

Huonona puolena nähdään taas joidenkin opiskelijoiden motivaation ja aktiivisuuden puute. Koulussa opetetavat aineet koostuvat esimerkiksi kiinteistötehtävistä, kaavoituksesta sekä mittaus- ja kartoitustehtävistä. Kieliä ja muita yleisivistäviä aineita Reija Anttosen mukaan ammatillisessa koulutuksessa opetetaan suhteellisen vähän.

Kartoittajan koulutukseen kuuluu opintoja kokoava opinnäytetyö. Opinnäytetyön laajuus on oltava vähintään kaksi opintoviikkoa. Tehtävän tarkoitus on kehittää opiskelijoiden omatoimisuutta ja syventää ammatin hallintaa. Opinnäytetyönsä aiheeksi Ville Pokkinen on valinnut GPS:n ja Reija Anttonen käsittelee työssään lohkomista. Erilaiset maanmittausalan työtehtävät niin asiakas- kuin harjoitustöinäkin kuuluvat opetukseen. Työssäoppimisen merkitys opiskelussa on suuri eikä työharjoittelupaikan löytäminen ei ole hankalaa. Kartoittajien työtilanne on opiskelijoiden mukaan kohtuullinen. Keväällä valmistuvalla Villellä on jo työpaikka ”taskussa” ja Reija aikoo jatkaa opiskelua ammattioppilaitoksessa vielä lukuvuoden.

Molemmat opiskelijat ovat osallistuneet kansainvälisiin harjoittelijavaihtoihin. Ville Pokkinen on ollut Ranskassa Nantesissa työharjoittelussa. Hän on ollut myös järjestämässä ohjelmaa ranskalaisille kartoittajaopiskelijoille, jotka tulivat Hämeenlinnaan vaihtoon. Reija Anttonen on puolestaan suorittanut osan työharjoittelua Itävallassa Innsbruckissa. Lisäksi hän toimii kansainvälisyystutorina ja on sitä kautta ollut paljon tekemisissä vaihto-opiskelijoiden kanssa. Näillä aktiivisilla opiskelijoilla ei päivä pääty koulun loppuessa vaan aikaa löytyy harrastuksiin erävaeltamisesta ja nyrkkeilyyn. Villen ja Reijan mukaan kartoittajia tarvitaan myös tulevaisuudessa.

NÄYTÖT AMMATILLISEEN KOULUTUKSEEN

Opetushallitus käynnisti lokakuussa 1999 nuorisostaen näyttöjen kehittämisen ja kokeilut pilottihankkeella. Mukana kokeilussa on yhdeksän oppilaitosta, joista Koulutuskeskus Tavastia edustaa ainoana maanmittausalaa.

”Näyttö on eri asia kuin näyttötutkinto. Näyttö ei ole loppututkinto vaan se on joustava osa koulutusta”, kertoo lehtori **Pauli Koivusaari**. ”Koulutuksen aikana järjestetään useampi näyttö, jotka auttavat opiskelijaa arvioimaan itseään työelämän ja opiskelun kannalta. Näytöt edesauttavat vuorovaikutusta työelämän, opiskelijan ja oppilaitoksen välillä. Tämä kol-

mikantainen vuorovaikutus on näyttöjen perusta. Näyttöjen tuloksia seuraamalla voidaan opiskelijoiden mahdollisiin ongelmiin puuttua aikaisessa vaiheessa. Näyttöjen tavoitteena on parantaa koulutuksen laatua ja täten toimia laadunvarmistajana, yhtenäistää arviointia ja saada työelämä ammattitaidon arviointiin mukaan. Näyttötavaksi voidaan valita eriliset näyttötilaisuudet tai portfolio jne.”

Pilottihankkeeseen osallistuvien oppilaitosten tavoitteena on luoda edellytykset nuorisostaen näyttökokeiden onnistuneelle toteuttamiselle. Pauli Koivusaaren mukaan nuorisostaen näyttö tulee nostamaan luonnollisesti opetuksen ja oppimisen kvaliteettia.

Metsän peitto avautuu

Metsät rajoittavat maanpinnan tulkintaa ilmakuvilta, sillä puut aiheuttavat kuville peitteisyyttä sekä tummia varjoja. Perinteinen stereokartoitus edellyttää pisteen näkyvyyttä kahdella ilmakuvalla. Suomessa, jossa havumetsät peittävät valtaosan pinta-alasta, stereotulkintaa on useasti jouduttu täydentämään maastomittauksilla, jotka ovat kalliita ja aikaa vieviä. Nyt metsän peiton ongelma voidaan ratkaista laserkeilainmittauksella, joita suorittavia yksityisyrittäjiä on Euroopassa jo toistakymmentä. Artikkelin perustuu kirjoittajan tekemään diplomityötutkimukseen, jossa käytettiin laserkeilaimella mitattua aineistoa.

Laserkeilaimen toimintaperiaate

Laserkeilain on lentokoneesta tai helikopterista käytettävä kaukokartoitusinstrumentti, joka lähettää laserpulsseja ja vastaanottaa heijastuneiden pulssien kaiut. Kunkin pulssin heijastaneelle maastonkohteelle voidaan määrittää kolmiulotteiset koordinaatit pulssin kulkuajasta johdetun etäisyyden, pulssin lähetys suunnan ja lähettimen sijainnin perusteella. Lähettimen sijaintia mitataan lennon

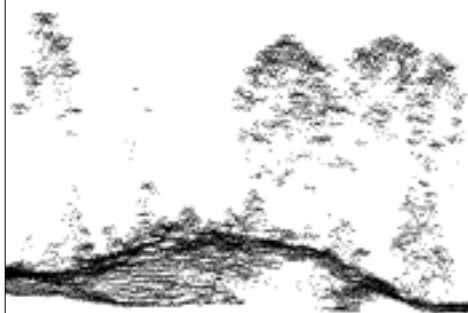
Susanna Peltomaa,
sähköposti: speltomaa@hotmail.com.

Lisätietoja opetuksesta:
Eeva Kulmanen, puh. 050 337 9809 tai
sähköposti: eeva.kulmanen@kktavastia.fi

Apulaistutkija, tekniikan ylioppilas
Ulla Pyysalo
Teknillisen korkeakoulun
fotogrammetrian ja
kaukokartoituksen laboratorio

LASERKEILAIN

INSTRUMENTTI METSÄALUEIDEN KARTOITUKSEEN



aikana differentiaalisella GPS-paikannuksella ja suunta inertiamittauksella. Laserkeilaimella tehdyt mittaukset ovat yksittäisiä pistemittauksia, mutta mittaussuuntaa poikkeutetaan keilaimella lentosuuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa, jolloin pulssit hajautuvat kaistalle lentolinjan alapuolelle.

Mittaus tuottaa kolmiulotteista aineistoa, jossa pisteiden määrä on suuri. Eri keilainjärjestelmillä pisteitä mitataan sekunnissa muutamista tuhansista kymmeneen tuhansiin. Koska instrumentin sijaintia mitataan differentiaalisella GPS-paikannuksella, pisteiden koordinaatit saadaan alustavasti jossakin GPS-koordinaatistossa. Ai-

**Laserkeilaimella
mitattua metsää.**

**Sekametsää
Kalkkisissa.**

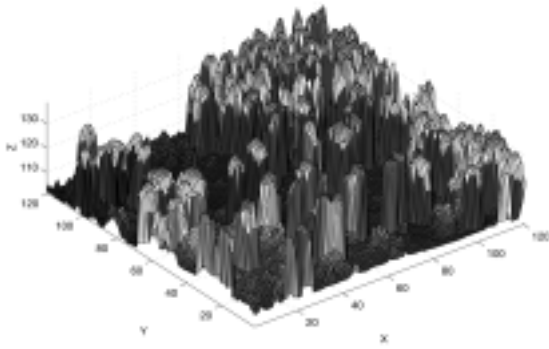
neiston jälkikäsitteilyssä pisteet muunnetaan paikalliseen koordinaatistoon.

Maasta ja puusta

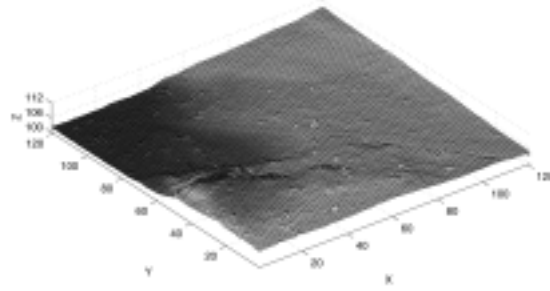
Metsän laserkeilauksessa pulssit heijastuvat mm. puiden latvoista, pensaista, aluskasvillisuudesta sekä maan pinnasta. Pulssin valaiseman alueen pinta-ala kasvaa etäisyyden kasvaessa ja siten yhdestä pulssista saadaan tyypillisesti useita kaikuja sen eri osien heijastuessa eri etäisyydellä olevista kohteista. Lähetetty laserpulsssi kohtaa ensimmäisenä puiden latvat, ja näistä heijastuneet kaiut saapuvat vastaanottimeen ensimmäisenä. Puiden oksien välissä osa pulssista voi ohittaa lehvästön ja



Kuva: Mikko Inkinen



Laserkeilaimella mitatusta aineistosta muodostettu puuston latvamalli.



Laserkeilaimella mitatusta aineistosta muodostettu korkeusmalli.

heijastua aluskasvillisuudesta tai maasta. Erityisesti nämä pulssit ovat merkittäviä, koska ne antavat tietoa maan pinnasta. Pulssien läpäisevyyttä voidaan parantaa käyttämällä mahdollisimman kapeaa mitauskulmaa, eli lähettämällä pulsseja lähes pystysuorasti. Se osa pulssista, joka heijastuu maan pinnasta, kulkee pisimmän matkan ja saapuu siten vastaanottimen viimeisenä. Laserkeilainjärjestelmät voivat tyypillisesti rekisteröidä ensimmäisen tai viimeisen kaiun joidenkin järjestelmien voidessa rekisteröidä jopa useita kaijuja. Pulssin kulkuajan lisäksi jotkut järjestelmät mittaavat myös takaisin palaavan kaiun intensiteettiä.

Aineiston käyttösovelluksia

Laserkeilaimella mitattua aineistoa voidaan käyttää mm. metsän korkeusmallin luontiin ja metsän puuston tutkimukseen. Korkeusmallin luonnissa pyritään käyttämään vain pisteitä, jotka ovat kaijuja maan pinnalta. Tähän tarkoitukseen sopii viimeisen pulssin aineisto. Koska viimeisen pulssin aineistossakin osa pisteistä on kaijuja kasvillisuudesta, pisteitä joudutaan karsimaan matemaattisilla menetelmillä.

Ensimmäisen pulssin aineisto soveltuu metsän puuston tutkimukseen. Aineiston pisteet ovat tyypillisesti kaijuja puiden latvoista, oksista ja pensaista. Yhdessä metsän korkeusmallin kanssa aineistosta voidaan arvioida mm. puuston pituus. Koska laserkeilauksessa yhdelle neliömetrille pisteitä saatetaan mitata jopa toistakymmentä, aineistosta on visuaalisesti erotettavissa myös eri puulajeja. Menetelmiä puulajien tunnistamiseksi on kehitteillä.

Koetyö

Laserkeilaimiin liittyvää tutkimusta on tehty Teknillisen korkeakoulun fotogrammetrian ja kaukokartoituksen laboratoriossa sekä avaruustekniikan laboratoriossa jo joitakin vuosia. Tutkimuksiin liittyen

laserkeilainmittauksia on tehty Suomessa kahdella koealueella, Kalkkisissa ja Tuusulassa. Mittaukset olivat osa Euroopan Unionin rahoittamaa HIGH-SCAN-hanketta (Assessing forest stand attributes by integrated use of high-resolution satellite imagery and laserscanner). Hankkeen tavoitteena on selvittää laserkeilaimen käyttöä metsän arvioinnissa. Tässä diplomityötutkimuksessa käytettiin Kalkkisista mitattua aineistoa. Koealue sijaitsee kumpuilevassa maastossa, jossa kasvaa havupuuvältaista sekametsää. Tutkimukseen liittyen alueella käytiin tekemässä takymetrimittauksia laserkeilainaineiston vertailuaineistoksi.

Laserkeilainmittauksissa käytettiin saksalaisen TopoSys-yrityksen järjestelmää, joka mittauksia varten kuljetettiin Saksasta Suomeen. Mittauslennot toteutettiin suomalaisen yrityksen lentokoneesta neljästä sadasta metristä. Tältä korkeudelta tehdyssä kartoituksessa yhdeltä linjalta keilatun alueen leveys maastossa oli noin 100 metriä ja koko alueen kartoittamiseksi lennettiin useita linjoja. Lentolinjat suunniteltiin siten, että vierekkäisten linjojen yhteinen kuvausalue oli 40 %, eli yhden kuvauslinjan lisäala oli noin 60 metriä.

Laserkeilainaineiston esikäsittelyvaiheita olivat etäisyyden ja kiertojen laskeminen koordinaateiksi ja aineiston muuntaminen KKJ-koordinaatistoon. Nämä vaiheet tehtiin TopoSys-yrityksessä Saksassa. Otaniemeen aineisto toimitettiin ASCII-listana, jossa yhdellä rivillä oli aina yhden pisteen kolmiulotteiset koordinaatit.

Koetyössä laserkeilaimella mitatusta aineistosta luotiin metsän korkeusmalli sekä puuston latvamalli. Mallit toteutettiin säännöllisenä ruutuverkkona, jossa yhden ruudun alueelle osuneista mittauspisteistä tuotettiin vain yksi korkeusarvo. Korkeusmallista suodatettiin kasvillisuus pois mallin pintaa muokkaamalla.

Saatuja kokemuksia

Laserkeilausmenetelmälle on ominaista, että mittauksia ei voida täsmällisesti toistaa pisteiden levitessä jokaisella lennolla hieman eri kohtiin lentoreitin alapuolelta. Siten yksittäisen mittauspisteen tarkkuuden arvioiminen on vaikeasti toteutettavissa. Tässä tutkimuksessa aineiston laatua voitiin kuitenkin tutkia vertaamalla aineistosta muodostettua pintaa takymetrillä mitattuihin koordinaatteihin sekä vertaamalla ensimmäisen pulssin ja viimeisen pulssin aineistoja. Vertailussa huomattiin systemaattinen siirtymä sekä tasokoordinaateissa että korkeudessa, joka oli syntynyt koordinaatistomuunnoksessa. Lisäksi aineistossa havaittiin satunnaisia virhepisteitä, jotka ovat kaijuja maan alta tai selkeästi ilmassa olevia pisteitä.

Korkeusmallin luomisesta saadut kokemukset olivat hyviä; takymetrillä mitattuihin pisteisiin tehdyn vertailu perusteella laserkeilainaineistosta johdetun mallin selitysaste oli noin 98 % ja satunnaisvirhe 25 cm. Tämä vastasi odotuksia. Erityistä huomiota kiinnitettiin laserpulssien kykyyn tunkeutua lehvästön läpi puiden ja oksien välissä. Vanhassa korkeassa kuusikossa kaijuja maasta oli saatu lähes kaikkien puiden välissä. Tiheässä, vasta kasvuvaiheessa olevassa kuusikossa, kaijuja saatiin noin 7 metrin välein. Tulokseen oltiin tyytyväisiä, sillä maastomittauksissa huomattiin, että tällaisella alueella myös takymetrikartoitus olisi ollut erittäin hankalasti toteutettavissa.

DI Ulla Pyysalo,
Teknillinen korkeakoulu,
Fotogrammetrian ja
kaukokartoituksen laboratorio,
sähköposti ulla@ns.foto.hut.fi