

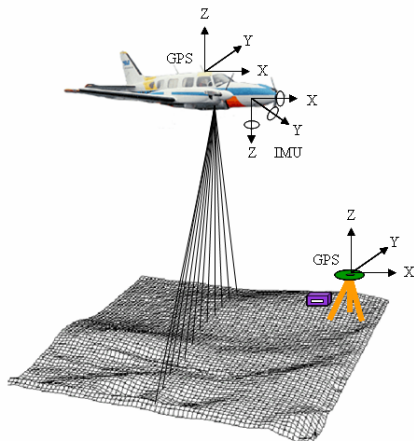


### BAKGRUND

Detta **INFOBLAD** är i huvudsak tänkt att komplettera **INFOBLAD N:O 13** "Ny nationell höjdmmodell". Flygburen laserskanning har visat sig vara ett såväl produktions- som kostnadseffektivt alternativ till traditionell fotogrammetrisk datainsamling av höjdm modeller. Lantmäteriet har därför beslutat att produktionen av en "ny nationell höjdmmodell" skall baseras på laserskanning. Tekniken är, i sammanhanget, relativt ny varför svensk litteratur i stort sett är obefintlig. Det finns således skäl till en kort introduktion i ämnet flygburen laserskanning.

### HUR FUNGERAR FLYGBUREN LASERSKANNING?

Vid flygburen laserskanning mäts avstånd från flygplanet eller helikoptern till olika objekt på marken. Detta sker genom att skicka ut en puls, en smal stråle ljus, och sedan registrera tidsintervallet till pulsens retur till sensorn. Då man känner ljusets hastighet är det möjligt att räkna ut avståndet till objekt på marken. För att veta var på marken ljuset reflekterades måste man veta varifrån och i vilken riktning pulsen sändes ut. Detta görs genom att mäta sensorns orientering i luften med hjälp av satellitpositionering (GNSS) och tröghetsnavigering, figur 1. För att sprida mätningarna och täcka ett större område kan man antingen använda sig av flera sensorer som mäter i olika riktningar eller av en rörlig spegel som sprider mätningarna från en sensor.



Figur 1: Principskiss över flygburen laserskanning.

Mätning med laserskanning ger hög precision, d.v.s. lokalt hög noggrannhet. Eftersom flygplanet är i ständig rörelse krävs kontinuerliga mätningar av dess position för att möjliggöra orientering mot markytan, motsvarande absolutorientering inom fotogrammetrin. Flygplanets position registreras med jämna intervall m.h.a. GPS-utrustning. Dessa diskreta mätningar ger dock bara underlag för bestämning av flygplanets position, därför måste även förutsättningar för beskrivning av flygplanets rotation ges. Som komplement till den GPS-mätta posi-

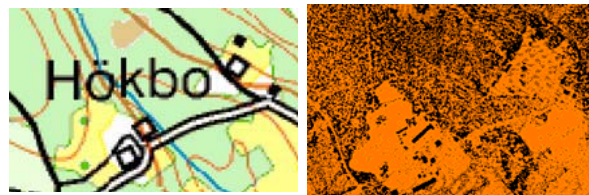
tionen används ett tröghetssystem (IMU) för kontinuerlig bestämning av rotationerna.

**Fotpunkt:** Fotpunkten är storleken på laserpulsens utbredning, diameter, när den träffar marken. Ju större fotpunkten blir desto svårare blir det att tolka vad mätningen verkligen redovisar. Speciellt känsligt är detta i områden med stora höjdvariationer – t.ex. vegetation och byggnader. Diametern påverkas bl.a. av flyghöjden.

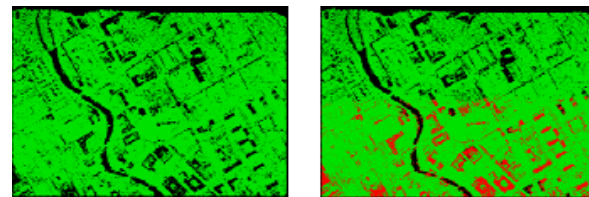
**Öppningsvinkel och svepbredd:** Det finns möjligheter att variera svepbredden. Vissa system ger möjlighet att registrera med vinklar på ca.  $\pm 40^\circ$  vilka naturligt ger större täckning. Även i detta fall finns det dock negativa effekter. Det blir svårare att uppnå tillräckligt med träffar på markytan i skogbeklädda områden.

**Reflektioner:** I sensorn bestäms även intensiteten i varje återkommande laserpuls. Denna information är till sin natur det närmaste man kan komma ett "sant" ortofoto eftersom registreringen sker i tre dimensioner. Dock är det inte en optisk registrering som kan användas på motsvarande sätt som vid traditionell bildtolkning. Registreringen sker endast i ett våglängdsområde, nära-infraröd. Den innehåller dock så pass mycket information att det lämpar sig att tolka vissa objekt, bl.a. skogsbilvägar.

**Punkttäthet:** Tillsammans med lägesnoggrannheten är detta den mest betydande parametern vid flygburen laserskanning. Svepbredden  $\pm 15^\circ$  skapar förutsättningar för god "insyn" mot marken även i skogbeklädda områden. Effekten av varierande punkttäthet visas i figurerna 2 och 3. Svepfrekvensen koordineras till svepbredd och laserfrekvens för att distributionen av mätningar skall bli så jämnt fördelad som möjligt.



Figur 2: Punkttätheten minskar påtagligt i skogbeklädda områden. Minskad täthet medför sämre förutsättningar för höjdmmodellering. Svarta områden representerar ingen eller mycket svag returnerad signal till sensorn.

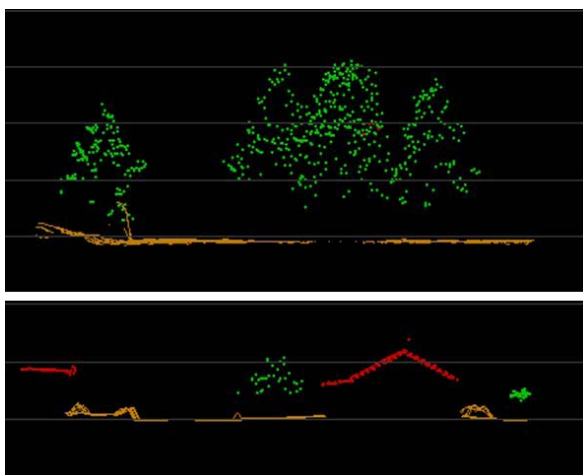


Figur 3: Låg intensitet på lasersignalen inverkar menligt på antalet registrerade punkter. Den vänstra bilden innehåller data från 2000 meters flyghöjd. Den högra bilden har kompletterats med data från 1000 meters flyghöjd, i rött.

## VILKEN BEARBETNING KRÄVS AV LASERDATA?

Geometrisk korrigering inkluderar metoder för att förbättra orienteringen. Samtidigt är det möjligt att kontrollera kvaliteten i orienteringsdata. Den optimala kvalitetskontrollen är att utvärdera laserdata mot inmätta objekt på marken. Det är dock inte ekonomiskt försvarbart att kontrollera varje laserstråk på detta sätt. Istället kan man mäta avvikelser mellan överlappande stråk för att bestämma och kompensera för kvarvarande fel. Slutligen kan ett begränsat antal stödpunkter användas för att passa in blocket till markytan i plan och höjd.

Filtrering/Klassificering sker när laserdata är geometriskt kontrollerade och korrigerade för systematiska lägesfel. Vanligast är att laserdata vidarebearbetas till en höjdmodell. Alla objekt som inte anses tillhöra markytan (hus, vegetation m.m.) filtreras bort. De laserpunkter som filtrerats bort kan sedan klassificeras till exempelvis hus eller broar, figur 4. Vid markfiltrering utnyttjar man ofta det faktum att marken är en kontinuerlig yta som ligger under vegetation, hus och andra objekt.



Figur 4. Resultat från markfiltrering, där markklassade punkter är ljusbruna. Laserpulserna klassificeras därefter som bl.a. vegetation (grön) och byggnader (röd).

## KVALITET

Oftast bestäms mätnoggrannheten som medelfel i plan och höjd. Vid framställning av höjdmodeller tillkommer ytterligare en aspekt, mätningarnas inbördes avstånd. Produktion av laserdata och höjdmodeller bör således kompletteras med en "lokal" inventering av punkttätheten. I tabell 1 redovisas resultatet från en av Lantmäteriets studier i Falun, flyghöjd 2000 meter.

Tabell 1. Olika komponenters tillskott till det totala medelfelet (meter) i höjdmodellen. Tätheten och xy har simulerats med erfarenhet från denna och liknande studier.

Typ	xy	H	Täthet	Totalt
Öppen	0.07	0.09	0.26	0.28
Skog	0.07	0.09	0.36	0.38

## SEKRETESS

Lantmäteriet skall granska laserskannade data utifrån vad som står i lagen (1993:1742) om skydd för landskapsinformation. Spridning beskrivs i 6§ "Flygbilder och **liknande registreringar från luftfartyg ...** får inte spridas utan tillstånd av regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer." Vidare i Förordningen (1993:1745) om skydd för landskapsinformation står det under Tillstånd för spridning 9§ "Försvarmakten, **Lantmätiverket** och Sjöfartsverket får sprida flygbilder och **liknande registreringar från luftfartyg ...**" Detta innebär alltså att Lantmäteriet måste ha samma hantering som för flygbilder. Eftersom produktionsflödet för laserskannade data ännu inte fastlagts är det heller inte beslutat hur Lantmäteriets granskning, som utförs av Lantmäteriets funktion för Informationsservice (ILSI), skall genomföras. Frågan om spridningstillstånd för övriga producenter av laserskannade data skall prövas av Försvarmakten.

## REFERENSER

Talts, J., 2003. Test av laserscanning för en ny nationell höjddatabas.

Klang, D. och Burman, H., 2006. En ny svensk höjdmodell – Laserskanning, Testprojekt Falun. LMV-rapport 2006:3.

Mer information kan fås via e-post: [hojddata@lm.se](mailto:hojddata@lm.se)

Denna serie av INFOBLAD avser att ge information med anledning av övergång till enhetligt geodetiskt referenssystem. För ytterligare information: <http://www.lantmateriet.se/refsys>