in construction technics
Option of civil engineering

SANKALA, ESA
New technologies in civil engineering

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 1 page
April 2013

This thesis was made for Technical Research Centre of Finland and Tampere University of Applied Sciences as part of their project called changing infraconstruction. Purpose of this work was to find and gather new technologies used in civil engineering and list their features and possible advantages. This should give companies a view at what new technologies are being used currently in the industry. Technology is evolving constantly and companies need to answer the challenges and possibilities they bring. In big companies and organizations making changes takes lot of time and resources. For small sized companies wrong investments or getting behind in technology can be a fatal mistake. Keeping up with new technologies in the industry helps companies make better decisions and investments.

New technologies for this thesis were gathered by researching literature and publications, and also interviewing professionals from different sectors in the industry. Information that are listed from each technology contain common knowledge of the technology, possible targets of usage and benefits. Technologies in this thesis include for example materials, machines, measuring methods and devices.

As the result of this work, 3D- machine guidance and building information modeling were found out to be the most important new technologies in the civil engineering industry. Also running errands electrically especially in work sites was noticed to grow increasingly. According to interviews for this thesis, also renewable materials were thought to get more and more market share in the future caused by depletion of natural resources and the increase in transport distances.

This thesis was made during the fall of 2012 and its results were presented for the projects clients early in 2013. The changing infraconstruction – project is scheduled to be finished in 2014.

Key words: technology, infra, planning, materials

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tausta.....	7
1.2	Tavoite	7
1.3	Menetelmät	7
1.4	Rajaukset.....	8
2	MENETELMÄT.....	9
2.1	Haastattelututkimus	9
2.2	Kirjallisuustutkimus.....	10
3	UUDET TEKNOLOGIAT	11
3.1	Työkoneet ja lisälaitteet.....	11
3.1.1	Koneohjaus, 3D.....	11
3.1.2	Rusnauslaite	13
3.1.3	Hybridiajoneuvot.....	14
3.1.4	Lumilinko talvikunnossapidossa.....	14
3.1.5	Kauko-ohjaus/robottiohjaus	14
3.1.6	Konenäkö	14
3.2	Mittauslaitteet ja -järjestelmät	15
3.2.1	UAV-mittaus	15
3.2.2	Ajoneuvolaserkeilaus	15
3.2.3	Geotrim VRS-paikannusjärjestelmä.....	16
3.2.4	Lämpökamerat laadunvarmistuksessa.....	16
3.2.5	Tunneleiden liikennevalvonta (e18, Turunväylä)	17
3.2.6	Langaton värinämittaus.....	17
3.3	Materiaalit	18
3.3.1	Ekosementti.....	18
3.3.2	Vaahtolasi.....	18
3.3.3	Graafinen betoni.....	19
3.3.4	Nanoteknologia, aistiva pinnoite.....	19
3.3.5	Uusiomateriaalit	20
3.4	Suunnittelu	21
3.4.1	Rakennuksen tietomallinnus	21
3.4.2	Lastplanner	23
3.5	Sähköinen asiointi.....	24
3.5.1	Projektipankit	24
3.5.2	RAILI-puhelimet.....	24
3.5.3	Sähköinen laskutus.....	24

3.5.4	Ohjeistukset.....	25
3.5.5	Kalenterit.....	25
3.5.6	Mobiilit kellokortit ja ajanhallinta	25
3.5.7	Mobiili sähköposti.....	26
3.5.8	Sähköiset huoltokirjat	26
3.5.9	Automaattinen paalutuspöytäkirja (iPiler)	26
3.5.10	HILMA.....	27
3.5.11	Rakennuslupien sähköinen asiointipalvelu	27
3.6	Muut teknologiat ja järjestelmät	27
3.6.1	Poralaitteen simulaattori.....	27
3.6.2	ZenRobotics-jätteen erottelu	28
3.6.3	Vedenpuhdistus, PACS-järjestelmä	28
3.6.4	Jäteputkijärjestelmä.....	29
3.7	Toimintatavat	29
3.7.1	Projektiallianssi.....	29
4	TULOSTEN TARKASTELU	30
5	YHTEENVETO	31
5.1	Tulosityhteenvedo.....	31
5.2	Jatkotutkimusehdotus.....	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	36
	Liite 1. Haastattelukysymykset yrityksille	36

ERITYISSANASTO

3D	Kolmiulotteinen (engl. three dimension)
Rusnaus	lohkareiden ja myös muun rikkoutuneen aineksen poistamista kalliopinnoista
Hybridi	kahden eri voimanlähteen yhdistelmää käyttävä ajoneuvo
UAV	Miehittämätön lentävä alus (engl. Unmanned Aerial Vehicle)
VRS	Virtuaalinen mittausasema (engl. Virtual Reference Station)
GPS	Satelliittipaikannusjärjestelmä (engl. Global Positioning System)
GNSS	Satelliittipaikannusjärjestelmä (engl. Global Navigation Satellite System)
EUREF- Fin	ETRS89- koordinaattijärjestelmän suomalainen realisaatio
BIM	Rakennuksen tietomalli (engl. Building Information Model)
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (engl. Computer- Aided Desing)
PDA	Kämmenietokone (engl. Personal Digital Assistant)
GSM-R	Rautatiekäyttöön tarkoitettu matkapuhelintaajuusalue (engl. Global System for Mobile communications- Railway)

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tämän työ tehtiin osana Teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n ja Tampereen ammattikorkeakoulun TAMK:n projektia Infrarakentaminen muutoksessa, jonka tarkoituksena on tuottaa yhtenäistä tietoa alalle. Tietoa kerätään muun muassa infrarakentamisen markkinoista, toimintaympäristöstä, työvoiman tarpeesta ja osaamisesta sekä lisäksi teknologian muuttumisesta. Yhtenä projektin osana on siis tunnistaa tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia, johon osana liittyy teknologian kehittyminen. Tähän työhön etsittiin ja koottiin maanrakennusalalle tulleita sekä tulossa olevia teknologioita.

1.2 Tavoite

Työn tavoitteena tuotiin esille maanrakennusalan uusia teknologioita ja mahdollisuuksien mukaan arvioitiin niiden vaikutuksia. Näitä uusia teknologioita oli tavoitteena tuoda julki mahdollisimman monelta eri infrarakentamisen sektorilta ja listata niistä tarpeelliset tiedot. Tärkeänä tavoitteena oli myös havaita sellaiset murrosvaiheessa olevat teknologiat, jotka eivät välttämättä vielä ole saaneet suurta käyttäjäkuntaa tai hyväksyntää, mutta tulevat olemaan arkipäivää tulevaisuudessa.

Jokaisesta teknologiasta on pyritty kuvaamaan toimintatapa, käyttökohteet sekä mahdolliset hyödyt. Tärkeimmiksi muutoksentehtäviksi katsotuista teknologioista tavoitteena on antaa laajempi ja kattavampi selostus.

1.3 Menetelmät

Tietoa haettiin alan julkaisuista, järjestöiltä ja yrityksiltä niin kirjallisuustutkimuksin kuin haastatteluin. Pääasiallisina tietolähteinä olivat internet, alan julkaisut ja opinnäytetyöt. Haastattelut pyrittiin kohdistamaan infrasektorin eri toimialojen osajiin, jotta saataisiin laaja katsaus alan eri teknologioihin. Haastattelut tehtiin syksyn 2012 aikana, ja

haastateltavina oli 2 henkilöä suunnittelusektorilta, 4 henkilöä urakointisektorilta, 1 henkilö materiaali- ja tutkimuspuolelta sekä 1 henkilö alan yleisestä etujärjestöstä.

Haastatteluilla selvitettiin asiantuntijoilta uusia teknologioita otsikkotasolla varsinaisen tiedonhaun tapahtuvan kirjallisuustutkimuksin lähinnä internetistä. Haastatteluissa pyrkimyksenä oli myös selvittää jonkin esille tulleen teknologian hyötyjä ja muita vaikutuksia (Liite 1).

Tutkimusmenetelmistä haastatteluiden tekeminen osoittautui tehokkaimmaksi tavaksi löytää uusia teknologioita. Yhden teknologian esilletulo usealta eri ihmiseltä vahvisti käsitystä teknologian tärkeydestä, käyttökohteista ja levinneisyydestä. Haastattelut pyrittiin kohdistamaan sellaisiin henkilöihin, jotka olisivat selvillä yrityksen tai järjestön käyttämistä teknologioista, kuten kehityspäälliköihin.

1.4 Rajaukset

Teknologioita etsittiin koko infrasektorin alueelta kattaen hankkeen kaikki vaiheet. Mahdollisien tähän projektiin sopimattomien teknologioiden karsimiseksi käytettiin seuraavia kolmea kriteeriä:

- Teknologian kehitysajankohta. Harkintaan otettiin aika, jolloin teknologia on kehitetty. Vanhempikin teknologia voidaan hyväksyä, mutta jos se on vasta lähiaikoina yleistynyt maanrakennusalalla ja sitä hyödynnetään enenevässä määrin.
- Teknologian käyttöaste. Teknologia karsitaan, jos sen käyttöaste on alhainen, eikä kasvusta ole merkkejä. Vastakehitettyjen teknologioiden kohdalla tätä kriteeriä tulisi soveltaa, sillä uusimpia teknologioita ei usein ole ehditty tuoda paljoakaan julki.
- Merkitys maanrakennusalalle. Teknologian tulisi tuoda jollain tasolla kehitystä alalle.

Osa teknologioista jätettiin työn ulkopuolelle riittämättömän tai puuttuvan informaation vuoksi.

2 MENETELMÄT

2.1 Haastattelututkimus

Haastattelututkimus on tiedonkeruun perusmuoto ja joillain aloilla käytetyimpiä menetelmiä. Haastattelulla voidaan kuulla ihmisten mielipiteitä, käsityksiä, uskomuksia ja kerätä tietoa. Haastattelu soveltuu hyvin eri tarkoituksiin ja sen avulla voidaan saada paljon syvällistä tietoa ja menetelmällä voi kerätä laajoja aineistoja aiheesta riippumatta. Haastattelututkimus voidaan toteuttaa monella tavalla; esimerkiksi lukemalla haastateltavalle valmiita kysymyksiä ja antamalla niihin vastausvaihtoehdot tai se voidaan toteuttaa keskustelemaan tyyliin ilman selvää rakennetta. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 11.)

Haastattelututkimus toteutetaan yleisesti silloin, kun halutaan saada tietoa huonosti karitoidulta tai tuntemattomalta alueelta, halutaan selvittää vastauksia tai halutaan saada syventäviä tietoja tutkimuksen aiheesta. Haastattelun onnistuminen vaatii valmistautumista, kokemusta ja taitoa haastattelijalta. Nämä seikat vaikuttavat paljon haastattelun kulkuun ja mahdollisesti vastausten laatuun. Taitava haastattelija osaa myötäillä vastajia ja säädellä keskustelua tilanteen vaatimalla tavalla. Haastattelu on myös aikaa vievä menetelmä. Kysymysten ja lomakkeiden tekeminen vie aikaa ja valmiita pohjia on tarjolla harvoin. Haastateltavat täytyy etsiä, heidän kanssaan tulee sopia aika ja itse haastattelukin voi viedä pitkän tovin. Lisäksi haastatteluiden litterointiin ja tulosten analysointiin sekä käsittelyyn menee aikaa. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 34-35.)

Haastattelu voidaan toteuttaa usealla eri tavalla riippuen siitä, miten kysymykset on muotoiltu ja miten haastattelija haluaa jäsentää tilannetta. Haastattelunimikkeitä löytyy monia ja ne voidaan listata esimerkiksi seuraavasti:

- strukturoitu haastattelu
- strukturoimaton haastattelu
- puolistrukturoitu haastattelu
- teemahaastattelu
- syvähaastattelu
- kvalitatiivinen haastattelu. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 43.)

Strukturoimaton haastattelu on vapaamuotoista keskustelua kun taas strukturoitu haastattelu on esimerkiksi lomakehaastattelun tapainen tarkoin jäsenneltu haastattelutapa. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 44.)

2.2 Kirjallisuustutkimus

Kirjallisuustutkimuksella selvitetään olemassa olevista aineistoista taustatietoa, esimerkkejä, malleja sekä muuta hyödyllistä materiaalia tutkittavaan aiheeseen. Aineistot voivat olla muun muassa erilaisia tutkimuksia, käsitteistöjä tai tilastoja. Kirjallisuustutkimus on usein ensimmäinen askel tutkimushankkeen suunnittelussa jolloin myös aiheen rajaaminen ja tutkimuksen kysymysten asettelu tarkentuu. (Routio 2007.)

Yleisiä kohteita kirjallisuustutkimukselle ovat alan kirjallisuus, tilastot ja erilaiset yksityiset asiakirjat jotka ovat yleensä erilaisia kirjeitä, raportteja, laskuja ja niin edelleen. Nämä dokumentit voivat hyvin toimia myös esikuvina omille ideoille sekä tutkimustyölle. (Routio 2007.)

Kirjallisuustutkimuksessa usein aloitetaan hakemalla viitteitä teksteihin, joita asia mahdollisesti koskee. Yleisimmin viitteitä etsitään

- Internetistä
- alan käsikirjoista
- asiantuntijoiden haastatteluista
- bibliografisista julkaisuista
- kirjastoista
- sähköisistä tietokannoista. (Routio 2007.)

Haun jälkeen kiinnostavat ja mahdollisesti hyödyllinen aineisto hankitaan ja käydään läpi. Aineistosta valitaan ne kohdat, joista on hyötyä tutkimushankkeelle ja kaikki muu materiaali ja epäluotettava aineisto karsitaan pois. Käytettävä aineisto merkitään huolella lähdeluetteloon. (Routio 2007.)

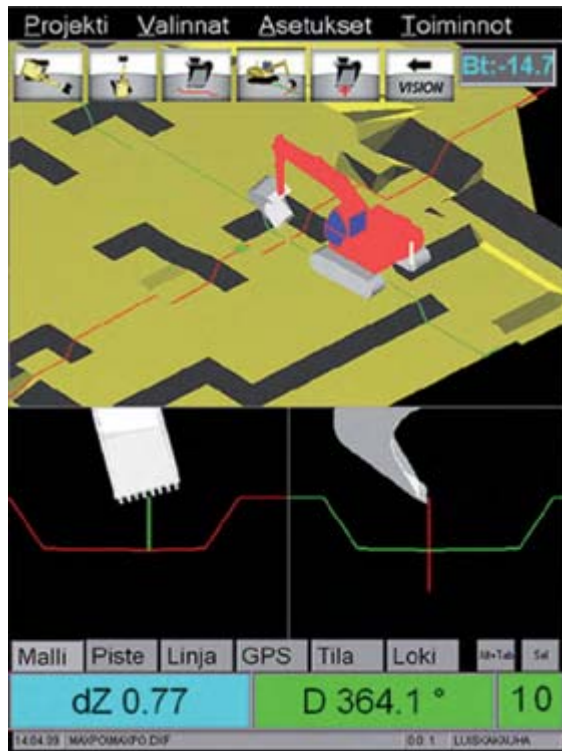
3 UUDET TEKNOLOGIAT

3.1 Työkoneet ja lisälaitteet

3.1.1 Koneohjaus, 3D

Yksinkertaisuudessaan 3D-koneenohjaus on sitä, että suunnittelijalta saatava digitaalinen malli tuodaan työkoneessa sijaitsevaan ohjausjärjestelmään, jolloin koneen sensorit ohjaavat työkoneetta hytissä sijaitsevan näytön avulla automaattisesti tai kuljettajaa avustuen (Topgeo 2012). Koneohjausjärjestelmä koostuu työkoneen anturoinnista, paikannuksesta ja mittatiedon projisoinnista tietokoneen avulla (Kuva 1). Nykyaikaiset mobiiliyhteudet mahdollistavat myös etätukiyhteyden lisäksi tiedonsiirron työkoneen ja toimiston välillä. (Novatron 2012.)

3D- koneohjaus kulkee käsi kädessä tietomallinnuksen kanssa. Koneohjaus on jo yleistynyt Suomessa merkittävästi. Isoimmilla toimijoilla voi olla jo lähes kaikki työkoneet varustettuina jonkinasteisella koneohjauksella ja järjestelmiä on saatavilla monilla eri ominaisuuksilla.



KUVA 1. Novatronin tuottaman Vision 3D järjestelmän käyttöliittymää. (Novatron 2012.)

Satelliittipaikannusta hyödynnettäessä koneen sijainti ja korko ovat koko ajan tiedossa. GPS-ominaisuus avaa oven 3D-maailmaan, jolloin maastomallien ja koordinaatteihin sidottujen linjojen hyödyntäminen on mahdollista. Kone toimii itse asiassa melko suurena mittalaitteena. Paikannus tapahtuu ja GPS- ja GLONASS-satelliittien avulla. Tukiasema korjaa paikannusratkaisun parin senttimetrin luokkaan, kertoo Novatronin sivut. (Novatron 2012.)

3D-koneohjausta on kokeiltu erilaisissa konetoteutuksissa, joissa joko opastetaan kuljettajaa tai ohjataan hydraulikka. Hyödyntämiskohteita koneohjaukselle ovat muun muassa kaivinkone, puskutraktori, tiivistyskone, asfaltinlevitin, porajumbo, tiehöylä, paalutuskone ja jyrsin. 3D koneohjauksen ansiosta koneen tekemän työn laatu on parantunut ja kustannukset pienentyneet. (Topgeo Oy 2012)

Caterpillar Inc. tuottaman tutkimuksen mukaan työmaalla konetyön kapasiteetin kasvua on esim. tiehöylällä +90 %, kaivinkoneella +30% ja puskutraktorilla sekä asfaltinlevittimellä +0..20%. Tutkimus suoritettiin rakentamalla kaksi identtistä väylää rinnakkain, toinen perinteisin menetelmin ja toinen mallintamalla ja koneohjausta hyödyntäen. (Tekes 2010.)

Yhä useammilla työmailla 3D-koneohjaus on jo arkipäivää. Maastomerkinän sijaan mittatiedot ovat kuljettajan luettavissa koneohjausjärjestelmän näyttöruudulta. Aikaa,

materiaalia ja polttoainetta säästy, joka mahdollistaa tuottavuuden kasvattamisen työn jokaisessa vaiheessa. (Novatron 2012.)

Mittatiedon näkyminen järjestelmän näytöllä vähentää maastomerkin tarvetta, jolloin työ nopeutuu sekä laatu paranee. Oikean pinnan korko tai kohteen sijainti on aina saatavilla ja sidosmittoja, kuten ”sihtilappuja” ei enää tarvita. Materiaalin hallinnassa tarkan mittatiedon saatavuus on tärkeää. Liian syväksi kaivetun leikkauksen pois kuljettaminen sekä kaivannon täyttäminen aiheuttaa lisää kustannuksia, jotka pystytään torjumaan 3D -järjestelmän avulla suunnitelman kaivun pinnasta ollessa koko ajan nähtävillä. (Novatron 2012.)

On yleisesti tärkeää, että ohjausjärjestelmää voidaan hyödyntää projektin jokaisessa työvaiheessa. Aina työkohteesta ei ole saatavilla 3D-suunnitelma-aineistoa, jolloin järjestelmän avulla voidaan luoda yksinkertaisia pintamalleja koordinaattien tai työkoneella tehtyjen mittapisteiden perusteella. 3D -järjestelmä toimii myös perinteisenä kaivusvyöryjärjestelmänä, jolloin yksi laite tarjoaa ratkaisut kaikkiin käyttötarpeisiin. (Novatron 2012.)

3.1.2 Rusnauslaite

Rusnauksella tarkoitetaan löyhästi kiinni olevien lohcareiden poistamista louhitun kalliopinnasta. Tähän tarkoitukseen Harri Eerola on kehittänyt uuden laitteen jolle on haettu patenttia.

Harri Eerola on kehittänyt uuden kalliotunneleiden rusnaukseen tarkoitettun, kaivukoneeseen asennettavan rusnauslaitteen. Kyseessä on kaivukoneen puomistoon kaivuvarren jatkeeksi asennettava laite. (Rusnakone 2012, Harri Eerola kehitti uuden rusnauspuomin.)

Rusnapuomin etu hydraulisiin iskukoneisiin on se, että se ei irrota turhaan kiveä huonossa ja murenevassa kalliolaadussa. Laite on ollut käytössä Vuosaaren ratatunnelissa sekä Olkiluodossa ONKALOn ajotunnelissa (Rusnakone 2012.)

3.1.3 Hybridiajoneuvot

Hybridiajoneuvojen odotetaan tulevaisuudessa tulevan enenvin määrin myös maanrakennusalalle. Polttoainekustannuksien jatkuva nouseminen tulee lisäämään hybridiajoneuvojen kehitystä ja määrää. Esimerkiksi hybridikuorma-autossa diesel- ja sähkömoottori toimivat rinnakkain ja vähentävät niin polttoaineenkulutusta kuin hiilidioksidipäästöjä.

Kaivinkoneita on tarjoalla myös hybrideinä, eivätkä ne juuri eroa perinteisistä koneista. Hybridikaivinkone on noin 15% normaalia konetta kalliimpi, mutta polttoainekulutus on valmistajan mukaan 20-30% pienempi. (Päiviö 2012.)

3.1.4 Lumilinko talvikunnossapidossa

Lumilinkoa voidaan käyttää joko lastaamaan poistettava lumi suoraan kuorma-auton lavalle tai linkoamalle se kauemmas tien reunasta, jolloin säästetään aikaa ja tilaa. Lumilinko soveltuu hyvin kaupunkien ahtaille kaduille, joissa ei ole tilaa lumen varastointiin.

3.1.5 Kauko-ohjaus/robottiohjaus

Kauko- ja robottiohjauksella on jo sovelluksia käytössä maanrakennusalalla. Erilaisia työkoneita, esimerkiksi jyriä, louhinta- ja poralaitteita saa varustettuna kauko-ohjauksella. Koneohjauksen yleistyessä yhä, myös kauko- tai robottiohjauksen voidaan olettaa yleistyvän lähitulevaisuudessa. Kauko- ja robottiohjauksen tuomia etuja ovat turvallisuus, tarkkuus ja tuottavuuden kasvu. Kauko- tai robottiohjattavia työkoneita voitaisiin käyttää esimerkiksi tilanteissa, joissa turvallisuusriskit ovat liian suuria, jos työvaihe on yksinkertainen ja toistoja on paljon tai vaaditaan sellaista tarkkuutta, johon perinteisellä tavalla ei päästä.

3.1.6 Konenäkö

Konenäöllä on paljon sovelluksia teollisuuden puolella ja tulevaisuudessa teknologialla voi olla useita käyttösovelluksia myös maanrakennusalalla. Konenäkö koostuu erilaisista antureista ja kameroista, joita yleisesti käytetään laadunvarmistukseen. Konenäkö soveltuu parhaiten linjamaiseen työskentelyyn, joten sen käyttökohteita voivat hyvin olla automatisoidut jätteenkäsittelylaitokset ja murskaamot.

3.2 Mittauslaitteet ja -järjestelmät

3.2.1 UAV-mittaus

UAV-mittauksella (unmanned aerial vehicle) tarkoitetaan ilmasta tehtävää laserkeilausta miehittämättömien lennokkien avulla. Laserkeilaus on mittautapa, jolla kohteesta saadaan lasersäteiden avulla mittatarkkaa kolmiulotteista tietoa kohteeseen koskematta. Alueen lupaavimpina sovellusalueina pidetään kaivosteollisuutta ja erilaisia infrahankkeita. (Paikkatietoikkuna 201.)

Mittautapa soveltuu hyvin muutaman neliökilometrin alueille ja tapaa on Suomessa käytetty mm. maa-ainesalueiden mittaamiseen jonka pintamallilta on helppo laskea tilavuustietoja. UAV-mittaus soveltuu hyvin myös niin ympäristön ja maatalouden seurantaan kuin energiateollisuudelle. Menetelmän etuna on kustannustehokkuus mutta rajoituksena on -10 asteenlämpötila ja huono näkyvyys tuulisella ja sateisella säällä. (Positio 2011.)

3.2.2 Ajoneuvolaserkeilaus

Ajoneuvolaserkeilaus on mittausmenetelmä, jota pyritään kehittämään vaihtoehdoksi ilmasta tehtäville laserkeilauksille. Mittaus perustuu ajoneuvon katolla olevaan laserkeilaimeen ja sitä paikantavaan takymetriin tai VRS-GPS:ään. (Pesonen 2007.)

Ajoneuvolaserkeilauksella saadaan 3D-malli tiestä ja sen ympäristöstä nopeasti ja tehokkaasti. Mallia voidaan hyödyntää tilavuustietojen laskemiseen, vaurioiden arviointiin, suunnitteluun ja niin edelleen.

3.2.3 Geotrim VRS-paikannusjärjestelmä

VRSnet.fi on Geotrim Oy:n sadasta ympäri Suomea olevasta tukiasemasta koostuva VRS- tukiasemaverkkopalvelu. Geotrim Oy:n verkkosivuilla paikannusjärjestelmästä sanotaan seuraavaa:

Geotrimin VRS-palvelu perustuu GPS/GNSS-satelliittiteknoologiaan, joka tuo laitemerkistä riippumatta ylivoimaista tehoa ja tarkkuutta reaaliaikaiseen sijainnin määrittämiseen ja satelliittidatan jälkikäsitteilyyn sekä -laskentaan — maanmittauksen, rakentamisen, paikkatiedon, ympäristön ja tutkimuksen tarpeisiin kaikkialla Suomessa. (Geotrim 2012.)

Palvelu perustuu suljettuun tiedonsiirtoverkkoon joka on hyväksytty myös viranomaiskäyttöön. Järjestelmä tuottaa mittaustulokset EUREF-Fin ja muissa koordinaastistoissa. Järjestelmän takana on Vantaalla sijaitsevan laskentakeskuksen ohjelmistoteknologia, joka korjaa automaattisesti ilmakehän aiheuttamat ja muut signaaleihin vaikuttavat häiriöt GNSS-mittauksissa. (Geotrim 2012.)

Menetelmällä päästään perinteistä RTK-menetelmää (real time kinematic) parempaan tarkkuuteen, sillä etäisyydestä johtuvasta virheestä päästään eroon lähes kokonaan. Menetelmä tuo myös kustannus- ja aikasäästöä, sillä omasta tukiasemasta ja sen pystyttämisestä voidaan luopua. (Maanmittauslaitos 2012.)

3.2.4 Lämpökamerat laadunvarmistuksessa

Inframitta Oy kuvaa lämpökuvauksen menetelmän seuraavanlaisesti:

Lämpökuvauksen menetelmä on ainetta rikkomaton tutkimusmenetelmä, jolla voidaan arvioida rakennusten, rakenteiden ja rakennusmateriaalien toimivuutta, kuntoa ja laatua. Lämpökuvauksella voidaan kartoittaa vanhojen rakennusten korjaustarvetta ja se on myös erinomainen apu laadunvarmistukseen uudisrakentamisessa. (Inframitta, 2012.)

Lämpökamera soveltuu esimerkiksi kaukolämpöputkien vuotojen paikallistamiseen tai eristysrakenteiden toimivuuden varmistamiseen.

3.2.5 Tunneleiden liikennevalvonta (e18, Turunväylä)

Tunneleiden liikennevalvontaan Turunväylällä otettiin käyttöön häiriönhavaitsemisjärjestelmä. Rakennustieto kertoo artikkelissaan asiasta seuraavasti:

Siemensin toimittama häiriönhavaitsemisjärjestelmä välittää tiedon esimerkiksi pysähtyneestä ajoneuvosta Tiehallinnon valvontakeskuksiin. Kaikki Lohja-Muurla -hankkeen seitsemän tunnelia sisältävät lisäksi tavanomaiset liikenteen valvontakamerajärjestelmät. (Rakennustieto 2008.)

Häiriönhavaitsemisjärjestelmän eduiksi voidaan katsoa viiveetön ilmoitus valvontakeskuksiin häiriötilanteen sattuessa.

3.2.6 Langaton tärinämittaus

Langattomien tärinämittareiden käyttäminen on nopeaa ja helppoa, lupaa Wireless Seismic- sivusto:

The RT System 2 is a cable-free seismic system that is a drop-in replacement for a traditional cabled system. Contractors can use familiar planning tools and can expect the same performance that they have been accustomed to, except, there is no need to contend with river and road crossings and the HSE exposure of a cabled system. RT System 2 features expanded bandwidth that supports the deployment of the thousands of channels required by modern 3D surveys. (Wireless Seismic 2012.)

Järjestelmä koostuu useista maastoon asennettavista langattomista mittareista (Kuva 2) ja keskusyksiköstä, jonne kaikki tieto kerätään.



KUVA 2. Wireless Seismicin RT System 2 langaton tärinämittari (Wireless Seismic 2012)

3.3 Materiaalit

3.3.1 Ekosementti

Sementin valmistamiseen kuluu valtavasti energiaa, joten vähemmän päästöjä aiheuttava sideaine betoniin olisi enemmän kuin tervetullut. Tekniikkatalous- lehti kirjoittaa Yhdysvaltalaisen Drexelin yliopiston tutkimuksesta uudenlaisesta sementistä:

Uusi kalkkikiveen perustuva sementti vähentää hiilidioksidipäästöjä 98 prosenttia ja vähentää materiaalikustannuksia 40 prosenttia. Uusi sementti on alkaliaktiivinen sementti, joka käyttää kuonaa ja kalkkikiveä eikä tarvitse kuumennusta valmistuksessa. (Tekniikkatalous 2012.)

3.3.2 Vaahtolasi

Vaahtolasi ei ole kovinkaan uusi keksintö, mutta se on tekemässä uutta tuloa maanrakennusalalle Suomessa. Eräs vaahtolasin valmistaja kertoo asiasta tyhjentävästi:

Vaahtolasi on puhdistetusta kierrätyslasista valmistettu kevytkiviaines. Vaahtolasia on käytetty Euroopassa jo pitkään ja sen hyvät ominaisuudet ovat laajalti tiedossa; se on ympäristöystävällistä, palamatonta, kevyttä ja helppo työstää. Foamit-mursketta käytetään maarakentamisessa mm. kevennysrakenteissa ja routasuojauksissa. Hyödyntämällä samassa rakenteessa keveys, lämmöneristävyyys ja kantavuus säästetään rakentamiskustannuksissa merkittävästi. Foamitin keveyden ansioista pitkätään etäisyydet eivät nosta kuljetuskustannuksia merkittävästi. Yhdellä kerralla voidaan parhaimmillaan toimittaa yli kuusikertainen määrä vaahtolasimursketta verrattuna tavalliseen sorarekka toimitukseen. (Uusioaines Oy 2012.)

3.3.3 Graafinen betoni

Graafisen betonin avulla saadaan pienellä panostuksella näyttäviäkin kuvoita betonisiin julkisivuihin.

Graafinen betoni on teollinen tuote, joka sopii laajoihin betonipintoihin. Sillä saadaan tyylikäs ja ympäristöä elävöittävä seinäpinta kustannustehokkaasti. (Tekes 2012.)

Menetelmässä voidaan luoda kuvioita betonielementin pinnalle käyttämällä elementtien valmistusprosessissa olevia pintahidasteaineita. Ne painetaan painokoneessa kalvolle, joka asetetaan valun aikana muotin pohjalle. Kuvio muodostuu kontrastista, jonka synnyttävät sementti ja kivet, jotka tulevat esille, kun elementin pinta on pesty vuorokauden kovettumisen jälkeen. (Tekes 2012.)

3.3.4 Nanoteknologia, aistiva pinnoite

Nanoteknologiaan perustuva pinnoitemateriaali auttaa silmälle näkymättömien vaurioiden tunnistamisessa esimerkiksi siltarakenteissa. Yhdysvaltalainen tiedesivusto kertoo aineesta seuraavasti:

Engineers developed a spray or paint that coats bridges with carbon nanotubes, allowing inspectors to check for damages without depending on visual indications. The skin conducts electrical current. If the bridge cor-

rodes or cracks, it breaks the current or increases electrical resistance, and the location of that damage can be pinpointed by a computer, alerting inspectors to damage smaller than what human eyes can see. (Sciencedaily 2008.)

Vastaavanlaista kapselointiteknologiaa tutkitaan myös Suomessa mutta kohteita, joissa tätä teknologiaa Suomessa olisi käytetty, ei tullut vastaan. Teknologian hyötynä on vaurioiden tarkan sijainnin ja laajuuden määrittely sekä silmälle näkymättömien vaurioiden havaitseminen.

3.3.5 Uusiomateriaalit

Uusiomateriaalit voivat tulevaisuudessa kasvattaa merkittävästi markkinaosuuttaan neitseellisten luonnonvarojen hupenemisen johdosta. Uusiomateriaaleja on tutkinut muun muassa UUMA-hanke.

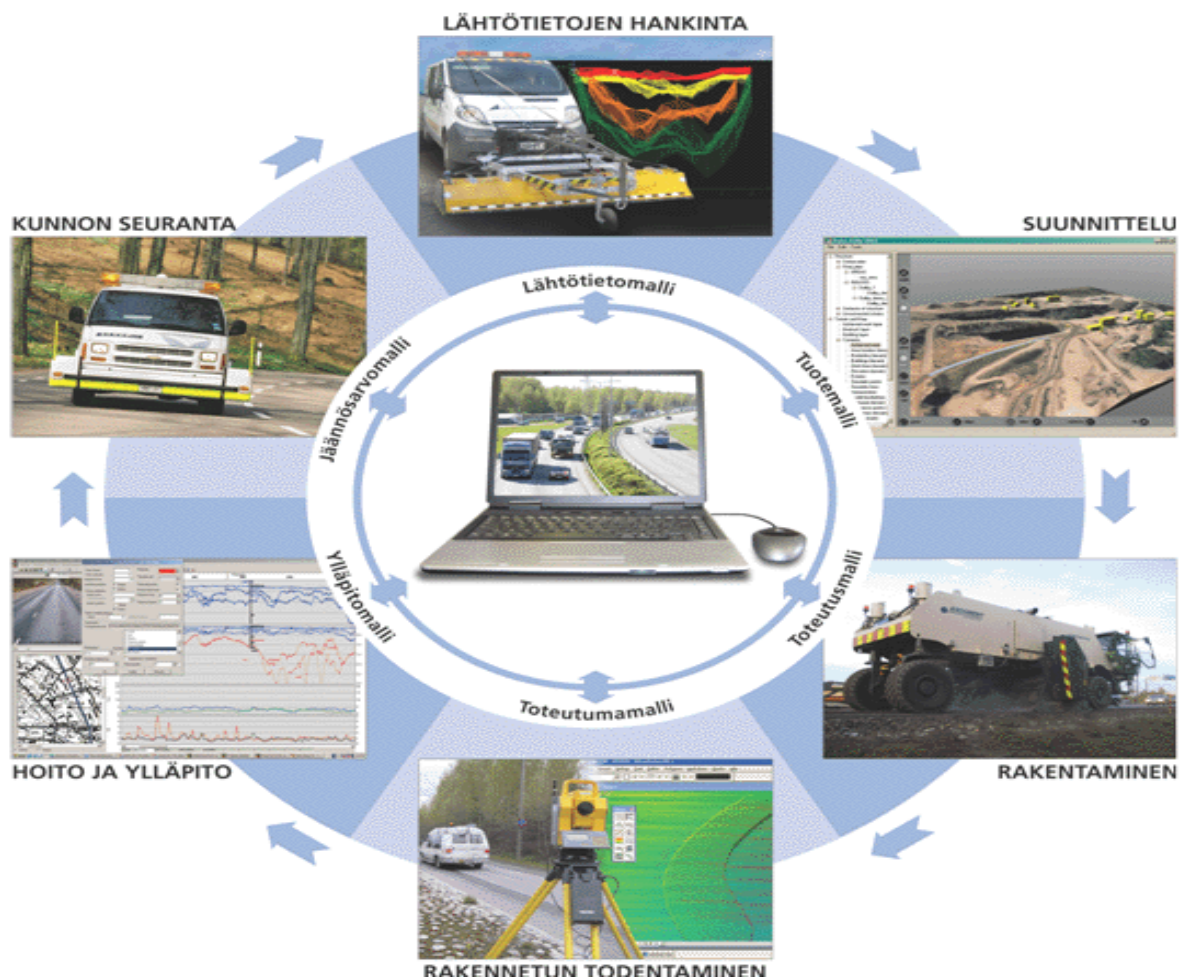
UUMA on Infrarakentamisen uusi materiaalitekniikka, jonka tarkoituksena on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. UUMA-materiaaleina käytetään maarakentamiseen soveltuvia uusiomateriaaleja, joilla on tarkoitus korvata neitseellistä kiviainesta luonnonvarojen säästämiseksi (Ympäristöministeriö 2011.)

UUMA-hankkeessa tutkittiin muun muassa teollisuuden sivutuotteiden, ylijäämämaiden ja heikkolaatuisten maa-ainesten hyödyntämistä. Rambollin julkaisema raportti UUMA-materiaalien ja – rakenteiden inventaari pureutuu syvemmin mahdollisiin hyödynnettäviin materiaaleihin. Raportin mukaan esimerkiksi kerrosstabiloinnissa voidaan säästää 80-90% luonnon kiviainesmassoja.

3.4 Suunnittelu

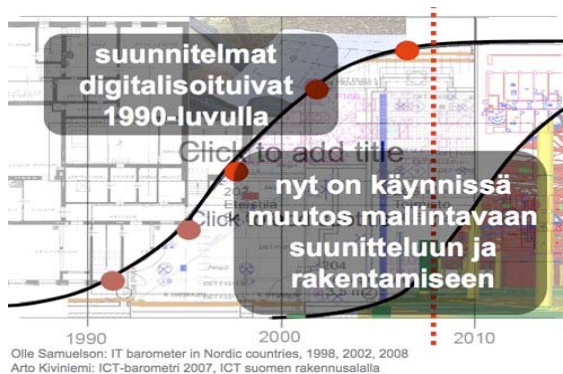
3.4.1 Rakennuksen tietomallinnus

Rakennusinsinööriliiton sivuilta selviää, että tietomalli on infrakohteen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Kolmiulotteisen mallin tarkoituksena on koota kaikki tarvittava tieto yhteentiedon hyödyntämisen helpottamiseksi. Yksittäinen tieto tallennetaan vain yhteen kertaan ja sitä voi hyödyntää koko suunnittelu- ja toteutusketju (Kuva 3). Malli mahdollistaa erilaisten analyysien ja simulointien tekemisen jo hankkeen alkuvaiheessa. Tämä edesauttaa vaatimukset ja normit täyttävien, toimivien ja helposti rakennettavien kohteiden suunnittelua. (RIL 2012.)



KUVA 3. Tietomallinnus hankkeessa (Infrabim, 2012)

Mittaviiva- sivuston mukaan 1960-luvulta alkanut arkkitehtisuunnittelun digitalisoituminen kiihtyi 1970- ja 80-lukujen vaihteessa (kuva 4), kun tietokoneavusteinen suunnittelu tuli mahdolliseksi mikrotietokoneiden myötä. CAD-suunnittelun varsinainen murroskausi oli 90-luku, jolloin rakennussuunnittelussa siirryttiin käsinpiirtämisestä 2D-piirtämiseen CADillä. CADin volyymi oli 90-luvun lopulla Suomessa noin 70...80 % rakennushankkeista ja vielä nykyäänkin valtaosa rakennussuunnitelmista tuotetaan CAD-järjestelmillä, tallennetaan piirustustiedostoina ja jaetaan projektipankkien kautta. (Penttilä 2009.)



KUVA 4. Suunnitelmien ja mallinnuksen kehitys (Mittaviiva, 2009)

Tietomallinnusta ollaan standardisoimassa maanrakennusalalle (InfraBIM) ja ajamassa kovaa vauhtia eteenpäin ja se tulee olemaan iso kehitysaskel koko infrarakentamisen sektorilla. Tietomallinnus on jo arkipäivää joissain yrityksissä, mutta tullakseen yleiseksi toimintatavaksi, tulisi tilaajaosapuolen alkaa vaatimaan tietomallinnusta hankkeissa. Tämä edesauttaisi tietomallinnuksen kehitystä yrityksissä.

Tuotemallipohjainen tiedonhallinta ja yhteinen tuotemallistandardi tarjoavat infra-alan toimijoille monenlaisia hyötyjä.

RTS-sivusto listaa tietomallinnuksen hyödyt tilaajille ja omistajille:

- Tuottavuuden ja laadun parantuminen ja kustannussäästöt
- Prosessien nopeutuminen ja parempi hallinta
- Tehokkaampi sähköinen kilpailuttaminen
- Tuote- ja ohjelmistoriippuvuuden vähentyminen
- Käytön aikaiselle johtamiselle parempi tiedonhallinta
- Infra-alan vetovoimaisuuden lisääntyminen

Hyödyt suunnittelijoille ja toteuttajille:

- Kansainvälisesti yhteensopiva toimintamalli
- Suunnittelutarkkuuden parantuminen
- Resurssien tehokkaampi käyttö
- Virheiden vähentyminen ja tehokkuuden parantuminen
- Parempi kannattavuus
- Työmaa-automaation kehittyminen
- Ohjelmistotaloille laajenevat markkinat

Yhteisen tuotemallistandardin merkitys infra-alalle:

- Uuden tiedon ja omien prosessien kehittämistä ketjun eri vaiheissa, tuotannon tehokkuuden parantuminen
- 3-D lähtötietojen hallinta, 3-D suunnittelu ja linkki rakentamiseen, tietomallitekniikan hyödyntäminen ylläpidossa
- Tuotannon ohjauksen kehittyminen
- Koneautomaatiolle luotettavat lähtötiedot
- Toteutuneen tiedon tallennus (rakentaminen ja ylläpito), suunnittelun ja toteutuneen erot näkyviin
- Mobiili tiedonsiirto ja tiedonsiirron tehostuminen
- Moderni laadunvalvontateknologia
- Ylläpidon tehostuminen (RTS 2012.)

3.4.2 Lastplanner

LastPlanner-menetelmä on uusi lyhyen tähtäyksen tuotannonohjauksen menetelmä. Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannonohjaukseen. Last Planner -menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Last Planner -menetelmässä seurataan viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisastetta ja selvitetään syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen. Syihin vaikuttamalla tavoitellaan viikkosuunnitelman toteutumisasteen kohoamista. (Mittaviiva 2008.)

3.5 Sähköinen asiointi

Sähköinen asiointi on lisääntynyt jatkuvasti niin toimistoissa kuin työmaillakin. Informaation siirtyessä jatkuvasti enenevin määrin sähköiseen muotoon, on sitä tukevan teknologian käyttö lisääntynyt myös maanrakennusalalla. Mobiiliteknologian kehittyminen tuo uusia toimintatapoja työmaille ja saattaa helpottaa päivittäisiä rutiineja.

3.5.1 Projektipankit

Projektipankki voidaan määritellä seuraavasti:

Projektipankki on yleensä Web-sovellus joka on käytössä jossakin tietyssä projektissa. Projektipankkiin lisätään kaikki projektia koskevat dokumentit. Kaikilla projektin jäsenillä on näin ollen pääsy aina uusimpiin versioihin kaikista projektia koskevista dokumenteista. (Webbisivu 2012.)

Projektipankin käyttö hyödyntää projektin kaikki osapuolia, sillä kaikki dokumentit ovat kaikkien saatavilla käyttäjän sijainnista riippumatta.

3.5.2 RAILI-puhelimet

Liikenneviraston GSM-R-verkko RAILI eli rautateiden integroitu liikenneviestintäjärjestelmä palvelee ensisijaisesti liikenteenohjaajia, kuljettajia ja konduktöörejä sekä lisäksi myös vaihtotyönjohtajia ja ratatyöstä vastaavia. Verkko kattaa noin 5 000 km ratoja ja ratapihoja. (Liikennevirasto 2012.)

3.5.3 Sähköinen laskutus

Sähköinen lasku välitetään suoraan kuluttajan tai pienyrityksen verkkopankkiin tai yrityksen pankkiyhteysohjelmaan. Tapa soveltuu niin yritys- kuin yksityisasiakkaille. Sähköinen lasku on käytännöllinen ja kustannustehokas tapa välittää laskuja. Tapa perustuu

suomalaisten pankkien yhdessä Finanssialan Keskusliitossa kehittämään Finvoice-malliin.

Yhä useammat yritykset vaativat ostolaskunsa sähköisessä muodossa ja myös yksityishenkilöt haluavat usein saada laskunsa suoraan verkkopankkiin sähköisenä. Palvelu tuo kustannushyötyjä yrityksen laskutukseen, sillä se on edullinen tapa tuottaa ja lähettää laskut. Sähköinen laskutus yksinkertaistaa yrityksen taloushallintoa ja laskut etenevät vaivattomasti sähköiseen laskukiertoon. (Osuuspankki 2012.)

3.5.4 Ohjeistukset

Ohjeistuksien ja laatuvaatimusjärjestelmien siirtyminen sähköiseen muotoon helpottaa arkista työskentelyä. Paperiset versiot vievät tilaa, eikä tiedonhaku niistä ole yhtä nopeaa kuin sähköisessä muodossa olevista ohjeista. Sähköisten asiakirjojen päivittäminen käy helposti, eikä aiheuta ylimääräisiä kustannuksia.

3.5.5 Kalenterit

Sähköisten kalenterien käytöstä voi olla monenlaista hyötyä. Esimerkiksi kalenterimerkintöjen jakaminen onnistuu vaivatta; kokoukseen osallistujille voi lähettää tiedon tulevasta kokouksesta helposti ja nopeasti. Mobiilitekniikan lisääntyvä käyttö mahdollistaa myös sähköisten kalenterien käytön työmailla tietokoneiden ulottumattomissa.

3.5.6 Mobiilit kellokortit ja ajanhallinta

Mobiili ajanhallintajärjestelmä mahdollistaa helpon ja yksinkertaisen päivittäisten tehtävien seurannan. Systemillä voidaan esimerkiksi varmistaa kohteessa käynti, seurata ajokilometrejä tai tallentaa työtehtävään liittyvää tietoa tai systeemiä voi käyttää työmaalla puhelimen avulla henkilötunnistukseen. (Reslink 2011.)

Reslink yrityksen sivusto kertoo muun muassa seuraavaa:

Reslinkin mobiililla ajanhallintaratkaisulla voit varmistaa, että suorite tai työ on tapahtunut oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Kohteeseen tai asiayhteyteen liittyvä tieto - mitä kohteessa tapahtui on mahdollista tallettaa vaivattomasti. Tieto voi olla yksinkertaisimmillaan varmistettua kohteessa käyntiä, ajokilometrien kirjausta tai työtehtävään liittyvää tietoa asiakaskohteessa. Kaikki tämä voidaan tehdä kännykällä ilman erillistä kannettavaa lisälaitetta (PDA). (Reslink 2011.)

Matkapuhelimella tehtävään leimaukseen voidaan siis sisältää GPS-koordinaatit, joten systeemi soveltuu mainiosti liikkuvien työntekijöiden kellokortiksi.

3.5.7 Mobiili sähköposti

Matkapuhelimen mukana kulkeva sähköposti helpottaa tiedon saantia paikasta riippumatta. Tärkeätkään viestit eivät jää saamatta, jos tietokonetta ei ole lähettyvillä. Myös esimerkiksi kuvien, suunnitelmien ynnä muiden asiakirjojen lähettäminen ja vastaanottaminen työmaan ja toimiston välillä helpottuu ja nopeutuu.

3.5.8 Sähköiset huoltokirjat

Kiinteistöalalla jo laajasti käytössä olevia sähköisiä huoltokirjoja voi hyvin soveltaa maanrakennusalalle. Kun kaikki tieto kerätään yhteen paikkaan sähköisenä ja on kaikkien käyttäjien saatavilla, säästyy niin aikaa kuin paperiakkin. Sähköiset huoltokirjat voivat nopeuttaa ja helpottaa suunnittelua, seurantaa ja raportointia.

3.5.9 Automaattinen paalutuspöytäkirja (iPiler)

iPiler on suomalaisen Junttan Oy:n kehittämä järjestelmä paalutuskoneisiin, jonka tarkoitus on optimoida paalutusprosessia ja sen tietohallintaa. iPiler- sivusto kertoo järjestelmästä seuraavaa:

Junttan's iPiler is a completely new system for optimising pile driving processes and data management. iPiler system consists of a control device, PCD, attached to Junttan's pile driving rig and a piling management software, PMO, operated via the internet. With the help of this system, the

pile driving process becomes faster, safer and more efficient. (Junttan Oy 2009)

Järjestelmän ansiosta osa valmisteluista voidaan tehdä jo toimistolla. Järjestelmästä saadaan ulos myös hyödyllistä tietoa analysoitavaksi esimerkiksi seuraavia työkohteita varten. Tiedoista voidaan myös varmistaa, että työ on tehty sovitun mukaisesti. (Junttan Oy 2012.)

3.5.10 HILMA

HILMA on työ- elinkeinoministeriön ylläpitämä sähköinen ilmoituskanava julkisia hankintoja varten. Siellä ilmoitetaan kansallisen ja EU-kynnysarvon ylittävät hankinnat ja EU-ilmoituksista voidaan täyttää ennakoilmoitus, hankintailmoitukset ja jälki-ilmoitukset. Ilmoituksien täyttö edellyttää rekisteröitymistä, mutta hankintoja pääsee selaamaan rekisteröitymättä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013.)

3.5.11 Rakennuslupien sähköinen asiointipalvelu

Lupapiste.fi on sähköinen palvelu, jossa rakentamisen lupiin liittyvät hakemukset ja aineistot välittyvät kuntien järjestelmiin sähköisessä muodossa. Maaliskuussa aloitettuun palveluun on tarkoitus saada kuntia mukaan pilotoimaan uutta palvelua ja sen tulisi olla valmis vuonna 2014. (Miettinen 2013)

Kansalaiset, yritykset ja yhteisöt voivat hoitaa ja jakaa lupa- ja ilmoitusasiansa viranomaisten sekä projektin muiden osapuolten kanssa. Palvelu sähköistää koko asiointiprosessin lomakkeista neuvontaan, seurantaan ja päätöksiin saakka sekä vähentää virastoissa asiointin tarvetta. (Miettinen 2013.)

3.6 Muut teknologiat ja järjestelmät

3.6.1 Poralaitteen simulaattori

Tekesin rahoittamassa tutkimuksessa kehitettiin poralaitteen simulaattori:

Sandvik Mining and Construction kehitti yhdessä Creanex Oy:n kanssa uudenlaisen poralaitteen simulaattorin. Se toimii porareiden kouluttamisen lisäksi tuotekehityksen työkaluna. (Tekes 2012.)

Simulaattoria on käytetty maailmalla uuden poralaitteen koulutuksen yhteydessä.

3.6.2 ZenRobotics-jätteen erottelu

Suomalaisen ZenRobotics Oy:n kehittämä jätteenkäsittelylaitteen idea kuulostaa seuraavalta:

Robotteihin perustuva, koneoppimista hyödyntävä järjestelmä, joka ottaa jätevirrasta talteen halutut esineet ja raaka-aineet. Järjestelmä soveltuu rakennus- ja purkujätteen, kotitalousjätteen ja kaupan ja teollisuuden jätteiden käsittelyyn. (ZenRobotics 2012).

Jätteiden tunnistamiseen käytetään monia sensoreita, muun muassa kameroita, läpivalaisua, konetuntoaistia ja laserskanneria.

3.6.3 Vedenpuhdistus, PACS-järjestelmä

PAC-Solution Ltd:n kehittämä järjestelmä veden jälkidesinfiointiin kuulostaa tältä:

PACS-järjestelmä on jäteveden jälkidesinfiointiin uusi vaihtoehto, joka on turvallinen sekä luonnolle että ihmisille. Verrattuna muihin olemassa oleviin vaihtoehtoihin, PACS-liuos ei muodosta haitallisia sivutuotteita vaan muuttuu puhdistusprosessissa luonnon omiksi aineiksi. Se kuluu loppuun reagoidessaan epäpuhtauksien kanssa, eikä siitä jää jäämiä luontoon. (Pacs 2012.)

Järjestelmä voidaan integroida olemassa olevaan vedenkäsittelylaitokseen. Järjestelmä koostuu tiedon keruusta antureilla, analysointilaitteesta, valvonnasta ja syöttöohjelmasta sekä PACS-liuoksesta.

3.6.4 Jäteputkijärjestelmä

Tampereen vuorekseen asennettu jäteputkijärjestelmä on ollut käytössä jo maailmalla ja nyt vastaavaa on kokeiltu myös Suomessa. Kuntatekniikka- lehden artikkeli kuvaa järjestelmän kattavasti:

Putkijärjestelmä koostuu keräyspaikoista, maanalaisesta putkistosta ja koonta-asemasta. Jätteet lajitellaan kotona ja tuodaan keräyspaikkaan, missä on oma syöttöputkensa jokaiselle jätelajille. Putken luukku aukeaa automaattisesti asiakkaan sähköisellä avaimella. Jätteet laitetaan syöttölokeroon, joka luukun sulkeutuessa kippaa jätteen syöttöputken varastotilaan. Jätteen tyhjennys varastotilasta tapahtuu automaattisesti perustuen sen täyttöasteen seurantaan. Tyhjennyksen alkaessa varastotilan alapäässä sijaitseva formaattori siirtää jätteen liityntäputkeen, johon koonta-asemalaitteistolla on synnytetty alipaine. Jäte siirtyy suurella nopeudella koonta-asemalle, jossa jäte erotetaan ilmavirrasta. Jäte puutoaa jätepuristimeen, joka siirtää sen kuljetuskonttiin. Kontit kuljetetaan kuorma-autolla ao. jätelajin vastaanottajalle. (Kuntatekniikka 2012, 24–26.)

3.7 Toimintatavat

3.7.1 Projektiallianssi

Allianssimallissa tilaaja, suunnittelijat ja urakoitsijat muodostavat yhteistyöryhmän, allianssin, joka yhdessä vastaa hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta. Toteutusmallilla pyritään pääasiassa parantamaan rakentamisen tuottavuutta sekä muuttamaan rakentamisen toimintakulttuuria kohti avoimempaa ja luottamukseen perustuvaa toimintatapaa. (Liikennevirasto 2012.)

Muun muassa VTT on julkaissut Allianssiurakasta kattavan tutkimuksen.

4 TULOSTEN TARKASTELU

Teknologioita löytyi tähän työhön kattavasti mutta paljon jäi vielä tutkimatta. Tietojen hajanaisuus teki tiedonhausta haasteellista varsinkin jos haastateltavat eivät osanneet kertoa tietyn laitteen tai ohjelmiston valmistajan tai toimittajan nimeä. Joitakin teknologioita myös jäi työstä pois riittämättömän informaation vuoksi.

Alan kirjallisuuden tutkiminen toi uusia teknologioita esille kattavasti mutta se oli hitaanlaista ja tuntui hetkittäin täysin hakuammunnalta. Teknologioita tutkitaan yrityksissä ja yliopistoissa jatkuvasti mutta tutkimukset yleensä ovat salattuja tai kenties vain yrityksen omassa käytössä. Tästä syystä osa tulevista mahdollisesti suuntaa tekevästä teknologioista on saattanut jäänyt pimentoon.

Haastattelut osoittautuivat hyväksi tavaksi kerätä uusien teknologioiden nimiä, vaikkakin varsinaiset tiedot teknologiasta löytyi lähes poikkeuksetta kirjallisuudesta. Haastattelut kohdistettiin mahdollisimman eri toimialan edustajaan ja tietoa löytyikin usealta eri sektorilta. Kuitenkin uupumaan jäi erityisesti suunnittelupuolelta uusia ohjelmistoja ja toimintatapoja, joita varmasti on tullut tietomallinnuksen kehityksen myötä. Myös materiaaleja löytyi verrattain niukasti, vaikka maanrakennusalalla uudet materiaalit ovat usein jonkin vanhan materiaalin uusiokäyttöä.

Kattavamman tietopaketin saamiseksi haastatteluja olisi pitänyt tehdä laajemmin. Yksi henkilö ei välttämättä tunne kaikkea uutta mitä alalle on tullut, vaikka olisikin tekemisissä tutkimuksen ja kehityksen kanssa. Tiedonhaussa internetistä hakusanoilla oli iso merkitys. Vaikka kyse olisi uudesta teknologiasta, juuri näiden sanojen käyttö haussa tuotti verrattain vähän tuloksia. Tietoa tulisi hakea mahdollisimman usealla eri hakusalla mutta silloinkin olisi parasta, jos tietäisi täsmälleen minkälaista teknologiaa on hakemassa.

5 YHTEENVETO

5.1 Tulosityhteenveto

Työn tuloksena saatiin kattava listaus infrasektorilla olevista teknologioista. VTT:n ja TAMK:n projektin yhtenä tavoitteena on tuoda alalle yhtenäistä tietopohjaa, ja tämä työ kokosi yhteen useita teknologioita eri puolilta sektoria vastaten omalta osaltaan tähän tavoitteeseen.

Alan toimijoiden haastatteluiden perusteella tärkeimpänä muutoksena koko infra-alalla pidettiin tietomallinnusta. Tutkimusta tehtäessä kehittyi kuva siitä, että tietomallinnuksen kehittyminen tulee viemään alaa uudelle aikakaudelle ja moni muu teknologia tulee kehittymään tietomallinnuksen kehityksen ohella. Tietomallinnukselta odotetaan paljon, ja meneillään olevista pilottihankkeista saatavat kokemukset ovat tärkeitä tulevaisuuden ja kehityksen kannalta.

Lisäksi tärkeänä uudistuksena pidettiin tietomallinnukseen kytköksissä olevaa 3D-koneohjausta, joka on jo yleistynyt ainakin isojen yritysten kalustossa. Tärkeänä muutoksena pidettiin myös sähköisen asioinnin lisääntymistä. Varsinkin pienissä yrityksissä sähköinen asiointi saattaa olla vähäistä, mutta sen lisääminen ja uudistaminen yrityksessä saattaakin olla helpoin ja kustannustehokkain tapa lisätä näiden yritysten toimivuutta.

Mobiilitekniikka tulee viemään työmaan käytäntöjä uuteen suuntaan, kun suunnitelmat kulkevat näppärästi mukana yhden laitteen mukana ja kaikki projektin tiedot ovat saatavilla muutamalla napin painalluksella.

Myös materiaalien kierrätystä sekä uusiokäyttöä pidettiin tärkeänä tekijänä lähitulevaisuudessa. Luonnonvarojen huetessa ja materiaalien saatavuuden vaikeutuessa kierrätys tulee olemaan tärkeässä roolissa tulevaisuudessa varsinkin alueilla, joissa materiaalien kuljetusmatkat ovat pitkiä.

Työ valmistui loppuvuodesta 2012 ja tulokset esiteltiin Infrarakentaminen muutoksessa-projektin johtoryhmälle alkuvuodesta 2013 osana VTT:n ja TAMK:n laatimaa raporttia.

5.2 Jatkotutkimusehdotus

Tutkimusta olisi tarpeen jatkaa, laajentaa ja syventää, sillä uusia teknologioita tulee esille säännöllisesti alan lehdissä ja julkaisuissa. Tällä saralla riittäisi varmasti tutkittavaa pidemmäksikin aikaa, ja rajausten tarkennus tai laajentaminen auttaisi varmasti tuomaan esille lisää aineistoa. Mitä enemmän tietoa yrityksille saadaan tulevista teknologioista ja niiden hyödyistä, sitä paremmin voidaan valmistautua ja suunnata investointeja hyödyllisiin teknologioihin. Lisäksi tiedottaminen tärkeistä koko alaa koskevista teknologioista ja niiden kehityksestä parantaisi varsinkin pienten yritysten valmiuksia vastata tuleviin muutoksiin. Vastaavaa yhteenvetoa infra-alan teknologioista ei ole tullut vastaan, vaan uudet teknologiat yleensä esitellään alan erilaisissa julkaisuissa yksittäin.

LÄHTEET

Aacon Oy. 2012. Matkapuhelin leimauslaitteena - mukana paikkatieto. Luettu 17.12.2012. <http://www.aacon.fi/matkapuhelin-leimauslaitteena-mukana-paikkatieto.html>.

Geotrim Oy. 2012. Valtakunnallinen VRS-tukiasemaverkkopalvelu. Luettu 19.9.2012. <http://www.geotrim.fi/vrsnet/>.

Hirsjärvi & Hurme. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino 2000 .

Holt, E. Research scientist. 2012. Haastattelu 3.12.2012. Haastattelija Sankala, E. Ei litteroitu.

InfraBim. 2012. Tietomallintaminen uudistaa infra-alan. Luettu 19.9.2012. <http://www.infrabim.fi/index.htm>.

Isoaho S. 2012. Vuoreksen jätteet putkeen ja maan alle. Kuntatekniikka 4/2012, 24 - 26.

Isotalo K. 2011. Uusia asiakkaita ilmakuvaukselle. Positio 4/2011, 17 - 19.

Junttan Oy. 2009. What is iPiler. Luettu 17.12.2012. http://www.ipiler.com/en/what_is_ipiler/.

Junttan Oy. 2012. iPiler - uusi tapa lisätä projektin kannattavuutta. Luettu 17.12.2012. http://www.junttan.com/tuotteet/junttan_ipiler_fi#.

Jämsä, H. Tohtori. 2012. Haastattelu 15.11.2012. Haastattelija Sankala, E. Ei litteroitu.

Järvinen, V. Asiantuntija. 2012. Haastattelu 6.11.2012. Haastattelija Sankala, E.

Kandolin R. Harri Eerola kehitti uuden rusnauspuomin. Luettu 19.9.2012. <http://www.rusnakone.fi/pages/artikkeli1.html>.

Laatunen, K. Tuotekehityspäällikkö. 2012. Haastattelu 14.11.2012. Haastattelija Sankala, E. Ei litteroitu.

Lahdenperä. 2012. VTT. Allianssiurakka. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2471.pdf>.

Leppänen, M. Tekninen johtaja. 2012. Haastattelu 3.12.2012. Haastattelija Sankala, E. Ei litteroitu.

Liikennevirasto. 2012. Allianssimalli. Luettu 17.12.2012. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/lielahti_kokemaki/allianssimalli.

Liikennevirasto. 2012. GSM-R-verkko RAILI. Luettu 4.12.2012. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ammattiliikenteen_palvelut/rataverkolla_liikennointi/gsm_r_verkko.

Lifländer T. TEKES. 2012. Poralaitteen simulaattorin huikea matka maailmalle. Luettu 19. 9.2012.
http://www.tekes.fi/fi/community/Asiakkaiden_tuloksia/403/Asiakkaiden_tuloksia/647?name=Poralaitteen+simulaattorin+huikea+matka+maailmalle.

Maanmittauslaitos. 2012. GPS- mittaus. Luettu 17.12.2012.
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/gps-mittaus>.

Miettinen Ville. 2013. Lupapiste.fi välittää rakennuslupien aineistot kunnan järjestelmiin. Luettu 2.4.2013.
<http://kuntatekniikka.kuntalehti.fi/ajankohtaista/uutiset/2013/Sivut/Lupapistefi-välittää-rakennuslupien-aineistot-kunnan-jarjestelmiin.aspx>.

Mittaviiva Oy. 2008. LastPlanner - toimiva tuotannonohjaus. Luettu 10.12.2012.
<http://www.mittaviiva.fi/index.php?sivu=2214>.

Myllys, T. Johtaja. 2012. Haastattelu 6.11.2012. Haastattelija Sankala, E.
NTD Inframitta Oy. Mihin lämpökuvausta voidaan käyttää? Luettu 17.10.2012.
<http://www.inframitta.fi/lampokuvaus/index.html>.

Novatron Oy. 2012. VISION 3D. Luettu 11.12.2012.
<http://www.novatron.fi/fi/vision3d2.html>.

PAC-Solution Ltd. 2010. Jäteveden jälkidesinfointi. Luettu 19.9.2012.
http://www.pacs.fi/?page_id=110&lang=fi.

Paikkatietoikkuna. 2011. Uusia asiakkaita ilmakuvaukselle. Luettu 14.11.2012.
http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/positio_3_2011_uusia_asiakkaita_ilmakuvaukselle.

Pesonen N. 2007. Ajoneuvolaserkeilauksen hyödyntäminen tien rakenteen parantamisen suunnittelussa. Oulun yliopisto.

Piiparinen, A. Yksikön johtaja. 2012. Haastattelu 12.11.2012. Haastattelija Sankala, E. Ei litteroitu.

Pohjola, J. Kehityspäällikkö. 2012. Haastattelu 16.11.2012. Haastattelija Sankala, E. Ei litteroitu.

Päiviö, O. 2012. Komatsu HB 215 LC Hybrid - Vihreämpi tulevaisuus on jo täällä. Luettu 30.3.2013. <http://www.koneporssi.com/uutiset/komatsu-hb-215-lc-hybrid-vihreampi-tulevaisuus-on-jo-taalla/>.

Reslink Solutions Ltd. 2011. Mobiili ajanhallinta, mobiili kellokortti. Luettu 17.12.2012.
<http://www.reslink.fi/index.php/finnish/component/content/13/13?task=view>.

RIL. 2012. Tietomallinnus. Luettu 19.9.2012. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>.

Routio, P. 2007. Tuote ja tieto. Tuotteiden tutkimus ja kehittäminen. Taideteollinen korkeakoulu. Virtuaaliyliopisto. Luettu 17.2.2013.

Sciencedaily. 2008. How Safe Is This Bridge? Luettu 19.09.2012.
http://www.sciencedaily.com/videos/2008/0308-how_safe_is_this_bridge.htm.

Scitechdaily. 2012. Limestone Based Cement Reduces Energy Consumption and CO2 Production by 97 Percent. Luettu 19.9.2012.
<http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/uusi+ekosementti+vahentaa+rakennusmateriaalin+paastot+olettomiin+ndash+sai+inspiraationsa+egyptin+pyramideista/a782269>.

Teonsana Oy. TEKES. 2012. Graphic Concrete: Graafinen betoni saa jalansijaa maailmalla. Luettu 19.9.2012.
http://www.tekes.fi/fi/community/Asiakkaiden_tuloksia/403/Asiakkaiden_tuloksia/647?name=Graafinen+betoni+saa+jalansijaa+maailmalla.

Topgeo Oy. Mitä koneohjaus on? Luettu 19.9.2012.
http://www.topgeo.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=121&Itemid=126

Työ- ja elinkeinoministeriö, 2013. HILMA- Julkiset hankinnat. Luettu 2.4.2013
<http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>.

Uusioaines Oy. Foamit. Luettu 19.9.2012.
<http://www.foamit.fi/DowebEasyCMS/?Page=foamitInfrarakentaminen>.

Webbisivut. Projektipankki. Luettu 8.11.2012.
<http://www.webbisivu.com/projektipankki>.

Wiress Seismic inc. 2012. A Revolution in Seismic Data Acquisition. Luettu 17.12.2012. <http://www.wirelesseismic.com/>.

Ympäristöministeriö. 2011. Infrarakentamisen uusi materiaalitekнологia – UUMA. Luettu 19.9.2012. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=399994&lan=FI#a3>.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset yrityksille

1. Mitä uutta teknologiaa/tekniikka vastikään otettu käyttöön yrityksessänne/organisaatiossanne?
 - 1.1 Miten uudet teknologiat vaikuttanut? (tuottavuuteen)
2. Mitä teknologiaa maanrakennusalalle yleisesti tullut?
3. Mitä teknologiaa tulossa alalle lähitulevaisuudessa? 2015-2020
4. Mikä voisi aiheuttaa teknologiaharppauksen?
5. Mitä jokin laki-/asetusmuutos voisi aiheuttaa?