

Mogelijkheden van nieuwe aardobservatietechnieken voor het bosbeheer in vlaanderen

Tegenwoordig is het gebruik van luchtfoto's en satellietbeelden overal aanwezig, denk maar aan het veelzijdig gebruik van Google Earth. Aardobservatie of remote sensing is dan ook niet meer weg te denken uit de hedendaagse maatschappij en wetenschap. De beelden die aardobservatie oplevert, spreken tot ieders verbeelding. Maar het belang van remote sensing gaat veel verder dan deze spectaculaire beelden. Er zijn immers weinig domeinen te bedenken waarin deze beelden niet toegepast kunnen worden: geologie, bosbouw, landbouw, stadsplanning, waterbeheer... Voor al deze sectoren levert aardobservatie informatie van onschatbare waarde op.

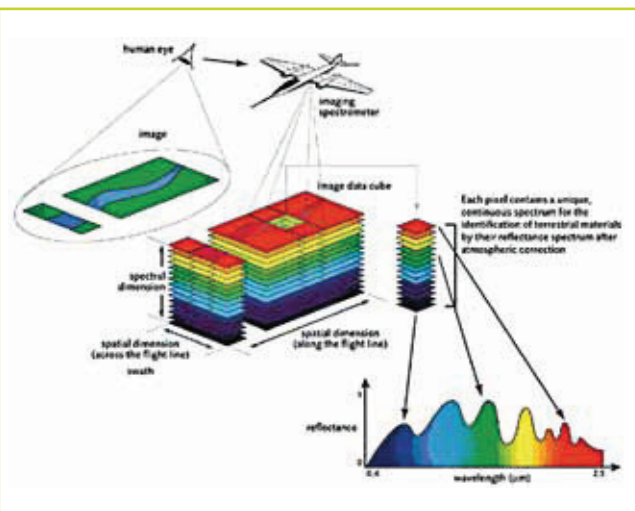
Duurzaam bosbeheer vergt gedetailleerde data om goede beheerkeuzes te maken en om bosbeheer en -beleid goed op te volgen. Het is dus essentieel om over nauwkeurige gegevens te beschikken die bovendien op regelmatige tijdstippen beschikbaar zijn. Om deze gegevens te verzamelen zijn we tot nu toe vooral aangewezen op arbeidsintensieve en tijdrovende metingen.

De techniek staat echter niet stil: nieuwe aardobservatiesensoren worden ontwikkeld die in staat zijn steeds meer gedetailleerde informatie over het aardoppervlak te verwerven. Twee types sensoren hiervan zijn hyperspectrale en LiDAR sensoren.

Een hyperspectrale sensor slaagt erin het licht dat gereflecteerd wordt door het aardoppervlak op te nemen in een zeer groot aantal opeenvolgende smalle spectrale banden (of golflengte-intervallen) in het zichtbare, nabij-infrarode en midden-infrarode deel van het elektromagnetische spectrum (Fig. 1). Hoe groter het aantal banden, des te meer informatie uit een beeld te halen valt. Hyperspectrale sensoren geven hierdoor meer gedetailleerde informatie over de waargenomen objecten zoals bomen, struikvegetatie... dan conventionele multispectrale

FLORE DEVRIENDT¹, FRIEKE VAN COILLIE¹,
 ROBERT DE WULF¹ en KRIS VANDEKERKHOVE²

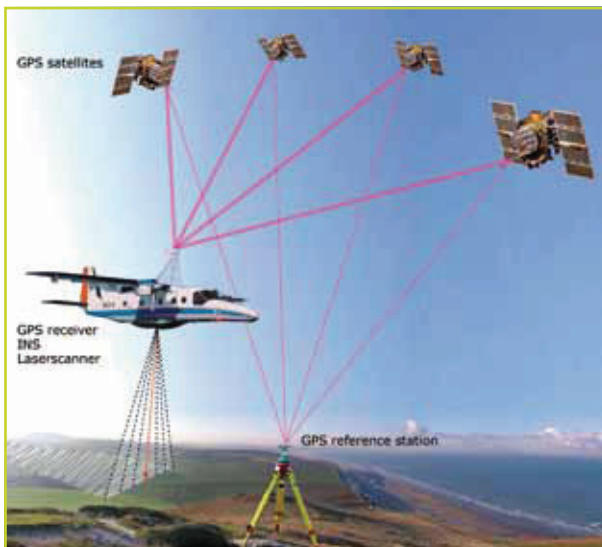
- 1 Labo voor Bosbeheer en Ruimtelijke Informatietechnieken (FORSIT), Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, UGent
- 2 Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO)



Figuur 1: Principe van hyperspectrale aardobservatie. (bron: VITO)

sensoren. Deze nemen het licht slechts in 3 tot 8 brede golflengte-intervallen op. Hyperspectrale gegevens leveren dus meer informatie op over de spectrale eigenschappen van een object waardoor objecten beter onderscheiden kunnen worden van elkaar.

Hyperspectrale sensoren zijn volledig afhankelijk van de captatie van gereflecteerde zonne-energie waardoor dit een passieve aardobservatietechniek genoemd wordt. LiDAR (Light Detection And Ranging) daarentegen is een actieve aardobservatietechnologie zoals RADAR (Radio Detection And Ranging). Dit betekent dat er actief een signaal wordt uitgezonden en de reflectie ervan terug wordt opgevangen. In tegenstelling tot RADAR die gebruik maakt van radiogolven, is dit signaal voor LiDAR een laserstraal in het zichtbare en infrarode elektro-



Figuur 2: Principe van LiDAR. Een optische puls, uitgezonden door de laserscanner gemonteerd in een vliegtuig, wordt gereflecteerd door het aardoppervlak en gedetecteerd door een collector. Het tijdsverschil tussen het uitgezonden en ontvangen signaal laat toe de afstand tot het aardoppervlak te bepalen. (bron: VITO)

magnetische deel van het spectrum. De afstand tot een object wordt bepaald door de tijdsduur te registreren tussen het uitzenden van een lichtpuls en de detectie van het gereflecteerde signaal (Fig. 2). Aan de hand van deze zeer gedetailleerde afstandsmetingen maakt LiDAR het mogelijk de driedimensionele structuur van een object te bepalen.

De vraag stelt zich in hoeverre deze nieuwe technieken kunnen bijdragen tot het aanleveren van de noodzakelijke gegevens voor een duurzaam bosbeheer. Zijn we met deze nieuwe aardobservatietechnieken in staat om informatie te verkrijgen omtrent een aantal bosparameters zoals bijvoorbeeld soortensamenstelling, boomhoogtes, stamtallen, boomdiameters, aanwezige houtvoorraad, vitaliteit en structuur van onze bossen? Bovendien zijn sommige eigenschappen zoals de structuur van de kruinen moeilijk te meten in het veld, waardoor aardobservatie nieuwe informatie kan aanleveren.

In het HyperForest* project, ondersteund door Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO), worden daarom de mogelijkheden in Vlaanderen onderzocht om via deze twee recent ontwikkelde aardobservatietechnieken, LiDAR en hyperspectrale remote sensing, een aantal parameters op bosbestand- en boomniveau af te leiden.

* HyperForest is een onderzoeksproject ondersteund door Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO) en is een samenwerking tussen het Labo voor Bosbeheer en Ruimtelijke Informatiesystemen (FORISIT) van de UGent, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO-TAP), het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Remote Sensing Laboratories (RSL) van de universiteit van Zurich, Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann uit Luxemburg en Geomatics Engineering Group van de KULeuven.
Website: HyperForest.vgt.vito.be

Data en studiegebied

In de zomer van 2010 en 2011 werden met een hyperspectrale sensor en een LiDAR sensor gemonteerd in een vliegtuig een aantal proefgebieden in Vlaanderen overvlogen. LiDAR data werden ook op de grond verzameld in deze proefbossen met een LiDAR-scanner op statief.

Twee van deze proefgebieden zijn de bosreservaten Kersselaerspleyn (deel van het Zoniënwoud) en Wijnendale (gelegen op de grens tussen Torhout en Ichtegem). In deze twee gebieden zijn gedetailleerde veldwaarnemingen beschikbaar in het kader van het monitoringsproject van integrale (onbeheerde) bosreservaten van het INBO. Elke 10 jaar worden deze onbeheerde bosreservaten geïnventariseerd met als doel fundamentele kennis te verwerven over de natuurlijke dynamiek van onbeheerde bossen in Vlaanderen (Dekeersmaecker L. et al., 2005). Een deel van deze uitgebreide veldgegevens laat ons toe om het verband te zoeken tussen de remote sensing gegevens en de kenmerken van het bos. De overige veldgegevens worden gebruikt om na te gaan of het vastgestelde verband ook van toepassing is voor de rest van de dataset. Op deze manier kunnen de remote sensing resultaten goed gevalideerd worden.

Binnen het HyperForest project willen we nagaan in hoeverre we bepaalde kenmerken van de boomlaag, die traditioneel via veldmetingen worden verzameld, in de toekomst voor Vlaanderen ook via hyperspectrale en LiDAR technieken op een voldoende nauwkeurige manier kunnen inschatten. Tegelijk worden ook de mogelijkheden onderzocht om additionele gegevens te genereren die niet of heel moeilijk meetbaar zijn via veldmetingen (bv. kroonparameters).

De eerste resultaten

Topografie van het terrein, boomhoogte, stamtaal, diameter en kroonparameters

Zoals eerder aangegeven is LiDAR een actieve techniek die zelf lichtgolven uitzendt en het gereflecteerde signaal terug opvangt. Als een LiDAR scanner boven een bosgebied ingezet wordt, wordt een puls gereflecteerd als een onderdeel van de vegetatie of de naakte bodem geraakt wordt. Op deze manier wordt de driedimensionele structuur van de vegetatie en de ruwe bodem zichtbaar. Dit levert niet alleen een mooi plaatje op, maar bevat bovendien zeer veel informatie die gebruikt kan worden voor het afleiden van allerlei zaken: topografie van het terrein, parameters zoals stamtaal, diameter en boomhoogte, en kroonkarakteristieken zoals kroon diepte, kroonbreedte en kroonvorm. Figuur 3 geeft een scan weer die een combinatie is van de driedimensionele resultaten afkomstig van de LiDAR sensor aan boord van het vliegtuig (punten in kleur) en de LiDAR

sensor op statief op grondniveau (punten in grijswaarden). Een combinatie van beide sensoren geeft een zo volledig mogelijke voorstelling weer van de driedimensionele bosstructuur.

Tijdens het dataverwerkingsproces worden door middel van filtering de grondpunten gescheiden van de vegetatiepunten. Dit levert twee types hoogtepunten op: een verzameling grondpunten en een verzameling vegetatiepunten. Uit de verzameling grondpunten kan een digitaal terreinmodel (DTM) afgeleid worden die de topografie van de naakte bodem weergeeft. Vanuit bosbeheerstandpunt kan dit interessant zijn om de geschiedenis van het terrein te bestuderen. Oude grachten, archeologische sites, e.d. kunnen in kaart gebracht worden.

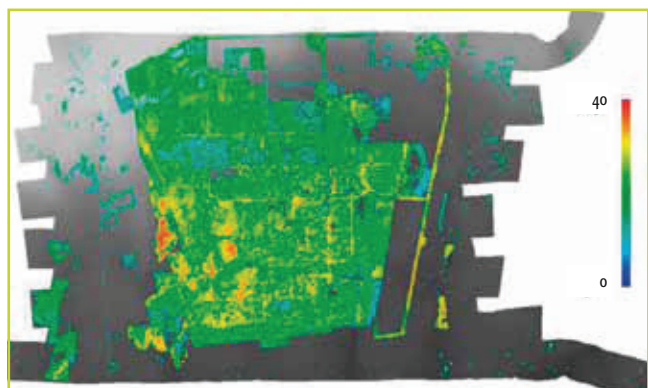
De verzameling van vegetatiepunten wordt onder andere gebruikt voor de berekening van een vegetatiehoogtemodel. Uit dit model kunnen boomhoogtes afgeleid worden. Figuur 4 geeft het berekende vegetatiehoogtemodel weer voor het bosreservaat Wijnendale. De hoogste bomen van 40 m komen overeen met populierenbestanden. Daar waar het op het terrein binnen een gesloten kronendak niet eenvoudig is boomhoogtes op te meten, biedt LiDAR dus een goed alternatief.

Naast hoogtes kunnen ook stamtallen en diameters bepaald worden uit de verzameling aan vegetatiepunten. In homogene naaldbossen zijn de berekeningen op basis van LiDAR gegevens al zeer accuraat (Dalponte et al., 2011; Salas et al., 2010). In gevarieerde loofbossen zoals de meeste van onze Vlaamse bossen zijn deze berekeningen minder evident en verkeren we nog in een experimenteel stadium.

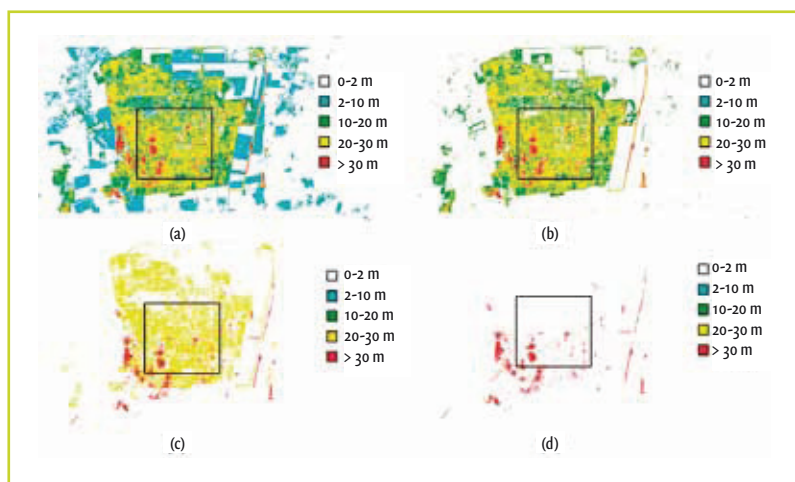
De vegetatiepunten leveren ook informatie op voor de beschrijving van kroonvormen en openingen in het kronendak. In combinatie met de hoogte-informatie die afgeleid kan worden uit het vegetatiehoogtemodel, kunnen openingen in het kronendak op verschillende hoogtes gevisualiseerd worden. Figuur 5 geeft een voorstelling van de openingen in het kronendak op 4 verschillende hoogtes boven de grond voor Wijnendale bos: (a) op 2 m, (b) op 10 m, (c) op 20 m en (d) op 30 m boven de grond. Een berekening van de kroonsluiting in het referentievierkant levert voor de vier verschillende hoogtes volgende waarden op: (a) 6%, (b) 11%, (c) 34% en (d) 94%. Deze informatie is van belang voor het onderzoek naar de dynamieken in het kronendak in deze bossen. LiDAR bewijst hier dus zeker zijn nut aangezien dergelijke inschattingen via terreinmetingen moeilijk realiseerbaar zijn.



Figuur 3: Scan met LiDAR punten uit een combinatie van een vliegtuig-gebaseerde LiDAR opname (punten in kleur) en een grond-gebaseerde LiDAR opname (punten in grijswaarden). De driedimensionele structuur van de bomen wordt hierdoor bepaald. (bron: RSL, University of Zurich)



Figuur 4: Vegetatiehoogtemodel van Wijnendale bosreservaat. (bron: RSL, University of Zurich)

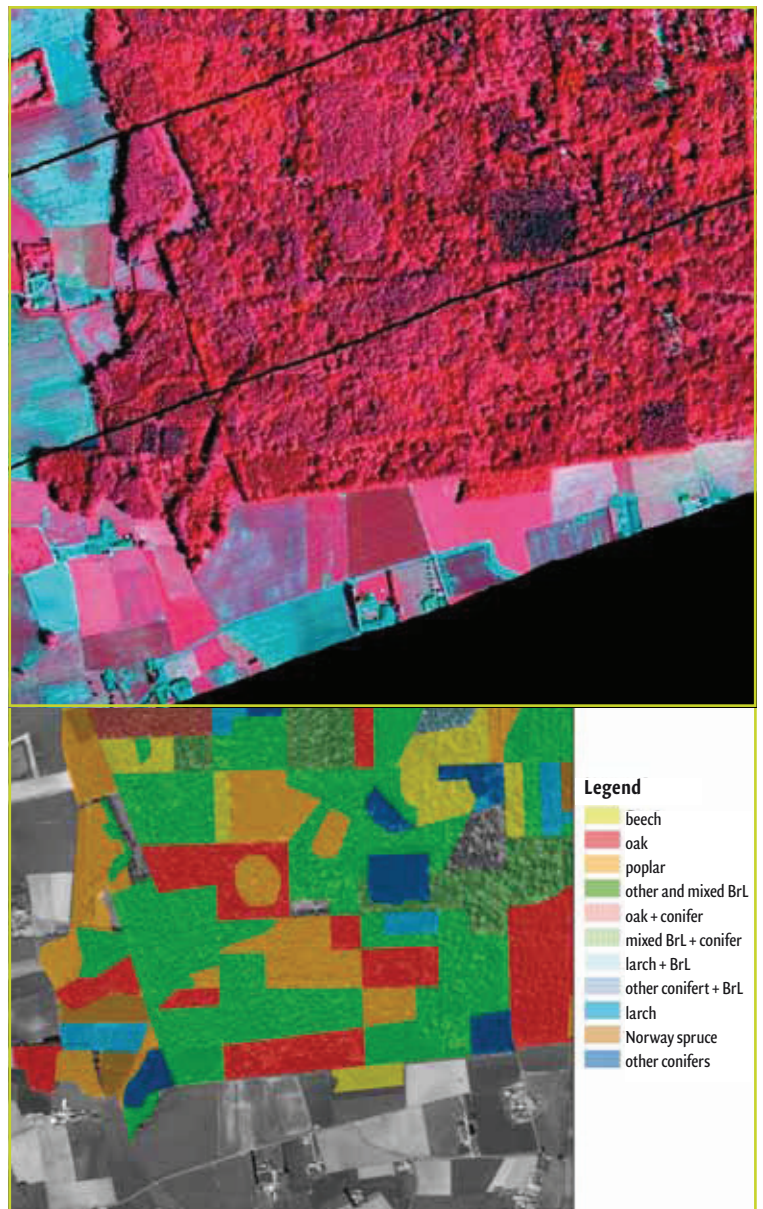


Figuur 5: Openingen in het kronendak op 4 verschillende hoogtes boven de grond voor Wijnendale bos: (a) 2 m hoogte, (b) 10 m hoogte, (c) 20 m hoogte en (d) 30 m hoogte. Percentage kroonsluiting in het referentievierkant: (a) 6%, (b) 11%, (c) 34% en (d) 94%. (bron: VITO)

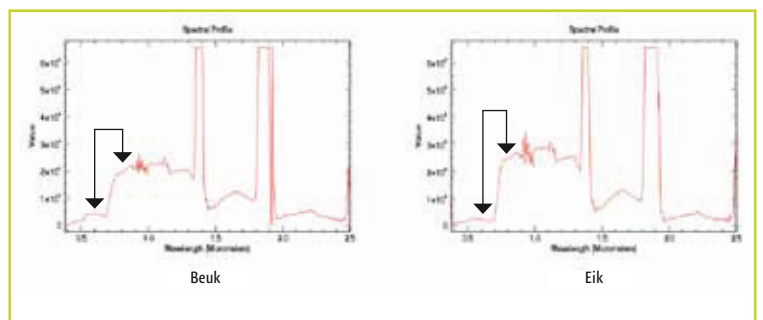
Boomsortensamenstelling

Aangezien hyperspectrale sensoren informatie aanleveren over het spectrale gedrag van objecten, kunnen deze ingeschakeld worden voor de identificatie van boomsoorten (Fig. 6). Elke boomsoort heeft namelijk zijn specifieke spectrale signatuur. Deze signatuur kan gezien worden als een soort vingerafdruk die uniek is voor elke boomsoort. Verschillen in de spectrale signatuur van boomsoorten dienen vooral gezocht te worden in het nabij-infrarode spectrum. In dit gedeelte van het elektromagnetische spectrum vertoont een spectraal profiel van vegetatie een typische stijging. Deze zone is van cruciaal belang voor het onderscheid tussen verschillende boomsoorten. Figuur 7 geeft het spectraal profiel weer van een beuk (links) en een eik (rechts). In het zichtbare bereik (0.4 – 0.7 µm) zijn de spectra van beide boomsoorten nagenoeg gelijk. In het nabij-infrarode gebied (0.7 – 1 µm) kunnen de spectra van beide boomsoorten beter uit elkaar gehaald worden. Geavanceerde geautomatiseerde classificatiemethodes zijn in staat verschillen tussen spectrale profielen van verschillende boomsoorten te detecteren en vervolgens in klassen onder te brengen. Dit gebeurt aan de hand van gekende samples waarvan naast het spectrale profiel ook terreingegevens beschikbaar zijn wat betreft de boomsoort. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de uitgebreide en gedetailleerde inventarisatie die beschikbaar is via de bosreservatenmonitoring van het INBO. Het classificatie-algoritme wordt aan de hand van deze gekende samples ‘getraind’ waarna deze in staat is ongekende samples in de juiste klasse onder te brengen. Op deze manier kan een boomsoortenkaart opgesteld worden.

Als LiDAR gegevens gecombineerd worden met hyperspectrale gegevens zou het dus mogelijk moeten worden om individuele bomen in de bovenetage te gaan aflijnen op basis van de LiDAR data en daarna via hyperspectrale gegevens op soort te brengen. Aangezien Vlaamse loofbossen gekenmerkt worden door complexe gesloten bosbestanden, is het echter niet eenvoudig om dergelijke boomsoortenkaart op individueel boomniveau aan te maken. Individuele boomkronen zijn namelijk moeilijk af te lijnen gebruik makend van de LiDAR gegevens. Momenteel zijn we dan ook aan het nagaan hoe ver we op individueel boomniveau geraken om nog een zo accuraat mogelijke boomsoortenkaart te bekomen die bruikbaar is voor de bosbeheerder.



Figuur 6: Identificatie van boomsoorten aan de hand van hyperspectrale beelden. (bron: INBO)



Figuur 7: Spectraal profiel voor beuk (links) en eik (rechts). De pijlen duiden het bereik aan waarin beuk en eik het best spectraal te onderscheiden zijn.

Bosvitaliteit

Ten slotte bieden LiDAR en hyperspectrale remote sensing gegevens ook mogelijkheden voor het inschatten van bosvitaliteit. Jaarlijks worden door het INBO in het kader van het internationale samenwerkingsprogramma ICP Forests van UN/ECE via een meetnet een aantal bomen geïnventariseerd naar vitaliteit. Het doel van deze inventarisatie is een algemene beschrijving geven van de gezondheidstoestand van de bossen in Vlaanderen, van een aantal boomsoorten afzonderlijk en wijzigingen in de evolutie van de gezondheidstoestand na te gaan (Sioen et al., 2009). Twee aspecten worden hierbij traditioneel gescoord: bladverlies en bladverkleuring. Deze parameters worden tot nu toe altijd visueel ingeschat door het INBO. Aan de hand van LiDAR en hyperspectrale waarnemingen kunnen deze parameters ook gemeten worden.

Voor bladverlies biedt LiDAR potenties voor het meten van de interne kroondichtheid, als maat voor bladverlies. Hyperspectrale data bieden dan weer mogelijkheid om bladverkleuring in te schatten. Naast spectrale verschillen tussen boomsoorten kunnen spectra binnen eenzelfde boomsoort namelijk ook verschillen afhankelijk van de gezondheidstoestand van de boom. Stress en ziektes beïnvloeden de fysiologische toestand van bomen en het daarmee verbonden spectrale gedrag (Delalieux, 2009). Dit uit zich in bladverkleuring. In het HyperForest project zal daarom worden onderzocht of hyperspectrale data een mogelijkheid bieden om subtiele verschillen in reflectantie, die een indicatie vormen voor stresssymptomen, binnen eenzelfde boomsoort te detecteren.

Besluit

Door het combineren van nieuwe technologieën als hyperspectrale en LiDAR sensoren hopen we te komen tot accurate gegevens die de bosbeheerders moeten helpen bij het aansturen en evalueren van het gevoerde beheer. Via dit onderzoeksproject proberen we na te gaan wat het potentieel is van deze twee nieuwe remote sensing technieken in Vlaanderen om een aantal belangrijke parameters op bosbestands- en boomniveau af te leiden. Het onderzoek zit nog volop in de fundamentele fase, maar de eerste resultaten laten zien dat er mogelijkheden zijn om het bosbeheer in Vlaanderen via deze nieuwe technieken in de toekomst te ondersteunen. Zeker wat betreft kroonparameters opent zich een wereld van nieuwe data die via veldmetingen onmogelijk zijn. Voor een aantal andere parameters (stamtal, diameter, biomassa, ...) kunnen ook belangrijke stappen gezet worden, maar zullen veldmetingen de komende decennia wellicht nodig blijven. ■

Dankwoord

Federaal wetenschapsbeleid (BELSPO) wordt bedankt voor de financiering van het HyperForest project. De Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Remote Sensing Laboratories (RSL) van de universiteit Zurich en de Geomatics Engineering Group van de KULeuven worden bedankt voor het aanleveren van de hyperspectrale en LiDAR data. Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) ten slotte wordt bedankt voor de nauwkeurige en uitvoerige veldmetingen.

Referenties

www.bosplus.be > Kenniscentrum > Publicaties > Bosrevue

AltiplanoBooks.be

Unieke gidsen en naslagwerken
voor natuurliefhebbers

maakt je natuurbeleving nog intenser!



- > ruimste assortiment gidsen & naslagwerken
- > ook moeilijk vindbare items!

Bestel met korting:
www.altiplanobooks.be

10% korting
voor
VBY-leden