

REDD-inventointia Laosissa

Teksti ja kuvat: Jussi Havia

FM-International Oy FINNMAP toteutti helmikuussa 2009 metsien laserkeilauksen pilottihankkeen Laosissa. Hanke oli osa Suomen ulkoministeriön rahoittamaa SUFORD-projektia, jonka pääkonsulttina toimii Indufor Oy. Pilottihankkeen tavoitteena oli löytää menetelmiä laserkeilausaineiston tuottamiseen ja käyttöön trooppisten metsien inventoinnissa. Laadukkaan inventointitiedon tuottaminen on keskeistä kehitettäessä REDD-mekanismia.



**Lentokonetta valmistellaan tankkaukseen.
Polttoaine on tuotu tynnyreissä Thaimaan puolelta.**

Mikä on REDD?

REDD on mekanismi jossa metsien häviämisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt pyritään kompensoimaan päästökaupan keinoin. Metsien häviämisen syitä on monia. Metsiä raivataan viljelyn tai karjankasvatuksen tieltä sekä puuraaka-aineen hankinnan vuoksi. Käytännössä estetty metsien häviäminen tuottaa REDD-mekanismiin sitoutuvalle taholle myyviä päästöoikeuksia. Päästöoikeuksien myynti on puolestaan vaihtoehtoista tuloa metsien muulle käytölle. REDD-hanke voidaan rajata alueellisesti projektitasolta aina maakunnan tai valtakunnan tasolle asti tietyille aikajaksolle. Päästöoikeuksia tuottavat ainoastaan vertailujaksolle asetettua tavoitetasoa vähempi metsiin sitoutuneen hiilen häviäminen tai hiilimäärän lisääntyminen. REDD-mekanismiin sitou-

tuva maa siis pyrkii hyötymään metsien suojelusta taloudellisesti enemmän kuin metsien muusta käytöstä.

Metsäkadon aiheuttaessa noin viidenneksen maailman vuotuisista hiilidioksidipäästöistä on tärkeätä etsiä luotettavia keinoja todentaa metsien häviäminen alueellisesti. REDD on lyhenne termistä "Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation". "Degradation" tarkoittaa tässä yhteydessä metsän laadullista huonontumista tai harvennusta. Alue voidaan siis luokitella metsäksi, vaikka huomattava määrä hiiltä sitovaa biomassaa on hävinnyt verrattuna luonnontilaiseen metsään. Suuri haaste REDD-mekanismiin saamiseksi toimivaksi on metsiin sitoutuneen hiilen määrän toteaminen sekä seurantajaksolla tapahtuva hiilen määrän muutos. Laajoilla alueilla

REDD-inventoinnin tiedonlähteenä on kustannustehokkainta käyttää kaukokartoitusaineistoa, kuten satelliitti- ja ilmakuvia. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin metsien harvenemisen toteaminen luotettavasti.

Suomen metsähankkeista oppia tropiikkiin.

REDD-inventointipilotti oli osana Laosissa toimivaa SUFORD-hanketta. Hankkeen pääkonsulttina toimii **Indufor Oy**. Projektissa **FM-International Oy**:n alihankkijana aineiston jatkoprosessoinnissa toimi **Arbonaut Oy**. Projektin tavoitteena oli testata Suomessa saatuja metsien laserkeilauskokemuksia trooppisten metsien inventoinnissa sekä löytää menetelmiä REDD-mekanismiin vaatimalle hiilimäärän mallituksille. Testialue oli kooltaan



**GPS-ryhmä ja projekti-
insinööri lähdössä Vientianesta
Savannakhetiin.**

25 000 ha ja sijaitsevat Savannakhetin maakunnassa noin 400 km kaakkoon Laosin pääkaupungista Vientianesta.

Testialue oli maankäytön muutosten sekä metsien häviämisen kannalta ihanteellinen. 25 000 ha:n alue sisälsi luonnontilaista metsää, maatalousmaata sekä rakennettua ympäristöä. Maatalousmaan sekä luonnontilaisten metsien raja oli tyypillistä vaihteluvyöhykettä, joka edusti juuri REDD-termin viimeistä D-kirjainta eli metsän laadullista huonontumista tai harventumista.

Kotimaan metsäinventoinneissa on käytössä jo pitkälti vakiintuneet vaatimukset LiDAR-aineistolle. Nämä vaatimukset ovat määritelleet kuinka laserkeilaukset suoritetaan. Datan keräämisen tehok-

uus sekä kustannukset ja toisaalta laatu on asetunut tarpeet täyttävälle tasolle. Menetelmää ei kuitenkaan sellaisenaan voida siirtää käytettäväksi tropiikin metsiin. Kotimaassa on keskitytty talousmetsien puustotunnusten mallittamiseen puulajikohtaisesti. REDD-mekanismissa riittävä tunnus on hiilenmäärä tonneina hehtaarilla. Metsien rakenne on kuitenkin ongelma.

LiDAR:in käytössä metsien keilauksessa suurimmat haasteet liittyvät lasersäteiden läpäisykykyyn latvuserosten läpi. Kotimaan hankkeissa tämä on havaittavissa lentolinjalla pistepilven reunoilla. Tästä syystä sensorin asetuksiin on määritelty avauskulman maksimi, eli sen kaistan leveys, jonka sensori leveyssuunnassa kei-

laa. Savannakhetin testialueella luonnontilaisille metsille oli tyypillistä päällekkäiset latvuserrokset. Metsien rakenne oli täten mahdollisimman kaukana Suomen huolella hoidetuista metsikkökuvioista, jossa pyritään puuston kasvattamiseen yhtenä kehitysluokkana ja näin siis yhtenä latvuserroksena. Oletuksena oli siis, että lasersäteiden kyky läpäistä latvuserrokset heikkenee pisteparven reunoilla huomattavasti nopeammin, kuin kotimaan hankkeiden määräämillä oletusasetuksilla. Pisteparven ulottuminen kattavasti maanpintaan asti on kuitenkin ehdoton edellytys, kun puustotunnuksia mallitetaan pisteparven korkeusjakautumasta.

Lähdimme hankkeessa tutkimaan laserkeilauksen toteuttamista kahdella tavalla. Keilaus olisi mahdollista suorittaa matalalta lentokorkeudelta, jolloin aineiston pistetiheyttä olisi mahdollista kasvattaa. Tällöin lasersäteiden halkaisija kuitenkin pienenee ja läpäisykyky heikkenee. Toinen lähestymistapa olisi käyttää suurempaa lentokorkeutta mutta vastaavasti kaventaa avauskulmaa.

Hankkeissa monia muuttujia

Kuten tropiikissa aina, hankkeen toteuttamisajankohdan määritteli kuivan kauden ajoittuminen. Laosin tapauksessa otollinen aika oli marraskuusta helmikuun loppuun. Valmistelut pääsivät kiireellisestä tilauksesta johtuen kunnolla käyntiin vasta joulukuussa. Tiesimme, että maaliskuusta alkaen ovat sopivat lentokelit vähenemään päin, eikä toteutusta voitu paljoo siirtää. Keilattavan alueen pinta-ala ei sinänsä ollut kovinkaan suuri. Koska tarkoituksena oli ottaa alueelta myös ilmakuvat, riitti päivittäisiin lentoihin sopivissa valaistusolosuhteissa aikaa noin 6 tuntia. Tällä kaavalla laskettuna piti koko alueen olla keilattuna kahdessa päivässä.



**Testialue sijaitsevat Savannakhetissa
Mekong-joen varrella
400 km Vientianesta.**

Vaikka varsinaista lentoaikaa ei varattu ennakoitua enempää, vei lentojen valmistelu paljon aikaa. Hankkeen valmisteluihin kului kaikkineen noin 4 viikkoa josta viimeiset kaksi viikkoa Laosissa ja Thaimaassa. Projektiryhmän mobilisointi alueelle tapahtui siten, että ensimmäisenä paikalle lähti lentonavigaattori, joka vastaanotti Bangkokissa LiDAR-kaluston sekä varusti lentokoneen. Hankkeen pienestä koosta johtuen totesimme parhaaksi vaihtoehdoksi käyttää paikallista lentokonetta. Toisessa vaiheessa projektipäällikkö sekä projekti-insinööri siirtyivät Laosiin valmistelemaan hankkeen aloitusta. Työlistassa oli tällöin mm. lentolupien hankkiminen, kuljetusten sekä lentopolttoaineiden järjestäminen sekä GPS-tukiaseman perustaminen.

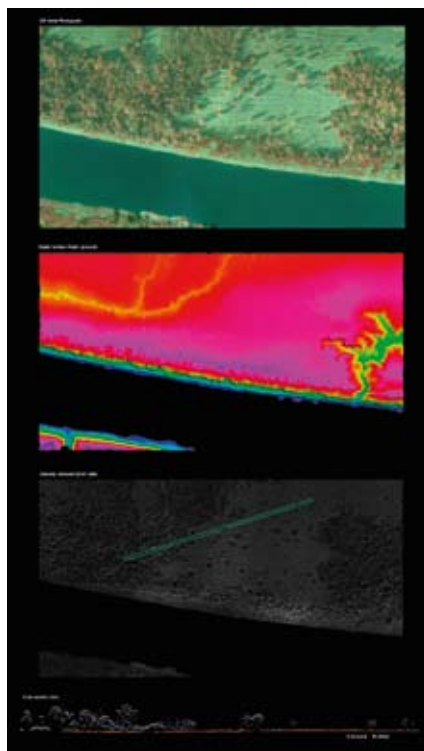
4.2.2009 keskiviikkona saimme lentoluvat Savannakhetin koealueelle. Toteutusaikaa oli lupien mukaan 10 päivää. Projekteille on tyypillistä, että aloitusta ennakoivana hiljaisena kautena tehdään valmistelut ja spekuloidaan hankkeen kulkua. Olimme jo hieman myöhässä aikataulusta, joten ennakoitu mahdollisuus testata vaihtoehtoisia keilainasetuksia kävi marginaaliseksi. Käytännössä sesonki olisi kestänyt helmikuun loppuun mutta rajoitettu lentolupa ei antanut mahdollisuutta tehdä suunnitelmiin enää suuria muutoksia. Projektiryhmän osat siirtyivät Savannakhetiin. Keilauslennot piti aloittaa nyt mahdollisimman nopeasti.

Valmistelujen kautta toteutukseen

Lentokone oli lähtenyt Bangkokista liikkeelle perjantaina aamulla. Olimme puoliltapäivin Savannakhetin lentokentällä ottamassa konetta vastaan. Thaimaasta tuotu lentopolttoaine oli siirretty aamulla tynnyreissä lentokonehalliin. Sää oli kirakas ja kaikki näytti lupaavalta keilausten aloittamiseksi. Lento saapui ajallaan ja kävimme nopeasti tilanteen läpi. Meillä oli aikaa tehdä yksi keilauslento vielä iltapäivällä. GPS-ryhmä oli aamulla lähtenyt aktivoimaan tukiasemat. Varmistimme GPS-aseman toiminnan ja tankkasimme lentokoneen.

Ensimmäinen lento päättyi neljältä iltapäivällä. Raportti navigaattorilta lupasi hyvää. Kolmasosa linjoista oli lennetty ja sää oli pysynyt kirikkaana. Projekti-insinööri tarkisti datan heti lentojen jälkeen. Tällä toimenpiteellä varmistimme onko sensorin asetuksissa korjattavaa tai onko datan kattavuudessa ongelmia. Ongelmien ilmaantuessa olisimme tehneet korjaukset sekä uudet lentosuunnitelmat

ennen seuraavan päivän lentoja. Ensimmäisessä tarkistuksessa datan laatu oli kuitenkin hyvä. Pisteparvi oli kattavaa ja ulottui maanpintaan asti. Suunnitellut keilaimen asetukset osoittautuivat toimiviksi, eikä tarvetta muutoksiin ollut. Jatkoimme hankkeen toteutusta samoilla suunnitelmilla. Keilauslennot jatkuivat viikonlopun yli sunnuntaihin. Kun määrätty lentolinjat oli keilattu, alkoi aineiston kattava tarkistus. Datan prosessointi jatkui tarkistuksen jälkeen FINNMAP Laon toimistolla. Data sai seuraavan viikon lopulla hyväksynnän SUFORD-projektilta sekä väliaikaisin maastavientiluvan Laosin viranomaisilta. Pitkien alkuvaiheiden jälkeen olivat keilauslennot onnituneet ilman vaikeuksia.



CIR-ortokuva, DTM ja LiDAR-aineisto samasta kohtaa. Metsien harveneminen sekä maankäytön muutokset ovat havaittavissa selvästi.

METSÄN LASERKEILAUSHANKE – LAO PDR 2009

- Projektipäällikkö: Jussi Havia
- Projekti-insinööri: Jonne Davidsson
- Navigaattori: Akseli Galkin
- Lentokoneen vuokraus sekä paikallinen konsultointi: FINNMAP Lao ja Jyrki Inberg
- Sensori: Leica ALS-50 II + 39 mp kamera

Onko REDD-LiDAR valmis?

Halusin tässä artikkelissa käydä läpi LiDAR:in käyttöä metsähankkeissa tiedonkeruun näkökulmasta. Menetelmän tehokkuuden ja käytettävyyden arvioimisessa keskitytään useasti lopputuotteen laatuun, eikä niinkään hankkeiden toteuttamiseen kokonaisuutena. Laosin hanke oli erittäin opettavainen kokemus uuden teknologia käytöstä. Kokemuksista voidaan tehdä johtopäätöksiä miten tulevaisuudessa vastaavat hankkeet pitäisi toteuttaa.

LiDAR-tekniikan käytölle REDD-inventoinneissa on vielä kysymyksiä, jotka tulisi selvittää ennen laajempaa käyttöä. REDD hankkeissa kattava LiDAR-aineisto on käyttötarkoitukseen nähden kallista. Kustannuksia voidaan kuitenkin huomattavasti alentaa käyttäen LiDAR-aineistoa yhdessä satelliitukuvien kanssa. Tällöin vain 10 %:n LiDAR-aineiston peitto on riittävä. Kustannustehokkuutta voidaan edelleen lisätä suurentamalla projekti-alueiden kokoa. Vielä 25 000 ha aluetta ei voida pitää kovinkaan edullisena, koska mobilisointikustannukset ym. nousevat kohtuuttoman suuriksi ajatellen hehtaarikohtaista hintaa.

LiDAR-aineiston keruuta vuoristoisilla aluilla on toistaiseksi tutkittu vähän. Nämä alueet ovat kuitenkin menetelmän käytettävyyden kannalta kynnyskysymys. Vuoristoiset alueet ovat hankalasti saavutettavissa ja juuri näissä olosuhteissa kaukokartoitukseen perustuvilla inventointimenetelmillä olisi mahdollista saavuttaa suurin hyöty. Korkeuserojen vaihteluita voidaan kuitenkin kompensoida jo lentojen suunnittelussa sekä datan prosessoinnissa.



Kirjoittaja on metsähankkeiden projektipäällikkö FM-International Oy:ssä. Sähköposti jussi.havia@finnmap.com.