

REVISJONSTAKST I FRITZØE SKOGER - EVALUERING
AV METODIKK OG NØYAKTIGHET

EVALUATION OF METHODOLOGY AND ACCURACY IN
PRACTICAL FOREST MANAGEMENT «AUDIT INVENTORY»

KNUT MARIUS HAUGLIN

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2007



Forord

Dette er en masteroppgave på Institutt for naturforvaltning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap. Veileder for oppgaven har vært professor Tron Eid.

Denne oppgaven ble initiert av Fritzøe Skoger som hadde gjennomført en takst etter en «ny» takstmetode og ønsket en evaluering av denne.

Feltarbeidet ble gjennomført i løpet av fem uker i august og september 2006 av Marius Hauglin og John Grimholt.

Jeg vil takke professor Tron Eid for særdeles god hjelp gjennom hele arbeidet med oppgaven. Videre vil jeg takke John Grimholt fra Fritzøe Skoger. Sammen klavet vi ca. 15 000 trær, og feltarbeidet hadde ikke vært mulig å gjennomføre uten hans innsats. Takk også til John for glimt inn i en tradisjonsrik skogeiendoms historie, samt hjelp med utplukk av takstdata. Jeg vil videre takke Kåre Hobbelstad ved Norsk institutt for skog og landskap som formidlet kontakt med Fritzøe Skoger, Svein Ekanger hos Prevista for hjelp med spørsmål angående gjennomføringen av revisjonstaksten, tømmersjef Knut Malmquist hos Fritzøe Skoger for informasjon om takstene og Gerd Adolfsen hos Prevista for hjelp med utplukk av takstdata. Tilslutt vil jeg takke samboeren min Live, for støtte og tålmodighet under feltarbeid og skriving.

Ås, mai 2007

Knut Marius Hauglin

Sammendrag

Hauglin, K. M. 2007. *Revisjonstakst i Fritzøe Skoger - evaluering av metodikk og nøyaktighet.* Masteroppgave ved Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap. 45 sider.

Formålet med denne undersøkelsen har vært å evaluere metodikk og nøyaktighet i en fototakst uten markkontroll, der eksisterende bestandsdata brukes som grunnlag, (*revisjonstakst*). En har gjennomført en kontrolltakst i form av en intensiv prøveflatetakst i 50 bestand i hogstklasse IV og V. For kontrolltaksten er det beregnet bestandsvis volum/ha, grunnflate og middelhøyde. Dette er sammenlignet med revisjonstaksten. En fant at volumet/ha er satt 6% for lavt i revisjonstaksten (Tabell 6). De tilfeldige feilene i volum/ha i revisjonstaksten er 20%. Middelhøyden i revisjonstaksten lå 5% *høyere* i revisjonstaksten enn i kontrolltaksten. Det at volumet er undervurdert, mens middelhøyden er overvurdert kan tyde på at tettheten er satt for lavt i fototolkningen. Materialet viser en tendens til at volumet i bestand med stor kubikkmasse har blitt undervurdert i fototolkningen, og omvendt (Figur 4a). Det funnet liten forskjell i resultatene fra de to fototolkerne som har gjennomført taksten (Tabell 9).

De tilfeldige og systematiske feilene i revisjonstaksten ligger innenfor det en har funnet ved tidligere kontroll av skogbruksplandata. En revisjonstakst kan være et aktuelt kompromiss mellom kostnader og nøyaktighet. Uten en systematisk prøveflatetakst er det imidlertid vanskelig å avdekke *om* det finnes systematiske feil. Det er ikke gjennomført markkontroll, men bruk av den eksisterende bestandsdatabasen som støtte i takstarbeidet kan ha gitt samme effekt og redusert de tilfeldige feilene.

Abstract

Hauglin, K. M. 2007. *Evaluation of methodology and accuracy in practical forest management «audit inventory»*. Master thesis, Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences. 45 pages.

The aim of this work has been to evaluate the methodology and accuracy of the results from a practical forest management audit inventory. Audit inventory is based on aerial photo-interpretation. There are no field measurements for control, but the results from an updated existing forest inventory are used as a support for the photo-interpretation. In a material of 50 stands (mainly Norway spruce - *Picea abies*) a reference survey with field measurements on systematically distributed sample plots within stand was carried out. Volume per hectare, basal area per hectare and Lorey's mean height was calculated for each stand, and compared to the results from the audit inventory. The audit inventory underestimated volume by 6%, significantly underestimated basal area by 15%, and significantly overestimated mean height by 5%. The results indicate that stand density is underestimated in the aerial photo-interpretation, and that volume is underestimated in stands with a large reference volume and overestimated in stands with low reference volume.

Overall the differences seen between the audit inventory and the reference inventory were within intervals found in previous studies of practical forest inventories. An audit inventory is a possible compromise between costs and accuracy, and one advantage is that the resources in the existing forest inventory are utilized. However, without a systematic sample plot inventory for correction, it is difficult to detect if the results contain systematic errors.

Innhold

1	Innledning	1
2	Materiale og metode	8
2.1	Beskrivelse av revisjonstaksten	8
2.2	Utvalg av bestand og data fra de ulike takstene	10
2.3	Kontrolltaksten	12
2.4	Beregninger	13
3	Resultater	20
3.1	Revisjonstaksten sammenlignet med kontrolltaksten	20
3.2	Andre sammenligninger	26
4	Diskusjon	29
4.1	Sammenligning av revisjonstaksten med kontrolltaksten	29
4.2	Mulige årsaker til avvik	30
4.3	Generelt om takstmetodikken	33
5	Konklusjon	36
6	Litteratur	37
A	Vedlegg	39
A.1	Takstinnstruks for kontrolltaksten	39
A.2	Funksjoner brukt i beregninger	44

1 Innledning

Skogen er en ressurs, i seg selv og som ramme for rekreasjon, biologisk mangfold og kulturminner. For at en skal kunne utnytte skogressursene på en bærekraftig og ressurseffektiv måte må en vite noe om hva som finnes i skogen, og hvordan skogen ser ut. Det må gjøres en eller annen form for taksering.

I § 1 i skogbruksloven er det en målsetting om å

«... fremme en bærekraftig forvaltning av skogressursene i landet med sikte på aktiv lokal og nasjonal verdiskapning, og å sikre det biologiske mangfoldet, landskapet, friluftslivet og kulturverdiene i skogen.»

(Lov om skogbruk av 27. mai 2005)

Skogbruksplanlegging kan være et viktig virkemiddel for å oppnå en slik målsetting og i en rapport om skogbruksplanlegging fra en arbeidsgruppe nedsatt av Landbruksdepartementet i 1996 heter det at

«Det er en nødvendig forutsetning for et bærekraftig skogbruk at man har en planmessig tilnærming til de utfordringer verdiskapning, ressursforvaltning og miljøansvar representerer.»

(NIJOS 1998)

Blant annet for å bidra til at skogressursene forvaltes med basis i en slik planmessighet gir myndighetene tilskudd til gjennomføring av takster som oppfyller fastsatte krav spesifisert i en egen Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging (Landbruksdepartementet 2004).

I praksis gjennomføres ofte takster områdevis og organiseres som et samarbeid mellom myndighetene, skogeierlag og skogeiere. Selve takstarbeidet

utføres gjerne av et takstfirma. Resultatet av en skogbrukstakst presenteres i dag typisk som et bestandskart, et bestandsregister knyttet opp mot bestandskartet og en plandel med beregninger av balansekvantum og lignende. I plandelen foreslås det ofte også tiltak for kommende perioder. Det er vanlig at bestandskart og -register leveres på digital form. Samlet betegnes dette gjerne skogbruksplan. Informasjon fra skogbruksplanen brukes i den praktiske og økonomiske driften av eiendommen. I tillegg vil skogbruksplanen kunne danne grunnlag for praktisk, økonomisk og strategisk planlegging.

Når det gjelder takstmetodikken i praksis har denne utviklet seg fra å være basert utelukkende på manuelle registreringer i felt i tidligere tider, til dagens situasjon, der mye registreres ved hjelp av fjernmåling. På eiendomsnivå er det takster med registreringer for det enkelte bestand som er vanlig. Registrering og beregning av bestandsvariabler i slike bestandstakster utføres i all hovedsak i en fototakst eller relaskoptakst. I den senere tid har også en del bestandstakster blitt utført ved hjelp av flybåren laserscanner. For alle tre metodene blir det tatt flybilder av skogen. Det fotograferes slik at en kan jobbe med stereobilder, enten digitale eller konvensjonelle. Bestandsinndeling og tolking av alder, bonitet og hogstklasse gjøres i flybildet. I en relaskoptakst blir øvrige bestandsvariabler registrert av en taksator ute i felt. Det blir tatt relaskopmålinger og høydemålinger og det gjøres eventuelt andre observasjoner. I en fototakst gjøres takstarbeidet ved hjelp av flybilder av en fototolker, og det kan utføres en markkontroll av verdiene som er tolket. I en lasertakst blir skogen skannet fra fly, og de innsamlede dataene blir brukt som grunnlag for beregninger av bestandsvariabler. Med en lasertakst utføres det også en systematisk prøveflatetakst for å etablere sammenheng mellom laserdata og bestandsvariabler en ønsker å beregne. Tidligere ble det som oftest også, i tilknytning til foto- og relaskoptakster,

utført en systematisk prøveflatetakst i tillegg til bestandstaksten. Data fra denne prøveflatetaksten ble brukt til å korrigere bestandstaksten for systematiske feil. I den senere tid har en i en viss grad gått bort fra dette. I dag gjøres ca 70-80% av bestandstakstene som fototakst, 5-10% som relaskop-takst og 10-20% som lasertakst (pers. medd. Tron Eid 2007). Generelt har utviklingen innen skogtaksering i Norge de siste tiårene gått mot at mindre og mindre av arbeidet gjøres som manuelle registreringer i felt. Bakgrunnen for denne utviklingen er trolig en kombinasjon av høye kostnader for manuelle registreringer, utvikling av nye teknologier innen fjernmåling og at det har vært generelt liten betalingsvillighet for skogbruksplaner (Eid 2002).

I arbeidet med en ordinær skogbruksplantakst er det ikke mulig, hverken praktisk eller økonomisk, å registrere alle størrelser en er interessert i nøyaktig. Det er i en takst altså snakk om utvalg (sampling) og estimer. Resultatet av en takst vil derfor inneholde feil. En skiller mellom tilfeldige og systematiske feil. Tilfeldige feil i en skogbruksplantakst kan gi store utslag i enkeltbestand, men går «like mye i begge retninger» og vil derfor «jevne seg ut» på eiendomsnivå. Systematiske feil skiller seg fra tilfeldige feil ved at de systematisk trekker resultatet i én retning. Alle metoder som brukes i dagens skogbruksplanlegging er i større eller mindre grad avhengig av subjektive tolkninger. Dette kan gi opphav til systematiske feil. Andre årsaker til systematiske feil kan være knyttet til utstyret som benyttes. I motsetning til tilfeldige feil, er det mulig å korrigere de systematiske feilene, forutsatt at en kjenner dem.

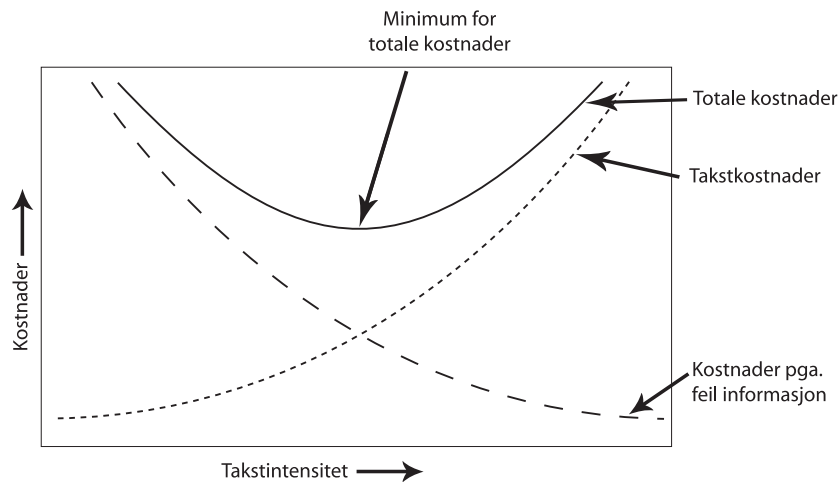
Det er tidligere utført flere undersøkelser som tar for seg nøyaktighet og feil i skogbruksplandata for ulike takstmetoder (Eid 1992, 1996, 2003, Eid & Nersten 1996, Eid & Næsset 1998). Det er utført intensive kontrolltakster og en har sammenlignet dette med data fra skogbruksplanen for området.

De tilfeldige feilene for volum, det vil si standardavviket til differansene mellom bestandsverdi i kontrolltakst og skogbruksplan, ligger mellom 13% og 28% for de takstene som er undersøkt (Eid 2003). De systematiske feilene for volum, det vil si differansene i bestandsverdi mellom kontrolltaksten og skogbruksplanen, varierte mellom -24% og 17% for de områdene som ble undersøkt (Eid 2003). Disse undersøkelsene viser også at variasjoner i volum kan være store innen enkeltbestand. Tilsvarende feil finner en også for andre bestandsvariabler som har blitt undersøkt, som grunnflate, middelhøyde, alder og bonitet.

Konsekvensene av feil i skogbruksplandata kan være flere. Feil i plandataene vil påvirke beregninger og beslutninger der skogbruksplanen brukes som grunnlag. Ofte kan dette gi seg utslag i en reduksjon i nåverdi, fordi ressursene ikke utnyttes optimalt. Hvis det eksempelvis er satt feil alder eller bonitet, kan det føre til at bestand avvirkes tidligere eller senere enn det som er optimalt. En «treffer» ikke riktig avvirkningstidspunkt, og det vil føre til en reduksjon i nåverdi (Eid 2000a). Reduksjonen i nåverdi kan skyldes både at prisen på virket blir lavere og at kostnadene blir høyere enn ved avvirkning på optimalt tidspunkt (Eid 1991a). Et annet eksempel på konsekvenser ved feil bonitering kan være at det plantes i bestand der det optimale ville være naturlig foryngelse. I tillegg til avvirkning og planting kan feil i skogbruksplandata også føre til at andre typer skogbehandling gjøres på feil grunnlag, og dermed medfører et tap i forholdt til optimal behandling. Eid (2000a) har funnet at det er feil i bonitet eller alder som gir høyest reduksjon i nåverdi. Feil i grunnflate og middelhøyde hadde mindre å si for nåverdien. Feil på skognivå vil påvirke beregninger av balansekvantum og avvirkningsprognoser. Er eksempelvis volumet satt systematisk 10% for lavt, vil dette føre til at balansekvantumet blir 6-8% for lavt (Eid 1991b). Der data fra skogbruks-

planen brukes som grunnlag for formuesverdien, vil feil i skogbruksplanen føre til at formuesverdien av skogen endres. Er for eksempel boniteten systematisk satt en klasse feil i alle bestand vil dette gi utslag i formuesverdien på 15-20% (Eid 1991b). Om brukeren ikke er klar over hvilket nivå en må forvente på tilfeldige feil, kan dette føre til at en mister tillit til skogbruksplanen, og at denne derfor blir mindre brukt (Eid 1993). En må være klar over at relativt store avvik i enkeltbestand ikke sier noe om *systematiske feil* i planen men kan skyldes tilfeldigheter (Eid 1993).

Som med andre investeringer, må en i forhold til taksering av skog veie kostnader opp mot nytte. Hvor mye en er villig til å betale, gir seg vanligvis utslag i nøyaktigheten på informasjonen en får ut av takstarbeidet. For høy nøyaktighet i forhold til det taksten skal brukes til, tilsier at en kunne klart seg med en mindre kostnadskreven takst. På samme måte vil for lav nøyaktighet kunne føre til at informasjonen ikke er egnet til den bruken den var tiltenkt. Da har en kanskje betalt for noe som en bare får begrenset nytte av. Figur 1 illustrerer sammenhengen mellom takstintensitet og kostnader. Som det fremgår av figuren øker takstkostnadene når intensiteten på taksten øker. Kostnadene ved å fatte beslutninger på grunnlag av feil informasjon vil derimot synke ettersom takstintensiteten øker, fordi feilene da blir mindre. Når en skal vurdere hvordan en takst bør gjennomføres bør en ta hensyn til *begge* disse kostnadene. En del av kostnadene knyttet til feil informasjon vil riktignok komme i fremtiden, men reduksjonen i nåverdi kan likevel være betydelig hvis nøyaktigheten på taksten er lav (Eid 2000a). Utfra Figur 1 skulle en optimal intensitet for en skogbruksplantakst være der de totale kostnadene er minst. I (Eid 2000b) heter det at «... resultatene [indikerer] at det generelt kan være rom for mer intensive takster enn det som blir gjennomført i dag». Med andre ord hevdes det at vi i Norge i dag generelt ligger



Figur 1. Etter figur 1 i (Eid 2000b): «Totale kostnader som summen av takstkostnader og kostnader på grunn av feilaktig informasjon.».

til venstre for optimum i Figur 1, og at det dermed vil svare seg å legge ned noe mer ressurser i selve takstarbeidet.

Denne masteroppgaven tar for seg en takst utført for Fritzøe Skoger. Fritzøe Skoger er en av de større skogeiendommene i Norge og er på til sammen ca. 610.000 dekar, hvorav 450.000 dekar er produktiv skogsmark. Eiendommen strekker seg fra Larvik i sør til Skrim-området ved Kongsberg i nord. Det har i rundt hundre år blitt foretatt skogfaglig taksering av eiendommen. I 1994 ble det gjennomført bestandstakst i form av fototakst med markkontroll for hele eiendommen. Bestandstaksten ble korrigert med en systematisk prøveflatetakst. Det ble etablert en digital bestandsdatabase, og eiendommen ble inndelt i skogtyper, der skogtype 1 er produktive arealer egnet for intensiv skogsdrift og skogtype 2-6 er arealer som må drives mer ekstensivt, samt arealer som regnes om uproduktive.

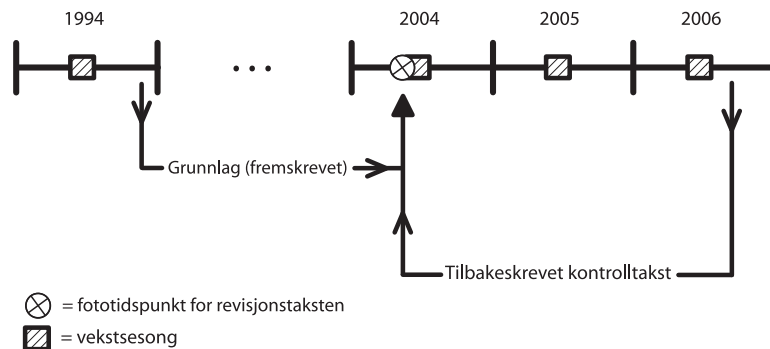
Taksten i 1994 var en relativt omfattende takst, og da det ti år senere

ble tid for en ny takst ønsket man en mer kostnadseffektiv takst, og om mulig få utnyttet den ressursen som lå i takstdataene fra 1994. I takseringen i 2004 ble det derfor foretatt en ren fototakst uten registreringer i felt, men med taksten fra 1994 som grunnlag. En har valgt å kalle denne taksten en *revisjonstakst* fordi en eksisterende takst ligger til grunn, og blir «revidert». Det er første gang Fritzøe Skoger gjennomfører en slik takst og de ønsket derfor å evaluere dette opplegget.

Formålet med denne oppgaven er å gjøre en generell evaluering av metodikken brukt i en slik revisjonstakst samt en kvantifisering av hvilke feil en kan forvente. En har fokusert på virkesproduksjon og har ikke evaluert registreringer knyttet til miljø, kultur og flerbruk. Undersøkelsene er basert på sammenligning med data fra en kontrolltakst for utvalgte bestand, og en vurdering av metoden med fokus på hvilke feilkilder den kan tenkes å inneholde.

2 Materiale og metode

Kontrollen av revisjonstaksten er gjennomført ved at en har sammenlignet med bestandsdata fra en kontrolltakst. En har valgt fototidspunktet for revisjonstaksten som referansetidspunkt, det vil si *før* vekstsesongen i 2004 (se Figur 2).



Figur 2. Referansetidspunkt for sammenligningene. Sammenheng mellom de ulike dataene.

2.1 Beskrivelse av revisjonstaksten

Revisjonstaksten er gjennomført som en fototakst uten markkontroll der takstdata fra forrige takst er brukt som grunnlag. Taksten har i all hovedsak blitt utført på de produktive arealene av eiendommen. Det ble satt som overordnet målsetting for revisjonstaksten at den skulle gi *riktigere* tall for kubikkmasser, hogstklasse- og bonitetsfordeling enn de som lå i eksisterende bestandsdatabase før taksten.

I det følgende beskrives kort grunnlaget og gjennomføringen av revisjonstaksten i Fritzøe Skoger i 2004:

- I 1994 ble det for hele eiendommen gjennomført fototakst med mark-

kontroll. Eiendommen ble delt inn i skogtyper (Tabell 1). En la til grunn at hovedfokus for taksten var områder i skogtype 1. Det ble gjennomført markkontroll i alle bestand i hogstklasse IV og V i skogtype 1. Fototaksten ble korrigert med en systematisk prøveflatetakst. I prøveflatetaksten ble det lagt ut prøveflater fordelt i alle arealer i hogstklasse III - V i skogtype 1. Taksten ble levert Fritzøe Skoger gjeldende 01.01. 1995.

- Basert på taksten fra 1994 ble det etablert en bestandsdatabase som ble fremskrevet til 2004 (Figur 2). Fremskrivningen ble gjort i dataverktøyet PAN. I tillegg ble bestandsdatabasen ajourført i henhold til tynning, renskningshogst og annen skogbehandling som hadde vært utført i perioden 1994-2004. Dette ble brukt som *grunnlag* for revisjonstaksten.
- I 2004 ble det foretatt en fototakst uten markkontroll. Som grunnlag for takstarbeidet ble den fremskrevne bestandsdatabasen brukt. Taksten ble kun gjennomført for skogtype 1, men det ble også sett på om noen arealer burde flyttes fra skogtype 1 til en annen skogtype. Bestandsinndeling og eksisterende bestandsdatabase for skogtype 2-6 ble altså i utgangspunktet ikke revidert. For skogtype 1 ble bestandskart ajourført i henholdt til nye flybilder. Dette omfattet nye bestandsinndelinger etter hogst, og påføring av bestandsinnhold for bestand i hogstklasse II.
- Bestandsgrenser og fremskrevet og ajourførte bestandsdata fra taksten i 1994 var tilgjengelig for operatørene under fototolkningen. Fotograferingen ble gjort med konvensjonell fargefilm, og fototolkningen ble gjennomført på digital fotogrametrisk arbeidsstasjon. Det ble i takstarbeidet ikke utført noe feltarbeid, men det ble valgt ut noen testområder for kalibrering av fototolkerne. Flyfotograferingen ble gjort 23. og 30. mai 2004. Taksten ble gjennomført av to fototolkere.

Tabell 1. *Skogtyper. Beskrivelse av de ulike skogtypene brukt i Fritzøe Skoger.*

Skogtype	Beskrivelse
1	Arealer med bonitet over 14 som adkomst- og terrengmessig er egnet for intensiv skogsdrift.
2-5	Arealer som må drives mer ekstensivt enn skogtype 1, pga. lav bonitet, driftstekniske problemer, treslags sammensetning, viltskader eller flerbrukshensyn.
6	Arealer som regnes som uproduktive.

2.2 Utvalg av bestand og data fra de ulike takstene

Det ble plukket ut 50 bestand som dannet grunnlaget for foreliggende undersøkelse. Bestandene ble, med noen begrensninger, vilkårlig plukket ut fra bestandskart (For detaljer se takstinstruks, vedlegg A.1). Det ble for det første bare valgt ut bestand i hogstklasse IV og V fra skogtype 1. Videre ble det bare plukket ut bestand der bestandsfiguren var tilnærmet lik i 2004 og i 1994. Bestandene ble valgt ut slik at de ble fordelt over hele eiendommen, men bestand langt fra vei og i antatt ulendt terreng ble utelatt. Det ble ikke valgt ut bestand under 6 dekar eller over 50 dekar. Bestand der det hadde vært gjennomført tynning eller hogst etter 2004 ble ikke valgt ut, fordi kontrolltaksten (se avsnitt 2.3) ble gjennomført i 2006 og dette ville da gjort sammenligninger med takstdata fra 2004 vanskelig. Noen bestand som var plukket ut ble valgt bort etter befaring i felt enten fordi det var utført en eller annen form for skogbehandling etter 2004, eller fordi bestandet lå i så bratt terreng at det hadde gjort en prøveflatetakst svært tidkrevende og vanskelig.

For de 50 bestandene ble det sammenstilt data fra

- taksten i 1994 (gjeldende 1.1 1995)
- fremskrevet bestandsdatabase 2004 (grunnlag for revisjonstaksten)
- bestandsdatabase *etter* revisjonstaksten 2004

Tabell 2. Gjennomsnittstall for volum, grunnflate, middelhøyde, alder og bonitet for de 50 bestandene. Tall fra takst 1994, fremskrevet bestandsdatabase 2004 (grunnlag for revisjonstaksten) og revisjonstakst.

	Volum (m^3/ha)	Grunnflate (m^2/ha)	Middelhøyde (m)	Bonitet (m)	Alder ($år$)
Takst 1994	208	28,8	16,6	18,4	54
Grunnlag 2004	297	-	20,5	18,4	64
Revisjonstakst 2004	254	28,1	21,0	18,5	69

Tabell 2 viser gjennomsnittsverdier for de 50 bestandene som ble plukket ut for utvalgte bestandsvariabler fra de eksisterende bestandsdatabasene. Tabell 3 viser fordeling på hogstklasse og bonitet for bestandene som ble plukket ut (basert på bestandsdatabasen etter revisjonstaksten).

Tabell 3. Antall bestand fordelt på hogstklasser og bonitet for de 50 bestandene. Fordeling i forhold til hogstklasse og bonitet etter revisjonstaksten.

Hogstklasse	Bonitet	Antall bestand	Andel (%)
IV	14	2	4
	17	12	24
	20	10	20
	23	6	12
	14-23	30	60
V	14	7	14
	17	5	10
	20	4	8
	23	4	8
	14-23	20	40
IV-V	14-23	50	100

2.3 Kontrolltaksten

Det ble i august og september 2006 gjennomført en intensiv kontrolltakst i de 50 bestandene som ble plukket ut. Denne kontrolltaksten ble i hovedtrekk basert på takstmetodikk beregnet for kontroll av skogbruksplandata (Eid 1992).

Kontrolltaksten ble gjennomført som en systematisk prøveflatetakst med prøveflateforband og linjeforband varierende med bestandsareal (se takstinstruks, vedlegg A.1). Det ble lagt ut prøveflater på 200 m². På hver flate ble treslag og diameter for alle trær over 4 cm i brysthøydiameter registrert. Det ble på hver flate plukket ut prøvetrær med relaskop. For hvert prøvetrær ble det registrert treslag, diameter i brysthøyde og høyde. Diameter ble registrert med dataklave (Haglöfs Mantax Computer) og høyde målt med elektronisk høydemåler (Haglöfs Vertex III). Det ble brukt kompass for å følge takstlinjene og målebånd for å måle opp prøveflatene. Avstanden mellom prøveflatene ble skrittet opp. Tabell 4 gir en oversikt over totalt antall prøvetrær og antall prøveflater i kontrolltaksten.

Tabell 4. *Antall prøveflater, antall prøveflater pr bestand og antall prøvetrær pr flate.*

Antall bestand	50
Antall prøveflater	895
Antall prøvetrær	1470
Gjennomsnittlig prøveflater per bestand	17,9
Gjennomsnittlig prøvetrær per prøveflate	1,6

2.4 Beregninger

I kontrolltaksten er det beregnet volum per hektar, middelhøyde og grunnflate for hvert bestand. Beregningene er gjort treslagsvis for gran, furu og lauv. Funksjoner brukt i beregningene er tatt med i vedlegg A.2.

Prøvetrær

For hvert prøvetre er det beregnet volum etter høyde og diameter registrert i feltregistreringene. Det ble videre for hvert prøvetre beregnet et *tariffvolum* basert på diameter fra feltregistreringene og høyde beregnet etter høydefunksjoner for gran (Fitje & Vestjordet 1977, Eid & Fitje 1993) og for furu og lauv (Vestjordet 1968).

For å kunne finne volumet under bark er det beregnet barktykkelse med funksjoner for barktykkelse for gran (Vestjordet 1967), furu (Brandtseg 1967) og lauv (Braastad 1966). Det er beregnet barktykkelse både etter de målte høydene og etter tariffhøyder for gran og furu. For hvert prøvetre er det så beregnet et virkelig volum under bark og et tariffvolum under bark etter volumfunksjoner for gran (Vestjordet 1967), furu (Brandtseg 1967) og lauv (Braastad 1966). For hvert prøvetre er det videre beregnet en korreksjonsfaktor. Denne faktoren er beregnet som forholdet mellom virkelig volum under bark og tariffvolum under bark. For hver prøveflate er det så beregnet en korreksjonsfaktor treslagsvis etter gjennomsnittet av korreksjonsfaktorene for de enkelte prøvetrærne på flata. Denne korreksjonsfaktoren er brukt til å bestemme korrigert volum treslagsvis for hver prøveflate.

Prøveflater

Volumet for hver prøveflate er beregnet treslagsvis som summen av volumene uten bark for de klavede trærne, beregnet med høyder etter høydeklasse 1.0

(tariffvolum). Dette er så korrigert med korreksjonsfaktoren fra prøvetrærne på flata, treslagsvis. Hvis det for et treslag ikke er prøvetrær på flata, blir korreksjonsfaktoren for hovedtreslaget brukt, men da er den maksimale korreksjonsfaktoren for furu og lauv satt til 1.4. Hvis det ikke er noen prøvetrær på flata, blir volumet etter høydeklasse 1.0 korrigert treslagsvis med gjennomsnittlig korreksjonsfaktor for bestandet. Totalt volum på prøveflata er beregnet som summen av de treslagsvise volumene. Volum per hektar er beregnet utfra totalt volum på prøveflata og flatestørrelse. Grunnflate for hver prøveflate er beregnet som summen av grunnflatene for de klavede trærne på flata.

Bestand

Volum per hektar for hvert bestand er beregnet som det aritmetiske gjennomsnittet av volum per hektar for prøveflatene. Grunnflate per hektar for hvert bestand beregnet på samme måte. Middelhøyden i bestandet er beregnet som aritmetisk gjennomsnitt av middelhøydene for alle prøvetrærne i bestandet.

Variasjoner innen bestand og middelfeil i kontrolltaksten

Tabell 5 viser variasjoner i volum innen bestand for kontrolltaksten. Variasjonene er beskrevet med standardavvik, variasjonskoeffisient og middelfeil for prøveflatene i bestandet. Dette er beregnet bestandsvis, og det er i tabellen brukt gjennomsnittstall for disse størrelsene.

Variasjonskoeffisienten er beregnet som

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 ,$$

der CV er variasjonskoeffisienten, s er standardavviket mellom prøvefla-

ter innen bestand og $\bar{x}$ er gjennomsnittlig volum i bestand.

Middelfeilen er beregnet med

$$S_m = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

og

$$S_m\% = \frac{CV}{\sqrt{n}} ,$$

der S_m er middelfeil, $S_m\%$ er middelfeilen i prosent, s er standardavviket mellom prøveflater innen bestand, CV er variasjonskoeffisienten og n er antall prøveflater.

Tabell 5. *Variasjoner i volum mellom prøveflater innen bestand og middelfeil for kontrolltaksten. Antall prøveflater per bestand. Fordelt på hogstklasse og bonitet.*

H.kl.	Bonitet	Antall best.	Flater pr best.	Gjennom- snitt	Standard- avvik	Var.- koeff.	Middelfeil	
				m^3/ha	m^3/ha	%	m^3/ha	%
IV	14	2	20,0	188	79	42	18	9
	17	12	18,0	261	104	40	25	10
	20	10	17,3	291	109	38	26	9
	23	6	17,8	359	130	38	31	9
	Alle	30	17,9	285	109	39	26	9
V	14	7	17,1	242	101	42	24	10
	17	5	19,4	232	97	43	22	10
	20	4	17,5	357	143	40	34	10
	23	4	17,3	462	140	31	34	8
	Alle	20	18	306	116	40	28	9
IV-V	Alle	50	17,9	294	112	39	27	9

I tilsvarende undersøkelser (Eid 1992, 1996) har en i kontrolltakster for volum i hogstklasse IV og V hatt en gjennomsnittlig variasjonskoeffisient på 45%, og en gjennomsnittlig middelfeil på 11%.

Tilbakeskriving av bestandsdata

Kontrolltaksten ble ikke gjennomført på samme tidspunkt som revisjonstaksten. De to takstene ble gjennomført i henholdsvis august-september 2006 og i mai 2004. Høyde og diametertilvekst skjer hovedsakelig i perioden slutten av mai og ut juli (Børset 1985). For å kunne sammenligne bestandsdata fra de to takstene ble dataene fra kontrolltaksten derfor tilbakeskrevet med tre vekstsesonger.

Det ble som utgangspunkt for tilbakeskrivingen brukt bestandsvis totalt volum per hektar, grunnflate per hektar og middelhøyde fra kontrolltaksten. For tilbakeskriving av volum ble det bruk bestandstilvekstfunksjoner (Blingsmo 1988). For middelhøyde ble tilbakeskrivingen basert på tabell laget etter figur b8 og b9 i «Håndbok for planlegging i skogbruket» (Institutt for skogtaksasjon & Institutt for skogøkonomi 1987). For grunnflate ble tilbakeskrivingen gjort etter beregninger laget utfra produksjonstabeller for gran og furu (Braastad 1975, 1980).

Korreksjon av bestandsdata

I revisjonstaksten er det for 11 av bestandene i utvalget satt en impedimentsprosent. Denne angir hvor stor del av bruttoarealet i bestandet som i fototolkningen blir anslått å være impediment. Områdene som vurderes som impediment er av en slik størrelse eller form at de ikke blir skilt ut fra bestandet som eget areal (Figur 3). Områdene blir heller ikke tegnet inn på bestandskartet. I et bestand med slik prosentvis angivelse av impediment vil den videre målingen og tolkningene av flybildene gjøres for resten av arealet i bestandet, det vil si det som anses som det *produktive arealet* (pers. medd. Svein Ekanger 2007).

Prøveflatene i kontrolltaksten ble lagt ut i hele arealet i hvert bestand. En



Figur 3. Bestand der det er satt en impedimentsprosent i fototolkningen. Prøveflatene i kontrolltaksten ble lagt ut i hele bestandsarealet.

må regne med at i bestand der det var satt en impedimentsprosent vil noen av prøveflatene falle helt eller delvis innenfor områder som i fototolkningen er vurdert til å være impediment (se Figur 3). I fototolkningen ser en bort fra eventuelle trær på impedimentarealene, men det er rimelig å anta at noe volum også har blitt registrert på disse arealene i kontrolltaksten.

En ønsker i denne undersøkelsen å sammenligne bestandsverdier fra kontrolltaksten og revisjonstaksten. For at disse skal bli sammenlignbare i bestand der det er satt en impedimentprosent under fototolkningen, er bestandsverdiene i kontrolltaksten korrigert. Det er beregnet volum/ha for det *produktive arealet*, og trukket fra et volum en forutsetter har blitt målt på impedimentarealet.

Bestandsvis korrigert volum i kontrolltaksten er beregnet med

$$V_k = \frac{V}{1 - P_i} - (P_i \cdot Iv \cdot A) ,$$

der V_k er korrigert volum i m³/ha, V er volum i m³/ha, P_i er andel impediment i bestandet, Iv er forutsatt gjennomsnittlig årlig volumtilvekst på impedimentarealet i m³/ha/år og A er bestandsalder i år. Iv er i beregningene satt til 0,5.

Det er gjort tilsvarende korreksjoner for grunnflate. En har forutsatt en målt grunnflate på impedimentarealet tilsvarende en gjennomsnittlig tilvekst på 0,07 m² per hektar og år. Middel høyden i bestand der det er satt en prosentvis andel impediment vil antakeligvis i virkelighetene være marginalt høyere enn det en har funnet i kontrolltaksten. En forutsetter imidlertid at andelen av prøvetrærne som ble plukket ut i impedimentområder er relativt liten, derfor er det ikke gjort noen korreksjon for dette.

Statistiske tester, variasjon og feil

Det ble sammenlignet tall fra kontrolltaksten og revisjonstaksten for volum/ha, grunnflate og middel høyde. Alle sammenligninger ble gjort ved å se på differansen mellom revisjonstaksten og kontrolltaksten:

$$D_i = R_i - K_i ,$$

der D_i er differansen mellom revisjonstakst og kontrolltakst for bestand i , $i=1,2,\dots,n$. R_i er bestandsverdien i revisjonstaksten for bestand i , $i=1,2,\dots,n$. K_i er bestandsverdien i kontrolltaksten for bestand i , $i=1,2,\dots,n$.

Gjennomsnittlig differanse mellom kontrolltakst og revisjonstakst ble brukt som mål på *systematiske feil*:

$$\overline{D} = (\sum_{i=1}^n D_i)/n .$$

Standardavviket til differansen mellom kontrolltakst og revisjonstakst ble brukt som mål på *tilfeldige feil*:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D})^2 / (n - 1)} .$$

Det ble brukt parvise t-tester for å sammenligne data fra kontrolltaksten med revisjonstaksten.

3 Resultater

3.1 Revisjonstaksten sammenlignet med kontrolltaksten

Tabell 6 viser volum/ha og differansene i volum/ha mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten. I revisjonstaksten er det et gjennomsnittlig volum på 254 m³/ha. I kontrolltaksten er det et gjennomsnittlig volum på 268 m³/ha. Volum/ha er i gjennomsnitt 6% lavere i revisjonstaksten enn det en har funnet i kontrolltaksten. Differansen er ikke statistisk signifikant forskjellig fra null på 5%-nivå. Standardavviket til differansene er 20%.

Tabell 6. *Volum/ha, differansene og standardavvik til differansene i volum/ha mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten. Gruppert etter hogstklasse og bonitet.*

H.kl.	Bonitet	Antall bestand	Volum (m ³ /ha)		Differanse		Signifikans-nivå	Standard-avvik	
			Revisjons-takst	Kontroll-takst	m ³ /ha	%		m ³ /ha	%
IV	14	2	169	167	2	1	0,571	4	2
	17	12	222	235	-13	-5	0,329	44	19
	20	10	243	265	-22	-8	0,358	72	27
	23	6	292	316	-23	-7	0,261	45	14
	14-23	30	239	257	-17	-7	0,085	52	20
IV	14	7	209	227	-18	-8	0,243	37	16
	17	5	236	231	5	2	0,860	57	24
	20	4	334	329	5	2	0,926	101	31
	23	4	380	416	-36	-9	0,248	51	12
	14-23	20	275	286	-11	-4	0,393	58	20
IV-V	14-23	50	254	268	-15	-6	0,060	54	20

Tabell 7 viser grunnflate og differansene i grunnflate mellom kontrolltakst og revisjonstakst. I revisjonstaksten er den gjennomsnittlige grunnflaten på 28,1 m²/ha. I kontrolltaksten er den gjennomsnittlige grunnflaten på 33,1 m²/ha. Grunnflaten er i gjennomsnitt 15% lavere i revisjonstaksten enn det en har funnet i kontrolltaksten. Differansen er statistisk signifikant forskjellig fra null på 1%-nivå. (Det vil si at det er under 1% sannsynlighet for

at en fra et datamateriale som dette vil få en differanse på 15% hvis det i virkeligheten ikke er noen forskjell mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten). Standardavviket til differansene i grunnflate mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten er 17%.

Tabell 7. *Grunnflate, differansene og standardavvik til differansene i grunnflate mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten. Gruppert etter hogstklasse og bonitet.*

H.kl.	Bonitet	Antall bestand	Gr.flate (m ² /ha)		Differanse		Signifikansnivå	Standardavvik	
			Revisjonstakst	Kontrolltakst	m ² /ha	%		m ² /ha	%
IV	14	2	24,0	24,1	-0,1	0	0,878	0,9	4
	17	12	27,7	32,3	-4,6	-14	0,014 **	5,4	17
	20	10	28,3	33,8	-5,5	-16	0,024 **	6,4	19
	23	6	30,7	37,1	-6,4	-17	0,006 *	3,4	9
	14-23	30	28,2	33,2	-5	-15	0,000 *	5,3	16
V	14	7	23,4	29,8	-6,3	-21	0,022 **	5,5	18
	17	5	25,6	30,1	-4,5	-15	0,248	7,4	25
	20	4	31,3	33,9	-2,6	-8	0,587	8,7	26
	23	4	35,8	41,4	-5,7	-14	0,061	3,9	9
	14-23	20	28,0	33,0	-5	-15	0,002 *	6,1	19
IV-V	14-23	50	28,1	33,1	-5	-15	0,000 *	5,6	17
* Signifikant på 1%-nivå ** Signifikant på 5%-nivå									

Tabell 8 viser middelhøyde og differansene i middelhøyde mellom revisjonstaksten og kontrolltaksten. Gjennomsnittlige middelhøyde i revisjonstaksten er 21,0 meter. I kontrolltaksten er gjennomsnittlige middelhøyde 20,1 meter. Gjennomsnittlig differanse er 5%, og denne er statistisk signifikant på 1%-nivå. Standardavviket til differansene er 9%.

Figur 4a viser differansene i volum/ha mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten plottet mot volum/ha i kontrolltaksten. En ser en tendens til at volumet er overvurdert i bestand med lavt virkelig volum, og undervurdert i bestand med høyt virkelig volum. Figur 4b viser differansene i grunnflate mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten plottet mot volum/ha i kontroll-

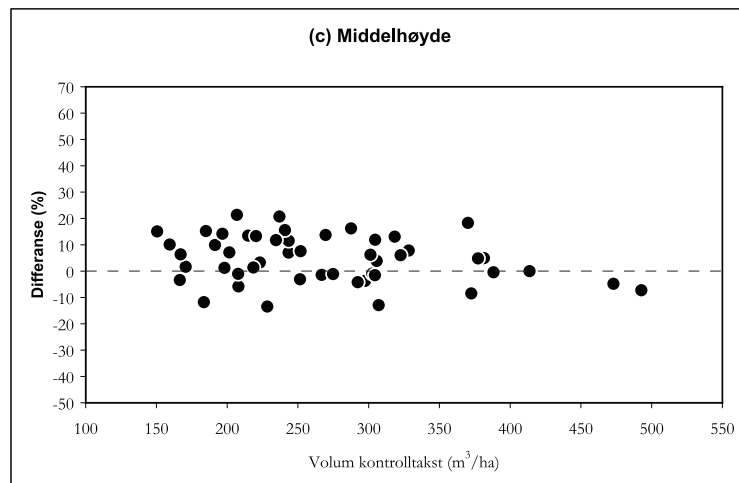
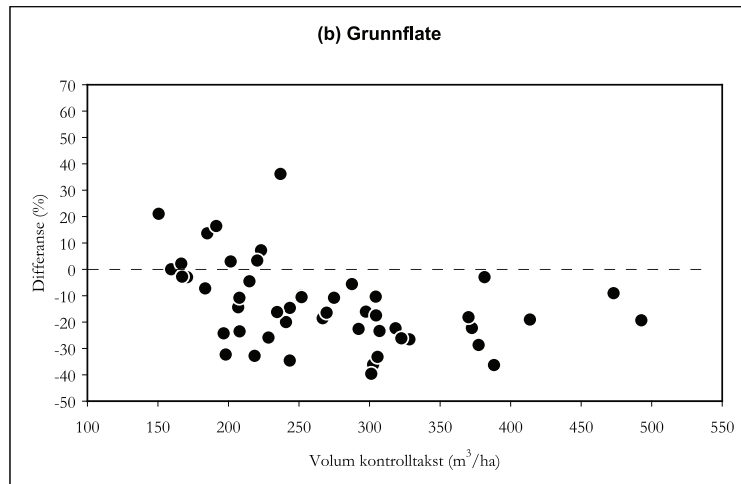
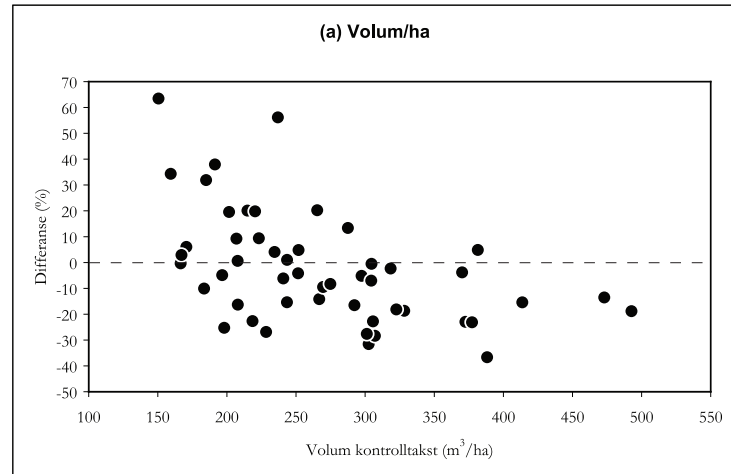
Tabell 8. *Middelhøyde, differansene og standardavvik til differansene i middelhøyde mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten. Gruppert etter hogst-klasse og bonitet.*

H.kl.	Bonitet	Antall bestand	Middelhøyde (m)		Differanse		Signifikans- nivå	Standard- avvik	
			Revisjons- takst	Kontroll- takst	m	%		m	%
IV	14	2	16,5	16,3	0,2	1	0,854	1,1	7
	17	12	18,6	18,3	0,3	2	0,485	1,4	8
	20	10	19,9	19,6	0,3	2	0,626	1,9	10
	23	6	22,0	20,6	1,4	7	0,165	2,1	10
	14-23	30	19,6	19,1	0,5	3	0,111	1,7	9
V	14	7	21,1	20,3	0,9	4	0,068	1,1	5
	17	5	22,6	19,8	2,8	14	0,003 *	1,0	5
	20	4	25,5	23,3	2,2	10	0,108	2,0	8
	23	4	24,8	24,5	0,2	1	0,849	2,2	9
	14-23	20	23,1	21,6	1,5	7	0,001 *	1,7	8
IV-V	14-23	50	21,0	20,1	0,9	5	0,001 *	1,8	9
* Signifikant på 1%-nivå									

taksten. Her finnes noe av den samme tendensene som i Figur 4a. Figur 4c viser differansene i middelhøyde mellom revisjonstaksten og kontrolltaksten plottet mot volum/ha i kontrolltaksten. De prosentvise differansene er lavere for middelhøyde enn for volum og grunnflate, og det er ikke mulig å se lignende tendenser som i Figur 4a. En ser av figuren at hovedtyngden av bestandene har positiv differanse.

Fototolkningen i revisjonstaksten ble gjennomført av to fototolkere. Tabell 9 viser differanse i volum/ha, grunnflate og middelhøyde fordelt etter hvilke bestand de to fototolkerne jobbet med. For begge fototolkerne ligger verdiene for volum/ha lavere enn det en fant i kontrolltaksten. Differansene er ikke signifikante. For grunnflate er det signifikant lavere verdier hos begge fototolkere. For middelhøyde er det signifikant høyere verdier enn det en fant i kontrolltaksten for fototolker 1.

Det har i enkelte av de utvalgte bestandene blitt utført en eller annen



Figur 4. *Differansene (%) mellom revisjonstaksten og kontrolltaksten plottet mot volum/ha i kontrolltaksten for (a) volum/ha, (b) grunnflate og (c) middelhøyde.*

Tabell 9. *Sammenligning av verdier for de to fototolkerne for volum, middel-høyde og grunnflate. Differanse og standardavviket til differansene i volum/ha mellom kontroll- og revisjonstaksten.*

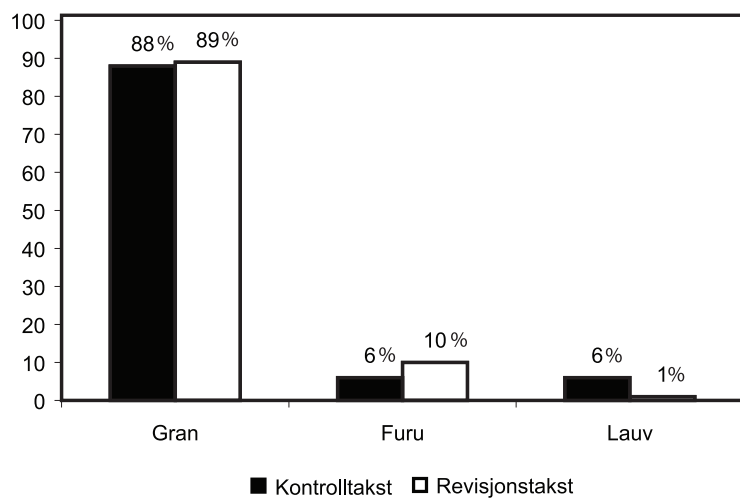
	Foto- tolker	Antall bestand	Revisjons- takst	Kontroll- takst	Differanse		Signifikans- nivå	Standard- avvik	
					%			%	
Volum (m ³ /ha)	1	26	271	285	-14	-5	0,239	59	21
	2	24	234	250	-16	-6	0,137	50	20
Grunnflate (m ² /ha)	1	26	28,8	34,5	-5,7	-16	0,000 *	6,0	17
	2	24	27,4	31,6	-4,2	-13	0,000 *	5,1	16
M,høyde (m)	1	26	21,9	20,4	1,5	7	0,000 *	1,6	8
	2	24	20,0	19,7	0,3	2	0,399	1,7	9
* Signifikant på 1%-nivå									

form for skogbehandling i perioden 1994-2004. Tabell 10 viser differansen i volum/ha mellom revisjonstaksten og kontrolltaksten gruppert etter om det er registrert skogbehandling i bestandet eller ikke. I de bestand der det er registrert tynning eller annen form for hogst er det for volum/ha ingen forskjell mellom revisjonstaksten og kontrolltaksten. I de resterende bestandene er volumet 7% lavere i revisjonstaksten. Grunnflaten er 9% lavere i revisjonstaksten enn i kontrolltaksten for bestand der det er registrert at det har blitt utført en eller annen form for hogst. For de resterende bestandene er grunnflaten i revisjonstaksten 17% lavere enn i kontrolltaksten. I bestand der det er registrert skogbehandling er middelhøyden 5% høyere enn i kontrolltaksten. For de resterende bestandene der det ikke er registrert noen skogbehandling er middelhøyden 4% lavere i revisjonstaksten enn i kontrolltaksten.

Figur 5 viser treslagsfordelingen i revisjonstaksten og i kontrolltaksten. I revisjonstaksten er andelen lauv 1%, mens den i kontrolltaksten ble funnet å være 6%. Andelen furu i revisjonstaksten er 10% og i kontrolltaksten 6%.

Tabell 10. *Differanse i volum/ha, grunnflate og middelhøyde mellom kontrolltaksten og revisjonstaksten gruppert etter om det er gjennomført gjennomført tynning eller annen hogst i perioden 1994-2004.*

	Skog- behandling	Antall bestand	Revisjons- takst	Kontroll- takst	Differanse		Signifikans- nivå	Standard- avvik	
					%			%	
Volum (m ³ /ha)	0	38	260	280	-20	-7	0,049 **	59	21
	1	12	233	232	0	0	0,985	32	14
Grunnflate (m ² /ha)	0	38	28,5	34,2	-5,7	-17	0,000 *	5,9	17
	1	12	26,9	29,7	-2,8	-9	0,028 **	3,8	13
Middelhøyde (m)	0	38	21,3	20,4	0,9	4	0,002 *	1,7	8
	1	12	20,0	19,1	0,9	5	0,145	2,0	10
* Signifikant på 1%-nivå ** Signifikant på 5%-nivå									
Skogbehandling 0: Det er ikke registrert hogst i perioden 1994-2004.									
Skogbehandling 1: Det er utført tynning eller annen hogst i perioden 1994-2004.									



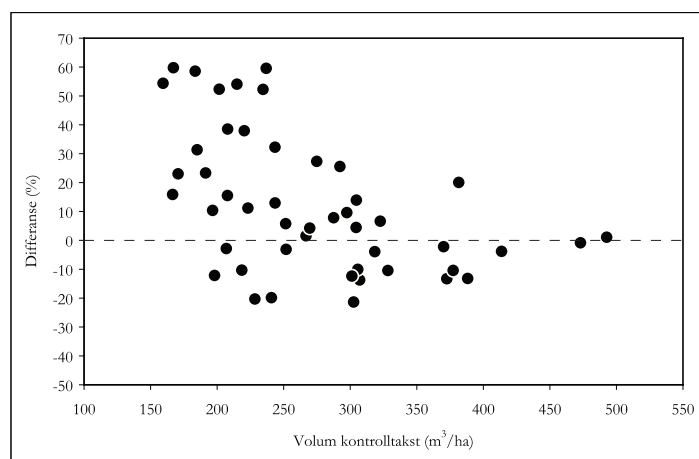
Figur 5. *Treslagsfordeling i revisjonstaksten og i kontrolltaksten.*

3.2 Andre sammenligninger

Figur 6 viser differansene i volum/ha mellom grunnlaget for revisjonstaksten og kontrolltaksten plottet mot volum/ha i kontrolltaksten. En kan se noe av den samme tendensen som i Figur 4a, at differansene går i positiv retning i bestand med lavt volum, og omvendt.

Tabell 11 viser gjennomsnittstall for de ulike takstene. Gjennomsnittlig alder for bestandene i revisjonstaksten er fem år høyere enn i grunnlaget.

Tabell 12 viser differanser i volum/ha og middelhøyde mellom kontrolltaksten og grunnlaget for revisjonstaksten gruppert etter om det er gjennomført tynning eller annen hogst i bestandet. Volum/ha er 18% lavere i kontrolltaksten enn i grunnlaget i bestand det det er gjennomført en eller annen form for hogst. I bestand som har stått urørt er differansen i volum/ha mellom grunnlaget og kontrolltaksten 9%. For differansene i middelhøyde er det liten eller ingen forskjell på bestand der det er gjennomført og hogst, og de som har stått urørt.



Figur 6. *Differanse i prosent for volum/ha mellom grunnlag for revisjonstaksten og kontrolltaksten, plottet mot volum/ha i kontrolltaksten.*

Tabell 11. *Sammenstilling av verdier for volum, middelhøyde, bonitet og alder, for taksten i 1994, grunnlaget for revisjonstaksten, revisjonstaksten og kontrolltaksten.*

	Takst 1994	Grunn- lag	Revisjons- takst	Kontroll- takst
Volum (m ³ /ha)	208	297	254	268
Middelhøyde (m)	16,6	20,6	21,0	20,1
Grunnflate (m ² /ha)	28,8	-	28,1	33,1
Alder (år)	54	64	69	-
Bonitet (m)	18,4	18,4	18,5	-

Tabell 12. *Differanse i volum/ha og middelhøyde mellom kontrolltaksten og grunnlaget for revisjonstaksten gruppert etter om det er gjennomført hogst i perioden 1994-2004.*

	Skog- behandling	Antall bestand	Grunn- lag	Kontroll- takst	Differanse		Signifikans- nivå	Standard- avvik	
					%			%	
Volum (m ³ /ha)	0	38	304	280	24	9	0,016 **	59	21
	1	12	274	232	41	18	0,018 **	52	22
Middelhøyde (m)	0	38	20,9	20,4	0,5	2	0,156	2,1	10
	1	12	19,5	19,1	0,4	2	0,665	3,0	16
** Signifikant på 5%-nivå									
Skogbehandling 0: Det er ikke registrert hogst i perioden 1994-2004.									
Skogbehandling 1: Det er utført tynning eller annen hogst i perioden 1994-2004.									

Tabell 13 viser volum/ha og differansen i volum/ha mellom kontrolltaksten og grunnlaget for revisjonstaksten. I grunnlaget er det et gjennomsnittlig volum på 297 m³/ha. Differansen i volum/ha mellom grunnlaget og kontrolltaksten er på 11%. Differansen er signifikant på 1%-nivå. De eksisterende bestandsdatabasen før revisjonstaksten overvurderte altså volumet med 11%.

Tabell 14 viser volum/ha og differansen i volum/ha mellom kontrolltaksten og verdier fra taksten i 1994 (gjeldende 01. 01. 1995). I taksten fra 1994 var det et gjennomsnittlig volum på 208 m³/ha. Differansen i volum/ha mellom kontrolltaksten og taksten i 1994 er på 22%.

Tabell 13. *Volum/ha, differansene og standardavvik til differansene i volum/ha mellom grunnlaget for revisjonstaksten og kontrolltaksten. Gruppert etter hogstklasse og bonitet.*

H.kl.	Bonitet	Antall bestand	Volum (m ³ /ha)		Differanse		Signifikans-nivå	Standard-avvik	
			Grunn-lag	Kontroll-takst	m ³ /ha	%		m ³ /ha	%
IV	14	2	230	167	63	38	0,335	52	31
	17	12	287	235	52	22	0,009 *	57	24
	20	10	280	265	15	6	0,476	64	24
	23	6	329	316	13	4	0,610	60	19
	14-23	30	289	257	33	13	0,006 *	60	23
V	14	7	256	227	29	13	0,171	50	22
	17	5	241	231	10	4	0,717	58	25
	20	4	356	329	27	8	0,547	80	24
	23	4	433	416	16	4	0,482	41	10
	14-23	20	308	286	21	8	0,088	53	19
IV-V	14-23	50	297	268	28	11	0,001 *	57	21
* Signifikant på 1%-nivå									

Tabell 14. *Volum/ha, differansene og standardavvik til differansene i volum/ha mellom takstdata fra 1994 og kontrolltaksten. Gruppert etter hogstklasse og bonitet.*

H.kl.	Bonitet	Antall bestand	Volum (m ³ /ha)		Differanse		Signifikans-nivå	Standard-avvik	
			Takst 1994	Kontroll-takst	m ³ /ha	%		m ³ /ha	%
IV	14	2	171	167	4	3	0,006 *	0	0
	17	12	183	235	-52	-22	0,019 **	65	28
	20	10	190	265	-75	-28	0,008 *	69	26
	23	6	212	316	-104	-33	0,025 **	80	25
	14-23	30	191	257	-66	-26	0,000 *	70	27
V	14	7	214	227	-13	-6	0,575	57	25
	17	5	187	231	-44	-19	0,146	55	24
	20	4	256	329	-73	-22	0,048 **	45	14
	23	4	311	416	-105	-25	0,019 **	45	11
	14-23	20	235	286	-51	-18	0,001 *	60	21
IV-V	14-23	50	208	268	-60	-22	0,000 *	66	25
* Signifikant på 1%-nivå ** Signifikant på 5%-nivå									

4 Diskusjon

4.1 Sammenligning av revisjonstaksten med kontrolltaksten

De tilfeldige feilene i revisjonstaksten for volum/ha er i denne undersøkelsen funnet å være 20% (Tabell 6). I tilsvarende tidligere undersøkelser av relaskop- og fototakster har de tilfeldige feilene for volum variert mellom 13% og 29% (Eid 2003, Eid & Næsset 1998). De tilfeldige feilene som er funnet for revisjonstaksten ligger altså innenfor det intervallet som en har funnet i tidligere undersøkelser.

Når det gjelder systematiske feil i volum, så er det ved tidligere undersøkelser av relaskops- og fototakster funnet systematiske feil i volum/ha som har variert mellom 39% og -22% (Eid 2003, Eid & Næsset 1998). Den gjennomsnittlige absolutte systematiske feilen var 7,3% for fire av disse undersøkelsene (Eid 1996, 2003). Forutsetningene for gjennomføring av de ulike undersøkelsene kan være forskjellige, men tallene gir en pekepinn om hvilket nivå feilene har ligget på i takster som har blitt undersøkt tidligere. I foreliggende undersøkelse ble det funnet at revisjonstaksten viste systematisk 6% lavere volum enn det en fant i kontrolltaksten (Tabell 6). Differansen er ikke statistisk signifikant. Den absolutte systematiske feilen ligger lavere enn det en har funnet i mange tidligere undersøkelser.

For grunnflate viser Tabell 7 at det i revisjonstaksten er funnet tilfeldige feil på 17 % og en signifikant systematisk feil på -15%. I to tidligere undersøkelser fant man en tilfeldig feil for grunnflate i taksten på 23% og 19% og en systematisk feil på -4% og -10% (Eid 1996, 2003). For den foreliggende undersøkelsen ligger den tilfeldige feilen noe lavere enn i de tidligere undersøkelsene, og den systematiske feilen noe høyere. Både i foreliggende undersøkelse og i de to tidligere undersøkelsene er grunnflaten undervurdert.

For middelhøyde er det i revisjonstaksten funnet systematiske feil på 5% og tilfeldige feil på 9% (Tabell 8). I en tidligere undersøkelse av feilene i middelhøyde i skogbruksplaner (som bygget på et materiale fra flere andre undersøkelser) fant man gjennomsnittlige systematiske feil på 5% og gjennomsnittlige tilfeldige feil på 9% (Hansen 2001). Både i den tidligere undersøkelsen og i den foreliggende undersøkelsen er middelhøyden totalt sett overvurdert.

En ønsket i revisjonstaksten å få *riktigere* tall for kubikkmasser, hogtsklasse- og bonitetsfordeling enn de som lå i eksisterende bestandsdatabase før taks-ten, det vil si *grunnlaget* for revisjonstaksten. Tabell 13 viser at i dette grunnlaget er volumet i gjennomsnitt 297 m³/ha. Dette er 11 % høyere enn i kontrolltaksten der en fant et gjennomsnitt på 268 m³/ha. Revisjonstaksten «reviderer» dette til 254 m³/ha, noe som er 6% *lavere* enn kontrolltaksten. Revisjonstaksten er altså nærmest volumet en fant i kontrolltaksten, sett i forhold til eksisterende bestandsdatabase før revisjonstaksten.

4.2 Mulige årsaker til avvik

For å kvantifisere feil og si noe om nøyaktighet i revisjonstaksten, er det utført en kontrolltakst. Kontrolltaksten er utført som en intensivt prøvefla-tetakst med takstopplegg tilsvarende det som er brukt ved tidligere kontroller av skogbruksplandata (blant annet Eid 1992, 1996, Eid & Fitje 1993). Fra Tabell 5 fremgår det at middelfeilen for volum/ha mellom prøveflater innen bestand i kontrolltaksten er på 9%. Dette er noe lavere enn i kontrolltakstene i to tidligere undersøkelser (Eid 1992, 1996). Fra samme tabell ser en at det er lagt ut i gjennomsnitt 17,9 flater per bestand. Dette er på samme nivå som kontrolltakster i tidligere undersøkelser (Eid 1992, Eid & Fitje 1993, Eid 1996). Samlet skulle dette tilsi at en med stor sikkerhet kan si at

kontrolltaksten i foreliggende undersøkelse gir mer nøyaktige tall enn mindre intensive takstmetoder, som den benyttet i revisjonstaksten. Fordi kontrolltaksten baserer seg på et utvalg (prøveflater) kan den også inneholde feil. I en tidligere sammenlignbar undersøkelse (Eid 1992) ble det gjort en «kontroll av kontrollen», det vil si at en utførte en ny kontrolltakst med andre taksatorer. En fant avvik for enkeltbestand, men totalt for de 24 bestandene som ble undersøkt var det ikke signifikant forskjell på de to kontrolltakstene. Eventuelle feil i kontrolltaksten kan skyldes måten takstlinjene legges ut i terrenget på eller uklare bestandsgrenser (Eid 1992). Det kan også være systematiske feil knyttet til selve gjennomføringen av målingene, men sannsynligheten for dette er liten fordi takstmetoden i liten grad er basert på subjektive elementer (Eid 1996).

I en fototakst blir bestandsvolumet beregnet utfra middelhøyde og tetthet (kronedekningsprosent) tolket i flybilder. Middelhøyden i revisjonstaksten er signifikant høyere enn i kontrolltaksten (Tabell 8). Dette skulle isolert sett bidratt til at revisjonstaksten viste et for høyt volum. Når dette ikke er tilfelle tyder det på at tettheten er satt for lavt. I (Eid 1996) der en ser på nøyaktigheten av «understøttet fototakst», er det nettopp dette som trekkes frem. På samme måte som i foreliggende undersøkelse er det i (Eid 1996) en gjennomgående tendens at volumet ligger lavere i planen enn i kontrolltaksten, og at middelhøyden ligger høyere. Forklaringen som det pekes på, er at tettheten sannsynligvis er satt for lavt i fototolkningen.

Figur 4a viser en tendens til at det i revisjonstaksten er satt for lavt volum i bestand med høyt virkelig volum, og et for høyt volum i bestand med lavt virkelig volum. Dette kan tyde på en tendens hos fototolkerne til å «unngå ekstremer» og å bevege seg mot et gjennomsnitt. I flere tidligere undersøkelser av fototakster ser en nettopp denne tendensen (Eid 2003).

Hvis en ser på Figur 6, som viser differansene mellom kontrolltaksten og grunnlaget for revisjonstaksten, kan det se ut som noe av det samme mønsteret finnes igjen her. Det kunne i så fall tyde på at denne tendensen til å «unngå ekstremer» også har skjedd i taksten i 1994, og at noe av dette kan ha påvirket revisjonstaksten. Tendensen til å «unngå ekstremer» er en form for systematisk feil. Denne vil ha lite å si på skognivå så lenge fototolkeren unngår høye og lave ekstremverdier i like stor grad, og bestand med slike ekstremverdier er jevnt fordelt (Eid 1991b).

Revisjonstaksten er gjennomført av to fototolkere. Fordi det i en fototakst gjøres subjektive tolkninger av flybilder viser tidligere undersøkelser at det kan være stor forskjell på resultatet fra ulike fototolkere (Eid 2003). Tabell 9 viser at det er små forskjeller mellom de to fototolkerne som har utført foreliggende revisjonstakst sammenlignet med forskjeller mellom fototolkere i tidligere undersøkelser (Eid 2003).

I noen av bestandene i utvalget er det utført tynning eller annen form for hogst i perioden 1994-2004. Dette har blitt registrert i bestandsdatabasen som danner grunnlaget for revisjonstaksten. I Tabell 12 ser en at overvurderingen av volumet i grunnlaget for revisjonstaksten er større i bestand der det er registrert hogst, enn i bestand som har stått urørt. Dette kan tyde på at det i ajourføringen av bestandsdata i de bestand der det har blitt utført tynning eller annen hogst i bestandsdatabasen, er blitt registrert et lavere volum enn det som virkelig er tatt ut. Tabell 10 viser at det for volum/ha er liten eller ingen differanse mellom kontrolltakst og revisjonstakst for de bestand der det i grunnlaget er registrert at det er utført hogst i perioden. For bestand som har stått urørt er volumet undervurdert i revisjonstaksten. Dette kan skyldes at overvurderingen i grunnlaget har påvirket revisjonstaksten og i bestand der det er gjennomført hogst «utlignet» den generelle

undervurderingen av volumet.

Figur 5 viser at i revisjonstaksten er andelen lauv undervurdert, og andelen furu overvurdert. En har tidligere sett at en i fototolking under visse forhold kan forveksle furu og lauv. Resultatene kan tyde på at dette også i noe grad har skjedd i revisjonstaksten.

Av Tabell 11 fremgår det at alderen er gjennomsnittlig 5 år høyere etter revisjonstaksten enn i grunnlaget. Det er uklart hva dette skyldes, og om det har påvirket beregningene av volum eller andre bestandsvariabler. Endringer i bestandsalder vil påvirke beregningen av tilvekst, og i en tidligere undersøkelse ble det funnet at om alderen eksempelvis settes 10% for lavt, vil tilveksten overvurderes med 8-9% (Eid 1991b). Endring i alder vil også virke inn på beregningen av balansekvantumet, men hvordan dette slår ut vil også være avhengig av skogtilstanden (Eid 1991b).

4.3 Generelt om takstmetodikken

Som det er påpekt innledningsvis vil det ikke være praktisk eller økonomisk mulig å gjøre en skogbruksplantakst helt nøyaktig. Med andre ord vil det alltid være feil i en skogbruksplan. Hvilke typer feil, og hvor store disse er, er avgjørende for kvaliteten på dataene. Er feilene tilstrekkelig store, vil dataene i noen sammenhenger være tilnærmet ubrukelige. På den andre siden vil kostnadene bli svært store om man setter for høye krav til nøyaktighet. Det må altså foretas en vurdering av hvor store kostnader en takst kan forsvare, samtidig som man finner ut hva som er et riktig nøyaktighetsnivå (jfr. Figur 1 i innledningskapittelet). Er nøyaktigheten langt under dette nivået vil feilene i skogbruksplanen kunne gi så store utslag at det kan skape problemer i drift- og planleggingsarbeidet. Det vil også føre til at man fatter beslutninger på feil grunnlag, som igjen kan føre til økte kostnader eller redusert lønnsomhet.

En revisjonstakst, etter den takstmetoden som er evaluert i denne undersøkelsen, kan være et aktuelt kompromiss mellom kostnad og nøyaktighet. Det er flere fordeler ved metoden. Fordi den utelukkende baserer seg på fjernmåling er takstmetoden mindre kostbar sammenlignet med metoder som innebærer registreringer i felt. Det at forrige takst benyttes som grunnlag kan utgjøre både en styrke og en svakhet ved metoden. En utnytter den ressursen som ligger i en eksisterende bestandsdatabase, men er til en viss grad også prisgitt kvaliteten på disse dataene. Når den eksisterende bestandsdatabasen brukes som grunnlag, er det grunn til å anta at noe feil og unøyaktigheter i denne vil «slipper gjennom», eller i det minste påvirker resultatet av revisjonstaksten. I (NIJOS 1998) argumenteres det nettopp for økt gjenbruk av data, det vil si å utnytte den ressursen som ligger i allerede eksisterende data. Det trekkes frem at dette spesielt kan være hensiktsmessig knyttet til fototakster.

En ulempe med en slik revisjonstakst er at metoden som brukes kan gi systematiske feil. Eid (1996) og Tomter (1989) understreker nettopp faren for systematiske feil ved fototakst på grunn av de subjektive vurderingene som ligger til grunn for resultatene. Av den grunn har en stort sett tidligere brukt en systematisk prøveflatetakst til å korrigere resultatet fra en fototakst. Dette ble ikke gjort i forbindelse med denne taksten. Uten en systematisk prøveflatetakst vet en imidlertid ikke *om* det er systematiske feil, *hvor stor* eventuelt feilen er eller *hvilken vei* de går. I foreliggende undersøkelse er det imidlertid ikke funnet signifikante systematiske feil for volum/ha i revisjonstaksten, selv om det ikke er gjennomført noen korreksjoner etter en systematisk prøveflatetakst.

Når det gjelder tilfeldige feil så viser tidligere undersøkelser at disse i en fototakst kan reduseres med 5-10% hvis fototaksten etterfølges av en mark-

kontroll (Eid & Nersten 1996). Det er ikke gjennomført markkontroll i revisjonstaksten, men antakeligvis har bruken av eksisterende bestandsdatabase som støtte i takstarbeidet gitt noe av den samme effekten. De tilfeldige feilene for volum (Tabell 6) i revisjonstaksten ser ikke ut til å være større enn i fototakster en har sett på i tidligere undersøkelser (Eid 2000b), noe som kan tyde på at dette faktisk er tilfelle. Det er imidlertid vanskelig å si noe sikkert om hva nivået på de tilfeldige feilene skyldes. Bestandene i skogtype 1 er relativt homogene (jfr. Tabell 1 og Tabell 5) som i seg selv skulle gi lavere nivå på tilfeldige feil.

En annen utfordring ved takstmetoder uten registreringer i felt er manglende mulighet til å få registrert forhold knyttet til miljø, kultur og flerbruk på en god nok måte (NIJOS 1998). En er i stor grad avhengig av eksisterende registreringer, og kvaliteten på disse. Der kriteriene for registrering eller forholdene har endret seg i perioden siden forrige takst vil dette kunne føre til mangelfulle data om miljøelementer. Er kvaliteten på eksisterende miljødata gode, trenger imidlertid ikke dette å representere noe problem.

5 Konklusjon

Totalt sett ligger nivåene for de systematiske og tilfeldige feilene i revisjonstaksten innenfor det en har funnet ved tidligere undersøkelser der en kontrollerer skogbruksplandata. Revisjonstaksten gjør en liten undervurdering av volum og grunnflate, og en liten overvurdering av middelhøyde. En ser en tendens til at fototolkerne «unngår ekstremer». Dette gir seg utslag i at volumet blir undervurdert i bestand med høyt virkelig volum, og overvurdert i bestand med lavt virkelig volum. Videre kan resultatene tyde på at det i bestandsdatabasen er registrert et noe lavere volum enn det som virkelig er tatt ut i bestand der det er registrert tynning eller annen hogst i perioden 1994-2004. En målsetting for revisjonstaksten var å gi *riktigere* tall for kubikkmasser, hogstklasse- og bonitetsfordeling. Foreliggende undersøkelse viser at dette er oppnådd.

Fordelene ved en revisjonstakst som takstmetode er at den er mindre kostnadskrevende enn metoder som baserer seg på feltregistreringer. I tillegg får en utnyttet den ressursen som en eksisterende bestandsdatabase representerer. Bruk av denne som støtte under takstarbeidet kan antageligvis kompensere for at det ikke utføres markkontroll og dermed redusere de *tilfeldige feilene*. Metoden som brukes kan erfaringsmessig gi *systematiske feil*, og uten en systematisk prøveflatetakst vet en ikke om takstresultatet inneholder slike feil. Fordi det ikke gjøres feltregistreringer er en i stor grad avhengig av eksisterende miljødata.

6 Litteratur

- Blingsmo, K.R. 1988.** *Volumtilvekst Gran-Furu-Bjerk*. NISK - upublisert. 6 sider.
- Braastad, H. 1980.** *Tilvekstmodellprogram for furu* Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 35:265-360.
- Braastad, H. 1975.** *Produksjonstabeller og tilvekstmodeller for gran*. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 31:357-540.
- Braastad, H. 1966.** *Volumtabeller for bjørk*. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen nr 21:23-78.
- Brandtseg, A. 1967.** *Furu sønnafjells : kubering av stående skog : funksjoner og tabeller*. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen nr 22:689-739.
- Børset, O. 1985.** *Skogskjøtsel I - skogøkologi*. Landbruksforlaget, Oslo. 494 sider.
- Eid, T. 1991a.** *Virknninger av målefeil på takstresultater, framskrivninger og prioriteringer av tiltak i skogbestand*. Rapport fra Skogforsk nr 8-91. 39 sider.
- Eid, T. 1991b.** *Konsekvenser av feil datagrunnlag for planlegging og gjennomføring av planer på skogeiendommer*. Rapport fra Skogforsk nr 9-91. 28 sider.
- Eid, T. 1992.** *Bestandsvis kontroll av skogbruksplandata i hogstklasse III-V*. Meddelelser fra Skogforsk nr 45(7):1-78.
- Eid, T. 1993.** *Avviker skogbruksplanen fra forventningene?* Landbruksøkonomisk forum nr 4/93:61-73.
- Eid, T. 1996.** *Kontroll av skogbruksplandata fra «understøttet fototakst»*. Aktuelt fra Skogforsk nr. 8-96. 21 sider.
- Eid, T. 2002.** *Skogbruksplanlegging - målsetting, registrering, analyse, syntese og beslutning*. Forelesningsnotat RØP 201, Institutt for Skogfag NLH. 46 sider.
- Eid, T. 2000a.** *Use of uncertain inventory data in forestry scenario models and consequential incorrect harvest decisions*. Silva Fennica 34(2): 89-100.

- Eid, T. 2000b.** *Skogbruksplanlegging i endring.* fra Årsmelding for Institutt for skogfag 2000: side 6-8.
- Eid, T. 2003.** *Registreringer i Aas skog 1960-2000.* Rapport fra Skogforsk nr 5-03. 16 sider.
- Eid, T. & Fitje, A. 1993.** *Variasjoner innen bestand for volum, grunnflate og middeldiameter og middelhøyde.* Meddelelser fra Skogforsk nr 46(10):1-44.
- Eid, T. & Nersten, S. 1996.** *Sammenligning av skogbruksplandata og kontrolldata.* Meddelelser fra Skogforsk 47(12):1-54.
- Eid, T. & Næsset, E. 1998.** *Determination of stand Volume in practical forest inventories based on field measurements and photo-interpretation: The Norwegian experience.* Scandinavian Journal of Forest Research nr 13:246-254.
- Fitje, A. 1989.** *Tremåling.* Landbruksforlaget, Oslo. 190 sider.
- Fitje, A. & Vestjordet E. 1977.** *Bestandshøydekurver og nye høydeklasser for gran.* Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 34.2:23-68.
- Hansen, A.R. 2001.** *Trehøyde - Variasjon innen bestand og avvik mellom plan og kontroll.* Hovedfagsoppgave, Institutt for skogfag, NLH. 35 sider.
- Institutt for skogtaksasjon & Institutt for skogøkonomi. 1987.** *Handbok for planlegging i skogbruket.* Landbruksforlaget, Oslo. 223 sider.
- Landbruksdepartementet 2004.** *Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer av 4. februar 2004.*
- NIJOS. 1998.** *Skogbruksplanlegging - Skogbruksplanlegging som skogpolitisk virkemiddel framover.* Rapport fra NIJOS 13/98: 58 sider.
- Tomter, S. 1989.** *Volumregistrering ved hjelp av flybilder.* Rapport fra Norsk institutt for skogforskning nr 1-89. 12 sider.
- Vestjordet, E. 1967.** *Funksjoner og tabeller for kubering av stående gran.* Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen nr 22:539-574.
- Vestjordet, E. 1968.** *Volum av nyttbart virke hos gran og furu basert på relativ høyde og diameter i brysthøyde eller ved 2,5 m fra stubbeavskjær.* Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 25:411-459.

A Vedlegg

A.1 Takstinnstruks for kontrolltaksten

Tron Eid & Marius Hauglin
Institutt for naturforvaltning, UMB
Boks 5003, 1432 Ås
02.08.2006

INSTRUKS FOR TAKST I FRITZØE SKOGER 2006

1. Generelt

Det gjennomføres prøveflatetakster med varierende prøveflateforband avhengig av bestandsareal innen alle bestand. På alle prøveflater (200 m²) skal trærne klaves i brysthøyde og det tas ut prøvetrær for å bestemme middelhøyde.

Utvalg av bestand skal gjøres etter følgende kriterier;

- bare bestand fra Skogtype 1
- bare bestand i hogstklasse IV og V
- bare bestand med tilnærmet samme figur i 1994 som 2004
- bare bestand fra 6 da til 50 da

Det tilstrebes en fordeling etter følgende kjennetegn (i prioritert rekkefølge);

- bonitet (ca 20%, 30% og 50% for henholdsvis bonitet 14, 17 og 20-23)
- hogstklasse (ca 50% i både hogstklasse IV og V)
- 4 geografiske områder
- to fototolkere

I tillegg

- sørge for en spredning med hensyn på arealstørrelse
- sørge for en spredning med hensyn på grunnflate og treslagsfordeling

2. Prøveflatetakst innen bestand i hogstklasse IV-V

2.1. Utlegging av prøveflatenett

I det enkelte bestand legges det ut et systematisk linjenett. Det brukes kompass ved utlegging av prøveflater. Linjeretningen bestemmes i hvert enkelt tilfelle ut fra hva som er mest praktisk med hensyn på arrondering, osv.

Første takstlinje i bestandet skal ligge omtrent en halv takstlinjeavstand fra bestandsgrensens ytterpunkt. Første prøveflate i bestandet legges i halv prøveflateavstand fra bestandskant, målt langs første takstlinje. Avstanden fra siste prøveflate på første takstlinje til bestandskant skal være inkludert i total avstand når stedet for første prøveflate på andre takstlinja bestemmes.

Avstander mellom takstlinjer og prøveflater ved ulike bestandsareal er vist i Tabell 1. Bestandsarealet baseres på areal i egen bestandsliste.

Når en bestandsgrense, eller en grense mot inntegnet *impediment*, går over prøveflaten, skal flatesentret *flyttes* slik at hele prøveflaten blir liggende i det bestandet der flatesentrum opprinnelig lå. Flatesentret flyttes fortrinnsvis vinkelrett på bestandskanten. Flyttingen gjøres så kort som mulig, slik at flaten etter flyttingen går helt ut til bestandskanten. Flater skal ikke flyttes på grunn av impedimentflekker som *ikke* er tegnet inn på kartet.

Tabell 1. Avstander mellom takstlinjer og prøveflater ved ulike bestandsareal.

Bestandsareal (da)	Avstand (m) mellom		Ca. antall prøveflater
	Takstlinjer	Prøveflater	
6	20	20	15
8	25	20	16
10	25	25	16
12	30	25	16
14	30	25	18
16	30	25	21
18	30	30	20
20	35	30	19
25	40	30	20
30	40	35	21
35	40	40	22
40	45	40	22
45	50	40	22
50	50	45	22

Bestandsnummer, bestandsareal, hogstklasse, grunnflate og treslagsfordeling fra liste noteres på skjema. Flateavstand og linjeavstand føres også øverst på skjema.

2.2. Registrering av grunnflate, middelhøyde

Det brukes en prøveflateradius 7.98 meter (200 m²).

Klavingen av flata starter framover i linjeretningen, og går mot høyre (med urviseren). Alle trær med diameter 4 cm og større klaves. Diameter registreres treslagsvis i 2 cm diameterklasser. Trærne klaves i brysthøyde (1,3 m over midlere marknivå).

Prøvetrær velges ut med relaskopfaktor 6 (relaskopåpning 2,45 : 50 eller 2 : 40,81). Tabell 2 viser hvilke relaskoptrær som skal tas ut som prøvetrær.

Tabell 2. Relaskoptrær som skal tas ut som prøvetrær.

Grunnflate fra liste	Tre nummer i relaskop med faktor 6	
	Rene bestand	Blandingsbestand
< 11 m ² /ha	Alle	Alle
12 - 19 m ² /ha	1,3,5,7,9,11,13,osv	Alle
20 - 29 m ² /ha	3,6,9,12,15,18, osv	2,4,6,8,10,12, osv.
30 - 39 m ² /ha	5,10,15,20,25,30, osv	3,6,9,12,15,18, osv
> 40 m ² /ha	6,12,18,24,30,36,osv	3,6,9,12,15,18.osv
Rene bestand har 80% (eller mer) volum av et treslag. Se treslagsfordeling i liste		

Trær i relaskopet utenfor den klavede flaten tas ikke som prøvetrær. En går da over til neste relaskopetre inne på flaten. Bare levende trær brukes som prøvetrær. Siktingen med relaskopet starter framover i linjeretningen, og går mot høyre (med urviseren). Tvilstrær bør kontrollmåles (se Tabell i Vedlegg for maksimumsavstander for trær med ulike diametere).

Relaskoptrærne telles opp fortløpende fra flate til flate for hele bestandet. Bestandsnummer og prøveflatenummer noteres på prøvetreskjema (nytt prøvetreskjema for hvert bestand). Prøvetrenummer noteres fortløpende.

For hvert prøvetre registreres treslag (gran =1, furu =2, lauv =3), diameter (mm), høyde (dm)

Diameteren måles med klavelinjalen vinkelrett på flateradien.

Høyde måles fra stubbeavskjær til topp.

Vedlegg. Uttak av prøvetrær med relaskop (tvilstrær)

Maksimumsavstander i meter for at et tre med ulike diametere skal telles i et relaskop med faktor 6 (trærne telles med dersom avstanden er mindre enn oppgitt i tabellen).

Diameter (cm)	Maks. avstand (m)
4	0,82
5	1,02
6	1,22
7	1,43
8	1,63
9	1,84
10	2,04
12	2,45
14	2,86
15	3,06
16	3,27
17	3,47
18	3,67
19	3,88
20	4,08
21	4,29
22	4,49
23	4,69
24	4,90
25	5,10
26	5,31
27	5,51
28	5,72
29	5,92
30	6,12
31	6,33
32	6,53
33	6,74
34	6,94
35	7,14
36	7,35
37	7,55
38	7,76
39	7,96
40	8,16

NB Ingen prøvetrær utenfor 7,98 m

A.2 Funksjoner brukt i beregninger

Høydefunksjoner

(Gran: Fitje & Vestjordet 1977, Eid & Fitje 1993. Furu og lauv: Vestjordet 1968.)

Gran $d \geq 15$ cm:

$$h = -14.17 + 20.86 * \log_{10}(d)$$

Gran $d < 15$ cm:

$$h = 1.3 + 0.6042 * d$$

Furu og lauv $d \geq 35$ cm:

$$h = 13.35 + 0.107 * d$$

Furu og lauv $d < 35$ cm:

$$h = 0.39 + 0.852 * d - 0.010644 * d * d$$

der d er diameter i centimeter og h trehøyde i meter.

Barktykkelsesfunksjoner

gran (Vestjordet 1967), furu (Brandtseg 1967) og lauv (Braastad 1966).

Gran:

$$b = -0.34 + 0.831648 * d - 0.002832 * d * d - 0.010112 * h * h + 0.700203 * d * d / (h * h)$$

Furu:

$$b = 2.9571 + 1.1499 * d - 0.7304 * (d/h)$$

Lauv:

$$b = 1.046 * d$$

Der b er dobbel barktykkelse i millimeter,
 d er diameter med bark i centimeter
og h er trehøyde i meter.

Volumfunksjoner

(Gran: Vestjordet 1967. Furu: Brandtseg 1967. Lauv: Braastad 1966)

Gran du $\geq$ 13 cm:

$$vu = 8.66 + 0.01218*du*du*h + 0.02976*du*h*h \\ - 0.31373*h*h + 0.25452*du*h$$

Gran 10 cm < du < 13 cm:

$$vu = -27.19 + 0.0073*du*h*h - 0.0228*h*h \\ + 0.5667*du*h - 1.98*h + 2.75*du$$

Gran du $\leq$ 10 cm:

$$vu = 0.38 + 0.02524*du*du*h + 0.01269*du*h*h \\ - 0.07726*h*h + 0.11671*du*h$$

Furu du $\geq$ 10 cm:

$$vu = -3.5425 + 0.128182*du*du + 0.028268*du*du*h \\ + 0.008216*du*h*h$$

Furu du < 10 cm:

$$vu = 2.2922 + 0.040072*du*du*h + 0.00216*du*h*h$$

Lauv:

$$vu = -1.48081 + 0.16949*du*du + 0.01834*du*du*h \\ + 0.01018*du*h*h - 0.04510*h*h$$

Der du er diameter uten bark i centimeter,
vu er volum uten bark i liter
og h er trehøyde i meter.