Digitaalista tulevaisuutta – Huippuosaamisella vaikuttavuutta ja vuorovaikutusta

HUMAK
HUMANISTINEN AMMATTIKORKEAKOULU

Digitaalista tulevaisuutta –
Huippuosaamisella vaikuttavuutta ja vuorovaikutusta

Toimittaneet: Marika Ahlavuo, Hannu Hyyppä & Elina Ylikoski

Julkaisija	Humanistinen ammattikorkeakoulu
Kannen kuvat	Marika Ahlavuo & Hannu Hyyppä
Ulkoasu ja taitto	Emilia Reponen
Piirrokset ja kuvat	Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo, Juho-Pekka Virtanen, Emilia Reponen & kirjoittajat
Kuvankäsittely	Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo, Matti Kurkela, Juho-Pekka Virtanen
Paino	Libris, Helsinki 2016

ISBN 978-952-456-263-8 (painettu)
ISBN 978-952-456-261-4 (verkkojulkaisu)

ISSN 2343-0664 (painettu)
ISSN 2343-0672 (verkkojulkaisu)

Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja, 32.

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
http://www.humak.fi/julkaisut/

© 2016 Julkaisun tekijät, Aalto-yliopisto, Humanistinen ammattikorkeakoulu, Paikkatietokeskus FGI

Tämän teoksen kopioiminen on tekijänoikeuslain (404/61, muut. 712/96) ja valokuvalain (405/61, muut. 446/95) mukaisesti kielletty. Teoksen valokopioiminen on kielletty, ellei valokopiointiin ole hankittu lupaa. Lisätietoa luvista antaa Kopiosto ry, www.kopiosto.fi. Teoksen tai sen osan digitaalinen kopiointi tai muuntelu on ehdottomasti kielletty.

Esipuhe

Aalto-yliopiston MeMo-instituutissa, Humanistisessa ammattikorkeakoulussa (Humak) ja Paikkatietokeskuksessa (FGI) on tehty pitkäjänteistä osaamisen kehittämistä yhteistyössä yritysten, yliopistojen, korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, kaupunkien ja tutkimusrahoittajien kanssa. Aalto-yliopiston läheisempi yhteistyö Humanistisen ammattikorkeakoulun kanssa alkoi vuonna 2015 3D-hahmokeilausten osalta kulttuuriperintökohteissa.

Käsissäsi on "Digitaalista tulevaisuutta – Huippuosaamisella vaikuttavuutta ja vuorovaikutusta" – julkaisu. Julkaisun teemana on tarkastella uuden tiedon ja tutkimustiedon hyödyntämismahdollisuuksia yhteiskunnassa. Lisäksi tarkastellaan sitä, miten tutkimuksen vaikuttavuus, uudet tekniikat ja digitaalisuus voidaan hyödyntää kansallisesti tehokkaammin. Julkaisu perustuu paljolti tutkimusverkostoihimme, yhteisiin poikkitieteellisiin avauksiimme sekä hankkeisiin alan uudenlaisen yhteistyön vauhdittamiseksi.

Tämä teos on osaltaan jatkoa ja laajennusta loppuvuonna 2012 ilmestyneelle "Rakennus- ja kiinteistöalan tulevaisuuden näkymiä" -julkaisulle ja vuonna 2014 ilmestyneelle "Yhteistä tulevaisuutta rakentamassa ja kartoittamassa" -julkaisulle.

Haluamme toimia aktiivisina välittämällä tutkimus- ja kehitysosaamistamme alan kansallisille toimijoille. Suomessa tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa (jäljempänä TKI) rahoitetaan paljolti julkisin varoin, joten tunnistamme myös yhteiskunnallisen vastuumme tiedon välittämisessä. Tiedetuottaminen ja aktiivinen vuorovaikutus mahdollistavat TKI-toiminnassa tuotetun tiedon nopeamman hyödynnettävyyden yhteiskunnassa ja toiminnan jatkuvuuden monialaisissa verkostoissa. Julkaisu on jaettu neljään osaan, joista ensimmäisessä hahmotellaan tulevaisuuden korkeakoulua ja kumppanuuksia sekä uudistuvan TKI:n roolia. Toisessa osassa näkökulmina ovat digitaalisuus ja virtuaalisuus. Kolmannessa ja neljännessä osiossa pohditaan esimerkein kulttuurin ja tieteen kohtaamista 3D:n ja visualisoinnin avulla.

Kiitämme Humanistisen ammattikorkeakoulun halua toimia ketterästi poikkialaisessa yhteistyössä. Lisäksi kiitämme julkaisun kirjoittajia, julkaisun tekemiseen osallistunutta laajaa verkostoa, projektien parissa työskennelleitä siitä, että he ovat panoksellaan tehneet mahdolliseksi tämän julkaisun. Kiitokset myös mm. seuraaville rahoittajille: Suomen Akatemia, Uudenmaan liitto, EU, Tekes, Aalto-yliopisto sekä Humanistinen ammattikorkeakoulu.

Toivomme tämän julkaisun herättävän kiinnostusta ja keskustelua. Innostavia lukuhetkiä.

Espoossa 26.12.2016

Hannu Hyyppä ja Marika Ahlavuo

SISÄLLYSLUETTELO

1 TULEVAISUUDEN KORKEAKOULU JA KUMPPANUUDET 8

Kohti uutta korkeakoulua 9
Tapio Huttula

Näkökulmia kokonaisvaltaiseen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiojohtamiseen 22
Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo

Hubiikki kumppanuusmallina 32
Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo, Mika Lindholm

2 DIGITAALISUUS JA VIRTUAALISUUS 41

Taustaa digitaalisuudesta ja 3D-virtuaalisuudesta kulttuurialalla 42
Marika Ahlavuo, Hannu Hyyppä, Timo Parkkola, Matti Kurkela

Kulttuurialan virtualisointiesimerkkejä 51
Marika Ahlavuo, Hannu Hyyppä, Nina Luostarinen, Timo Parkkola, Matti Kurkela

Näkökulmia valokuvan eri rooleihin digitaalisessa tietoyhteiskunnassa 60
Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo, Matti Kurkela

3 KULTTUURI JA TIEDE KOHTAAVAT 71

3D-mittaustekniikoita ja niiden käyttömahdollisuuksia 72
Marika Ahlavuo, Hannu Hyyppä, Juho-Pekka Virtanen, Matti T. Vaaja, Matti Kurkela, Arttu Julin, Heikki Kauhanen, Antero Kukko, Hannu Siirala, Harri Kaartinen, Juha Hyyppä

3D-hahmot – historia kohtaa kulttuurikohteet 85
Marika Ahlavuo, Matti Kurkela, Timo Parkkola, Nina Luostarinen, Juho-Pekka Virtanen, Matti T. Vaaja, Henrik Jansson, Hannu Hyyppä

Virtuaalikuunnelma ”Ääniä sielujen huoneista” - monimediateos 93
Marika Ahlavuo, Hannu Hyyppä, Tuomas Turppa, Matti Kurkela, Juho-Pekka Virtanen, Matti T. Vaaja, Arttu Julin, Heikki Kauhanen, Mikael Hindsberg, Jessica Edén von Numers, Tommy Mård

Näkökulmia verkostojen teoriaan 103
Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo

Demo ja pilotointikulttuuri tutkimuksessa - Case Light Energy 114
Juho-Pekka Virtanen, Hannu Hyyppä, Matti Kurkela, Matti T. Vaaja, Marika Ahlavuo

4 TIETEELLÄ VAIKUTTAVUUTTA 122

3D-kaupunkimallinnuksella kohti älykkäitä kaupunkeja 123
Arttu Julin, Juho-Pekka Virtanen, Hannu Hyyppä, Juha Hyyppä

Liikenneympäristön valaistuksen 3D-mittaus ja mallinnus 131
Matti T. Vaaja, Matti Kurkela, Mikko Maksimainen, Juho-Pekka Virtanen, Antero Kukko, Hannu Hyyppä

Laserkeilausmenetelmien soveltuvuus jokiympäristöjen mallinnukseen 139
Matti T. Vaaja, Matti Kurkela, Hannu Hyyppä, Antero Kukko, Harri Kaartinen, Anttoni Jaakkola, Elina Kasvi, Eliisa Lotsari, Juho-Pekka Virtanen, Ninni Saarinen, Marika Ahlavuo, Mikko Vastaranta, Markus Holopainen, Johanna Jalonen, Petteri Alho, Juha Hyyppä

1 Tulevaisuuden korkeakoulu ja kumppanuudet

Kohti uutta korkeakoulua

Tapio Huttula[1]

[1] *Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak*

Tiivistelmä

Tulevaisuuden korkeakoulu on aiempaa huokoisempi. Sen toiminnot ovat sulautuneet osaksi työelämän, muiden korkeakoulujen ja kehittäjien toimintaa. Siirtyminen korkeakouluun on vapaata ja korkeakoulujen tuottama uusi tieto ja osaaminen (perus-, jatko- ja täydennyskoulutus) ovat välittömästi kaikkien saavutettavissa. Korkeakoulujen digikyvykkyys on elinehto suomalaisen korkeakoulutuksen menestymiselle. Uusi korkeakoulu on työelämän ja yhteiskunnan uudistaja ja rohkea kokeilija sekä tehokas ja kansainvälinen toimija. Korkeakoulutuksen visio perustuu toimijoiden keskinäiseen luottamukseen, kunnioitukseen ja toisen erilaisen osaamisen arvostukseen.

Taustaa

Suomalaiset korkeakoulut ovat jo muutaman vuoden ajan vaatineet keskustelua korkeakoulujärjestelmän visiosta. Nyt tämä keskustelu on käynnistymässä. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene julkaisi oman rakenteellista kehittämistä koskevan raporttinsa keväällä (Arene 2016). Yliopistojen Unifi ry julkaisi oman visiopaperinsa joulukuun alussa, juuri ennen korkeakoulujen ja tiedelaitosten johdon seminaaria 8.-9.12.2016 Turussa (Unifi). Tuossa seminaarissa opetus- ja kulttuuriministeri Sanni Grahn-Laasonen totesi, että hän kutsuu korkeakoulut ja muut toimijat keväällä 2017 keskusteluun korkeakoulujen pitkäjänteisestä kehittämisestä (Grahn-Laasonen 2016).

Visiotyötä ohjaamaan perustetaan parlamentaarinen ohjausryhmä. Korkeakoulujen toive pitkäjänteistä kehittämistä tukevasta visiosta näyttää nyt toteutuvan. Millainen tämän vision pitäisi olla? Tämän artikkelin myötä haluan osallistua tuohon keskusteluun. Samalla artikkeli on jatkoa aiempaan korkeakoulujen digikyvykkyyttä pohtineelle artikkelilleni (Huttula 2016).

Vision reunaehtoja

Opetus- ja kulttuuriministeriö solmi tulossopimukset korkeakoulujen kanssa kaudelle 2017-2020 vuoden 2016 aikana. Sopimuksissa asetetut tavoitteet on johdettu hallitusohjelmasta, hallituksen toimintasuunnitelmasta sekä muista eduskunnan ja valtioneuvoston korkeakouluille asettamista strategisista tavoitteista. Tulossopimuksissa sovittiin myös korkeakoulujen yleiset tavoitteet tulevalle kaudelle. Tavoitteet on otsikoitu sopimuksissa Tavoitetila 2025. Keskeiset ajatukset tavoitetilassa ovat seuraavat (Kosunen 2016):

> *”Suomalainen - nykyistä laadukkaampi, kansainvälisempi, vaikuttavampi ja tehokkaampi - korkeakoululaitos on vuonna 2025 kansainvälisesti kilpailukykyinen, mahdollistaa korkeaan osaamiseen perustuvan suomalaisen yhteiskunnan ja toimintatapojen uudistumisen sekä tuottaa osaamista ja uutta tietoa globaalien, usein monialaisten ongelmien ratkaisemiseen.*
>
> *Korkeakoulut ja tiedelaitokset ottavat toiminnassaan ennakoivasti huomioon toimintaympäristön muutokset, kuten digitalisaation, kansainvälistymisen ja väestökehityksen. Suomalaiset yliopistot ja ammattikorkeakoulut ovat kansainvälisesti vahvoja ja kilpailukykyisiä toimijoita. Korkeakoululaitos muodostuu korkeatasoisista, vahvuusalueilleen profiloituneista yliopistoista ja ammattikorkeakouluista. Näiden osaaminen täydentää toisiaan siten, että yhteiskunnan ja työelämän erilaisiin tarpeisiin vastataan. Korkeakoulujen toiminnassa korostuvat sivistystehtävä, yhteiskuntavastuu ja vaikuttavuus, kestävän kehityksen periaatteet, eettinen toimintatapa sekä hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen. Laatua on vahvistettu kansainvälistymällä, digitalisaatiota hyödyntämällä sekä toimintaa modernisoimalla. Opintopolkuja on joustavoitettu, tieto on avointa ja infrastruktuurit yhteiskäytössä. Suomeen muodostuu tutkimuksen huipulla toimivia yliopistoja ja kaikissa yliopistoissa on kansainväliselle tasolle yltäviä tutkimusaloja. Ammattikorkeakoulujen soveltava tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta tukee entistä vahvemmin koulutusta ja luo edellytyksiä pk-yritysten sekä yksityisen ja julkisen sektorin palvelujen uudistumiselle.”*

Sopimuskauden tavoitteet muodostavat reunaehtoja korkeakoulujen kehittämiselle. Niissä korostuvat rakenteiden ja toimintatapojen kehittäminen, kansainvälistyminen sekä korkeakoulujen työnjako ja profiloituminen. Teknologinen kehitys ja erityisesti digitalisaation hyödyntäminen korkeakoulutuksen ja tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan edistämisessä nousee myös korostetusti esille. Digitalisaatio onkin osa ratkaisua, ei varsinainen tavoite. Samalla on kuitenkin todettava, että se on myös olennainen toimintaympäristön muutos, joka on otettava huomioon.
Kansallinen osaamistason nosto on aivan olennainen osa kansallista selviytymisstrategiaa. Vain sen avulla kaikki voidaan saada osallisiksi työelämään. Digitaidot ovat yhteiskunnan ja työelämän perustaitoja. Digitaidot voi nähdä kansalaisen perusoikeutena digitalisoituvassa maailmassa. Digitaalinen kuilu (digital divide) on keskeinen tasa-arvotekijä niin kansallisella kuin globaalillakin tasolla. Korkeakoulujen digikyvykkyys on siis elinehto, peruslähtökohta, suomalaisen korkeakoulutuksen menestymiselle. Digikyvykkyyteen liittyy myös uudenlainen avointa tiedon ja osaamisen jakoa korostava toimintatapa (Huttula 2016).

Arene nosti omassa visiossaan tavoitteeksi maailman parhaan korkeakoululaitoksen. Tavoitteena on muodostaa yliopistoista ja ammattikorkeakouluista toistensa osaamista täydentävä kokonaisuus, jossa eri toimijat toimivat hyvin yhteen. Vision lähtökohtana on, että rakenteellista kehittämistä, profilointia ja työnjakoa jatketaan, mutta autonomisten korkeakoulujen omista lähtökohdista. Korkeakoulujen kehitys voi saada myös erilaisia alueiden tarpeista lähteviä ratkaisuja. Tuloksena on kattava diversiteettiin perustuva ja uudistumiseen kykenevä tehokas korkeakoulukokonaisuus. Arenen mukaan muutosajureina tulee olla laatu ja kehittymispotentiaali (Arene

2016). Visionsa toteuttamiseksi Arene haluaa selkeää työnjakoa, mahdollistavaa lainsäädäntöä ja ennakoitavissa olevat toiminnalliset ja taloudelliset puitteet ja resurssit sekä selkeän kansallisen ohjauksen.

Unifi tavoittelee visiossaan Suomea, joka on vuonna 2025 maailman johtavia tietointensiivisiä osaamisyhteiskuntia. Tavoitteena on Suomi, joka on maailman paras paikka oppia, Suomi, joka tunnetaan sivistyksestä, osaamisesta ja korkeimpaan osaamiseen perustuvista innovaatioista. Tämä saavutetaan tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan sekä koulutuksen kehittämisen ja arvostamisen kautta. Unifin keinoissa toteuttaa tavoitteet toistuu samoja asioita, kuin ministeriön ja Arenen tavoitekirjauksissa. Yhteistyö ja profiloituminen korostuvat myös Unifin tavoitteessa: Yliopistot, ammattikorkeakoulut ja tutkimuslaitokset muodostavat korkeatasoisia ja vetovoimaisia tietoyhteisöjä (Unifi 2016).

Korkeakoulusektoreiden visioita yhdistää vahva itseymmärrys ja tarve käydä vuoropuhelua ympäröivän yhteiskunnan kanssa omasta roolista ja tehtävästä. Toisaalta taustalla näyttäytyy myös huoli koulutuksen ja tutkimuksen resurssien vähenemisestä, huoli siitä, miten korkeakoulut voivat pärjätä niukkenevilla resursseilla yhä tiukkenevassa kansainvälisessä kilpailussa. Yhteistyön tarve ja halu tehdä yhteistyötä on selkeästi lisääntynyt korkeakoulujen käymässä keskustelussa. Tämä on tulevan kehittämisen kannalta olennaista, vaikka yhteensovittamistakin visioissa on. Korkeakoulujen huoli on helppo ymmärtää. Niiden toimintaympäristö on suuressa muutoksessa. Kansainvälistä maisemaa leimaavat taloudellinen ja poliittinen epävakaus. Toisaalta teknologinen kehitys mullistaa tiedontuottamisprosesseja ja tarjoaa ajasta ja paikasta riippumattoman osaamisen tuottamisen. Samalla tiedon määrä lisääntyy räjähdysmäisesti. Korkeakoulutuksen perinteinen ja institutionaalinen asema uuden tiedon ja osaamisen tuottajana on uhattuna. Suomalaisilla korkeakouluilla on lisäksi omat kotimaiset demografiaan sekä yhteiskunnalliseen ja taloudelliseen asemaan liittyvät haasteet.

Suomalaisen koulutuksen kriisi?

Suomi on elänyt koko 2000-luvun PISA-aikaa. Suomalaisnuoret ovat menestyneet kansainvälisessä osaamistutkimuksissa esimerkillisesti mittauksesta toiseen. Tämä on nostanut suomalaisen koulutusjärjestelmän eräänlaiseksi malliksi koko maailmalle. Viimeisimmissä tutkimuksissa Suomi on pudonnut kärkisijoilta. Tämä on herättänyt huolta ja keskustelun siitä, onko kaikki kunnossa suomalaisessa koulutuksessa (Vettenranta ym. 2016). Osaamisperusteiseen kasvuun tähtäävä kilpailu kansakuntien välillä tiukkenee. Monet merkit viittaavat siihen, että suomalaisella koulutuksella on edessään haasteita. Onko suomalainen koulutus kriisissä? Tätä kysymystä on syytä pohtia ennen kuin pohditaan tarvittavia muutoksia korkeakoulujärjestelmään ja yksittäisten korkeakoulujen toimintaan.

Järjestelmän toimivuutta tarkastellaan tässä yhteydessä kolmesta näkökulmasta. Koulutuksen yleisestä merkityksestä nuoren tulevaisuudelle ja uralle, koulutukseen siirtymisen haasteita ja yleistä koulutustason kehitystä. Muitakin tärkeitä näkökulmia on, mutta korkeakoulutuksen kannalta mainitut ovat aivan keskeisiä.

Koulutus ennakoi selkeästi nuoren tulevaa työuraa. Kuntoutussäätiö seurasi liki 120 000:tta 1983–1985 syntynyttä heidän ollessaan 17-26-vuotiaita. Seurannasta tehty ”Onko osa nuorista vaarassa syrjäytyä pysyvästi?” -tutkimus on juuri julkaistu. Kansaneläkelaitoksen sarjassa julkaistusta raportista ilmenee, että koulutukseen ja työhön kiinnittymisen ongelmat olivat suurimmat niillä nuorilla, joilla oli useita syrjäytymiseen vaikuttavia riskitekijöitä samanaikaisesti. Ongelmat koulutukseen ja työhön kiinnittymisessä olivat sekä yksilötasoisia että institutionaalisia.

Peruskoulun jälkeisen tutkinnon suorittaminen osoittautui vahvaksi suojaavaksi tekijäksi tulevien vuosien työllisyyden kannalta. Nykyistä useammilla tulisi olla mahdollisuus ammatillista osaamista kehittävään koulutukseen työstä poissaolon jaksojen aikana. 1990-luvun laman alussa tehty koulutuspaikkojen lisääminen helpotti työttömyyttä ja turvasi laman aikana työikäiseksi tulleiden myöhempää työelämäosallisuutta (Harkko ym. 2016).

Tutkijat ehdottavat koulutuksen lisäämistä myös 2010-luvun taantuman olosuhteissa. Suositus on konkreettinen ja ottaa huomioon teknologisen kehityksen tuomat mahdollisuudet. Vaikka tutkimus koskee lähinnä siirtymistä peruskoulutuksesta toisen asteen koulutukseen, on tärkeää, että myös korkeakoulutuksen tarjoamat mahdollisuudet tulevat suosituksessa esille:

> *”Tätä varten voitaisiin kehittää uusia, digitalisaatiota laajalti hyödyntäviä opetusjärjestelmiä, joissa esimerkiksi eri alojen perusopintoja toteutettaisiin lisäämällä luentojen ja oppimateriaalien digitaalista saatavuutta verkoissa ja myös esimerkiksi kansalaisopistojen ohjelmistoissa. Tällöin vain osa opinnoista suoritettaisiin varsinaisissa opetuksen tuottajaoppilaitoksissa. Myös yliopistojen perusopetusta voisi sisältyä tällaiseen digitaaliseen opetusjärjestelmään.”*

Nuorten syrjäytymisvaara on lisääntynyt 2000-luvulla. Koulutuksellinen tasa-arvo on myös ottanut takapakkia. Sukupuolten eriarvoistuminen on syventynyt. Viimeisin PISA-tutkimus kertoi, että tyttöjen ja poikien erot ovat suuret: tytöt ovat maailman toiseksi parhaita, pojat vasta kymmenennellä sijalla. Missään muussa OECD-maassa ei ole näin suurta eroa sukupuolten välillä. Peruskoulu ei myöskään enää tasoita sosioekonomisen taustan eroja kuten ennen (Vettenranta 2016). Toinen esimerkki kehityksestä on Eurostatin ja Suomen pankin tilasto, jonka mukaan Suomen kehitys poikkeaa radikaalisti Ruotsista, Saksasta ja Tanskasta. Töiden, opiskelun ja muun koulutuksen ulkopuolella olevien nuorten miesten määrä on kaksinkertaistunut vuodesta 2008 lähtien (Kuva 1).

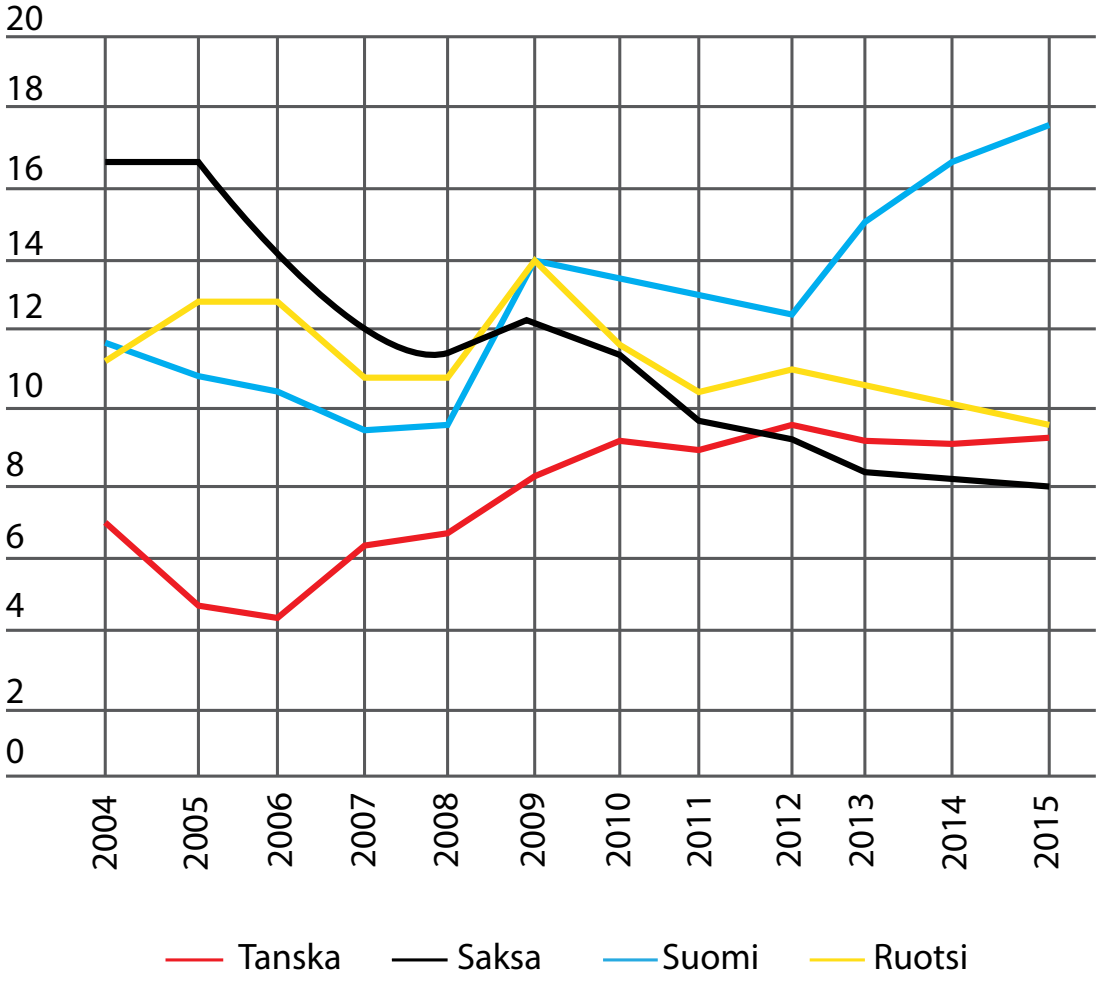
Koulutus siis suojaa syrjäytymiseltä ja siksi koulutuksen sujuva eteneminen on turvattava. Olennaisia koulutuspolkujen toimivuuden kannalta ovat erilaiset siirtymävaiheet. Tämä näkökulma on toinen johtopäätösten kannalta olennainen kysymys. Miten nivelvaiheiden toimivuus turvataan? Samalla kyse on koko koulutusjärjestelmän toimivuudesta. Opetus- ja kulttuuriministeriö on nostanut asian esille korkeakoulujen tulossopimuksissa.

> *”Korkeakoulut hyödyntävät toisen asteen tutkintoja opiskelijavalinnassa nykyistä enemmän ja luopuvat pitkäkestoisesta valmistautumista edellyttävistä pääsykokeista. Korkeakoulut lisäävät yhteistyötään toisen asteen koulutuksen järjestäjien kanssa korkeakouluopintoihin siirtymisen nopeuttamiseksi. Valintamenettelyjä kehitetään alakohtaisessa yhteistyössä. Ensimmäistä korkeakoulututkintoa suorittavien osuutta uusista opiskelijoista kasvatetaan hyödyntämällä paikkojen varaamismahdollisuutta ensikertaisille hakijoille ja kehittämällä siirto-opiskelijoiden valintaa.”*

Korkeakoulujen ovilla on käyty keskustelua pitkään. Yliopistolaitoksen alkuaikoina ovet olivat avoinna kaikille ylioppilaille. Ylioppilaiden määrän kasvaessa keskustelu kääntyi peloksi ylikoulutuksesta. Suurten ikäluokkien myötä puhuttiin ylioppilassumasta, jonka ratkaisuna syntyivät maakuntayliopistot. Viimeisinä vuosina korkeakoulujen ovia on taas kolisteltu. Kuten sopimustavoitteista käy ilmi opintoihin siirtymisen jouduttaminen on yksi Juha Sipilän hallituksen tavoitteita. Suomalaisten nuorten siirtyminen toiselta asteelta korkea-asteelle viivästyy useilla vuosilla. OECD:n Education at Glance julkaisun mukaan vuonna 2012 suomalaisten korkeakouluopiskelijoiden keskiarvoinen aloittamisikä on 24 vuotta. OECD keskiarvo on 22, Ruotsin ja Tanskan vastaava luku on myös 24, Alankomaiden luku on 21, Saksan 22. Suomalaisten

Passiivisten osuus nuorista miehistä on kaksinkertaistunut vuodesta 2008

Töiden, opiskelun ja muun koulutuksen ulkopuolella olevien osuus 20-24-vuotiaista miehistä, %



Lähteet: Eurostat, Suomen Pankki

Kuva 1. *Töiden, opiskelun ja muun koulutuksen ulkopuolella olevien nuorten miesten määrä on kaksinkertaistunut vuodesta 2008 lähtien.*

korkeakouluopiskelijoiden aloittamisiän mediaani on yliopistojen osalta 20,9 ja ammattikorkeakoulujen osalta 22,7 (OECD 2014 ja OKM 2016).

Siirtymissä on Suomessa viivettä. Tilannekuvan antaa uusien ylioppilaiden siirtyminen. Vuoden 2015 uusista ylioppilaista 75 prosenttia haki korkeakouluihin välittömästi. Heistä joka kolmas (32 %) jatkoi välittömästi tutkintotavoitteista opiskelua. Yliopistokoulutuksessa jatkoi 16 % ja ammattikorkeakoulutuksessa 11 % ja ammatillisessa koulutuksessa 5 %. Ylioppilaaksitulovuonna jatko-opintojen ulkopuolelle jääneiden osuus on kasvanut kymmenessä vuodessa 58 %:sta 68 %:iin. (OKM 2016.)

Tästä on helppo siirtyä kolmanteen tarkasteltavaan näkökulmaan eli koulutustason kehitykseen. Suomalaisten koulutustaso ei ole viime vuosina kehittynyt samassa tahdissa kuin muiden OECD -maiden. Koulutustason kehitys on käytännössä pysähtynyt. Vaikka korkeasti koulutettujen osuus työikäisestä väestöstä on Suomessa edelleen maailmanlaajuisesti korkea, on Suomen suhteellinen asema kansainvälisessä koulutustasovertailussa heikentynyt. Suomen poikkeuksellista kehitystä kuvaa ikäluokittainen tarkastelu. Kansainvälisesti korkeasti koulutettujen osuus on tyypillisesti alin vanhimmissa ikäryhmissä, nousten siirryttäessä nuorempiin ikäluokkiin ja ollen korkeimmillaan nuorimmissa ikäluokissa. Suomi poikkeaa tästä tyypillisestä ilmiöstä ja kuuluu maihin, joissa korkeasti koulutettujen osuus on hyvin samalla tasolla kaikissa ikäryhmissä (Kalenius 2014).

Maa/Ikäryhmä	25-34	35-44	45-54	55-64
Israel	45,0	49,6	45,3	45,3
Etelä-Korea	63,8	49,5	27,9	12,8
Suomi	39,4	46,8	41,1	31,3

Taulukko 1. *Korkeasti koulutettujen osuus ikäryhmittäin 2011 (Kalenius 2014).*

Nuoressa 25–34-vuotiaassa ikäryhmässä korkeasti koulutettujen osuus on Suomessa OECD-maiden keskitasolla. Ero vertailun kärjessä olevaan Etelä-Koreaan on 24,4 prosenttiyksikköä. Myös 30–34-vuotiaiden vertailussa korkeasti koulutettujen osuus jää Suomessa varsin selvästi jälkeen eurooppalaisesta kärjestä. 45,3 prosentin tason saavuttavan Suomen ero Euroopan kärjessä olevaan Irlantiin (51,9 %) on 6,6 prosenttiyksikköä. Ero vastaa tuossa ikäluokassa noin 22 500 korkeasti koulutettua. Koko työikäisessä väestössä vastaava ero olisi yli 200 000 korkeasti koulutettua. Israel puolestaan on esimerkki maasta, jossa korkeasti koulutettujen osuus on hyvin samalla tasolla kaikissa ikäluokissa. Tällaisessa yhteiskunnassa koko väestön koulutustasossa ei tapahdu merkittävää muutosta, koska työelämästä poistuvat ikäluokat ovat yhtä hyvin koulutettuja kuin työelämään tulevat ikäluokat. Suomessa tähän tilanteeseen tullaan 2020-luvun alussa, jolloin matalammin koulutetut 55–64-vuotiaat ovat poistuneet työmarkkinoilta (Kalenius 2014). Koulutusjärjestelmässämme on haasteita, kuten edellä olevista näkökulmista voi päätellä. Onko aika tehdä radikaaleja uudistuksia korkeakoulujärjestelmässä? Millä eväillä korkeakoulut ylipäätään täyttävät tehtävänsä tulevaisuudessa?

Huokoinen korkeakoulujärjestelmä

Edellä kuvatut korkeakoulujärjestelmän ongelmat (on muitakin) voi tiivistää seuraaviin väittämiin:

1. Korkeakoulun kynnys on liian korkea.
2. Korkeakoulutuksen saavutettavuus on heikentynyt.
3. Korkeakoulutuksen ohjaus ja korkeakoulujen strateginen johtaminen vaativat parantamista.

Ongelmiin vastaamista haittaa se, että korkeakoulujen välinen yhteistyö on liian vähäistä, samoin korkeakoulujen yhteistyö toisen asteen oppilaitosten kanssa on heikkoa. Korkeakoulujen uudistumis- ja uudistamiskyky ja kokeilukulttuuri vaativat myös kehittämistä. Näitä asioita on vietävä eteenpäin, jotta kolmeen edellä olevaan ongelmaan voidaan vastata.

Mitä sitten voitaisiin tehdä, jotta korkeakoulutuksen ja koko koulutusjärjestelmän toimivuutta ja vaikuttavuutta voitaisiin parantaa? Seuraavat ehdotukset on suunnattu lähinnä korkeakouluille ja osin opetus- ja kulttuuriministeriölle sekä korkeakoulupolitiikan päätöksentekijöille, sillä artikkelin tavoitteena on herättää keskustelua korkeakoulujen visiosta. On toivottavaa, että keskustelu myös koko koulutusjärjestelmän kehittämisestä jatkuu. Toisen asteen koulutusuudistus ja ylioppilastutkinnon uudistus pitävät tästä varmasti huolen.

Korkeakoulun kynnyksen korkeudella viittaan niihin esteisiin, jotka viivästyttävät toiselta asteelta korkeakouluopintoihin haluavien siirtymistä korkeakouluihin. Hakijasuma on aidosti olemassa ja samanaikaisesti osa nuorista syrjäytyy kokonaan koulutuksesta. Opintopolut eivät ole sujuvia. Osalle hakijoista kynnys on myös henkinen. Yliopisto- tai ammattikorkeakouluopinnot tuntuvat kaukaiselta ja osin saavuttamattomalta tavoitteelta. Toisella asteella tapahtuvalla opintojen ohjauksella on suuri merkitys nuorten hakeutumiselle. Toisaalta korkeakoulut voisivat tehdä itseään tutuksi toisen asteen opiskelijoille paljon tehokkaammin. Ammattikorkeakoulujen ja toisen asteen ammatillisen koulutuksen välinen yhteistyö on tiivistymässä ja erilaisia väyliä ollaan rakentamassa. Opintoja on mahdollisuus limittää. Lukioiden ja korkeakoulujen välinen yhteistyö on vähäisempää ja sitä pitäisi tehostaa. Näin myös henkinen kynnys hakeutua korkeakouluopintoihin madaltuisi.

Valintajärjestelmiä on mahdollista kehittää ja painottaa esimerkiksi todistusvalintoja, kuten ministeriö haluaa. Näillä keinoilla ei kuitenkaan poisteta varsinaista ongelmaa, aloituspaikkojen niukkuutta suhteessa halukkaisiin hakijoihin. Tarvitaanko radikaalimpia ratkaisuja?

Kaikkien hakukelpoisten vapaa opiskeluoikeus korkeakoulussa poistaisi järjestelmistä aiheutuvan viiveen siirtymisissä kokonaan. Ajatus voitaisiin toteuttaa seuraavasti. Kaikille halukkaille ja hakukelpoisille taattaisiin opiskelupaikka korkeakoulussa. Sisäänotto tapahtuisi nykyistä selkeästi laaja-alaisempiin koulutusohjelmiin, joissa ensimmäisen vuoden opinnot antaisivat mahdollisuudet ja valmiudet jatkaa eteenpäin. Motivaatiota ja/tai soveltuvuutta testattaisiin vain niiltä osin, kuin tulevat tehtävät sitä edellyttäisivät. Testaus voisi tapahtua joko ennen opintoihin ohjausta tai ensimmäisen vuoden jälkeen.

Korkeakoulujen rooli tiedon ja osaamisen kehittäjänä ja opiskelijoiden ohjauksessa ja valmentamisessa korostuisi mallissa, samoin opiskelijoiden oma vastuu ja urasuunnittelu. Opiskelijat tarvitsisivat tehokasta ura- ja opinto-ohjausta koko opiskelujen ajan. Toinen kriittinen kohta mallissa olisi osaamisen arviointi. Korkeakoulujen tulisi varmistaa, että esimerkiksi lääkäriksi tai sairaanhoitajaksi valmistuva todella on saavuttanut tutkinnon osaamistavoitteet.

Malli toisi joustoa opintoihin ja varmistaisi erilaiset ja hyvinkin henkilökohtaiset urapolut. Tätä kautta syntyisi myös työelämän tarvitsemia erilaisia osaamiskokonaisuuksia. Korkeakoulujen,

erityisesti ammattikorkeakoulujen, olisikin tiivistettävä edelleen työelämäyhteistyötään. Tulevaisuudessa korkeakoulun koulutus-, tutkimus- ja innovaatioprosessit sulautuvat entistä tiiviimmin osaksi työelämän kumppaneiden prosesseja. Tämä varmistaa osaamisen yhteiskehittämisen ja tuotetun osaamisen työelämärelevanssin. Olennaista on kuitenkin muistaa, että korkeakouluilla on aina vastuu tuottamansa osaamisen kehittämisestä ja uuden tiedon tuottamisesta. Sitä se ei voi ulkoistaa kenellekään, ei edes työelämälle.

Kaikki korkeakouluopinnot aloittaneet eivät varmastikaan valmistuisi. Syitä tähän on tietysti monia. Oleellista olisi, että korkeakoulujen ohjaus ja tuki varmistaisivat myös sujuvan siirtymisen esimerkiksi toisen asteen opintoihin. Aiemmin hankitun osaamisen tunnistamisen ja tunnustamisen prosessin myötä korkeakouluopintoihin käytetystä ajasta ei muodostuisi näissäkään tapauksessa turhia opintoja. Olennaista mallissa olisi, että opinhaluinen oppija olisi ollut vuoden opinnoissa kehittämässä osaamistaan, itseään ja suuntaamassa elämään eteenpäin, ei odottamassa jotakin tapahtuvaksi. Uudistus ehkäisisi merkittävästi nuorten syrjäytymistä ja kohdentaisi kansalliset resurssit osaamispääoman lisäämiseen.

Koulutuksen saavutettavuus on heikentynyt korkeakoulujen rakenteellisen kehittämisen ja aloituspaikkojen vähentämisen vuoksi. Korkeakoulujen toimipisteitä on suljettu kymmeniä muutamassa vuodessa. Samoin korkeakoulujen aloituspaikkojen määrää on vähennetty tuhansilla. Teknologinen kehitys mahdollistaa uudenlaisen ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun. Digitalisaatio avaa korkeakouluille uudenlaisen tiedon ja osaamisen jakelukanavan. Nämä mahdollisuudet on hyödynnettävä täysimääräisesti. Samalla on kuitenkin varmistettava, ettei digiosaamisesta, tai pikemminkin osaamattomuudesta, synny uutta saavutettavuusongelmaa. Digitaalisen oppimisen kehittäminen on osin ratkaisu myös edellä kuvattuun vapaaseen siirtymiseen korkeakouluihin. Osa opinnoista tulee tulevaisuudessa toteutettavaksi digitaalisesti. Opettajien kannalta teknologinen kehitys tarkoittaa entistä enemmän siirtymistä sisällön tuottajiksi ja koulutusprosessien ja oppimistilanteiden muotoilijoiksi.

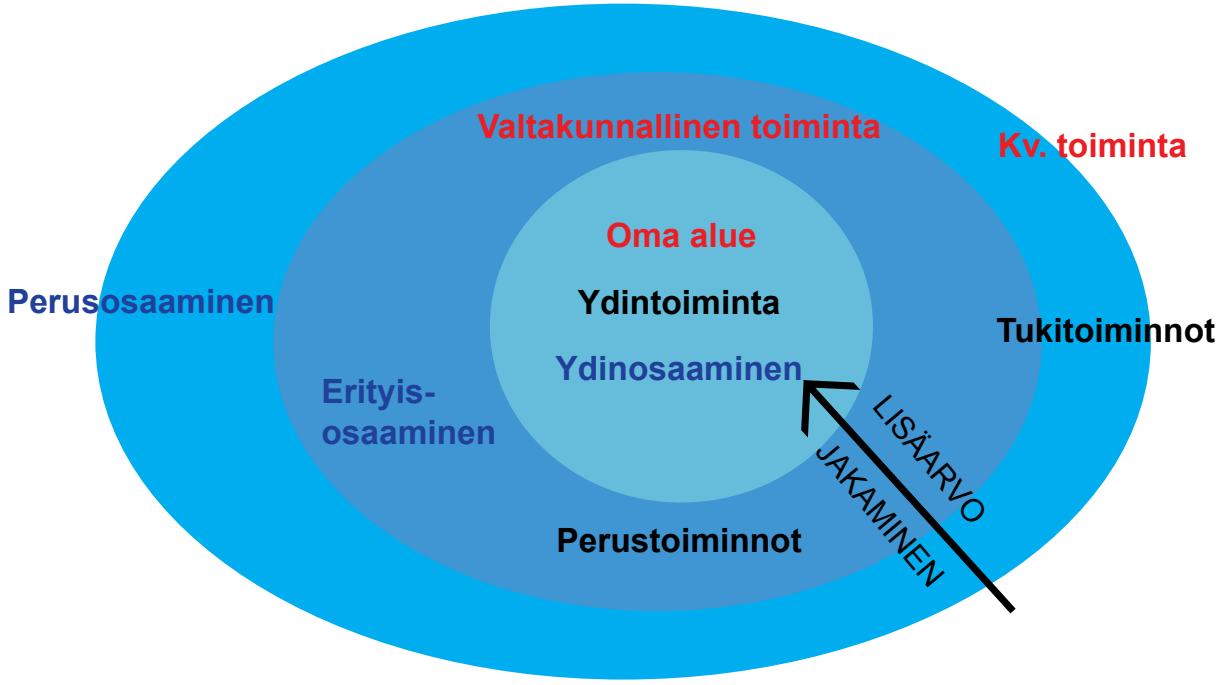
Avoimen yliopisto- ja ammattikorkeakouluopintojen radikaali lisääminen on toinen avain koulutuksen saavutettavuuden parantamiseen. Avoimen opintojen avulla voidaan mahdollistaa osaamisen kehittäminen niillekin, joilla ei ole suoraa hakukelpoisuutta. Opintojen edetessä syntyisi myös hakukelpoisuus ja siirtyminen varsinaiseksi opiskelijaksi olisi kitkatonta. Kolmas näkökulma saavutettavuuteen on korkeakoulujen tiivistynyt yhteistyö toisen asteen oppilaitosten, myös lukioiden kanssa. Korkeakouluopintoja tulee tarjota entistä enemmän toisen asteen opiskelijoille, rakentaa heille näin polkuja korkeakouluihin ja alentaa kynnyksiä. Yhteistyön tiivistäminen takaa myös osaamisen ja resurssien entistä tehokkaamman käytön.

Korkeakoulujen yhteistyö ei ole edistynyt kovin ripeästi. Taustalla on sekä ohjaukseen että lainsäädäntöön liittyviä kysymyksiä. Lainsäädännöllisiä esteitä ollaan nyt purkamassa ja hyvä niin. Suurimmat esteen yhteistyölle ovat kuitenkin olleet henkisiä. Ohjauksen heikkous näkyy juuri tässä. Niin kauan kuin korkeakoulujärjestelmän kehittämisestä puuttuu selkeä visio ja suunta pitkäjänteinen kehittäminen on vaikeaa. Visio tarkoittaa myös selkeitä tehtäviä ja korkeakouluille asetettuja tavoitteita. Kun eri toimijoiden roolit ja tehtävät ovat selvät, on helpompi tehdä myös yhteistyötä. Johtamisen kehittämisessä myös korkeakouluilla on paljon tehtävää. Kansalliseen rahoitukseen painottunut kilpailu on este lisäarvoa tuottavalle yhteistyölle (Ranki 2016).

Onnistuakseen tehtävissään suomalaisten korkeakoulujen on tehtävä entistä enemmän yhteistyötä niin keskenään kuin kansainvälisten kumppaneidensa kanssa. Vain sitä kautta ne voivat kehittää omaa toimintaansa, lisätä toimintansa laatua ja vaikuttavuutta. Keskeinen tekijä yhteistyössä on luottamus. Olennaista on löytää ne omaa osaamista täydentävät tai rikastavat osaamiset, jotka auttavat korkeakoulua oman strategiansa mukaisten tavoitteiden saavuttamisessa (kts. kuva 2).

Hyödyllistä yhteistyötä voidaan tehdä monella tasolla. Olennaista on oivaltaa eri yhteistyömuotojen erilainen luonne. Esimerkiksi tukipalveluissa korkeakoulu voi tehdä taloudellisesti hyvinkin järkevää teknistä yhteistyötä. Tätä toimintaa ei pidä kuitenkaan sotkea strategiseen yhteistyöhön, joka tarkoittaa oman ydinosaamisen jakamista ja kehittämistä kumppanin kanssa. Strategisen kumppanuuden edellytyksenä on aina syvä luottamus kumppaniin. Luottamuksen rakentaminen vaatii aikaa ja hyvää vuorovaikutusta. Työ kannattaa tehdä, sillä suurin lisäarvo syntyy silloin, kun yhteistyössä voi kehittää omia strategisia kyvykkyyksiään.

Kaikille pohdinnassa esille tulleille ratkaisuehdotuksille on yksi yhteinen piirre, huokoisuus. Tulevaisuuden korkeakoulun täytyy olla entistä avoimempi, saavutettavampi ja vuorovaikutteisempi ympäröivän yhteiskunnan, opiskelijoidensa, työelämäkumppaneidensa ja asiakkaidensa suuntaan. Korkeakoulu ei voi toimia suljetussa tilassa. Se tarvitsee ideoita, virikkeitä, uusia ajatuksia ja uusia ihmisiä elääkseen ja hengittääkseen. Jotta korkeakoulu voi palvella mahdollisimman hyvin yhteiskuntaa, sen tuottaman tiedon ja osaamisen täytyy olla kaikkien saavutettavissa. Siksi korkeakoulujen kynnykset täytyy poistaa ja seinät kaataa.



Kuva 2. *Strategisen kumppanuuden malli. Huttula 2012.*

Uudistuva- ja uudistava korkeakoulu

Korkeakoululaitoksen kehittäminen vaatii paljon työtä. Lopuksi on syytä nostaa esille vielä muutama ajatus onnistumisen edellytyksistä. Teknologisen murroksen hyödyntäminen edellyttää korkeakoulujen digikyvykkyyden kehittymistä. Toisaalta haasteisiin vastaaminen vaatii korkeakouluilta myös entistä parempaa uudistumis- ja uudistamiskykyä. Tämä kyvykkyys koskee sekä korkeakouluja itseään, että niiden vaikutusta yhteiskuntaan ja työelämään. Yhteiskunnallisen vaikuttavuuden ytimessä ovat korkeakouluista valmistuvat yhteiskunnan uudistajat. Korkeakoulun onnistuminen yhteiskunnan uudistamistehtävässään ratkeaa pitkälti siinä, millaisia osaajia niistä valmistuu ja millaiset kehittämisvalmiudet ja taidot valmistuneilla on. Uuden tiedon tuottaminen ja innovaatioiden mahdollistaminen on tietenkin toinen puoli vastausta.

Edellä kuvattujen vastausten (osaajien ja uuden tiedon) tuottaminen ei ole helppoa. Erilaisten kokeilujen merkitys esimerkiksi innovaatioden mahdollistamisessa nousee entistä tärkeämmäksi. Jotta kokeilukulttuuri voisi syntyä ja tuottaa radikaaleja tuloksia on sisäistettävä, mitä kokeilu tarkoittaa. Kokeilun todellinen luonne on siinä, että sen lopputulosta ei voi tietää. Kokeilu voi onnistua tai epäonnistua. Joka tapauksessa jokaisesta kokeiluista voidaan oppia, jos organisaation toimintakulttuuri osaa hyödyntää ne. Esimerkiksi tätä tarkoitetaan kokeilukulttuurilla. Suomalaisessa yhteiskunnassa, ja korkeakoulujen rahoitusmallissa, ei vielä suoranaisesti rohkaista kokeilemaan – ja ehkä epäonnistumaan. Tähän kulttuuriseen muutokseen korkeakoulujen tulisi omassa kehittämisessään panostaa ja tuottaa samalla muutosta – uudistumista – koko yhteiskuntaan.

Mielenkiintoisimmat asiat tapahtuvat usein erilaisilla rajapinnoilla, uudenlaisissa kombinaatiossa. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi tilanteita, joissa erilaiset osaamiset ja tiedot kohtaavat. Tällaiseen törmäytykseen kannattaa panostaa erityisesti korkeakoulujen välisessä yhteistyössä. Edellä sanottu ei vähennä perinteisen, samalla alalla toimivien osaajien yhteistyön merkitystä. Näin rakentuvilla osaamiskeskittymillä on oma roolinsa. Tulevaisuudessa tarvittavan uudistumis- ja uudistamiskyvyn rakentamisen kannalta olennaista on erilaisten kohtaamisten varmistaminen. Uudistuminen tarkoittaa aina jollakin tavoin myös vanhasta luopumista. Uuden oppiminen tarkoittaa siten usein poisoppimista. Tätä taitoa ei vielä juurikaan korkeakouluissa harjoiteta. Erilaisten osaamisten kohtaaminen luo alusta myös tämän taidon rakentamiselle.

Millainen uusi, entistä huokoisempi ja kyvykkäämpi korkeakoulu sitten voisi olla? Uudelle korkeakoululle ja sen kyvykkyydelle voidaan asettaa mm. seuraavanlaisia tunnusmerkkejä (Huttula 2016 mukaellen):

1) Korkeakoulu toimii uuden tiedon syntyprosessin rakentajana ja katalysaattorina. Se on kyvykkyyksiensä vuoksi niin houkutteleva toimija, että muut toimijat haluavat toimia yhteistyössä sen kanssa.

2) Korkeakoulu toimii ajasta ja paikasta riippumattomassa symbioosissa ympäristönsä kanssa. Se on avannut ja yhdistänyt omat prosessinsa muiden toimijoiden käyttöön, ja sen vuorovaikutus ympäristön kanssa on syvää. Kontaktipinta suuren yleisön kanssa on hyvin huokoinen, eli kohtaamisia tapahtuu paljon. Tämä syventää vuorovaikutusta ja helpottaa tiedon tuottamista yhdessä.

3) Korkeakoulu kykenee hallinnoimaan vuorovaikutuksessa syntyvän tiedon virtoja ja jalostamaan niistä metatietoa ja uutta osaamista. Korkeakoulun perus-, täydennys- ja jatkokoulutus kehittyy dynaamisesti tiedonjalostuksen myötä. Kokeiluille avoimena se pystyy törmäyttämään erilaisia osaamisia ja kiihdyttämään näin innovaatioden syntyä.

4) Korkeakoulu kykenee toimimaan tiedon merkityksellisyyden jäsentäjänä, analysoijana ja arvottajana. Näin se pystyy tuottamaan lisäarvoa tiedon käyttäjille. Korkeakoulu pystyy luomaan rakenteita ja jäsennyksiä tietovirtoihin.

5) Verkostoissa hankkimansa aseman pohjalta korkeakoulu pystyy tuottamaan laadukkaampaa osaamista ja käyttökelpoisempia kyvykkyyksiä kuin muut toimijat.

6) Korkeakoulu pystyy tuomaan tehokkuuden ja laadun kautta lisäarvoa muiden toimijoiden oppimisprosesseihin.

7) Korkeakoululla on kasvatuksellisia ja sivistyksellisiä tehtäviä, jotka erottavat sen muista toimijoista.

8) Korkeakoulu tutkii jatkuvasti omaa toimintaansa ja tiedontuottamisprosesseja sekä kehittää pedagogista osaamistaan ja tapoja jakaa osaamista, perus-, täydennys- ja jatkokoulutusta, kaikkia osapuolia rikastavassa vuorovaikutuksessa eri verkostoissa.

9) Korkeakoululla on mahdollisuus uuden teknologian avulla rakentaa yhteisöllistä parviälyä tai tukea sen syntymistä. Olennaista on, että korkeakoulu koetaan jatkossakin muiden tiedontuottajien keskuudessa relevantiksi ja uskottavaksi toimijaksi ja sille sallitaan pääsy yhteisöllisiin parviälyihin.

10) Digitaitojen mahdollistaminen on osa korkeakoulun sivistyksellistä tehtävää.

Lähteitä ja kirjallisuutta

Arene 2016. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston Arene ry:n rakenteellisen kehittämisen raportti Kohti maailman parasta korkeakoululaitosta Viitattu 14.12.2016. http://arene.fi/fi/ammattikorkeakoulut/vaikuttavuus/rake-selvitys

Grahn-Laasonen, Sanni 2016. Opetus- ja kulttuuriministeri Sanni Grahn-Laasonen Korkeakoulujen ja tiedelaitosten johdon seminaarissa 8.12.2016. Viitattu 13.12.2016. http://minedu.fi/OPM/Tiedotteet/2016/12/korkeakoulupuhe.html?lang=fi

Harkko, Jaakko & Lehikoinen, Tuula & Lehto, Sarita & Ala-Kauhaluoma, Mika 2016. Onko osa nuorista vaarassa syrjäytyä pysyvästi? Nuorten syrjäytymisriskit ja aikuisuuteen siirtymistä tukeva palvelujärjestelmä. Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia 144 / 2016.

Huttula, Tapio 2012. Laurea – Metropolia – kehittämisselvitys. Selvitysmiehen raportti 2.12.2012.

Huttula, Tapio 2016. Digitalisaatio ja uusi korkeakoulu. Jukka Määttä & Titta Pohjanmäki & Päivi Timonen (toim.) Kohti digikampusta. Humanistinen ammattikorkeakoulu, julkaisuja 22. Helsinki: Humanistinen ammattikorkeakoulu.

Kalenius, Aleksi 2014. Suomalaisten koulutusrakenne ja sen kehittyminen kansainvälisessä vertailussa. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2014:17.

Kosunen, Tapio 2016. Kohti ammattikorkeakoulujen sopimusneuvotteluja 2017 – 2020. AMK-päivät 18.5.2016 (pohjalta, tarkennukset vielä julkaisemattomissa sopimuksista). Viitattu

14.12.2016. http://docplayer.fi/17321570-Kohti-ammattikorkeakoulujen-sopimusneuvotteluja-2017-2020-ylijohtaja-tapio-kosunen-18-5-2016-amk-paivat.html

OECD 2014. Education at Glance. OECD 2014.

OKM 2016. Valmiina valintoihin. Ylioppilastutkinnon parempi hyödyntäminen korkeakoulujen opiskelijavalinnoissa. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:37.

Ranki, Sinimaaria 2016. Strateginen johtaminen suomalaisissa korkeakouluissa. Viitattu 1.12.2016. https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/99139/strateginen_johtaminen_2016.pdf?sequence=1.

Unifi 2016. Yliopisto 2025. Yhdessä, avoimesti, uudistaen. Suomen yliopistojen yhteinen vuoteen 2025 ulottuva visio Viitattu 14.12.2016. http://www.unifi.fi/visio/

Vettenranta, Jouni & Välijärvi, Jouni & Ahonen, Arto & Hautamäki, Jarkko & Hiltunen, Jenna & Leino, Kaisa & Lähteinen, Suvi & Nissinen, Kari & Nissinen, Virva & Puhakka, Eija & Rautopuro, Juhani & Vainikainen, Mari-Pauliina 2016. PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.

Näkökulmia kokonaisvaltaiseen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiojohtamiseen

Hannu Hyyppä[1] ja Marika Ahlavuo[1,2]

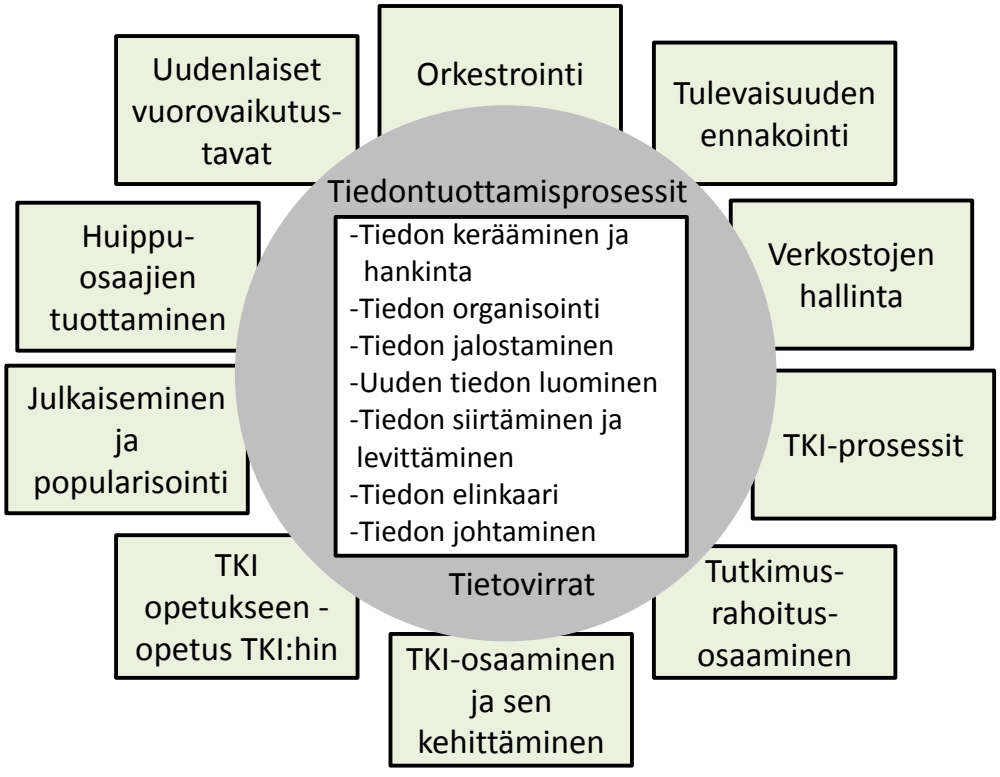
[1] Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti (MeMo), Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Nykyaikaisessa tutkimus-, kehitys- ja innovaatiojohtamisessa tasapainoillaan ennakointi-, orkestrointi-, verkostointi- ja vaikuttavuusosaamisten välillä tavoitteena toteuttaa hankkeissa luvatut tulokset ja tuotokset. TKI-johtamiseen sisältyy niin tulevan suunnittelua kuin erilaisten vaihtoehtojen ja verkostojen hyödyntämistä. Kiinteä ja jatkuva yhteistyö yliopistojen, korkeakoulujen, yritysten ja ympäröivän alueen toimijoiden kanssa on oltava aktiivista. Tällä hetkellä liian suuri osa TKI-työstä painottuu hankehakemuksiin, joten hankkeiden toteutus jää kiireessä usein puolitiehen. Artikkelissa on hahmoteltu kokonaisvaltaista TKI-johtamista niin, että tiedon tuottamisprosessit ja tietovirrat toimivat lähinnä neljällä eri tarkastelutasolla seuraavasti: 1. koko organisaation, 2. ns. TKI-yksikön, 3. TKI-osaamisen kehittämisen sekä 4. TKI-prosessien hahmottamisen tasolla koko korkeakoulussa. TKI-prosessia on edelleen kuvattu neljällä eri vaiheella 1) ennakointi 2) haku- 3) hanke- ja 4) hyödyntämisvaihe. Näistä on artikkelissa keskitytty ennakointi- ja hyödyntämisvaiheeseen.

Taustaa

Tehokas TKI-toiminta, tunnistetut prosessit ja osaamisen kehittäminen hitsaavat yhteen hyviä käytänteitä, olemassa olevaa ohjeistusta ja toimintatapoja, linjaavat osaltaan mahdollisuuksia TKI-toiminnan kehittämisestä sekä kokoavat tiedontuottamisprosessit ja tietovirrat. Uudenlaisen TKI-toiminnan toivotaan selkeyttävän työnjakoa, vastuita ja tiedonkulkua. Laadukas, avoin TKI-toiminta ja projektihallinto on lähtökohta tuloksellisille ja vaikuttaville hankkeille.

TKI-johtamisessa on kyse kokonaisvaltaista näkemyksestä eri osa-alueista ja niiden johtamisesta. Hallittavaa on koko TKI-prosessin elinkaarella mm. toimivien verkostojen hyödyntäminen, tulevaisuuden ennakointi, yhteiskunnallinen vaikuttaminen, huippuosaajien tuottaminen ja sitouttaminen, TKI-rahoitusosaaminen, tulosten julkaiseminen, popularisointi, patentointi sekä tulosten vieminen opetukseen. Toimivassa TKI-prosessissa kokemus kumuloituu uusissa hankkeissa ja yhteistyössä.

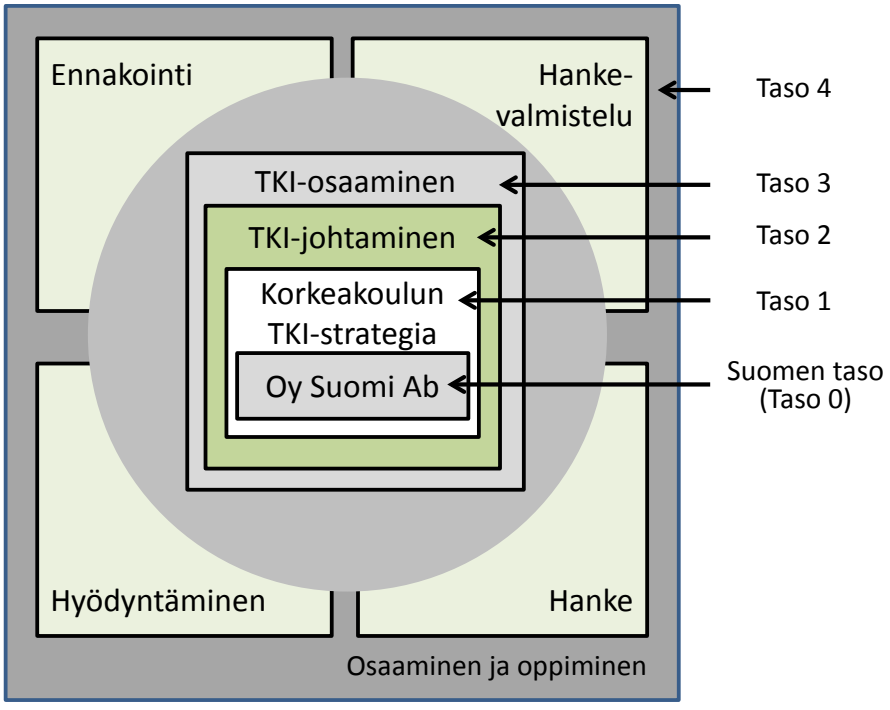


Kuva 1. *TKI-johtaminen varmistaa tiedontuottamisprosessien ja tietovirtojen toimimisen organisaatiossa ja sen ekosysteemissä. © Hannu Hyyppä 2016*

TKI-johtaminen ulottuu organisaatiossa vähintään neljälle eri tasolle

Suomessa (0-taso) TKI-johtamisen ohjaaminen eri aloilla toimijoiden välillä kaipaa rankkoja toimenpiteitä myös valtion taholta. Suomeen on vähitellen syntynyt joukko ”osaamiskeskuksia” ja verkostoja, koska on havaittu, että monen toimijan hubit ja allianssit parantavat pirstaloituvien alojen vaikuttavuutta. Suuri kysymys on, minkälaisia toimivia vapaaehtoisia kokeiluja saadaan korkeakoulujen, yliopistojen, yritysten, kaupunkien ja tutkimuslaitosten välille? Oikeilla resursseilla monialaista toimintaa saadaan nopeammaksi, ketterämmäksi ja tuloksekkaammaksi. TKI-johtamisen rooli, näkemyksellisyys ja ennakkoluulottomuus tulevat korostumaan näissä entistä enemmän. Suomessa on tehty jo toimenpiteitä digiloikan kirittämiseksi, kun Valtionkonttoriin on palkattu digijohtaja.

Ensimmäisellä tasolla on koko korkeakoulun tai yliopiston TKI-strategia, jossa organisaation strategia, visio ja missio yhdessä TKI-strategian ja tiekartan kanssa määräävät tekemisen päämäärän ja volyymin. Organisaatiolla voi olla keskitetyt tai hajautetut TKI-palvelut tai niiden välimuoto. Suurissa organisaatioissa on usein keskitettyjä TKI-palveluita. Ne pyrkivät varmistamaan, että TKI-prosessit, tutkimusrahoitushakemukset, sopimukset, raportointi, budjetointi ja riskinsietokyky saadaan toimiviksi. Ongelmana on usein, että TKI-johtajan oma osaamisprofiili määrää toiminnan laadun ja sen, onko keskitetty vai hajautettu palvelu toimivampi. TKI-johtaminen pohjautuu usein vahvasti henkilökohtaiseen osaamiseen ja tekijöiden aktivointiin, joten se on herkkä muutoksille. TKI-johtaminen ja prosessit ulottuvat koko organisaation läpi, joten niiden uudistaminen on hidasta. TKI-organisaatiota uudistettaessa tai johtajia vaihdettaessa tulee ottaa huomioon, ettei toimintaa voida aina aloittaa alusta vaan TKI-toiminnoissa tietty jatkuvuus on olennaista.



Kuva 2. *TKI:n tarkastelutasot ja TKI-hankeprosessin nelivaiheinen tarkastelu.*

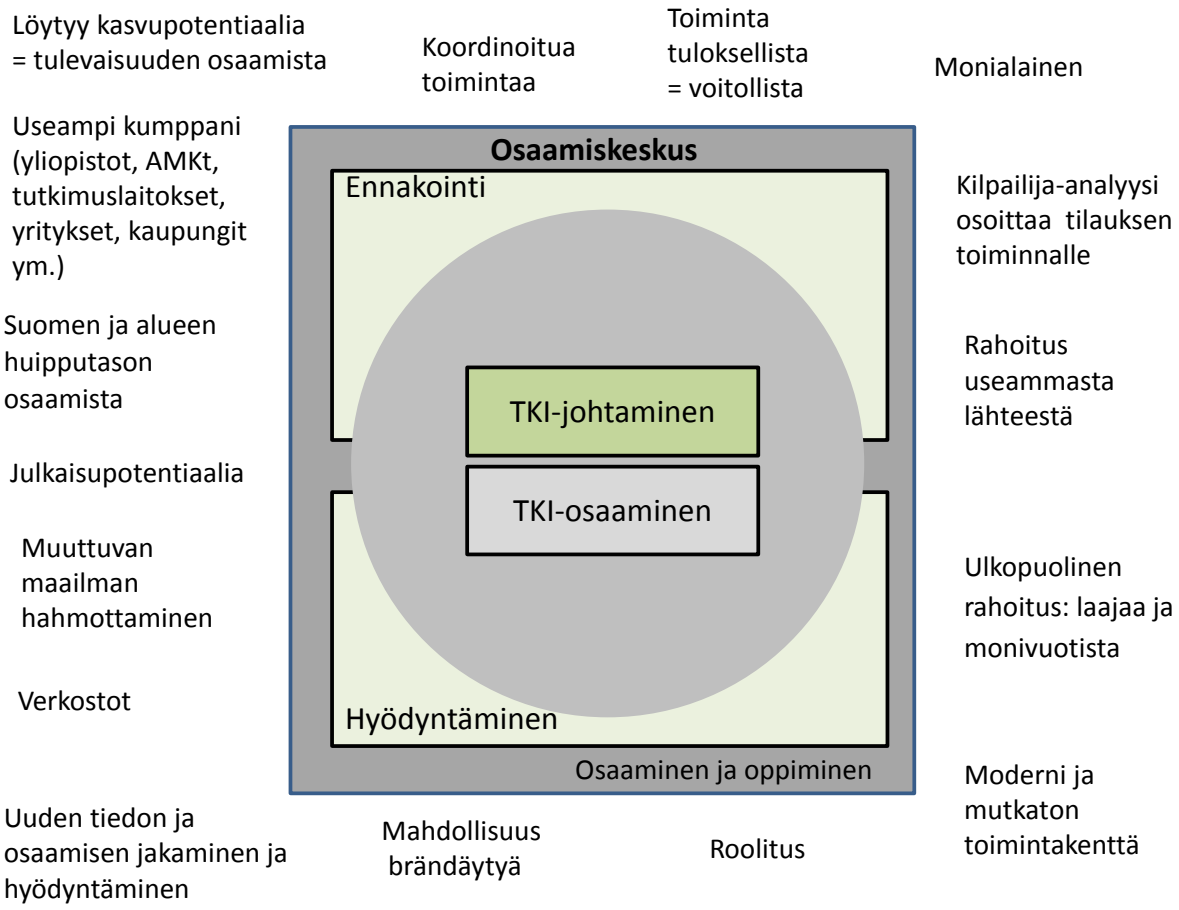
Toisella tasolla ovat periaatteet TKI-johtamiselle. TKI-johtajan osaamisen lisäksi hänen on tunnistettava toimijoiden vahvuudet ja heikkoudet. Tarvitaan aktiivista ja osallistuvaa johtamista. Yliopistoissa johtajuus on tyypillisesti ulotettu organisaatiossa professorivetoisille tutkimusryhmille, joissa professorin ja tutkimuspäällikköjen kautta on jaettu ja rakennettu roolitusta ja vastuita ryhmissä. Toisaalta laitosten ja erillisorganisaatioiden toiminnan muutoksessa yliopistojen TKI:n roolitus ja pelisäännöt ovat nousseet jälleen ajankohtaisiksi. Ammattikorkeakouluissa TKI-johtajan vastuu on laajempi, mutta alaisten roolit ja toimenkuvat ovat määritelty tarkemmin kuin yliopistoissa.

Digitaaliseksi muuttunut vuorovaikutus, joka ei ole kuulunut oikeastaan kenellekään, aiheuttaa jatkuvasti haasteita myös TKI-toimijaryhmissä ja niiden välillä. Yliopistossa tutkimusryhmä integroi oman ryhmän digiosaamisen vuorovaikutusprosessiinsa lisäresurssien puuttuessa. Osaamisen kartuttamiseen ja älykkääseen erikoistumiseen tarvitaan mittavia yhteisponnistuksia ja konkreettisia uusia toimenpiteitä tiedontuottamis- ja tietovirtaprosesseissa.

Tiedonsiirto koulutusorganisaatioilta yhteiskuntaan ja yrityksille vaatii uusia tapoja. Edelleen tarvitaan kuitenkin laadukkaita suomalaisia kirjoja sekä tiedon popularisointia niin fyysisillä kuin digitaalisilla foorumeillakin, jotta varmistetaan uusimman tieteen ja tekniikan sekä menetelmien vieminen liike-elämään ja opetukseen. TKI-johtamisessa erikoistuminen, oma-aloitteisuus ja moniosaajuus on huomioitava, jotta osaaminen voi toimia kilpailuvalttina niin kotimaassa kuin globaalisti.

TKI-johtamisen kulmakivet ovat strategian kautta valitut TKI-kärjet, hallittu riskiottokyky, osaamiskeskukset sekä niiden kautta olemassa olevien resurssien orkestrointi ja johtaminen. Näin toimimalla hajanaisista hankkeista saadaan kokonaisuutta tukeva TKI-salkku. Toisaalta osaamiskeskusten muodostuminen TKI-kärjiksi tai niiden kokonaisvaltainen hyödyntäminen vaatii enemmän pelinsääntöjä.

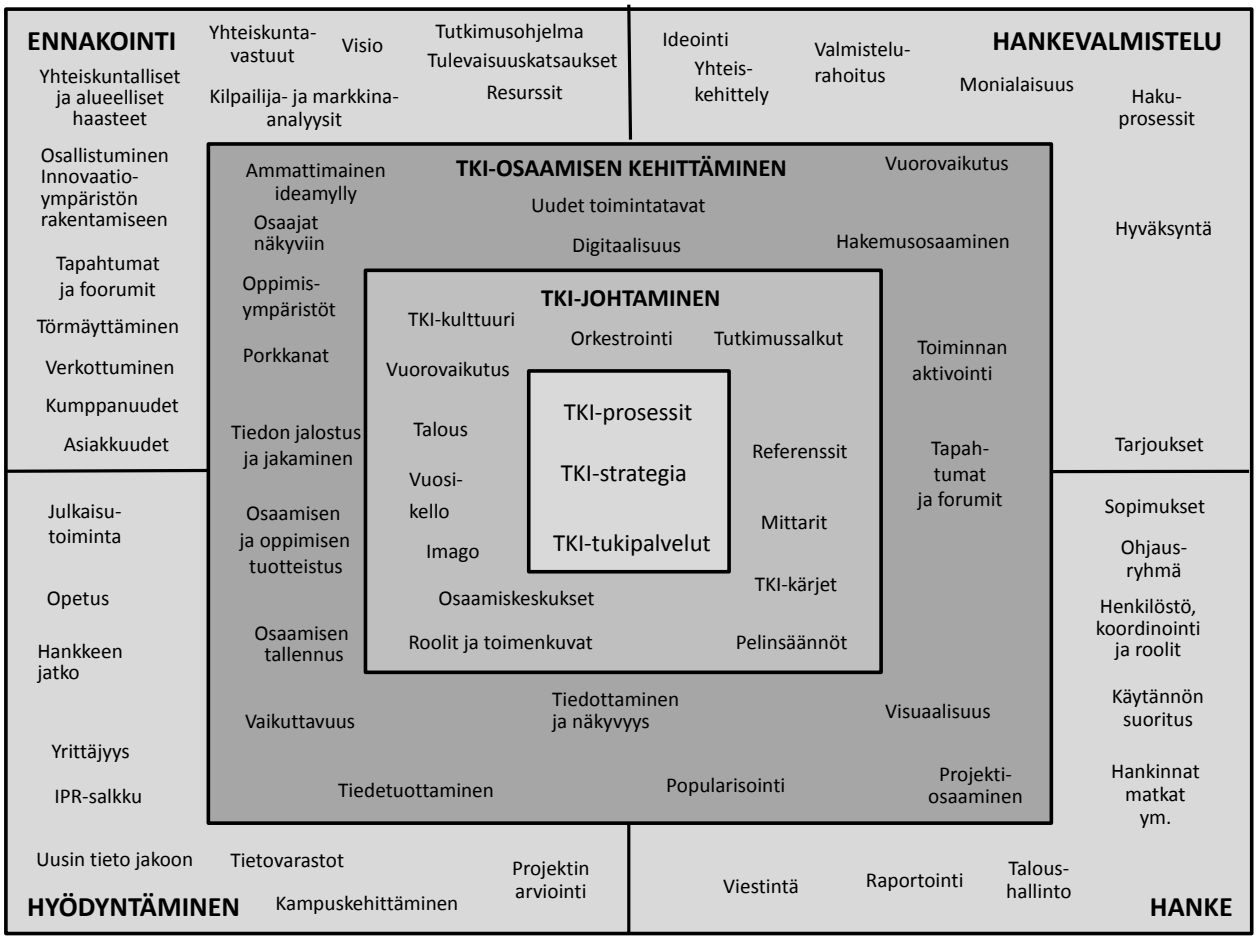
TKI-johtamisessa on tärkeää saada vuosikellon avulla TKI-talous ja tuotokset ja niiden mittarit kannattavaksi. TKI-toiminnan laatua tulee tarkastella ainakin seuraavista näkökulmista: yhteiskunnallinen (ja teollinen), tieteellinen vaikuttavuus sekä syntyvä aineeton pääoma. Tuotokset ovat mitattavissa sekä rahallisena tuloksena että uusina tuottavina toimintatapoina, uutena tietona ja osaamisena, kyvykkyyksinä sekä alueen innovaatioketjun kehittymisenä.



Kuva 3. *Monen organisaation muodostaman osaamiskeskuksen kautta tapahtuvassa TKI:ssä on enemmän haasteita kuin yhden korkeakoulun TKI-tasolla.*

Kolmannessa vaiheessa on TKI-osaamisen kehittäminen, joka aktivoi ja tuo osaajia näkyviin, valikoi oppimisympäristöjä, ratkaisee tiedonjalostus- ja jakamisongelmia. Osaamisen ja oppimisen tuotteistukselle ja vuorovaikutukselle kehitetään malleja ja päätetään suositeltu tapa toimia. TKI-osaamisen kehittämiseen kuluu myös mm. toimijoiden projekti- ja hakuosaamisen täsmäkehittämistä. Organisaation järjestämät tapahtumat ja foorumit otetaan osaksi vuosittaista toimintaa.

OKM on muuttanut oppilaitosten rahoitusperusteita ja varsinkin TKI-mittareita 2010-luvulla, joten TKI-osaamisen integrointi korkeakoulujen toimintaan on tärkeää. TKI-ideoista ja rahoitushauista ei ole pulaa. Ongelmana on, kuinka niistä saadaan hyötyä yhteiskunnalle eikä vaan perisuomalaiseen tapaan innovoida ja siirrytä hankkeesta toiseen? Pyrkimyksenä tulisi olla ns. kestävän kehityksen TKI, jossa Suomen TKI-johtaminen ja tulokset olisivat enemmän hyödyksi yhteiskunnassa ja ne tukisivat nykyistä paremmin myös rahoitushakujen suuntaamista.



Kuva 4. *Oheisissa prosessikaavioissa on kuvattu tulevaisuuden TKI-prosesseja neljällä eri tarkastelutasolla.*

Toimenkuvat muutoksessa

TKI-osaamisen kehittämisen keskiössä pohditaan toimenkuvien rajuakin muuttumista 2020-luvulle siirryttäessä. Muutoksen keskiössä ovat niin opettajat, tutkijat kuin tuottajatkin. Tämä pakottaa korkeakoulut tuomaan uudet toimintatavat ja osaajat näkyviin niin omissa organisaatioissaan kuin myös laajemmin yhteiskunnassa. Digitaalisuus ja digitaaliset oppimisympäristöt mahdollistavat myös nopean tiedon siirron, jalostamisen, organisoinnin eri kohderyhmille parhaimmillaan niin Suomen tasolla kuin kansainvälisesti. Lisäksi erilaiset päätöksenteon, lähdekoodien, aineistojen, tieteen avoimuuden ja läpinäkyvyyden vaatimukset pakottavat uudistumaan.

Organisaatioissa ja TKI-hankkeissa olevan osaamisen tallennus ja eri toimijaryhmien välinen vuorovaikutus vaativat uudenlaisia, erilaisia tuottamiskeinoja, joista yhtenä esimerkkinä on MeMossa kehitetty vuorovaikutuskonsepti (kuva 5). Osaamisen, oppimisen ja etenkin tietovirtojen tuotteistus TKI-prosessin osana vaatii vielä paljon työtä.

Neljännessä vaiheessa ovat korkeakoulukohtaiset TKI-prosessit. Ennakoinnilla varaudutaan yhteiskunnallisiin ja alueellisiin haasteisiin muodostamalla hyödyllisiä kumppanuuksia. Konkreettisina toimenpiteinä järjestetään foorumeita ja osallistutaan TKI-hankkeiden välisiin tilaisuuksiin, kehittämisiin sekä selvityksiin. Organisaation kannalta on olennaista rakentaa optimaalinen innovaatioekosysteemi, jolloin voidaan ennakoida omien tutkimusohjelmien, tulevaisuuskatsauksien,

kilpailija- ja markkina-analyysien muodossa avautuvat rahoitushaut ja innovaatiohaasteet. Uudet tutkimusverkostot ovat nykyään paljolti virtuaalisia. Ne kasataan vauhdilla projektin alussa ja puretaan vähintään yhtä nopeasti projektin päättyessä. Näin toimittaessa projektien tulosten jatkojalostus jää usein vajaaksi, kun uusien projektien hankinta vie ajan ja jatkojalostus jää odottamaan sitä ”oikeaa hetkeä”.

TKI-osaamisen kehittäminen sisältää myös ammattimaisen ideamyllyn (hautomon) pyörittämisen. Uusin tieto maailmasta eli kilpailija- ja markkina-analyysit ja tulevaisuuskatsaukset on yhdistettävä ennakkoluulottomasti oman organisaation osaamiseen ja resursseihin. TKI-grant writer palveluita on kehitetty jatkuvasti esim. Tampereen ja Helsingin yliopistoissa. Yliopiston ulkopuolisia konsultteja käytetään tuottamaan myös vastaavia grant writing -palveluja. Haasteena yleisille grant writer-palveluille on usein se, että haettavan rahoitusalan asiantuntemus-, sisältö- ja toimijaverkosto-osaaminen puuttuu. Yleiset grant writerit eivät yleensä pysty pureutumaan hakemuksen erityisalasisältöön vaan vastaavat hakemusteknisistä asioista. TKI-osaamisen kehittämisen suurin haaste on osallistujien aktivointi ja osaamisen lisääminen organisaatiossa. Esimerkiksi TKI-rahoitushakuosaaminen vaatii vuosien panostusta.

TKI opetuksessa

TKI-toiminnan ja hankkeiden saaminen osaksi opetusta on elintärkeää varsinkin ammattikorkeakouluissa. Opetuksen integrointi osaksi TKI-toimintaa saavutetaan vain pitkäjänteisellä työskentelyllä. Opiskelijat pääsevät hyvin johdettujen hankkeiden kautta tutustumaan monialaisiin kumppaneihin ja heidän osaamiseensa. Opetuksen kytkeminen TKI:n tueksi on haastavaa. Opetus tuottaa lähes rajattoman määrän digitaalisia harjoitustöitä, joiden hyödyntäminen TKI-prosessin osana on vielä alkutekijöissään. TKI-prosessissa opiskelijoiden tuottaman ajankohtaisen digitaalisen materiaalin hyödyntäminen vaatii nykyistä paremmat resurssit, kun niistä halutaan erotella asiantuntijaresurssit, osaajat, hankeaihiot ja vaikkapa julkaisuideat.

TKI-hankkeet veturina päivittyvälle opetusmateriaalille

Alan uusin tieto voidaan kerätä ja hankkia orkestroidusti hyödyntäen TKI-hankkeita, ryhmien osaamista ja kokemusta, osallistumalla verkostotapahtumiin ja järjestämällä foorumeita, seuraamalla julkaisuja ja internettiä, suorittamalla kampanjoita ja erilaisia koejärjestelyitä sekä osallistumalla erilaiseen yhteiskunnalliseen ja tieteelliseen toimintaan ja järjestöihin yms. Tässä vaiheessa yritysten ottaminen TKI:hin on välttämättömyys.

Koulutus- ja tutkimusorganisaatiot eivät ole mainittavasti tukeneet viime aikoina opetuksen sisällön tuottamista. Aineistot ovat olleet usein vaikealukuisia ja paljolti kalvoja tai nippu artikkeleita, jolloin tieto jää lukuisista kirjatuista työtunneista huolimatta hiljaiseksi tiedoksi organisaatiotasolla. Tutkimuksen tuloksista on vielä pitkä matka helppokäyttöiseen opetusmateriaaliin, jossa huomioidaan opettajan osaaminen sekä eri kuulijoiden taustat sekä kiinnostuksen kohteet.

Platform & Purpose / Knowledge Dimensions	Physical: Academic	Physical: Societal	Physical: Economic	Digital: Academic	Digital: Societal	Digital: Economic	IMPACT Highlights Euros, Evidence
Reports and communication (Explicit Knowledge) • Dokumentointi • Raportointi • Tiedottaminen	Artikkelit Opetus Esitykset Kirjat	Uutiset Tiedotteet Lehtiartikkelit Kampanjat Palkinnot	Tiedon ja teknologian siirto Demot Patentit	Yhteistyöalustat Avoin tiede Tieteelliset foorumit Mooc	Webbisivut Blogit Twitter YouTube FB	Uutiskirjeet Videouutiset Demot	PAST: -2014 Perusta, referenssit Hyöty yhteiskunnalle Vastuulliset johtajat
	faktat	*tarinat*	*kuvat*	*faktat*	*tarinat*	*kuvat*	
Engagement and interaction (Tacit Knowledge) • Dialogi • Kommunikaatio • Vuorovaikutus	Opetus Kokoukset Seminaarit Konferenssit Työpajat Liikkuvuus Johtaminen	Yleisö-tapahtumat Näytökset Demot Verkostot	Yritysyhteistyö Projektit Prototyypit ME:t (no 1.) Benchmarkit Testaukset	Skype Lync Digitaaliset yhteistyöalustat (mm. *Fingertip*)	Pelillistäminen (*Serious games*) Virtuaalialustat *(mm. Second life, Meshmoon)*	Projektit Prototyypit Benchmarkit Testaukset Tuotekehitys	PRESENT: Projektit (€) Tutkinnot Professuurit Indeksit (Prof/Dr) SciVal, H Top-Cited papers Menestystarinat
Co-creation and innovation (Potential Knowledge) • Ennakointi • Innovointi • Yhteiskehittely	Tulevaisuus-työpajat Living labs Innovaatio-leirit	Yhteistyö edelläkävijä-ryhmien ja mielipide-vaikuttajien kanssa Monialaisuus	TKI-toiminta Hackathonit Venture Capital Start ups Spin offs	Innovaatio-alustat *(mm. Orchidea, Fingertip)* Digi-Delfoi	Verkkoaivoriihi *(mm. Fountain Park)*	Venture Capital Digitaaliset business-konseptit	FUTURE: Lahti MM2017 Art Helsingin juhlaviikot - YLE Smart Cities Tutkimusohjelma

Pirjo Ståhle 2015, Evidence Hannu Hyyppä & Marika Ahlavuo & Juha Hyyppä 2016

Kuva 5. *Vuorovaikutusmalli TKI-johtamisen apuna.*
© Pirjo Ståhle 2015, Evidence Hannu Hyyppä, Marika Ahlavuo & Juha Hyyppä 2016.

TKI-hyödyntämisvaihe

TKI-hankkeet tuottavat rahoitukseensa nähden edelleen liian vähän tuloksia ympäröivälle alueelle ja yhteiskunnalle. Vuorovaikutuksen uudistaminen on täten keskiössä yhdessä tiedetuottamisen kanssa. Esimerkkinä on Ståhlen (2015, 2016) Knowledge Management Frame for Dynamic Science Communication-malli. Siinä vuorovaikutuksella edistetään tieteellisiä, yhteiskunnallisia ja taloudellisia päämääriä: levitetään tietoa, luodaan dialogia eri osapuolten välille sekä luodaan fyysisiä ja digitaalisia alustoja innovatiiviselle kehittämiselle. Vuorovaikutussuunnitelma huomioi tiedon eri ulottuvuudet tavoitteenaan jakaa ja kehittää dokumentoitua tietoa (explicit), kokemuksellista tietoa (tacit) ja uusia mahdollisuuksia synnyttävää tulevaisuustietoa (potential). (Kaartinen 2016).

Lopuksi

Tuloksellisessa TKI-toiminnassa on olennaista tunnistaa paitsi tietovirrat myös niiden avaintoimijat. Ajatuksena on, että TKI-toiminta pohjautuu paljon organisaation inhimilliseen tietopääomaan. TKI-prosessissa on olennaista oivaltaa, että aineetonta pääomaa yhdistämällä eri verkostoissa voidaan saavuttaa nopeasti huipputuloksia. TKI:ssä yksi olennainen taito onkin yhdistää eri tekijät ja organisaatiot toimeenpanemaan hankkeeseen laadittua strategiaa omilla tahoillaan. Näin päästään parhaimpaan lopputulokseen.

Kiitokset
Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI.

Kirjallisuutta
Kaartinen, H., Hyyppä, J., Hyyppä, H., Ojala, T., Visala, A., Alho, P., Ståhle, P., Kukko, A., Jaakkola, A., Virtanen, J-P, Vaaja, M., Kurkela, M., Kasvi, E., Ahlavuo, M., Honkanen, H. 2016. Tilannekuvaraportti, COMBAT-konsortio. Suomen Akatemia. Viitattu 1.12.2016. http://www.aka.fi/globalassets/33stn/tilannekuvaraportit/stn2015-hankkeet/tech-kaartinen-tilannekuvaraportti_combat.pdf

MUSIKFE

Hubiikki kumppanuusmallina

Hannu Hyyppä[1], Marika Ahlavuo[1,2,3] , Mika Lindholm[3]

[1] Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti (MeMo), Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak
[3]Metropolia AMK

Tiivistelmä
Hubiikki- tai hubitoimintamallin osalta tavoitteena oli kehittää uudenlainen eri toimijat yhteentuova kumppanuus- ja yhteistyömalli, joka tunnistaa T&K-kehitystarpeet (yliopistoissa painotus tutkimukseen ja ammattikorkeakouluissa soveltavaan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan) ja pilotoi niitä. Hubiikin avulla tavoitteena oli yhdistää koordinoidusti akateeminen huippuosaaminen ja kaupallistamiseen tähtäävä soveltava osaaminen sekä verkoston voimavarojen yhdistäminen kansainvälisen luokan osaamiskeskittymäksi. Toiminnalla tavoiteltiin osaltaan päällekkäisten toimintojen karsimista ja toimijoiden kotimaisten sekä kansainvälisien verkostojen tehokasta käyttöä. Alan näkyvät huippunimet toiminnassa toivat keskittymälle uskottavuutta sekä kansainvälistä kiinnostavuutta. Hubiikissa otettiin kantaa hubiikkiekosysteemiin liittymiseen, siinä toimimiseen ja talouteen sekä IPR-oikeuksiin. Kantavana ajatuksena hubiikissa on, että ekosysteemin osallistujat hyötyvät siitä, mutta tekevät myös osansa ekosysteemin tulostavoitteiden saavuttamiseksi. Haasteellista hubiikkitoiminnassa ovat kannustavat pelinsäännöt ja toiminnan jatkuvuuden takaaminen. Toimintamallia kehitettiin aluksi pääasiassa Aalto-yliopiston ja Metropolian rakennetun ympäristön toimijoiden välillä KINO-hankkeessa. Humakin ja Aalto-yliopiston ”hubi” käynnistyi loppuvuonna 2016.

Taustaa verkottumiseen

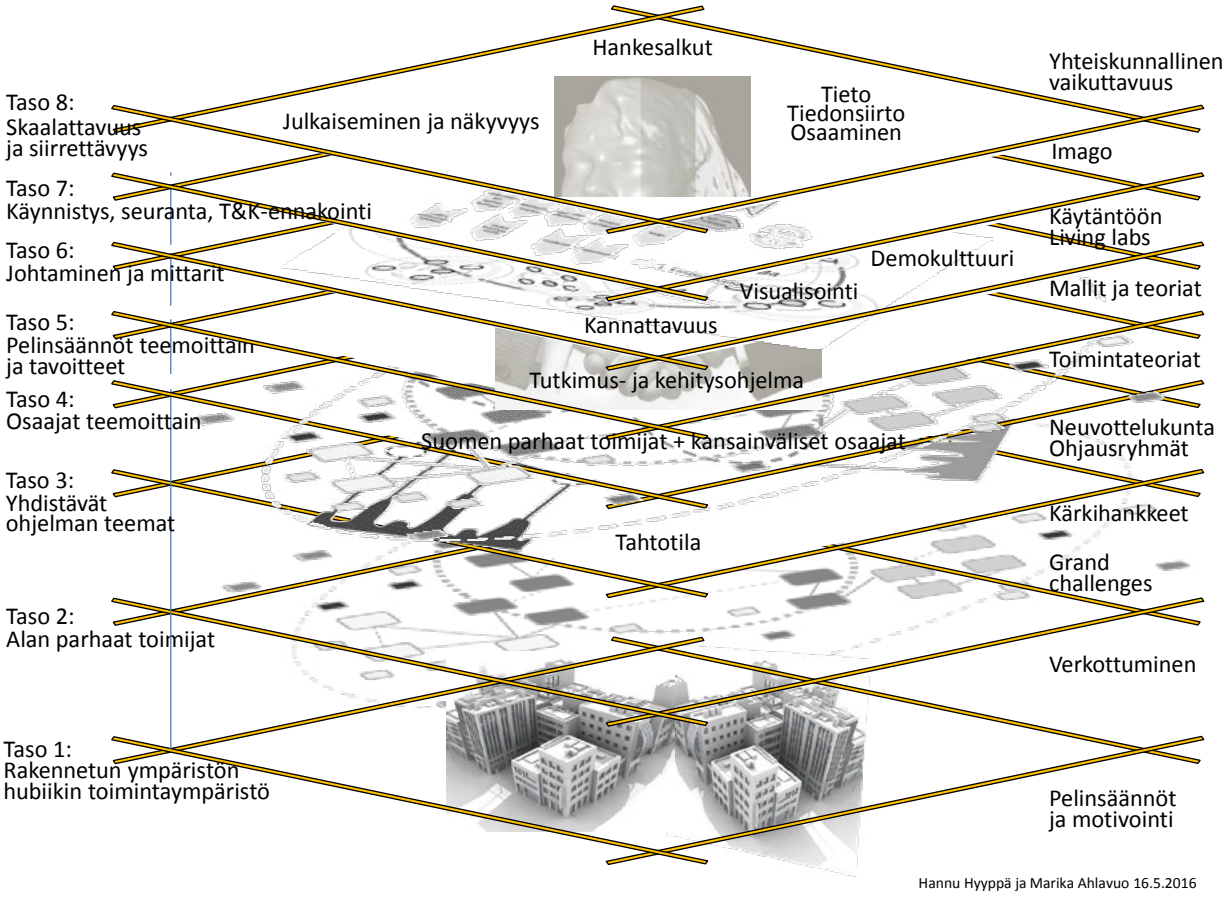
Suomessa on yliopistoja ja korkeakouluja, joiden vaihtoehdot T&K:n kehittämiseen ovat toimintojen yhdistäminen tai vahvan osaamiskeskittymän muodostaminen. Vaikka Lappeenrannassa ja Tampereella yhdistetään jo toimijoita, voisivat erilaiset kehittyneet osaamiskeskittymät, osaamishubit tai allianssit eri toimijoiden välillä parantaa varsinkin pirstaleisten tai pienten alojen yhteistyötä Suomessa. Tietyn alan strategisen osaamisen hubiikki, voi linkittää eri osapuolia (korkeakouluja, yliopistoja, yrityksiä, kuntia ja kaupunkeja) koulutuksen, tutkimuksen, kehittämisen ja innovaatioiden osalta. Tulevaisuudessa innovaatiot syntyvät yhä vahvemmin keskittyneissä verkostoissa. Ammattimainen T&K-toiminta hyödyntää ja jakaa uusimman tiedon tehden siitä kilpailuvaltin. Kyky monialaisen yhteistyön tulokselliseen tekemiseen vaatii osaamisten, roolien, erityisosaamisten, painopistealueiden, keihäänkärkien ja erikoistumisen tunnistamista hubiikin suunnittelun ja toteuttamisen tukena. Kehitettyjen toimintamallien myötä kumppanuudet ja synergia kytkeytyvät hubiikkiin. Mittaroinnilla ja skaalautuvuudella varmistetaan yhteistyöalustan soveltuvuus eri kumppaneiden ja laajemmin yhteiskunnan tarpeisiin. Orkestroidut ja yhdessä kootut kärkiosaamisen tutkimus- ja kehityssalkut säästävät paljon aikaa Suomessa ja jalostuvat älykkääksi erikoistumiseksi. Suomessa on osaamista, jonka tulevaisuuden hubiikit ja uudenlaiset alustat saavat tehostetusti näkyväksi.

Mitä Hubiikeilta halutaan ja mitä niiden perustaminen vaatii?

Mikä olisi paras yhteistyön muoto ja toteutustapa? Vakiintunutta toimintatapaa ei vielä ole. Alkuun pääsemisessä on tärkeintä kartoittaa, mitkä ovat todennäköiset yhteiset tavoitteet, pullonkaulat ja miten ne voidaan ratkaista? Hubiikeilta halutaan tuloksena mm.: rahoitettuja projekteja, tiedon ja osaamisen siirtoa, draivia ja uutta tietoa opetukseen, jolloin voidaan yhdistää tiiviimmin T&K ja opetus, saada vaikuttavuutta ja T&K-osaamisen kehittymistä. Hubiikin ja minkä tahansa osaamiskeskittymän ehdoton perusvaatimus on muutama vahva ja sitoutunut huippuosaaja, joilla on uudistuva substanssiosaaminen ko. alalta sekä erittäin hyvät verkostot. Lisäksi ytimessä on kyky orkestroida ja koordinoida T&K-prosesseja. T&K-toimintaa kuvaa 2010-luvulla lisääntynyt ammattimaisuus sekä kireä kilpailu. Hakutoiminnassa olevilta hakijoilta vaaditaan yhä enemmän alan tohtorintutkintoa, kykyä seurata maailmalla tapahtuvaa muutosta, digiosaamista, vankkaa kokemusta hankehauista ja hyviä referenssejä. Lisäksi tarvitaan innovointikykyä ja taitoa viedä se käytäntöön. Organisaatioilta vaaditaan tekijöiden motivointia, palkitsemista ja selkeitä pelinsääntöjä.

Hubiikki toimintamalli

Tavoitteena vuonna 2016 on ollut pilotoida toimintamallia korkeakoulujen, yliopistojen ja muiden toimijoiden yhteiselle hubiikkialustalle. Vetovastuuseen on haluttu alan huipputekijöitä, koska se takaisi kansalliselle yhteiselle tekemiselle keulakuvienkin kautta arvostusta ja näkyvyyttä. Alueellisesti yliopistojen, ammattikorkeakoulujen ja yritysten yhteistyöstä, työnjaosta ja tiedon jalostamisesta yhdessä sopien, saavutetaan nopeasti uudenlaisia tuloksia. Kuntien ja kaupunkien kytkeminen toimintaan on haastavaa, mutta takaa living labien muodossa kaupungeille uutta tietoa ja osaamista. Samalla vältetään turhaa ja innovaatioketjun tuottamatonta päällekkäistä toimintaa. Kaiken keskiössä on kyky tuottaa vuorovaikutuksella uudenlaisia tuloksia kumppaneille.



Kuva 1. *Hubiikin toimintamallin rakentamisen eri tasot.*

Hubiikkimallissa on luotava organisaatio- ja toimintamalli, joka antaa mahdollisuuden siirtää osaamista ja tietoa yhteiskunnalle sekä opetukseen yhdistämällä tietovirrat, innovaatiot ja tekniikka. Käytännössä hubiikin toiminta pähkinänkuoressa voi sisältää seuraavia toimintoja:

- Hubiikki toimii kehittämällä allianssimallia ulkopuolisissa T&K-hankkeissa siten, että osapuolet voivat keskittyä omaan erityisosaamisalueeseensa (smart specialization).
- Opinnäytetöitä ja opintojaksoja hyödynnetään entistä enemmän T&K-hankkeisiin soveltuvana toimintatapana jalostaen niistä hankkeita.
- Osaamisen jakaminen, näkyvöittäminen ja verkostojen laajentaminen koko Suomeen ko. alalla.
- Laaja opetusyhteistyö ja opiskelijoiden verkostoituminen.
- Keihäänkärkiyhteistyö sisältää yhteisten T&K-hankkeiden ennakointia, huippuyksikkö- ja osaamiskiihdyttämöbrändien hyödyntämistä, T&K-taidon vaihtoa ja -konsultointia sekä tulevaisuusnäkymien kartoitusta että uusien mahdollisuuksien arviointia.
- Julkaisuyhteistyön kehittäminen ja näkyvyyden parantaminen yhteiskunnassa.
- Yhteiset foorumit ja tapahtumat.
- Useiden korkeakoulujen kampusuudistuksien luomat mahdollisuudet otetaan käyttöön.
- Hubiikki-konseptin kehittäminen ja laajentaminen visualisointi- ja kulttuuriosaamiseen sekä alueen yrityksiin.
- T&K-strategioiden ja painopistealueiden hyödyntäminen T&K:ssa ja kumppanuuksissa.

Hubiikkitoiminnan taustalla on toimiva tutkimusjohtaminen

Aalto-yliopistossa kehitettyä opetus- ja tutkimusympäristön mallia (KAP, Knowledge-based Academic and Educational Platform) on kehitetty opetusorientoituneen T&K-ekosysteemin toiminnan tueksi. (Hyyppä ym. 2014, 2015). KAP-mallin avulla T&K-tietoa voidaan nopeasti ja tavoitteellisesti tuoda osaksi kansallista ja kansainvälistä verkottunutta toimintaa. Uusi tieto ja innovatiivinen uudenlainen tekeminen tuodaan myös yhteiskunnan päätöksenteon tueksi. KAPissa on hyödynnetty useita tieto-, johtamis- ja organisaatioteorioita tukemaan ketterää toimintamallia. Tavoitteena on toimijoiden yhteistyöllä saavuttaa tuloksia, joita yksin ei kyetä yhtä nopeasti saavuttamaan.

KAP-mallin eli kehitetyn opetus- ja tutkimusympäristön mallin toiminta-ajatuksessa yhdistyy lisäksi Knowledge Triangle (KT) -ajattelutapa, joka tarkoittaa tässä (EU 2009) radikaaleja toimia tutkimuksen, opetuksen ja innovaatiotoiminnan yhteistyön tiivistämiseksi yhteistyössä yliopistojen, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten, julkisten toimijoiden, yritysten sekä kansalaisten kanssa. Tavoitteena KT-konseptissa on, että kukin toimija saa merkittävästi lisähyötyä tästä konseptoiduista toiminnasta. Tavoitteena on nostaa opetuksen tasoa sekä synnyttää uutta kansallisesti ja kansainvälisesti merkittävää tutkimusta ja niiden tuloksiin pohjautuvia demonstraatioita sekä käytännön sovelluksia. KT-malli on myös valittu Uudenmaan liiton älykkään erikoistumisen kulmakiveksi. Hyödyntämällä hubiikkitoiminnassa mainittuja malleja tavoitteen saavuttamiseksi, tarvitaan välitöntä ja luontevaa vuoropuhelua opetuksen, tutkimuksen ja kehittämisen ja kumppaneiden kesken. (Laitala 2011; Laitala & Miikki 2013.) Yrityksien ja julkisen sektorin välisissä kehitysprojekteissa tarvitaan tahoa viemään yliopiston tuotoksia yrityselämään. Tämä rooli sopii hyvin ammattikorkeakouluille ja tutkimuslaitoksille. Sivutuotteena yhteistyöstä pyritään samaan merkittäviä hyötyjä useilla osa-alueilla.

KAP:n yhtenä tavoitteena on varmistaa oikea-aikaisen tarvittavan tiedon tunnistaminen ja sen jalostaminen kohderyhmän tarpeisiin. Halutun tiedon taso vaatii myös kumppaneiden tason tunnistamista. Halutun hiljaisen tiedon tunnistamiselle voidaan helposti luoda tilaisuuksia, joissa yhteisesti arvokkaaksi koettu tieto saadaan näkyvään muotoon. Tiedon näkyvöittämistä, hallintaa ja jakamista on kehitetty hyödyntäen alan asiantuntijoiden näkemyksiä.

Tulevaisuuden tarpeet, ennakointi, kokonaisuuden ymmärtäminen ja kokonaisvaltaisesti hyödynnetty asiantuntijatieto ovat pohjana KAP-mallissa. Globaalista tietomäärästä on löydettävä olennainen tieto ja toimijat, jotta voidaan erikoistua aloille ja oma osaaminen työ erottuu massasta. Tilanteeseen sopivien parhaiden käytäntöjen tunnistaminen ja oman erikoisosaamisen esittäminen helpottaa yhteistyötä muuttuvissa hankkeissa. Tapa demonstroida tietoa visuaalisesti on korostunut, kun halutaan siirtää osaamista ja tietoa tutkimusryhmistä yhteiskuntaan. Hubiikkimallissa on sovellettu useita johtamisteorioita, -malleja ja -konsepteja, esimerkiksi luovan tietopääoman käyttö (Ståhle & Wilenius 2006), geneerinen kyvykkyys (Ståhle 2006), kumppanuudet ja verkostojen orkestrointi (Ståhle & Laento 2000; Wallin 2006; Kukko & Ainamo 2004), tietopääoman ja tietojohtamisen hyödyntäminen (Nonaka & Takeutchi 1995; Ståhle & Grönroos 1999, Suurla 2001).

Verkostomainen toimintatapa

Verkostomainen toimintatapa mahdollistaa tulosten levittämisen koko Suomeen ja rakennetun ympäristön toimialan haltuunoton varteenotettavana toimijana tiedon ja osaamisen jalostajana. Hubiikki hyödyntää älykkään erikoistumisen myötä tehtyä julkista tutkimusta ja kokoaa yhteen olemassa olevia verkostoja. Lisäksi tuotoksin ja julkaisuin lisätään sidosryhmien ja yhteiskunnan tietoutta sitoen tiedotusta yhteiskunnassa vireillä oleviin kysymyksiin. Hubiikin

osapuolten omilla hankekoreilla synergia lisääntyy, jolloin T&K hyödyntää kaikessa tekemisessään myös muiden partnereiden ja vähitellen koko Suomessa alan rahoitettujen hankkeiden tuloksia. Hubiikin edellytys on uudenlainen tietojohtamiseen perustuva tutkimusjohtaminen eli orkestroinnilla tuotetaan lisäarvoa asiakkaille ja verkoston jäsenille. Nopea tiedonsiirto kovien T&K-tulosten osalta eri osapuolille lisää suomalaista kilpailukykyä ja tuo merkittävää säästöä kustannuksissa ja paremmat tulokset. Tavoitteena on pienessä mittakaavassa pilotoida koko Suomen kokoista hankesalkkua, jolloin saavutetaan älykästä erikoistumista ja synergiaa yhdessä tekemällä.

Verkostomainen toimintatapa kattaa seuraavat vaiheet:

- Verkostomaisen tiedon (osaajien ja tekijöiden kartoitus).
- Yhteisten pelinsääntöjen, toimintatapojen ja tavoitteiden sopiminen.
- Orkestrointimallin (johtamismallin) kehittäminen.
- Edistymisen ja tulosten mittaaminen yhteisesti sovitulla tavalla.
- Suuren hankesalkun orkestroinnin pilotointi.

Hubiikissa tuotetun tiedon ja tulosten levittämisen keinoja ja välineitä

Haasteena on rakentaa T&K-tulosten levittämisprosessi ja itse prosessissa tarvittavan osaamisen luominen, kehittäminen sekä uudistaminen mukana olevissa organisaatiossa. Tavoitteena on hyödyntää toimijoiden tieteellinen, yhteiskunnallinen sekä teollinen vaikuttavuus. Hubiikin osalta tavoitteena on jakaa ja muuttaa ajankohtainen tieto tutkimuksista, hankkeista, osaamisesta ja alan tulevaisuudesta sekä opinnäytteistä ymmärrettävästi ja helposti saavutettavaksi, myös entistä enemmän yhteiskunnan käyttöön sopivaksi. Jo saavutettuja tuloksia voidaan hyödyntää entistä verkottuneempien tutkimushankkeiden ja uusien tekniikoiden, tietopääoman ja -virtojen hallinnassa, popularisoinnissa ja teknologian siirrossa yhteiskuntaan. Osaaminen ja tiedon siirto yhteiskuntaan edellyttää toimijoilta uusien toimintatapojen kehittämistä.

Hubiikin tiedon ja tulosten levittämisen vaiheet:

- Kehitetään radikaaleja tapoja moninkertaistaa T&K-projektien vaikuttavuus yhteiskuntaan hyödyntämällä kehitettyä KAP-mallia.
- Luodaan nykyistä toimivampia prosesseja T&K-hankkeiden tiedon ja tulosten levittämisessä. Hubiikissa tehdään päätöksiä tuloksien levittämisestä avoimien innovaatioiden perusteella koko yhteiskunnalle tai niiden kaupallistamisesta.
- Huomioidaan tiedonvaihto/vuorovaikutus korkeakoulujen aluevaikuttamisen ja yliopistojen 3. tehtävänä.

Mittariston kehittäminen, seuranta ja tulosten skaalattavuus

T&K-mittaristoa kehitetään perustuen aineettoman pääoman mittareihin. Mittaristo perustuu T&K-tietopääoman systemaattiseen seurantaan ja kehittämiseen. Lähtökohta on laajempi kuin pelkkä tulosten raportointi: seuraamalla kehitetään toimintatapa sellaiseksi, että edellytykset tulosten tuottamiselle voivat jatkuvasti parantua. Osioihin rakennetaan toimivaa indikaattoripatteristoa. Tietopääomamittaria kehitetään niin, että Hubiikin toimintaa voi seurata, kehittää ja arvioida, tuloksia voi raportoida, benchmarkata ja ennakoida.

Verkostomaisen tiedon hyödynnettävyyden ja sen avoimuuden välille ei voida laittaa suoraan yhtäsuuruusmerkkiä. Olennaista on tietää osaajat ja tekijät, sopia yhteisestä maalista ja toimintatavoista sekä mitata tuloksia yhteisesti sovitusti. Ammattimainen T&K-toiminta hyödyntää ja jakaa ajantasaisen, tilanteeseen sopivimman tiedon tehden siitä kilpailuvaltin. Syntyvien verkostojen ja kehitettyjen instrumenttien myötä kumppanuudet ja synergia kehittyvät. Tärkeää on kehittää T&K-hankkeiden tiedonhaku- ja yhdistämistaitoa, popularisointitaitoa, brändäystä ja kotimaisten kärkinimien sitouttamista hankkeeseen.

Mallit ja teoriat tukevat käytäntöä – mutta OKM:n rahoitus pakottaa AMK:t ja yliopistot toistaiseksi keskittymään mittaroinnissa pääsääntöisesti rahan hankintaan. Pitkäjänteinen yhteistyöstä ja toiminnassa mukana olevien kumppaneiden kanssa pelinsäännöistä sopiminen on koettu hitaaksi.

Orkestroidut ja yhdessä kootut kärkiosaamisen tutkimus- ja kehityssalkut säästävät paljon aikaa ja jalostuvat älykkääksi erikoistumiseksi. Suomessa on valtavasti osaamista, jonka tulevaisuuden hubiikit ja uudenlaiset alustat saavat tehostetusti näkyväksi. Hubiikki on ratkaisu erilaisten kumppanien kanssa, kun yliopistot ja ammattikorkeakoulut ovat valmiit pitkäjänteiseen yhteistyöhön keskenään.

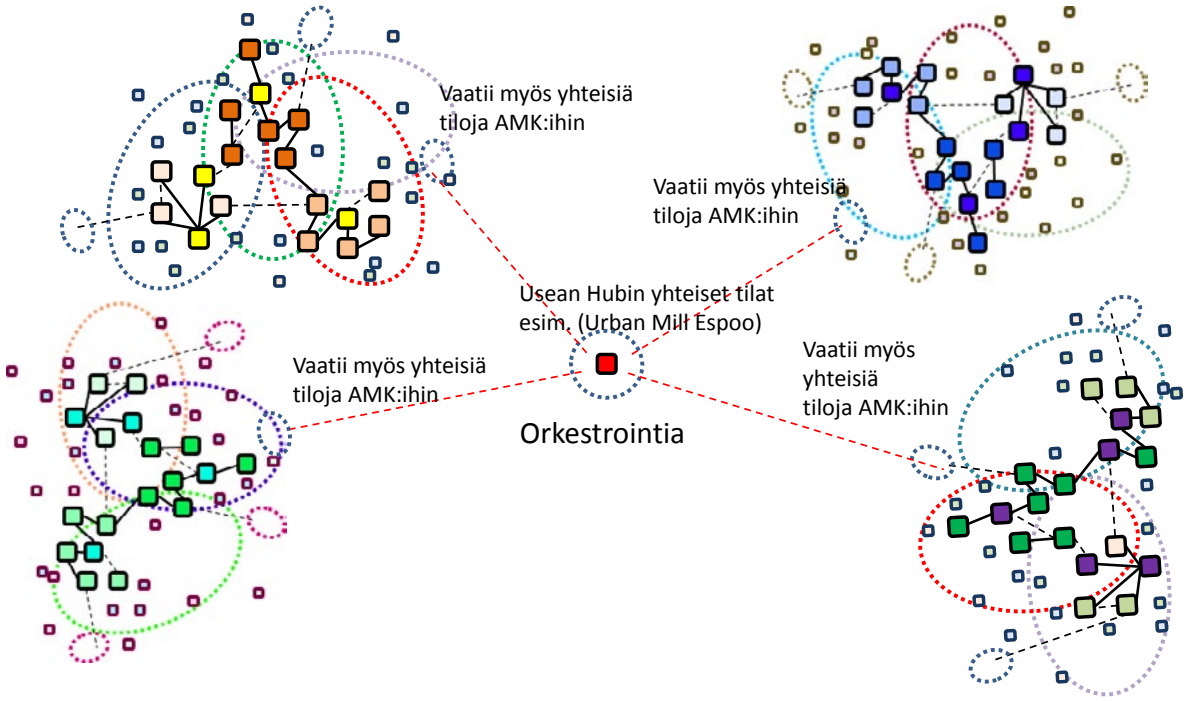
Useamman AMK:n hubiikki?

Kokemusten perusteella AMK-vetoiset hubiikit vaativat sen, että jokainen AMK-perustaa oman hubiikin, jolloin strategiat ja hyödyt maksimoituvat verkostojen verkostot periaatteella niiden omalla toiminta-alueella. Hubiikit eroaisivat näin Suomessa vain painopisteiltään toisistaan. Isoimmissa ammattikorkeakouluissa olisi oltava eri aloja varten omat hubiikit. Tämä vaatisi ammattikorkeakoulujen välistä strategista yhteistyösopimusta. Näyttää siltä, että koko Suomessa toimittaessa vain yliopisto- tai tutkimuslaitosvetoinen hubiikki voisi toimia kansallisesti kokoavana voimana, mutta tällöin hubiikin tuotot eivät ole ammattikorkeakouluille niin kannattavat, johtuen OKM-rahoitusinstrumenteista.

Verkoston kumppanit toimivat omilla tahoillaan itsenäisesti yhteisesti sovittuun tulokseen pääsemisessä. Hankeyhteistyössä toimitaan itsenäisesti, verkostokumppaneiden kanssa aktiivisessa vuorovaikutuksessa. Hankkeissa saavutetaan mittaroitavia tuloksia, joilla varmistetaan TKI-toimijoiden työllisyys jatkossakin. Yhteiskunta hyötyy hubikkitoiminnassa tuloksena syntyvästä nopeasta osaamisen kumuloitumisesta toimijoiden vaikutusalueella. Alueiden tieto- ja osaamispääoma kasvaa.

Lopuksi

Humakin ja Aalto-yliopiston hubiyhteistyötä käynnistettiin syksyllä 2016. Tarkoitus on rakentaa uudenlainen digitaalisuuden kokeilualusta (hubi), jonne Aalto tuo viimeisimmän tutkimustiedon ja teknologian ja johon Humak tuottaa käytännön soveltavaa työtä ja siihen liittyvää osaamistaan. Yhteistyö painottuu kulttuurituotantoon, kulttuurin välittäjätoimintaan ja tulkkaukseen, kielelliseen saavutettavuuteen ja viestimisen asiantuntijuuteen.



Kuva 2. *Hubiikkien linkittyminen toisiinsa.*

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI, TEKES KINO.

Lähteitä ja kirjallisuutta

EU 2009. Euroopan Unioni 2009. Alueiden komitean lausuntoluonnos aiheesta ”Uudet taidot uusia työpaikkoja varten – työmarkkinoiden ja ammattitaitotarpeiden ennakoiminen ja yhteensovittaminen”. ECOS IV 035. 82. täysistunto. 3.–4. joulukuuta 2009

Hyyppä, Hannu, Ahlavuo, Marika, Hyyppä, Juha 2014. Innovatiivinen opetus- ja tutkimusekosysteemi. Teoksessa Kestävä innovointi - Oppimista korkeakoulun ja työelämän dialogissa, toimittaneet Rautkorpi, Tiina & Mutanen Arto & Vanhanen-Nuutinen, Liisa.

Hyyppä, Hannu, Ahlavuo, Marika, Hyyppä, Juha, Ståhle, Pirjo 2015. Tutkimusorganisaatiot ja innovointi. Teoksessa Pirttivaara, Mika; Ståhle, Pirjo (toim.), Rikastuttava yhteistyö ja uudet toimintamallit - Innovaatioekosysteemi yhteiskunnan ajurina. Helsinki 2015, Tekes, 35-39. Elektroninen julkaisu https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/innovaatio_ekosysteemi_yhteiskunnan_ajurina_317_2015.pdf

Kukko, M. & Ainamo, A. 2004. Tietämyksen hallinta kasvuyrityksessä. Hallinnon tutkimus 1, 48–61

Laitala, P. 2011. RYM Oy - Energizing Society - Knowledge Triangle. Työpaperi. Luonnos 31.1.2011.

Laitala, P. & Miikki, L. 2013. Experiences in Implementing Knowledge Triangle. Case 2: Experiences in Implementing the Knowledge Triangle Principles at Aalto University in Lappalainen, P. – Markkula, M. (toim.). 2013. The Knowledge Triangle. Re-Inventing the Future. Helsinki: Multiprint, 178 –181.

Nonaka, I. & Takeutchi, H. 1995. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press, New York.

Ståhle, P. 2006. Tulevaisuuden haasteet koulutukselle. Esi ja perusopetuksen kehittämisverkoston päätösseminaari – Katse kohti tulevaisuutta. Tampere 10.5.2006.

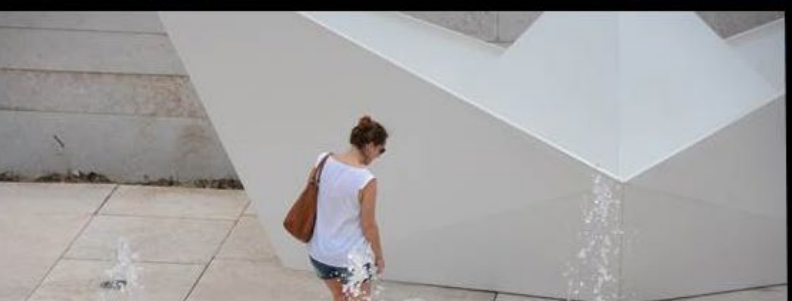
Ståhle, P. & Grönroos, M. 1999. Knowledge management: tietopääoma yrityksen kilpailutekijänä. Helsinki: WSOY.

Ståhle, P. & Laento, K. 2000. Strateginen kumppanuus: avain uudistumiskykyyn ja ylivoimaan. Porvoo: Helsinki: WSOY.

Ståhle, P. & Wilenius, M. 2006. Luova tietopääoma – tulevaisuuden kestävä kilpailuetu. 2006. Helsinki: Edita.

Suurla, R. 2001. Helmiä kalastamassa. Avauksia tietämyksen hallintaan. Teknologian arviointeja 6. Eduskunnan kanslian julkaisu 1/2001.
Helsinki: Helsinki

Wallin, J. 2006. Business Orchestration, John Wiley – Sons Ltd.



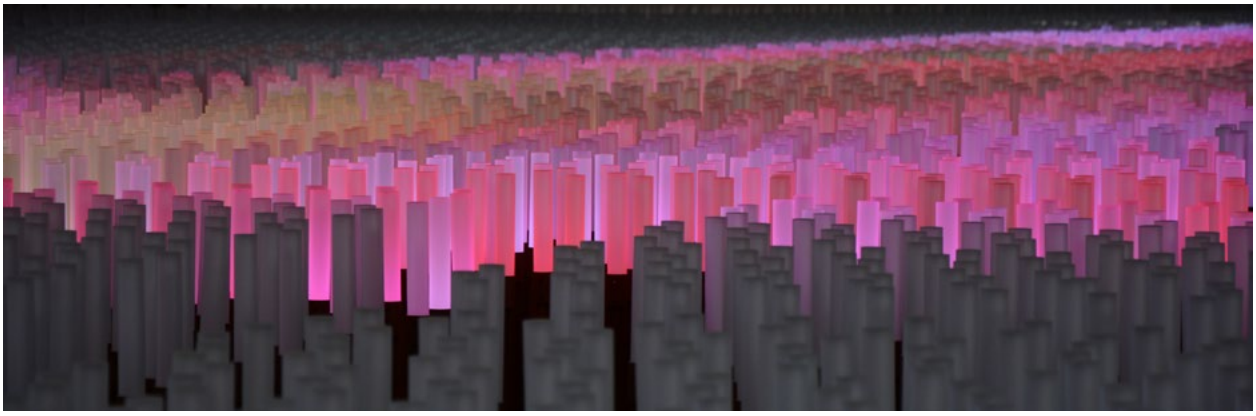
2 Digitaalisuus ja virtuaalisuus

Taustaa digitaalisuudesta ja 3D-virtuaalisuudesta kulttuurialalla

Marika Ahlavuo[1,2], Hannu Hyyppä[1], Timo Parkkola[2], Matti Kurkela[1]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti,
Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Digitaalinen vallankumous on ravistellut tekemistämme muuttaen mm. liike-elämää, terveydenhuoltoa, politiikkaa, taloutta, tutkimusta, yhteydenpitoa sekä kulttuuri- ja vapaa-ajan tapahtumia. Visuaalisuus ja havainnollisuus ovat korostuneet erityisesti päätöksenteon tukena. Digitaalisuus mahdollistaa uudenlaisen kulttuurin sisällöntuottamisen ja aineiston hyödyntämisen monimediaisesti. Aineistot ovat jaettavissa ajasta ja paikasta riippumatta. Esteettömyys ja kulttuurien monimuotoisuus voidaan huomioida yhä paremmin, jolloin kulttuuri elämyksineen on tasa-arvoisesti kaikkien saatavilla. Valtionvarainministeriö (2015) määrittelee digitalisaatiota seuraavasti: ”Digitalisaatio on sekä toimintatapojen uudistamista, sisäisten prosessien digitalisointia että palveluiden sähköistämistä. Kyse on isosta oivalluksesta, miten omaa toimintaa voidaan muuttaa jopa radikaalisti toisenlaiseksi tietotekniikan avulla.” 3D-virtuaalisuus vie digitaalisuutta pidemmälle hyödyntäen eri tavoin kolmiulotteista näkymää.



Taustaa digitalisaatiosta

Digitalisaatio-termiä käytetään yleisluontoisesti kuvaamaan lähes kaikkea, missä ykköset ja nollat vilkkuvat silmissä ja missä tarkoituksena on tehdä ”unelmista totta”. Kiinnostavaa on muuttaako digitaalisuus kulttuurin toimintakenttää mahdollistaessaan parempaa tuottavuutta pienemmillä resursseilla ja uhkaako tämä luovuutta?

Digitalisaatio liittyy IT-kehitykseen. Digitalisaation aikakausi seuraa jo mennyttä IT-käsityöläisyyden ja IT-teollisuuden aikakautta. Digitalisaation aikakaudelle ovat tunnusomaisia uudet liiketoimintamallit, verkostoituminen ja tuotteiden kehittäminen yhdessä asiakkaiden kanssa. (Gartner Inc. 2014; Suominen 2014)

Olemme siirtymässä jonkinlaiseen jälkidigitaalisen kulttuurin vaiheeseen. Yhtäältä se viittaa kulttuurisen omaksumisen etenemiseen, kypsymiseen ja rutinoitumiseen. Toisaalta digitaalisuus ei enää näyttäydy pelkästään uutena, tulevana ja aineettomana, vaan sen materiaalinen, jatkuva ja pysyvä luonne on alkanut korostua. Jos digitaalisuuden tavoitteena on ihmisten, laitteiden ja sisältöjen vuorovaikutusten kriittinen pohdinta uutta luoden, kuinka luovuus toteutuu? (Suominen 2013)

Digitaalinen vallankumous on ravistellut tekemistämme muuttaen liike-elämää, terveydenhuoltoa, politiikkaa, taloutta, tutkimusta, yhteydenpitoa sekä kulttuuri- ja vapaa-ajan tapahtumia. Visuaalisuus ja havainnollisuus ovat korostuneet erityisesti kulttuurin, päätöksenteon ja suunnittelun tukena.

Digitalisaatio taiteen ja kulttuurin kentällä

Aalto-yliopisto yhdistää digitalisaatiota ja kulttuuria monialaisista näkökulmista, joissa yhdistyvät taide ja muotoilu, liike-elämä sekä tiede ja teknologia. Uudenlaista digitaalisuutta ovat Aalto-yliopiston ARTSin professori Leinosen (2011) mukaan mm. mediataide, ohjelmistotaide, interaktiivinen kerronta, 3D-tulostus, tietokonepelit, virtuaalimaailmat, verkkopalvelut, sosiaalinen media, wikit, esineiden internet, verkkokeskustelut, blogit, mobiilipalvelut, appsit ja transmedia. Taiteen aloista mm. valokuvaus, elokuva, musiikki ja kirjallisuus ovat vähitellen kokeneet muuntumisen. Uudet digitaaliset tekniikat ovat tehneet vanhat liiketoimintatavat osin tarpeettomiksi. Saman muutoksen käyvät läpi erilaiset näyttelyt ja tapahtumat. Kuluttajan digitaalinen jalanjälki on analysoitavissa ja palasteltavissa uudenlaisiksi tuotteiksi vaikkapa matkailun, hyvinvoinnin tai turvallisuuden tarpeisiin. Musiikkiteollisuuden digitaalisuus näkyy digitaalisten aineistojen tulolla fyysisten tilalle. Harva tulostaa valokuvia perhealbumeihin, vaan niitä jaetaan yhteisöllisesti mm. instagram-, facebook- ja flickr-sivustoilla. Elokuvateollisuuskin on joutunut huomioimaan internetin toimijat kuten Netflixin. Helsingissä pidetyillä Kirjamessuilla 2016, Storytel esitteli palvelua, jossa kotimaiset kirjauutuudet ja klassikot ovat kuluttajan ulottuvilla pientä kuukausimaksua vastaan. Maailman kulttuuritarjontaa pääsee nykyään seuraamaan jo ajasta ja paikasta riippumatta. Virtuaalisuus ja 3D-tulostus uudistavat myös muotoilua, näyttelyitä ja tapahtumia. (Ahlavuo 2016a.)

Saukkosen (2014) mukaan informaatioteknologinen kehitys, yhdessä globalisaation eri kehityskulkujen kanssa, on avannut maailman kulttuuritarjonnan ihmisille ennen kokemattomalla tavalla. Luovan työn tekijät ovat myös voineet saavuttaa lähellä ja kaukana sijaitsevia yleisöjään uusin, tehokkain menetelmin. Lainsäätäjillä on kiire ennakoida digitalisaation ja uuden teknologian potentiaalisia riskejä, jotka liittyvät tekijänoikeuksiin ja yksityisyyden suojaan. (Ahlavuo & Hyyppä 2016).

Taiteen digitalisoituminen on avoimen ja yhteisöllisen lähestymistapansa myötä myös kontrollista ja vallasta luopumista. Museoammattilaiset ovat jo pitkään suunnanneet katseensa hollantilaiseen Rijksmuseumiin, joka avasi aineistojaan laajasti verkkoon muutamia vuosia sitten. Sieltä saatu viesti on ollut, että museotuotteiden myynti ei ole kärsinyt ja kävijämäärätkin ovat olleet loistavia. (Heinonen 2015) Nyt aineistot ovat avointa dataa ja hyödynnettävissä myös Suomessa. "Lähtökohtana keskustelulle voisi olla ajatus, että taide on asioiden merkityksellistämistä.

Nykytaiteessa ei ole keskeisintä tehdä pysyviä monumentteja" (Sederholm 2000). Digitalisaatio mahdollistaa nopean ja reaaliaikaisen tuottamisen taiteessa. Digiosaaminen tuo taidetta lähemmäksi nykykuluttajaa. Se mahdollistaa samalla taiteen uusiokäyttöä, mutta tarjoaa myös uudenlaisia omakohtaisia elämyksiä taiteiden saralla.

OKM (2015) on tuottanut perusselvityksen Suomen digitaalisten sisältömarkkinoiden kasvun ja kehityksen edellytyksistä. Siinä on kuvattu digitaalisen sisältöliiketoiminnan ekosysteemi, keskeiset ansaintamallit, markkinatilanne sekä kuluttajia, teknologiaa, kilpailua, globalisaatiota ja sääntelyä koskevat keskeiset trendit, jotka ohjaavat kyseisten markkinoiden kehitystä.

Eri osaajia yhdistävissä yhteisöllisissä Hackathon-koodaustapahtumissa ideoidaan ja kehitetään toiminnallisia prototyyppejä valittuihin teemoihin liittyen. (Virtanen ym. 2015.) Kulttuurialalla järjestetään vuosittain innostavia yhteisöllisiä Hackathoneja, mm. Hack4fi – Hack your heritage. Taitavia peli- ja 3D-osaajia löytyy näistä tapahtumista, joissa tuottajakin voi verkottua koodareiden ja pelintekijöiden kanssa.

Virtuaalisuuteen liittyvä sanasto

Virtuaalisuuteen liittyvä sanasto ei ole vielä vakiintunut. Termit ymmärretään vielä hieman eri tavoin eri yhteyksissä. Mitä 3D-virtuaalisuus tarkoittaa tulevaisuuden työssä? Mikä tieto on olennaista? Kannattaako virtuaalisuuteen tai 3D-tuotantoon lähteä ja antaako se edes lisäarvoa?
3D-virtuaalisuus tarkoittaa todellista tai mielikuvitusta vastaava kolmiulotteista näkymää. 3D-virtuaalisuus on toteutettu yleensä tekniikoilla, joita käytetään virtuaalitodellisuudessa sekä lisätyssä ja yhdistetyssä todellisuudessa.

Virtuaalitodellisuus (Virtual Reality, VR) on keinotekoinen, tietokoneella rakennettu ympäristö, joka koetaan keinotekoisen läsnäolon avulla. Keinotekoisella läsnäololla tarkoitetaan digitaalisesti rakennettua aistikokemusta, jonka erilaiset VR-laitteet, kuten VR-lasit tai CAVE mahdollistavat. (Salminen 2014.)

Lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR) ja yhdistetty todellisuus (Mixed Reality, MR) yhdistävät virtuaalista ja todellista. Usein lisätään virtuaaliobjekteja mm. kuvaa, ääntä, videota, tekstiä, paikannustietoja käyttäjän näkemään kuvaan todellisesta maailmasta. (Woodward 2009.)

Virtuaalimaailmat eivät ole täysin uusia. Armeija sekä yliopistot ovat tutkineet ja kehittäneet virtuaalitodellisuuksia laboratorioissaan 1960-luvulta asti. Toistaiseksi kokemukseen tarvitaan vielä tietokoneeseen kytkettyjä lisälaitteita, joissa tavoitteena on tuottaa mahdollisimman aito läsnäolontunne virtuaalimaailmassa. Virtuaalimaailmojen rakentaminen on vielä asiantuntijaosaamista vaativaa. Nykyään mm. Unity 3D-pelimoottori antaa mahdollisuuden virtuaalimaailmojen tekoon. (Linowes 2015, 3.)

Dioraama: 3D-ympäristössä katsot kolmannen osapuolen perspektiivistä. Silmät toimivat stereokameroina. Stereonäkö toimii, kun katsot ympärillesi.
Minä kokemus: First-person experience: Voit liikkua ympäristössä vapaasti avatar-muodossa. Näppäimistöä, peliohjainta tai muuta tekniikkaa käyttäen voit kävellä ja kokea virtuaalimaailman.
Interaktiivinen virtuaaliympäristö: Voit liikkua virtuaalimaailmassa ja liikuttaa tavaroita ympärilläsi. Tavarat ja esineet reagoivat tekemiseesi. Saat tehtäviä ja haasteita, jotka pohjautuvat pelillisyyteen. Voit vaikka ansaita tasopisteitä.
Riding on rails: Sinua kuljetetaan ympäristössä esim. vuoristoratakokemus tai meditatiivinen kokemus miellyttävässä ympäristössä.
360 media: Voit katsoa ympäröivää tilaa hiirtä liikuttamalla tai puhelinta kääntämällä ja kokea kuvan hyvin konkreettisesti. 360-kuvilla päästään siis varsin lähelle virtuaalitodellisuutta.

Taulukko 1. *3D-kokemusmaailmojen eri muotoja ja sovellusaloja (Linowes 2015, 11; Ahlavuo 2016a).*

3D-virtuaalisuuden mahdollisuuksia

3D-virtuaalisuus kulttuurialalla mahdollistaa ainutlaatuiset tunnelmat. Se mahdollistaa saavutettavuuden ja kokemuksen digitaalisesti ajasta ja paikasta riippumatta sekä esimerkiksi laajan valokuvamaisen aineiston hyödyntämisen erilaisissa tuotannoissa. Nykyteknologialla kertomusten henkilöhahmoja voidaan lisätä luonnollisiin tilanteisiin ja yleisöt voivat näiden kautta päästä lähes autenttisesti kosketuksiin hahmojen kanssa ja elää osana kertomusta. Pelillisyyden tärkeys 3D-virtuaalimaailmojen osalta on se, että peliin sijoitettuna kuvamainen aineisto saa hengen. Kun pelimaailmaan lisätään tarina sekä ääni- ja valotehosteita ollaan toteutuksessa jo pitkällä. Pelillisyys mahdollistaa fiktion ja tarinallisuuden, vaihtoehtojen tarkastelun, yhdessä tekemisen, osallistavan päätöksenteon ja kulttuurituotannon uudenlaiset produktiot. Taiteen ja kulttuurin alalla perinteisen live-esiintymisen ja esim. videotallenteiden rinnalle on tulossa erilaisia hybridimalleja, jossa perinteiset esittämisen tavat yhdistyvät digitaalisiin esittämisen tapoihin ja lisätyn todellisuuden mahdollisuuksiin. (Parkkola & Luostarinen 2016.)

Virtuaalitodellisuus voi tulevaisuudessa mullistaa videosisältöjen katsomisen, pelaamisen, urheilun seuraamisen ja osallistumisen isoihin tapahtumiin. Keinotekoisen todellisuuden sisään uppoutuminen, immersio, on lähes täydellinen, kun keinotodellisuus valtaa näkökentän joka suunnasta. Virtuaalitodellisuudessa voi vaikkapa vuorikiipeillä, kävellä avaruudessa tai uida valaiden kanssa. (Laaksonen & Laitala 2016, 45.) Mobiililaitteita hyödyntäviä VR-laseja hyödynnetään jo esimerkiksi 360-asteen videoiden katseluun konserteista tai eksoottisista paikoista.

Viihdeteollisuudessa ja kulttuurialoilla virtuaalitodellisuus voi toimia rikkaana alustana interaktiiviselle medialle. Museoihin voidaan rakentaa virtuaalisia näyttelyitä, taidegallerioista voidaan luoda kokonaan digitaalisia kokemuksia tai huvipuistoihin voidaan rakentaa uudenlaisia digitaalisia seikkailuja. Virtuaalitodellisuuden sovellutuksia on lukuisia ja niitä keksitään jatkuvasti lisää. (VRS 2009; Salminen 2014, 2.)

Linowesin (2015) mukaan virtuaalimaailma voi toimia hyvinvointia edistävänä terapeuttisena ympäristönä postraumaattisessa stressioireyhtymässä. Treenaamalla tasapainoelimistöä ja siedättämällä voidaan lieventää pelkotiloja. Alistamalla potilas traumaattiselle kokemukselle valvotussa virtuaalitilassa voidaan hoitaa erilaisia fobioita kuten lentopelkoa, ahtaan- ja korkeanpaikan kammoa ja vaikkapa hämähäkkikammoa. Taide, tiede, historia, matematiikka ja turvallisuus- ja pelastusvalmennus voidaan esittää havainnollisemmin kuin tekstikirjoissa. Virtuaaliset konsertit ja niihin osallistuminen tai vaikkapa yhden instrumentin seuraaminen on tehty mahdolliseksi. Suomessa useampi yritys tarjoaa kohteiden virtuaalisia 3D-malleja, 360-esittelyitä ja niistä tehtäviä markkinointi- ja myyntikuvia käyttäen HTML5-teknologiaa. (Stormbit 2014.)

Nykyistä paremman käytettävyyden varmistamiseksi virtuaalimaailmoihin täytyy kehittää intuitiivisia tapoja ja työkaluja kolmiulotteisessa ympäristössä liikkumiseen, virtuaaliobjektien kanssa interaktiossa olemiseen, käyttäjien väliseen kommunikaatioon ja sisällöntuotantoon. Osin työkalut vastaavat nykyisillä nettisivuilla käytettyjä työkaluja. 3D-mallin osia täytyy voida lainata, kommentoida, merkitä ja lisätä. Ilman tällaisia perustoiminnallisuuksia virtuaalimaailmat pysyvät yhtä passiivisina ympäristöinä kuin varhaiset internet-sivut. 3D-käyttöliittymät tulevat yleistymään erityisesti navigoinnissa. Lisätyn todellisuuden avulla voidaan pelimaailmaan tai tapahtumiin rakentaa paikkatietopalveluita. Esimerkiksi sponsorien viestit voidaan esittää tapahtuman pelimallissa muun informaation kanssa.

Kulttuuri muuttuu ja on jo muuttunut kaikilta osin visuaalisemmaksi. Uudet tekniset mahdollisuudet, kuten 3D-kuvaus tuo mukanaan vielä runsaasti tapoja hyödyntää visuaalisuutta vaikkapa markkinoinnissa ja kävijäkokemuksen kehittämisessä. (Parkkola & Luostarinen 2016).

Kulttuurituottajien keskuudessa on lisääntynyt tarve hyödyntää virtuaalisuutta ja 3D:tä. Teknologian nykyiset mahdollisuudet kulttuurituotannon alalla eivät kuitenkaan ole yleisesti tiedossa. Kulttuurituottajalle olisi eduksi, jos hän osaisi esitellä kansantajuisesti erilaisia 3D:n sovellusmahdollisuuksia monialaisessa ja verkostomaisessa työskentelyssä. (Parkkola & Luostarinen 2016; Ahlavuo 2016b.)

3D-virtuaalisuus toimii myös yhteisöllisenä kokeilualustana ja fyysisten, sosiaalisten ja psyykkisten tilojen kokonaisuutena. Tulevaisuudessa on yhä enemmän kaikkialla läsnäolevaa, ympäristöön upotettua teknologiaa mm. pilvipalveluita, liiketunnistimia, rannekkeita, robotteja, puhelimia, virtuaaliopasteita, liikkeenseurantaa, kulunvalvontaa, älyvaate-, koru- sekä esineiden internet -ratkaisuja (IoT), jotka ohjaavat, seuraavat ja analysoivat huomaamattomasti ympäristöä.

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI, Central Baltic Lights On!.

Lähteitä ja kirjallisuutta

3Dprint 2016a. Viitattu 26.7.2016. https://3Dprint.com/40455/3D-printed-village-rudenko/

3Dprint 2016b. Viitattu 26.7.2016. http://3Dprint.com/40883/3D-printed-stonehenge-atlantis.

Ahlavuo, Marika 2016a. Digitaalisuuden haasteita kulttuurituottajille. Muutosvoimana 3D-virtuaalisuus. Humak 2016.

Ahlavuo, Marika 2016b. Historia herää eloon. Metsä.fi Metsähallituksen lehti. Viitattu 26.8.2016. http://www.metsafi-lehti.fi/uusia-versoja/historia-heraa-eloon-216

Ahlavuo, Marika & Hyyppä, Hannu 2016. Kulttuurialoista 3D:n suurkäyttäjiä. Maankäyttö 2/2016, 35-37.

Gartner Inc. 2014. Taming the Digital Dragon: The 2014 CIO Agenda. Viitattu 12.12.2015. http://www.gartner.com/document/2643016?ref=exp-report#a-323826809

Google 2016. Tiltbrush. Viitattu 27.7.2016. https://www.tiltbrush.com.

Heinonen, Janne 2015. Digitalisoituvat museot avaavat aineistojaan. Kiasma-blogi. 7.8.2015. Viitattu 29.9.2015. blog.kiasma.fi/blog/?p=2213.

Helsingin kaupunginmuseo 2016a. Viitattu 6.8.2016. http://www.helsinginkaupunginmuseo.fi/2016/06/16/uutuuskirja-signe-branderin-helsinki-panoraamat-upeana-valokuvakirjana/.

Helsingin kaupunginmuseo 2016b. Viitattu 15.8.2016. http://www.helsinginkaupunginmuseo.fi/2016/05/11/helsinki-uuden-museon-senaatintorin-kulmalle/.

Heureka 2016. Tee kasvoistasi 3D-skannaus. Viitattu 26.7.2016. http://www.heureka.fi/fi/tee-kasvoistasi-3D-skannaus.

Humak 2016. Historia kohtasi tulevaisuuden. Viitattu 26.7.2016. http://www.humak.fi/uutiset/historia-kohtasi-tulevaisuuden/.

Hyyppä, Hannu & Ahlavuo Marika 2012b. Smart City – kilpailukykyinen ja energisoiva kaupunki. Maankäyttö 1/2012: 10-13.

Jyväskylän yliopisto 2016. Mitä saadaan, kun yhdistetään virtuaalimaailma ja museo? Viitattu 26.7.2016. http://groups.jyu.fi/diaario/seminaari2013/index.html.

Kansalaisareena 2015. Viitattu 28.8.2016. http://www.kansalaisareena.fi/Taiteen_ja_kulttuurin_tulevaisuusverstas_30102015.pdf.

Laaksonen, Kaj & Laitala, Arttu 2016. Mikrobitti. 6/2016:44-53.

Lahti, Juhana 2016. Arkkitehtuurimuseo. Haastattelu 5.9.2016.

Leinonen, Teemu 2011. Aalto-yliopiston taideteollinen korkeakoulu. Uusi media ja digitaalinen kulttuuri. Median murros luento 8.9.2011. http://mediafactory.aalto.fi/professori-teemu-leinonen-uusi-media-ja-digitaalinen-kulttuuri/

Linowes, Jonathan 2015. Unity Virtual Reality projects Explore the world of virtual reality by building immersive and fun VR projects using Unity 3D. Birmingham, UK.

Lipponen, Sanna 2015. Susanna Majurin valokuvat varastavat valokeilan koruilta Kansallismuseossa. HS 29.9.2015. Viitattu 26.7.2016. http://www.hs.fi/arviot/n%C3%A4yttely/a1443411489283

MTV3 2011. Viitattu 26.7.2016. http://www.mtv.fi/uutiset/kulttuuri/artikkeli/3D-virtuaalilavastaminen-vie-uusiin-ulottuvuuksiin-/2026046.

Niinimäki, Pirjo-Liisa 2016. Kaleva-lehti 3.4.2016. Digiaika toi 3D-illuusiot teatteriin – Näin silmääsi huijataan. Viitattu 26.7.2016. http://uutisvirta.fi/uutiset/8761828-digiaika-toi-3d-illuusiot-teatteriin-ndash-nain-silmaasi-huijataan.

OKM 2015. Muikku, Jari & Virpi Martikainen, Virpi & Nurmi, Heikki. Suomen digitaaliset sisältömarkkinat: kasvun ja kehityksen edellytykset. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2015:13.

Parkkola, Timo & Luostarinen, Nina 2016. Lights On! ja 3D-hahmot, työpaperi - haastattelut. Julkaisematon. 2016.

Provinssi 2016. Pivo - Festivaaliraha. Viitattu: 15.8.2016. http://www.provinssi.fi/pivo.

RoughGuides 2016. Viitattu 26.7.2016. http://www.roughguides.com/article/travel-news-the-rise-of-virtual-tourism/#ixzz4BkNqGnfv

Ruutiainen, Päivi 2012. Onko puhelinkoppi koru? Nykykoru taiteen kentällä. Acta Universitatis Lapponiensis 238. Lapin yliopistokustannus: Rovaniemi.

Salavuo, Miikka 2013. Pelillistäminen työssä. Viitattu 13.8.2016. http://miikkasalavuo.fi/2013/01/14/pelillistaminen-yrityksissa/.

Salminen, Eero 2014. Virtuaalitodellisuus ja immersio peleissä. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinöörityö.

Saukkonen, Pasi 2014. Vankka linnake, joustava sopeutuja vai seisova vesi? Suomalaisen kulttuuripolitiikan viimeaikainen kehitys Cuporen verkkojulkaisuja 23. Kulttuuripoliittisen tutkimuksen edistämissäätiö.

Sederholm, Helena 2000. Tämäkö taidetta? Porvoo: WS Bookwell Oy.

Siirala, Hannu 2016. Elena Oy. Haastattelu 12.5.2016.

Stormbit 2014. Lerssi, Jari. 2016. 3D content and technology. Viitattu 15.8.2016. https://jari-lerssi-5d4b.squarespace.com/

Suominen, Jaakko 2013. Kieltäydyn määrittelemästä digitaalista kulttuuria - eli miten muuttuvalle tutkimuskohteelle ja tieteenalalle luodaan jatkuvuutta. WiderScreen.

Suominen, Petri 2014. Digitalisaatio tulee kuin talvi Suomeen varmasti mutta yllätyksenä. Viitattu 29.9.2015. https://www.marketvisio.fi/fi/ajankohtaista/blogi/1926-digitalisaatio-tulee-kuin-talvi-suomeen-varmasti-mutta-yllatyksena.

Thinksee3D 2016. Viitattu 26.7.2016. http://www.thinksee3D.com/.

Timonen, Jani 2016. Helsingin Sanomat. 13.8.2016. Koru voi pelastaa hengen – älykorumarkkinat kasvavat, Kalevala Korukin julkaisee omansa. Viitattu 13.8.2016. http://www.hs.fi/tekniikka/a1470967498983.

Tolonen, Anni 2015. Maailman ensimmäinen 3D-tulostettu viulu soi pian Tampereella. Aamulehti 6.6.2016. Viitattu 26.7.2016. http://www.aamulehti.fi/kulttuuri/maailman-ensimmainen-3D-tulostettu-viulu-soi-pian-tampereella/.

TOMOnews 2016. Virtual reality fun: Adult entertainment site launches free 360-degree VR channel – TomoNews. Viitattu 26.7.2016. https://www.youtube.com/watch?v=jsPQ1EBfxQY.

Totalkustom 2015. Viitattu 26.7.2016. http://www.totalkustom.com/.

Valtiovarainministeriö 2015. Digitalisaatio. Viitattu 1.12.2016. http://vm.fi/digitalisaatio

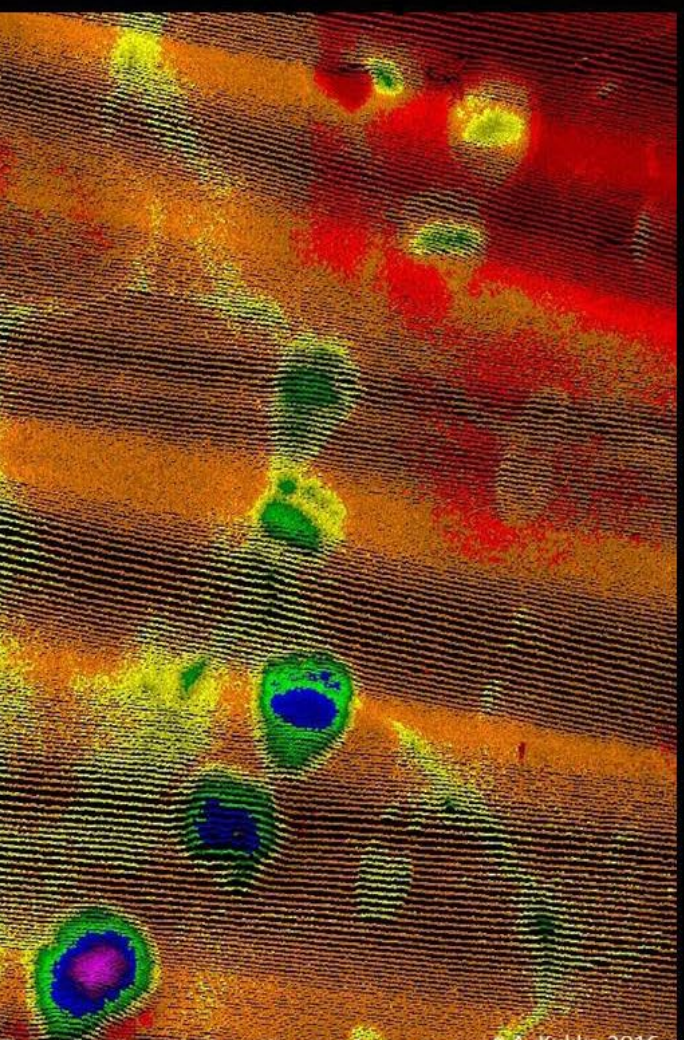
Virtanen, Juho-Pekka, Hyyppä, Hannu, Ahlavuo, Marika, Hyyppä, Juha, Laitala, Ari, Kämäräinen, Ali 2015. Maankäyttö 3/2015, 6-9.

Woodward, Charles 2009. Lisätty Todellisuus, Mixed Reality ja 3D Media. VTT, 09.09.2009. Viitattu 26.7.2016. http://www.vtt.fi/Documents/VTT_Mediaseminaari_Mixed_Reality.pdf.

VRS 2009. Virtual Reality Society. Virtual Reality in Entertainment. 2009. Verkkodokumentti. Vrs.org.uk. Viitattu 26.7.2016. http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-applications/entertainment.html. Viitattu 26.3.2014.

VRS 2016. Virtual Reality Society. Virtual Reality in the Military. Viitattu 26.7.2016. http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-military/.

EUROPE
MID EAST
AFRICA



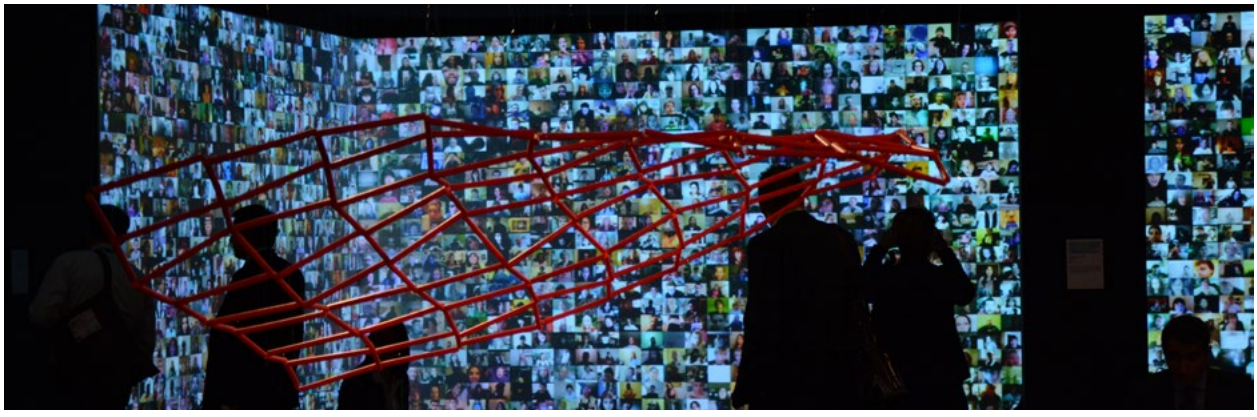
Geosyste

Kulttuurialan virtualisointiesimerkkejä

Marika Ahlavuo[1,2], Hannu Hyyppä[1], Nina Luostarinen[2],
Timo Parkkola[2], Matti Kurkela[1]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti,
Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Virtuaalisuus ja 3D-tulostus uudistavat myös muotoilua, näyttelyitä ja tapahtumia. Aineistot voidaan jakaa ajasta ja paikasta riippumatta. Esteettömyys ja kulttuurien monimuotoisuus voidaan huomioida yhä paremmin, jolloin kulttuuri elämyksineen on aiempaa tasa-arvoisempaa ja laajemmin saatavilla. Oheisessa artikkelissa kuvataan esimerkein, kuinka 3D-virtuaalisuutta on jo hyödynnetty kulttuurialalla ja mitkä ovat tulevaisuuden trendit virtuaalisuudessa?



Taustaa

Tieto- ja informaatioteknologinen kehitys, yhdessä globalisaation kehityskulkujen kanssa, ovat avanneet maailman kulttuuritarjonnan ihmisille ennenkokemattomalla tavalla. Luovan työn tekijät ovat voineet saavuttaa lähellä ja kaukana sijaitsevia yleisöjään uusin ja tehokkain menetelmin (Saukkonen 2014). Internetin kautta paikallinen kulttuuri voidaan esittää globaalisti. Paikkoihin voidaan tuottaa esimerkiksi eri aikakausiin sijoittuvia virtuaalisia tarinoita ja hahmoja netin kautta jaettavaksi. Nyt jo pientä maksua vastaan maailman kulttuuritarjontaa pääsee seuraamaan ajasta ja paikasta riippumatta.

Totutut genrerajat virtuaalisen tarinankerronnan hidastajina?

Taiteen ja kulttuurin lajit, mutta osittain myös taiteiden genrerajat tuntuvat hyvin vahvoilta, mikä hidastaa esimerkiksi pelillisyyden tai visuaalisuuden hyödyntämistä tarinankerronnassa. Pelillisyyden hyödyntäminen kulttuurialalla vaatiikin vahvaa tuottajaosaamista. Erityisesti yleisöjen mukaan ottaminen ja huomioiminen laajentavat tarinankerronnan mahdollisuuksia. Erilaiset pelilliset elementit toimivat liiman tavoin käsikirjoituksen ja yleisöjen välillä ja kannustavat osallistujia mukaan tarinan pyörteisiin. Elokuva yhdisti aikoinaan tarinankerronnan, visuaalisen sommittelun, musiikin ja näyttämötaiteen ja loi aidosti multimodaalisen taidelajin. Kun pelillisyyttä käytetään osana prosessia, voidaan huomioida yleisön reaktiot ja valinnat elokuvan lopputuloksessa. (Parkkola & Luostarinen 2016)

Pelillistäminen tarkoittaa peleistä tuttujen elementtien innostamisen, hauskuuden, sosiaalisuuden ja asetettujen tavoitteiden saavuttamisesta ja palkitsemisen sisällyttämistä työhön, kuluttamiseen ja oppimiseen. Pelillisyys ja yhteisöllisyys ovat erittäin vahvasti nousevia trendejä kuluttajasegmentillä. (Salavuo 2013)

Trendit vaikuttavat kulttuurialan töihin

Yhteiskunnalliset trendit kuten digitalisaatio, ilmastonmuutos, väestön ikääntyminen, kaupungistuminen, yhteisöllisyys ja pelillistäminen ennustavat ja uudistavat toimintaa sekä totuttua toimintaympäristöä että kumppanuuksia. Teknologian nopea kehittyminen ja digitaalisuuden hyödyntämismahdollisuudet koko arvoketjun osalta muuttavat myös kulttuurialan työllisyyttä. Arvoketjuissa uusia tieteen ja digitalisaation ilmentymiä edustavat esineiden internet, mobiilit teknologiat, sosiaalinen media ja virtuaalimaailmat. Aloja yhdistävissä tulevaisuusverstaissa pyritäänkin nykyään löytämään vastauksia kysymyksiin: 3D-tulostetaanko taidetta? Onko museoissa ja kirjastoissa älylaseja? Millaista on taide ja kulttuuri vuonna 2050? Tekevätkö robotit taidetta? Tuloksia hyödynnetään kulttuuripolitiikan strategian sekä taiteen ja kulttuurin aluepoliittisten linjausten valmistelussa. (Kansallisareena 2015)

Virtuaalitodellisuuslaitteistot ja VR- ja AR-sovelluksia

Virtuaalitodellisuus tarvitsee teknologian, joka muuttaa sen tutuksi tulleen tavan, jolla olemme vuorovaikutuksessa informaatioon, ystäviin ja maailmaan. Stereoskooppiset 3D-maailmat avautuvat cave-tekniikoilla ja virtuaalitodellisuuslaseilla.

Armeija on pitkään käyttänyt virtuaalisia simulaattoreita taistelutilanteiden havainnollistamisessa (VRS 2016). Aikuisviihdeteollisuus on viemässä alaa eteenpäin lisätyssä todellisuudessa sekä 3D:n hyödyntämisessä elämys- ja viihdetodellisuudessa (TOMOnews 2016). Virtuaalimaailmaan uppoutunut henkilö on fyysisesti paikalla, mutta henkisesti hän voi seikkailla virtuaalimaailmassa jossain muualla.

Cave-verkostojen kautta voidaan esittää muualla tehtyjä näyttelyitä ja ympäristöjä. Cave (Cave Automatic Virtual Environment) on sisään astuttava näyttöhuone, jonka seinille heijastetaan taustaprojisoitua stereoskooppista kuvaa. 3D-malli ympäröi katsojaa joka puolelta, parhaassa tapauksessa sekä lattiasta että katosta (Hellman 2014). Lasit päässä voi kävellä ja hallita näkymää liiketunnistimien avulla käsien tai vartalon liikkeillä. Interaktiivisessa virtuaaliympäristössä voi liikuttaa esineitä tai tavaroita esimerkiksi lavastus- tai tapahtumasuunnittelusovelluksessa. (Linowes 2015)

VR-toimijoista Google on toteuttanut vapaa-ajan sovelluksia, joissa voidaan piirtää ja maalata 3D-tilassa. Tuttujen pensselien lisäksi voi käyttää valoa tai savua tuottavia siveltimiä. Sovellus otettaneen ammattikäyttöön suunnittelussa mm. muotoilussa ja arkkitehtuurissa. (Ahlavuo & Hyyppä 2016; Google 2016)

3D-virtuaalilavastaminen on yleistymässä, sillä saavutettavien säästöjen takia. MTV3 uutisoi vuonna 2011, että näyttävät lavastukset ja tilaratkaisut pienessä studiossa toteutettuina säästävät lavasteiden vaihtoon kuluvaa aikaa. Laitteiston avulla on mahdollista toteuttaa lavastus ja illuusiot, jotka eivät olisi reaalimaailmassa mahdollisia tai ne olisivat liian kalliita toteuttaa perinteisillä tavoilla. Virtuaalitekniikalla saadaan yhdistettyä tietokoneen digitaalimaailma ja reaalimaailma niin, että virtuaalilavasteet ovat kuin kolmiulotteisia todellisia esineitä, jotka voi kuvata kameralla eri kulmista. (MTV3 2011)

Niinimäki (2016) kirjoittaa myös uudesta tavasta lavastaa näytöksiä. Laatikoiden pinta tai esimerkiksi rakennusten seinät voivat toimia videokuvan projisointialustoina. Image mapping-tekniikkaa hyödynnetään projisoimalla videokuvaa kolmiulotteiselle pinnalle. Esimerkiksi Suomen kansallisoopperan Bela Bartókin teoksessa Herttua Siniparran linna on toteutettu tällä tekniikalla. Lavaste-elementteinä näyttämöllä toimi kolme vanerilaatikkoa. Kuva, joka oli toteutettu pienoismallien avulla, kohdistettiin laatikoiden pintaan. Laatikot saatiin hehkumaan niin Siniparran linnan kiviseinänä, kukkaketona, talona kuin vedenpintana. Kolmiulotteisuutta on hyödynnetty myös taiteessa, esimerkkeinä useat interaktiiviset musiikkivideot.

Virtuaalisuus laajentaa yleisöpohjaa

Siiralan (2016) mukaan 3D-virtuaalitekniikka, lisätty todellisuus ja siihen liitetyt tietoliikenne- ja televerkkojen mobiilipalvelut tulevat muuttamaan matkailua, viihdealaa, autoilua ja kulttuuritapahtumatarjontaa kovalla vauhdilla. Pakettiin ovat liitettävissä äänet, visuaalisuus, paikkatiedot ja esineiden sekä rakennusten internet. Jos Netflix ja Spotify oppivat käyttäjistään ja kehittävät asiakkailleen jatkuvasti uusia palveluita seuraten kuluttajan digitaalista jalanjälkeä tarjoamissaan palveluissaan, miksi muut eivät seuraisi? (Siirala 2016; Ahlavuo & Hyyppä 2016.)

Kulttuuri muotoutuu yhteistyössä tekijän ja tarpeen pohjalta digitaalisena niin taideteokseksi, historian hahmoiksi osaksi tarinoita, joista haluttuja osia voidaan tulostaa niin taide- tai vaikkapa muistoesineiksi. Lisäksi samaa aineistoa voidaan hyödyntää tuotettavissa virtuaaliympäristössä. Historian ja tulevaisuuden tuottaminen virtuaalisiksi tai fyysisiksi alueen tarinoista ja hahmoista on mahdollista. Paikalliset tarinat voidaan herättää eloon virtuaalimaailmoissa. Tarinoita tukemaan voidaan tuottaa oheismateriaalia ostettavaksi paikanpäältä 3D-matkamuistona tai kotikoneelta printattaviksi. Virtuaalitarinat jäävät digiavaruuteen tutustuttavaksi yhä uudelleen ja uudelleen. Vielä tarvitaan kuitenkin täysin uudenlaista rajat rikkovaa yhteistyötä, jotta virtuaalimaailmat integroituvat osaksi arkeamme – ja toisinpäin.

Kulttuurituotannossakin reaaliaikaisten tapahtumien rinnalla virtuaalitapahtumia voidaan toteuttaa aidoissa ympäristöissä ja tiloissa. Tällöin lavasteet, valaistus ja äänet siirretään digitaalisena pelimoottoriin. Haasteena on vastata yleisön laatuvaatimuksiin virtuaalitoteutuksissa. Lisäksi vielä toistaiseksi lyhyenkin virtuaaliproduktion kustannukset ovat suuret. (Ahlavuo, 2016a)

Humanistinen ammattikorkeakoulu koordinoi Lights On! Central Baltic -hanketta, jossa yhtenä tavoitteena on vahvistaa historiallisten matkakohteiden verkostoa Suomen ja Viron välillä. Kohteina on kahdeksan muinaista linnaketta, joista Virossa ja Suomessa molemmissa on neljä kohdetta. Kuusiston piispanlinnan rauniot, Rapolan linnavuori, Raaseporin rauniolinna ja Vallisaari

ovat kotimaisia kohteita, jotka ovat vasta hiljattain alkaneet kehittyä matkailukohteina. Tavoitteena on tuottaa yhteistyönä elämyksellinen aikamatka menneisyyteen mm. tuottamalla Aalto-yliopiston mittauksilla ja osaamisella peliversioon sopivat digitaaliset kuva-aineistot. Historian tarinoiden aitojen 3D-hahmojen seikkailu tulevassa pelissä on tulosta huippututkijoiden ja kulttuurialan uudenlaisesta living lab -yhteistyöstä. Kännykällä otettu yhteiskuva matkakohteessa vaikuttaneen historiahahmon kanssa sosiaalisessa mediassa jaettuna lisää matkakohteen tunnettuutta. (Ahlavuo 2016b; Kaalikoski 2015; Parkkola & Luostarinen 2016; Humak 2016)

3D-kuvatut hahmot ovat esillä Lights On! -hankkeessa monessa yhteydessä. Ne tulevat olemaan osa #Näkökulmaa-pelin mobiiliversiota, jonka idea ja hahmot sulautuvat osaksi suurempaa Turku Game Labin tuottamaa pelikokonaisuutta. Se on uudenlainen, elämyspainotteinen peli, joka sijoittuu Metsähallituksen rauniolinnakohteille. Se yhdistelee eläytymistä, aarteenmetsästystä ja sosiaalista mediaa. (Ahlavuo 2016a; Humak 2016)

Toinen living lab-yhteistyö toteutettiin pääkaupunkiseudulla Taiteiden yön aikana 25.8.2016 ja 27.8.2016. Livetapahtuma toteutettiin aidossa, eri aikakausien mukaan lavastetussa mielisairaalaympäristössä ääni- ja valoinstallaationa. Ylen ruotsinkielinen radioteatteri toteutti Lapinlahden mielisairaalana toimineeseen C.L. Engelin suunnittelemaan rakennukseen Röster ur själarnas rum – Ääniä sielujen huoneista -teoksen ja lavastukset. (Ahlavuo, 2016a). Livetapahtuman rinnalla toteutettiin YLE:n ja Aalto-yliopiston tuottajien ja tutkijoiden sekä Paikkatietokeskuksen tutkijoiden yhteistyönä virtuaalikuunnelma, jonka kautta tapahtuman tarinoihin voi edelleen tutustua Svenska YLE:n internet-sivujen kautta. (https://svenska.yle.fi/artikel/2016/08/24/besok-lappvikens-sjukhus-i-virtuell-verklighet).

Yleisradio on avannut myös Yle BETA –sivuston, joka toimii Yleisradiossa hautomona tulevaisuuden yhteisille ja uudenlaisille mediakokemuksille. Yle kerää AR-, VR-ideoita ja sovelluksia toteutettaviksi omissa projekteissaan nyt ja tulevaisuudessa. Käytännössä YLE on lähtenyt rakentamaan kotimaan vahvaa osaajaverkostoa tällä uudella toimialueella. Lisätyn todellisuuden applikaatio Yle AR on tuore tulokas, jonka avulla tuodaan digitaalisia sisältöjä osaksi arkiympäristöä. Ensimmäisenä tätä hyödynnetään Buu-klubbenin joulukalenterissa, jossa luukusta avautuu yllätyksellistä lisäsisältöä Yle AR -sovelluksen kautta ja kalenterin kuvat heräävät eloon. Applikaatio toimii iOS- ja Android-laitteissa, ja sen voi ladata ilmaiseksi App Storesta tai Google Playsta. (Yle Beta 2016)

3D-tulostus sopii historiallisista monumenteista moderneihin taideteoksiin

3D-tulostuksen materiaalivalikoiman kehitys ja laitteiden halpeneminen tekevät siitä kiinnostavan tekniikan myös taidealoille. Nähtävissä on, että tulevaisuudessa 3D-tulostimella tehdään yhä enemmän myös taideteoksia. Kulttuuritoimijoista myös kirjastot ovat vahvasti mukana teknologiakehityksen siirtämisessä kaupunkilaisten taidoiksi järjestämällä avoimia työpajoja uudesta teknologiasta. Nykyisin tutkimus- ja ammattilaiskäytössä olevat 3D-mittaus- ja mallinnuslaitteistot kehittyvät ja muuttuvat lähitulevaisuudessa edullisemmiksi ja siirtyvät näin kulttuurialan hyödynnettäviksi mm. 3D-tulostuksessa. 3D-tekniikka on vahvasti läsnä kultasepänalalla ja sen hallitseminen työkaluna muiden rinnalla on tulevaisuudessa välttämätöntä myös käsityöaloilla. Brilliant!-näyttelyssä suomalainen korumuotoilu oli edustettuna tekniikaltaankin Kirsti Doukasin 3D-printatuissa sormuksissa, joissa jalokivet kohtaavat muovin. (Lipponen 2015.) Nykykorun muotoilua ja nykytaidetta yhdistävät samanlaiset toimintatavat näyttelytoiminnassa, tekniikoiden kirjavuus sekä keskustelut tekemisen lähtökohdista (Ruutiainen 2012.)

Kansainvälisesti laajemmin tarkasteltuna Thinksee3D (2016) on tulostanut kopioita historiallisista kohteista yhteistyössä tutkijoiden kanssa. Tulosteita voidaan käyttää kokonaisten näyttelyiden rakentamiseen maailmanlaajuisesti. Myös esim. sodassa tuhoutuneet arkkitehtuurisesti arvokkaat rakennukset voidaan tulostaa vanhojen valokuvien pohjalta. Arkkitehtien ja suunnittelijoiden osaamista globaalisti yhdistämällä voidaan tulostaa mielikuvituskyliä tai pieniä hotelleja. Suunnitelmissa on Disney Worldin tyyppinen elämyskohde, joka pohjautuu enemmän tiede-, rakennus- ja insinööriosaamiselle kuin pelkille elämyksille. Filippiineillä sijaitsevassa Lewis Grand Hotellissa on maailman ensimmäinen 3D-printattu hotellisviitti (10,5 m x 12,5 m x 4 m). Syyskuussa 2015 tulostettuun sviittiin kuuluu kaksi makuuhuonetta, olohuone ja jacuzzi. (Totalkustom 2015.)

Suklaaprintterilläkin voi tulostaa, vaikkapa persoonallisen jälkiruoan. Nykyinen tulostuskapasiteetti on 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m. Kehitteillä on myös 2 m suklaaveistoksien tekoon sopiva tulostin. (3Dprint 2016a; 3Dprint 2016b)

Kolmiuloitteisuuden hyödyntäminen museoissa ja näyttelyissä

Museot, näyttelyt ja tiedekeskukset ovat olleet maailmalla uranuurtajia kolmiuloitteisuuden hyödyntämisessä. Mobiililaitteisiin soveltuvat applikaatiot tuovat kaukaisimmatkin kohteet koettaviksi koosta riippumatta. Museot ja arkistot toimivat kulttuurisina muistiorganisaatioina ja virtuaalisuus, 3D ja lisätty todellisuus ovat avanneet näyttelyjä järjestäville tahoille uusia mahdollisuuksia kokoelmiensa esittämiseen. Erityisryhmille voidaan tuoda taide-, musiikki- ja sirkustapahtuma internetin välityksellä sairaaloihin, vanhainkoteihin, kouluihin tai mökeille. VR- ja AR-sovelluksiin on tulossa lukuisia kulttuuri- ja vapaa-ajan applikaatioita, joissa voi mm. hahmottaa, piirtää tai yhdistellä asioita uudella tavalla 3D-tilassa. Esimerkiksi Tiedekeskus Heurekassa (2016) kasvoistaan voi tehdä 3D-tulostuksen muistoksi näyttelyvierailusta.

Kotimaisia, 3D-virtuaaliteknologiaa hyödyntäneitä toimijoita ovat esimerkiksi Helsingin kaupunginmuseo (2016a; 2016b), joka on tuore esimerkki kotimaisesta museosta, joka on uudistanut näyttelyään. Signe Branderin ottamat sadan vuoden takaiset valokuvat esitetään uuden teknologian avulla. Audiovisuaalisessa näyttelyssä hyödynnetään seinäprojisointeja, ääntä, animointia ja 3D-virtuaaliteknologiaa. Ohjelmistoyritys Futurice on tuonut projektiin osaamisensa palvelusuunnittelusta ja uusimmista teknologisista ratkaisuista.

Arkkitehtuurimuseossa on ensisijaisesti pohdittu 3D-mallien käyttöä osana tulevaa perusnäyttelyä museon sisätiloissa. Keskeinen selvitettävä tekijä on tapa käyttää 3D-malleja museon ulkopuolella esim. mobiiliapplikaation avulla. Digitoinnin tausta-aineistona on hyödynnetty piirustuksia. Laserkeilausta on käytetty kohteiden mittaamisessa. Asiantuntemusta vaativat mm. tarkkuus ja värit. Kohteet ovat edelleen irrallisia ja niihin voi tutustua mobiiliapplikaation välityksellä. Kehittämistyön alla on edelleen se, miten kohteet saadaan osaksi lisättyä todellisuutta esim. kävelyreitin varrelle. (Lahti 2016.)

Luonnonkatastrofeissa tuhoutuu jatkuvasti kulttuurihistoriallisesti merkittävää aineistoa, kuten vedenalaisia kulttuuriperintökohteita. Museoiden pohdittavina aiheina ovat olleet mm. vedenalainen historia Vrouw Maria 3D-virtuaalisimulaation esittelyllä, virtuaalimuseo museokäyttöliittymänä, ja VirtuaaliViipuri 1939. (Jyväskylän yliopisto 2016.)

Kansainvälisellä tasolla tarkasteltuna esim. Iso-Britaniassa 3D ja virtuaalisuus on jo laajamittaisempaa kuin Suomessa. 3D-virtuaalisuutta ovat kokeilleet ainakin The British Museum, University of Cambridge, University of Oxford, University College London, Think Tank

Birmingham and the National Maritime Museum Cornwall. Käytännössä kokeiluissa yritys tuottaa kohteen 3D-tulostuksen ja digitaalisen mallintamisen asiakkaiden toiveista. Fotogrammetrisella 3D-skannauksella tehdään digitaalinen malli, jota voidaan jalostaa tilaajan toiveiden mukaan. Kyseessä on heti prosessin alkuvaiheessa monialainen asiantuntijayhteistyö. Museot ja tutkijat eri aloilta, kuten arkeologit ja paleontologit voivat hyödyntää palvelua ”kokoamalla historian palapeliä käsin kosketeltavaksi” vaikkapa erilaisiin näyttelyihin. Mittatarkat kopiot historiallisesta kohteesta mahdollistavat historian visuaalisen ja haptisen esittämisen huomioiden myös erityisryhmät. Kaupallisesti nopeaa prototyyppien tekoa tuotekehityksen eri vaiheessa hyödyntävät esim. teolliset muotoilijat, arkkitehdit ja tuoteinsinöörit. Digitaaliseksi muutetut ja mahdollisesti ”entisöidyt”, mittatarkat aineistot ovat valmiita jatkokäsittelyyn esim. tulosteeksi, tai vaikkapa animaation osaksi. (Thinksee3D 2016.)

Lontoon museo on toteuttanut historiallisiin kohteisiinsa liittyvän paikkaan sidotun mobiilisovelluksen, jossa valokuvin voi seurata lisätyssä todellisuudessa (AR) paikkaan sidottua historiatietoa. (Thinksee3D 2016)

Ranskassa toteutettu Culture Clic mobiiliapplikaatio sijoittuu pääosin Pariisiin, jossa paikkatiedot yhdistetään rakennuksiin ja taideteoksiin. Taideteoksia applikaatiossa on n. 900 kpl. Ranskan museoiden informaatiota, joita sovelluksessakin on 1350 kpl, ja käyttäjien tuottamaa paikkaan sidottua tietoa eri aikakausilta on otettu mukaan applikaatioon, joka toimii toistaiseksi ainoastaan iPhonessa. (Digital Meets Culture 2012)

Helsingissä joulukuussa 2016 järjestetyssä Slush-tapahtumassa toteutetun Hack4Norden kilpailun voitti karttapohjainen AR-peli, joka perustuu kansantarinoiden esittämiseen virtuaalitodellisuudessa. Voittajan katsottiin edistävän pohjoismaisen kansantaruperinteen säilymistä. Hack-4Norden on osa Pohjoismaiden elinkeinoministerien käynnistämää Innovative Nordic Digital Solutions projektia, jossa pyritään löytämään pohjoismaisia uusia innovatiivisia digitaalisia ratkaisuja. (Nordic Innovation 2016).

Lopuksi

Kulttuurialalla on runsaasti materiaalia VR- ja AR-sovelluksiin, joissa lopputulos tehdään poikkialaisissa verkostoissa. Virtuaalisuus avaa täysin uudenlaisen kerronnan maailman. Ammattilaisten käsissä digimateriaalista voi tulla bittiavaruuden täytettä tai vaihtoehtoisesti ihmisten hyvinvointia edistävää uudenlaista virtuaalituotantoa. Tuottajan mentävä rooli on selvä näissä moniammatillisten tiimien yhteensaattamisessa ja huipputulosten varmistamisessa.

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI, Central Baltic Lights On!.

Lähteitä ja kirjallisuutta

3Dprint 2016a. Viitattu 26.7.2016. https://3Dprint.com/40455/3D-printed-village-rudenko/

3Dprint 2016b. Viitattu 26.7.2016.
http://3Dprint.com/40883/3D-printed-stonehenge-atlantis.

Ahlavuo, Marika 2016a. Digitaalisuuden haasteita kulttuurituottajille. Muutosvoimana 3D-virtuaalisuus. Humak 2016.

Ahlavuo, Marika 2016b. Historia herää eloon. Metsä.fi Metsähallituksen lehti. Viitattu 26.8.2016. http://www.metsafi-lehti.fi/uusia-versoja/historia-heraa-eloon-216

Ahlavuo, Marika & Hyyppä, Hannu 2016. Kultturialoista 3D:n suurkäyttäjiä. Maankäyttö 2/2016, 35-37.

Digital Meets Culture 2012. Viitattu 20.12.2012 http://www.digitalmeetsculture.net/article/augmented-reality-enriching-culture/

Google 2016. Tiltbrush. Viitattu 27.7.2016. https://www.tiltbrush.com.

Hellman, Tapio 2014. Opetusvinkit ja linkit. Viitattu 15.8.2016. http://www.edimensio.fi/opetusvinkit_ja_linkit/virtuaalitodellisuus.

Helsingin kaupunginmuseo 2016a. Viitattu 6.8.2016. http://www.helsinginkaupunginmuseo.fi/2016/06/16/uutuuskirja-signe-branderin-helsinki-panoraamat-upeana-valokuvakirjana/.

Helsingin kaupunginmuseo 2016b. Viitattu 15.8.2016. http://www.helsinginkaupunginmuseo.fi/2016/05/11/helsinki-uuden-museon-senaatintorin-kulmalle/.

Heureka 2016. Tee kasvoistasi 3D-skannaus. Viitattu 26.7.2016. http://www.heureka.fi/fi/tee-kasvoistasi-3D-skannaus.

Humak 2016. Historia kohtasi tulevaisuuden. Viitattu 26.7.2016. http://www.humak.fi/uutiset/historia-kohtasi-tulevaisuuden/.

Hyyppä, Hannu & Ahlavuo Marika 2012b. Smart City – kilpailukykyinen ja energisoiva kaupunki. Maankäyttö 1/2012: 10-13.

Hyyppä, Hannu & Ahlavuo Marika 2016. Digitaalista tulevaisuutta. Julkaistaan syksyllä 2016.
Jyväskylän yliopisto 2016. Mitä saadaan, kun yhdistetään virtuaalimaailma ja museo? Viitattu 26.7.2016. http://groups.jyu.fi/diaario/seminaari2013/index.html.

Kaalikoski, Katri 2015. Kulttuurituottajien työllistymisestä. Teoksessa Kaalikoski, Katri (toim.) Tuottajan duunit. Työelämä, toimenkuva, koulutus. Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja 16. Helsinki 2015: 12-16.

Kansalaisareena 2015. Viitattu 28.8.2016. http://www.kansalaisareena.fi/Taiteen_ja_kulttuurin_tulevaisuusverstas_30102015.pdf.

Kurkela, Matti 2016. Aalto-yliopisto. Haastattelu 3.3.2016.

Lahti, Juhana 2016. Arkkitehtuurimuseo. Haastattelu 5.9.2016.

Lapin yliopisto 2016. Viitattu 15.8.2016. https://www.ulapland.fi/Suomeksi/Yksikot/Taiteiden-tiedekunta/Opiskelu/Sisustus--ja-tekstiilimuotoilu,-Vaatetussuunnittelu/Tuotekehitys-ja-tutkimushankkeet/Alyvaate-projektit

Kaalikoski, Katri 2015. Kulttuurituottajien työllistymisestä. Teoksessa Kaalikoski, Katri (toim.) Tuottajan duunit. Työelämä, toimenkuva, koulutus. Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja 16. Helsinki 2015: 12-16.

Lipponen, Sanna 2015. Susanna Majurin valokuvat varastavat valokeilan koruilta Kansallismuseossa. HS 29.9.2015. Viitattu 26.7.2016. http://www.hs.fi/arviot/n%C3%A4yttely/a1443411489283
MTV3 2011. Viitattu 26.7.2016. http://www.mtv.fi/uutiset/kulttuuri/artikkeli/3D-virtuaalilavastaminen-vie-uusiin-ulottuvuuksiin-/2026046.

Niinimäki, Pirjo-Liisa 2016. Kaleva-lehti 3.4.2016. Digiaika toi 3D-illuusiot teatteriin – Näin silmääsi huijataan. Viitattu 26.7.2016. http://uutisvirta.fi/uutiset/8761828-digiaika-toi-3d-illuusiot-teatteriin-ndash-nain-silmaasi-huijataan.

Nordic Innovation 2016. Viitattu 20.12.2016 http://nordicinnovation.org/fi/uutiset/heritage-hackers-hidden-won-hack4norden-2016/

OAMK 2016. Viitattu 26.7.2016. http://www.oamk.fi/hankkeet/virma/.

Parkkola, Timo & Luostarinen, Nina 2016. Lights On! ja 3D-hahmot, työpaperi - haastattelut. Julkaisematon.2016.

Provinssi 2016. Pivo - Festivaaliraha. Viitattu: 15.8.2016. http://www.provinssi.fi/pivo.

Ruutiainen, Päivi 2012. Onko puhelinkoppi koru? Nykykoru taiteen kentällä. Acta Universitatis Lapponiensis 238. Lapin yliopistokustannus: Rovaniemi.

Salavuo, Miikka 2013. Pelillistäminen työssä. Viitattu 13.8.2016. http://miikkasalavuo.fi/2013/01/14/pelillistaminen-yrityksissa/.

Siirala, Hannu 2016. Elena Oy. Haastattelu 12.5.2016.

Svenska YLE. Viitattu: 2.11.2016 https://svenska.yle.fi/artikel/2016/08/24/besok-lappvikens-sjukhus-i-virtuell-verklighet

Thinksee3D 2016. Viitattu 26.7.2016. http://www.thinksee3D.com/.

TOMOnews 2016. Virtual reality fun: Adult entertainment site launches free 360-degree VR channel – TomoNews. Viitattu 26.7.2016. https://www.youtube.com/watch?v=jsPQ1EBfxQY.

Totalkustom 2015. Viitattu 26.7.2016. http://www.totalkustom.com/.

YLE Beta. 2016. Viitattu 20.12.2016. http://sites.flockler.com/yle-beta.

FLOW F

Näkökulmia valokuvan eri rooleihin digitaalisessa tietoyhteiskunnassa

Hannu Hyyppä[1], Marika Ahlavuo[1,2], Matti Kurkela[1]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti,
Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Valokuvat leikkaavat läpi koko yhteiskunnan. Valokuvaus on muuttunut sen lähes 300 vuoden olemassaolon aikana pienen piirin ammattilaisten toiminnasta kännykkä- ja digikameroiden kehityksen myötä kaikkien osaamiseksi ja oikeudeksi. Valtavat kuvamäärät tallentuvat säännöllisesti kuvaajien Instagram, Facebook, Flickr ym. sivustoille. Media, tiede, turvallisuus- ja matkailuala ovat hyödyntäneet nopeaa automaattista kuvatuotantoa. Nykyisin valokuvamaisia kuvia tuotetaan myös erilaisilla sensoreilla, joten niiden tuottamat kuvat rinnastetaan valokuviin. Ovatko valokuvan ihanteet ja käytännöt yhä vanhan tekniikan sanelemia? Mitä valokuva oikeastaan kertoo? Saako valokuvaa muokata? Miten valokuvaus taidemuotona uudistuu? Kuinka valokuvia käytetään vallan välineenä? Millaisena voidaan nähdä digitaalisen valokuvan ja median tulevaisuuden näkymät?

Valokuvan digitaalinen murros ja roolista

Valokuvan syntyä 1700-luvulla edisti valistuksen aatevirtaus ja toisaalta alkava industrialismi. Valokuvauksessa yhdistyivät useat koe- ja keksintösarjat. Niissä edistettiin näkyvän todellisuuden projisointia tasolle camera obscuran muodossa ja valoherkän paperin yhdistämistä siihen. Valokuvauksen uskottiin korvaavan osan taidemaalareista, koska kuvia pystyttiin tuottamaan ilman taiteilijan ammattitaitoa. Monet taiteilijat näkivät valokuvauksessa hyvän keinon luonnosten tekoon.

2000-luvulla digitaalinen valokuvaus on jo jokaisen osaamista. Se on vallannut uusia alueita ja integroitunut monenlaiseen digitaalisen ajan keksintöihin perinteisten tiedonvälityksen, journalismin, markkinointiviestinnän, dokumentoinnin ja tieteellisen tutkimuksen sekä valokuvataiteen lisäksi. (Wikipedia; Haggrén 2009).

Valokuvien rooli tieteessä on kasvava. Erilaisten sensoreiden ja kuvantavien laitteiden tuottamien kuvien määrä kasvaa jatkuvasti. Alat kuten lääketiede, fotogrammetria, kaukokartoitus, kemia, tähtitiede, maantiede, biologia, pedagogia, taidealat ym. ovat osoituksena kuvien hyödyntäjänä tiedemaailmassa.

Nykyaikainen elinympäristömme on visualisoitunut ja medioitunut. Visualisoitumisella tarkoitetaan sitä, että kuvallisella informaatiolla on yhä suurempi merkitys elämässämme. Puhumme kuvan ylivallasta tekstin suhteen, kaupunkiympäristön visuaalisuudesta ja esikuvien voimasta. (Otavan opisto 2015a)

Kuva 1. *Valokuvan rooleja tietoyhteiskunnassa. © Hyyppä ja Ahlavuo 2016*

Valokuvia hyödyntävät lukuisat yritykset. Menestyviä tavaramerkkejä ovat Facebook, Twitter, Myspace, Flickr, Messenger, YouTube, LindedIn, Google, WhatsUp ja Picasa. Digitaalisuus on nopeuttanut valokuvan hyödyntämismahdollisuuksia. Ensimmäiset digitaalisen kuvauksen mahdollistaneet CCD-anturit tulivat yleiseen käyttöön 1980-luvulla. Digitaalisen valokuvan syntyyn liittyivät myös maalaustaiteen ja arkkitehtuurin aikaisemmat keksinnöt (Wikipedia 2016; Haggrén 2009). Suuretkin yritykset tekevät isoja investointeja kuviin liittyen: käyttäjille tarjotaan tallennuspalvelun nojalla automaattista kuvien laadun parantamista ja valtavia määriä ilmaisia tallennustiloja. Myös musiikkipalvelut kehittävät palveluaan paremmaksi, joten ne haluavat päästä käsiksi puhelimien valokuviin ja yhteystietoihin. Chicago Sun Times näytti vuonna 2013, mitä muutos käytännössä tarkoittaa. Se irtisanoi kaikki kuvausosastonsa 28 valokuvaajaa kerralla. Sama trendi toistuu vähitellen muissakin medioissa ja yleisön reaaliaikaiset kännykkäkuvat ovat arvokkaampia kuin täydellisesti sommitellut uutiskuvat seuraavana päivänä. Kansainvälinen tiedonvaihto hyödyntää reaaliaikaisia silminnäkijöiden tallentamia kuvia uutisoinnin tukena, joten joukkoistaminen on osittain vallannut uutiskuvamarkkinat. (Rissanen 2013; Lundström 2011; Storås 2015) Lundström (2011, 2012) on todennut, että valokuvallisten viestien tulkintataito on merkittävyydeltään luku- ja kirjoitustaidon veroinen. Voitaneen sanoa, että valokuvaus on inhimillisen visuaalisen elämän ydinaluetta.

Olennaista on, että valokuvan ihanteet ja käytännöt ovat yhä vanhan tekniikan sanelemia. Mutta Lundströmin (2011, 2012) mukaan valokuvan identiteetin määrittely tapahtuu yhä enemmän jokapäiväisen elämän alueilla. Ennen valokuva on pääasiassa toiminut muistona. Valokuvan rooli on niveltynyt arjen tilanteisiin, esittäen nykyhetkeä ja kuvitelmia tulevaisuudesta. Parhaiten muutos näkyy kuvankäyttötavoissa. Valokuvia ei niinkään enää käytetä arkistoissa, vaan niillä vaihdetaan ajatuksia, käytetään muistiinpanoina, kommentteina ja huutomerkkeinä.

Valokuvat palvelevat monia poikkialaisia tarkoituksia arjessa. Lundström (2011, 2012) pohtii valokuvien eri rooleja kysymysten kautta. Miten me ymmärrämme valokuvan välittämän tiedon ja informaation? Ymmärrämmekö me valokuvia? Mitä valokuvat tietävät puolestamme? Millä tavoin valokuvat välittävät tietoa ja miten niitä voidaan ymmärtää tiedollisina prosesseina?

Hannamari Shakyan mukaan valokuvan yhtenä tehtävänä on viedä ihmisiä toiseen todellisuuteen; kuvat syntyvät halusta ymmärtää ihmisiä ja asioita, päästä lähelle itselle vierasta. (Pajamies 2013)

Kuva 2. *Valokuvan rooli on paljolti kiinni missä se julkaistaan ja kuinka vastaanottaja tulkitsee sen.*

Roland Barthes (1984, 1985) käyttää studium, punctum ja noeme käsitteitä välineinä analysoida valokuvaa. Studiumissa tullaan ikään kuin itse osalliseksi hahmojen, kasvojen, toimintojen ja asetelmien tunnistamisessa. Valokuvaa pitää maistaa ja saada siihen tuntuma. Punctumissa valokuva tai sen yksityiskohta puhuttelee tai sävähdyttää. Noeme merkitsee, että valokuva kertoo varmuudella siitä, mikä on ollut, mutta ei välttämättä siitä, mitä ei enää ole. (Alho 2005)

Valokuvalla on kaksoisrooli suhteessa todellisuuteen. Toisaalta se on tekijänsä valintojen ohjaama tulkinta todellisuudesta, toisaalta tulosta näkyvän todellisuuden projisoinnista. (Luukkonen 2004). Eräs keskeinen tapa käsitellä valokuvausta on pitää sitä viestintänä. (Sonntag 1984)

Alun perin valokuvaa hallitsi dokumentaarinen ilmaisu. Valokuvaa voi myös manipuloida ja siksi valokuvajournalismin moraalisia koodeja koetellaan alati. Valokuvat ovat nykyäänkin merkittävä sosiaalisen ja poliittisen vallan käyttäjä. (Alho 2005)

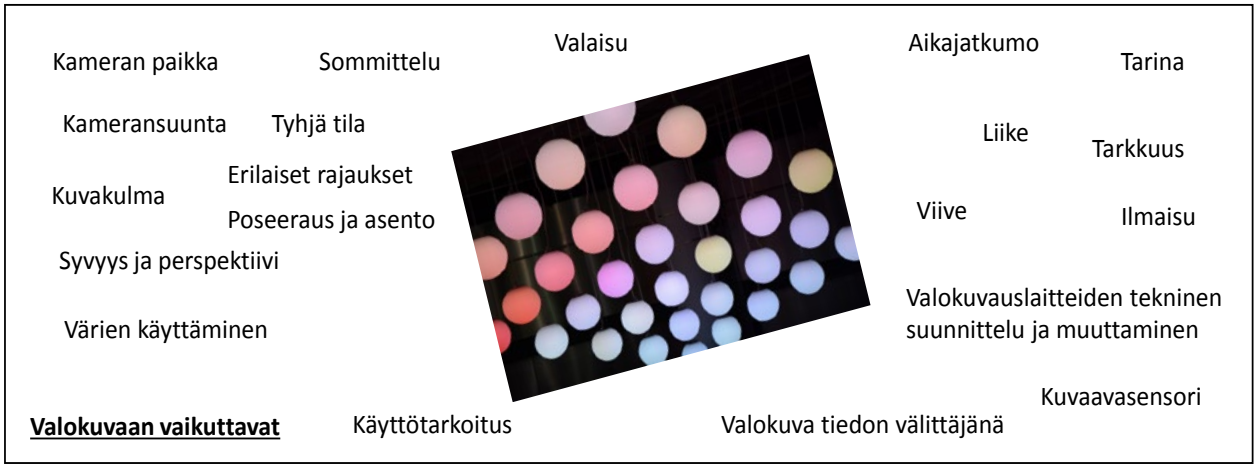
Kuvamanipulaatiot, jossa kuvan sisältö ei vastaa kuvanottohetkellä vallinneita todellisia olosuhteita ovat yleistyneet niin uutis-, henkilö- kuin luontokuvissakin. Ns. trikkikuvat poliitiikasta tai uutiskuvien lavastukset ovat nykyaikaa.

Kuvat eivät siis ole ollenkaan perinteistä yrityksen imago- tai mainoskuvaa vaan enemmänkin karttoja täynnä piilotettuja salamerkityksiä ja toiveita, jotka ohjaavat yrityksen työntekijöitä ja itse yritystä eteenpäin kohti tavoitteitaan (Karppinen 2014). Hyvät kuvat ja mielleyhtymät auttavat tunnetusti markkinointiviestinnässä ja myynnissä. Lähes kaikki yritykset ja brändit hyödyntävät tätä toiminnassaan.

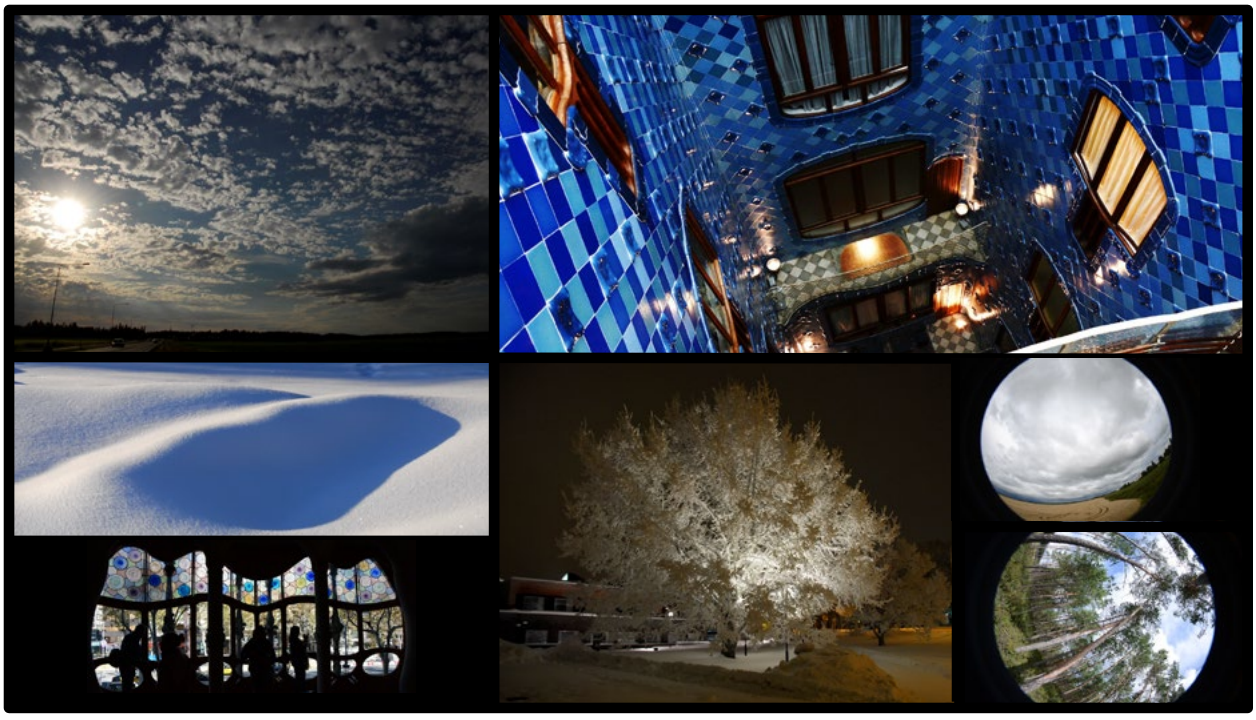
Historiantutkimuksesta tuttua jaottelua valokuvien käyttötavoista voidaan soveltaa myös muilla aloilla. Kuvan käyttötavat voidaan jakaa neljään luokkaan: 1) Illustraatio ja visualisointi – käyttötarkoitus on kuvitus ja kevennys. Kuvat ja teksti liittyvät vain pinnallisesti toisiinsa. 2) Informatiivinen käyttö – Kuva antaa lisätietoja, mutta teksti ja kuva viittaavat toisiinsa. 3) Analyyttinen käyttö – Kuva tukee tekstiä ja argumentointia. Kuvassa tärkeää myös konteksti ja se, että teksti ja kuva ovat dialogissa keskenään, jolloin kuva antaa tekstille syvyyttä. 4) Tulkinnallinen käyttö tarkoittaa sitä, että kuva on pääasiallinen lähde eli argumentti. Kuvan kontekstia tulkitaan ja kuvaa käytetään lähteenä, jota tulkitaan tekstillä. (Keskinen 2004)

Valokuvauksen viestien korostaminen ja hieman valokuvauksesta

Karppisen (2013) mukaan valokuvaus on kokonaisvaltainen prosessi, sisältäen kuvaamisen lisäksi suunnitteluvaiheen, kuvan käsittelyn ja mahdollisesti jopa vedostamisen. Valokuvan ottaminen voi perustua luontaiseen vaistoon tai kuvallisen suunnittelun perusteiden hyvään tuntemukseen. Valokuvailmaisua tukevat niin tekniset kuin visuaaliset sekä näkemykseen perustuvat ratkaisut. Jokaisesta hyvästä valokuvasta löytyy aina kokonaisvaltainen paletti eri osa-alueita eli sommittelu, valaisu, ilmaisu, poseeraus ja tarina tai viesti.



Kuva 3. *Valokuvaan vaikuttavat mm. kohde, valaistus, rajaukset. Valokuvauksellisia viestejä voidaan korostaa eri tavoin. © Hyyppä ja Ahlavuo*



Kuva 4. *Kuvakulma, perspektiivi, värit ja varjot sekä erilaiset valonlähteet vaikuttavat valokuvan välittämään mielikuvaan. © Hyyppä ja Ahlavuo*

Valokuva kulttuurisena ilmiönä

Perinteisesti valokuvaa on tarkasteltu esteettisten kriteerien kautta. Kuva on nähty osana vallitsevaa kulttuuria – tuotteena, heijastajana ja muokkaajana. Kuvallinen käänne tapahtui 1980-luvulla ja visuaalinen käänne 1900-luvun lopulla ja ne seurasivat kielellistä käännettä teknologioiden nopean kehityksen ja intensiivisen kulttuuria muokkaavan vaikutuksen paineessa. (Lundström 2012; Mitchell 1994; Kurki & Ristolainen 2009)

Mitchell (1994) kuvaa visuaalisuuden valtakautta, jossa kuitenkin kuvan pelko ja ahdistus tunkeutuvat elämämme sektoreille tieteestä ja populaarikulttuurista alkaen. Flusserin (1983) mukaan ihmiskunta on kokenut vain kaksi kulttuurillista vallankumousta: lineearikirjoitusjärjestelmän keksiminen (aakkosto, luku- ja kirjoitustaidon keksiminen, kirjoitetun kulttuurin synty) ja teknisesti tuotettujen kuvien käyttöönotto (valokuvauksen keksiminen ja nykyaikaisen visuaalisen kulttuurin synty).

Luukkosen mukaan, samalla tavoin kuin valokuvaus on kulttuurinen kehitelmä, on myös jokainen yksittäinen valokuva sidoksissa tekijänsä kulttuuriin. Se, kuinka ja mitä valokuvataan on sidoksissa kulttuuriin valokuvaajan kautta. Katsoja heijastaa kuvaan omia muistojaan ja kokemuksiaan, oman käsityksensä maailmasta. Katsojan tulkinta valokuvasta on kulttuurista riippuvainen. Valokuvan määritteleminen kulttuuriseksi ilmiöksi ei ole mitenkään mullistavaa tai käänteentekevää, pikemminkin se on itsestäänselvyys. Kuitenkin jo varhaisimmissa valokuvaa käsittelevissä kuvauksissa tämä kulttuurisidonnaisuus pyrittiin kumoamaan. Valokuva nähtiin kuvana, jonka luonto itse on luonut ilman ihmiskäden koskemista. Valokuvaa koskettavissa pohdinnoissa sen suhde todellisuuteen nouseekin usein keskeiseksi. (Luukkonen 2004)

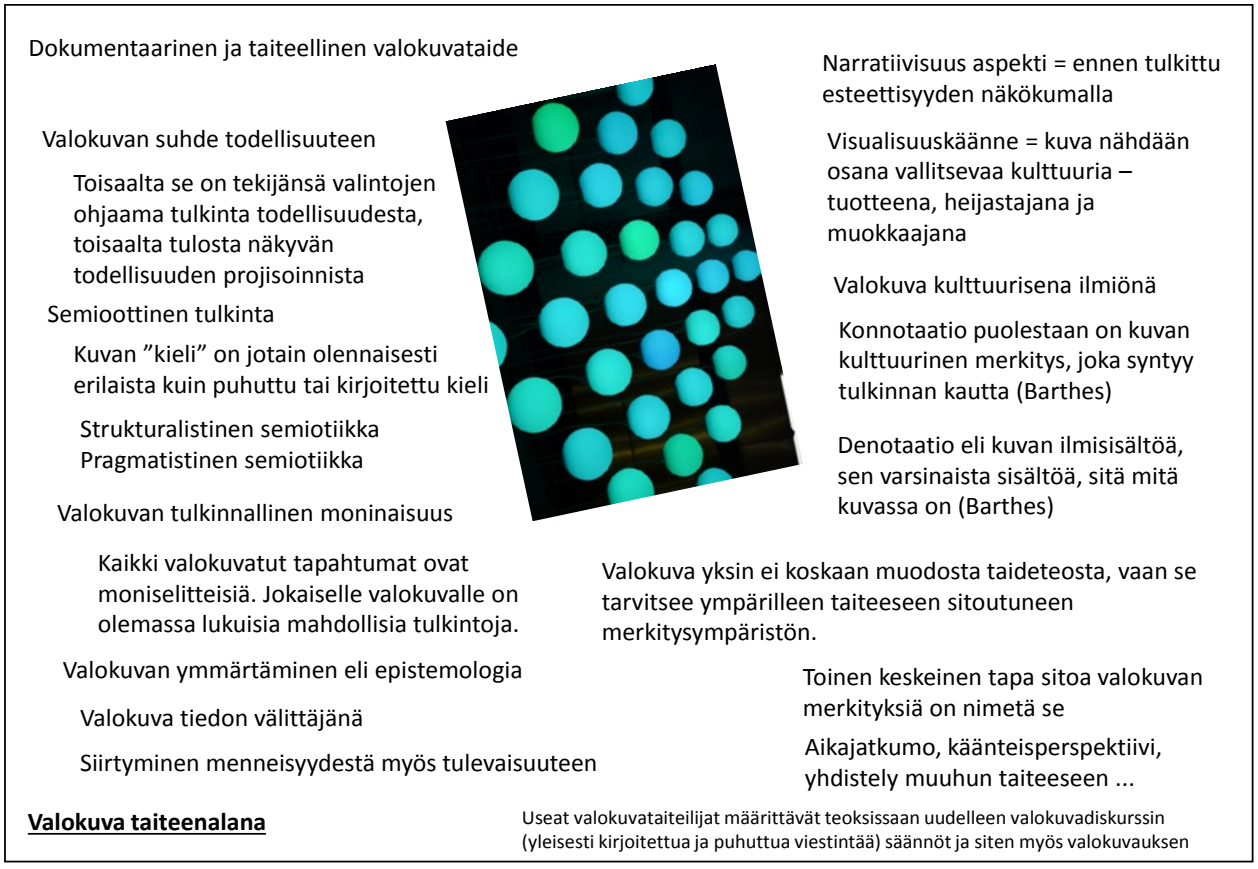
Kulttuurihistoriallinen valokuva on käsitteenä ollut yksinkertainen käyttövalokuva. Käyttövalokuva on kattanut mestarilliset ja anonyymit kuvat, mutta taidevalokuvat ovat pääosin jääneet

sen ulkopuolelle. Valokuvalla on ollut tärkeä asema historiankirjoituksessa ja taidehistoriassa. (Ekeberg & Lund 2010)

Valokuva ja taide

Valokuvataide on muuttunut entistä enemmän markkinavetoisuuden ehdoilla toimivaksi. Valokuvataiteen alan koon arviointia vaikeuttaa se, että sen harjoittajat jakaantuvat tilastoissa kahteen toimialaan: valokuvaamoihin sekä taiteelliseen luomiseen. Valokuvataiteilijoiden liitossa on yli 400 jäsentä. Usein valokuvataiteilijat saavat varsinaisen leipänsä joltain muulta valokuvauksen lohkolta, esimerkiksi opetuksesta. (Alanen 2010; Valokuvataiteilijoiden liitto 2016)

Jo valokuvan tuominen osaksi taiteen kenttää sitoo sen erilaiseen merkitysympäristöön, kuin vaikkapa kuvan julkaisu sanomalehtiuutisen yhteydessä. Taiteen piirissä esitettyä kuvaa katsotaan erityisellä tavalla. Toinen keskeinen tapa sitoa valokuvan merkityksiä on nimetä se. Nimeäminen voidaan viedä niinkin pitkälle, että teoksen yhteydessä annetaan tulkintaohjeet, valmis selitys siitä, mistä teoksessa on tekijän mukaan kysymys. Valokuvan tuominen taidekenttään asettaa kehykset sen hyväksyttäville tulkinnoille – tai kiellämme siltä taiteuden. Samoin tapahtuu, kun valokuva nimetään – tai pidämme nimeä tai valokuvaa epäonnistuneena. Joka tapauksessa valokuva yksin ei koskaan muodosta taideteosta, vaan se tarvitsee ympärilleen taiteeseen sitoutuneen merkitysympäristön. (Luukkonen 2004)



Kuva 5. *Valokuvauksen määrittelyä taiteenalana. © Hyyppä ja Ahlavuo*

Kuvien vaikutus ihmisiin ja heidän maailmankuvaansa?

Valokuvaajan ei koeta olevan vastuussa kuviensa maailmankuvista, jos jätetään pois suoranaiset kuvamanipulaatiot. Weseliuksen mukaan valokuvaajan tehtävä on usein kuvata jotain, ja hän on usein saanut tarkat ohjeet siitä, mitä kuvataan ja miten. Hän ei myöskään yleensä pysty vaikuttamaan siihen, missä kontekstissa kuva julkaistaan tai julkaistaanko sitä lainkaan. Siitä vastaa julkaisija. Kaikkea vastuuta ei kuitenkaan voida vierittää mediallekaan. ”Kuva on vain kuva, eikä sitä voi syyllistää mistään, mutta eri kuville on erilaisia odotuksia. Ihmiset kokevat kuvat erilailla, ja ne vaikuttavat toisiin enemmän kuin toisiin.” Odotukset uutiskuvalle ovat esimerkiksi aivan erilaiset kuin aikakauslehden rakennetulle kuvalle. Lukijan voi odottaa ymmärtävän, että muotikuva on lehteä varten luotu, eikä siinä ole mitään todenmukaista. Samaa ei voi sanoa uutiskuvasta, jossa sotatannerta on muokattu dramaattisemmaksi lisäämällä siihen efektejä jälkikäteen. Myös lehden lukijakunta vaikuttaa kuvan ajatusjälkeen ja julkaisijan vastuuseen siitä. Aikuisille naisille suunnatun lehden lukijoille on luultavasti itsestäänselvyys, että kansikuvaa on käsitelty rankasti, ja he ymmärtävät sen epärealistisuuden. ”Valokuvaamalla voidaan saada hyvinkin rähjäiset asiat näyttämään kauniilta, sillä ihminen katsoo valokuvaa eri tavalla kuin todellisuutta. Asioita voidaan valokuvata kauniiksi, mutta sen ei tarvitse olla manipulaatiota, vaan lukijan, lehden ja kuvan välinen tietynlainen yhteinen leikki.” Toisaalta, jos ihminen näkee paljon tietynlaista kuvaa, hän saattaa alkaa nähdä todellisuuden sen mukaisena tai odottaa oikean maailman olevan yhteneväinen valokuvan kanssa. Tällöin kuva on kuin piparkakkumuotti, jonka läpi ihminen katselee maailmaa. (Kauhala 2014)

Vahva yritysilme markkinointiin vaatii myös vahvoja visuaalisia kuvia. Valokuva ei synny tyhjiöön, eikä tyhjästä. Jokaisen kuvan täytyy olla osa isompaa tarinaa tai luoda oma yksittäinen tarinansa. Varsinkin yrityksen viestinnän käyttöön liittyvissä kuvissa korostuu vielä hiotummin moninaiset vaateet kuvan dynaamisuudesta sekä niistä arvoista, joita kuvissa näkyvien ihmisten halutaan välittävän. Hyvät viestinnän kuvat kiteyttävät visuaalisesti sen, mitä lukee viestintäsuunnitelmissa. Meille valokuvan välittämä pala tarinankerronnassa on onnistuneen markkinointiviestinnän tärkein yksittäinen näkyvä elementti. Digitaalisten kanavien myötä korostuu valokuvan merkitys entistä enemmän viestien välittymisessä kuluttajien ja ostajien sydämiin. (Atomi 2015)

Kuva 6. *Valokuva vallan välineenä on yleistynyt ja hienovaraistunut.*

Valokuva ja valta

Koska kuvat luovat ihanteita ja näyttävät meille ”rivien välistä”, mikä on oikein ja haluttavaa, niihin liittyy aina valta-aspekti. Historiallisesti kuvaa on käytetty paljon propagandan, varoituksen ja kehotuksen välineenä. Nyky-yhteiskunnassamme kuvan valta on huomattavasti hienovaraisempaa, ja siksi entistä voimakkaampaa - onhan sitä vaikeampi havaita ja siten vastustaa. (Otavan opisto 2015b)

Sontag (1984) kirjoitti, että todellisuus on alkanut tulla yhä enemmän sellaiseksi, jota välitetään kameran kautta. Maailmanpolitiikan uutiset ovat uutisia, jos kamera on läsnä. Lukijalle juttu ja siihen liitetyt valokuvat ovat oppimisprosessia. Mitä koulutetumpi ja politiikasta kiinnostuneempi lukija, sitä aktiivisempi oppimisprosessi on. Ihmiset yleensä kuvittelevat lukemisen olevan vaikeampaa, kun taas television katsomisen oletetaan olevan helpompaa. Lehdillä on siis vaikutusvaltaa ja koska taas valokuva kiinnostaa, silläkin on valtaa. Ihmiset hakevat valokuvista merkityksiä, joihin he voivat samaistua. Tärkeintä on kuitenkin huomata, että valokuva rakentaa, tekee ymmärrettäväksi ja muokkaa sitä mitä muistamme menneisyydestä. Poliittinen valokuva tallentaa siis aikaansa ja on myös siksi vahva vallankäyttäjä. (Alho 2005)

Alho (2005) toteaa, että valokuvajournalismi on merkittävä sosiaalisen ja poliittisen vallan käyttäjä. Siksi valokuvasta pitää olla kiinnostunut, osata analysoida sitä ja olla kriittinen visuaalisen kulttuurimme kuluttaja. Politiikan tekijälle on siis tärkeätä esiintyä valokuvissa yleensä. Valokuvaa voidaan käyttää hyväksi myös toivottujen mielikuvien ja viestien läpiviemisessä. Päivän politiikan tekijän on elettävä julkisuudessa eikä päätöksiä useinkaan voi enää tehdä salassa. Poliittisen päätöksenteon avoimuus on lisääntynyt, mutta samalla uudistuneiden tiedotusvälineiden välittämä näkyvyys on myös johtanut uudenlaiseen poliittiseen haurauteen ja haavoittuvuuteen. Poliittisten toimijoiden uusi ympäristö on intensiivisempi, laajakantoisempi, mutta myös vähemmän kontrolloitavissa oleva kuin aikaisempi. Hallitukset ja poliittiset johtajat altistuvat skandaaleille, vuodoille ja huhuille. Tämä julkisuuden kaksiteräinen miekka johtaa myös yrityksiin hallita julkisuutta imagon rakentamisella, markkinoimiselle ja spin doktoroinnille. (Alho 2005)

Kuvat ovat täynnä valtaa, joku käyttää niitä jossakin tarkoituksessa, ja ilman sitä niillä ei ole mitään syytä olla olemassa. (Kauhala 2014)

Kuvien valtaa lisää kuvien ja kuvaajien räjähdysmäisesti lisääntynyt määrä sekä somen ja teknologiayhtiöiden kiinnostus valokuviin.

Valokuvat, media ja tulevaisuus

Uudet tekniikat tekevät vanhat liiketoimintatavat tarpeettomiksi. Disruptiivinen teknologia tuo uuden, edullisemman tavan tehdä jotain.

Valokuvauksen innovaatiot on jaettavissa seuraaviin 1) Digitaalinen valokuvaus on tehnyt valokuvakehittämöistä sekä valokuvafilmeistä lähes tarpeettomia. 2) Halvat, hyvät digitaalikamerat antavat kenen tahansa ottaa teknisesti yhä parempia kuvia. Ammattilaiskameroiden valmistajien on kehitettävä tuotteitaan uusiin suuntiin, jotta ne erottuvat kuluttajalaitteista. 3) Internet, maksuttomat kuvapalvelut ja hakukoneet levittävät satojen miljoonien harrastajien ja turistien valokuvat kenen tahansa saataville. 4) Avoimet lisenssit tuovat edullisen vaihtoehdot maksullisille kuvapankeille. (Toikkanen 2012)
Media näyttäytyy Lintulahden (2014) mukaan tulevaisuudessa seuraavasti: Kaupallisen median kurjeneminen jatkuu, koska uudet sukupolvet eivät enää halua maksaa mediasta. Käännösteknologian kehittyminen, voi muuttaa pelikentän ratkaisevasti. Markkinoinnin painopiste siirtyy maksetusta mediasta yritysten omaan mediaan esimerkkinä mm. Red Bull, Orion, Valio, SAP ja Coca-Cola sekä American Express.

Myös teknologia tarjoaa aiempaa parempia ja uusia ratkaisuja käytännön ongelmiin, joten alat kuten turvallisuus- ja palveluala kehittävät uusia palveluita älykaupunkeihin perustuen uusiin teknologioihin. Sata Suomelle tärkeintä tulevaisuuden teknologiaa (2013) kuvaa radikaaleja teknologisia ratkaisuja, jotka vaikuttavat myös valokuvan käyttötarkoitukseen ja valokuvauksen kehittymisen. Näitä ratkaisuja ovat mm. ihmisten tunnistus, halvat magneettikuvaimet, henkilökohtaisen elämän tallennus ja sisältöhaku, yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen, laajennetun todellisuuden välineet, digitaalipeili, hahmontunnistus ja hahmojen hakupalvelut, ympäristön reaaliaikainen 3D-mallinnus, itseorganisoituva virtuaalimaailma verkon 3D-datasta ja linssitön kuvantaminen sekä laskennallisesti muodostetut, painettavat sensorit. (Tulevaisuusvaliokunta 2013)

Samalla nämä uudet teknologiat tulevat muutamaan valokuvan ja ihmisen suhdetta sekä kulttuurissa, tieteessä että jokapäiväisessä elämässä.

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-COMBAT) ja Uudenmaanliittoa.

Lähteitä ja kirjallisuutta

Alanen, Aku 2010. Valokuvauksen talous digimurroksen jälkeen. Tieto&trendit 8/2010. Tilastokeskus. Viitattu 30.1.2016. http://www.stat.fi/artikkelit/2010/art_2010-12-22_003.html?s=0

Alho, Arja 2008. Valokuva vallankäyttäjänä. Viitattu 30.1.2016. http://arjaalho.fi/arja-alho.php?subaction=showfull&id=1113983573&archive=&start_from=&ucat=10&

Atomi 2015. Viitattu 30.1.2016. http://www.atomi.com/blog/r-kioski-valokuvat

Barthes Roland 1984 (1961). Sanoma valokuvassa. Suomentanut Kristiina Widenius. Teoksessa Kuvista sanoin 2. Toim. Lintunen, Martti. Helsinki: Suomen valokuvataiteen museon säätiö.

Barthes Roland 1985 (1980). Valoisa huone. Suomentaneet Martti Lintunen, Esa Sironen ja Leevi Lehto. Helsinki: Kansankulttuuri ja Suomen valokuvataiteen museon säätiö.

Ekeberg, Jonas & Lund, Harald Østgaard 2010. 80 millioner bilder. Norsk kulturhistorisk fotografi 1855-2005.

Flusser, Vilem 1983. Für eine Philosophie der Fotografie, European Photography, 1983, 58 pp; 1989; 1997; 2006. (in German)

Haggrén 2009.Viitattu 22.12.2016. https://foto.aalto.fi/opetus/1010/luennot/2/Luento2_Kuvanmuodostus.pdf

Karppinen Antti. 2014. Viitattu 30.1.2016. http://digitalistnetwork.com/unelmien-ja-tavoitteiden-visualisointi/

Kauhala Anna. 2014. Kuvan ja todellisuuden performanssi. 2014. Hanna Weseliuksen haastattelu. Viitattu 30.1.2016. http://www.almamedia.fi/sijoittajille/quarterly-fi/1-2014/Kuvan-ja-todellisuuden-performanssi/.

Keskinen Jouni. 2004. Valokuvan käyttö historiantutkimuksessa. Historiatieteen laitos, Tampereen yliopisto.

Kurki & Ristolainen, 2009. Kuva ja narratiivisuus. Teorian käytäntö IV Kulttuurintutkimuksen päivät. Agora, Jyväskylän yliopisto 11.–12.12.2009.

Lintulahti Matti 2014. Median tulevaisuus ja 13 trendiä – mitä media on vuonna 2030? 9 kommenttia. 13.10.2014. Viitattu 30.1.2016. http://digitalistnetwork.com/median-tulevaisuus-ja-13-trendia-mita-media-vuonna-2030/

Lundström Jan-Erik 2011. Knowing Photographs.

Lundström Jan-Erik 2012. Valokuvallinen tieto. Valokuvallisia todellisuuksia. Like. 158 s.

Luukkonen, Ismo 2004. Viitattu 30.1.2016. http://www.ismoluukkonen.net/about/merkityksia.html

Mitchell, W.J.T. 1994. Picture Theory: Essays on Verbal and Visual Representation. Chicago: U of Chicago P, 1994. ISBN 978-0-226-53232-5.

Otavan opisto 2015a. Ympäristön visualisoituminen ja medioituminen. Viitattu 30.1.2016. http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/ku/ku1/01_taide_ihmiselaman_osana/04_ympariston_vis_ja_med_teoria?C:D=hNlv.gXZb&m:selres=hNlv.gXZb

Otavan opisto2015b. Kuva ja valta. Viitattu 30.1.2016. http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/ku/ku1/01_taide_ihmiselaman_osana/05_kuva_ja_valta?C:D=hNlv.gXZc&m:selres=hNlv.gXZc

Pajamies, Minna 2013. Pohjoismainen valokuva nyt! 17.09.2013. Viitattu 30.1.2016. Viitonen.fi. http://vitonen.fi/kulttuuri/pohjoismainen-valokuva-nyt/

Rissanen, Tommi 2013. Markknointi & Mainonta. 20.6.2013. Valokuvaajan paradoksi: kuvien arvo verkossa kasvaa samaa tahtia kuin ammattikuvaajien arvo laskee.

Sonntag, Susan 1984. Valokuvauksesta. s. 12–13, s. 140, s. 146.

Toikkanen, Tarmo 2012. Viitattu 30.1.2016. http://tarmo.fi/blog/2012/10/ammattivalokuvaus-disruptiivisen-innovaation-kourissa.

Storås, Niclas 2015. Markkinointi & Mainonta 23.8.2015. Spotify haluaa tietää ottamasi valokuvat ja ystäviesi puhelinnumerot - ”Haluamme vain tuntea käyttäjät paremmin”.

Tulevaisuusvaliokunta 2013. Suomen sata uutta mahdollisuutta: radikaalit teknologiset ratkaisut. (Risto Linturi, Osmo Kuusi ja Toni Ahlqvist) Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 6/2013. 189 s.

Valokuvataiteilijoiden liitto 2016. Viitattu 30.1.2016. http://www.hippolyte.fi/valokuvatailteilijoiden-liitto/

Wikipedia 2016. Viitattu 30.1.2016. https://fi.wikipedia.org/wiki/Valokuvauksen_historia.

STARBUCKS

3 Kulttuuri ja tiede kohtaavat

3D-mittaustekniikoita ja niiden käyttömahdollisuuksia

Marika Ahlavuo[1,2], Hannu Hyyppä[1,2], Juho-Pekka Virtanen[1], Matti T. Vaaja[1], Matti Kurkela[1], Arttu Julin[1], Heikki Kauhanen[1], Antero Kukko[1,3], Hannu Siirala[4], Harri Kaartinen[3], Juha Hyyppä[3]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti, Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2] Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak
[3] Paikkatietokeskus FGI, Maanmittauslaitos
[4] Elena Oy

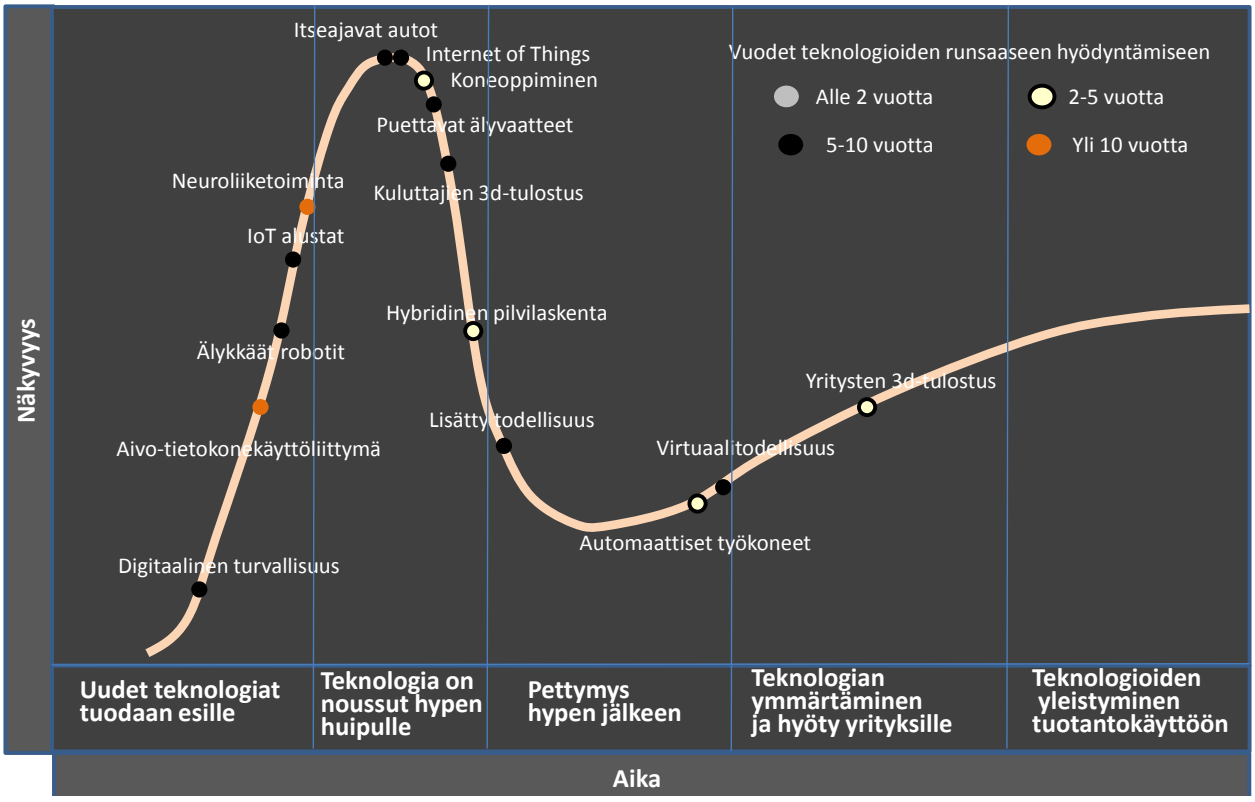
Tiivistelmä
Erilaiset 3D-mittauslaitteet ovat jo arkipäiväisiä työkaluja tuotettaessa aineistoja 3D-suunnittelun tai virtuaaliesitysten tueksi. Kamerapohjaisen mittaamisen etuna on käytettävän mittauskaluston edullisuus. Laserkeilauksella saadaan tuotettua tiheä ja riittävän tarkka pistepilvi niin sisä- kuin ulkotilamallinnuksen pohjaksi, mutta laitteistot ovat vielä selvästi kameroita kalliimpia. Soveltuvin menetelmä tiettyyn tarkoitukseen riippuu yleensä kappaleen tai kohteen koosta ja pintamateriaaleista.

Taustaa

3D-teknologiamarkkinoiden liikevaihto oli melkein 100 miljardia euroa vuonna 2013. Alan kokonaisliikevaihdon odotetaan kohoavan lähes kolminkertaiseksi vuonna 2018 ja 500 miljardiin vuonna 2020. 3D-teollisuuden kehitys tarvitsee tuekseen edistynyttä teknologiaa, tutkimustietoa ja innovaatioita. Google, Nokia, Apple, Samsung, Microsoft ja lukuisat pelitalot sekä autonvalmistajat kehittävät teknologiaa 3D-mittaukseen ja -mallinnukseen sekä niiden paikkatieto-, virtuaali- ja kuluttajasovelluksia. (Kaartinen ym. 2016)

Gartnerin hypekäyrä tarjoaa ennusteen teknologioiden soveltuvuudesta tuotantoon

Gartnerin hypekäyrä (kuva 1) kuvaa tyypillistä tuotteen tai teknologian kehityskulkua. Se kuvaa huomionarvoisia tulevaisuuden teknologioita ja niiden kehittymistä, julkaisemista ja käyttöönottoa. Riski on sitä suurempi, mitä aikaisemmassa vaiheessa kehitykseen lähdetään mukaan – toisaalta saavutetaan etumatkaa. Käyrä jakaantuu viiteen vaiheeseen. Ensimmäisessä tunnistetaan uudet potentiaaliset teknologiat, joille ei vielä ole todellisia sovelluksia. Seuraavaksi teknologia nousee hypen huipulle ja saadaan ensimmäiset onnistumiset ja epäonnistumiset demonstraatioissa. Kolmannessa vaiheessa valtaosa on kuullut teknologiasta, muttei ole lähtenyt sillä itse vielä toteuttamaan mitään. Hypen jälkeen kiinnostus laantuu, kun odotukset eivät ole toteutuneet ratkaisuissa. Teknologiakehityksen myötä ymmärtäminen ja hyödyt yrityksille selkiytyvät ja markkinat ovat löytäneet fokuksen, miten ratkaisu hyödyttää käyttäjiä. Toisen sukupolven tuotteet ja ratkaisut ovat korjanneet alun lastentauteja. Viimeisessä vaiheessa teknologioiden yleistyminen tuotantokäyttöön on siinä vaiheessa, että valtaosa siirtyy hyödyntämään tuotetta. (Ahlavuo, 2016; Swampbeach, 2013)



Kuva 1. *Gartnerin hypekäyrä (mukaeltu Gartner 2015, Ahlavuo 2016).*

Teknologian kehitys uudistaa esitystapoja ja valtaa uusia sovellusaloja

Paikannus- ja sensoriteknologioiden kehitys ja integrointi osaksi ympäristön kartoitusjärjestelmiä ja älypuhelimia ovat muuttaneet tapoja havainnoida ja esittää ympäröivää maailmaa sekä tuoneet useita aloja yhä laajemmin kuluttajien ja eri ammattiryhmien käyttöön.

3D-mittausteknologiat ovat olleet 2000-luvulla intensiivisen kehityksen ja tutkimuksen kohteina 3D-kaupunkien, rakennusten ja infrastruktuurin sovelluksissa. Uusia sovelluskohteita on kehitetty ahkerasti.

Merkittävä osa virtuaali- ja peliteollisuuden tuotteista hyödyntävät 3D-malleja ja siten 3D-mallinnus on keskeinen työvaihe monessa sisällöntuotannossa. Valmiin mallin luominen on moniulotteinen prosessi, joka vaatii sekä teknistä että taiteellista tietoa ja osaamista. 3D-menetelmiä on sovellettu arkkitehtuurissa, rakentamisessa ja kulttuurikohteiden dokumentoinnissa. Uudenlaiselle mitattuun 3D-tietoon perustuvalle hyödyntämiselle mm. kaupunkialueilla, puistoissa, viheralueilla sekä tapahtuma-alueilla, pihoilla ja sisätiloissa on tilausta, mutta siinä on myös teknologisia haasteita. (Ahlavuo 2016)

Yksi esimerkki lisättyä todellisuutta hyödyntävistä sovelluksista nähtiin kesällä 2016, kun Pokémon Go sai ihmismassat liikkeelle ja seuraamaan ympäristöä aivan uudella tavalla. Pokémon Go käyttää Ingress-palvelun karttapohjia ja muutoinkin idea on käytännössä sama. Pokémon vain brändäsi pelin paremmin ja Ingress jäi enemmän sisäpiirin peliksi. Peligenre tuli markkinoille jo 2012, mutta läpimurto tapahtui tunnetuin seurauksin vasta Pokémon Go:n kautta vuonna 2016. YLE:n kanssa toteutettu yhteistyöprojekti (kuva 3) on esimerkkinä 3D-mittalaitteistojen tuottaman aineiston käyttämisestä kulttuurituotannon osana, kun tuotetaan virtuaalikuunnelma kulttuurihistoriallisesti arvokkaaseen tilaan.

3D-mallinnuksen käyttö tulee lisääntymään mm. seuraavilla aloilla: rakentaminen, vaate- ja muotiteollisuus, lääketieteelliset sovellukset kuten plastiikkakirurgia ja hammaslääketiede, ortopediset ratkaisut, rikostekniset ja oikeuslääketieteelliset sovellukset, turvallisuusala, urheilu-, terveys- ja fitness-sovellukset, elokuva-, animaatio- ja simulaatioalat, peli-, viihde- ja muu ajanvieteteollisuus sekä luonnontieteet, ekologia ja taide. Lisäksi muita sovelluskohteita viime vuosilta ovat esimerkiksi muotoilu ja sisustussuunnittelu.

3D-mittaustekniikoista

Fotogrammetrinen valokuvaus ja laserkeilaus eri muodoissaan ovat toistaiseksi parhaita keinoja hankkia aineistoja automaattiseen 3D-mallinnukseen. Mittauksen jälkeen aineistot mallinnetaan käyttötarkoituksen mukaan erilaisilla 3D-ohjelmistoilla. 3D-mittauslaitteistot (kuvat 3 ja 4) tuottavat yksittäisten valittujen pisteiden sijaan nopeasti suuren joukon, jopa miljoonia 3D-pisteitä, ympäristöstä eli pistepilven (kuva 2), josta kohteet voidaan tunnistaa ja mallintaa. Pistepilviä voidaan tuottaa automaattisesti ja tehokkaasti mm. laserkeilaamalla eli skannaamalla, syvyyskameroilla ja digitaalikameroilla stereoperiaatteella eri sijainneista otetuista kuvista. Esimerkiksi Microsoft Kinect –liikeanturi on syvyyskamera, jolla voidaan seurata käyttäjän liikkeitä ja lisäksi tuottaa pistepilviä. Pistepilviä tuottavat anturit tulevat pian myös matkapuhelimiin ja tabletteihin, esimerkiksi Google Tango-projektin myötä. Varsinkin 2020-luvulta alkaen pistepilviä tuottavan elektroniikan määrä tulee kasvamaan arkikäytössäkin. (Kaartinen ym. 2016)

Kamerapohjaisen mittaamisen etuna on laitteiden helppokäyttöisyys ja edullisuus. Laserkeilauksella saadaan tuotettua tiheä ja riittävän tarkka pistepilvi niin sisä- kuin ulkotilamallinnuksen pohjaksi, joten menetelmä vaati enemmän osaamista ja pääomaa. Soveltuvimmat menetelmät riippuvat kohteen laajuudesta tai yksittäisen kappaleen koosta ja pintamateriaalista. Kuvassa 4 on esitetty erilaisten kuvantamismenetelmien soveltuvuuksia ja esimerkkejä.

Kuva 2. *Pistepilvikuvassa Seinäjoen Apila-kirjasto.*
© M. Vaaja, M. Kurkela, JP Virtanen

Kuva 3. *Lapinlahden sairaala-alueen liikkuvaa laserkeilausta reppukeilaimella.*
© H. Hyyppä, A. Kukko, H. Siirala

Kuva 4. *3D-mittauslaitteiden käyttökohteita. © Hyyppä & Ahlavuo, 2016*

Digitaalinen kamera fotogrammetrisena 3D-mittalaitteena

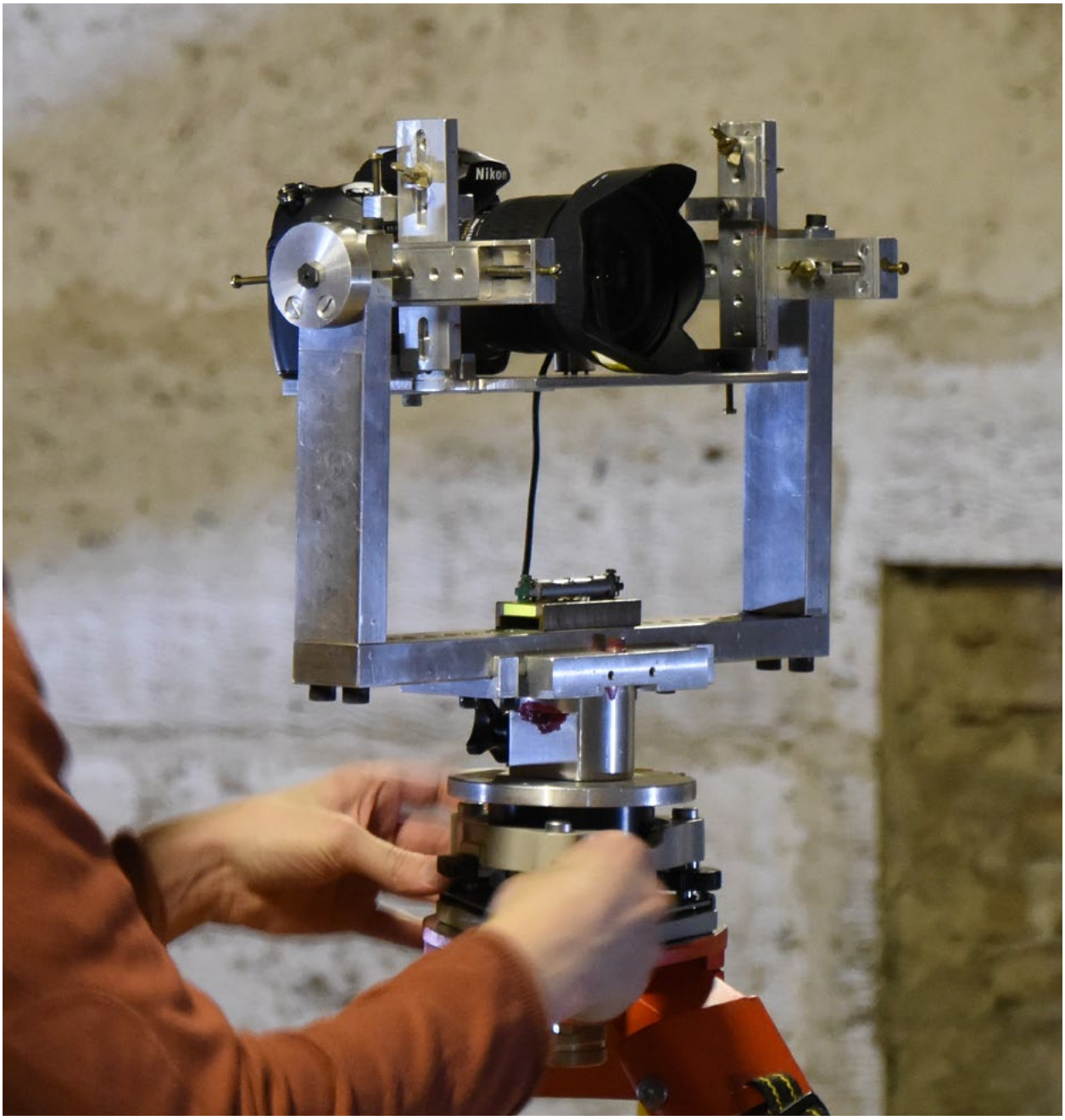
Helpoin tapa mitata 3D:nä on tavallinen digitaalikamera. Kuvauksen toimintaperiaate on ihmisen näkökyvyn kaltainen. Kuvauksessa kamerat ottavat kuvia vähintään kahdesta eri suunnasta kohteen liikkumatta. Kuvat analysoidaan kokonaisuuksina etsien kohteesta samoja pisteitä ja yhdistämällä niitä. Kun kuvien suhteet toisiinsa ja kohteeseen nähden on selvitetty ja kameran linssivirheet on korjattu, niin kohteesta saadaan aikaan 3D-malli. (SeAMK 2016)

Panoraama- ja streetview-tekniikoita (kuva 5) käytetään sisä- ja ulkotilojen havainnollistamisessa. Näissä sovelluksissa on merkitystä kuvanottopaikalla ja orientaatiolla suhteessa ympäristöön. Panoraamakuva on laajakulmainen kuva jostain fyysisestä tilasta. Käytännössä panoraamakuvalla tarkoitetaan kuitenkin useasta yksittäisestä panoraamakuvan osakuvasta tuotettua panoraamakuvamosaiikkia. Tällöin osakuvat otetaan tavanomaisella kameralla niin, että osakuvien välillä on riittävästi (noin 20 %) samoja yksityiskohtia. Osakuvat yhdistetään näiden yksityiskohtien avulla. Tämän jälkeen panoraamakuvalle valitaan käyttötarkoitukseen sopiva projektio. Usein käytetään pallo- tai sylinteriprojektiota. Kameran polttoväli määrittää panoraamakuvan yksityiskohtaisuuden. Pitkällä polttovälillä saadaan yksityiskohtaisempia kuvia, mutta osakuvia joudutaan ottamaan enemmän ja yhteensovittaminen on usein haasteellisempaa. (Kauhanen ym. 2008)

Kuva 5. *Panoraamakuva Lapinlahdesta. © H. Kauhanen*

Kuva 6. *Panoraamakuva rakenteilla olevasta Matinkylän metroasemasta.© Lemminkäinen & H. Kauhanen*

Panoraamakuvia voidaan käyttää fotogrammetriseen mittauskäyttöön, kun huolehditaan, että a) osakuvat on otettu kaikki samasta paikasta ja b) valittu projektio sopii käytettävään mittausmenetelmään (Kauhanen & Rönnholm 2012). Tavallisesti fotogrammetriset ohjelmistot eivät tue muuta kuin keskusprojektiota, mikä käytännössä rajoittaa panoraamakuvan käytön vain noin alle 100° avauskulman kuviin. Tosin esimerkiksi suosittu Photoscan –ohjelmisto tukee 360°x360° pallopanoraamojen mittauskäyttöä. Kuten tavanomaisilla kuvilla, myös panoraamakuvilla kohde täytyy nähdä vähintään kahdelta kuvalta. Tämä voi olla haasteellista, sillä panoraamakuvan ottaminen on hitaampaa kuin tavanomaisten valokuvien. Tämän takia esimerkiksi sisätilamallin tuottaminen panoraamakuvilta harvemmista kuvauspaikoista johtuen voi olla haastavaa. Toisaalta panoraamakuva mahdollistaa kultakin kuvanottopaikalta tarvittaessa 360°x360° esityksen, jolloin tila on helpompi hahmottaa kuin yksittäiseltä valokuvalta. Panoraamakuvia voidaan myös käyttää tavanomaisten kuvien kanssa samassa mallinnusprojektissa. Panoraamakuvauksen automatisointiin on olemassa robottijalustoja, joista osalla voi tuottaa myös mittauskäyttöön soveltuvia kuvia. (Kauhanen ym. 2016)



Kuva 7. *Panoraamakuvaus ja -jalusta mahdollistavat tarvittaessa 360°x360° esityksen.*

Rosnellin mukaan (2016) Googlen Streetview tuo katunäkymät ulkotilapanoraamakuvin jokaisen ulottuville. Uuden kohteen liikennejärjestelyjen, piha-alueiden, parkkipaikkojen tai lastausalueiden tutkiminen etukäteen virtuaalisesti nopeuttaa usein kuvaustoimintaa paikan päällä. Streetview on sarja yhteen sovitettuja näkymiä kuvatusta tilasta. Toisiaan seuraavat 360-asteen kuvat antavat mahdollisuuden kohteen monipuoliseen tarkasteluun ja kuvakulmien lähes vapaaseen valintaan. Ympäröivää tilaa kuvaava malli muodostuu useista pisteistä, joissa tehdyt panoraamakuvat ja infrapuna- tai lasermittaukset muodostavat kolmiulotteisen esityksen (Rosnell ym. 2016). Hotelliesittelyt on toteutettu tyypillisesti streetview-tyyppisesti hot-spottien avulla panoraamakuvilla. Esimerkiksi eurooppalaisiin kulttuurikohteisiin ja eri aikakausien linnoihin voi usein tutustua mm. ilmasta otettuja panoraamakuvia katsellen.

Laserkeilaus

Laserkeilauksella tarkoitetaan yleisesti mittausmenetelmää, jossa sädettä poikkeutetaan optisella mekanismilla ja jossa etäisyyden mittaus perustuu lähtevän laservalon kulkuun laitteesta kohteeseen ja takaisin. Laserkeilauksesta puhutaan myös laserskannauksena. Laserkeilaimet voidaan jakaa ilma-, maa- ja teollisuuskeilaimiin. Kun keilain on liitettynä alustaan kuten autoon, veneeseen, reppuun tai robottikopteriin ja mittaus suoritetaan liikkeestä, puhutaan mobiilista eli liikkuvasta keilauksesta. (Kukko 2013)

Kuva 8. *Maalaserkeilaimet tuottavat tarkkoja pistepilviä.*

Laserkeilaimissa on usein lisävarusteena digitaalikamera, jolla mittausten yhteydessä otetaan kuvia. Kuvien avulla pistepilviaineisto voidaan ”värjätä”, jolloin kohteet saadaan teksturoitua ihmissilmälle luonnollisemman näköisiksi. Pistepilviin voidaan liittää myös eri aikaan otettuja kuvia kuten satelliittikuvia. Yhdistetyn mittausjärjestelmän etu on, että laserpisteille voidaan määrittää yksilölliset väriarvot samanaikaisten, parhaimmillaan koaksiaalisten, digitaalikuvien pohjalta. Väriarvojen myötä pistepilvistä saadaan havainnollisempia ja tulkinta on helpompaa. Keilaimet ovat vielä melko kalliita. Mittatarkan pistepilven tuottaminen maalaserkeilauksella vaatii vähemmän erityisosaamista kuin fotogrammeriset menetelmät.

Teollisuuskeilaimilla voidaan tuottaa yksityiskohtaisia piirteitä esim. esineistä, koruista tai kasvoista. Toimintaperiaatteena on pyörittää kohdetta ja yhdistää skannauksia automaattisilla toiminnoilla. Pyörityspöydän käyttö helpottaa huomattavasti yksittäisten skannausten yhdistämistä. Maalaserkeilainten käyttö sisätilamittauksissa on jo vakiintunutta toimintaa, koska niillä saadaan tuotettua tiheä ja riittävän tarkka pistepilvi mallinnuksen pohjaksi. Laajojen alueiden mittaaminen kolmiulotteisesti maalaserkeilaamalla on kuitenkin työlästä. (Turppa ym. 2014; Virtanen 2013)

Osaamisen kasvaessa uuden tekniikan ja aineistojen käsittely nopeutuu. Tämä mahdollistaa teknologian hyödyntämisen uusissa sovelluskohteissa. Olosuhteet asettavat rajoituksia keilaukselle kuten valokuvauksellekin. Huomioitavana on kohteen muoto, pinta ja sijainti. Lisäksi elävää olentoa mitattaessa tulee huomioida mm. vuorokauden erot, lämpötila, hormoonikierto ja nesteen kertyminen. Tekstiilimateriaalien erot kuten niiden pehmeys, kiilto ja laskeutuvuus tuottavat edelleen ongelmia vaatteen simuloinnissa.

Haasteena alasta riippumatta onkin, kuinka 3D-skannauksesta tehdään helppoa, nopeaa ja luotettavaa? Lisäksi pohdittavana on vielä, kuinka skannauksesta saadaan kannattavaa liiketoimintaa?

Liikkuva kartoitus

Viime aikoina kolmiulotteisen tiedon tarve on lisääntynyt räjähdysmäisesti kaikkialta. Liikkuvalla kartoituksella kerätään tarkkaa kolmiulotteista aineistoa ympäristöstä, jonka kohteet voidaan prosessoida yksityiskohtaisesti kartta- ja mallituotteiksi automaattisilla menetelmillä. Maalaserkeilaukseen verrattuna liikkuva kartoitus mahdollistaa nopean datankeruun laajoilta alueilta yksityiskohtaisuutta menettämättä moniin eri tarkoituksiin. Liikkuva laserkeilaus on aktiivinen mittaustekniikka, jossa kohdetta havainnoidaan laserilla mittausjärjestelmän liikkuessa. Liikkuva kartoitus tuo nopeutta ja joustavuutta kolmiulotteiseen mittaukseen ja tuottaa yksityiskohtaisia aineistoja. Liikkuvan keilauksen ja kuvauksen alusta voi olla esimerkiksi avaruus- tai ilma-alus, moottoriajoneuvo, vaunu, vene, kärry tai ihminen. Liikkuva kartoitus perustuu nopeaan 3D-mittaustekniikkaan hyödyntäen sovellukseen nähden riittävän tarkkaa satelliittipaikannusta ja inertiamittausta. Kohdetta havainnoivina mittalaitteina käytetään laserkeilaimia ja kameroita. Kameroita hyödynnetään mittauksen dokumentointiin, kohteiden tunnistamiseen, kuvamittaustiedon tuottamiseen ja mallien teksturointiin. Tehtävän suorittamiseen valittava laitteistokokonaisuus määräytyy laatu- ja tarkkuusvaatimusten perusteella. Aineiston resoluutio vaihtelee sensorin ominaisuuksista ja mittausalustan kulkunopeudesta. (Kukko 2013; Hyyppä ym. 2015)

Kuva 9. *Liikkuvaa kartoitusta.*

Muita kuvantamismenetelmiä

Sisätila- ja kohdemallinnuksessa (kuva 10) voidaan käyttää useampaa erilaista menetelmää. Esimerkiksi DPI-7 on mobiililaitteen ympärille rakentuva käsiskanneri, jonka toiminta perustuu syvyyskameraan. Käsiskannerit ovat yleensä erittäin kevyitä ja helppoja kuljettaa. Laiteet sopivat hyvin esine- ja henkilöskannaukseen. Mittaus tehdään liikuttelemalla skanneria käsin kohteen ympärillä.

Matterport-laitteen toiminta perustuu etäisyyden mittaukseen kolmiointimenetelmällä. Laite havaitsee etäisyydet kohteeseen projisoituun laserpistekuvioon. Toiminta perustuu RGB-kameran lisäksi Microsoftin kehittämään Kinect-sensoriin. Kinect-pohjaiset mittalaitteet ovat saavuttaneet suuren suosion edullisuutensa takia erityisesti robotiikassa ja kuluttajille suunnatuissa tuotteissa, jotka asennetaan kolmijalan päälle. Laitteen käyttö on helppoa: käyttöä ohjataan tabletille ladattavan applikaation avulla. Applikaatiosta käynnistetään mittaus ja nähdään, onnistuiko viimeisimmän mittauksen liittäminen edellisiin. Sen jälkeen merkitään seinien ja ikkunoiden paikat sekä lopulta lähetetään mittaus Matterport-palveluun laskettavaksi. Matterport soveltuu erityisesti rakennusten sisätilojenkartoitukseen. (Rosnell ym. 2016)

NavVis-mittauskärryssä on kuuden RGB-kameran lisäksi kolme laserkeilainta, jotka tuottavat etäisyystiedon sekä luovat mitatessa reaaliaikaisen kartan mitatusta alueesta. Laserkeilainten mittausetäisyys on 30 metriä, mikä mahdollistaa suurienkin tilojen mittaamisen. (Rosnell ym. 2016)

Kuva 10. *NavVis, DPI-7 ja Matterport. © H. Hyyppä*

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI, Central Baltic Lights On!.

Lähteitä ja kirjallisuutta

Ahlavuo, Marika 2016. Digitaalisuuden haasteita kulttuurituottajille. Muutosvoimana 3D-virtuaalisuus. Humak 2016.

Gartner 2015. Emerging Technology Hype Cycle. Viitattu 26.7.2016. http://blogs.gartner.com/smarterwithgartner/files/2015/10/EmergingTech_Graphic.png

Hyyppä, H. Kukko, A, Ahlavuo. M. 2015. Tarkka väylien ja tieympäristöjen mallinnus kohtaa pian kuluttajat. Tie ja liikenne 8/2015:4-7

Kaartinen, Harri, Hyyppä, Juha, Hyyppä, Hannu, Ojala, Timo, Visala, Arto, Alho, Petteri, Ståh-

le, Pirjo, Kukko, Antero, Jaakkola, Anttoni, Virtanen, Juho-Pekka, Vaaja, Matti, Kurkela, Matti, Kasvi, Elina, Ahlavuo, Marika, Honkanen, Heli 2016. Tilannekuvaraportti, COMBAT-konsortio. Suomen Akatemia. Viitattu 1.12.2016. http://www.aka.fi/globalassets/33stn/tilannekuvaraportit/stn2015-hankkeet/tech-kaartinen-tilannekuvaraportti_combat.pdf

Kauhanen, H., Heiska, N., Kurkela, M. 2008. Long focal length imaging for photogrammetric reconstruction. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol.XXXVIII-5/W1. http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/5-W1/pdf/kauhanen_etal.pdf

Kauhanen, H. & Rönnholm, P. 2012. Image acquisition constraints for Panoramic frame camera imaging. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B3, 2012. XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia. http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XXXIX-B3/397/2012/isprsarchives-XXXIX-B3-397-2012.pdf

Kauhanen, H., Rönnholm, P., Lehtola, V. 2016. Motorized panoramic camera Mount – calibration and image capture. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume III-5, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republichttp://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/III-5/89/2016/isprs-annals-III-5-89-2016.pdf

Kukko, Antero 2013. Mobile Laser Scanning–System development, performance and applications. Finnish Geodetic Institute

Kukko, Antero, Hyyppä, Hannu, Kaartinen, Harri, Ahlavuo Marika, Vaaja, Matti 2016. Liikenneympäristöt kolmiulotteisiksi liikkuvalla kartoituksella. Positio 2/2010.

Rosnell, Tomi, Litkey, Paula, Honkavaara Eija, Zhu, Lingli 2016. Sisätilojen mallintaminen on pian arkipäivää. Positio 1/2016:24-26.

SeAMK 2016. Virtuaalitekniikan laboratorio. Viitattu 26.7.2016. http://www.seamk.fi/fi/Koulutus/Opiskelijana-SeAMKissa/Oppimisymparistoja/Tekniikan-laboratoriot/Virtuaalitekniikan-laboratorio

Swampbeach 2013. Viitattu 13.8.2016. http://swampbeach.fi/mpo/?p=97.

Turppa, Tuomas, Virtanen, Juho-Pekka, Vaaja, Matti, Hyyppä, Hannu, Ahlavuo, Marika, Kurkela, Matti, Hyyppä, Juha 2014. Fotogrammetrian ja laserkeilausmallintamisen mahdollisuudet peliteknologiassa. In: Hyyppä, Hannu; Ahlavuo, Marika, Yhteistä tulevaisuutta rakentamassa ja kartoittamassa. Helsinki 2014, Metropolia Ammattikorkeakoulu, 112-123.

Virtanen, Juho-Pekka 2013. Laserkeilausmallinnus. Työpaperi. Aalto-yliopisto. 8 s.

Virtanen, Juho-Pekka, Hyyppä, Hannu, Kämäräinen, Ali, Hollström, Tommi, Vastaranta, Mikko, Hyyppä, Juha 2015. Intelligent Open Data 3D Maps in a Collaborative Virtual World. ISPRS International Journal of Geo-Information. 4, 2: 837-857.

3D photogrammetry

VIVE

3D-hahmot - historia kohtaa kulttuurikohteet

Marika Ahlavuo[1,2], Matti Kurkela[1], Timo Parkkola[2], Nina Luostarinen[2], Juho-Pekka Virtanen[1], Matti T. Vaaja[1], Henrik Jansson[3], Hannu Hyyppä[1]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti, Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak
[3]Metsähallitus

Tiivistelmä
Syyskuussa 2015 aloitettiin Metsähallituksen toiveesta Aalto-yliopiston ja Humakin välillä yhteistyökokeilu, jossa Aallon MeMo-tutkimusryhmän 3D-osaamisen soveltuvuutta testattiin kulttuurituotannon produktioihin. Ensimmäisenä pilottina oli Metsähallituksen vastuulla olevan Raaseporin rauniolinnan tunnettavuuden lisääminen. Konkreettiseksi tavoitteeksi asetettiin yhdessä toteutettu lisättyä todellisuutta hyödyntävä applikaatio, joka ottaa matkailijasta yhteiskuvan matkakohteessa vaikuttaneen historiallisen 3D-hahmon kanssa. Työhön lähdettiin tarina ja kokeilumieli edellä, sillä nyt toimittiin taiteen, teknologian ja markkinoinnin välimaastossa.

LightsOn! -hanke yhteistyön käynnistäjänä

Metsähallituksella on takana vuosien yhteistyö sekä Humakin että Aalto-yliopiston kanssa. Aalto-yliopiston kanssa Metsähallitus on tehnyt kulttuuriin liittyviä yhteisprojekteja, esimerkiksi Jordaniassa sijaitsevan Petran Pyhän Aaronin luostarin arkeologisten kaivausten dokumentointia ja Raaseporin rauniolinnan fotogrammetrista mittausta. Metsähallituksen vinkistä aloitettiin Aalto-yliopiston tutkijoiden ja Humakin asiantuntijoiden kanssa 3D-mittaukseen liittyvä pilottiprojekti osana käynnissä olevaa Lights On! -hanketta. Central Baltic -hankkeessa yhtenä tavoitteena on vahvistaa historiallisten matkakohteiden verkostoa Suomen ja Viron välillä. Kohteina ovat kahdeksan muinaista linnaketta, neljä Suomessa ja neljä Virossa. Kuusiston piispanlinnan rauniot, Raaseporin rauniolinna, Rapolan linnanvuori ja Vallisaari ovat kotimaisia kohteita, jotka ovat vasta hiljattain alkaneet kehittyä myös matkailukohteina.

3D-hahmoprojektin tavoitteena oli mahdollistaa elämyksellinen aikamatka menneisyyteen tuottamalla Aalto-yliopiston mittauksilla lisätyn todellisuuden applikaatioon sopivat digitaaliset aineistot. Humakin toiveena oli tuottaa lopputuloksena kännykällä otettu yhteiskuva matkakohteessa vaikuttaneen historiahahmon kanssa, jaettuna sosiaalisessa mediassa, lisäten näin matkakohteen tunnettuutta. (Ahlavuo 2016; Kaalikoski 2015; Luostarinen 2016.)

3D-kuvatut hahmot ovat esillä Lights On! -hankkeessa monessa yhteydessä. Tekeillä on siis uudenlainen, elämyspainotteinen peli, joka sijoittuu aitoihin Metsähallituksen rauniolinnakohteisiin. #Näkökulmaa-peli sulautuu osaksi mobiiliversiota. Se yhdistelee eläytymistä, aarteenmetsästystä ja sosiaalista mediaa. (Ahlavuo 2016b; Humak 2016)

Kulttuurikohteet heräävät eloon sosiaalisessa mediassa, jolloin uudet asiakkaat löytävät vierailukohteet. Paikalliset yrittäjät saavat myös uudenlaista näkyvyyttä tuotteilleen ja toiminnalleen (Jansson 2016).

Lights On! -hankkeen aikana on selvitetty erilaisia digitaalisia kulttuurihistorian esittämismuotoja myös esimerkiksi Irlannissa ja Virossa. On hämmentävää kuinka vähän digitaalisuuden mahdollisuuksia on hyödynnetty ja kuinka perinteisiä toteutukset ovat olleet. Kulttuurihistoriaan liittyvät esitykset ovat lähes yksinomaan tietoon pohjautuvia, esimerkiksi raunioiden rekonstruointia digitaalisella lisällä. Kertomuksiin ja folkloreen pohjautuvaa tuotantoa on vaikea löytää. Joitakin esimerkkejä kuitenkin löytyy, esimerkiksi Humak on tehnyt paikkaan liittyvien kauhutarinoiden visualisoimista 360-kauhuvideoilla.

Lights On! -kohteiden historian osalta muinaisista henkilöhahmoista faktatietoa on löydettävissä lähinnä valtaapitävistä miehistä. Taustavaikuttajien ja muiden historian käänteisiin vaikuttaneiden tarinat tuodaan nyt uuteen valoon; annetaan ääni niin piispan rakastajattarelle kuin piikatytöllekin. Valitut kohteet ovat olleet aikoinaan myös eläviä ja vilkkaita keskuksia, eivät yksin seisovia rauniota kuten ne nykyisin näyttävät olevan. Historian elävöittämisen näkökulmasta olisi äärettömän mielenkiintoista tuoda esille myös tuota vallan linnakkeita ympäröivää elämää ja arkea. Lopulta sieltä löytyvät tarinat jotka koskettavat ihmistä eniten; kuten ilot ja surut. 3D-hahmojen kuvauksissa mukaan onkin otettu historiallisten hahmojen lisäksi historian elävöittäviä lapsihahmoja ja fiktiivisiä tarustoa elävöittäviä hahmoja, joista yhtenä esimerkkinä Raasepori-joen henki. (Parkkola & Luostarinen, 2016, Ahlavuo 2016a; 2016b)

Tarinankerronnan rooli korostuu mittausaineiston hyödyntämisessä

Tekniikka 3D-aineiston keräämiseen oli olemassa, mutta eri tuotteistamisprosessit vaativat vielä aikaa ja työstämistä. Metsähallituksen, Humakin ja Aalto-yliopiston yhteinen toivelista oli pitkä eikä kaikkia tarinan osia voitu vielä toteuttaa. 3D-hahmojen osalta lähdettiin siis tarina ja kokeilumieli edellä, koska toimittiin taiteen, teknologian ja markkinoinnin välimaastossa.

Uusimman teknologian hyödyntämisen ohella Humakin ja Aalto-yliopiston yhteisiä kiinnostuksen kohteita olivat mm. monialaisten verkostojen yhteistyöosaamisen kartoittaminen ja tarinankerronnan hyödyntäminen 3D-malleissa. Tarinankerronnan ja mittatarkan digitaalisen valokuvamaisen aineiston tuottaminen peliksi ei ole nopeaa eikä helppoa. Teknisiä kysymyksiä riittää ja tarinallista faktatietoa on ratkaistava ennen historian hahmojen henkiin herättämistä. Kultakin alueelta piti ensin valita ns. kultakausi, jonka historiaa lähdetään valottamaan, jonka jälkeen piti tehdä valintaa, keiden näkökulmasta tapahtumia halutaan tuoda esiin. (Parkkola & Luostarinen 2016)

Kuva 1. *DPI-7 sopii hyvin hahmo- ja esineskannaukseen. © Matti Kurkela*

Yhteisöpedagogi Kerttu Lehdon (2016) mukaan henkilöhahmoihin liittyvä lisätty todellisuus ja sen pelillistäminen vaatii ohjausta, tarkan käsikirjoituksen ja roolihahmot elokuvien tapaan. Hahmossa kuvataan luonne, historia, nykytilanne sekä tavoitteet – enemmän tai vähemmän kaikki olennainen mitä tulee tietää, jotta hahmo toimisi kaikilla käyttäjillä ja ilmentäisi haluttua tunnelmaa mahdollisimman hyvin. 3D-mallinnetulla hahmolla tuodaan tarinaan elementtejä toisesta todellisuudesta. (Lehto 2016; Ahlavuo 2016; Ahlavuo & Hyyppä 2016)

3D-hahmokuvaukset tukivat yliopiston tutkimushankkeita

Aalto-yliopiston teknisenä osuutena oli mm. uuden 20 kameran kuvausjärjestelmän ja 3D-mittaustekniikoiden ja toimintaprosessin testaus tuotantokäytössä (kuva 2). Roolihahmojen aidot asusteet (55 hahmoa) erilaisin pintamateriaalein antoivat mahdollisuuden mittaus- ja kuvausteknologian testaamiseen. Mittauksen työpolkua sekä aineiston prosessointiin vaadittavaa tietoa hyödynnetään muissa hankkeissa ja tieteellisessä sekä populaarissa julkaisemisessa. Mitta-aineiston prosessointi ja algoritmiratkaisut tukivat ryhmän tutkimushankkeita.

Mittauksissa käytettiin Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikössä kehitettyä kuvapohjaista hahmomittauslaitteistoa, jolla on mahdollista mitata ihmisten kokoisia kohteita. Mittausjärjestelmässä hyödynnettiin avoimen lähdekoodin ohjelmistoja.

Käytössä oli 20 kpl Raspberry Pi -tietokoneita, joihin jokaiseen oli liitetty kamera. Raspberry Pi on brittiläisen RaspBerry Pi Foundationin kehittämä kompakti ja pieni yhden piirilevyn tietokone. (Virtanen & Kurkela 2016)

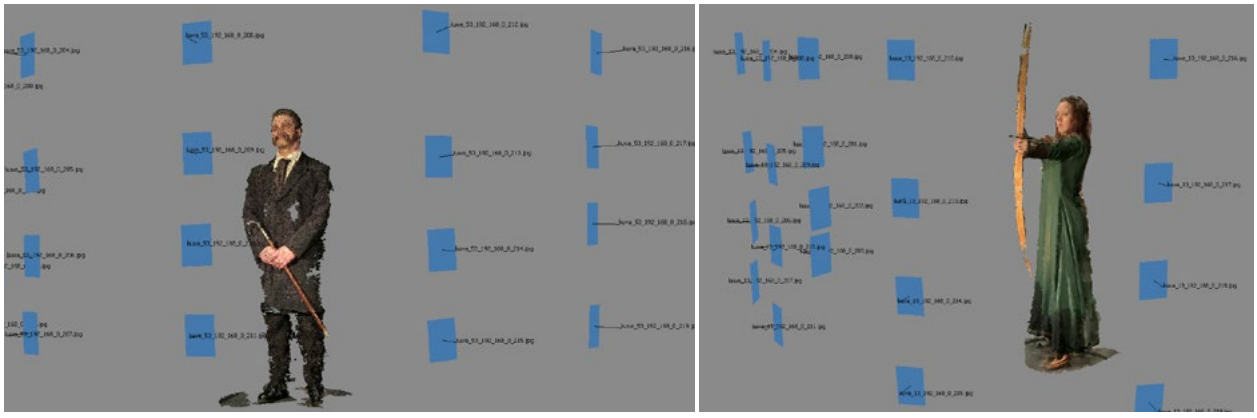
Kuva 2. *20 kameran kamerajärjestelmä. © JP Virtanen*

Hahmosta otetuista kuvista laskettiin paikanpäällä harva pistepilvi, jonka tehtävänä oli varmistaa kameroiden ulkoinen orientointi. Jälkiprosessoinnissa laskettiin kohteesta tiheä pistepilvi, jota suodatettiin niin, että hahmo erottui mahdollisimman hyvin (kuva 3). Tiheän pistepilven pohjalta valittu kohde mallinnettiin puoliautomaattisesti mesh-malliksi. Lopuksi 3D-malli teksturoitiin. 3D-malli oli vielä valaistava, jotta mallista pystyttiin laskemaan kameran kuvan päälle istutettu kuva. Aurasma-ohjelmaan viedyn 3D-mallin avulla voitiin lisätyn todellisuuden tekniikkaa hyödyntää kohteen esittämisessä (kuva 4).

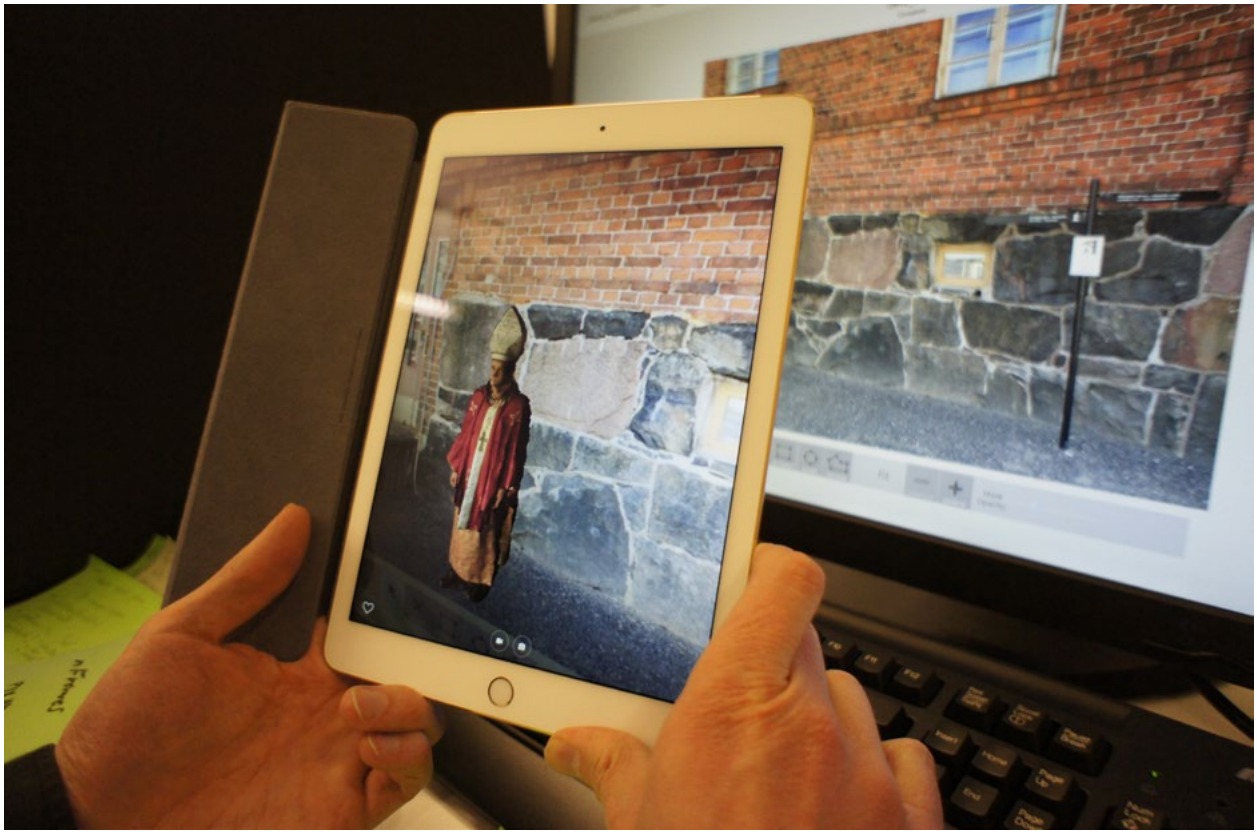
DPI-7-käsiskanneria kokeiltiin myös hahmojen kuvauksessa. Laite perustuu etäisyyskameraan. Koko hahmon 360 asteen skannaukseen laite oli hankalahko, koska mittaus tehtiin liikuttelemalla skanneria käsin kohteen ympärillä. Pienikin kohteen liike aiheutti 3D-malliin epätarkkuutta. Noin 180 asteen osalta hahmoista saatiin nopeasti tuotettua värilliset pistepilvet. Laitteisto oli erittäin kevyt ja helppo kuljettaa.

Testatuista 3D-mittausmenelmistä 20 kameran kuvausjärjestelmä toimi parhaiten Lights On! -projektin tarkoituksiin. Humakin ja Aalto-yliopiston kanssa toteutettu yhteistyö 3D-hahmokuvausten osalta on merkittävä uusi avaus, jolla teknologian soveltamista kulttuurialalla voidaan kokeilla ja ottaa sen jo toimivia osia käyttöön. Visuaalisten elementtien käyttö haastaa mallinnusta myös uudella tavalla. Yhteistyö ja rohkeat, ennakkoluulottomat kokeilut tuottavat jatkuvasti lisää uusia ideoita, kun kulttuurin ja teknologian visuaalisia kombinaatioita voidaan käyttää lähes rajattomasti. (Parkkola & Luostarinen 2016)

Humakin ja Aalto-yliopiston toteuttama historiallisten henkilöhahmojen skannaus tuotti tutkimustietoa, historiallisissa kohteissa käytettäviä 3D-hahmoja sekä esimerkin siitä kuinka laajasti teknologian ja kulttuurituotannon yhteistyötä voidaan hyödyntää. Taiteelle tavanomainen ei ole koskaan riittänyt. Se haastaa myös tieteen ja teknologian uudella tavalla, tuottaen samalla sovelluksia, joita voidaan käyttää laajasti eri elämän alueilla.



Kuva 3. *Puoliautomaattisesti lasketut pistepilvet. © Matti Kurkela ja JP Virtanen*



Kuva 4. *Piispa Arvid Kurki (1550-luku) esitettynä lisätyllä todellisuudella (Aurasma-sovelluksella) Vallisaaren linnan edessä. © Matti Kurkela*

Kuva 5. *Mitatuista hahmoista 3D-tulostimella valmistettuja reliefejä. © JP Virtanen*

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI ja Central Baltic Lights On!.

Lähteitä ja kirjallisuutta

Ahlavuo, Marika 2016a. Digitaalisuuden haasteita kulttuurituottajille. Muutosvoimana 3D-virtuaalisuus. Humak 2016.

Ahlavuo, Marika 2016b. Historia herää eloon. Metsä.fi Metsähallituksen lehti. Viitattu 26.8.2016. http://www.metsafi-lehti.fi/uusia-versoja/historia-heraa-eloon-216

Ahlavuo, Marika 2016c. Kulttuurituottaminen luo visuaalisia tarinoita uusilla 3d-menetelmillä. Taide- ja kulttuurialan ammattijärjestö TAKU ry. TAKU 2/2016 21-23.

Ahlavuo, Marika & Hyyppä, Hannu 2016. Kulttuurialoista 3D:n suurkäyttäjiä. Maankäyttö 2/2016, 35-37.

Jansson, Henrik 2016. Metsähallitus. Haastattelu 4.4.2016.

Kaalikoski, Katri 2015. Kulttuurituottajien työllistymisestä. Teoksessa Kaalikoski, Katri (toim.) Tuottajan duunit. Työelämä, toimenkuva, koulutus. Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja 16. Helsinki 2015: 12-16.

Lehto, Kerttu 2016. Haastattelu 22.5.2016.

Parkkola, Timo & Luostarinen, Nina. 2016. Lights On! ja 3D-hahmot, työpaperi - haastattelut. Julkaisematon.2016.

Virtanen, Juho-Pekka & Kurkela, Matti 2016. 3D-hahmot, mittauskampanja, työpaperi. Julkaisematon.

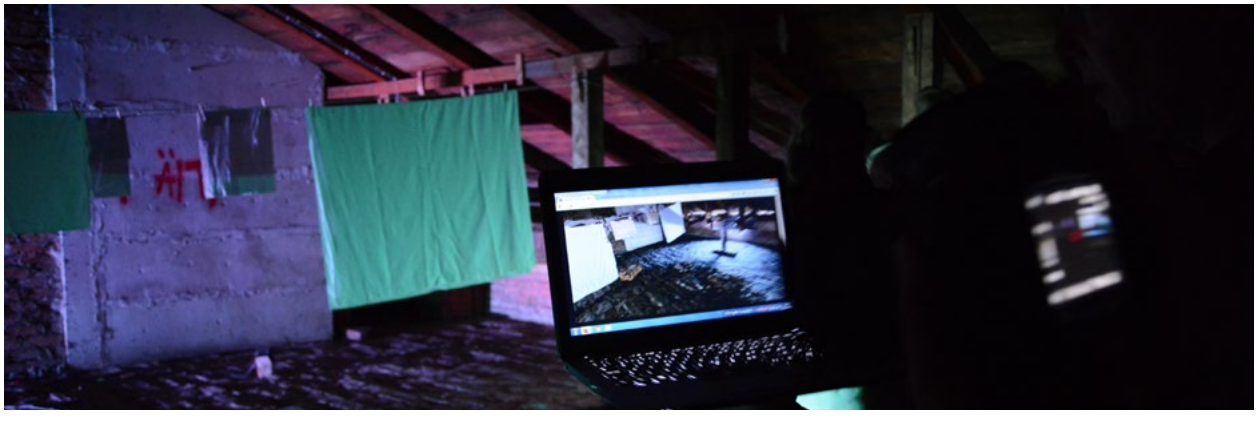
Kuva 6. *3D-tulostuksen vaiheita ja tulostettu malli. © JP Virtanen & Matti Kurkela.*

Virtuaalikuunnelma ”Ääniä sielujen huoneista” – monimediateos

Marika Ahlavuo[1,2], Hannu Hyyppä[1,2], Tuomas Turppa[3], Matti Kurkela[1], Juho-Pekka Virtanen[1,3], Matti T. Vaaja[1], Arttu Julin[1], Heikki Kauhanen[1], Mikael Hindsberg[4], Jessica Edén von Numers[4], Tommy Mård[4]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti,
Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak
[3]Maanmittauslaitos, Paikkatietokeskus FGI
[4]Svenska YLE

Tiivistelmä
Helsingin juhlaviikkojen ja Taiteiden yön aikana elokuussa 2016 yleisöllä oli mahdollisuus osallistua Helsingissä toteutettavaan live-tapahtumaan aidossa eri aikakausien mukaan lavastetussa ääni- ja valoinstallaatiossa Lapinlahden mielisairaalassa. Reaaliaikaisen tapahtuman rinnalla järjestettiin virtuaalitapahtuma, joka tarjoaa kävijälle visuaalisen elämyksen paikasta riippumatta. Pilotissa hyödynnettiin fotogrammetriaa virtuaaliproduktiossa, joka oli toteutettu Svenska Ylen ja Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikön yhteistyönä. 3D-virtuaalimaailmaan sijoitettu kuunnelma on esteetön – ajasta ja paikasta riippumaton. Pilottiproduktio oli huippuyksikön avaus täysin uudenlaiseen mediaverkostoyhteistyöhön. Yhteisproduktiossa YLE tuotti tarinan, lavastukset ja jakelun. Laserkeilauksen huippuyksikön tutkijat ovat tehneet produktiossa yhteistyötä, jossa tavoitteena on lisätä toimijoiden osaamisperusteista kasvua.



Lapinlahden mielisairaala toimi installaation ja kuunnelman näyttämönä

Helsingin juhlaviikkojen Taiteiden yön ääni-installaatioteos rakennettiin Lapinlahden mielisairaalana toimineeseen historialliseen C.L. Engelin suunnittelemaan rakennukseen Helsingin Ruoholahdessa. Teoksessa herätettiin henkiin hetkiä sairaalan historiasta, perustamisvuodesta 1841 vuoteen 2008 asti. Kohtaukset pohjautuivat dokumentaariseen materiaaliin, kuten ylilääkäri Anders Thiodolf Saelanin päiväkirjoihin 1800-luvulta sekä muihin dokumentteihin eri aikakausilta. Ylen ruotsinkielinen radioteatteri yhdessä Aalto-yliopiston ja Paikkatietokeskuksen kanssa toteuttivat virtuaalikuunnelman ”Röster ur själarnas rum – Ääniä sielujen huoneista” -teoksen ja lavastukset. Äänimatka oli 90-vuotiaan Radioteaternin suurhanke. (Kajander-Maavuori 2016, Rothberg 2016, YLE 2016). Sairaalan ylilääkärin dokumentoimat aidot potilaskertomukset toimivat kuunnelman ja toteutuksen pohjana. Kansalliskirjailija Aleksis Kivi sekä sairaalan lukuisat muut asukkaat heräsivät henkiin kuunnelmassa.

Sairaalan kolmessa kerroksessa sijaitsevat huoneet lavastettiin vastaamaan menneisyyttä. Tapahtuman aikana yleisöllä oli mahdollisuus kulkea sairaalan tiloissa omassa tahdissaan ja käydä mm. ylilääkärin huoneessa, piipahtaa sairaalan vintillä, mennä potilas- ja sähköshokkihuoneeseen tai vaikkapa luoda katsaus lounassaliin.

Virtuaalikuunnelmassa kauan sitten unohdettujen asukkaiden iloja ja tuskaa on herätetty henkiin radioteatterin keinoin. Ääniraidat vaihtelevat eri tiloissa 90 sekunnista 3 minuuttiin. Elämyksellisen aikamatkan käsikirjoitti ja lavasti dramaturgien, ohjaajien ja näyttelijöiden kanssa tuottaja Jessica Edén von Numers. Yle hoiti myös virtuaalikuunnelman jakelun. Monialaisen yhteistyön tavoitteena oli lisätä kaikkien toimijoiden osaamista ja toteuttaa yhdessä uudenlainen produktio - virtuaalikuunnelma.

Virtuaalikuunnelma uudenlaisena mahdollisuutena

Uusien 3D-mallinnustekniikoiden myötä tapahtumien ja näyttelyjen rinnalla on mahdollista toteuttaa virtuaalitapahtuma. Aidot ympäristöt, kuten rakennukset ja lavasteet, valaistus sekä äänet siirretään digitaalisena pelialustaan. Jokainen työvaihe vaatii vielä oman teknisen ja taiteellisen osaamisen. Haasteena on myös vastata yleisön laatuvaatimukseen.

Laserkeilauksen huippuyksikön tutkijoiden tuottamaa valokuvamaista ja fotorealistista aineistoa sisätiloista käytettiin produktion taustamaailman tuottamisessa, joita yhdisteltiin YLEn tuotannon toteutukseen. Fotogrammetriaa ja kaukokartoitusta hyödynnettiin virtuaaliprodukTiossa, jossa yhdistetään aika, paikka, uusin teknologia ja tarinankerronta. Huoneet on kuvattu eri teknologioita yhdistellen ja aineisto on tuotu Unity-pelimoottoriin vastaamaan todellisuutta.

Virtuaalimaailman tapahtumat ovat moniaistisia, joten visuaalisuus ja äänet yhdessä luovat todellisentuntuisen rinnakkaismaailman. Teoksen välityksellä voi kokea virtuaalisen aikamatkan kulkemalla pitkiä käytäviä pitkin potilashuoneisiin. Kuulija voi navigoida rakennuksessa vapaasti ja kyseisen tilan äänimaailma seuraa kulkua.

Miksi päädyttiin virtuaalikuunnelmaan?

Valtakunnallisena televisiokanavana Ylen yhtenä tehtävänä on tuottaa myös yhteiskunnallisesti uusinta tutkimustietoa hyödyntävää mediatuotantoa. Yle siirtää sisältöjään ja tarjontaa yhä enemmän verkkoon. Mediakäytön muuttuminen ja mobiililaitteiden yleistyminen ovat parantaneet Ylen mahdollisuuksia tavoittaa pieniä erityisryhmiä paremmin.

Radiokuunnelman taustalla työskentelevät dramaturgit, ohjaajat ja näyttelijät. Perinteisten radiokuunnelmiin on luontevaa yhdistää radioteatterin perinteisiä elementtejä ja uudenlaista teknologiaa. Radiokuuntelijat ja nettiyleisö ovat tottuneet seuraamaan netistä videomateriaalia esim. YouTubesta, joten virtuaalimaailmat tulevat elävöittämään valokuvamaisuudellaan myös radiokuunnelmia.

Ylellä on vankka kokemus perinteisestä tv- ja elokuvatuotannosta sekä perinteisestä kerronnasta. 3D-virtuaalisuusosaaminen ja sen hyödyntäminen aidoissa ympäristöissä on toistaiseksi hankittava talon ulkopuolelta. Kuunnelmasta voidaan toteuttaa nykyään uskottavaa multimediaa. Uudenlaiselle tarinankerronnalle voidaan kehittyvien tuotantoprosessien ja teknologian avulla avata täysin uusia mahdollisuuksia.

3D-virtuaalisuus laajentaa perinteistä radiokuunnelmaa. Perinteisellä radiokuunnelmalla on edelleen paljon tarjottavaa ja oma yleisönsä. Ylen yhtenä tavoitteena on saada uutta yleisöä radio- ja tv-tuotannoilleen myös peli- ja virtuaaliympäristöihin tottuneista. 3D-virtuaalimaailmassa toteutettavan monimediaisen kokeilun tavoitteena onkin tavoittaa vähemmistö- ja erityisryhmiä sekä nuoria nykyistä paremmin ja tuoda heitä myös perinteisten radiokuunnelmien yleisöksi.
Aika, jolloin tapahtuma oli tapahtuma ja radiokuunnelma toteutettiin radiossa ja tv-ohjelma toteutettiin ainoastaan televisiossa – on auttamatta ohi. Nyt suuntauksena on, että mediatuotannot näkyvät useammissa tapahtumissa. Tuottajille on Ylessä olennaista ymmärtää niin media-, tapahtuma kuin kulttuurituotantoa. Ne linkittyvät yhä tiiviimmin keskenään. Monialaisissa verkostoissa toimiessa tulee tuntea myös yleisön tarpeet yleisön ollessa yhä motivoituneempaa osallistumaan itse tarinan kulkuun.

Tulevaisuudessa monivälineellisyys tulee lisääntymään ja transmedia mahdollistaa yleisön aktiivisen osallistumisen tarinaan. Uusia tarinankerrontaa muuttavia tapoja tutkitaan ja kokeillaan jatkuvasti. Yksinkertaiset, matalan teknologian mediaympäristöjä hyödyntävät vaihtoehtoisen todellisuuden pelit, joissa liikutaan aidoissa ympäristöissä ja kohdataan aitoja henkilöitä, tulevat yleistymään.

Kuva 1. *Lapinlahden sairaala tarjosi karut, mutta realistiset olosuhteet virtuaalikuunnelmalle.*

Tapahtuman jatkuminen virtuaalimaailmassa mahdollistaa uudenlaisen yhteisöllisyyden rakentamisen, pitkäjänteisen yritysyhteistyön ja alueellisten toimintojen sitomisen vahvemmin osaksi tunnettua tapahtumaa, jolla on jo uskollinen seuraajayhteisönsä. Virtuaalitapahtumiin liittyy myös niiden oma aikajana. Virtuaalimaailmaan tallentuvat tapahtumat säilyvät pitkään, joten siihen liittyvien oheismateriaalien ja -tuotteiden tarjoaminen ja myynti helpottuu. Varsinkin sisätiloissa mittatarkkuus helpottaa mm. ständien suunnittelua, liikkumisen simulointia sekä esiintymisen valmistelua ja lavastusta.

Valokuvien roolista radiokuunnelman teossa

Kuva 2. *Yksityiskohdat tekevät ääni-installatiosta aidon.*

Valokuvia hyödynnettiin elävöittämään kohdetta projektin aikana mm. muistin tukena ja perehdytyksessä. Lapinlahden sairaalan kuvien avulla voidaan siis palauttaa mieleen vaikkapa ylilääkärin huoneen koko tai eristyshuoneen oven leveys esim. lavastuksia suunniteltaessa. Valokuvilla oli keskeinen rooli myös markkinoinnissa somen kautta.

Valokuvia käytetään radioteatterissa myös eläytymisen tukena studiotyöskentelyssä. Kuunnelma nauhoitetaan studiossa ja siellä on usein vain vähän lavasteita ja rekvisiittaa. Useat ohjaajat hyödyntävät valokuvia tai maalauksia visualisoimaan sitä ilmapiiriä ja tunnelmaa, joka halutaan kuunnelmassa saada aikaan. Kuvassa voi olla se talo tai vaikkapa olohuone, johon näytelmä sijoittuu. Näyttelijän on helpompi samaistua roolinsa valokuvan avulla. Studioon tuodaan myös kuunnelman äänimaisemaa demonstroivaa ja elävöittävää rekvisiittaa kuten pyöriä, sänkyjä lakanoineen ja täkkeineen tai vaikkapa astioita.

Virtuaalikuunnelman tekninen toteutus

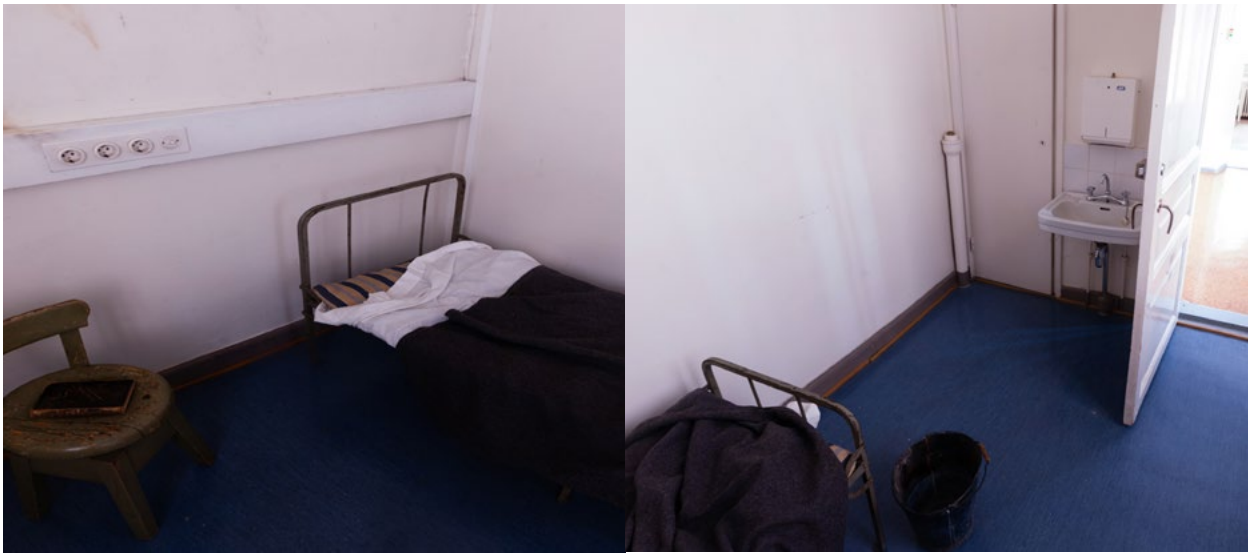
Virtuaalikuunnelman tarinassa satunnainen vierailija sijoitetaan suljettuun sairaalaan. Hän saa kokea pieniä näkymiä siellä tapahtuneista asioista ääniklippien kautta fyysisessä tilassa liikkuessaan. Monet ovat kuulleet paikasta, mutteivät koskaan vierailleet siellä.

Lapinlahden sairaalan sisätilamittaus tehtiin laserkeilaimella, kameralla ja Matterport-mittalaitteella, koska haluttiin verrata niiden tuottamien aineistojen soveltuvuutta Unity-mallintamiseen. Lopullinen toteutus tehtiin Matterport-mittauslaitteella. Koska Matterport on syvyyskamera, se on tehokas sisätiloissa: mittausajat ovat lyhyitä ja laitteen rajallinen kantama ei aiheuta suuria ongelmia. Matterport-mittalaittetta ohjataan tablettisovelluksella ja se tuottaa automaattisesti teksturoidun kolmioverkkopintamallin. Kuvausten sijainnit ja -siirrot ovat suunniteltava tarkkaan koska kuvausetäisyys on lyhyehkö. Periaatteessa alle 3,5 metrin välein tehtävät kuvaukset tehtiin niin, että peräkkäisiltä kuvaussijainneilta näkyi riittävästi yksilöiviä kohteita, jotta ne voidaan yhdistää samaan sijaintiin. Lapinlahden 97 metrin reitti vaati noin 400 mittausta. Aineistoon merkitään ikkunoiden ja peilien sijainti sekä kerrosten vaihtuminen.

Teknisen toteutuksen haasteita oli Matterport-mallin yksityiskohtaisuuden ja keveyden ristiriitaisuus. Suurimmat yhteensopivuusongelmat aiheutuivat eri seilaimilla, joista vanhimmat eivät edes tukeneet WebGL:ää. Äänitiedostoja jouduttiin pakkaamaan, koska mobiilikäyttäjät eivät voi ladata kovin suuria sovelluksia. Tekstuurien osalta kokeiltiin myös 512 pikselin resoluutiota 1024 resoluution sijaan.

Virtuaalikuunnelman osia toteutettiin myös 360-asteen videona. Yksittäinen huone kuvattiin panoraamakuvauksena. Osakuvat otettiin niin, että osakuvien välillä näkyi noin 60 % samoja yksityiskohtia. Osakuvat yhdistettiin näiden yksityiskohtien avulla valmiiksi 360-asteen panoraamakuvaksi ja kuvaan liitettiin kuunnelman ääni.

Virtuaalikuunnelman osia toteutettiin myös 360-asteen videona. Yksittäinen huone kuvattiin pano-raamakuvauksena. Osakuvat otettiin niin, että osakuvien välillä näkyi noin 60 % samoja yksityiskohtia. Osakuvat yhdistettiin näiden yksityiskohtien avulla valmiiksi 360-asteen panoraamakuvaksi ja kuvaan liitettiin kuunnelman ääni.



Kuva 3. *Yksi Lapinlahden potilashuoneista on tehty kirjailija Aleksis Kiven huoneeksi. Kivi oli sairaalassa 1870-luvulla. 360-asteen video. © Matti Kurkela*

Kuva 4. *Josef Julius Wecksellin huone vuodelta 1892. © Matti Kurkela*

Kuva 5. *Lapinlahden monimediateosta Unityssa, johon on liitetty äänimaailma. Malli on tehty Matterport-mittauslaitteella. © Tuomas Turppa*

Matterport-aineiston vieminen Unityyn

Lapinlahdesta Matterport-mittalaitteella koostetut mallit jälkikäsiteltiin 3DsMaxissa, jossa esimerkiksi mallin geometriasta 1) poistettiin epäloogiset reunarakenteet, 2) korjailtiin vääristymiä pintageometriassa, 3) täytettiin kolmioverkkoon jääneet aukot ja 4) poistettiin turhia kulmapisteitä käyttäen niin automaattisia kuin manuaalisia työkaluja.

Mallien kolmiomäärä pyrittiin saattamaan mahdollisimman alhaiseksi säilyttäen kuitenkin olennainen alkuperäisestä geometriasta. Erityisiin ongelmakohtiin täytyi luoda manuaalisesti geometria. Tällaisia olivat katvealueet, ikkunat ja muut heijastavat pinnat ja niiden ympäristö sekä yksityiskohdat kuten esimerkiksi kaiteet ja patterit. Matterport jakaa kolmioverkon materiaalien mukaan erillisiin klustereihin, mikä on hyvä. Materiaalit saattoivat kuitenkin sisältää hajakolmioita hyvinkin laajalta alueelta, mikä haittaa kuvan piirron optimointia estäen tehokkaan näkymättömän tiedon karsimisen. Tästä syystä hajakolmioista pyrittiin pääsemään eroon. Kolmiopinnat eroteltiin uusiin osiin painottaen enemmän ruudun yhtäaikaisia näkymiä kuin esimerkiksi sitä, mihin materiaaliryhmään kyseinen kolmio kuului.

Tekstuureita jälkikäsiteltiin Adobe Photoshop-ohjelmalla. Pyrkimyksenä oli poistaa seinille jääneitä muistilappuja ja muita nykyaikaan viittaavia tekijöitä.

Selainpohjainen WebGL-alusta asetti omat haasteet sovelluskehitykselle. Kaikki selaimet eivät tue kyseistä teknologiaa. Lisäksi sovelluksen käyttäjien laitteistoissa ennakoitiin olevan huomattavia eroja suorituskyvyssä. Muistia, joka vaihtelee selaimen ominaisuuksien, laitteiston ja käyttöjärjestelmän mukaan, oli myös hyvin rajoitetusti käytettävissä.

Sovelluksen kuvapohjaisten tekstuurien käyttö sekä suuret määrät äänitiedostoja loivat myös omat haasteensa. Kuvatiedostot pakattiin 1024 x 1024 DXT1 formaattiin ja äänitiedostot AAC-formaattiin. Tiedostojen näytteenottotaajuus laskettiin 22050 hertsiin ja niistä tehtiin yksiraitaisia. JavaScript-ohjelmassa tauluun varatun Unityn keon (heap) muistin kokoa rajoittaa 32-bittinen kokonaislukumuuttuja, joten 2048 MB tai suurempi koko aiheuttaa ylivuodon muistissa (overflow). Keon maksimikoko on rajattu 16-2032 MB välille. Tämä rajoitus on luotu Chrome-selaimen suorituskyvyn optimointia varten.

Lapinlahti-sovellus oli kooltaan hyvin suuri, joten kaikkea ei voitu ladata käyttäjälle välittömästi. Rajoitukset ja käytettävyys huomioiden äänitiedostojen latausta hajautettiin lataamalla sovelluksen alkuosan äänet käynnistyksen yhteydessä. Osa äänistä ladattiin suorituksen aikana ja osa vasta striimaamalla, kävijän saapuessa niiden kuuluvuusalueelle. Sovelluksen haluttiin toimivan sulavasti mahdollisimman monella käyttäjällä, joten grafiikka pidettiin yksinkertaisena. Ainoastaan diffuusiokarttoja hyödyntäviä pikselivarjostimia käytettiin. Myöskään post-process-efekteihin ei turvauduttu. Visuaalisuus pysyi hyvänä kuvapohjaisiin diffuusiokarttoihin tallentuneen valaistuksen ansiosta, jota ei tarvinnut luoda ja laskea erikseen.

Käyttöliittymässä kiinnitettiin huomiota lähestyttävyyteen, koska varsinaista nimettyä kohderyhmää sovelluksella ei vielä ollut. Sovelluksen alkaessa ruudulle tulee ohjeet eri toiminnoille ja käytännössä kaikki tapahtuu hiiren ja nuolinäppäinten avulla tai vaihtoehtoisesti pikanäppäimillä. Vuorovaikutus ympäristön kanssa tapahtuu katsesuunnan ja etäisyyden perusteella.

Virtuaalikuunnelma aloitti ainutlaatuisen yhteistyön tutkijoiden ja Ylen välillä. Yhteistyö toimi aitona living lab-kokeiluna nopeassa huippututkimustiedon siirtämisessä yhteiskunnan käyttöön. Pilottiprojektin toteutuksen teki mahdolliseksi huippuosaajien sitoutuminen kokeiluun käytännössä 24/7. Virtuaalikuunnelmaan voi tutustua osoitteessa:
https://svenska.yle.fi/artikel/2016/08/24/besok-lappvikens-sjukhus-i-virtuell-verklighet

Kiitokset
Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI.

Lähteitä ja kirjallisuutta
Ahlavuo, Marika 2016a Digitaalisuuden haasteita kulttuurituottajille. Muutosvoimana 3D-virtuaalisuus. Humak 2016.

Ahlavuo, Marika 2016b. Kulttuurituottaminen luo visuaalisia tarinoita uusilla 3d-menetelmillä. Taide- ja kulttuurialan ammattijärjestö TAKU ry. TAKU 2/2016 21-23.

Kajander-Maavuori, Heidi 2016. Särkyneen mielen ääni kuultavissa Lapinlahdessa. Viitattu 15.11.2016. http://kaupunkikanava.fi/sarkyneen-mielen-aani-kuultavissa-lapinlahdessa/

Rothberg, Isabella 2016. Hör Lappvikens röster. Hufvudstadsbladet 25.8.2016. Viitattu 15.11.2016. https://www.hbl.fi/artikel/hor-lappvikens-roster-2/

YLE 2016. Lapinlahden entinen mielisairaala herää eloon – kuuntele, millaista siellä on. Viitattu 15.11.2016. http://yle.fi/uutiset/3-9113064.

yle
LAPPVIKEN
RÖSTER UR SJÄLARNAS RUM
Radioteaterns ljudinstallation på Lappvikens sjukhus.
Kom med på en oförglömlig tidsresa i det gamla mentalsjukhuset.
25.8 klockan 18-24
27.8 klockan 12-16
yle

Näkökulmia verkostojen teoriaan

Hannu Hyyppä[1] ja Marika Ahlavuo[1,2]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti,
Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Yhteiskunnan koventunut kilpailu, laajemmat ja monimutkaisemmat asiakastarpeet sekä tarve erottautua markkinoilla ovat johtaneet monilla toimialoilla siihen, että yksittäisten tuotteiden tai palvelujen sijasta asiakkaille tarjotaan monipuolisempia ja monimutkaisempia integroituja ratkaisuja, jotka toteutetaan yhä enemmän virtuaalisten verkostojen kautta. Verkostojen hyödyntämistaito on organisaatiolle aineetonta osaamispääomaa, jonka johtamiseen on kiinnitetty erityistä huomiota kirjoittajien organisaatioissa. Verkosto-osaamista tarvitaan paitsi johtamisessa myös tutkimusrahoituksen hankinnassa, ennakoinnissa, totutut rajat ylittävässä julkaisemisessa ja monialaisessa yhteistyössä.

Taustaa verkottumiseen

Yritysten ja organisaatioiden pienuus sekä resurssit toimia kansainvälisesti pakottavat yhdistämään voimavaroja ja toimimaan verkostoissa. Verkostoissa voidaan keskittyä ydinosaamiseen ja samalla yritykset pystyvät jakamaan kustannuksia keskenään ja lisäämään tuottavuuttaan kustannuksia karsimalla.

Liiketoimintamallit ja ansaintalogiikat muuttuvat

Yhteiskunnan kuvaamiseksi on ryhdytty käyttämään sellaisia käsitteitä kuin verkostoyhteiskunta tai verkostotalous. Vertaisverkostot ja sosiaalisen median luomat monipolviset toimijaryhmät niveltyvät toisiinsa uusilla tavoilla ja ne muuttavat talouden kategorioita. Varsinkin uusien teknologioiden osalta verkottunut kehittäminen on vilkasta. Usein verkostot koostuvat myös kokonaisuudessaan toisiaan sivuavilla aloilla toimivista yksiköistä. (Työturvallisuuskeskus 2015; Valkokari ym. 2014; Halonen 2010; Parkkola 2012; Mustikkamäki 2015)

Vastavuoroisuus verkostojen voimavarana

Verkostojen menestys perustuu Jääskeläisen (2001) mukaan vaikeasti jäljiteltävään osaamiseen, innovointiin, verkostomaiseen yhteistoimintaan ja kommunikointiin sekä kovaan ja vapaaseen kilpailuun. Se, miten koko maailma on tällä hetkellä verkostoitunut, liittyy tekniikkaan (internet), mutta teknologia on mahdollistanut myös sosiaalisia muutoksia (Viitala 2012). Verkostotalous liittyy Helakorven (2005) mukaan teknologian suuriin saavutuksiin ja tietoverkkoihin. Verkostojen aika seuraa päättyvää organisaatioiden aikaa. Verkostoajan yritykset ovat usein joko kokonaan tai osittain virtuaalisia, mikä ei tarkoita vain tietoverkoissa tapahtuvaa toimintaa, vaan myös nopeasti koottavia ja taas purettavia projektimaisia kokoonpanoja. Verkostot ovat Valkokarin (2011) mukaan toimintamalli hierarkian ja markkinoiden välissä.

Ståhlen & Laennon (2000) mukaan verkostomainen toiminta luo organisaatioon riittävän joustavuuden ja nopeuden, samoin kuin mahdollisuuden tiedon jatkuvaan integrointiin, uuden luomiseen ja innovaatioiden synnyttämisen. Verkostojen toiminta nojaa ennen muuta kumppanuuteen. Kumppanuudella tarkoitetaan toimijoiden, organisaatioiden ja henkilöiden uudenlaisen yhteistyön asetelmaa. Se voi liittyä yksityisen ja julkisen sektorin väliseen yhteistyöhön, paikalliseen oma-aloitteellisuuteen, kuntien ja alueiden yhteistyöhön ja EU:n kumppanuusperiaatteen soveltamiseen. Kumppanuuskäsitettä pidetään hyvän yhteistyön metaforana. Kumppanuuden rinnalla on käytetty käsitettä kehittämisverkosto, jossa korostuu monitoimijainen kehittäminen. (Virkkala 2002; Helakorpi 2005)

Verkostomaiseen yhteistyöhön liittyy voimakas vastavuoroisuuden periaate. Kaikilla verkostoon kuuluvilla on oltava motiivi ja halu jakaa tietoa ja kokemuksia toisten verkostokumppanien kanssa. Kaikkien kumppanien tulee menestyä ja kehittyä (Sydow & Windeler 1998 ja Dyer & Nobeoka 2000). Verkostotutkijoihin viitaten Suominen (2004) korostaa verkostojen luonnetta oppimisympäristönä ja tiedon jakamisen helpottajana. Verkostot onkin nostettu yksilöiden, tiimien ja organisaatioiden ohella uudeksi oppimisen areenaksi (Knight 2002). Verkostomaisesta työskentelytavasta puhuttaessa korostetaan oppimista, koska organisaatiot voivat oppia toisiltaan ja toistensa kokemuksista nopeammin ja tehokkaammin kuin yksinään toimien. (Helakorpi 2005)

Solmukohtien verkosto-osaajat

Verkostot tarvitsevat solmukohtia ja verkostoissa navigoinnin hallitsevia ammattilaisia. Erilaiset luovat tilat ovat olleet esillä sekä aluekehittämisen, innovaatioiden että myös verkostoitumisen näkökulmista. Tilojen yhteydessä työskentelevät verkostoitumisen ammattilaiset on nähty jopa niin vahvoina, että koko alueellinen verkosto osittain henkilöityy näihin persooniin. Tätä varten luovat tilat, uudenlaiset kulttuurin ja luovuuden keskittymät, on monin paikoin otettu kehittämisen kohteeksi. (Parkkola 2012)

Rihmasto ja muita verkostoja kuvaavia käsitteitä ja määritelmiä

Jos verkoston käsite osaltaan tuo esiin ennakoimattomuutta ja kontrolloimattomuutta, vielä selvemmin nämä ominaisuudet ovat osa rihmasto-termin merkitystä. Yhteiskuntafilosofiassa rihmaston käsitettä on kehitellyt ennen muuta Gilles Deleuze. Kai Erikssonin (2015) mukaan rihmasto viittaa ennen kaikkea hierarkkisen puu-rakenteen vastakuvaan, niin että siinä missä puu-rakenteen osahaarat palautuvat aina yhteen ja samaan keskuksena toimivaan runkoon, rihmasto ei muodosta mitään ennalta määrättyä rakennetta tai järjestystä. Rihmaston mahdollistamat yhteydet ovat niin ikään arvaamattomia ja lukumäärältään avoimia. (Eriksson 2015; Alaranta 2012)

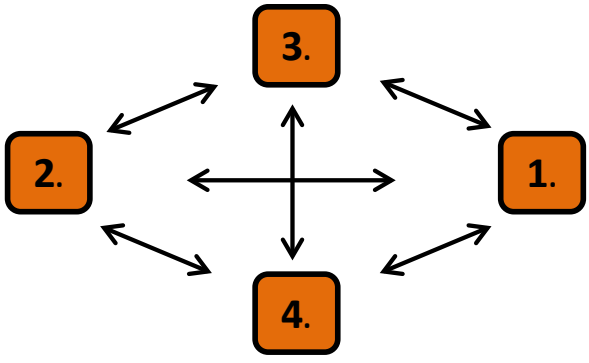
Verkosto, toimiala, sektori, klusteri ja ekosysteemi ovat olleet termeinä esillä useissa eri alojen selvityksissä ja arvoketjukuvauksissa.

Klusterin määrittelyä

Kotimainen klusteritutkimus ja -kartoitus ovat ammentaneet paljon Harvardin yliopiston professori Michael E. Porterin esittämästä klusterimallista, jota kutsutaan ”timanttimalliksi”. Yritysten, toimialojen, klusterien ja maiden/valtioiden kilpailukykyä tutkinut Porter (1998) määrittelee klusteria seuraavasti: ”Klusterit ovat toisiinsa kytkeytyneiden yritysten ja yhteisöjen muodostamia maantieteellisiä keskittymiä joillain erityisillä osa-alueilla. Klusterit muodostuvat keskenään sidoksissa olevista toimialoista ja niihin liittyvistä muista toimijoista, jotka ovat keskeisiä kilpailun kannalta.”

Ulkoiset tekijät:
- Sattuma
- Julkinen taho

1. Kysyntäolot
2. Tuotannontekijäolot
3. Strategia ja kilpailutilanne
4. Lähi- ja tukialat



Kuva 1. *Porterin timanttimalli. (mukaeltu Virtanen & Hernesniemi 2005) © Hannu Hyyppä 2016*

Suomessa klusteri on tulkittu yritysten vuorovaikutteiseksi verkostoksi, jonka perustana ovat toisiaan tarvitsevat yritykset ja niitä tukevat organisaatiot. Klusteriin kuuluu organisaatioita, jotka toimivat useilla erilaisilla toimialoilla, mutta joiden tuotantojärjestelmät kytkeytyvät toisiinsa (Virtanen & Hernesniemi 2005).

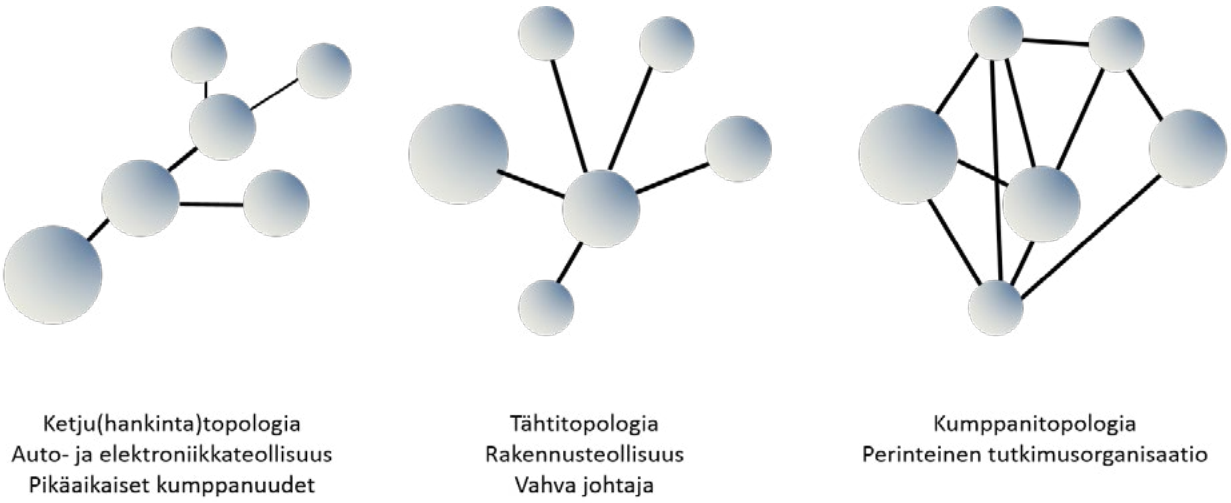
Klusteri ulottuu sisällöntuotannosta markkinointiviestintään, jakelukanaviin, täydentävien tuotteiden valmistajiin sekä samankaltaisia taitoja, tekniikan sovelluksia ja tuotantopanoksia hyödyntäviin organisaatioihin. Ne eivät noudata perinteistä toimialaluokitusta, vaan niiden rakenteen keskeinen osa on yhteinen toiminta. Klusteriajattelu sisältää tiukkoja sidoksia eri toimijoiden välillä. Rinnalle on nostettu ekosysteemin termi, joka sisältää laajemman toimijaverkoston, jonka

kaikki jäsenet eivät ole välttämättä suorassa suhteessa toisiinsa. Innovaatioiden tuotannon kannalta toimijoille ei ole samantekevää missä he sijaitsevat. Jokainen toimija ja organisaatio miettivät entistä tarkemmin, että ne toimivat luovassa ympäristössä, joihin sijoittuvat maailmanluokan osaamiskeskittymät. (Halonen 2010)

Verkostoitumisen terminologia on kirjavaa

Verkostoitumiseen ja verkostotalouteen liittyvä terminologia on vaihtelevaa. Puhutaan makroverkostoista tai toimialoista verkostoina, liiketoiminta-, arvo- ja strategisista verkoista, verkostoyrityksistä ja strategisista yritysverkostoista. Lisäksi liikkeenjohtajat ja tutkijat puhuvat myös alliansseista tai kilpailijoiden liittoutumista, virtuaaliyrityksistä ja klustereista. (Mittilä 2006)

Verkostot voivat olla tietoisesti rakennettuja tai vapaasti kehittyviä (Hibbert ym. 2008). Tietoisesti rakennetut verkostot ja niiden rajat ovat usein selkeämmin hahmoteltavissa. Vapaasti kehittyvät verkostot muodostuvat tai ovat olemassa ilman tietoista rakentamista.



Kuva 2. *Virtuaalisen organisaation pääverkottumismuotoja. © Hannu Hyyppä 2016*

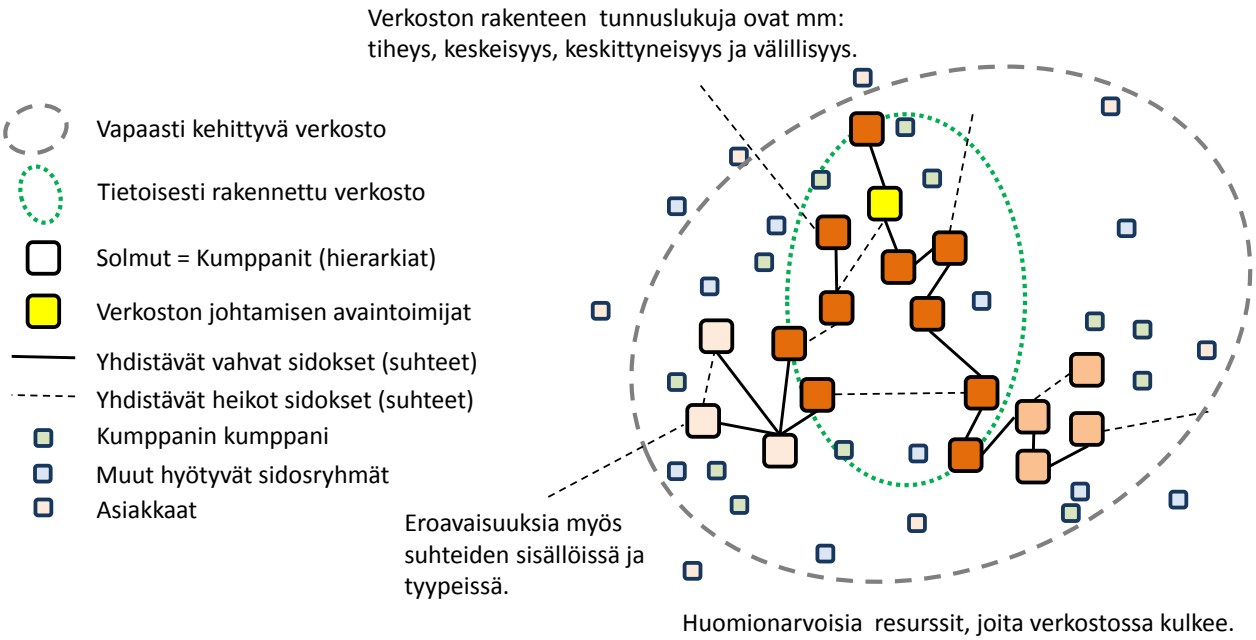
Verkostoja matemaattisesti tarkastelevan graafiteorian mukaan verkosto koostuu joukosta “noodeja” ja niitä yhdistävistä suhteista. Nämä noodit eli solmut voivat olla esim. ihmisiä, organisaatioita tai valtioita. Verkostot kuljettavat informaatiota ja yhdistävät erilaisia resursseja omaavia ihmisiä, joten ne ovat siten tärkeä elämänhallinnan lähde. Yksityishenkilöiden sosiaaliset verkostot ja enemmän tai vähemmän viralliset organisaatioverkostot eroavat toisistaan siten, että organisaatioverkostoilla on yleensä tiedostettu tavoite verkostoitumiselle. Verkosto toimii parhaiten silloin, kun löydetään yhteinen tehtävä, jota varten ollaan olemassa. Parhaimmillaan verkosto on pitkäkestoinen, vapaaehtoisuuteen perustuva ja ei-hierarkinen. (Korkala 2010)

Verkostoitumiseen liittyvä keskeinen käsite on kumppanuus, jolla tarkoitetaan toimijoiden, organisaatioiden ja henkilöiden yhteistyöhön ja uudenlaisen yhteistyön asetelmaa. Kumppanuuden rinnalla on käytetty käsitettä kehittämisverkosto, jossa korostuu monitoimijainen kehittäminen. (Helakorpi 2009)

Yleinen verkostokäsite näkee verkostot metaforana. Verkostometafora ilmaisee sen, että ihmiset ovat toisiinsa kytkeytyviä, verkottuvia ja tässä mielessä "sosiaalisia" olioita (Miettinen ym. 2006). Määritelmä: verkosto on yksikköjen joukko, jota niiden väliset siteet yhdistävät. Yksikköjä voivat olla esim. ihmiset, organisaatiot tai valtiot. (Nohria 1992; Castells 2000; Mustikkamäki 2015)

Taloudellinen verkostokäsite kytkee verkostot taloudelliseen toimintaan (erityisesti innovaatiotoimintaan) sekä pyrkii ymmärtämään innovaatioiden lähteitä ja innovaatioprosesseja. Verkostojen nähdään syntyvän talouden sisältä, sen omista vaatimuksista ja edellytyksistä käsin. Määritelmä: verkosto voidaan nähdä organisointi- ja koordinointimuotona "puhtaiden markkinoiden" ja hierarkioiden välissä. (Mustikkamäki 2015)

Sosiaalinen verkostokäsite kytkee verkostot sosiaaliseen kanssakäymiseen. Taloudellinen toiminta on "uppoutunut" sosiaalisiin suhteisiin, jotka ovat taloudellisessa toiminnassa olennainen ja välttämätön osa. Uppoutuneisuus viittaa prosessiin, jossa sosiaaliset suhteet muovaavat taloudellista toimintaa (Uzzi 1996). Sosiaalista "uppoutumista" pitää yllä luottamus ja vastavuoroisuus. Sosiaalinen verkostokäsite nostaa esiin myös verkostojen negatiiviset puolet. Sosiaaliset verkostot ovat eräs tehokkaimmista tavoista ajaa verkoston omia itsekkäitä etuja verkoston ulkopuolisia osapuolia vastaan. Yhteistyön perustana pitäisi olla lojaalisuus, solidaarisuus ja luottamus (Mustikkamäki 2015).



Kuva 3. *Verkostojen rakenteita. Uudenlaisen haasteen asettavat verkostojen verkostot ja niiden ohjailu.*
© Hannu Hyyppä 2016

Sosiaalisen pääoman käsite nousi esiin 1980-1990-luvuilla, jolloin yksilöiden käytössä olevaa suhdeverkostoa alettiin nimittää tällä nimellä. Sosiaalisella pääomalla viitataan yleensä sosiaalisen rakenteen ulottuvuuksiin, kuten sosiaalisiin verkostoihin, normeihin ja luottamukseen, jotka edistävät verkoston jäsenten välistä sosiaalista vuorovaikutusta ja sen myötä tehostavat yksilöiden tavoitteiden toteutumista ja talouden toimintaa. (Ruuskanen 2001; Mustikkamäki 2015)

Lähestymistavoista

Rakenteellinen lähestymistapa tarkoittaa, että verkoston muoto (rakenne) ratkaisee, kun suhteiden sisältö on toisarvoista. Tunnuslukuja ovat tiheys, keskeisyys, keskittyneisyys ja välillisyys. Konnektionistisessa lähestymistavassa on huomio resursseissa, joita verkostossa kulkee (materialistinen, ei materialistinen). Suhteisiin perustuva lähestymistapa painottaa suhteiden sisältöä ja tyyppiä, kuten ystävyyttä, luottamusta, kunnioitusta ja sukulaisuutta. (Järvensivu ym. 2010)

Verkostosuhteet voivat olla heikkoja tai vahvoja. Vahvat suhteet mahdollistavat verkoston rutinoituneen, syvällisemmän yhteistyön. Silti heikkojakin suhteita tarvitaan, koska niiden kautta on mahdollista päästä käsiksi laajaan määrään tietoa, jota tarvitaan innovaatioiden synnyttämisessä. Verkoston elinvoimaisuus rakentuu sekä vahvoista että heikoista suhteista. Yksi toimija kykenee rakentamaan vahvoja, aktiivisia suhteita vain rajalliseen määrään toimijoita. Heikompia ja harvemmin aktivoituvia kontakteja eli vapaasti kehittyvää verkostoa on mahdollista ylläpitää laajempikin joukko. (Järvensivu ym. 2010).

Tiiviit, intentionaaliset liiketoimintaverkostot ovat tietyn yritysjoukon – mukana voi olla myös muita organisaatioita – muodostama verkko-organisaatio, joka rakennetaan tietoisesti ja tavoitehakuisesti. Verkostolla on päämäärä(t), joka ohjaa sen kehittämistä ja toimintaa. Kullakin jäsenellä on myös omat tavoitteensa. Verkoston jäsenillä on sovitut roolit, joihin liittyy vastuut sovituista toiminnoista ja yleensä myös riskinotosta ja ansaintologiikasta. (Järvensivu ym. 2010).

Löyhät ja epämuodolliset verkostot ovat yritysten ja muiden organisaatioiden välisten suhteiden muodostama, toimialat ylittävä verkostokudos, mikä on periaatteessa rajaton. Verkostotutkijoiden mielestä verkostorakenne kuvaa monia teknologia- ja tietämysvaltaisia aloja paremmin kuin markkinarakenteiden teoria. (Järvensivu ym. 2010).

Vuorovaikutteiset ympäristöt synnyttävät innovaatioita

Erityisissä vuorovaikutteisissa ympäristöissä syntyy eniten innovaatioita ja Hautamäki (2009, 6) kutsuukin niitä erityisiksi innovaatioiden ekosysteemeiksi. Ekosysteemi käsitetään metaforana, joka viittaa eri toimijoiden hedelmälliseen vuorovaikutukseen ja keskinäiseen riippuvuuteen. Se ei tarvitse ulkopuolista ohjausta toimiakseen, vaan kykenee itsesäätelyyn. Innovaatioiden ekosysteemin ytimessä ovat arvot ja asenteet. Systeemin dynamiikka riippuu siten hyvin paljon kulttuurisista tekijöistä, kuten sosiaalisesta pääomasta, ihmisten liikkuvuudesta, asenteista yrittäjyyttä ja riskinottoa kohtaan, siis erityisestä innovaatiokulttuurista. Sitä ei voida rakentaa yksinomaan esimerkiksi koulutusta lisäämällä tai tuottamalla lisää tietoa tai lisäämällä yritysrahoitusta. (Hautamäki 2008, 46). (Halonen 2010)

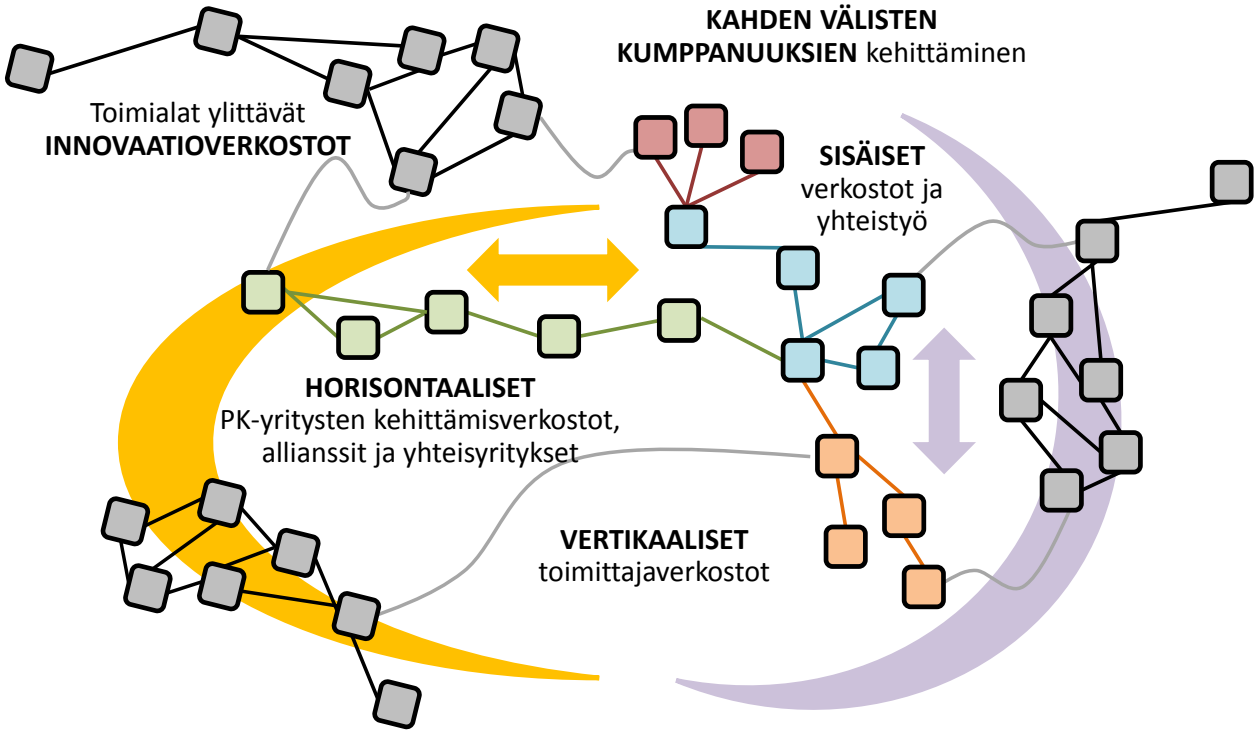
Ekosysteemitarkastelun kautta tapahtumatuotanto on liitettävissä laajaan kokonaisuuteen, johon kuuluvat esimerkiksi epäsuorien talousvaikutustenkin kautta tapahtumatuotannon alaan kiinnittyvät lähialat kuten ravitsemus-, majoitus-, matkailu- ja kuljetuspalvelut. Ekosysteemin näkemys korostaa samalla tapahtumien roolia alueensa vetovoimatekijänä, osaajamagneettina, josta hyö-

tyvät kaikki innovaatiohakuiset alueen toimijat (Halonen 2010). Verkostot ja niiden rajat eivät ole staattisia. Hyvin usein toimijat voivatkin kuulua useisiin verkostoihin. Moniverkostoympäristössä haasteena on useiden rinnakkaisten verkostojen hyödyntäminen ja ohjaaminen. (Valkokari ym. 2014)

Virtuaaliset verkostot uudistuvat nopeasti

Verkostot ovat nykyään osittain virtuaalisia, mikä tarkoittaa yhä enemmän myös nopeasti kasattavia ja taas purettavia projektimaisia kokoonpanoja, joissa osapuolet keskittyvät omaan erityisosaamiseensa (Helakorpi 2005). Osa verkostoista on tällä hetkellä aktiivisia, mutta toimivien verkostojen rinnalla on myös passiivisia, oikeaa aikaikkunaa odottavia verkostoja tulevien yhteistyökuvioiden varalle. Verkostoja voidaan tarkastella myös mikro-, meso- ja makrotason konteksteissa: paikallisina, kunnallisina, kuntien välisinä ja valtakunnallisina toimintamuotoina. Tällöin vaikutukset ulottuvat ensin organisaatio- ja ohjelmatasolta hyvien käytänteiden ja asiakkuusvaikuttavuustiedon tasoilta laajemmalle. Ohjaamalla verkostojen toimintaa mm. ministeriön tai ohjelman johtoryhmän tasolta saadaan vertailtavuutta ajassa. Lopulta makrotasolla tulokset vaikuttavat kansalaisten hyvinvointiin ja yhteiskunnan muutokseen uuden tiedon ja osaamisen muodossa. (Järvensivu 2010; Valkokari 2011)

Verkostoista voidaan erottaa eri tasoja: horisontaaliset ja vertikaaliset verkostokumppanit, perinteiset kahden väliset kumppanuudet ja organisaation sisäiset verkostot, vastaamaan esimerkiksi laajemmista projekteista.



Kuva 4. *Moniverkostoympäristö ja verkostojen ulottuvuudet. (mukaeltu Valkokari ym., 2014)*
© Hannu Hyyppä 2016

Vertikaalinen verkosto yhdistää saman tuotantoprosessin tai arvoketjun eri vaiheissa toimivia, tuotteen tai palvelun tuotteistamiseen liittyviä organisaatioita kuten elintarvikkeiden jatkojalostusketjuja ja matkailupalvelujen tuotteistettuja paketteja asiakkaille (Niemelä 2002; Taipale 2011). Vertikaaliset verkostosuhteet perustuvat yritysten välisiin sopimuksiin. Tällöin palvelu tai tavara siirtyy maksua vastaan toiselle yritykselle (Ijäs 2010).

Horisontaalinen verkostoituminen ei perustu tilaaja-toimittaja -suhteisiin, vaan muunlaiseen yhteistyöhön yritysten välillä. Horisontaalinen verkosto toimii nimensä mukaisesti vaakasuunnassa. Samalla tasolla olevat yksiköt tekevät keskenään yhteistyötä eli se yhdistää arvoketjun tietyn vaiheen rinnakkaisia ja erilaisia toimijoita, palveluita ja tuotteita. Horisontaalisella verkostolla pyritään samanlaisten resurssien yhdistämiseen suuremman volyymin saamiseksi, vaikka jossain toisessa arvoketjun osassa saatetaan olla kilpailijoita. Esimerkiksi sijainti samalla teollisuusalueella tai tiedonvaihto yritysten kesken voidaan laskea horisontaaliseksi verkostoitumiseksi. (Taipale 2011; Niemelä 2002; Ijäs 2010)

Uuden osaamisen ja tiedon etsintään keskittyvät innovaatioverkostot ovat tyypillisesti rakenteeltaan hajautuneita ja jatkuvasti muuttuvia sekä usein itseorganisoituvia.

Suomessa kaivataan toimivia yli organisaatiorajojen meneviä huippuyhteenliittymiä tai sen edistäjiä uusimman tiedon jalostamiseksi, varsinkin kun strategisen huippuosaamisen keskittymät (SHOKit) päätettiin lopettaa. Vaikka SHOKien toiminnasta ollaan mitä tahansa mieltä, ne kuitenkin saivat aikaan muutosta ja osaamisen siirtymistä oppilaitosten ja yritysten välillä. Toisaalta myös Huttulan (2016) määrittelemä tulevaisuuden korkeakoulu voisi osaltaan vastata tähän tarpeeseen. Siinäkin tarvitaan uudenlaisia keinoja syventää vuorovaikutusta, helpottaa tiedon tuottamista yhdessä, luoda kokeiluja, jäsentää tietovirtoja, tuottaa laadukkaampaa osaamista ja käyttökelpoisempia kyvykkyyksiä ja sitä kautta syntyvää osaamisperäistä kasvua Suomeen. (Hyyppä 2016; Huttula 2016)

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI.

Kirjallisuutta

Alaranta, Toni 2012. Luovan talouden historiallinen kasvualusta yhteiskunnallisen osajärjestelmäteorian murtuminen ja verkostoitumisen läpimurto. Teoksessa Timo Parkkola (toim.) 2012. Tilaa verkostoille! Luovan talouden verkostojen määritelmiä, toimijoita ja solmukohtia. Sarja B. Projektiraportit ja selvitykset 22, 2012.

Castells, Manuel 2000. The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society, and Culture. Lontoo: Wiley-Blackwell.

Dyer, J. H. & Nobeoka, K. 2000. Creating and Managing A High-Performance Knowledge-Sharing Network: The Toyota Case. Strategic Management Journal 21, s. 345-367.

Eriksson, Kai (toim.) 2015. Verkostot yhteiskuntatutkimuksessa. Gaudeamus. 355 sivua.

Halonen, Katri 2010. Tapahtumatuotanto luovassa taloudessa. Teoksessa Halonen, Katri (toim.) 2010. Kulttuuri kokoaa. Kulttuuritapahtumien muuttuvat verkostot. Tuottaja2020 - Osaraportti 1. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Kulttuuri ja luova ala. Helsinki.

Hautamäki, Antti 2008. Kestävä innovointi. Innovaatiopolitiikka uusien haasteiden edessä. Sitran raportteja 76. Helsinki.

Hautamäki, Antti 2009. Luova talous ja kulttuuri innovaatiopolitiikan ytimessä. Teoksessa OPM 2009. Luova talous ja kulttuuri innovaatiopolitiikan ytimessä. Opetusministeriön julkaisuja 2009:30. Helsinki: OPM.

Helakorpi, Seppo 2009. Osaaminen ja sen tunnistaminen työelämän ja koulutuksen yhteisenä haasteena. Ammattikorkeakoulujen verkkojulkaisu. UAS Journal.

Helakorpi. Seppo 2005. Verkostot ja muuttuva asiantuntijuus. KeVer-verkkolehti 4/2005. Viitattu 1.2.2016. http://www.uasjournal.fi/index.php/kever/article/view/917/766

Hibbert, P., Huxham, C., Ring, P.S. 2008. The Handbook of Inter-organizational Relations. Oxford: Oxford University Press, ss. 391-416.

Huttula, Tapio 2016. Digitalisaatio ja uusi korkeakoulu. Jukka Määttä & Titta Pohjanmäki & Päivi Timonen (toim.) Kohti digikampusta. Humanistinen ammattikorkeakoulu, julkaisuja 22. Helsinki: Humanistinen ammattikorkeakoulu.

Hyyppä. Hannu 2016. Maankäyttöala ratkaisujen edessä - vastaavatko vanhat verkostot haasteisiin vai tarvitaanko uusia? Maankäyttö 1/2016, 21-23.

Ijäs, Aki 2010. Kemikaalilaitosten verkostoitunut toiminta. Turvatekniikan keskus, TUKES. 1/2010.

Järvensivu, Timo, Nykänen, Katri, Rajala Rika 2010. Verkostojohtamisen opas: Verkostotyöskentely sosiaali- ja terveysalalla. Versio 1.0 (30.12.2010). Muutosvoimaa vanhustyön osaamiseen -hankkeen julkaisu. Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu.

Jääskeläinen, Jari Klusteri tieteen ja politiikan välissä: Teollisuuspolitiikasta yhteiskuntapolitiikkaan. Taloustieto Oy, Helsinki 2001. (ETLA Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos. Sarja A Series, ISSN 0356-7435; 33). Väitöskirja.

Knight, L. 2002. Network Learning: Exploring Learning by Interorganizational Networks. Human Relations 55, s. 427-454.

Korkala, Siru 2010. Luottamuksen ilmeneminen alueellisissa yhteistyöverkostoissa. Turun yliopisto, Sosiaalitieteiden laitos: Sosiologia. Annales Universitatis Turkuensis C 298.

Miettinen, R., Toikka, K., Tuunainen, J., Lehenkari, J., Freeman, S. 2006. Sosiaalinen pääoma ja luottamus innovaatioverkostoissa. Helsingin Yliopisto, Toiminnan teorian ja kehittävän työntutkimuksen yksikkö, Kasvatustieteen laitos. Tutkimusraportteja 9.

Mittilä, Tuula 2006. Verkosto-osaaminen – liiketoimintaosaamisen uusi mantra. Kauppatieteellinen yhdistys ry. Teoksessa Uolevi Lehtinen ja Tuula Mittilä (toim.) Liiketoimintaosaaminen kilpailukykymme keskiössä.

Mustikkamäki, Nina 2015. Verkostot ja yhteisöt innovaatioympäristöissä. Alueellisen kehittämisen tutkimusyksikkö, Sente. Viitattu 2.2.2016. http://people.uta.fi/~atmaso/verkkokirjasto/nina.pdf. 31.10.2015.

Niemelä, Seppo 2002. Menestyvä yritysverkosto. Verkostonrakentajan ABC. Edita Oy, Helsinki.

Nohria, Nitin & Eccles, Robert (1992) Networks and Organizations: Structure, Form, and Action. Boston: Harvard Business School Press.

Parkkola, Timo 2012. Lupa sotkeutua. Johdantoa luovan talouden verkonsilmiin. Teoksessa Timo Parkkola (toim.) 2012. Tilaa verkostoille! Luovan talouden verkostojen määritelmiä, toimijoita ja solmukohtia. Sarja B. Projektiraportit ja selvitykset 22, 2012.

Porter, Michael E. 1998. Clusters and the New Economics of Competition, Harvard Business Review, Nov-Dec 1998.

Ruuskanen, Petri 2001. Sosiaalinen pääoma. Käsitteet, suuntaukset ja mekanismit. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, 2001. ISBN 951-561-382-5.

Ståhle, P. & Laento, K. 2000. Strateginen kumppanuus. WSOY: Porvoo.

Suominen K. 2004. Verkostomaisen yhteistyön jäljillä. Diskurssianalyyttinen tutkimus organisaatioiden välisestä kehittämisverkostosta. Pro gradu -tutkielma. Aikuiskasvatustiede. Kasvatustieteen laitos. Helsingin yliopisto.

Sydow, J. & Windeler, A. 1998. Organizing and Evaluating Interfirm Networks: A Structurationist Perspective on Network Processes and Effectiveness. Organization Science 9, s. 265-284.

Taipale, Minna 2011. Verkostomalli maaseutuyritysten osaamisen ja palveluliiketoiminnan uudistajana. Tampereen ammattikorkeakoulu, Yrittäjyyden ja liiketoimintaosaamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Ylempi amk-tutkinto.

Työturvallisuuskeskus 2015. Verkostomainen toimintahttp://www.tuottavuustyo.fi/menestyva_tyopaikka/yhteistyo_ja_verkostot/verkostot

Uzzi, Brian 1996. The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: The network effect. American sociological review, 674-698.

Valkokari, Katri, Valjakka, Tiina, Hakanen, Taru, Kupi, Eija, Kaarela, Ilari 2014. Palveluverkoston kehittämisen työkirja. VTT Julkaisuja. Kuopio 2014.

Valkokari, Katri 2011. Liiketoimintaverkostojen kehittäminen – käytäntöä ja teoriaa. Opin ovi – verkostokouluttajien työpaja. 7.3.2011. VTT

Viitala, Eeva-Liisa 2012. Helsingin yliopiston tärkein yhteiskunnallisen vuorovaikutuksen yksikkö? Viitattu 22.12.2016. http://blogs.helsinki.fi/verkkari-lehti/helsingin-yliopiston-tarkein-yhteiskunnallisen-vuorovaikutuksen-yksikko

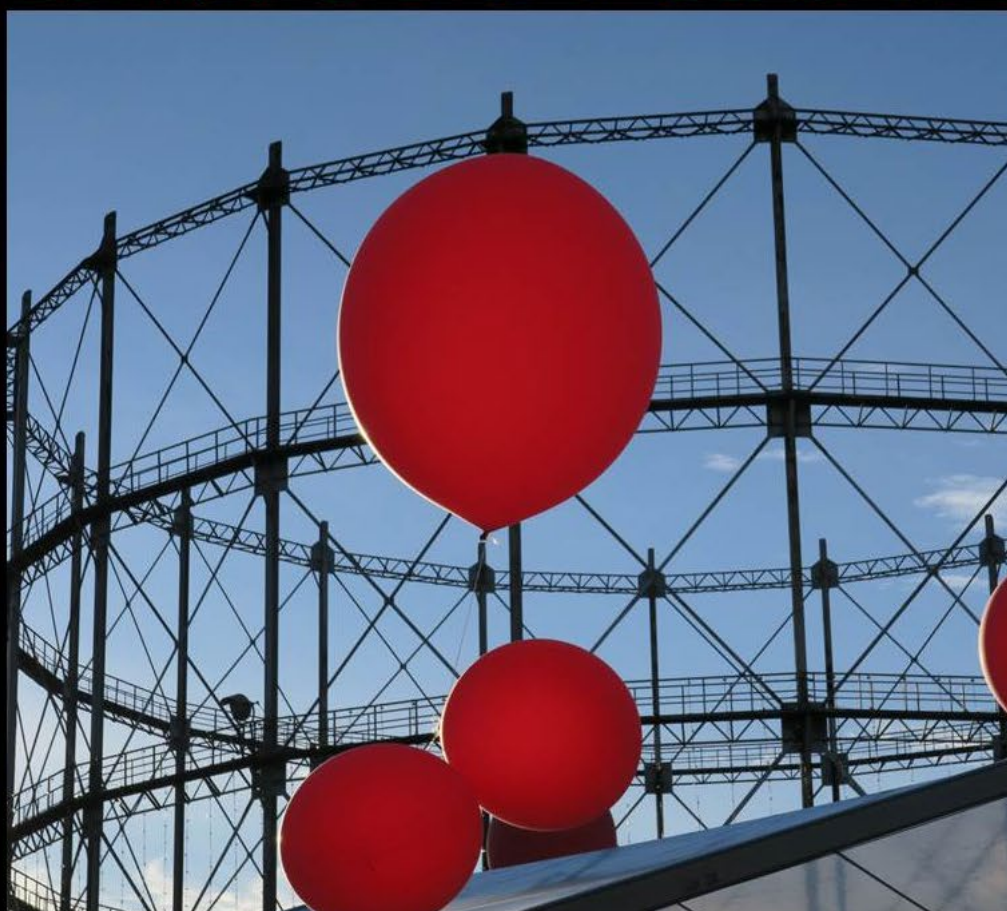
Virkkala, S. 2002. Kumppanuus alueellisen kehittämisen hallintana. Suomi ja muut Pohjoismaat. Jyväskylän yliopisto. Chydenius-Instituutti. Kokkola.

Virtanen, Esko & Hernesniemi, Hannu 2005. Klusterin evoluutio – Prosessikuvaus. Teknologiakatsaus 174/2005, Tekes, Syyskuu 2005. Helsinki.

STN Innovaatioketjussa
Tutkimuksen ja sen hyödyntämisen edistäminen
Suomen Akatemian ja Tekesin rahoitusinstrumenteissa
Akatemian tutkimusrahoitus
Akatemiaohjelmat
Strategisten tutkimuksen ohjelmat
Akatemian kärkihanke
Tekes tutkimusrahoitus
TUTKIMUS
TUTKIMUS
TUTKIMUS
Mitä yritämme

A L'ANCIENNE
GALETTES SARASIN
PANCAKES SALT
GAUFRES - CRÊPES
FABRIQUÉES À LA DEMANDE
PAS DE RÉCHAUFFE
CRÊPES
GAUFRES

Pop rock
MICHAEL JACKSON



Demo ja pilotointikulttuuri tutkimuksessa - Case Light Energy

Juho-Pekka Virtanen[1], Hannu Hyyppä[1], Matti Kurkela[1], Matti T. Vaaja[1], Marika Ahlavuo[1,2]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti, Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Demot ja pilotointikulttuuri ovat olleet vahva osa Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutin tutkimushankkeita. Mutta mitä oikeastaan demoilla tarkoitetaan ja kuinka ne sulautuvat osaksi tutkimusta? Light Energy -tutkimushankkeessa, jossa tutkimustavoitteet koskivat valaistusmittausten yhdistämistä tieympäristön geometrian mittaukseen, demoja ja visualisointeja käytettiin rahoitushakuvaiheesta alkaen loppuraportointiin asti.

Lyhyesti demon historiasta

Käsite ”demo” on läsnä tekniikan alalla monella tapaa: sille voidaan löytää merkitys tieteestä, ohjelmoinnista ja start-up yrittämisestä. Tieteessä demonstraatiolla on pyritty todistamaan teorian paikkansapitävyys ja selittämään teorian kohteena olevaa ilmiötä kokeen kautta. Historiallisessa tieteessä demo oli julkinen, opetustarkoituksessa tehty koe eli varhaista tieteen popularisointia. Ohjelmoinnissa demokulttuuri syntyi varhaisten tietokonepelien laittomasti kierrettyihin kopiosuojauksiin lisättyjen “puumerkkien” ympärille. Ensimmäiset demot tehtiin hyvin alkeellisella laitteistolla, jolloin keskeistä oli pystyä tuottamaan näyttävä kokonaisuus rajallisella muistilla ja laskentateholla. Demojen rakentamisesta kehittyi ohjelmoinnissa oma taiteenlajinsa. Puhutaan ”demoscenestä”, jossa demoilla kilpaillaan kansainvälisesti. Suomessa esimerkkinä on Assembly-tapahtuma. Tässä yhteydessä demo on ei-interaktiivinen multimedia-presentaatio, jolla esitellään ohjelmoijien osaamista.

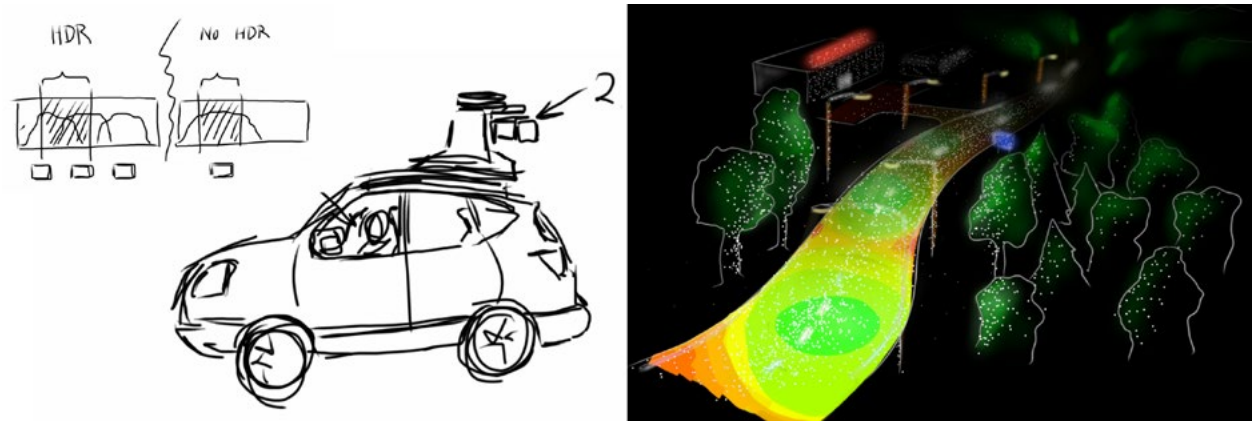
Demolla uuden teknologian mahdollisuuksia voidaan esittää helposti ymmärrettävässä muodossa. Esimerkiksi Douglas Engelbart:in konfrenssiesitys vuodelta -68 tunnetaan yleisesti ”kaikkien demojen äitinä” (Mother of All demos). Presentaatiossa Engelbart ja tutkimusryhmä esittelivät aikansa kokeellista teknologiaa hyödyntäen kehittämiään käyttötapoja tietotekniikalle. Prototyyppi tietokonehiirestä siirtyikin monien muiden esiteltyjen keksintöjen tapaan myöhemmin päivittäiseen käyttöön (Engelbart, 1968). Demo voidaan siis ymmärtää myös teknologian mahdollisuuksien interaktiivisena esittelynä, jossa hyödynnetään kehityksen kohteena olevaa teknologiaa tietynlaisen tulevaisuuskuvan muodostamiseksi. Tämä merkitys on pitkälti nähtävissä myös start-up kulttuurissa. Monet yrityskiihdyttämöt järjestävät demopäiviä (demoday), joissa aloittelevat yritykset esittelevät tuotteitaan tai niiden alkuja. Teknologia-alan yrityskulttuuriin onkin jo vakiintunut sanonta “demo or die”, jolla viitataan tarpeeseen esitellä kehityksen kohteena oleva tuote ymmärrettävässä muodossa. Monesti tällaisilla esityksillä kalastellaan erityisesti riskisijoittajia. Demoday-toiminta on laajentunut myös tutkimukseen ja opetukseen. Yliopistot, korkeakoulut, tutkimushankkeet tai niiden rahoittajat järjestävät demoday-tapahtumia, joihin yksittäiset tutkimusryhmät tai opiskelijatiimit saapuvat esittelemään tuotoksiaan yleisölle. Demo-sanan tieteen popularisointiin liittyvä merkitys on yhdistynyt teknologian kehitykseen.

Nykyisin tutkimus- ja kehitystoimintaan halutaan osallistaa myös käyttäjiä (Von Hippel 1986). Living Lab tuo samaan ympäristöön tutkimusta tekeviä tahoja, yrityksiä ja käyttäjiä (Bergvall-Kareborn & Stahlbrost 2009). Kehitystoiminnalle pyritään tarjoamaan avoin ympäristö, jossa uusia tuotteita voidaan hallitusti kokeilla ja tutkia käytännössä oikeilla käyttäjillä. Living Lab -ympäristössä demo mahdollistaa käyttäjien mukaan ottamisen tutkimustyöhön. Kehitettävän teknologian sovelluskohteita ja etuja voidaan näin etsiä systemaattisemmin jo ennen varsinaista tuotekehitystä. Tekniikan alan yliopistoista systemaattista demojen kehitys- ja julkaisutoimintaa tekevät esim. MIT (Massachusetts Institute of Technology) Media Lab. Demoja hyödyntävä tutkimusprosessi nivoo yhteen tutkimuksen tekijät, yritysmaailman ja käyttäjät. Tekniikan alan tutkimusta voidaan konkretisoida esimerkiksi suurelle yleisölle, sidosryhmille, tutkimuksen rahoittajille ja aloittavien yritysten sijoittajille.

Visualisoinnit – demon ensimmäinen aste

Ongelmakeskeisissä tutkimushankkeissa, joissa käsitellään vaikeita ongelmia (ns. wicked problems) (Buchanan 1992), tarvitaan usein monialaisia tutkimuskonsortioita ja yhteistyötä. Ennen varsinaisen tutkimuksen tekemistä mahdollisia lopputuloksia on mahdotonta esittää. Demonstroimalla yhteistä tutkimusongelmaa voidaan visualisoinnilla saavuttaa nopeampi ymmärrys esimerkiksi siitä, mitä projektissa tullaan tekemään. Tutkimusongelman määrittelyä voidaan tukea tuottamalla visualisointeja tutkimuksen ajatellusta lopputuotteesta.

Aloittamalla tutkimuksen varhaisessa vaiheessa visualisoiva demokehitys pystytään laajasta, monialaisesta ongelmasta johtamaan käytännön tutkimuskysymykset. Millaisia aineistoja pitää tuottaa, millainen mittalaite on kehitettävä, minkä tyyppisiä analyysimenetelmiä tarvitaan? Tämän tyyppiset kysymykset ovat huomattavasti lähempänä sitä tutkimuksen tasoa, josta voidaan tuottaa akateemisia julkaisuja ja tutkimustuloksia. Visualisointityö siis tukee tutkimusta sen alkuvaiheessa. Visualisoinnissa siirrytään hankkeen isojen tavoitteiden hahmottamisesta hankkeen yksittäisten tutkimustavoitteiden terävöittämiseen.



Kuva 1. *Kuvitusta tutkimuksen alkuvaiheista: kuvassa on hahmoteltu erilaisia tutkimuskysymyksiä ja kehitystarpeita koskien ympäristön geometrian ja valaistuksen mittaamista ja mallintamista.*

Proof-of-concept – kohti käytäntöä

Tutkimushankkeissa on tarve esitellä tuloksia erilaisille sidosryhmille hankkeen edetessä. Kapeimmillaan tämä voi tarkoittaa esimerkiksi hankkeen ohjausryhmää, laajimmillaan avoimia yleisötilaisuuksia. Demo, jossa tutkimuksen sen hetkinen tilanne on hyvin näkyvillä auttaa esittelemään hankkeen etenemistä kohti tavoitetta. Tutkimustyön edetessä mukaan voidaan ottaa enemmän oikeaa dataa, kokeellista toimintaa ja interaktiivisia elementtejä.

Light Energy -projektissa ensimmäisen oikeaa dataa sisältävän demon tavoite oli toteuttaa proof-of-concept, jossa tieympäristön geometriseen malliin yhdistettäisiin mitattua tietoa valaistuksen voimakkuudesta. Toteutuksessa hyödynnettiin aiemmin hankittua mobiililaserkeilauksella (MLS) tuotettua aineistoa, johon yhdistettiin kaupallisella luminanssimittakameralla otettu luminanssikuva. Luminanssimittakameran geometriseen kalibrointiin ja dataintegraatioon tehtävä tutkimus oli vielä suurelta osin tekemättä, joten ensimmäisellä kerralla käytettiin hyvin karkeita menetelmiä. Kuvan geometria korjattiin visuaalisesti digitaalisen kuvankäsittelyn työkaluilla ja ympäristömalli tuotettiin hyvin karkealla kolmioinnilla.

Kuva 2. *Ryhmä kuvaamassa öistä tieympäristöä ja ensimmäinen luminanssikuvan ja tieympäristön mallin yhdistelmä.*

Tuloksen perusteella pystyttiin esittelemään kehitystyön etenemistä, ja tunnistamaan selkeimmät jatkokehitystarpeet. Tutkimuksessa demon ei siis tarvitse olla lopputulos, vaan se palvelee toimintaa myös välituloksena, jonka kautta tarkastellaan kysymyksiä ”Mikä toimii?” ja ”Mikä ei vielä toimi?”.

Light Energy -projektissa ensimmäisestä demosta tunnistettuja ongelmia lähdettiin ratkaisemaan suunniteltaessa ensimmäistä laajempaa mittauskampanjaa. Eri yksiköiden mittaukset toteutettiin samana iltana, valitulla valaistuskoealueella Otarannassa. Kuvaukseen käytettiin omassa laboratoriossa kalibroitua luminanssimittakameraa, joka kalibroitiin myös geometrisesti. Tuloksina mittauksista julkaistiin ensimmäinen aihetta käsittelevä tieteellinen artikkeli, jossa esiteltiin luminanssikuvien tarkka yhdistäminen laserkeilaimen pistepilviin (Vaaja ym. 2015). Suurin osa ensimmäisen demon ongelmista pystyttiin ratkaisemaan.

Kuva 3. *Mittatarkka luminanssipistepilvi väritettynä valaistuksen voimakkuuden mukaan. Esimerkiksi valaisimen talon seinään tuottama kirkas alue on selvästi erotettavissa. Tieympäristöstä tuotettiin 3D-pistepilvi laserkeilaamalla.*

Kohti toimivaa lopputuotetta

Konkreettinen esitys auttaa näkemään tutkimuksen hyödyntämispotentiaalin. Demon toteutus voidaan myös tehdä monialaisesti. Light Energy -projektissa seuraavaksi tavoitteeksi otettiin luminanssipistepilven tuottaminen mobiililaserkeilauslaitteistolla. Tämä edellytti luminanssimittaukseen soveltuvan kamerajärjestelmän yhdistämistä MLS-laitteistoon. Työhön integroituivat myös Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus FGI:n tutkijat, jotka kehittivät MLS-järjestelmiä. Ensimmäistä kertaa luminanssimittaava mobiililaserkeilauslaitteisto saatiin tuotettua kalibroimalla Trimblen MX2-järjestelmän panoraamakamera luminanssien osalta.

Mittauksesta, käytetystä laitteistosta ja lopputuotteesta tuotettiin myös videomateriaalia hankkeen esittelyyn. Vaikka monet järjestelmän tarkkuuden vertailuun ja luminanssimittauksen dynamiikan laajentamiseen liittyvät asiat olivat edelleen kehityksen kohteena, kyettiin silti jo lähestymään sensori-integraation tarjoamia hyötyjä käytännön esimerkin kautta.

Kuva 4. *Trimble MX2-laitteisto, jota säädetään luminanssikuvausta varten. Yhdellä mittauksella tuotettu pistepilvi, jossa pisteet on väritetty luminanssiarvon mukaan.*

Demotoiminnan kustannukset ja tulokset

Missä menevät perinteisen visualisoinnin ja demon rajat vai voidaanko visualisointia pitää hyvin yksinkertaisena demona? Demotyössä tarvitaan usein visualisointia ja molemmilla voidaan pyrkiä saavuttamaan samoja tavoitteita.

Demotoiminnasta aiheutuu väistämättä kustannuksia. Demot eivät synny spin-offina normaalista tutkimustoiminnasta. Tulosten vaikuttavuutta on mahdotonta osoittaa aukottomasti. Jokainen tutkimusprojekti on erilainen ja toteutetaan osin eri henkilöstöllä. Vertailu projektien välillä onkin vaikeaa. On mahdollista, että yhdessä projektissa demotyö onnistuu ja tuottaa tuloksia ja toisessa ei. Onkin aiheellista kysyä olisiko löydettävissä muita menetelmiä, jolla monialaisia tutkimusprojekteja saadaan tehokkaammin suunnattua yhteisen ongelman pariin, ja tuloksia esitettyä.

Toinen piirre, joka herättää kritiikkiä demotyötä kohtaan on, ettei se tuota suoraan akateemisia mitattavia tuloksia. Demon toteuttaminen ei hankkeessa tuonut yhtäkään julkaisua lisää, eikä osoitettavasti nopeuttanut itse julkaisutyötä. Työn esittelyssä muille kuin akateemisille ryhmille demot sen sijaan olivat käytännöllisiä ja tehokkaita. Tutkimustyössä voidaankin päätyä tilanteeseen, jossa samoilla resursseilla on tuotettava markkinointikelpoista, popularisoitua tiedettä, ja tutkimusryhmien kannalta mitattavaa akateemista tulosta, käytännössä vertaisarvioituja artikkeleita.

Verkostomaisessa toiminnassa demon hyödyt olivat projektissa vahvimpia. Alkuvaiheessa halu tuottaa proof-of-concept -tason esitys valaistusmittausten ja geometristen mittausten yhdistämisestä toi eri alan tutkijat tekemään konkreettista yhteistyötä ja lisäsi kommunikaatiota projektissa. Vastaava yhteistyö olisi ilman demotyötä käynnistynyt huomattavasti myöhemmin. Iteratiivinen työ auttoi pystyttämään toimivaa yhteistyötä eri yksiköiden välille henkilökohtaisella tasolla ja hahmottamaan käsillä olevaa tutkimusongelmaa. Voidaankin esittää, että tilanteessa, jossa tutkimuskysymykset ovat ilmeisiä, ja tiimi harjaantunut tekemään yhteistyötä, demot eivät välttämättä tarjoa popularisoinnin lisäksi huomattavaa lisäarvoa. Sen sijaan tilanteessa, jossa laajoista teemoista johdetaan tutkimuskysymyksiä ja yhteistyötä on tehtävä uusilla, isoilla ryhmillä, ne voivat olla hyödyllinen työkalu prosessin vauhdittamisessa.

Hankkeen päätyttyä sen aikana tuotettu demomateriaali muodostaa toiminnan visuaalisen historian, joka toimii esittelymateriaalina. Parhaassa tapauksessa sitä voidaan hyödyntää yksikön markkinoinnissa ja uusien tutkimushankkeiden hakuprosessissa. Syntyy kehä, jossa tekeminen sekä ohjaa yksittäisen tutkimusprojektin työtä, että yhdistyy yksikön toiminnan laajempaan sykliin.

Tulevaisuus asettaa tutkimus- ja kehitystoiminnalle myös muita kuin tieteellisiä vaatimuksia. Tutkimushankkeissa pitäisi pystyä monialaisella tiimillä vastaamaan ajankohtaisiin, isoihin ongelmiin, ja kertomaan tutkimuksen yhteiskunnallisesta merkityksestä myös laajalle yleisölle. Sekä viestinnän että yhteistyön merkitys korostuu. Demot ja visualisoinnit ovat yksi keinoista vastata tähän tarpeeseen.

Kuva 5. *Tuloksia esitellään hankkeen demopäivässä.*

Lähteitä ja kirjallisuutta

Bergvall-Kareborn, B. and Stahlbrost, A. 2009. Living Lab: an open and citizen-centric approach for innovation. International Journal of Innovation and Regional Development, 1(4), pp.356-370.

Buchanan, R. 1992. Wicked problems in design thinking. Design issues, 8(2), pp.5-21.

Engelbart, Douglas 1968. Videotallenne saatavissa osoitteesta: https://www.youtube.com/watch?v=yJDv-zdhzMY

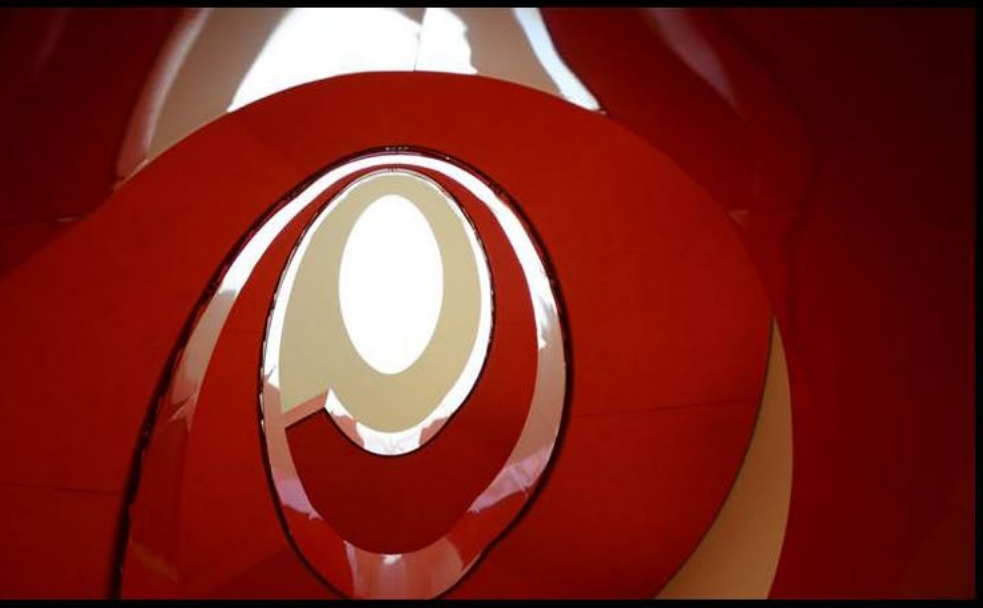
Kurkela, M., Virtanen, JP., Hyyppä, H., Ahlavuo, M., Rönnholm, P. 2013. Visualisointi, muotoilu ja maanmittausosaaminen rakennetun ympäristön suunnittelussa. Maankäyttö 3/2013: 21-23.

Vaaja, M.T., Kurkela, M., Virtanen, JP, Maksimainen, M., Hyyppä, H .,Hyyppä. J. 2015. Luminance-Corrected 3D Point Clouds for Road and Street Environments. Remote Sensing 7 (9), 11389-11402.

Von Hippel, E. 1986. Lead users: a source of novel product concepts. Management science, 32(7), pp.791-805.

DE
PÄIVÄ
grafia

MRTVFUENCXOZD
DLVATBKUEHSN
RCYHOFMESPA



4 Tieteellä vaikuttavuutta

3D-kaupunkimallinnuksella kohti älykkäitä kaupunkeja

Arttu Julin[1], Juho-Pekka Virtanen[1,2],
Hannu Hyyppä[1,3], Juha Hyyppä[2]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti,
Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Maanmittauslaitos, Paikkatietokeskus FGI
[3] Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä

Kolmiulotteinen kaupunkimalli on yksi työkaluista toteutettaessa älykästä kaupunkia. Kehittyvä mittausteknologia mahdollistaa entistä tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat mallit, joita päästään kaupunkimalleissa hyödyntämään yhdessä rakennusten tietomallien kanssa. VR ja AR teknologiat ovat kovaa vauhtia tuomassa entistä immersiivisemmät ja pelillistetyt esitystavat myös rakennus- ja kaupunkimallinnukseen. Yleistyville malleille myös löytyy uusia, ennennäkemättömiä sovelluksia.

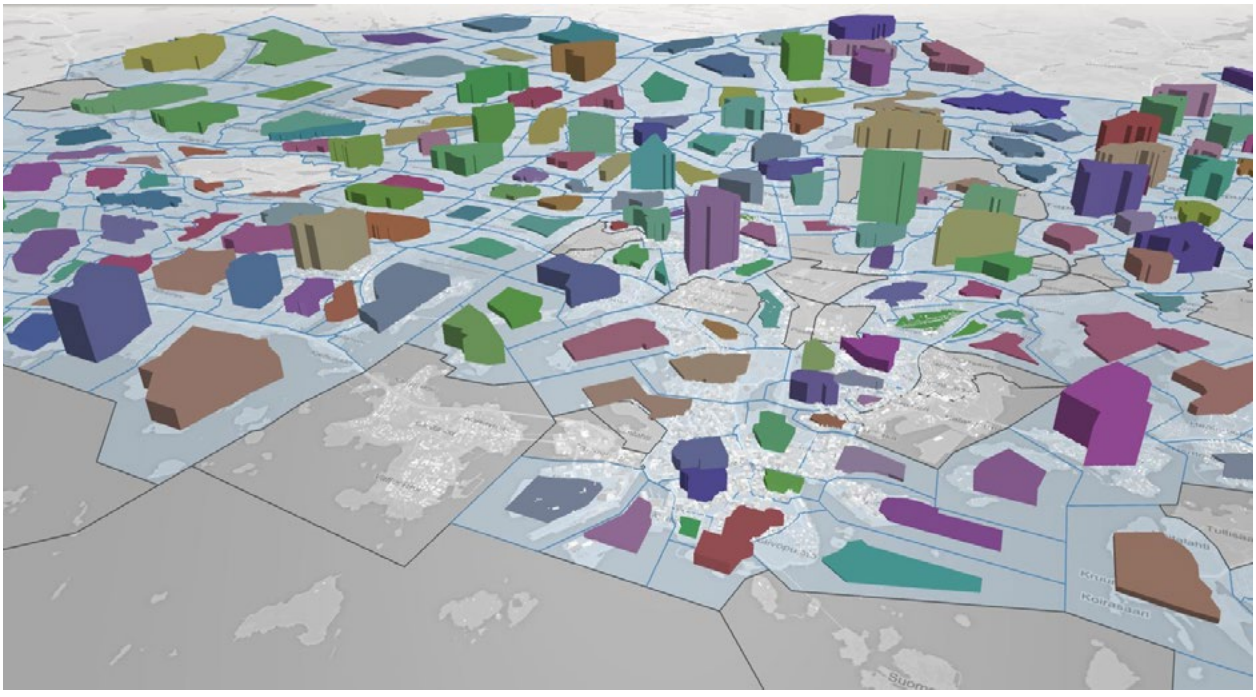
Kohti älykkäitä kaupunkeja

YK raportoi joitakin vuosia sitten, että yli puolet maapallon väestöstä asuu kaupungeissa (United Nations 2014). Globaali kaupungistumisen trendi ei ole sen jälkeen taittunut. Kestävän kehityksen asettamat haasteet tulevat yhä enemmän vastaan kaupunkiympäristöissä. Kaupunkirakenteen tiivistyminen synnyttää kasvavan tarpeen älykkäiden järjestelmien ja niiden integraation kehittämiseksi. Älykäs kaupunki (Smart City) on yksi esitetyistä ratkaisuista kaupunkien hallinnan ja kehittämisen haasteeseen. Keskeinen elementti Smart City -ajattelussa on uusien tietojärjestelmien hyödyntäminen infrastruktuuriin ja kaupunkikehityksen hallintaan. Tämän lisäksi Smart City:yn liitetään monesti myös yhteiskunnallisia, hallinnollisia ja kulttuurisia piirteitä.

Yksi keskeinen elementti älykkäiden kaupunkien tietojärjestelmissä on kolmiulotteinen kaupunkimalli, joka rakennetun ympäristön geometrian lisäksi sisältää muutakin tietoa ympäristön ominaisuuksista. Tällaisia malleja voidaan hyödyntää suunnittelussa, päätöksenteossa, visualisoinnissa ja vuorovaikutuksessa asukkaiden ja sidosryhmien kanssa. Kaupunkimallin avulla voidaan tarkastella monista eri lähteistä tulevaa, ajantasaista tietoa yhdessä integroidussa ympäristössä, jolloin yhteistyö eri sidosryhmien, kuten päättäjien, viranomaisten, kaupunkilaisten tai eri alojen asiantuntijoiden välillä helpottuu.

Vuonna 2015 tutkijat tunnistivat jo yli 100 eri sovellusta kaupunkimalleille (Biljecki ym. 2015). Sovellukset sisälsivät monia älykkään kaupungin osa-alueita, liittyen energiaan, meluun, ilmanlaatuun, kaupunkisuunnitteluun, väestötiheyteen ja riskien hallintaan. Kaupunkimallien toteuttaminen ja hyödyntäminen onkin yksi keinoista, joilla kaupungit voivat päästä lähemmäksi älykkään kaupungin konseptia.

Kaupungit, valtiot sekä monet muut organisaatiot ovat aktivoituneet 3D-kaupunkimallinnuksen alueella. Suomessa osa kaupungeista tuottaa kaupunkimalleja osana kantakartan ylläpitoa (mm. Espoo ja Tampere). Lisäksi useista kaupungeista on toteutettu erilaisia pelimoottoripohjaisia kaupunkimalleja (mm. 3DTapiola ja VirtualOulu) esimerkiksi rakennushankkeiden suunnittelua ja visualisointia tai kansalaisvuorovaikutusta varten. Ensimmäinen Suomesta tuotettu koko kaupungin kattava avoimen CityGML-standardin mukainen semanttinen 3D-kaupunkimalliaineisto julkaistiin Helsingistä marraskuun lopulla 2016. Vastaavia esimerkkejä löytyy maailmalta runsaasti. Myös 3D-kaupunkimallinnuksen ympärillä käytävä tutkimus- ja kehitystoiminta on vilkkaampaa kuin koskaan aiemmin.



Kuva 1. *Helsingin tilastovisualisointia kaupunkimallilla.*

Mittaamalla tarkkuutta ja yksityiskohtia

Kaupunkimallin rakentamiseksi tarvitaan kolmiulotteista tietoa ympäristöstä. Kaupunkimallit muodostuvat tyypillisesti useista tietolähteistä, kuten laserkeilauksella tai fotogrammetrisesti tuotetuista pistepilvistä, ilmakuvista, rakennusten ja muiden kaupunkikohteiden vektorimuotoisista aineistoista, arkkitehtonisista malleista ja piirustuksista sekä muista paikkatietoaineistoista. Mittausteknologian kehitys on vaikuttanut kaupunkimallien kehittymiseen. Esimerkiksi ilmalaserkeilauksen (Baltsavias 1999) ympärillä tehty tutkimus- ja kehitystyö on ollut 1990-luvulta lähtien vilkasta ja viime vuosituhannen loppuun mennessä maailmalla olikin jo useita kaupallisia ilmalaserkeilainjärjestelmiä useilta eri laitevalmistajilta (mm. Optech, TopEye, Azimuth, Toposys). Ilmalaserkeilaus on mahdollistanut tehokkaan kolmiulotteisen tiedonkeruun monimutkaisista kaupunkiympäristöistä.

Kuva 2. *Ylärivi: Mittausta reppukeilaimella ja kaupunkiympäristön pistepilvi.*
Alarivi: NavVis -sisätilamittausjärjestelmä ja pala rakennuksen sisätilamallia

Myöhemmin 2000-luvulla tutkimuksen painopiste siirtyi enemmän kohti 3D-mallien automaattista rekonstruointia (Vosselman 2003). Sensoriteknologian osalta ensimmäiset kaupalliset digitaaliset ilmakuvakamerat useilta sensorivalmistajilta (mm. LH Systems ja Z/I Imaging, molemmat nyk. Leica Geosystems) saatiin laajempaan tuotantokäyttöön. Yleistyneiden kaupallisten digitaalisten viistoilmakuvakamerajärjestelmien, mallin teksturointimenetelmien (Frueh ym. 2004), sekä ns. dense image matching -tekniikoiden (erityisesti Hirschmullerin semi global matching -menetelmä 2005) kehitys mahdollisti fotorealististen 3D-kaupunkimallien tehokkaan tuotannon. Lisäksi 2000-luvulla käynnistyi älypuhelimien mahdollistama 3D-kaupunkimalleja käyttävien mobiilisovellusten kehitys (Rakkolainen & Vainio, 2002). Suuret yritykset ottivat nämä uudet menetelmät käyttöönsä ja toivat teksturoidut 3D-kaupunkimallit, sekä kuva-aineistot kaikkien ulottuville uusien palveluiden, kuten Google Maps (2005) ja Google Street View (2007) kautta.

Mobiilien kartoitusmenetelmien, erityisesti ajoneuvopohjaisen laserkeilauksen, kehitys ja kaupallistuminen on mahdollistanut kaupunkiympäristön tiheän ja yksityiskohtaisen mallinnuksen (Kukko ym. 2007). SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) -menetelmät ovat tarjonneet ratkaisuja navigointiin ja kartoitukseen sisätiloissa, sekä muissa satelliittipaikannuksen ulottumattomissa olevissa ympäristöissä. Myös miehittämättömillä lennokeilla tapahtuva aineistonkeruu on tullut jäädäkseen. Kehittyvä mittausteknologia nostaa ympäristön 3D-kartoituksen yksityiskohtatasoa ja tarkkuutta, ja ulottaa sen myös sisätiloihin. Kaupunkimalleissa päästäänkin hyödyntämään ennennäkemättömän tarkkoja malleja ja sisätila-aineistoja, joiden tuottaminen on yhä kustannustehokkaampaa.

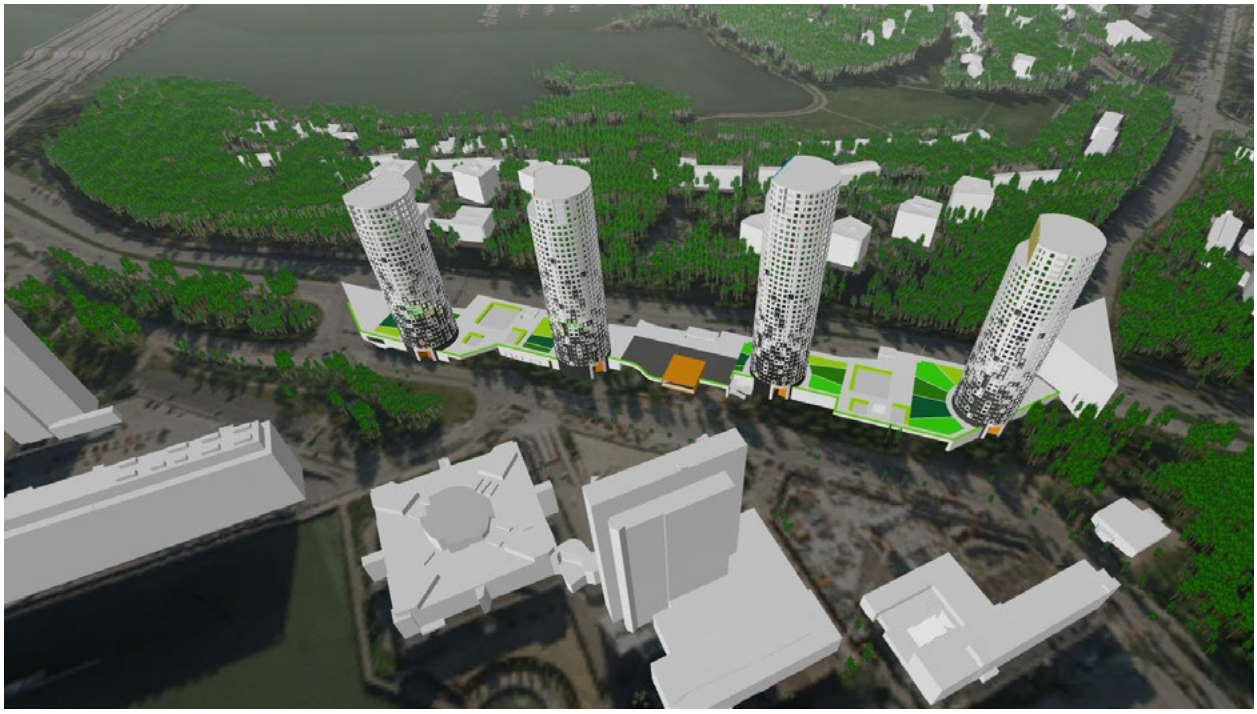
Rakennusmallit yhdistyvät kaupunkimalleihin

Rakennussuunnittelussa tietomallinnuksesta on tullut arkipäivää. Suomi on kärkijoukoissa BIM:in käyttöönotossa ja hyödyntämisessä. Monista uusista rakennuskohteista tuotetaankin yksityiskohtaiset tietomallit suunnitteluvaiheessa. Kaupunkimallin rakennusten ja tietomallien (BIM) välistä integraatiota on tutkittu vilkkaasti (Isikdag & Zlatanova 2009). Tutkimuksen ja kehityksen tavoitteena on prosessi, jossa kaupunkimalli päivittyisi uusien rakennusten osalta BIM-mallien avulla. Suomessa erityistä kiinnostusta on herättänyt kaupunkimallien sitominen rakennuslupaprosessiin. Tätä on käytännössä pilotoitu esimerkiksi Vantaalla, joka parhaillaan kehittääkin uutta paikkatietojärjestelmää tähän tarkoitukseen.

Kaupunkimalli on hyödyllinen työkalu. Kun tulevasta ympäristöstä on saatavilla luotettava 3D-tieto, voidaan uudet rakennukset ja muut kohteet sopeuttaa paremmin sekä ympäristöön että muihin alueen suunnitteilla oleviin rakennuksiin ja kaupunki-infraan. Kaupunkimallin avulla tapahtuvasta useiden suunnittelijoiden yhteistyöstä löytyy käytännön esimerkkejä mm. Hyvinkään Hangonsillan alueelta.

Tulevaisuudessa VR ja AR-sovelluksien rooli kasvaa

Agressiivisesti kaupallistetut virtuaalitodellisuuden (VR) ja lisätyn todellisuuden (AR) teknologiat ovat saavuttaneet kuluttajat, mutta vauhdilla kehittyvä ja halpeneva teknologia on huomattu myös ammattiyhteisössä. Monet mittalaitevalmistajat ovat jo kehittäneet VR-sovelluksia kolmiulotteisten aineistojen katseluun (mm. Faro, Leica Geosystems ja Matterport). Myös rakennusalalle on kehitetty ja kaupallistettu sovelluksia, joilla rakennusten suunnittelunaikaisia mal-



Kuva 3. *Rakennusmalleja yhdistettynä kaupunkimalliin Espoon Keilaniemessä.*

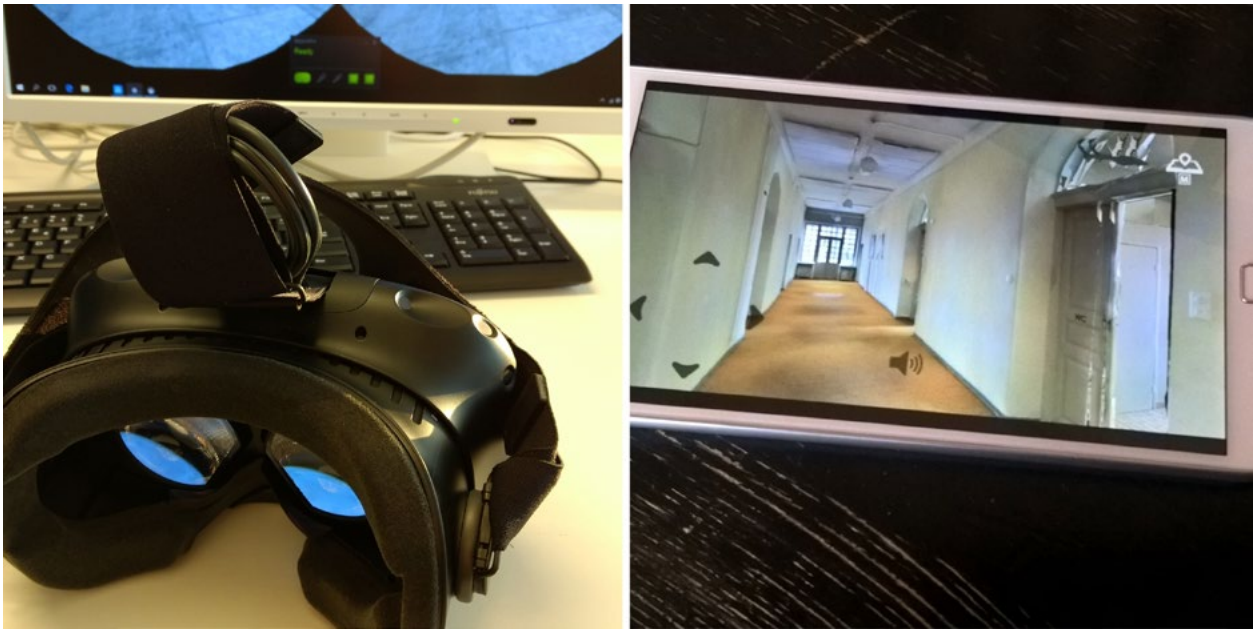
leja voidaan tarkastella VR-ympäristössä (esim. IrisVR). Lisätyn todellisuuden laitteilla (esim. Microsoft Hololens) suunniteltua tai mitattua aineistoa päästään tarkastelemaan todellisen maailman päällä. Tämä luonnollisesti kiinnostaa kaikkia suunnittelualoja, joissa ollaan tekemisissä olemassa olevan ympäristön kanssa.

Lisääntynyt kaupunki- ja sisätilamallien tarjonta avaa tietä mallien uusille sovelluksille. Tutkimuksessa yksi kehityssuunta on ollut pelimoottoreiden hyödyntäminen interaktiivisten visualisointien tuottamiseen mallien pohjalta (Manyoky ym. 2014). Tällöin monia pelimoottoreista tuttuja visualisoinnin ja pelillistämisen keinoja päästään hyödyntämään ammattikäytössä. VR- ja AR-teknologian avulla malleja ja 360-videoita tuodaan mm. kiinteistövälitykseen, koulutukseen, markkinointiin, matkailuun, museokäyttöön ja tapahtumatuotantoon, kuten konsertteihin.

Suomessa Aalto-yliopiston tutkijat toteuttivat yhteistyössä Yleisradion kanssa Taiteiden Yö -tapahtuman ääni-installaation virtuaalisen version pelimoottorin ja sisätilamallien avulla. On mahdollista, että yksityiskohtatason noustessa tällaisia sovelluksia toteutetaan myös laajempien kaupunkimallien päälle. VR- ja AR-teknologian kehittyessä ja yleistyessä laadukkaan sisällön tuotanto ja sen automatisointi tuleekin nousemaan yhä tärkeämpään rooliin. Syksyllä 2016 julkaistun raportin (Perkins Coie & Upload 2016) perusteella houkuttelevan sisällön puute onkin VR ja AR-teknologian kehityksen suurin yksittäinen haaste.

Myös mittausteknologia kehittyy edelleen ja lähestyy nopeasti kuluttajia. Ensimmäiset reaaliaikaiseen 3D-mallinnukseen kykenevät mobiililaitteet ovat jo kaupoissa (Lenovo Phab 2 Pro AR). Tämä Googlen johtamaan Tango-projektiin perustuva teknologia mahdollistaa uudenlaisia sisätilanavigoinnin, sisätilamallinnuksen, sekä mobiilin virtuaali- ja lisätyn todellisuuden sovelluksia. Myös monet muut suuret teknologia-alan yritykset, kuten Apple ja Microsoft ovat sijoittaneet mobiiliin 3D-mallinnusteknologiaan esimerkiksi lukuisten yrityskauppojen tai patenttien

muodossa. Yleistyessään vastaava teknologia nostaa kuluttajien kykyä tuottaa 3D-tietoa ympäristöstä huomattavasti. Tulevaisuudessa joukkoistettu kartoitus saattaa tarkoittaa myös 3D-aineiston keräämistä mobiililaitteilla. Tällä on huomattavia sovelluskohteita esimerkiksi kaupunkimallien päivitykseen ja muutostulkintaan.



Kuva 4. *HTC Vive VR -laitteisto ja Lapinlahden virtuaalinen ääni-installaatio mobiililaitteella katseltuna.*

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö, STN-Combat), EAKR Soludus, 6aika AKAI.

Lähteitä ja kirjallisuutta

Baltsavias, EP. 1999. Airborne laser scanning: basic relations and formulas. ISPRS Journal of Photo-grammetry & Remote Sensing 54: 199-214.

Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., Çöltekin, A. 2015. Applications of 3D City Models: State of the Art Review. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2015, 4, 2842-2889.

Frueh, C., Russell, S., Avideh, Z. 2004. Automated texture mapping of 3D city models with oblique aerial imagery. 3D Data Processing, Visualization and Transmission, 2004. 3DPVT 2004. Proceedings. 2nd In-ternational Symposium on. IEEE.

Hirschmuller, H. 2005. Accurate and efficient stereo processing by semi-global matching and mutual information. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05). Vol. 2. IEEE, 2005.

Isikdag, U., & Zlatanova, S. 2009. Towards defining a framework for automatic generation of buildings in CityGML using building Information Models. In 3D Geo-Information Sciences (pp. 79-96). Springer Berlin Heidelberg.

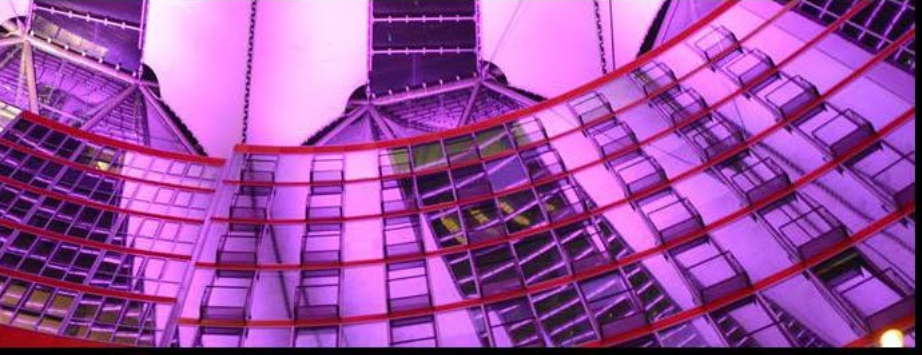
Kukko, A., Andrei, C.O., Salminen, V.M., Kaartinen, H., Chen, Y., Rönnholm, P., Hyyppä, H., Hyyppä, J., Chen, R., Haggrén, H., Kosonen, I. 2007. Road environment mapping system of the Finnish Geodetic Institute—FGI Roamer. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci, 36, pp.241-247.

Manyoky, M., Hayek, U. W., Heutschi, K., Pieren, R., Gret-Regamey, A. 2014 Developing a GIS-Based Visual-Acoustic 3D Simulation for Wind Farm Assessment. ISPRS Int Geo-Inf 3 29-48.

Perkins Coie & Upload. 2016. Augmented and virtual reality survey report, industry insights into the future of AR/VR. Viitattu 16.12.2016. https://dpntax5jbd3l.cloudfront.net/images/content/1/5/v2/158662/2016-VR-AR-Survey.pdf Viitattu 16.12.2016.

Rakkolainen, I., & Vainio, T. 2001. A 3D city info for mobile users. Computers & Graphics, 25(4), 619-625.

United Nations 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
Vosselman, G. 2003. 3D reconstruction of roads and trees for city modelling. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Dresden, Germany 34 (2003): 3.



CITY
EMINAR

Success
is built

pen. Scalable. Interactive.
meshmoon
Smart City Platform

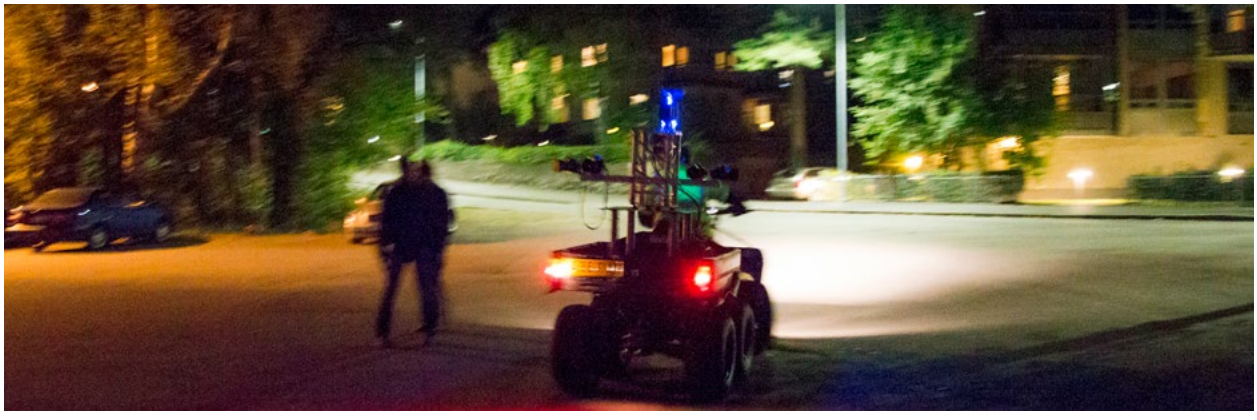
SMART
CITY

Liikenneympäristön valaistuksen 3D-mittaus ja mallinnus

Matti T. Vaaja[1], Matti Kurkela[1], Mikko Maksimainen[1,2], Juho-Pekka Virtanen[1,3], Antero Kukko[3], Hannu Hyyppä[1,4]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutti, Suomen Akatemian Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö
[2]Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu, Valaistusyksikkö
[3]Paikkatietokeskus, Maanmittauslaitos, FGI
[4]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Teiden, katujen ja ulkoilualueiden valaistuksella lisätään ulkona liikkuvien turvallisuutta ja viihtyvyyttä sekä parannetaan näköolosuhteita hämärän ja pimeän aikaan. Valaistusolosuhteiden mittauksilla tarkastetaan, miten valaistusjärjestelmä toteuttaa valaistusteknilliset laatuvaatimukset. Liikenneympäristöjen valaistusta tutkivassa Aalto-yliopiston Light Energy – Efficient and Safe Traffic Environments projektissa kehitettiin uusia menetelmiä tie- ja katuympäristön valaistuksen 3D-mittaukseen ja mallinnukseen. Valaistusolosuhteiden 3D-mittaamista varten luminanssikuvaus yhdistettiin sekä staattiseen maalaserkeilaukseen että liikkuvaan laserkeilaukseen. Luminanssikuvaukseen käytetyt kamerat kalibroitiin tunnetun luminanssilähteen avulla. Testialueina käytettiin Espoon Otarantaa ja Helsingin Munkkiniemenrantaa.

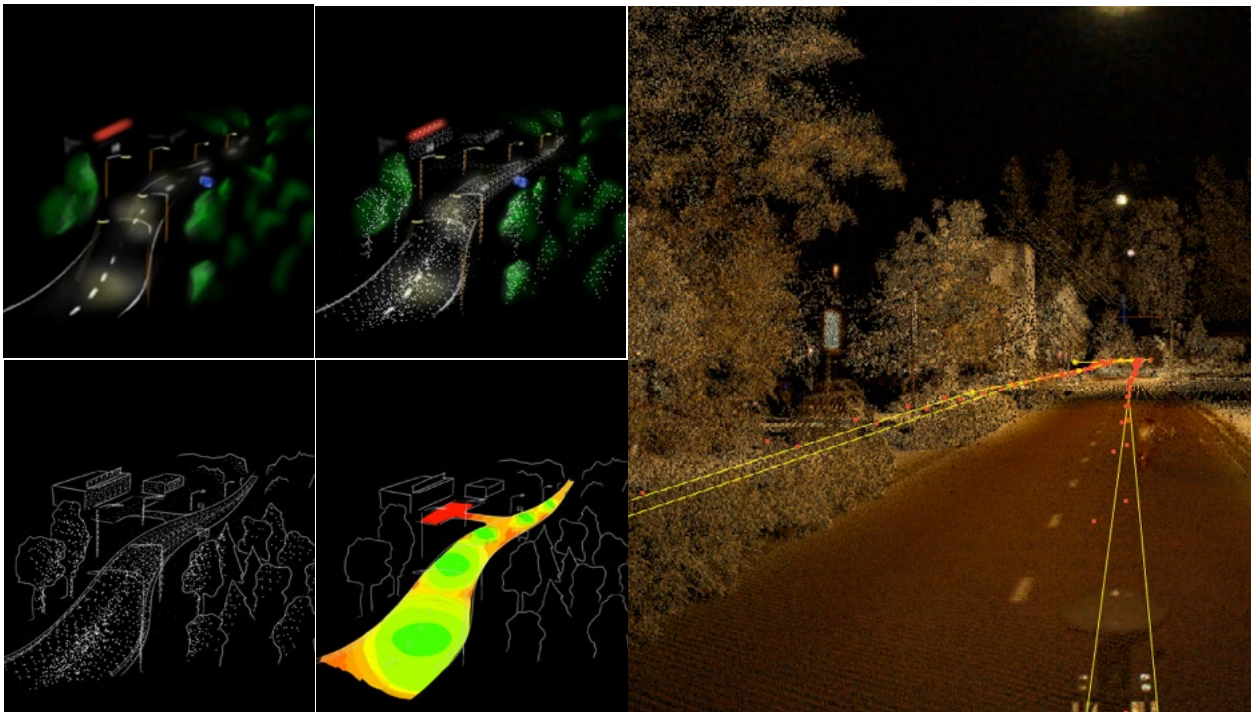


Johdanto

Valaistus on yksi suurin ja nopeimmin kasvava energian kulutuskohde, se kuluttaa 19 % maailman sähköntuotannosta (Light Energy 2016). Tieliikenteessä valaistuksen tehtävä on parantaa tielinjan näkyvyyttä ja ympäristön hahmottamista. Valaistus on myös yksi tehokkaimmista tavoista lisätä tieturvallisuutta. Sen on todettu vähentävän tieliikenteen kuolemaan johtavia onnettomuuksia 60 % (Light Energy 2016). Tie- ja katuvalaistus edesauttavat myös esteettömän ympäristön toteuttamista. Valon haitallisiin vaikutuksiin kuuluu valaistavan alueen ulkopuolelle menevä häiriövalo, joka aiheuttaa epämukavuutta ja häiritsee oleellisen informaation näkyvyyttä (Tiehallinto 2006).

LED-pohjainen valaistustekniikka on yleistynyt viimeisten vuosien aikana mm. sen energiantehokkuuden, tasaisen valon laadun, erinomaisen värintoiston ja pitkän käyttöiän myötä. Ennustusten mukaan vuoteen 2030 mennessä, 90 % ulkovalaistuksesta on toteutettu LED-valonlähteillä. Samalla valaistuksen energiankulutuksen on arvioitu vähenevän puoleen nykyisestä (Light Energy 2016). Toinen trendi tie- ja katuympäristöjen valaistusratkaisuissa ovat älykkäät valaistusjärjestelmät. Älykäs tievalaistus optimoi automaattisesti valaistusolosuhteet huomioiden vallitsevat tie- ja liikenneolot, tienpinnan ominaisuudet ja lamppujen valovirran (Tiehallinto 2006).

Katu- ja tieympäristön valaistusolosuhteita määritetään luminanssiarvon (cd/m²) avulla. Yleisesti käytettyjä tunnuslukuja ovat koko ajoradan keskimääräinen luminanssiarvo Lm, ajoradan yleistasaisuuden arvo U0, kaistan pitkittäistasaisuuden arvo Ul, valaistusvoimakkuuden arvo E (lx), estohäikäisystä muuttuva kontrastinerotuskyvyn arvo TI (%) sekä ympäristön valaistuksen suhdeluku SR. Suhdeluku SR on ajoradan vieressä olevan puolen ajoradan levyisen kaistan valaistusvoimakkuus jaettuna lähimmän ajokaistan valaistusvoimakkuudella.



Kuva 1. *Tieympäristön valaistusolosuhteiden mallintamisen periaate hyödyntäen laserkeilausta ja luminanssikuvausta. Katuvalaistuksessa mitattua liikkuvan kartoitusjärjestelmän aineistoa.*
© Virtanen, Kurkela, Vaaja

Tie- ja katuympäristön valaistusolosuhteiden perinteisiä mittaustapoja ovat luminanssin pistemittaus sekä paikaltaan tapahtuva kuvantava luminanssimittaus. Tievalaistuksen suunnitteluohjeet eivät sinällään määrää mittaustapaa vaan pelkästään mittauspisteiden määrän ja sijainnit, sekä havaitsijan sijainnin (CEN 2015). Mittaustavoista pisteluminanssimittaus sopii vain pienimuotoiseen käyttöön, koska se on liian hidas tapa mitattaessa laajempia tieympäristöjä. Pääosin tieympäristön luminanssimittaukset tehdäänkin kuvantavalla luminanssimittarilla. Kuvantava luminanssimittari on käytännössä digitaalikamera, joka on kalibroitu siten, että sen tallentamat RGB-arvot voidaan tulkita luminanssiarvoina (cd/m²).

Valomittauksessa puhutaan ihmisen silmän herkkyyden perusteella fotooppisesta, eli päivänvalossa näkemisestä ja skotooppisesta eli hämäränäöstä. Näiden välissä sijaitsee mesooppinen luminanssialue. Mesoppisella luminanssialueella (0,005 - 5,0 cd/m²) näkeminen tapahtuu sekä fotooppisilla että skotooppisilla aistinsoluilla, eli tappi- ja sauvasoluilla (CIE 2010).

Tällä hetkellä Kansainvälisellä valaistuskomissiolla (CIE) on päämääränä luoda järjestelmä mesooppisen valaistusmitoituksen käyttöön ottamiseksi. Tappi- ja sauvasolut ovat herkkiä valon eri aallonpituuksille, joten mesoppinen valomittaus on monimutkaisempaa kuin fotooppinen tai skotooppinen valomittaus. Mesooppinen valomittaus ja valaistusmitoitus soveltuisivat hyvin juuri tievalaistukseen, sillä luminanssiarvot tie- ja katuympäristöissä ovat usein mesooppisia.

Yhtenä Light Energy -hankkeen tavoitteena oli kehittää menetelmiä tieympäristön valaistusolosuhteiden 3D-mittaamiseen ja mallintamiseen hyödyntäen laserkeilausta ja luminanssikuvausta (Kuva 1). Mittaukset toteutettiin yhdistämällä luminanssikuvaus sekä liikkuvaan että staattiseen laserkeilaukseen. Luminanssikuvaus toteutettiin tunnetulla valonlähteellä kalibroiduilla kameroilla.

Luminanssikalibrointi

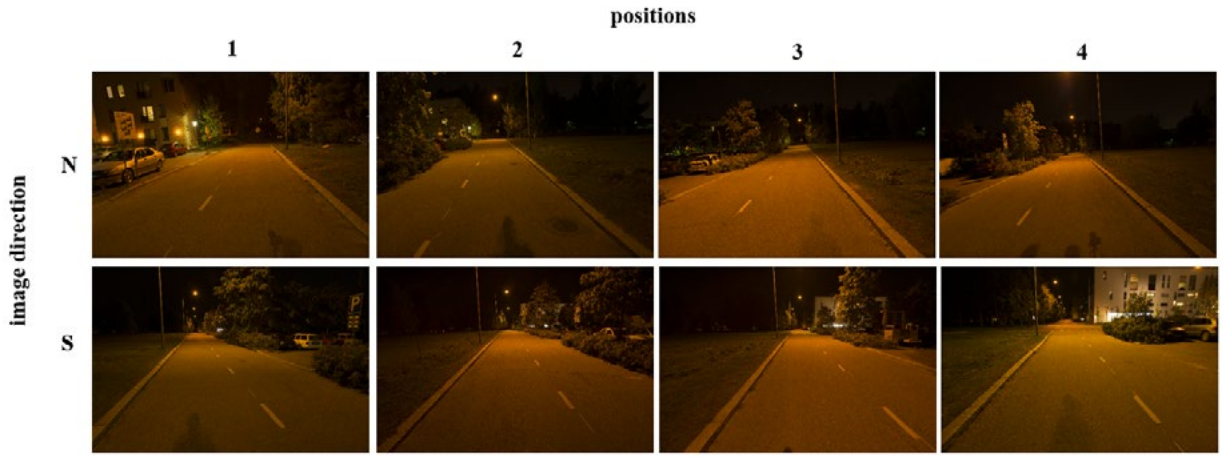
Digitaalista kameraa on käytetty luminanssimittauksiin jo yli vuosikymmenen ajan. Digitaalisten valokuvien käyttö tieympäristön valaistusmittauksiin vaatii sen, että raakakuvien pikseliarvot kalibroidaan tunnetulla luminanssilähteellä. 3D-pistepilven värjääminen luminanssikuvilla vaatii lisäksi kameran sisäisen geometrisen kalibroinnin ja kuvien linssivirheiden korjaamisen. Luminanssikalibroinnissa on olennaista, että kalibroimisessa käytetään samoja asetuksia kuin kenttäkuvauksissa. Käytännössä kalibroinnit toteutettiin pimeässä huoneessa tunnetulla standardiluminanssilähteellä, joka säädettiin vastaamaan valaistun tienpinnan luminanssitasoja. Tällä tavoin voidaan ratkaista kuvan RGB-arvojen suhde luminanssiarvoihin. Kalibroinnit toteutettiin erikseen sovittamalla kameran asetukset staattisen ja liikkuvan kuvauksen tarpeisiin. Staattiseen kuvaukseen kalibroituja kameroita olivat Nikon D800E, D5100, D5300 -järjestelmäkamerat. Liikkuvaan kuvaukseen kalibroitiin Nikon D800E järjestelmäkamera sekä Ladybug 3 ja 5 panoraamakamerat.

Luminanssikuvauksen yhdistäminen staattiseen maalaserkeilaukseen

Luminanssikuvauksen yhdistämistä staattiseen maalaserkeilaukseen testattiin yövalaistuksessa Espoon Otarannassa, jossa kohteena toimi kaksikaistainen noin 100 m pitkä ja 6 m leveä tieosuus. Tieosuudella oli korkeuseroa noin 1 m ja se oli valaistu viidellä tievalaisimella (suurpainenatrium valaisin 100 W), pylväsvälin ollessa 32 m ja korkeuden 10 m. Laserkeilausaineisto mitattiin Faro Focus 3D- laserkeilaimella, jonka aallonpituus on 905 nm ja joka käyttää vaihe-eroa etäisyyden mittaukseen. Laite mittaa ympäristöään maksimissaan 305° x 360° näkymällä etäisyyshavainnon

tarkkuuden ollessa ± 2 mm 25 metrin etäisyydellä. Otarannan testikohde laserkeilattiin neljältä asemapisteeltä, jotka sijaitsivat valaisinpylväiden välissä. Pistepilven resoluutiona käytettiin asetusta, jossa pisteväli on 6 mm 10 metrin etäisyydellä. Laserkeilaukset georeferoitiin ETRS-TM35 koordinaatistoon hyödyntäen tähyspalloja ja niistä VRS-GNSS menetelmällä mitattuja koordinaatteja. Kokonaisuudessaan Otarannan testialueen laserkeilausaineisto sisälsi 73 miljoonaa pistettä.

Otarannan tieympäristön valaistusolosuhteiden mittaamista ja mallintamista varten testikohde kuvattiin laserkeilauksen kanssa samoista asemapisteistä tien molempiin suuntiin (Kuva 2) Nikon D800E kameralla. Kuvan näkymä pyrittiin saamaan vastaamaan autoilijan näkymää. Kameran asetukset olivat, aukko 5.6, valotusaika 8 sekuntia ja ISO 100. Kuvat pyrittiin ottamaan olosuhteissa, joissa tien valaistus pysyisi mahdollisimman vakiona eri kuvien välillä.

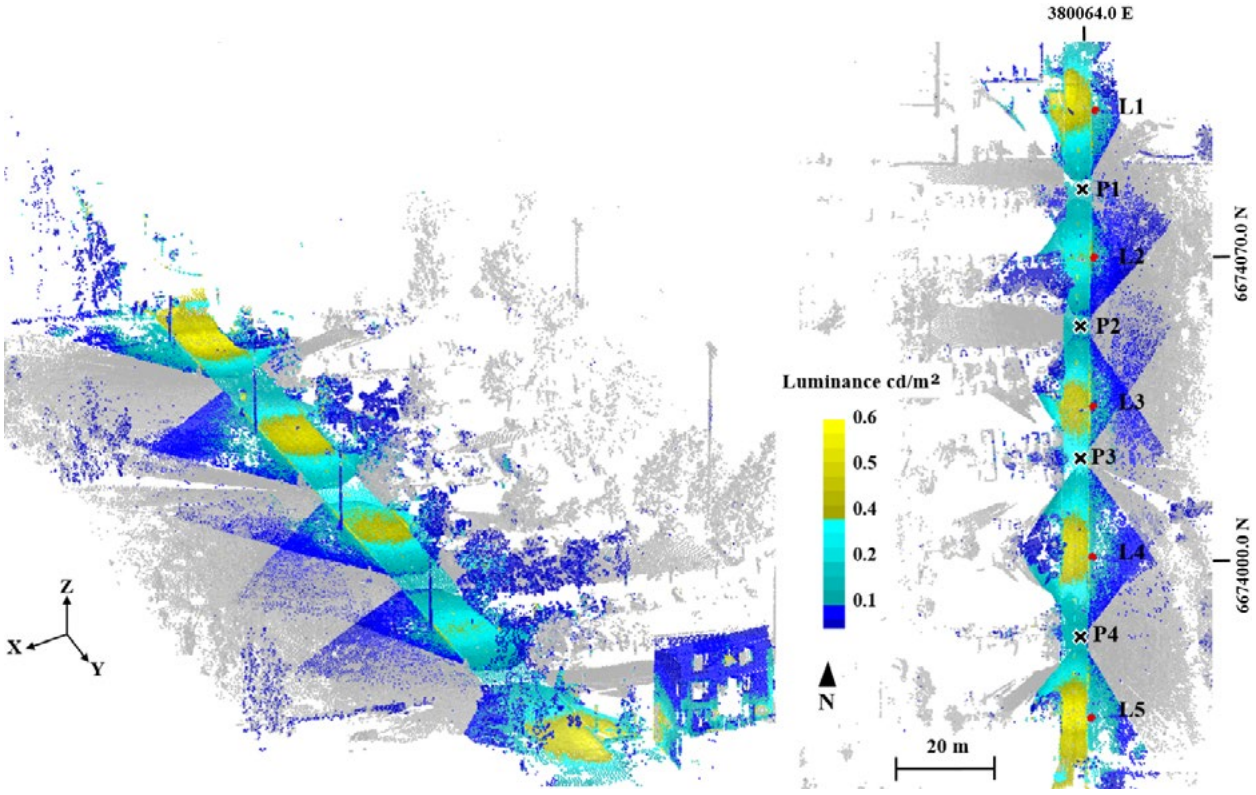


Kuva 2. *Otarannan valaistusolosuhteiden mittaamista ja mallintamista varten otetut kuvat. Kuvat otettiin neljältä asemapisteeltä tien molempiin suuntiin, etelään ja pohjoiseen. (Vaaja ym. 2015)*

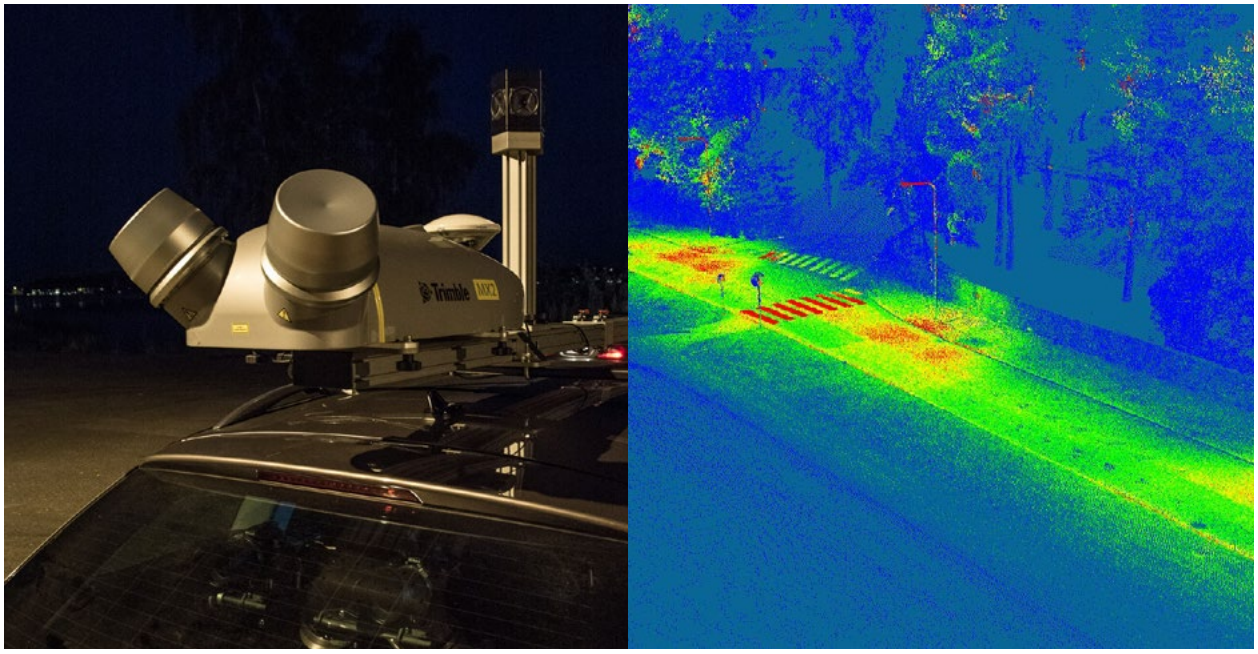
Staattisen maalaserkeilauksen ja luminanssikuvauksen yhdistämiseksi molemmat aineistot rekisteröitiin samaan koordinaatistoon. Otarannan aineistoilla yhdistäminen tapahtui määrittämällä RGB-kuvien ja maalaserkeilauksen intensiteettikuvien keskinäinen orientointi hyödyntämällä vastinpisteitä katumaalauksesta ja tiekiveyksestä. Orientoinnin jälkeen RGB-kuvat korvattiin kalibroiduilla luminanssikuvilla, jolloin maalaserkeilauksen pistepilvet voitiin värjätä luminanssiarvoilla (Kuva 3).

Luminanssikuvauksen yhdistäminen liikkuvaan laserkeilaukseen

Luminanssikuvauksen yhdistämistä liikkuvaan laserkeilaukseen testattiin Helsingin Munkkiniemenrannassa, jossa koetyö toteutettiin yövalaistuksessa kaksikaistaisella noin yhden kilometrin pituisella tieosuudella (Kuva 4). Aineisto mitattiin Trimblen MX2-mobiilikartoitusjärjestelmällä. Laitteistoon kuului panoraamakamera (Ladybug 3), kaksi laserkeilainta (SLM 250) ja paikannusjärjestelmä (Trimble AP20 GNSS-Inertial System). Tieosuus kartoitettiin molempiin suuntiin, jolloin aineistoa kerättiin noin 10 minuutin ajan. Laitteiston valmistelut ja paikannusjärjestelmän alustus huomioiden mittaus kohteessa kesti noin 30 minuuttia. Laserkeilausaineistoa kohteesta kertyi noin 40 miljoonaa pistehavaintoa. Panoraamakamera oli asetettu ottamaan kuvia kahden sekunnin välein.



Kuva 3. *Otarannan tieympäristö esitettynä 3D-luminanssipistepilvenä. Harmaita pisteitä ei ole värjätty luminanssiarvoilla. Valaisimien (L1-L5) ja mittausasemien (P1-P4) sijainnit ovat esitetty oikeassa kuvassa. (Vaaja ym. 2015)*



Kuva 4. *a) Trimble MX2-mobiilikartoitusjärjestelmä b) Munkkiniemenrannasta tuotettu 3D-luminanssipistepilvi.*

Aineiston jälkikäsittelyssä kartoitusjärjestelmän paikannusratkaisu ja mittausreitti laskettiin Applanix POSPac MMS -ohjelmalla luomalla VRS-tukiasemaverkko mittausalueen ympärille. Laserkeilaimien tuottamat mittaukset yhdistettiin paikannusratkaisuun Trimblen Trident -ohjelmassa, jossa mittaushavainnoille yhdistettiin myös RGB-arvot panoraamakameran ottamista kuvista. Panoraamakameran luminanssikalibroinnin avulla jokaiselle mittauspisteelle laskettiin lopuksi luminanssiarvo (cd/m^2).

Yhteenveto

Katu- ja tievalaistuksen 3D-mittaus ja mallinnus parantavat mahdollisuuksia arvioida tievalaistuksen heijastumista tienpinnasta, erottaa ympäristöstä tulevia häikäiseviä valoja, tunnistaa varjostavat kohteet, arvioida näkyvyysolosuhteita sekä vertailla erilaisten valaistusjärjestelmien suorituskykyä tieympäristön valaisemiseksi. Lisäksi laserkeilausmenetelmät mahdollistavat tieympäristön yksityiskohtaisen mallintamisen, jolloin aineistosta voidaan tunnistaa automaattisesti tiemerkinnät, kiveykset, pylväät, liikennemerkit ja opasteet. Aalto-yliopiston Light Energy – projektissa kehitettiin kaksi menetelmää liikenneympäristöjen valaistusolosuhteiden 3D-mittaamiseen. Menetelmät olivat luminanssikuvauksen yhdistäminen staattiseen maalaserkeilaukseen sekä yhdistäminen liikkuvaan laserkeilaukseen. Tällä tavoin katu- ja tieympäristöistä kyettiin tuottamaan 3D-luminanssipistepilviä rajatulla valaistustasolla. Kameroiden asetukset säädettiin kuvaamaan matalia valaistustasoja, jolloin aineistoja hyödynnettiin erityisesti tienpinnan luminanssiarvojen määrittämiseen.

Kiitokset

Kiitämme tutkimustyön rahoittajia: Suomen Akatemia (Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikkö ja STN-Combat), Aalto-yliopisto Light Energy – Efficient and Safe Traffic Environments Aalto Energy Efficiency (AEF) tutkimusohjelma, EAKR Soludus ja 6aika AKAI.

Lähteitä ja kirjallisuutta

CEN 2015. CEN/TR 13201-1. Road lighting - Part 1: Guidelines on selection of lighting classes. Technical Report, European Committee for Standardization, Brussels, 2015

CIE 2010. Commission Internationale de l'Eclairage. Recommended System for Mesopic Photometry Based on Visual Performance; CIE Publication 191: Vienna, Austria, 2010; p. 79.

Ekrias, A., Eloholma, M., Halonen, L., Song, X.J., Zhang, X., Wen, Y. Road lighting and headlights: Luminance measurements and automobile lighting simulations. Build. Environ. 2008, 43, 530–536.

Fryer, J.G.; Brown, D.C. Lens distortion for close-range photogrammetry. Photogramm. Eng. Remote Sens. 1986, 52, 51–58

Hiscocks, P.D.; Eng, P. Measuring Luminance with a Digital Camera: Case History. http://www.ee.ryerson.ca:8080/~phiscock/astronomy/light-pollution/luminance-case-history.pdf

Light Energy 2016. Light Energy – Efficient and Safe Traffic Environments. Aalto yliopisto. Projektin nettisivu: http://www.lightinglab.fi/LightEnergy/ (Viitattu 27.9.2016)

Maksimainen, M. 2016. Adaptation luminance in a road lighting environment: analysis of non-uniform luminance distribution. Aalto University publication series DOCTORAL DISSERTATIONS, 172/2016, p. 58 + app. 80.

Meyer, J.E., Gibbons, R.B., Edvards, C.J. 2009. Development and Validation of a Luminance Camera, Final Report; Virginia Tech Transportation Institute: Blacksburg, VA, USA, 2009.

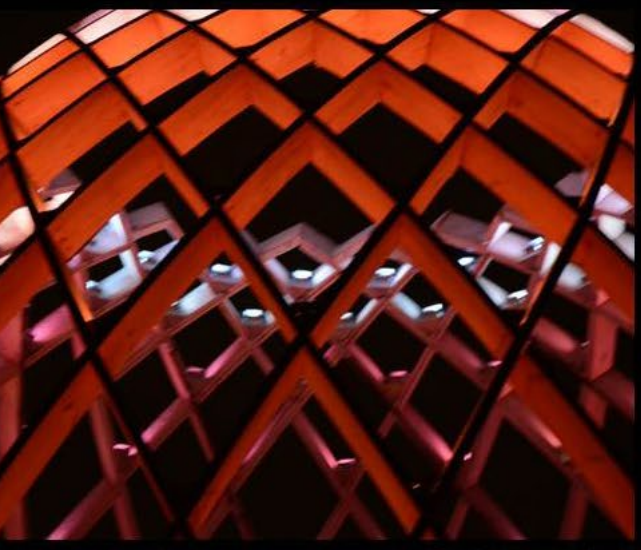
Rönnholm, P., Honkavaara, E., Litkey, P., Hyyppä, H., Hyyppä, J. 2007. Integration of laser scanning and photogrammetry (Key-note). Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. 2007, 36, 355–362.

Tiehallinto, 2006. Tievalaistuksen suunnittelu, suunnitteluvaiheen ohjaus. 130 s. Viitattu 27.9.2016.
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf

Vaaja, M.T., Kurkela, M., Virtanen, J.P., Maksimainen, M., Hyyppä, H., Hyyppä, J. and Tetri, E. 2015. Luminance-Corrected 3D Point Clouds for Road and Street Environments. Remote Sensing, 7(9), pp.11389-11402.

Wüller, D., Gabele, H. 2007. The usage of digital cameras as luminance meters. Proc. SPIE 2007.

BIG BOSS



Laserkeilausmenetelmien soveltuvuus jokiympäristöjen mallinnukseen

Matti T. Vaaja[1], Matti Kurkela[1], Hannu Hyyppä[1], Antero Kukko[1,2], Harri Kaartinen[2], Anttoni Jaakkola[2], Elina Kasvi[3], Eliisa Lotsari[4], Juho-Pekka Virtanen[1], Ninni Saarinen[5], Marika Ahlavuo[1,6], Mikko Vastaranta[5], Markus Holopainen[5], Johanna Jalonen[1], Juha Järvelä[1] Petteri Alho[3], Juha Hyyppä[2]

[1]Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu,
[2]Paikkatietokeskus, Maanmittauslaitos, FGI
[3]Turun yliopisto
[4]Itä-Suomen yliopisto
[5]Helsingin yliopisto
[6]Humanistinen ammattikorkeakoulu, Humak

Tiivistelmä
Laserkeilausaineistojen käyttö virtavesien tutkimuksessa on lisääntynyt nopeasti viime vuosina. Perinteisesti virtavesiin liittyviä prosesseja on mallinnettu maastonmuotojen poikkileikkauksien ja virtausmittausten avulla. Laserkeilausmenetelmät ovat tuoneet mahdollisuuden kerätä alueellisia aineistoja entistä suuremmalla resoluutiolla ja tehokkuudella. Laserkeilauksella tuotettuja maanpinnan korkeusmalleja, muutostulkintamalleja ja kasvillisuuden kohdemalleja käytetään muun muassa tulva-alueiden ja -riskien kartoitukseen, jokidynamiikan ja geomorfologian tutkimuksiin sekä sedimentti- ja habitaattimallinnuksiin.

Johdanto

Laserin käyttöä maastonmuotojen kartoituksessa käynnistettiin ensimmäisen kerran 1960-luvulla. Paikannuslaitteisto yhdistettiin sotilaskäyttöiseen ilmalaserkeilauslaitteistoon 1980-luvulla. Ensimmäinen kaupallinen ilmalaserkeilausjärjestelmä tuli markkinoille vuonna 1994. Markkinoille alkoi tulla 2000-luvulla myös maalaserkeilaimia. Maan pinnalla liikkuvat laserkeilausjärjestelmät yleistyivät myös vähitellen. Nykyisin laserkeilausjärjestelmä voidaan asentaa lähes mihin tahansa liikkuvan kulkuneuvoon monipuolisia ja vaativiakin kartoitustehtäviä varten.

Maastonmuotojen yksityiskohtainen geometria on tärkeä lähtötieto monissa ympäristötutkimuksissa, kuten jokivarsien tulvariskien arvioinnissa ja eroosion havaitsemisessa. Viime vuosina liikkuvaa laserkeilausta ja muita laserkeilausmenetelmiä on hyödynnetty yhä enemmän keräämään kolmiulotteista tietoa sekä rakennetuista että luonnon ympäristöistä. Liikkuva laserkeilaus on mittaustekniikka, joka käyttää kohteiden kolmiulotteiseen kartoittamiseen lasersäteen etäisyyshavaintoja, satelliittipaikannusjärjestelmiä ja tarkkoja asennon mittausjärjestelmiä. Mittausjärjestelmä voidaan joustavasti asentaa erilaisiin kulkuneuvoihin eri tarkoituksia varten. Teknologian kehitys on myös tuonut markkinoille entistä kevyempiä laitteistoja, mikä on mahdollistanut myös henkilökohtaisen liikkuvan laserkeilauksen.

Liikkuvan laserkeilauksen soveltuvuudesta jokiympäristöjen kartoitukseen ja mallinnukseen on tehty viime vuosina lukuisia tutkimuksia. Erityisesti liikkuvalla laserkeilauksella kerätyt yksityiskohtaiset maanpintamallit ja muutostulkintamallit tuottavat merkittävää ja yksityiskohtaista aineistoa erilaisten luonnonprosessien analysointiin (Alho ym. 2009, Vaaja ym. 2011, Flener ym. 2013, Kasvi ym. 2013, Lotsari ym. 2014). Tutkimuksissamme liikkuvaa laserkeilausta on hyödynnetty myös kasvillisuuden luokitteluun, muutosten havaitsemiseen ja rakenteen mallintamiseen (Saarinen ym. 2013, Jalonen ym. 2015), joen rantaviivan tunnistamiseen (Vaaja ym. 2013), kivien raekoon mallintamiseen sekä jäälauttojen ja kivien liikkeiden vuorovaikutuksen seuraamiseen (Wang ym. 2013, Lotsari ym. 2015). Veneestä mitattujen laserkeilausaineistojen automaattisia käsittelymenetelmiä on myös tutkittu virhepisteiden suodattamiseksi sekä maaston ja kasvillisuuden pisteiden luokittelemiseksi (Vaaja ym. 2013). Muita tutkimusaiheitamme ovat olleet myös vihreän aallonpituuden hyödyntäminen pohja topografian mittauksessa sekä fotogrammetrisilla menetelmillä tuotetut pistepilvet niin maan päältä kuin veden altakin.

Tutkimusalueet

Jokiympäristötutkimuksiemme yhtenä tärkeimpänä testikenttänä on toiminut Pohjois-Lapissa sijaitseva Pulmankijoki, jossa laserkeilausaineistoja on kerätty vuosittain vuodesta 2008 lähtien noin viiden kilometrin jokiosuudelta. Pohjois-Lapin muut tutkimusalueemme ovat sijainneet Tenojoen ja Utsjoen varressa. Lisäksi muita tutkimuskohteitamme ovat olleet mm. Uskelanjoki, Espoonjoki, Imatranpuro, Rekijoki ja Sipoossa sijaitsevia jokia. Tutkimusalueemme valikoituu usein sen mukaan, että joet ovat luonnontilassa ja jokidynamiikan tiedetään olevan niin voimakasta, että vuotuisilla kartoituksilla päästään kiinni joen geometrian muutoksiin tarkan 3D-kartoituksen avulla. Yhtenä haasteena ovat myös alle metrin syvyiset matalat vesialueet, joissa pohjanmuotojen kartoitukseen ei vielä ole löydetty riittävän tehokkaita ja luotettavia kartoitusmenetelmiä. Myös jokiympäristöjen rakennelmat, kuten sillat, padot sekä jäitä rikkovat ja ohjaavat rakennelmat aiheuttavat muutoksia, joita voidaan seurata laserkeilaamaalla sekä fotogrammetrisilla kuvauksilla. Uutena mahdollisuutena menetelmien testaukseen ja kehittämiseen on myös Aalto-yliopistossa toimiva vesikouru.

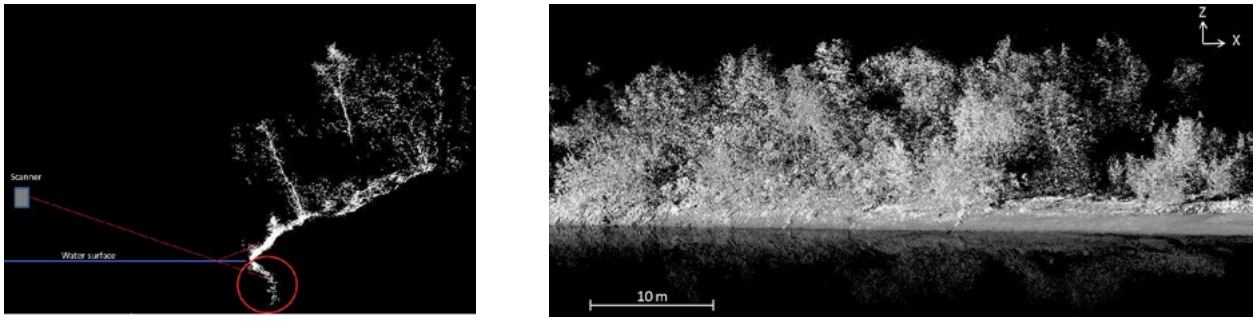
Mittausmenetelmät

Jokiympäristöjen tutkimuksissamme laserkeilausmittauksia on hyödynnetty usealta eri alustalta. Kolmijalan päältä tapahtuvaa maastolaserkeilausta on hyödynnetty referenssiaineistojen keräykseen. Lisäksi on testattu joen pohjan topografian mittausta mittausta vihreän valon aallonpituudella. Liikkuva laserkeilaus toteutettiin ensiksi veneeseen asennetulla laitteistolla, jolloin aineistoa täydennettiin maitokärryyn asennetulla laitteistolla. Jatkokehityksen myötä jokisärkkiä ja rantapenkkoja on mitattu myös selkäreppuversiolla. Viime vuosina markkinoille on tullut useita keveitä ja pienikokoisia 2D-keilaimia, jotka ovat mahdollistaneet myös miehittämättömien lennokkien käytön mittausalustana.

Liikkuvassa laserkeilauksessa käytetään nk. suorapaikannusmenetelmää, jossa järjestelmän orientointiparametrit mittaushetkellä määritetään paikannussatelliittien ja inertiamittauksen avulla. Laserkeilaimen mittaukset synkronoidaan paikannustietoon aikamerkkien avulla. Ennen mittauksia laitteisto täytyy kalibroida, jolloin määritetään kartoitusjärjestelmään kuuluvien sensoreiden asennot suhteessa inertiamittausyksikköön. Kohteen maastokoordinaatit määritetään jälkilaskentana, laserkeilaimen etäisyyshavaintojen, kalibrointitietojen, aikaleimojen ja paikannustiedon avulla.

Monitieheijastuksia ja rantaviivan tunnistusta

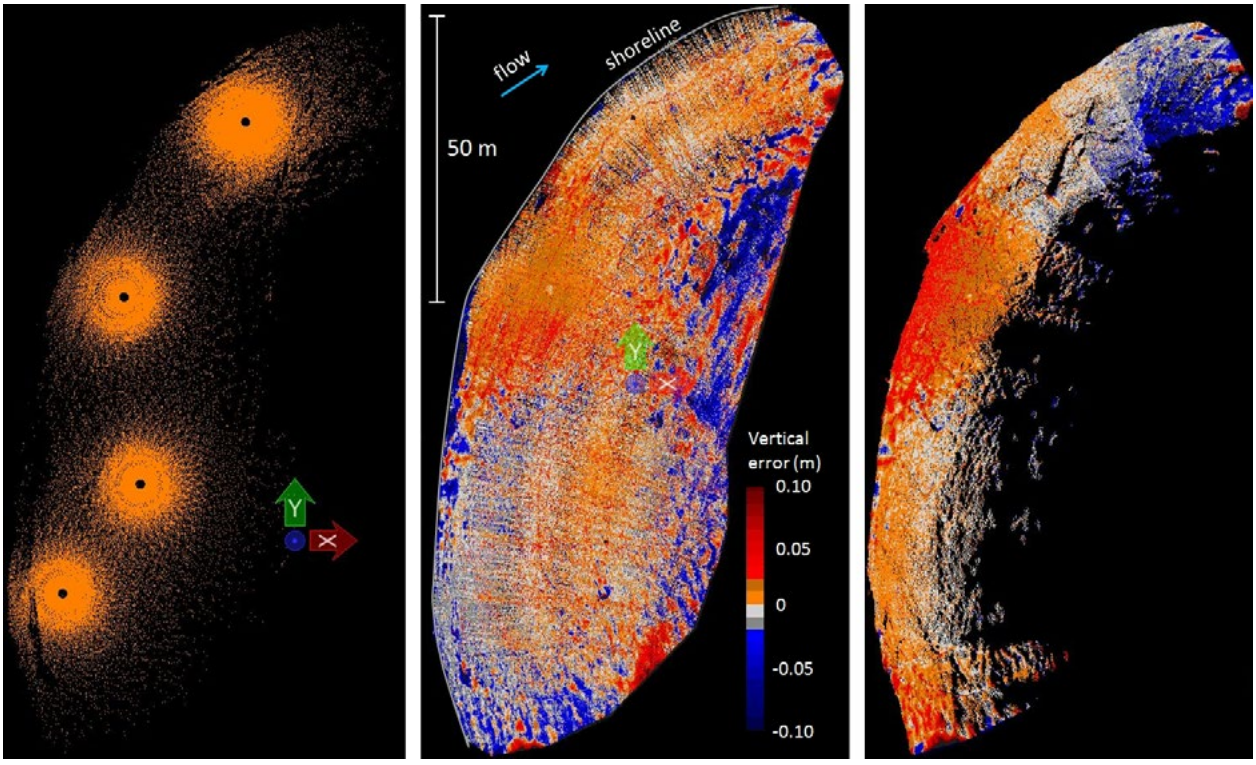
Liikkuvan laserkeilausaineiston ominaisuudet jokiympäristössä ovat osoittaneet, että aineiston käsittelyssä on tärkeää kiinnittää huomiota myös vedenpinnasta heijastuneisiin havaintoihin (Kuva 1). Aineistoon syntyy niin kutsuttuja monitieheijastuksia, kun lasersäde heijastuu rannan läheisyydessä vedenpinnasta maastoon. Aineistosta tuotettuun maastomalliin voi syntyä suuria virheitä, mikäli näitä monitieheijastuksia ei poisteta aineistosta. Aineiston ominaisuuksia on tutkittu myös rantaviivan tunnistamisessa, jolloin intensiteetin muutos todettiin olevan sopiva piirre aineistossa rantaviivan erottamiseksi.



Kuva 1. *Veden pinta aiheuttaa monitieheijastuksia, kun lasersäde heijastuu rannan läheisyydessä vedenpinnasta maastoon. (Vaaja 2014)*

Maanpintamallien laatu liikkuvalla laserkeilauksella

Liikkuvalla laserkeilauksella tuotetun maanpintamallin laatua on tutkittu vertaamalla aineistoa staattisen maalaserkeilaimen mittauksiin (Vaaja 2014). Koetyössä valmistettiin jokisärkän maanpintamalli sekä venelaserkeilausaineistosta että selkäreppulaserkeilausaineistosta (Kuva 3). Tulokset osoittavat, että reppulaserkeilausaineiston havainnoista 73 %:lla korkeusvirhe oli pienempi kuin 2 senttimetriä. Veneaineistolle vastaava lukema oli 79 %. Kaikki havainnot huomioiden voidaan sanoa, että korkeusvirheet pysyivät hyvin alle 5 senttimetrin tasolla.



Kuva 2. *Esimerkki liikkuvan laserkeilausaineiston laadusta maanpinnan kartoituksessa. Ensimmäisessä kuvassa on esitetty maalaserkeilauksella kerätty referenssiaineisto. Toinen esittää selkäreppukeilausaineiston korkeusvirheitä, kun aineistoa on verrattu maalaserkeilaimen referenssiin. Kolmas kuva näyttää vastaavan vertailun venelaserkeilausaineistolle. (Vaaja 2014)*

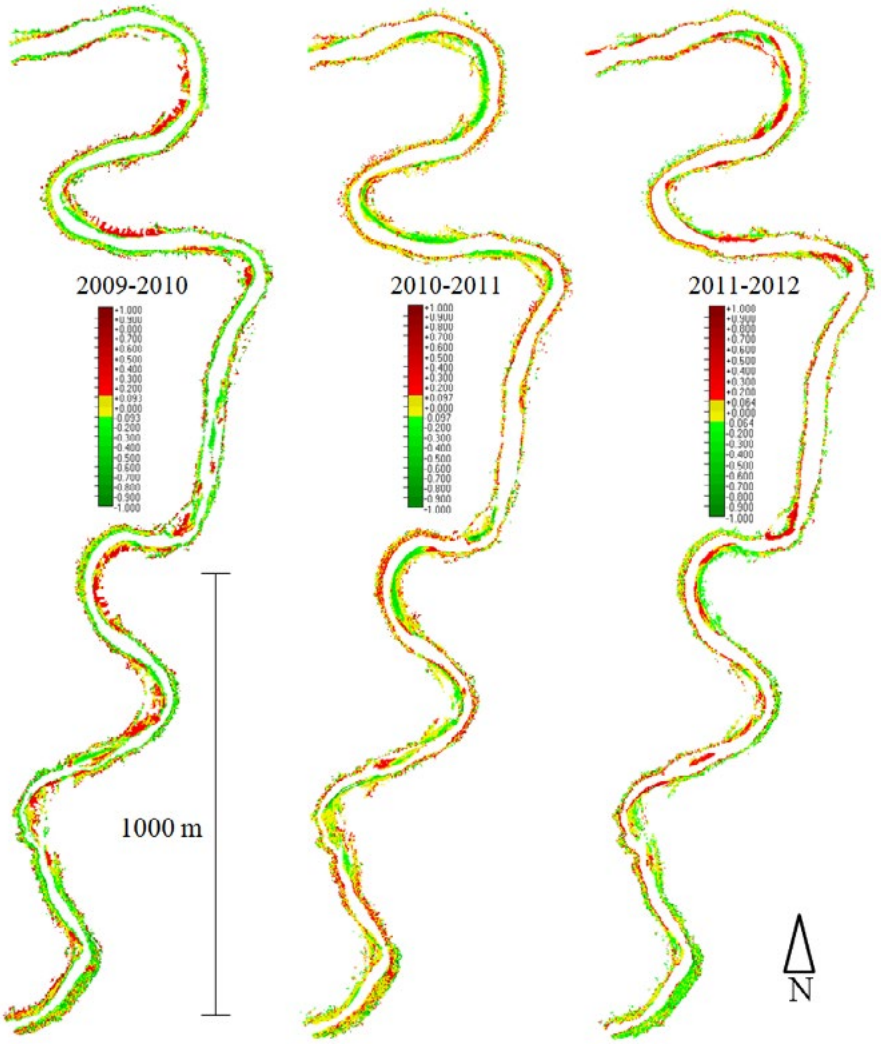
Maanpinnan luokittelu on myös yksi olennaisimmista tehtävistä laserkeilausaineistojen käsittelyssä ympäristötutkimuksissa. Luokittelun laatua tutkittiin käyttämällä jyrkän jokitörmän mittauksia, kun maanpinnan pisteet luokiteltiin venelaserkeilausaineistosta Axelssonin (2000) kehittämällä menetelmällä (Vaaja ym. 2013). Luokittelu saavutti 90 % tarkkuuden, kun tuloksia verrattiin manuaaliseen luokitteluun.

Muutostulkinta

Muutostulkintamenetelmät vaihtelevat tarkasteltavan kohteen mukaan. Muutostulkintaa voidaan tehdä vertailemalla alkuperäisiä laserpistepilviä tai jonkin arvon mukaisia pistepilviä, laskemalla eroja kasvillisuuden biomassoista sekä vertailemalla kohdemalleja ja laskemalla eroja pin-

tamalleista. Pintamallien erotuksiin perustuva havainnointi on ympäristötutkimuksissa käytetyin menetelmä (Kuva 4). Menetelmä ei kuitenkaan toimi jos pinnan geometria on pystysuuntainen. Tällöin muutoksia voidaan laskea pinnan normaalin suunnassa.

Muutostulkintamallien avulla voidaan paljastaa tulvien alaiset eroosio- ja kasautumisalueet visualisoimalla maanpinnan korkeuseroja. Pintamallien erotuksella saamme tietoon myös muutosvolyymit. Muutostulkinnassa on tärkeää huomioida mittausten virhelähteet ja erottaa virheet todellisista muutoksista. Jokivarren maanpinnan vuosittaisia korkeusmuutoksia voidaan havaita 6 - 10 senttimetrin tarkkuudella, kun käytetään 95 %:n luottamustasoa (Lotsari ym. 2014; Vaaja ym. 2014).



Kuva 3. *Pintamallien erotuksiin perustuva muutostulkinta paljastaa tehokkaasti jokivarren eroosio- ja kasautumisalueet. (Vaaja 2014)*

Syvyystietojen ja pohjan topografian kartoitus laserkeilauksella

Syvyystietojen ja pohjan topografian kartoittaminen laserkeilaamalla vaatii erittäin hyvät optiset olosuhteet. Lisäksi vedenalaisiin mittauksiin liittyy useita virhetekijöitä, eivätkä useimmat laserkeilaimien aallonpituudet ole optimaalisia syvyystietojen mittaamiseen. Laserkeilauksella syvyystietojen kartoitusta on tehty lentokoneesta vettä läpäisevällä vihreän aallonpituuden laserilla. Sitä on käytetty kirkasvetisten rannikkoalueiden kartoitukseen muutamien kymmenien metrien syvyyksiin asti, mutta toistaiseksi menetelmän tuottaman pistepilven laatu sopii vain rajoitetusti jokiympäristötutkimuksiin heikon pistetiheyden ja veden sameuden vuoksi. Myös vihreän aallonpituuden maalaserkeilauksista on julkaistu ensimmäisiä tutkimustuloksia alle yhden metrin syvyydeltä kartoitetuista pohjanmuodoista (Smith ym. 2012). Potentiaalinen menetelmä voisi olla vihreän laserin käyttö UAV-lennokilla. Käytetyimpiä menetelmiä tähän asti ovat kuitenkin olleet kaikuluotausmittaukset, jotka voidaan yhdistää maanpäällisiin laserkeilausaineistoihin. Tällöin ongelmana on ollut rannan läheisyydessä olevien matalien syvyyksien saavutettavuus. Lisäksi kirkkaissa vesissä syvyystietojen kartoitukseen on hyödynnetty ilmakuvia, jos uoman pohja näkyy kuvissa (Flener ym. 2013).

Kasvillisuuden luokittelu ja mallintaminen

Kasvillisuus vaikuttaa merkittävästi veden virtaukseen jokiympäristöissä. Se toimii myös eroosiosuojana jokivarsien penkereillä. Vuodenaika vaikuttaa myös huomattavasti kasvillisuuden määrään ja sen aiheuttamaan virtausvastukseen. Jalosen ym. (2015) tutkimuksessa osoitettiin, että maalaserkeilausaineistoja voitiin hyödyntää kasvillisuuden mallinnukseen. Työssä puuvartista kasvillisuutta mallinnettiin vokselimenetelmällä ja ruohovartista kasvillisuutta korkeusjakauman perusteella. Molemmilla mallinnusmenetelmillä havaittiin olevan lineaarinen yhteys perinteisesti mitattujen puu- ja lehtipinta-alojen kanssa. Kehitetyllä menetelmällä saatiin myös määritettyä kasvillisuuden tiheys eri vedenkorkeuksilla.

Liikkuvan laserkeilauksen soveltuvuutta on myös tutkittu Pulmankijokivarren kasvillisuuden luokitteluun ja muutosten seurantaan (Saarinen ym. 2013). Luokittelussa hyödynsimme laserkeilausaineistosta laskettuja tunnuslukuja kasvillisuuden tiheydestä ja korkeudesta. Luokittelutarkkuus oli 73 %, kun kasvillisuus luokiteltiin neljään luokkaan.

Yhteenveto ja jatkokehitys

Jokiympäristöissä laserkeilausmenetelmiä hyödynnytetään etenkin maantieteen alaan liittyvissä virtavesitutkimuksissa sekä vesiteknisissä seuranta- ja mallinnussovelluksissa. Erityisesti liikkuvalla laserkeilauksella kerätyt aikasarjat tuottavat merkittävän ja yksityiskohtaisen aineiston erilaisten luonnonprosessien analysointiin. Jokiympäristöissä tehdyt tutkimukset osoittavat, että maanpinnan vuosittaisia korkeusmuutoksia voitiin havaita 6 - 10 senttimetrin tarkkuudella, kun käytettiin 95 %:n luottamustasoa. Tulvatasanteiden maastomallien korkeusvirheet pysyivät pääosin alle 2 senttimetrin tasolla. Liikkuvassa laserkeilauksessa on tärkeä ottaa huomioon, että korkean tarkkuuden mittaukset edellyttävät hyvää satelliittien näkyvyyttä, asianmukaista järjestelmäkalibrointia ja referenssimittauksia.

Jokiympäristön monimuotoisuus asettaa laserkeilausmenetelmille myös haasteita. Lisätutkimusta tarvitaan erilaisista kasvillisuuden mallinnusmenetelmistä, muutostulkintamenetelmistä, erilaisten aineistojen yhdistämisestä sekä maanpinnan kartoituksesta kasvittuneilla alueilla. Jatkotutkimuksissa tulee selvittää myös tarkemmin liikkuvan laserkeilauksen soveltuvuus syvyystietojen kartoitukseen jotta uoman pohjan muodot voidaan liittää vedenpinnan yläpuolisiin maas-

tomalleihin. Myös optimaalisen pistetiheyden määrittäminen on oleellista, kun maastomalleja ja muutostulkintamalleja tuotetaan laajoilta alueilta.

Kiitokset

Liikkuvan laserkeilauksen soveltuvuus jokiympäristöjen kartoitukseen ja mallinnukseen aloitettiin vuosina 2009 – 2012 toimineessa Tekesin GIFLOOD-hankkeessa. Jokialueelle soveltuvaa liikkuvaa laserkeilausjärjestelmää ja -menetelmiä (engl. Mobile Laser Scanning, MLS) on kehitetty Paikkatietokeskuksen, Aalto-yliopiston Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutin sekä Turun yliopiston maantieteen laitoksen yhteistyönä. Nykyisin kehitystyö jatkuu osana laserkeilauksen huippuyksikön (Centre of Excellence in Laser Scanning Research) ja COMBAT-projektin (Suomen Akatemia) tutkimuksia.

Lähteet ja kirjallisuutta

Alho, P., Kukko, A., Hyyppä, H., Kaartinen, H., Hyyppä, J., Jaakkola, A. 2009. Application of boat-based laser scanning for river survey. Earth Surface Processes and Landforms, 34(13), pp.1831-1838.

Axelsson, P. 2000. DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens, 33, 111–118.

Flener, C., Vaaja, M., Jaakkola, A., Krooks, A., Kaartinen, H., Kukko, A., Kasvi, E., Hyyppä, H., Hyyppä, J., Alho, P. 2013. Seamless mapping of river channels at high resolution using mobile LiDAR and UAV-photography. Remote Sensing, 5(12), pp.6382-6407.

Jalonen, J., Järvelä, J., Virtanen, J.P., Vaaja, M., Kurkela, M., Hyyppä, H. 2015. Determining characteristic vegetation areas by terrestrial laser scanning for floodplain flow modeling. Water, 7(2), pp.420-437.

Kasvi, E., Vaaja, M., Alho, P., Hyyppä, H., Hyyppä, J., Kaartinen, H., Kukko, A. 2013. Morphological changes on meander point bars associated with flow structure at different discharges. Earth Surface Processes and Landforms, 38(6), pp.577-590.

Lotsari, E., Vaaja, M., Flener, C., Kaartinen, H., Kukko, A., Kasvi, E., Hyyppä, H., Hyyppä, J., Alho, P. 2014. Annual bank and point bar morphodynamics of a meandering river determined by high-accuracy multitemporal laser scanning and flow data. Water Resour. Res., 2014, 50.

Lotsari, E., Wang, Y., Kaartinen, H., Jaakkola, A., Kukko, A., Vaaja, M., Hyyppä, H., Hyyppä, J., Alho, P. 2015. Gravel transport by ice in a subarctic river from accurate laser scanning. Geomorphology, 246, pp.113-122.

Saarinen, N., Vastaranta, M., Vaaja, M., Lotsari, E., Jaakkola, A., Kukko, A., Kaartinen, H., Holopainen, M., Hyyppä, H., Alho, P. 2013. Area-Based Approach for Mapping and Monitoring Riverine Vegetation Using Mobile Laser Scanning. Remote Sensing, 5, 10, 5285-5303.

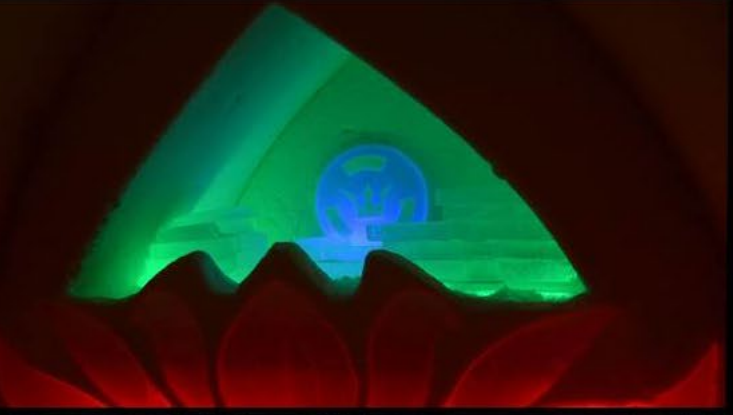
Smith, M., Vericat, D., Gibbins, C. 2012. Through□water terrestrial laser scanning of gravel beds at the patch scale. Earth Surf. Process. Landf., 37, 411–421.

Vaaja, M., Kurkela, M., Hyyppä, H., Alho, P., Hyyppä, J., Kukko, A., Kaartinen, H., Kasvi, E., Kaasalainen, S., Rönnholm, P. 2011. Fusion of Mobile Laser Scanning and Panoramic Images for Studying River Environment Topography and Changes. ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 3812, pp.319-324.

Vaaja, M., Kukko, A., Kaartinen, H., Kurkela, M., Kasvi, E., Flener, C., Hyyppä, H., Hyyppä, J., Järvelä, J., Alho, P. 2013. Data processing and quality evaluation of a boat-based mobile laser scanning system. Sensors, 13(9), pp.12497-12515.

Vaaja, M.T. 2014. Feasibility of mobile laser scanning for mapping and monitoring a riverine environment. Doctoral dissertation, Aalto University.

Wang, Y., Liang, X., Flener, C., Kukko, A., Kaartinen, H., Kurkela, M., Vaaja, M., Hyyppä, H., Alho, P. 2013. 3D modeling of coarse fluvial sediments based on mobile laser scanning data. Remote Sensing, 5(9), pp.4571-4592.



Innovaatioryhmä 2016

Hannu Hyyppä, professori, TkT, on toiminut vuodesta 2014 Aalto-yliopistossa professorina. Hän toimii Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutin ja Suomen Akatemian laserkeilaustutkimuksen huippuyksikön vetäjänä Aalto-yliopistossa. Tutkimusteemoja: tietomallintaminen ja virtuaaliset oppimisympäristöt, rakennus- ja maanmittausalan ict- ja knowlegde management-mallit. Julkaisutoiminta: noin 370 julkaisua. H-Indeksi (Google Scholar) 36, (WoS/ISI) 20.

Marika Ahlavuo, kulttuurituottaja, joka toimii tiedetuottajana ja koordinaattorina Aalto-yliopistossa Suomen Akatemian laserkeilaustutkimuksen huippuyksikössä Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutissa ja sivutoimisena tiedetuottajana Humakissa. Osaamista: knowledge management-orkestrointi, tieto- ja osaamisresurssien tunnistaminen ja verkottaminen, tieteen popularisointi kansalaisille ja päättäjille sekä koordinointi. Yli 120 julkaisua pääasiassa johtamisen, geoinformatiikan, rakentamisen, kulttuurin, osaamisen ja oppimisen sekä tietovirtojen että 3D:n aloilta.

Juha Hyyppä, professori, TkT, Paikkatietokeskuksessa kaukokartoituksen ja fotogrammetrian osaston vetäjä. Hän toimii Suomen Akatemian laserkeilaustutkimuksen huippuyksikön vetäjänä. Huippuyksikköön kuuluu Paikkatietokeskuksen lisäksi Oulun ja Helsingin yliopistot ja Aalto-yliopisto. Hänellä on lukuisia laserkeilaukseen liittyviä patentteja. Julkaisutoiminta: noin 500 julkaisua, joista noin 200 referoitua journaljulkaisua. Kiinnostuksen kohteita: mobiilikeilaus, ympäristön kaukokartoitus ja sisätilamallinnus. H-Indeksi (Google Scholar) 53, (WoS/ISI) 34.

Mika Lindholm, TkL, toimii Metropolia Ammattikorkeakoulussa rakennus- ja kiinteistöalan osaamisaluepäällikkönä ja rakentamistalouden yliopettajana. Hän on tutkinut, kehittänyt ja opettanut laajasti rakennushankkeen tuotannon- ja kustannushallintaa myös Teknillisessä korkeakoulussa ja Aalto-yliopistossa. Lisäksi hän on toiminut infrarakentamisen ja kustannushallinnan johtavana asiantuntijana sekä pitänyt lukuisia tuotannonhallintaa käsitteleviä koulutuksia ja julkaissut useita oppikirjoja. Julkaisuja: yli 40.

Matti Kurkela, TkL, TaM, toimii graafisena suunnittelijana ja vastaa fotogrammetrian valokuvausstudion ja 3D-studion toiminnasta Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutissa ja Suomen Akatemian laserkeilaustutkimuksen huippuyksikössä Aalto-yliopistossa. Hän viimeistelee väitöskirjaansa digitaalisesta fotogrammetriasta ja sen hyödyntämisestä rakennetussa ympäristössä. H-Indeksi (Google Scholar) 5. Julkaisuja: yli 40.

Elina Ylikoski, Elina Ylikoski, KTT, työskentelee Humanistisessa ammattikorkeakoulussa innovaatiojohtajana. Hän on toiminut viimeiset 15 vuotta innovatiivisten oppimispalvelujen ja -ympäristöjen kehittämis- ja johtotehtävissä mm. Omniassa, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa ja Haaga-Heliassa. Humakissa Ylikoski vastaa tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan johtamisesta ja kehittämisestä.

Katso myös Hannu Hyyppä (toim):
Rakennus- ja kiinteistöalan julkaisuja nro 1. Marraskuu 2012.

Metropolia Ammattikorkeakoulun rakennus- ja kiinteistöalan johtaja Jukka Nivalan koolle kutsuman parivuotisen työryhmätyöskentelyn tuloksena syntyi Rakennus- ja kiinteistöalan tulevaisuuden näkymiä -julkaisu, joka luotaa alan tulevaisuuden näkymiä sekä osaltaan vastaa näihin kysymyksiin. Työryhmässä oli mukana eturivin asiantuntijoita yritysmaailmasta ja Aalto-yliopistosta. Työryhmän puheenjohtajana toimi Vahanen-yhtiöiden konsernihallituksen puheenjohtaja Risto Vahanen.

Rakennus- ja kiinteistöalan tulevaisuuden näkymiä, Metropolia Ammattikorkeakoulu, rakennus- ja kiinteistöala 2012. Työryhmä Risto Vahanen, Pontus Kihlman, Heikki Lamminaho, Pekka Malinen, Juhani Vanhala, Jukka Nivala, Simo Hoikkala, Olli Jalonen, Vesa Rope, Eila Sammallahti, Hannu Hyyppä.

http://www.metropolia.fi/koulutusohjelmat/rakennus-ja-kiinteistoala/julkaisut/

Hannu Hyyppä ja Marika Ahlavuo (toim)
Rakennus- ja kiinteistöalan julkaisuja nro 2. Joulukuu 2014.

Julkaisu perustuu Metropolia Ammattikorkeakoulun rakennus- ja kiinteistöalan ja Aalto-yliopiston Rakennetun ympäristön mittauksen ja mallinnuksen instituutin sekä Geodeettisen laitoksen tutkimusverkostoon ja yhteisiin poikkitieteellisiin avauksiin. Samalla on tarkasteltu hankkeita ja yhteistyöalustoja alan uudenlaisen yhteistyön vauhdittamiseksi.

Tarkoituksena on vastata siihen, kuinka korkeakoulut ja yliopistot tuottaisivat tulevaisuudessakin suomalaiselle rakennus- ja kiinteistöalalle osaajia, joiden avulla kehittäisimme kansainvälisesti kilpailukykyistä osaamista ja palveluja unohtamatta kotimaan rakentamisen laadun parantamista terveellisen ja turvallisen asumisen takaamiseksi. Julkaisun ovat mahdollistaneet yli 40 rakennus- ja kiinteistöalan osaajaa vuosien 2013 ja 2014 aikana.

http://www.metropolia.fi/koulutusohjelmat/rakennus-ja-kiinteistoala/julkaisut/

Julkaisu perustuu Aalto-yliopiston, Humakin ja Paikkatietokeskuksen tutkimusverkostoon, yhteisiin poikkitieteellisiin avauksiin sekä hankkeisiin uudenlaisen yhteistyön vauhdittamiseksi. Digitaalista tulevaisuutta kirjan teemana on vaikuttavuus, uusien tekniikoiden ja digitaalisuuden sekä tiedon hyödyntäminen yhteiskunnassa ja päätöksenteossa. Julkaisu on jaettu neljään osaan, joista ensimmäisessä hahmotellaan tulevaisuuden korkeakoulua ja kumppanuuksia sekä uudistuvan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (TKI) roolia, joka on integroitumassa entistä enemmän myös opetukseen. Toisessa osassa näkökulmina ovat digitaalisuus ja virtuaalisuus. Kolmannessa ja neljännessä osiossa pohditaan esimerkein kulttuurin ja tieteen kohtaamista 3D:n ja visualisoinnin avulla.

Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden korkeakoulu

HUMAK
HUMANISTINEN AMMATTIKORKEAKOULU

MML
PAIKKA-TIETO-KESKUS FGI