



**Haastattelu: Pekka Lehtonen**

**Kuvat: Matti Kurkela**

**“Ristipaineissa on verkostoituminen tärkeää: voidaan edistää työnjakoa ja saada niukoista resursseista synergiahyötyjä.”**

# Uudet tiedonkeruutekniikat luovat uusia haasteita

**HENRIK HAGGRÉNIN** uran merkittävä lähtökohta fotogrammetrian ja kaukokartoituksen opettajaksi ja tutkijaksi lienee ollut hänen harjoittelumatkansa Saksaan, Stuttgartiin vuonna 1970. Kesä kului fotogrammetrisissa maastotöissä, kuvatulkinnassa ja tukipistevaaituksissa. Siinä ohessa Henrik luki saksalaisen fotogrammetrian oppikirjan. Saksan kokemukset ja myöhempi professori Halosen assistenttuuri naulasivat miehelle fotogrammetrian elämäntehtäväksi.

## **Suomalainen innovaatio autoteollisuudessa**

VTT:n tutkijana 1970–80 lukujen taitteessa Henrik Haggrén kehitti videotekniikkaa käyttävää kuvanmittaustekniikkaa laivanrakennusteollisuuden tarpeisiin. ”Teollisuus tarvitsi kolmiulotteisia,

tarkkoja kuvia laivojen rakenteista ilman odotusta, välittömästi. Syntyi tuote ja sen nimeä kantava yritys Mapvision”, Henrik kertoo. ”Tätä suomalaista innovaatiota hyödyntää tällä hetkellä mm. eurooppalainen autoteollisuus. Tekniikkaa kehitetään edelleen yhdessä toisen suomalaisyrityksen Ideal Engineeringin kanssa.”

– Miten Mapvision toimii?

”Auto koostuu erilaisista osista. Valmistuslinjoilla otettuja kuvia verrataan suunnitelmiin. Virheelliset hylätään tai korjataan tai vastakappaleita muokataan. Valmistuslinjoilla 20–30 videokameraa mittaa satoja osia ja tuotos muotoutuu tietokoneen kidassa tarkoiksi kolmiulotteisiksi kuviksi”, Henrik valaisee.

Menetelmä sopii muuhunkin teollisuuteen. Esimerkiksi koko rakennusteollisuustuotanto on menossa tähän suuntaan. Menetelmä voisi Haggré-

nin mukaan palvelulla koko rakennuksen elämänsykliä raakamaasta rakentamiseen, käyttöön, hoitoon ja purkamiseen. ”Numeeriset rakennepiirustukset voidaan muuttaa kuviksi ja verrata niitä kameroiden näkemiin kolmiulotteisiin kuviin. Erot kuvien välillä paljastavat rakentamisen virheet ja rakentamisen laatu paranee. Myös rakenteiden käytönaikaiset muodonmuutokset paljastuvat heti.”

Tultuaan TKK:lle Haggrén laati väitöskirjan aiheesta *Tosi aikaisen kuvamittausjärjestelmän käyttö teollisuuden laadunvalvonnassa*. Työssä kehitettiin se teoria, jonka perusteella videokameroilla mitataan millimetrin sadasosia autoteollisuudessa. Tämän työn perusteella hän toimi vuosia FIG:n 6. komission (*Engineering Surveys*) puheenjohtajana.

Professoriksi Henrik tuli vuonna 1994 hoidettuaan tehtävää jo sitä ennen virkaatekevänä. ”Presidentti Koivisto minun sille nimitti ja hänelle katson edelleen olevani vastuussa viran hoidosta”, hän naurahattaa.

### **Korkeakoulun ristiriitaiset paineet**

Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen yksikössä työskentelee noin 20 henkilöä, heistä suuri osa tutkijoita. Tutkijoita on perustutkimuksesta väitöskirjan laati-joihin, teekkareista tohtoreihin. Pääosa rahoituksesta on saatava ulkopuolelta. Valtion budjetista saadaan professuurin, assistenttien ja laboratorioinsinöörien palkat, mutta tutkimuksellinen elinvoima on rahoitettava itse.

Suomen Akatemia rahoittaa pitkäjänteistä perustutkimusta, TEKES (Teknologian ja innovaatioiden tutkimuskeskus) ja ministeriöt käytäntöön tähtäävien sovel-lutusten kehittämistä. Muita rahoitusläh-

teitä ovat mm. tutkijastipendit ja jossain määrin yritysten toimeksiannot.

”Opiskelijatilanne on tällä hetkellä kohtuullinen. Osastolle tulee 80–90 opiskelijaa vuodessa ja valmistuu noin 50. Viime vuosina fotogrammetriasta on tehty 2–6 diplomityötä vuodessa; geomaatiikassa noin 20 ja kiinteistöaloudessa 30”, Henrik kertoo.

Muutokset ovat riepotelleet korkeakou-lua 1990-luvulta saakka kuin tsunami.

Osastojako on muuttunut kaksi kertaa ja sisäänottoja on remontoitu. Uusi opin-torakenne synnytti kolme vuotta sitten Bolognan sopimuksen mukaisesti. Tämän vuoden alusta korkeakoulun 12 vanhaa osastoa yhdistyi neljäksi tiedekunnaksi. Perinteikkäästä Maanmittausosastosta tuli Maanmittaustieteiden laitos, joka kuuluu Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tie-dekuntaan. Koulutusohjelmia uusittiin jo aikaisemmin. Laatujärjestelmiä on luotu ja kiisteltyjä palkkausjärjestelmiä kehitetty. Seuraavaksi luodaan innovaa-tiolyliopistoa.

”Koko ajan läkähdyttävästi muutok-sia ja samaan aikaan pitäisi lisätä tut-kintoja, lyhentää opintoaikoja, hankkia rahoitusta. Se on ristiriitaista, mutta tätä päivää. Ilmassa on hirveän paljon hyviä ministeriöistä kumpuavia asioita, jotka pitäisi sisäistää nopeasti. Usko siitä, että valtakuntaa johdetaan viisaasti, on usein koetuksella”, Henrik pohtii.

### **Verkostoitumisesta lisävääntöä**

Ristipaineissa on verkostoituminen tär-keää: voidaan edistää työnjakoa ja saada niukoista resursseista synergiahyötyjä. Muun muassa Geodeettinen laitos on tärkeä strateginen kumppani.

Viime vuonna perustettiin Rakennetun ympäristön mittaus- ja mallinnusinsti-

## **”Muutokset ovat riepotelleet korkeakoulua 1990-luvulta saakka kuin tsunami.”**

tuutti. Se on verrattavissa professuuriin ja siihen osallistuvat entinen Maanmit-tausosasto, Geodeettinen laitos, talonra-kentajat ja liikennetekniikka – siis entinen Rakennusosasto. Maanmittauksesta on mukana myös kiinteistöaloudus. Tämä on väline teoriasta käytäntöön eri alojen huippuosaamista yhdistelemällä: luodaan esimerkiksi rakentajien tarpeita palveleva tiedonkeruukonsepti, jossa koordinaatit, laatu ja raha ovat perustekijöitä. ”Ins-tituutin toiminnasta uskotaan olevan myös hyötyä opetukselle ja tutkimukselle. Projekteissa käytetään uusinta mittaus-tekniikkaa, mitä muuten ei korkeakoulu pysty hankkimaan. Samoilla mittaus-kerätään perustutkimukselle välttämätön-tä havaintoaineistoa”, Henrik täsmentää.

Toinen verkostoitumisesimerkki on vaikkapa yhteistyö arkeologien kanssa. Arkeologiset kaivaukset ovat eräs kiintoisa sovellutus lähikartoituksesta. Haggrén kertoo mm. suomalaishankkeesta Jord-anian muinaiskaupunki Petrassa, jossa on Suomen Akatemian rahoittama tutkimus-hanke. Lappeenrannan Huhtiniemessäkin on oltu avattuina hautoja kartoittamassa. ”Laser-kuvaus tarjoaa lisää yksityiskoh-taisuutta valokuvainformaatioon. Laser tekee kolmioverkon, jossa on miljoonia pisteitä ja fotogrammetria kuvan”, Henrik havainnollistaa.

## **”Usko siitä, että valtakuntaa johdetaan viisaasti, on usein koetuksella.”**

**Fotogrammetrian ja kaukokar-toituksen yksikön päätehtäviksi Henrik Haggrén listaa kolme asiaa, perustutkimuksen, opetuksen sekä sovellus- ja tuotekehitystyön.**



Kaupallista laser-keilaustekniikkaa käytetään esimerkiksi metsien inventoinnissa.

”Laser-säde tunkeutuu metsän oksiston läpi ja pystytään tunnistamaan erilaisia maankäyttöalueiden rajoja. Tällä uudella tekniikalla voidaan kartoittaa maanpinnan muodot yksityiskohtaisesti ja löytää jopa muinaisjäännöksiä.”

Teorian ja käytännön keskinäisyys toistuu Haggrenin puheessa, samoin myös opiskelijoiden merkitys jatkuvuudelle ja uusien innovaatioiden käyttövoimana. Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen yksikön päätehtäviksi Henrik listaa kolme asiaa, perustutkimuksen, opetuksen sekä sovellus- ja tuotekehitystyön.

”Pitää miettiä, miten fotogrammetrian tieteenala kehittyä ja kuinka teoriasta puserretaan käytännön tekniikoita ja sovellutuksia. Raaka-aine tulee teoriasta, joka jalostuu tuotteiksi, kuten tehtiin Mapvision-innovaatiossa.”

”Samalla on huolehdittava siitä, että teemme kansainvälisesti omaleimaista tutkimustyötä ja että tehdyllä työllä on kysyntää. Työn pitää olla mielekästä tuleville tutkijoille, siis tämän päivän koululaisille, mutta myös tuleville nokioiden ja elinkeinoelämälle.”

Viime aikoina on paljon puhuttu myös yliopiston kolmannesta tehtävästä eli yhteiskunnallisesta vaikuttamisesta. Jos tarkastellaan yliopistoa mustana laatikkona, sen on ensisijaisesti tuo-

tettava uutta tieteellistä tietoa. Tästä ovat selvimpänä esimerkkinä väitöskirjat. Toisena tehtävänä on siirtää tieto henkilökohtaiseksi osaamiseksi ja uudistuskyykyksi, innovaatioiksi. Yhteiskunnallinen vaikutus näkyy tutkijoina ja insinööreinä, jotka edelleen lisäävät tätä tietoa ja vievät sitä käytännön sovelluksiin. Tässä heillä on tukenaan tieteenalan kansainvälinen verkosto ja uusien tekniikka muiltakin tieteenaloilta.

### Tiedon käsittelyn vaatimukset kasvavat

Sekä fotogrammetrialla että laser-tekniikalla kerätään kuvia. Jokainen uusi keräysmuoto luo tarpeen sovittaa tietoa aikaisempaan. Mitä enemmän on uusia tiedonkeruumenetelmiä, sitä suurempi tarve niiden yhteensovittamiseen. Haggren havainnollistaa asiaa lehtikuvalla: vaikka kuva olisi hyvälaatuinen, olisi lukeminen vaivalloista, jos värien kohdistuvuus painettaessa on huono. Lehtikuva on kaksiulotteinen, kun taas ympäristömme on kolmiulotteinen. Muutosten havaitseminen ja esittäminen edellyttävät lisäksi eri aikoina otettujen kuvien yhteensovittamista. Se on fotogrammetrian tehtävä.

Tie on loputon, koska vaatimukset kasvavat sitä mukaa, kun tiedontarve kohdistuu yhä pienempiin ja tarkempaan yksityiskohtiin.

**”Pitää miettiä, miten fotogrammetrian tieteenala kehittyä ja kuinka teoriasta puserretaan käytännön tekniikoita ja sovellutuksia. Raaka-aine tulee teoriasta, joka jalostuu tuotteiksi, kuten tehtiin Mapvision-innovaatiossa.”**



**sovellutuksia. Raaka-aine tulee teoriasta, joka jalostuu tuotteiksi, kuten tehtiin Mapvision-innovaatiossa.”**

## FOTOGRAMMETRISEN TUTKIMUKSEN PAINOPISTEITÄ:

Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen tutkimusryhmän tavoitteena on toimia alan tutkimuksen huippuyksikkönä Pohjois-Euroopassa. Tutkimuksen painopistealueet ovat:

- laserkeilaus
- digitaalikuvaus – teoria ja soveltaminen
- mobiilikartoitus – kuvapuhelimien ja sensoreiden käyttö geomatiikan sovelluksissa
- fotogrammetristen menetelmien ja kaukokartoitusaineistojen laatu ja tarkkuus.

Painopistealueiden valinnan perusteina ovat olleet nykyinen osaaminen, tekniikan uudet sovellusalueet ja tutkimustyön poikkitieteellisyys. Perustutkimusta ovat rahoittaneet viime vuosina Suomen Akatemia, Maa- ja metsätalousministeriö ja yksittäiset rahastot. Soveltavan tutkimuksen osalta rahoittajia ovat olleet Tekes ja Ympäristöministeriö. Osa jatko-opintoja tukevasta käytännönläheisestä tutkimustyöstä tehdään EU:n ja teollisuuden tutkimus- ja tuotekehityshankkeina. Tiivis yhteistyö Geodeettisen laitoksen kanssa mahdollistaa tutkimuksen jatkuvan uudistumisen sekä opetuksen kehittämisen.

### AJANKOHTAISIA TUTKIMUSHANKKEITA

- digitaalinen kuvankäsittely kaukokartoituksessa
- digitaalinen valokuvaus ja optiikka
- fotogrammetriaan perustuva sijaintiperäinen tiedonkeruu arkeologiassa
- fotogrammetrian ja kaukokartoituksen sovellukset rakennusallalla
- fotogrammetrinen reproduktio historiallisesta kuva-aineistosta
- jäätikköalueiden seuranta
- karttojen päivitys kaukokartoituksella
- laserkeilauksen laatu ja soveltaminen yhdyskuntien tarpeeseen
- laserkeilaus väylien ja ympäristön suunnittelussa ja rakentamisessa
- maanmittausteknologian ja opetuksen näkyvyyden popularisointi
- maaston 3D-mallintaminen ja mobiilikartoitus
- metsän tomografia
- panoraamakuvaus ja sen sovellukset
- progressiivinen oppimisverkosto ja asiantuntijatiedon visualisointi
- SAR-kuvien geodeettiset sovellukset.

## MAPVISION

**Mapvision** on teollisuuden tuotantolinjoilla 100 % -tarkastukseen käytettävä kolmiulotteinen optinen mittalaitte. Perinteisen stereomittausperiaatteen sijasta se perustuu ns. konvergenttiin kamera-asetteluun, jolloin samaa aluetta voi mitata useita kameroita vapaasti eri suunnista. Tällöin saavutetaan stereokuvaukseen nähden huomattavasti suurempi mittaustarkkuus ja joustavuus. Kameran voidaan sijoittaa kappaleeseen nähden periaatteessa miten tahansa, kunhan ne vain näkevät halutut mittapistet.

Mapvisionin suurin hyödyntäjä on autoteollisuus, jossa 100 % -tarkastus on perinteisesti tehty mekaanisin mittajigein. Mekaaninen jigi on mittausjärjestelynä joustamaton ja kallis, mutta se on ollut viime vuosiin asti ainoa käytännön keino tehdä tuotantolinjamittauksia muutaman kymmenen sekunnin tahtiajan puitteissa. Mapvisionilla valmistettavan kappaleen eri versiot ja muutokset voidaan hallita ohjelmallisesti, jolloin samalla tuotantolinjalla voidaan mitata kaikki nykyiset ja jopa tulevaisuuden tuotevariaatiot. Tuotteen elinkaaren aikana mittauslaitteen mekaanista rakennetta



ei tarvitse muuttaa. Mikäli mittauksessa käytetyt kuvat tallennetaan, voidaan jo toimitustakin tuotteesta saada uusia mittoja, joiden tarvetta ei ennalta edes tiedetty.

Koska Mapvision ei sisällä liikkuvia osia, on sen kestävyys mekaanisia laitteita huomattavasti parempi. Usean kameran mittausperiaatteen takia järjestelmä voi myös valvoa itse itseään; kunkin kameran havaitseman mittaustiedon tulee olla yhtäpitävä muiden kamera-havaintojen kanssa. Mikäli näin ei ole, järjestelmä antaa varoituksen. Millään muulla mittausjärjestelmällä ei ole vastaavaa täydellisen mittausvarmuuden takaavaa ominaisuutta.

Kuvassa oleva laite tarkastaa Mercedes Benzin C-sarjan apurunkojen kriittisiä mittapisteitä, joita on noin 35. Laitteen tarkkuus on 0,05 mm ja kokonaisjaksonaika robottien kappaleen käsittelyyn kuluvine aikoinen 36 sekuntia. Vuorokautinen tuotantokapasiteetti on 1 800 kpl.

**Esa Leikas**  
**Mapvision Ltd**  
[esa.leikas@mapvision.fi](mailto:esa.leikas@mapvision.fi)

## Ympäristöalan uudet työvälineet!



### Uutuus!

Kari Kuusiniemi (toim.), Jukka Leinonen,  
Kari Marttinen, Jari Salila, Eija Siitari-Vanne

### YMPÄRISTÖNSUOJELULAINSÄÄDÄNTÖ

Teos on kattava käsikirja ympäristönsuojelulain ja muiden ympäristölainsäädännön keskeisimpien lakien sisällöstä. Kirjassa esitetään ympäristön pilaantumisen torjuntaa koskeva sääntely, eli ympäristölupajärjestelmä, ympäristönsuojelun korvaus- ja valvontajärjestelmä mukaan lukien pilaantuneen maaperän puhdistaminen, ympäristönsuojelulain suhteet muuhun lainsäädäntöön, vesilainsäädännön pääkohdat sekä alan keskeinen oikeuskäytäntö.

470 sivua, 79 €

### Tulossa!

Leila Suvantola, Jukka Similä

### LUONNONSUOJELUOIKEUS

Noin 300 sivua, 63 €

Ilmestyy 4/2008.

### Vuosittaiset lakikokoelmat ilmestyvät huhtikuussa 2008:

### RAKENTAMINEN JA MAANKÄYTTÖ

Noin 620 sivua, 58 €

### YMPÄRISTÖN- JA LUONNONSUOJELU

Noin 800 sivua, 58 €

### KIINTEISTÖT JA ASUMINEN

Noin 550 sivua, 58 €

**EDITA**

### TILAUKSET

asiakaspalvelu.publishing@edita.fi  
Puhelin 020 450 05  
[www.edita.fi/netmarket](http://www.edita.fi/netmarket)

**Edita-kirjakauppa:**  
Antinkatu 1, 00100 Helsinki  
(entinen Annankatu 44)