

Tobias Jonmeister, FORAN Sverige AB, 2010-02-05

## FORAN och skogregistrering via laser

### Inledning

Detta dokument avser att beskriva på vilket sätt vår metod för arealbaserade laserberäkningar, sk ForestGrid-mätning, har utarbetats och använts i vår verksamhet sedan vi startade med laserbaserade skogregistreringar 2006. Bland annat presenteras metodens förväntade noggrannhet samt lista på genomförda uppdrag.

Vi hoppas att följande information ska kunna leda till att Ni känner fullt förtroende för FORAN:s förmåga att genomföra Ert uppdrag!

### Bakgrund för ForestGrid och FORAN Remote Sensing AB

Utvecklingen av FORAN:s metoder för skogregistrering via laser startade 2006 via ett samarbete mellan FORAN och Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI. Den FOI-personal som involverades i projektet hade tidigare under flera år varit samarbetspartner med SLU vid deras forskning kring laserbaserad skogregistrering och hade god kunskap om vilka behov skogsbruket hade. Samarbetet med skogliga fakulteten på SLU hade bland annat resulterat i en doktorsavhandling (Johan Holmgren) där Ulf Söderman, nuvarande VD på FORAN Remote Sensing AB) var handledare. Två metoder utarbetades inom FORAN, en arealbaserad (s.k. ForestGrid) och en "enskilda-träd"-baserad (s.k. SingleTree). Vid utvecklingen av den arealbaserade metoden ForestGrid hyrdes den norske "arealmetods-gurun" professor Erik Naesset in för att säkerställa att metoden för variabelextraktion, statistisk analys mm utformades enligt de erfarenheter mångårig forskning lett fram till. Norska Universitetet för Miljö och Biovetenskap och professor Erik Naesset har sedan dess vid ett flertal tillfällen samarbetat med FORAN i genomförandet av arealbaserade projekt. FOI-personalen bröt 2007 sin anställning inom försvaret och startade FORAN Remote Sensing AB i Linköping, specialister på avancerad fjärranalys av laser och bilddata. Där sitter alltså personal med god insikt i forskningsresultat, metoder och spetskompetens inom systemutveckling för skogsregistrering via laser.

### Forskning och Utveckling

Sedan uppstarten 2007 har FORAN Remote Sensing opererat som ett "nav" för skogliga beräkningar för samtliga företag inom FORAN Gruppen (Sverige, Norge och Lettland). FORAN Remote Sensing deltar också i internationella forskningsprojekt bland annat med tillsammans med Skogforsk och UMB syftande till att ta fram nya effektiva fjärranalysmetoder för skogregistrering (se tex [www.flexwood-eu.org](http://www.flexwood-eu.org)). För en förteckning över några av de forskningsprojekt och publikationer FORAN Remote Sensing AB genomfört, se <http://www.foranrs.se/web/referenser-och-publikationer>.

Under 2009 och 2010 har FORAN Remote Sensing arbetat som inhyrd konsult och expertstöd åt Lantmäteriet för att ta fram riktlinjer och rekommendationer för hur Lantmäteriets rikstäckande laserskanning ska genomföras. Rutiner för processning och kvalitetstester av data har utarbetats enligt rekommendationer från FORAN Remote Sensing och vi kan med fog hävda att inget företag på marknaden har bättre insikt i egenskaperna för det som kommer att levereras i förbindelse med Lantmäteriets laserskanning.

Flera forskningsuppdrag har genomförts under senaste året;

- På uppdrag av Länsstyrelsen i Dalarnas län, registrering av fornlämningar i skog (se [http://www.w.lst.se/upload/16177/09\\_09\\_dec.pdf](http://www.w.lst.se/upload/16177/09_09_dec.pdf))
- Åt Jordbruksverket forskade vi kring potentialen för kartläggning av diken via Lantmäteriets laserdata
- För Svenska Kraftnäts räkning har vi forskat kring kartläggning av vegetation och röjningsbehov via Lantmäteriets data,
- I det EU-finansierade projektet Tree-Vitality har vi medverkat tillsammans med Institute for Environmental Solutions i Lettland, [www.videsinstituts.lv](http://www.videsinstituts.lv) kring möjligheterna för registrering av ett index på skogshälsa.
- Precisionspositionering av högupplösta satellitbilder med utgångspunkt i laserdata, samarbetsprojekt med SpaceMetrics på uppdrag av Rymdstyrelsen.
- Test av satellitbilder för trädslagsklassning, samarbetsprojekt med SpaceMetrics på uppdrag av Rymdstyrelsen.
- Positionering av högupplösta satellitbilder med stöd i Lantmäteriets laserdata. Samarbetsprojekt med SpaceMetrics på uppdrag av Rymdstyrelsen
- Klassificering av dominerande trädslag baserat på högupplösta satellitbilder från en serie av år, samarbetsprojekt med SpaceMetrics på uppdrag av Rymdstyrelsen.

## Produkter

De resulterande produkterna från ett "typiskt" ForestGrid projekt är flera och en kort beskrivning av standardprodukterna följer härnäst. Vi vill dock betona att kundens önskemål är det som styr våra projekt, så specialvariabler eller specialanalyser utöver nedanstående är varmt välkomna.

Huvudprodukten från metoden är dock självklart en skogsbruksplan, ett skogligt underlag som beskriver all skog i innehavet, allt ifrån kalmark, röjningsmark, gallrings- och slutavverkningsskog. Viss information, som helt uppenbart ej går att mäta via fjärranalys, t.ex. planteringsbehov K1/K2 eller produktionsmål (PG, NO mm) och ålder tas från en befintlig skogsbruksplan och överförs till den nya uppdaterade produkten.

**Beståndsavfattning:** Uppdaterad beståndsavfattning via en automatisk segmenteringsanalys, kompletterat med en manuell efterkontroll och justering

**Beståndsdata;** komplett avdelningsbeskrivning av alla bestånd i innehavet. Information från ForestGrid om volym, diameter, stamantal, grundyta, höjd mm uppsummerat till beståndsnivå används tillsammans med befintliga uppgifter om ålder för att beräkna SI, huggningsklass mm. ÖF registreras som separat avdelning med egna attribut. Skötsel förslag anges i de avdelningar där det är relevant.

**Röjningsanalys:** kartläggning av röjningsbehovet på innehavet. Ungskog analyseras avseende täthet och höjd och åtgärdsförslag sätts i dialog med beställaren för att finna "rätt" gränsvärden för vad som bör röjas eller ej.

**Gallringsanalys:** utifrån gallringsmallar med t.ex. höjd och grundyta per SI-klass analyseras bestånd och ForestGrid rutor utifrån gallringsbehovet. Riktlinjer för gränsvärden för gallringsbehov sätts i dialog med uppdragsgivaren.

**Markstrukturkartor och höjdkurvor;** den så kallade terrängmodellen används för att generera bild och vektordata beskrivande marken, vilket kan vara ett stöd vid operativ planering, utläggning av stickvägar eller dikesanalyser.

**Flygbilder;** bilder som används under produktionen levereras som ortorektifierade bilder.

Samtliga data levereras i det format och koordinatsystem kunden specificerar.

## Kvalitetssäkring och noggrannhet

FORAN fäster stor vikt vid kvalitetssäkring och kontroll av noggrannheten för levererade data. I genomförda projekt har de skattade funktionerna för varje skog-strata utvärderats via korsvalidering av de flera hundra provytor som använts för beräkningarna. Utöver utvärdering via korsvalidering har traditionell objektiv provyteinventering använts för att i fält kontrollera att medelfelen för beräknade variabler ligger inom de utlovade gränsvärdena.

Gränsvärden för utlovad noggrannhet kan uttryckas via s.k. RMSE (Root Mean Square Error), vilket innebär roten ur medelvärdet för kvadrerade avvikelser;

$$\sqrt{\sum \text{avvikelse}^2 / n}$$

Eftersom avvikelserna är kvadrerade ger stora fel större inverkan på resultatet, alltså RMSE är användbart när både stora medelfel och stora enskilda avvikelser är oönskade

#### **Gränsvärden RMSE (%) för skogliga variabler**

- Vol/ha <15
- Medelhöjd <7
- Medeldiameter <10
- Grundyta <15
- Stammar/ha <25 (svag variabel)

FORANs gränsvärden ligger i nivå med samtliga dokumenterade och genomförda arealbaserade projekt utförda av SLU, UMB eller andra kommersiella aktörer på marknaden.

#### **Avverkningsberäkningar och strategisk planläggning**

De skogliga resultaten från ett ForestGrid-projekt är en utmärkt utgångspunkt för vidare planering som avverkningsberäkningar och strategisk planläggning. Nyligen har svenska skogsforskare (blå SLU och Skogforsk) lanserat Heureka, ett system för optimering av skötsel och strategisk plan. Detta system syftar till att ersätta Indelningspaketet och det utprövas under 2010 i full skala av bland annat Holmen skog som genomför sin företagstaxering och strategiska plan med stöd i detta programpaket. FORAN genomför under 2010 i samarbete med Skogforsk strategisk planering och avverkningsberäkningar för kunders räkning på totalt ca 30 000 hektars skog. I Heureka kan ett flertal variabler kring mark, tidigare skötsel mm användas för att ytterligare förbättra funktionerna. Vid önskemål kan FORAN komplettera skogsbruksplanen med även dessa variabler.

## Referenslista

Följande är en lista på våra uppdrag relaterade till skogsregistrering via laser (både ForestGrid och SingleTree) i Sverige, Norge och Lettland. Utöver dessa har FORAN Remote Sensing genomfört en stor mängd uppdrag åt kommuner, kraftbolag och företag.

- **Åmot kommun:** 2007, Skogsbruksplan baserat på ForestGrid i samarbete med Erik Naasset, UMB. 50 000 hektar
- **Älvdalens besparingskog:** 2007/2008, SingleTree, uppdatering av skogsbruksplan. 160 000 hektar
- **Sveaskog:** 2008, Mätseken, Säter och Sävsjöström, pilotstudie av skogsregistrering via både ForestGrid och SingleTree. 5 000 hektar
- **Bergvik:** 2008, uppdatering av skogsbruksplan i Hylte kommun mm. SingleTree och ForestGrid beräkningar levererades. Funktioner för ForestGrid utarbetades i samråd med UMB och professor Erik Naasset. 14 000 hektar
- **Södra Skogsägarna;** 2010, ForestGrid-skikt som underlag för planproduktion, 31 000 hektar
- **Mathiesen Eidsvoll Vaerk:** 2008, SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 50 000 hektar.
- **Halden kommun:** 2008, ForestGrid och SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 26 400 hektar.
- **Björkå bruk:** 2009, SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 5000 hektar.
- **Eiker kommun:** 2009, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplan. 57 800 hektar.
- **Engerdal kommun:** 2009, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplan. 31700 hektar.
- **Norrskog och Kramfors omgivning:** 2008 ForestGrid beräkningar för uppdatering av skogsbruksplan. 12 000 hektar.
- **Nes och Flå kommun:** 2009/2010, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplan. 116 000 hektar.
- **Östgöta Häradsallmänning:** 2009/2010, SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 25 000 hektar
- **Sor Odal kommun:** 2009, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplan. 60 000 hektar.
- **Sandefjord/Stokke kommun:** 2009, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplan. 24 000 hektar.
- **Latvian State forest:** 2009, ForestGrid och SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 135 000 hektar.
- **Latvian State forest:** 2009/2010, SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 300 000 hektar.
- **Lardal kommun:** 2010, SingleTree för uppdatering av skogsbruksplan. 24 000 hektar.
- **Mykland kommun:** 2010, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplaner. 4000 hektar
- **Åsnes kommun:** 2010, ForestGrid för uppdatering av skogsbruksplaner: 15 000 hektar
- **Skogssällskapet:** 2010, uppdatering av skogsbruksplan via SingleTree. 2000 hektar
- **Linköpings stift:** 2010, uppdatering av skogsbruksplan via SingleTree. 5000 hektar