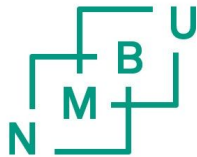


Sluttrapport for prosjektet

# Karakterisering av nøyaktigheten på bestandsdata i skogbruksplanen

Hans Ole Ørka, Terje Gobakken og Erik Næsset  
*Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)*

*30. juni 2020*



## Bakgrunn

Skogbruksplanlegging i Norge baserer seg i dag i all hovedsak på såkalt lasertakst. Lasertaksten gir høy nøyaktighet på en rekke viktige skogegenskaper, deriblant volum. Det enkelte bestand er den fundamentale enheten i taksten og det oppgis volum på bestandsnivå. Det har ikke vært tradisjon for å angi nøyaktighet på volumet beregnet for det enkelte bestand, men heller oppgi nøyaktighet på generelt grunnlag basert på erfaringstall fra forskningen. I de senere år er det utviklet såkalte statistiske estimatorene – teoretisk utledede formler – som kan benyttes for å beregne nøyaktigheten av beregnet volum på bestandsnivå når taksten er gjennomført som en lasertakst. Slike formler bygger imidlertid på en del teoretiske forutsetninger som i større eller mindre grad vil være oppfylt i praksis. Før man kan legge slike regneformler for nøyaktighet inn i de operasjonelle produksjonslinjene for skogbruksplaner hos planinstitusjonene, må formlene testes i praksis for å se om de beregner den sanne (men ukjente) nøyaktigheten på en god måte. Dette prosjektet baserer seg på store testdatasett som har blitt innsamlet i andre prosjekt over en 15-års periode.

Et annet viktig spørsmål er knyttet til framstillingsformen av informasjon om nøyaktighet i skogbruksplaner. Man kan selvsagt oppgi nøyaktighet direkte i det enkelte bestand som et absolutt tall – på lik linje med f.eks. opplysninger om volum pr. dekar. En annen framstilling kan være i form av tematiske kart over eiendommen som signaliserer nivået på nøyaktighet på en enkel og intuitiv måte (f.eks. fargekoding på bestandsnivå av nøyaktigheten i beregnet bestandsvolum; “rødt” – lav nøyaktighet, “gult” – middels nøyaktighet, “grønt” – høy nøyaktighet). Det er viktig at informasjon om nøyaktighet formidles på en hensiktsmessig måte, og dette er demonstrert i prosjektet.

## Hovedmål

Prosjektets hovedmål har vært å utvikle, teste og demonstrere metoder for å karakterisere nøyaktigheten av beregnet volum på bestandsnivå i skogbruksplaner.

### Delmål

1. Utvikle statistisk metode for å karakterisere nøyaktigheten av beregnet volum på bestandsnivå når takseringen er gjennomført enten som en lasertakst eller som en takst basert på matching av digitale flybilder.
2. Teste og validere metoden mot omfattende kontrollmålinger («fasit») av volum i skogbestand.
3. Demonstrere metoden i en operativ områdetakst i regi av en skogplaninstitusjon. Vurdere ulike framstillingsmåter av informasjon om nøyaktighet som kan være nyttig for skogeier og andre brukere av bestandsinformasjon (for eksempel Skogeierforening i forbindelse med planlegging av tømmerdrifter, gjennomføring av veiprosjekter og andre beslutninger der korrekt informasjon om stående volum er viktig).

NMBU har hatt hovedansvar for det faglige arbeidet og Glommen-Mjøsen Skog SA har bidratt til delmål 3. Prosjekt har vært finansiert av Skogbrukets Utviklingsfond og Skogtiltaksfondet, i tillegg til prosjektdeltakernes egeninnsats. Erik Næsset har vært

prosjektleder for NMBU sin del, mens Geir Korsvold har vært prosjektleder for Glommen-Mjøsen Skog SA sin del. Det samlede økonomiske omfanget for NMBUs del av prosjektet har vært 960.000 kr. Av dette har 900.000 kr vært eksternfinansiering og 60.000 kr egenfinansiering.

## Prosjektdeltakere

Deltakere i prosjektet har vært:

- Allskog SA
- AT Skog SA
- Glommen-Mjøsen Skog SA
- NORSKOG
- Statskog
- Viken Skog SA
- NMBU

## Resultater

### Delmål 1: Metoder for bestemmelse av nøyaktighet på bestandsnivå

Prosjektet har etablert regneformler for å karakterisere nøyaktigheten på bestandsvolum tilpasset de metodene som benyttes i det operative skogbruket i Norge i dag. Regneformler for å beregne usikkerheten har i hovedsak vært beskrevet for vanlige lineære modeller. I prosjektet har vi etablert regneformler for modelltypene som ofte benyttes operativt i skogbruksplaneleggingen i Norge i dag (såkalte multiplikative modeller). Videre har vi vurdert (under delmål 2) en rekke metoder som er uavhengig av hvilken strategi som benyttes for å predikere volum i lasertaksten og ulike usikkerhetskomponenter knyttet til prediksjoner, residualer, romlig kovarians og bestandseffekter.

### Delmål 2: Empirisk evaluering av nøyaktighet på bestandsnivå

Metodene vi kom fram til under delmål 1 er testet for å estimere nøyaktigheten av volum i to områder. Vi benyttet prøveflatedata fra Våler i Østfold og Romerike i Akershus. I begge studieområdene eksisterer det et prøveflatedatasett og et kontrolldatasett på bestandsnivå. I Våler er 65 bestand målt med intensiv prøveflatetaksering med i gjennomsnitt 11 flater pr. bestand (varier fra 3 til 16 prøveflater pr. bestand). På Romerike ble det registrert nøyaktig posisjon på 55162 trær fordelt på 78 bestand. Posisjoneringen ble gjort med hogstmaskin påmontert presisjons-GPS'er og utstyr for å posisjonere hogstaggregatet. Nøyaktigheten på posisjonene antas å være bedre enn 1 m i gjennomsnitt. Trærnes volum er aggregert til volum på bestandsnivå.

I prosjekt tilpasset vi prediksjonsmodeller til prøveflatedataene. Det ble benyttet tre ulike modeller. Disse var vanlig lineær regresjon, en modell med log-transformert volum og laservariabler, såkalt log-log modell, samt en ikke-lineær multiplikativ modell. Vi testet flere metoder for å bestemme nøyaktigheten på bestandsnivå. Vi fant at standardmetoder kan tilpasses og benyttes for både vanlige lineære modeller og log-log-modellene. Dette er metoder som er mye benyttet i dagens lasertakster. Videre kan ulike simuleringsmetoder benyttes for alle typer prediksjonsmodeller. Nøyaktighet knyttet til modellprediksjon er stor og har godt samsvar med data fra felt. For over 90% av bestandene i Våler overlapper

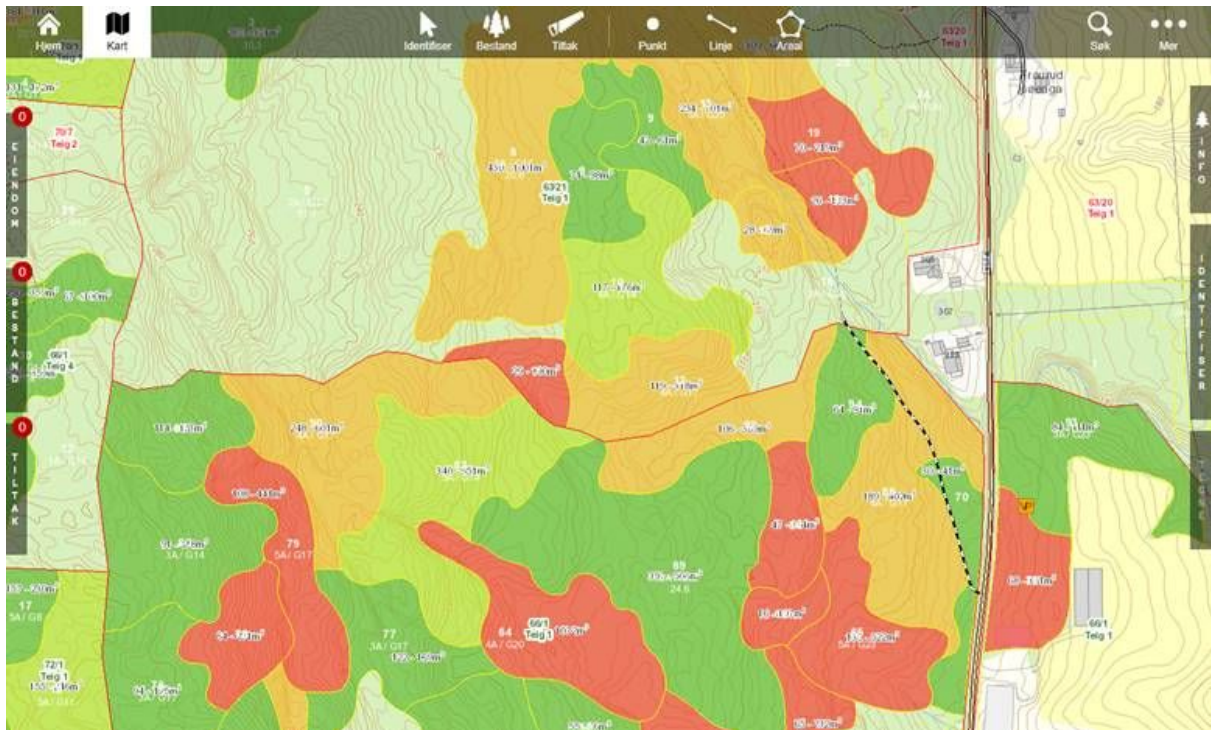
laserpredikerte verdier for volum de feltmålte verdier når vi tar hensyn til usikkerhet i prediksjonsmodellen. Tar vi i tillegg hensyn til usikkerheten forårsaket av residualfeilen til modellen, øker overlappet ytterligere og vi er svært nær 95% overlapp. Det er dette som kan forventes av et 95% konfidensintervall. Romlig kovarians i residualene kan inkluderes ved å anta en romlig funksjon for fordeling av korrelasjoner mellom residualer. Våre resultater antyder at en eksponensiell korrelasjonsfunksjon bør benyttes med en avstandsparameter på 50-55 m. I praksis er det et godt overlapp for kombinasjonen av usikkerhet i prediksjoner og residualer slik at romlig kovarians kan utelates. Regneformler som inkluderte at feilen øker med økenden volum og at det eksisterer en bestandseffekt ble også vurdert. Våre resultater tyder på at disse effektene er av mindre betydning.

***I sum er den praktiske konsekvensen av disse teoretiske og empiriske vurderingene at beregning av nøyaktigheten av volum på bestandsnivå relativt lett kan inkluderes i dagens skogbruksplaner. Det krever ingen endring av dagens praksis når det gjelder taksering og beregningsløyper, men regneformlene for nøyaktighet må inkluderes i produksjonsløypene som benyttes. Dette er en triviell oppgave.***

### Delmål 3: Demonstrasjon av nøyaktighet på bestandsnivå

En av best egnede metodene basert på resultatene i delmål 2 ble benyttet til å demonstrere nøyaktigheten på bestandsnivå i en pågående takst i Eidsvoll. Dette ble utført i samarbeid med Glommen-Mjøsen Skog SA. Ulike metoder for framstilling av nøyaktighetsinformasjonen ble vurdert. Videre ble beregnet nøyaktighet på bestandsnivå for taksten integrert i Glommen-Mjøsen Skog SA sine kartsystemer (Figur 1) og vurdert av en allmenningsbestyrer, en skogbruksleder og en ansatte ved planavdelingen.

Basert på vurdering av fremstillingsmetoder og tilbakemeldinger fra Glommen-Mjøsen Skog SA er en framstillingsmåte som kan standardiseres over flere takstprosjekter å foretørekke. Således er det mest informativt å presentere feilen i prosent av bestandets volum. Dette letter sammenligning og kommunikasjon av nøyaktigheten og muliggjør en standardisering på tvers av takstprosjekter der ulike strata og modeller er brukt. Videre pekes det på at selv om feil knyttet til romlig kovarians eller bestandseffekter ikke ble beregnet, dekker konfidensintervallene godt volumet i bestandet. Brukererfaringen i prosjektet er noe begrenset p.g.a. Covid-19 situasjonen i utprøvsperioden, men tilbakemeldingen antyder at dette i hovedsak er et produkt som mer avansert brukere kan dra nytte av i sin daglige planlegging.



*Figur 1. Symbolisering i Glommen-Mjøsen Skog sin kartløsning - grønt er bestand med ganske sikkert volum, orange er noe usikkert, mens rødt er usikkert volum (Illustrasjon Glommen-Mjøsen Skog SA, Vegard Lien)*

## Konklusjon

Prosjektet har etablert praktisk nyttbare metoder for å karakterisere nøyaktigheten på bestandsdata i skogbruksplanen basert på avanserte statistiske teknikker. Metodikken er tilpasset de metoder som er i praktisk bruk i Norge i dag. Det er evaluert ulike framstillingsformer for nøyaktighetsinformasjon i skogbruksplanen og metodikken er demonstrert i et operativt takstprosjekt. Tilbakemeldinger fra brukere av slik informasjon er positive.

## Formidling

### Publikasjoner

Ørka, H.O., Ene, E. Gobakken, T. Næsset, E. (manuskript). Evaluating methods for characterizing uncertainty of stand level timber volume estimates.

Ørka, H.O., Gobakken, T. Næsset, E. (manuskript til MINA rapport). Karakterisering av nøyaktigheten på bestandsdata i skogbruksplanen.

Ørka, H.O., Ene, E. Gobakken, T. Næsset, E. (2017). Evaluating methods for characterizing uncertainty of stand level timber volume estimates. Proceedings of Silvilaser 2017, October 10-12, 2017, Blacksburg, Virginia, USA.

### Presentasjoner

Ørka, H.O. (2020). Bestandsnøyaktighet. Skogplanseminar, 11-12 februar 2020, Hurdalsjøen, Norge.

Ørka, H.O., Ene, E. Gobakken, T. Næsset, E. (2017). Evaluating methods for characterizing uncertainty of stand level timber volume estimates. Silvilaser 2017, October 10-12, 2017, Blacksburg, Virginia, USA.