



Norwegian University
of Life Sciences

Sluttrapport for prosjekt
Bruk av bildedata i skogbruksplanleggingen
for NMBUs del av prosjektet

Terje Gobakken og Erik Næsset, 8. Februar 2019

Bakgrunn

Tilgang på oppdaterte ressursdata er nødvendig for å fatte de riktige beslutningene i skogforvaltningen. Skogtaksering ved hjelp av flybåren laserscanning etter den såkalte arealmetoden har blitt den dominerende takstmetoden for operativ skogbruksplanlegging i Norge og Norden for øvrig. Datafangst med laserscanning er forholdsvis kostbart sammenlignet med opptak av billedata. Ny teknologi (såkalt bildematching) har gitt billedata nye muligheter for bruk, bl.a. kan slike data trolig fullt ut erstatte laserscanning, men nøyaktigheten på operativ skala er ukjent.

Billedata kan i dag innsamles fra ulike plattformer, hvor digital fotografering fra fly fortsatt er det dominerende, spesielt for større oppdrag. I dag brukes også små og lette droner til småskala flybildefotografering innen mange samfunnssektorer og bransjer. Erfaringer fra internasjonale forsøk indikerer at dette kan være et nyttig verktøy og supplement innen skogbruksplanlegging og -forvaltningen. Forutsetningen for bruk av data fra bildematching er at man kan benytte terrengmodellen fra en tidligere laserscanning.

Målsetting

Prosjektets hovedmål har vært å evaluere nøyaktigheten ved bildematching i operativ skogbruksplanlegging og -forvaltning.

Prosjektets hovedmål har vært operasjonalisert gjennom følgende delmål:

Delprosjekt 1

- 1.1. Teste nøyaktigheten ved å anvende data fra bildematching basert på flybilder i et område der det gjennomføres en operativ skogbruksplantakst.
- 1.2. Evaluere nytte-/kostnadsforholdet ved bruk av henholdsvis laser- eller flybilledata i skogbruksplanleggingen.

Delprosjekt 2

- 2.1. Teste nøyaktigheten ved å anvende billedata fra andre kilder enn ordinære flybilder i skogbruksplanlegging, og for andre forvaltningsformål. Andre kilder vil først og fremst være bilder innhentet ved hjelp av droner.
- 2.2. Vurdere kostnadseffektivitet med slik alternativ bildeanalyse.

NMBU har hatt hovedansvar for delmålene under delprosjekt 1, mens NORSKOG har hatt ansvar for delmålene under delprosjekt 2. NMBUs bidrag til delprosjekt 2 er relatert til 2.1 og arbeidet er utført av en doktorgradsstipendiat som i sin helhet var finansiert av NMBU.

NORSKOG ved Jens Kolstad har hatt det administrative ansvaret for prosjektet. Det samlede økonomiske omfanget for NMBUs del av prosjektet har vært 693.000 kr. Av dette har 618.000 kr vært eksternfinansiering og 75.000 kr egenfinansiering.

Prosjektet har vært finansiert av Skogbrukets Utviklingsfond og Skogtiltaksfondet, i tillegg til prosjektdeltakernes egeninnsats.

Prosjektdeltakere

Deltakere i prosjektet har vært:

Fra skognæringen:

- NORSKOG ved Jens Kolstad
- Mjøsen Skog SA, Planavdelingen ved Geir Korsvold
- Viken Skog SA, Planavdelingen ved Svein Dypsund

Mjøsen Skog og Viken skog har bidratt med feltdata i prosjektet.

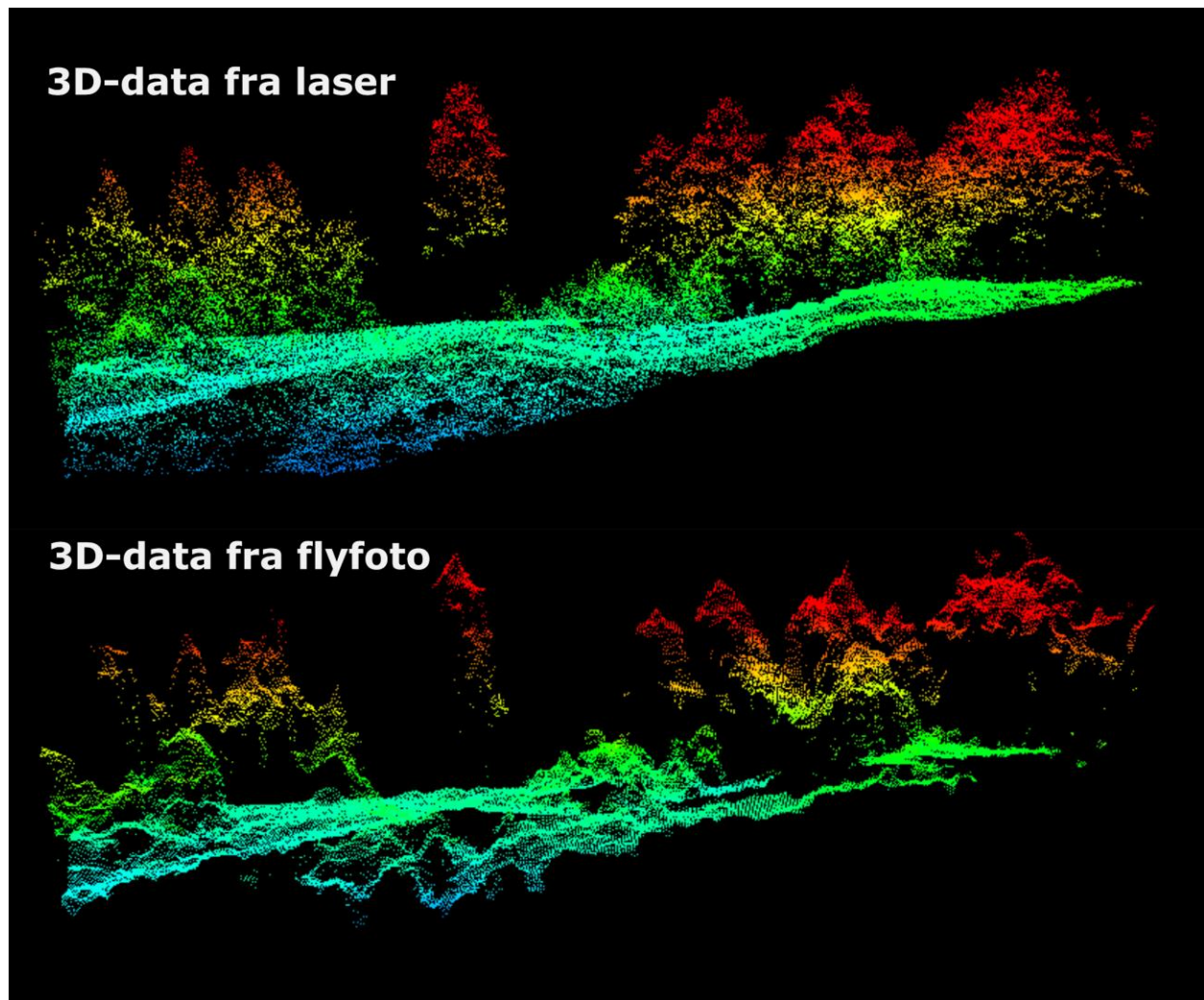
Fra NMBU har følgende personer bidratt:

- Ole Martin Bollandsås
- Terje Gobakken
- Annika Kangas
- Erik Næsset
- Lennart Noordermeer
- Stefano Puliti
- Hans Ole Ørka

Resultater

Delmål 1.1. Teste nøyaktigheten ved å anvende data fra bildematching basert på flybilder i et område der det gjennomføres en operativ skogbrukstakst.

Data fra flybåren laserskanning (ALS) gir en detaljert beskrivelse av skogstrukturen og er de mest nøyaktige data vi kan få fra fjernanalyse (Figur 1). Matching av digitale flybilder gir også tredimensjonale data på samme måte som ALS, men for en lavere kostnad. Bildematching har derfor blitt en alternativ datakilde til ALS.



Figur 1. Bruk av 3D-data fra laser (øverst) bare gir marginalt bedre nøyaktighet enn fra flyfoto (nederst) på bestandsnivå. Forskjellene er så små at gevinstene i nøyaktighet ikke forsvare ekstra kostnader for laserdata.

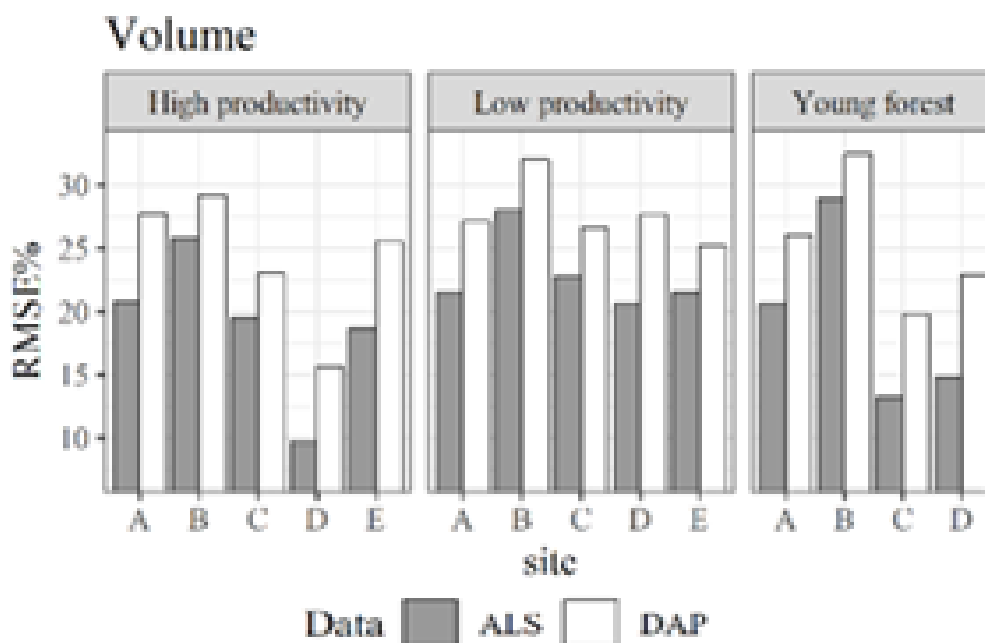
I denne studien sammenlignet vi bruk av data fra ALS og bildematching for prediksjon middelhøyde, treantall, volum, grunnflate og overhøyde for 836 prøveflater. Vi benyttet prøveflatedata fra følgende fem operative skogbruksplantakster: Hadeland, Krødsherad, Nordre Land, Tyrstrand og Hole, og omfatter mer enn 1 250 000 dekar i hogstklasse 3-5, det vil si høyere enn 8-10 åtte meter.

Matchingen av flybildene ble utført av NMBU ved hjelp av programvaren SURE fra nFrames. Det finnes flere ulike programvarepakker som kan benyttes, men det er viktig at man benytter parameterinnstillinger for matchingen som tillater store variasjoner i høydeverdiene i punktskyen. Matching av flyfoto er beregningskrevende og for eksempel så tok matching av alle bildene på Hadeland totalt 80 timer.

Vi definerte tre strata ut fra fototolket bonitet og hogstklasse. Vi utviklet regresjonsmodeller for ALS og bildematching for hvert område for seg (lokale modeller). På samme måte lagde vi felles modeller for alle områder samlet (regionale modeller), der vi

inkluderte dummy-variabler (indikatorvariabler) for å undersøke om det var statistisk signifikante forskjeller mellom områdene. Vi sammenlignet resultatene oppnådd ved bruk av henholdsvis lokale og regionale modeller.

Generelt ga ALS-baserte lokale modeller best resultater (Figur 2). Videre undersøkelsene viste dessuten at det var signifikante forskjeller mellom områdene i modellene, d.v.s. at bruk av felles modeller på tvers av takstområder kan gi opphav til systematiske feil i det enkelte området. Dette var særlig tilfellet for modellene utviklet for bildematching.



Figur 2. Sammenligning av gjennomsnittlig (systematisk + tilfeldig) feil i prosent av feltmålt volum fordelt på skogtyper (Høy og lav produktivitet i hogstklasse 4 og 5 og ungskog i hogstklasse 3) for områdene Hadeland (A), Krødsherad (B), Nordre Land (C), Tyristrand (D) og Hole (E) ved kryssvalidering av de 28 lokale modellene ved bruk av data fra laserscanning (ALS) og bildematching (DAP).

Det store antallet prøveflater i undersøkelsen (836 flater) ga muligheter til å studere effektene av å redusere antall prøveflater. Motivasjonen for denne analysen var at skogbruksplantakster for større regioner potensielt kan være et middel til å spare kostnader i forbindelse med prøveflateinnsamling. Analysen ble gjennomført ved å studere effekten av suksessivt å redusere antallet prøveflater ved hjelp av en simuleringsprosedyre med 10 000 repetisjoner, der vi valgte ut 90 %, 70 %, ... og 10 % av de 836 prøveflatene på en tilfeldig måte, og benyttet 10 % av prøveflatene til uavhengig validering. Nøyaktigheten ved å bruke ALS data i regionale modeller basert på 50 % av prøveflatene ga bedre nøyaktigheten enn å bruke lokale modeller basert på bildematching og alle prøveflater. Tolkningen av disse resultatene er at man har en viss fleksibilitet i valg av takstopplegg der det er mulig å spare kostnader i feltleddet dersom ALS-data er tilgjengelig. Dette må imidlertid balanseres mot de besparelser man måtte ha ved å bruke billedata framfor ALS-data, men der det kan være behov for flere prøveflater for å nå samme nøyaktighet.

Delmål 1.2. Evaluere nytte-/kostnadsforholdet ved bruk av henholdsvis laser- eller flybilledata i skogbruksplanleggingen.

Skogeiere har behov for nøyaktige takstdata for å gjøre beslutninger om tidspunkt for avvirkning og annen skogbehandling. Rent teknisk (uttrykt ved nøyaktighet) framstår data fra matching av digitale flybilder som nesten like bra som ALS for de fleste variablene, men er mye billigere å framskaffe. Forutsetningen er at man kan benytte terrengmodellen fra en tidligere laserscanning. I dette delprosjektet har vi derfor sett på om det er lønnsomt å betale den ekstra kostnaden ALS-data medfører i forhold til bildematching. Nyten av ALS-data i forhold til data fra bildematching er vurdert ved at vi har studert effekten av å benytte dataene som beslutningsgrunnlag i skogforvaltningen. Vi har sett spesielt på hvor godt tidspunkt for sluttavvirkning kan bestemmes for framtidige avvirkninger. Spørsmålet blir da om beslutningene man gjør på grunnlag av ALS-data er så mye bedre enn beslutningen som gjøres på grunnlag av data fra bildematching at de forsvarer den økte kostnaden for ALS-data.

Data fra totalt 314 prøveflater fra skogbruksplantaksten på Hadeland er benyttet i denne analysen. Prognoseprogrammet GAYA ble benyttet for å gjøre en langsiktig analyse av skogproduksjonen. Et rentekrav på 3 % ble benyttet. Analysen ble gjennomført ved at beslutninger om sluttavvirkning ble fattet basert på informasjon fra en takst etablert ved hjelp av data fra ALS eller bildematching. Tapet i nåverdi i forhold til riktige beslutninger ble så beregnet.

For majoriteten av flatene ble det ikke observert tap ved bruk av data fra henholdsvis ALS og bildematching. Tapet var størst i den første femårsperioden og avtok deretter. Først dersom takstdataene ble benyttet i mer enn 15 år før det gjennomføres ny takst, ble det lønnsomt å benytte ALS i forhold til bildematching. For de første 10 årene etter en takst var det ubetydelige forskjeller om man benyttet laser eller billedata for lage taksten. Vi fant størst tap på grunn av feilaktige takstdata i bestand der volumet var betydelig undervurdert. Basert på denne analysen kan det konkluderes at både data fra ALS og bildematching kan anbefales ved skogbruksplanlegging.

Delmål 2.1. Teste nøyaktigheten ved å anvende billedata fra andre kilder enn ordinære flybilder i skogbruksplanlegging, og for andre forvaltningsformål. Andre kilder vil først og fremst være bilder innhentet ved hjelp av droner.

Bruk av data fra droner gir nye muligheter i skogbruksplanleggingen. I denne studien matchet vi bilder tatt fra en drone på samme måte som det kan gjøres med bilder tatt med fly. Basert på et feltdatasett fra 38 prøveflater og dronedata fra Våler kommune i Østfold, benyttet vi den samme metode som vi er kjent med fra flybåren laserscanning og beregnet middel høyde, overhøyde, treantall, grunnflate og volum. Nøyaktigheten av takstresultatene ble omtrent den samme som om man hadde benyttet vanlige flybilder eller laser. Dronebilder kan være en nyttig datakilde for å skaffe data for skogbruksplanlegging for små områder. Bruk av egen drone gjør at man kan være mer fleksibel i forhold til opptakstidspunkt, men batterikapasitet og flyrestriksjoner legger begrensninger på størrelsen av arealet. Videre må man samle forholdsvis mange prøveflater innenfor det relativt lite området og dette gjøre at takstkostnaden pr arealenhet kan bli høy sammenlignet med bruk av data fra fly.

Konklusjon

Prosjektet har vist at data fra matching av bilder tatt fra fly kan benyttes om en datakilde ved skogbruksplanlegging. Forutsetningen er at man har en terrengmodell fra en tidligere lasertakst og at selve matchingen av bildene gjøres med programvarepakker og innstillinger som er egnet for skog. Takstresultatene ved bruk av ALS blir litt bedre enn ved bruk av bildematching, men ikke så mye bedre at den økte datakostnaden ved ALS kan forsvares. Bruk av bildedata framfor ALS-data gjør at det kan være behov for flere prøveflater for å nå samme nøyaktighet.

Bilder fra droner kan også benyttes til bildematching. Nøyaktigheten av takstresultatene blir tilnærmet lik som ved bruk av ALS eller bildematching fra fly, men begrensninger i batterikapasitet og flyrestriksjoner legger begrensninger på størrelsen av arealet. Videre må man samle forholdsvis mange prøveflater innenfor det relativt lite området og dette gjøre at takstkostnaden pr arealenhet kan bli høy sammenlignet med bruk av data fra fly.

Formidling

Publikasjoner:

Gobakken, T. & Næsset, E. 2019. Skogtakst basert på flyfoto kan erstatte lasertakstene. Norsk Skogbruk, nr 2. In press.

Kangas, A., Gobakken, T., Puliti, S., Hauglin, M., & Naesset, E. 2018. Value of airborne laser scanning and digital aerial photogrammetry data in forest decision making. *Silva Fenn.*, 52, article id 9923. <https://doi.org/10.14214/sf.9923>

Puliti, S., Ørka, H., Gobakken, T., & Næsset, E. 2015. Inventory of Small Forest Areas Using an Unmanned Aerial System. *Remote Sens.*, 7, 9632-9654. <http://dx.doi.org/10.3390/rs70809632>

Noordermeer, L., Bollandsås, O.M., Ørka, H.O., Næsset, E & Gobakken, T. 2019. Comparing airborne laser scanning and digital aerial photogrammetry in large scale operational forest inventories. *Silva Fenn.*, in submission.

Presentasjoner:

1. Forest inventory research in Norway: airborne laser scanning and image matching. Prague, Czech Republic, 20.11.2015
2. Bildematching vs laser i skogbruksplantakst. Hurdalsjøen hotell, 16. november 2016
3. Digital aerial photogrammetry vs laser scanning data in forest management inventory. Umeå, Sweden, 16. February 2017
4. Digital aerial photogrammetry vs laser scanning data in forest decision making. Prague, Czech Republic, 23. October 2017
5. Forest inventory in Norway -from field measurements to remote sensing applications. Mendel University in Brno, Czech Republic, March 15. 2018
6. Comparing airborne laser scanning and digital aerial photogrammetry for large scale operational forest management inventories. ForestSat2018, 1-5 October, College Park, Maryland, USA
7. Value of airborne laser scanning and digital aerial photogrammetry data in forest decision making. ForestSat2018, 1-5 October, College Park, Maryland, USA

I tillegg vil det bli lagt opp til å presentere resultatene ved neste seminar i skogbruksplanlegging som NMBU vil arrangere for skogplanbransjen og den offentlige forvaltningen i 2019.

Video:

<https://vimeo.com/128856284>