

Nr. 6 - 93



Aktuelt fra

**SKOGFORSK**

Norsk institutt for skogforskning, og Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole

## OPPLEGG FOR KONTROLL AV SKOGBRUKSPLANDATA



Tron Eid   Andreas Fitje   Sveinung Nersten



ISBN 82-7169-642-4  
ISSN 0803-284X

Norsk institutt for skogforskning  
NISK  
Høgskoleveien 12  
1432 ÅS  
Telefon 64 94 90 00  
Telefax 64 94 29 80

ÅS-TRYKK

Forsidefoto: Svein Grønvold

# Opplegg for kontroll av skogbruksplandata

Tron Eid, Andreas Fitje og Sveinung Nersten

Institutt for skogfag  
Norges landbrukshøgskole  
Boks 5044, 1432 Ås

## Sammendrag

I dette arbeidet diskuteres ulike opplegg for kontroll av skogbruksplandata både for hogstklasse III-V og hogstklasse II. Det er lagt opp til at en slik kontroll kan gjennomføres både internt i en planavdeling, og eksternt av en nøytral institusjon. Hensikten med en kontroll vil være å motivere og skolere planleggerne i sitt arbeid, og å gjennomføre en form for produktkontroll av skogbruksplaner. En kontroll vil også kunne gi bedre innsikt i ulike problemer i skogbruksplanlegginga, den vil kunne gi en oversikt over hvor store feilene er og hvor ofte de forekommer. En kontroll vil også kunne bidra med data til forskning.

Konsekvenser av feil er diskutert i avsnitt 2. Tabell 1 viser hvilke endringer en kan forvente for *balansekvantum* med systematiske feil for ulike bestandsvariable. Også tilfeldige feil vil kunne endre balansekvantumet. Bonitet og areal er de variablene som påvirker beregnet *produksjonsevne* i en skog dersom de er feil. Bonitet og alder er de variablene som i størst grad påvirker forslag til *sluttavvirkninger* i bestand. Også volum pr. ha og areal vil virke inn på forslag til sluttavvirkninger. Treantall pr. ha, eller volum pr. ha dersom treantallet ikke er registrert, er den viktigste beslutningsvariabelen for forslag til *tynninger*. Feil hos disse variablene vil kunne føre til feil forslag til, eller feil prioriteringer av tynninger. For forslag til *avstandsreguleringer* er totalt treantall pr. ha den viktigste beslutningsvariabelen. Feil treantall vil kunne føre til feil forslag, spesielt dersom treantallet ligger i grenseområdet for om det skal gjennomføres en regulering eller ikke. De praktisk og økonomisk mest alvorlige konsekvensene av feil vil en få dersom en over tid gjennomfører et hogstkvantumforslag som er basert på feil datagrunnlag. Dette vil kunne føre til både økonomisk tap og til færre valgmuligheter for framtidig behandling av skogen.

I avsnitt 3.1 og 3.2 har en diskutert resultatene fra prøveopplegg som er gjennomført både i hogstklasse III-V og i hogstklasse II. Prøveoppleggene er gjennomført som intensive systematiske prøveflatetakster. Sentralt i en vurdering av nøyaktigheten i en kontroll står variasjonene mellom prøveflater innen bestand. Slike variasjoner kan vurderes ved hjelp av *standardavvik* eller *variasjonskoeffisient*. Nøyaktigheten i en slik kontrolltakst kan måles ved hjelp av *middelfeilen*. Middelfeilen beregnes etter Formel (1) eller (2). De standardavvikene, variasjonskoeffisientene og middelfeilene for ulike variabler en kom fram til i prøveopplegget, er vist i Tabellene 2-5.

Et forslag til hvordan en kontrolltakst skal legges opp i hogstklasse III-V med tanke på nøyaktighet er diskutert i avsnitt 3.3.2. Det forutsettes at standardavviket mellom flater innen bestand for volum pr. ha predikeres ut fra Funksjon (A) med volum pr. ha og bonitet i skogbruksplanen som uavhengige variabler. Ved hjelp av Formel (3) finner en deretter hvor mange flater som skal legges ut i bestandet, med et bestemt krav til middelfeil. Det er også foreslått en prosedyre for hvordan prøveflatenettet i et bestand bør legges ut. Funksjon (A) er laget ut fra et materiale med 200 m<sup>2</sup> prøveflater i hogstklasse IV-V. Det ser likevel ut til at funksjonen, som er testet på et lite materiale, også kan brukes i hogstklasse III når det legges ut 100 m<sup>2</sup> flater.

I avsnitt 3.3.3 er tilsvarende opplegg diskutert for hogstklasse II. Først forhåndspredikeres variasjonskoeffisienten mellom flater innen bestand for regulert treantall pr. ha ut fra visse bestandsvariabler (Funksjon (B)). Deretter finner en antall flater som bør legges ut i bestandet ut fra Formel (5).

Ikke alle bestand egner seg for kontroll (se avsnitt 4.1). For det første bør skogbruksplanen som skal kontrolleres, ikke være basert på en takst som er eldre enn 2 år. Det bør heller ikke velges ut bestand som er mindre enn 0.8 ha. En kontroll bør ikke gjennomføres i bestand der det har vært inngrep etter skogbruksplantaksten, eller i bestand med uklare bestandsgrenser.

I hogstklasse III-V foreslås det å gjennomføre en kontroll av totalt og treslagsvis volum pr. ha, bonitet, alder, flerbrukelementer, bestandsareal og bestandsinndeling (se avsnitt 4.2). For volum pr. ha bør en sammenligne både med det ukorrigerede og det korrigerede volumet i skogbruksplanen. Opplegget for kontroll av bestandsareal og bestandsinndeling er bare ment å kunne avdekke større feil. En nærmere beskrivelse av dette er gitt i avsnitt 4.2. Tabell 6 viser prestasjonsanslag for kontrolltakst i hogstklasse III-V. Under "normale"

forhold, og med et krav til middelfeil på 10% for volum pr. ha i bestandet, vil en kunne kontrollere fra 1 til 2 bestand pr. dag.

I hogstklasse II foreslås det å gjennomføre en kontroll av totalt og regulert treantall pr. ha, treslagsfordeling for regulert treantall, middelhøyde bartrær, bonitet, alder, flerbrukselementer, bestandsareal og bestandsinndeling. Tabell 7 viser hvilke prestasjoner det antas en vil ha i en slik kontroll. Under "normale" forhold, og med et krav til middelfeil på 7.5% for regulert treantall pr. ha i bestandet, vil en kunne kontrollere mellom 3 og 5 bestand pr. dag.

I avsnitt 5.1 har en diskutert hvor mange bestand en må ha pr. planlegger for å kunne avgjøre om det foreligger systematiske feil. Tabell 8 viser minimum antall bestand som er nødvendig for å avgjøre dette. Dette antallet vil være avhengig av hvilket krav en har til signifikansnivå og hvilke tilfeldige feil en har (se Formel (6), (7) og (8)).

Utvelgingen av planavdelinger, planleggere og bestand er diskutert i avsnitt 5.2. Planavdelinger og planleggere bør fortrinnsvis bli valgt ut ved loddtrekning. Utvelgingen av bestand bør trolig foregå slik at alle bestand innen et område der en planlegger skal kontrolleres, har omtrent like stor sannsynlighet for å bli trukket ut. I Tabell 9 og 10 har en anslått, henholdsvis for hogstklasse III-V og hogstklasse II, hvor mange bestand, planleggere og planavdelinger et takslag kan kontrollere over en feltsesong på 100 dager. Prestasjonene vil variere med krav til middelfeil og variasjonene innen bestand.

Kontrollen i hogstklasse II bør gjøres av samme takslag, og parallelt med kontrollen i hogstklasse III-V. På denne måten vil en antagelig kunne legge opp kontrollene mest effektivt. I avsnitt 5.3 har en sett på hvilke kostnader som kan forventes i en kontrolltakst. Tabell 11 viser et eksempel på hvordan kostnadene fordeler seg pr. planlegger og pr. bestand.

## Forord

Dette arbeidet er slutten på prosjektet "Kontroll av driftsplandata" som er finansiert av Utviklingsfondet for skogbruket.

Arbeidet gir for det første en oppsummering av erfaringer som er gjort gjennom prosjektet. Mange av resultatene er nærmere beskrevet i tidligere publikasjoner. En har også diskutert alternative opplegg for kontroll av skogbruksplandata. Oppleggene er ment som en støtte for gjennomføring av kontroller, enten de skjer i regi av en nøytral offentlig institusjon, eller som interne kontroller i den enkelte planavdeling. En detaljert beskrivelse av registrerings- og beregningsarbeidet i slike kontroller kan fås ved henvendelse til de undertegnede.

Publikasjonen er skrevet av Tron Eid. Sveinung Nersten og Andreas Fitje har vært med på utformingen i alle avsnitt.

Kåre Hobbestad og Stein M. Tomter, Norsk Institutt for Jord- og Skogkartlegging, og Erik Næsset, Norges landbrukshøgskole, har lest gjennom manus og kommet med verdifulle råd.

Ås, desember 1993

Tron Eid    Andreas Fitje    Sveinung Nersten



## Innhold

1. Innledning .....	4
2. Konsekvenser av feil .....	4
2.1 Generelt .....	4
2.2. Balansekvantum og produksjonsevne for en skog .....	5
2.3. Behandlingsforslag i bestand .....	6
2.4. Impedimentprosent, flerbrukselementer og bestandsinndeling .....	7
2.5. Oppsummering .....	7
3. Nøyaktighet i en kontroll .....	7
3.1. Resultater fra prøveopplegg i hogstklasse III-V .....	7
3.2. Resultater fra prøveopplegg i hogstklasse II .....	9
3.3. Anbefalt opplegg med hensyn på nøyaktighet .....	10
3.3.1. Generelt .....	10
3.3.2. Hogstklasse III-V .....	11
3.3.3. Hogstklasse II .....	12
4. Alternative kontrollopplegg .....	13
4.1. Hva slags bestand skal kontrolleres ? .....	13
4.2. Hogstklasse III-V .....	14
4.3. Hogstklasse II .....	16
5. Gjennomføring av alternative kontrollopplegg .....	17
5.1. Antall bestand pr. planlegger .....	17
5.2. Utvalg av planavdeling, planlegger og bestand .....	18
5.3. Kostnader ved alternative kontrollopplegg .....	20
Litteratur .....	21

## 1. Innledning

Skogbruksplanlegginga i Norge har et stort omfang der det offentlige bidrar med betydelige beløp. Dette aktualiserer en offentlig kvalitetskontroll av arbeidet som blir gjort. Med en kontroll vil de offentlige myndigheter kunne få bedre oversikt over hvordan midlene til skogbruksplanlegginga brukes, og eventuelt også få en oversikt over hvilke områder av skogbruksplanarbeidet som kan forbedres. Til en viss grad utføres det også i dag interne kontroller i den enkelte planavdeling. Opplegget som skisseres er derfor også ment å kunne brukes til å gjennomføre egenkontroller av elementer i skogbruksplanene.

Dette arbeidet skisserer noen alternativer for hvordan kvaliteten i skogbruksplanarbeidet kan kontrolleres. Opplegget forutsetter at det er gjennomført en bestandstakst, enten med relaskop eller fotomålinger. Opplegget passer ikke for kontroll av et bestandsvolum som er basert på stratumvise gjennomsnittstall fra en systematisk prøveflatetakst.

Foruten et ønske om å kartlegge kvaliteten på skogbruksplanene, kan hensikten med en kontroll oppsummeres i tre punkter;

### *Motivasjon for planlegger*

Når resultatene av kontrolltaksten foreligger, bør det gjennomføres et formalisert opplegg der de som har kontrollert, og planleggerne, *sammen* går gjennom resultatene, og diskuterer eventuelle tendenser eller feil som måtte forekomme. Årsaker til eventuelle feil bør også diskuteres.

Å få tilbakemeldinger på kvaliteten av det arbeidet som blir gjort, vil kunne virke som en positiv motivasjonsfaktor for den enkelte planlegger.

### *Produktkontroll*

Et kontrollopplegg vil bedre mulighetene for å kunne si noe mer eksakt om nøyaktighetsnivået i planene. Et kontrollopplegg vil kanskje også øke tiltroen til opplysningene som kommer fram i skogbruksplanen. Dette fordi brukerne vet at det gjennomføres en form for produktkontroll.

### *Generell økt innsikt*

Årsakene til feil i skogbruksplanene kan være mange, eksempelvis rene målefeil, mangelfull takstinstruks eller takstinstrukser som misforstås. Registreringsmetodene som brukes kan også være mangelfulle.

En kontroll vil kunne avdekke en del feilkilder. Dette gjør at arbeidet, enten det gjelder den enkelte planlegger, planleggingsinstitusjonen eller selve takstmetodikken, kan legges opp på en bedre måte.

En mer systematisk innsikt i hvor store, hva slags og hvor ofte feil forekommer i skogbruksplaner vil også gi større muligheter til å kvantifisere økonomiske tap som nødvendigvis må forekomme fordi beslutninger blir tatt på sviktende grunnlag. En kontroll vil også kunne bidra med betydelige mengder data som kunne brukes i ulike forskningsprosjekter.

## 2. Konsekvenser av feil

### 2.1. Generelt

Datagrunnlaget ved utarbeidelsen av skogbruksplaner kan deles inn i *takstgrunnlag*, *modellgrunnlag* og *forutsetninger* (se EID 1992b). Selv om takstgrunnlaget er det sentrale i forbindelse med kontroll av skogbruksplandata, er det viktig å være klar over at også *modellgrunnlaget* har stor betydning for de forslag som kommer fram i en skogbruksplan. En etterprøving av avvirkningsberegninger, der prognosene ble sammenlignet med totalklavinger av et skogområde på ulike tidspunkt, er ett eksempel på at modellgrunnlaget er testet (EID 1992c). Også *forutsetningene* som gjøres ved utarbeidelsen av en skogbruksplan vil kunne få store konsekvenser for planforslagene. Feil i takstgrunnlaget vil på denne måten kunne "forsterkes", eller de kan "forsvinne", avhengig av hvilke forutsetninger som gjøres. Eksempler på dette er vist av EID (1991).

Feil i *takstgrunnlaget* vil i første omgang kunne få konsekvenser for *forslagene* i en skogbruksplan, dernest vil feil kunne få konsekvenser for *beslutninger* som tas, og for *gjennomføringen av beslutningene* (se EID 1992b). En har i det foreliggende arbeidet konsentrert seg om konsekvenser feil har for forslagene i skogbruksplanen.

En av de viktigste størrelsene som kommer fram i en skogbruksplan er forslag til hogstkvantum. Dette forslaget er basert på beregninger. I praksis betyr dette i de fleste tilfeller en balansekvantumsberegning. Det er gjennomført mange undersøkelser der en har vurdert hvilke konsekvenser *systematiske feil* har for størrelsen på



balansekvantumet (NERSTEN 1965, NERSTEN et. al 1981, SLETNES & BLINGSMO 1990, EID 1991). Konsekvenser som *tilfeldige feil* har for balansekvantumet er vurdert av EID (1993b).

Størrelsen på feilen er selvsagt viktig for konsekvensene av feilen. Jo større feilen er, jo større blir konsekvensene. Ofte er det slik at de tilfeldige feilene i en takst er større enn de systematiske. Dette betyr imidlertid *ikke* at konsekvensene av tilfeldige feil generelt er større enn konsekvensene av systematiske feil. Hvor alvorlig konsekvensene av feil blir, vil også avhenge av hva det måles på. Eksempelvis vil tilfeldige feil kunne få store konsekvenser for prioriteringer mellom bestand når det gjelder ulike tiltak, mens en systematisk feil virker lite inn på slike prioriteringer. Ser en derimot på hogstkvantumsbestemmelsen for en skog, vil en systematisk feil få store konsekvenser for denne, mens en tilfeldig feil bare vil ha en liten innvirkning på en slik størrelse.

## 2.2. Balansekvantum og produksjonsevne for en skog

Tabell 1 viser hvilke endringer en kan forvente for balansekvantumet på grunn av *systematiske feil*. Tabellen er i hovedsak basert på resultater fra EID (1991), der beregninger for 10 skogeiendommer med forskjellig alders-, bonitets- og treslagssammensetning ble vurdert.

Tabell 1. Endringer (%) i balansekvantum ved 10% systematisk feil for ulike bestandsvariabler.

Bestandsvariabel	Endringsintervall (%)	
	Mest sannsynlig	Maksimalt
Volum/ha	5-9	5-15
Bonitet	3-8	3-30
Alder	2-6	0-40
Regulert treantall/ha	0-2	0-2

Tabell 1 viser at balansekvantumet mest sannsynlig endres 5-9% med en systematisk feil på 10% for volum. Generelt vil utslaget være størst når balansekvantumsperioden er kort. I enkelte tilfeller kan balansekvantumet endres utover dette intervallet. Dette skyldes at tynningsprogrammet kan bli endret som en følge av endret volum, eksempelvis ved at det gjennomføres en tynning i noen bestand isteden for to. Dette betyr at balansekvantumet endres *utover* det som direkte skyldes endret volum.

Endringer i balansekvantum ved feil bonitet skyldes kombinasjonen av endret tilvekst og endret skogbehandling. Den mest sannsynlige endringen for balansekvantum er 3-8%. Når endringen ligger på dette nivået, er det den endrede tilveksten som påvirker balansekvantumet. Endret skogbehandling, der omløpstidene er sentrale, kan gjøre at utslagene blir svært store. Dersom eksempelvis boniteten blir satt 10% for høgt, vil tilveksten øke, *samtidig* som flere bestand blir hogstmodne. Slike effekter kom fram for 3 av de 10 skogeiendommene som ble vurdert, og endringene i balansekvantum kom opp i 30%.

Endringer i balansekvantum ved feil alder skyldes kombinasjonen av endret tilvekst og endret tidspunkt for sluttavvirkning. Når balansekvantumet endres i størrelsesorden 2-6%, skyldes dette endret tilvekst. At alderen eksempelvis blir satt 10% for høyt fører til at tilveksten blir for lav, og dermed synker også balansekvantumet noe. I noen tilfeller vil imidlertid en for høy alder *også* føre til at flere bestand blir avvirket for tidlig. Dette fant en for 5 av de 10 eiendommene som ble vurdert. Effekten på balansekvantumet blir dermed motsatt av den som skyldes tilveksten. Med 10% feil alder varierte endringene i balansekvantum for de 10 eiendommene fra 0%, når tilveksteffekten og effekten på sluttavvirkningstidspunktet akkurat oppveide hverandre, til 40%, når endret alder førte til at en stor andel av bestandene fikk endret sitt tidspunkt for sluttavvirkning.

Regulert treantall pr. ha registreres i hogstklasse II og inngår som grunnlag i en balansekvantumsberegning. Fordi slike bestand ikke skal sluttavvirkes på mange år, vil endringene som skyldes feil regulert treantall være små. I den grad endringer oppstår, skyldes dette som regel endrede tynningskvanta når bestandene kommer opp i hogstklasse III og IV. Endringene i balansekvantum vil ligge i intervallet 0-2%, avhengig av andelen av hogstklasse II på den enkelte skogeiendom.

Også systematiske feil for areal vil kunne endre balansekvantumet. En systematisk feil på totalarealet i en skog vil slå forskjellig ut avhengig av hvordan feilen er fordelt på boniteter og hogstklasser i skogen. Dersom feilen er omtrent den samme i alle bestand, vil 10% feil areal føre til 10% endring i balansekvantum. Dersom arealfeilen for eksempel er konsentrert til de lave bonitetene i skogen, som har liten bestokning, vil endringen i balansekvantum bli mindre enn 10%. Motsatt vil det være med en arealfeil på høye boniteter med stor bestokning. Her vil balansekvantumet endre seg mer enn 10%.

*Tilfeldige feil* i bestand vil kunne påvirke balansekvantumet i en skog. Eksempler på dette er vist av EID (1993b) ved hjelp av simuleringer og gjentatte beregninger av balansekvantum. Med en tilfeldig feil på 10% for

bestandets bonitet, varierte størrelsen på balansekvantumet maksimalt 6% omkring gjennomsnittet. En fant også at balansekvantumet varierte maksimalt 5% omkring gjennomsnittet med en tilfeldig feil på 10% for bestandets grunnflate eller middelhøyde. En slik feil for grunnflate eller middelhøyde tilsvarer i begge tilfeller tilfeldig feil for volum på omtrent 10%. En må være klar over at de resultatene som er referert over er basert på en eiendom med 25 bestand, og at en ut fra dette ikke bør generalisere for mye.

*Produksjonsevnen* i en skog avhenger av høydebonitet og areal. Systematiske feil for disse variablene vil derfor påvirke produksjonsevnen. Feil bonitet vil slå ut forskjellig avhengig av bonitetsnivået. Eksempelvis vil en feil høydebonitet på 10% føre til at produksjonsevnen endres 13-14% når gjennomsnittsboniteten er  $H40=20$ , mens den vil endre seg 17-18% når gjennomsnittsboniteten er  $H40=14$ . *Produksjonsnivået* i en skog vil også endre seg på grunn av feil registrert bonitet, og denne endringen kan gå utover det som er nevnt for produksjonsevnen. Dette skyldes at en endret bonitet kan føre til at skogbehandlingen, det vil si foryngelsesmetoder og omløpstider, endrer seg.

### 2.3. Behandlingsforslag i bestand

Feil hos ulike bestandsvariabler kan også få konsekvenser for *behandlingsforslag* i bestand. Det er også her slik at konsekvensene av feil er avhengig av størrelsen på feilen, og at konsekvensene er forskjellige avhengig av om feilen er tilfeldig eller systematisk. En feil kan for det første få konsekvenser for om en behandling skal foreslås eller ikke. I tillegg kan også feil få konsekvenser for prioriteringer mellom bestand. En vil i det følgende vurdere hvilke konsekvenser feil kan ha for forslag til *sluttavvirkning*, *tynning* og *avstandsregulering*. Vurderingene bygger hovedsaklig på skjønn.

Bonitet og alder er viktig for forslag til *sluttavvirkning*. En systematisk feil bonitet eller alder vil derfor få store konsekvenser for om det foreslås sluttavvirkning i et bestand eller ikke. Systematiske feil for volum og areal har mindre konsekvenser, selv om et for lite volum i *ett* bestand kan føre til at et annet avvirkes i tillegg.

Som for systematiske feil, vil tilfeldige feil for bonitet og alder kunne få store konsekvenser for om sluttavvirkning foreslås i et bestand eller ikke. Tilfeldige feil for disse variablene kan også få konsekvenser for prioriteringer mellom bestand. En tilfeldig feil for volum eller areal kan også virke inn på hvilke bestand som foreslås avvirket. Dette kan eksempelvis skje dersom et for lite volum i *ett* bestand fører til at en må avvirke et annet bestand i tillegg for å oppfylle periodekvantumet.

Både tilfeldige og systematiske feil for bonitet kan også virke inn på hva slags sluttavvirkning som foreslås gjennomført, det vil si om sluttavvirkninga skal legges opp for naturlig foryngelse eller planting. Dette gjelder spesielt for midlere boniteter, der det kan være aktuelt både med planting og naturlig foryngelse. På svært lave eller svært høye boniteter må feilen bli meget stor før den påvirker valg av foryngelsesmetode. De andre variablene som registreres i eldre skog vil ha mindre innvirkning på valg av foryngelsesmetode, bortsett fra at volum pr. ha er viktig dersom det er aktuelt å etablere en skjerm. I noen tilfeller kan også alderen i gammelskogen virke inn i en vurdering av utsiktene til å få opp nye planter.

Det kan også tenkes at helt andre faktorer enn de bestandsvariabler som vanligvis registreres, virker inn på et forslag til sluttavvirkning. Et eksempel her kan være råteutsatte bestand. Dette kan bety at et bestand må sluttavvirkes uansett om alder og bonitet tilsier noe annet.

Treantall pr. ha, dersom det er registrert i hogstklasse III (og IV), vil være viktig for forslag til *tynninger* i et bestand. Dersom treantallet ikke er registrert, vil en måtte legge tilsvarende vekt på volum pr. ha. En systematisk feil for treantall pr. ha (eller volum) kan ha store konsekvenser for om en tynning skal gjennomføres eller ikke. Systematiske feil for bonitet eller alder kan også få konsekvenser for en slik beslutning, men er langt mindre viktig enn treantall.

Også tilfeldige feil for treantall pr. ha (eventuelt volum pr. ha) kan ha store konsekvenser for beslutningen om en tynning skal gjennomføres eller ikke, og for prioriteringer mellom bestand. Tilfeldige feil for bonitet og alder har bare små konsekvenser for beslutningen om tynning skal gjennomføres eller ikke.

Totalt treantall pr. ha er den viktigste beslutningsvariabelen for *avstandsreguleringer*. Her kan konsekvensene av feil være store. Det må imidlertid bemerkes at *grupperingen* av trærne i bestandet også er viktig for om det skal gjennomføres en avstandsregulering eller ikke. I en del tilfeller kan derfor et gjennomsnittlig treantall gi et misvisende bilde av tilstanden i bestandet. Det vil også være slik at en feil vil ha liten betydning med et totalt treantall som er svært høyt. Feilen kan imidlertid få avgjørende betydning dersom treantallet ligger i grenseområdet for om en regulering skal gjennomføres eller ikke.

Foruten treantall, er feil middelhøyde den variabelen som gir størst konsekvenser for forslag til avstandsreguleringer. Feil bonitet, alder eller areal har bare små konsekvenser for forslag til avstandsreguleringer.



## 2.4. Impedimentprosent, flerbrukselementer og bestandsinndeling

Det er ikke gjort beregninger for å vurdere konsekvenser av feil *impedimentprosent* i bestand. I prinsippet vil imidlertid en slik feil virke på samme måte, og få de samme konsekvenser, som feil areal. I praksis vil antagelig konsekvensene bli litt mindre enn for feil areal, fordi majoriteten av bestand med impedimentarealer har satt ned den gjennomsnittlige boniteten i stedet for å registrere en impedimentprosent, kan dette føre til feil beregnet balansekvantum. Dette skjer fordi omløpstida blir feil. Anslaget for produksjonsevne i en skog vil imidlertid bli lite påvirket av en slik registreringspraksis.

I prinsippet skal de fleste *flerbrukselementer* føre til at skogbehandligna endres. Foreløpig er ikke dette innarbeidet når hogstkvantumsforslaget i en skogbruksplan beregnes. Det er mulig det tas noe hensyn til flerbrukselementer når behandlingsforslag i bestand settes opp. Å kvantifisere konsekvenser av feil registrerte flerbrukselementer er imidlertid svært vanskelig.

Det er som regel ikke mulig å klassifisere *bestandsinndelingen* som absolutt riktig eller absolutt feil. Generelt vil graden av homogenitet innen et bestand være viktig, spesielt når for bonitet. Dette gjelder både for nøyaktigheten av beregnet hogstkvantum og produksjonsevne, og for i hvilken grad et behandlingsforslag er "riktig", og kanskje også gjennomførbart.

I en undersøkelse som omfattet 71 bestand fra ulike skogbruksplaner fant EID (1992a) et gjennomsnittlig bonitetsintervall innen bestand på 6-7 meter etter H40-systemet. I 8 bestand var intervallet over 10 meter. Fordi en i slike tilfeller baserer seg på gjennomsnittsboniteten i bestandet, er det fare for at beregnet tilvekst, og dermed også hogstkvantum, kan bli beheftet med systematiske tendenser. Dette skyldes at tilveksten beskrives ved hjelp av ikke-lineære funksjoner. Det er også ganske opplagt at større deler av et bestand behandles inoptimalt, eksempelvis med hensyn på sluttavvirkningstidspunkt og foryngelsesmetode, når utgangspunktet for behandlingen er gjennomsnittsboniteten, mens det i realiteten er store bonitetsforskjeller i bestandet.

## 2.5. Oppsummering

Vurderingene av konsekvenser av feil er konsentrert om størrelser som kommer fram i skogbruksplanen. De praktiske og konkret økonomiske konsekvensene av feil kommer imidlertid først til syne når forslagene er gjennomført over en tid.

Det mest alvorlige vil være å gjennomføre hogstkvantumforslag som er basert på feil takstgrunnlag (se EID 1991). Jo lengre tid det går til en ny plan utarbeides, jo mer alvorlig vil konsekvensene kunne bli i form av økonomisk tap på grunn av "feil" behandling av skogen. Dersom balansekvantumet blir satt for høyt, vil en i tillegg stå tilbake med færre valgmuligheter for framtidig behandling av skogen.

"Feil" beslutninger som gjelder sluttavvirkning vil også kunne få forholdsvis umiddelbare økonomiske konsekvenser i form av lavere gjennomsnittlig forrentning. Dette skjer både fordi bestand som ikke skulle være sluttavvirket i det hele tatt, kan bli avvirket, og fordi prioriteringen mellom bestand som skal sluttavvirkes, ikke blir optimal.

De umiddelbare praktiske og økonomiske konsekvensene av "feil" forslag til tynninger og avstandsreguleringer er forholdsvis begrensede. Dette gjelder dersom en ser bort fra ekstra kostnader som oppstår som følge av negativ rånetto i tynninger, eller som følge av "unødvendige" avstandsreguleringer. På litt sikt vil imidlertid "feil" forslag til tynninger og avstandsreguleringer virke inn på produksjonsnivået, og dermed potensialet for avvirkning på lengre sikt i skogen.

# 3. Nøyaktighet i en kontroll

## 3.1. Resultater fra prøveopplegg i hogstklasse III-V

Det er gjennomført et prøveopplegg for bestandsvis kontrolltakst i hogstklasse III-V (EID 1992a). Prøveopplegget ble gjennomført som bestandsvise systematiske prøveflatetakster. Kontrollen omfattet 71 bestand, av disse 54 i hogstklasse IV-V. Volum pr. ha treslagsvis, totalalder og bonitet ble registrert. Gjennom registreringene av treslagsvis volum pr. ha har en også registrert gjennomsnittlig grunnflate pr. ha, treantall pr. ha, middelhøyde og middeldiameter i hvert bestand. En kontroll av disse størrelsene vil derfor også kunne gjennomføres med opplegget som er prøvd ut.

For volum i hogstklasse IV-V har en i tillegg til de områder som inngår i selve kontrollopplegget, gjennomført bestandsvise systematiske prøveflatetakster i 82 andre bestand (se EID & FITJE 1993). Disse bestandene inngår også i vurderingene av nøyaktighet for kontroll av *volum* i hogstklasse IV-V.

Variasjonene mellom flater innen bestand kan enten uttrykkes i absolutte tall, det vil si som standardavvik mellom flater innen bestand, eller i relative tall, det vil si som variasjonskoeffisient mellom flater innen

bestand. I dette arbeidet blir variasjonene vurdert både ut fra standardavvik og variasjonskoeffisient. Standardavviket gir et direkte uttrykk for variasjonen, mens variasjonskoeffisienten uttrykker standardavviket i prosent av gjennomsnittet. Dette betyr at dersom for eksempel gjennomsnittet er lavt, kan et relativt lite standardavvik gi en relativt stor variasjonskoeffisient.

Middelfeil er brukt som mål på nøyaktighet for de registreringene som er gjort i et bestand. Middelfeilen for volum pr. ha er beregnet etter Formel (1):

$$s_m = \sqrt{\frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}, \quad (1)$$

der

$s_m$  = middelfeil for bestandets gjennomsnitt,

$s$  = standardavvik mellom flater innen bestand,

$n$  = antall prøveflater i bestandet,

$N$  = totalt antall mulige prøveflater i hele bestandet, det vil si bestandets areal dividert med areal av ei prøveflate.

Registreringer av bonitet og alder er *ikke* direkte relatert til en bestemt flatestørrelse. Middelfeilen er derfor beregnet etter Formel (2):

$$s_m = \sqrt{\frac{s^2}{n}}. \quad (2)$$

Middelfeilen kan også uttrykkes i *prosent* av gjennomsnittet. Da må både  $s_m$  og  $s$  uttrykkes i prosent.

Tabell 2 viser gjennomsnittlige variasjoner for alle 136 bestand og for grupper av bestand i hogstklasse IV-V. Det er brukt flatestørrelse 200 m<sup>2</sup>. Tallene er basert på EID & FITJE (1993). Det er valgt å beregne gjennomsnittsverdier for standardavvik, variasjonskoeffisient, middelfeil i absolutte mål og middelfeil i prosent som aritmetisk gjennomsnitt av alle bestand innen en gruppe. Denne beregningsmåten gjør at tallene på en linje i tabellen ikke kan beregnes direkte. Dette gjelder alle tabeller i avsnitt 3.1 og 3.2.

Tabell 2. Standardavvik og variasjonskoeffisient mellom flater innen bestand, og middelfeil i bestand. Volum pr. ha i hogstklasse IV-V.

Kjennetegn		Antall bestand	Antall flater pr. bestand	Volum m <sup>3</sup> /ha u. b.	St. avvik m <sup>3</sup> /ha u. b.	Var. koeff. %	Middelfeil m <sup>3</sup> /ha u. b.	%
Område	Enebakk I	24	16.5	142.2	66.5	49.3	14.6	10.8
	Enebakk II	16	17.4	102.0	56.2	59.3	12.2	12.8
	Larvik	14	18.5	179.7	88.4	49.5	18.5	10.2
	Voss	28	28.1	70.5	46.8	68.0	8.0	11.7
	Skedsmo	12	18.3	165.3	75.4	46.7	15.4	9.4
	Gjøvik	8	19.3	278.5	87.8	32.4	16.2	6.0
	Kongsv.	34	18.1	195.2	70.9	36.6	13.5	6.9
Treslag	Furu 80%	25	24.6	82.5	48.0	61.2	8.4	10.8
	Blanding	77	19.5	134.5	62.4	50.8	12.7	10.2
	Gran 80%	34	17.6	234.3	89.9	39.7	18.0	8.1
Bonitet	H40= 8	45	24.3	74.7	44.9	62.6	8.2	11.4
	H40= 11	26	17.0	125.2	51.3	44.2	10.5	9.1
	H40= 14	31	18.4	201.2	80.6	42.0	16.4	8.6
	H40= 17	23	18.3	209.7	90.1	44.7	18.0	9.0
	H40= 20	11	16.9	245.9	103.0	45.1	21.6	9.4
Volum (m <sup>3</sup> /ha)	0-100	51	23.0	70.4	44.3	63.8	8.4	12.0
	101-200	39	17.6	142.1	62.2	44.4	13.0	9.2
	201-	46	18.6	244.0	95.1	39.3	18.8	7.8
Alle		136	19.9	149.9	66.6	49.9	13.2	9.8

Gjennomsnittlig standardavvik og gjennomsnittlig variasjonskoeffisient er 66.6 m<sup>3</sup>/ha og 49.9%. En ser imidlertid at disse tallene varierer mellom de ulike områdene. De største standardavvikene finner en i Larvik og



Gjøvik med omtrent 88 m<sup>3</sup>/ha, mens en finner de største variasjonskoeffisientene i Voss og Enebakk II med 68.0% og 59.3%. Generelt viser Tabell 2 tendenser til at standardavviket øker og at variasjonskoeffisienten avtar med økende gjennomsnittlig volum. Dette kommer spesielt godt til syne når det grupperes etter volum.

Gjennomsnittlig middelfeil er 13.2 m<sup>3</sup>/ha eller 9.8%. Også her varierer middelfeilen mellom de ulike områdene. Størst middelfeil i *absolutte* tall finner en i Larvik med 18.5 m<sup>3</sup>/ha, mens den minste middelfeilen er i Voss med 8.0 m<sup>3</sup>/ha. Samtidig er også Voss et av områdene med størst middelfeil i *prosent* fordi gjennomsnittsvolumet her er svært lavt. Det er også verdt å merke seg at det i gjennomsnitt er lagt ut omtrent 10 flere flater pr. bestand i Voss enn i de andre områdene. Med samme antall flater for Voss som i resten av materialet, ville middelfeilen blitt noe større enn det som kommer fram i Tabell 2.

For hogstklasse III ble det gjennomført bestandsvise systematiske prøveflatetakster i 25 bestand. Tabell 3 viser variasjonene for disse bestandene. Tallene er basert på EID & FITJE (1993).

Tabell 3. Standardavvik og variasjonskoeffisient mellom flater innen bestand, og middelfeil i bestand. Volum pr. ha i hogstklasse III.

Område	Flate-	Antall	Antall	Volum	St.avvik	Var.	Middelfeil	
	størrelse						bestand	flater pr.
	m <sup>2</sup>		bestand	u.b.	u.b.	%	u.b.	%
Enebakk I-II/ Larvik	100	17	17.2	98.3	56.6	60.0	13.2	13.8
Gjøvik	200	8	17.0	150.0	56.0	38.5	12.2	8.4

I hogstklasse III ble det for Enebakk I-II/Larvik brukt 100 m<sup>2</sup> flatestørrelse og for Gjøvik 200 m<sup>2</sup> flatestørrelse. Både for Enebakk I-II/Larvik og Gjøvik ligger middelfeilen i *absolutte* tall i underkant av de middelfeilene en fant i hogstklasse IV-V i de samme områdene, mens middelfeilen i *prosent* ligger over tilsvarende middelfeil i hogstklasse IV-V.

Tabell 4 viser variasjonene for bonitet og alder for alle 71 bestand i hogstklasse III-V i Enebakk I-II og Larvik. Tallene er basert på EID (1992a).

Tabell 4. Standardavvik og variasjonskoeffisient mellom flater innen bestand, og middelfeil i bestand. Bonitet og totalalder i hogstklasse III-V.

Variabel	Antall	Antall	Gjennom-	Stand.	Var.	Middelfeil	
						bestand	flater pr.
		bestand	Abs.	Abs.	%	Abs.	%
Bonitet (m)	71	6.8	13.8	2.4	17.9	0.9	6.9
Totalalder (år)	71	14.4	82.6	23.2	27.7	6.2	7.4

Tabell 4 viser et gjennomsnittlig standardavvik for bonitet på 2.4 meter, mens variasjonskoeffisienten er 17.9%. Tilsvarende størrelser for alder er 23.2 år og 27.7%. Middelfeilen er 0.9 meter for bonitet og 6.2 år for alder. Dette tilsvarer både for bonitet og alder omtrent 7% av gjennomsnittet. EID (1992a) viser at det er små forskjeller i middelfeil for bonitet og alder mellom de tre områdene i undersøkelsen. Det er også små forskjeller i middelfeil når materialet grupperes etter skogforholdene.

### 3.2. Resultater fra prøveopplegg i hogstklasse II

Prøveopplegget for kontroll i hogstklasse II omfattet 45 bestand i 3 forskjellige områder (EID 1993a). Totalt treantall pr. ha ble registrert i 22 bestand, regulert treantall pr. ha i 35 bestand, middel høyde i 28 bestand og bonitet og alder i alle 45 bestand. Registreringene ble også her gjennomført som bestandsvise systematiske prøveflatetakster. Det ble ikke gjort registreringer i hogstklasse I. En eventuell kontroll i denne hogstklassen vil bare omfatte bonitet.

De fleste bestandene ble i kontrollen bonitert ved høyde-aldersmålinger. Dette betyr at en for en del bestand har gått *under* den minstegrense for alder som anbefales for denne boniteringsmetoden. For de yngste bestandene har en bonitert etter skjønn. Bonitering i hogstklasse II generelt, og sammenligninger av ulike metoder, er diskutert nærmere av EID & AAS MOEN (1993).

Middelfeilen etter Formel (2) er brukt som mål på nøyaktighet for de registreringene som er gjort. Tabell 5 viser variasjoner for variablene i hogstklasse II. Tallene er basert på EID (1993a).

Tabell 5. Standardavvik og variasjonskoeffisient mellom flater innen bestand, og middelfeil i bestand. Totalt treantall pr. ha, regulert treantall pr. ha, middelhøyde, bonitet og totalalder i hogstklasse II.

Variabel	Antall bestand	Antall flater pr. bestand	Gjennomsnitt Abs.	Stand. avvik Abs.	Var. koeff. %	Middelfeil	
						Abs.	%
Totalt treantall/ha	22	19.4	3944	2151	56.1	491	12.8
Regulert treantall/ha	35	20.7	1353	322	25.3	72	5.6
Middelhøyde (m)	28	19.4	4.5	2.0	53.3	0.5	12.2
Bonitet (m)	45	15.3	15.9	2.5	15.8	0.7	4.3
Totalalder (år)	45	21.8	25.6	6.0	25.6	1.3	5.7

Tabell 5 viser at middelfeilen i prosent ligger svært lavt (4-6%) for regulert treantall pr. ha, bonitet og totalalder. For totalt treantall pr. ha og middelhøyde ligger middelfeilen i prosent på et høyere nivå (12-13%). For middelhøyde utgjør imidlertid dette i gjennomsnitt bare 0.5 meter, mens det for totalt treantall utgjør 491 trær pr. ha.

EID (1993a) viser at middelfeilen for de ulike variablene i hogstklasse II varierer lite når bestandene grupperes etter område og ulike kjennetegn.

### 3.3. Anbefalt opplegg med hensyn på nøyaktighet

#### 3.3.1. Generelt

I et opplegg for systematisk prøveflatetakst i bestand vil det være en nøye sammenheng mellom variasjoner innen bestand, antall prøveflater som legges ut, og middelfeilen [se Formel (1) og (2)]. I prinsippet kan et opplegg for systematisk prøveflatetakst i bestand utformes på to forskjellige måter:

- a. Det legges ut omtrent samme antall flater i alle bestand. Dette betyr at middelfeilen vil bli stor i bestand med store variasjoner, og liten i bestand med små variasjoner.
- b. Antall flater i et bestand varierer med hvor store variasjoner det er innen bestandene. Dette betyr at middelfeilen kan bli omtrent den samme i alle bestand.

Av flere grunner vil opplegg b) være å foretrekke. Det viktigste er kanskje at middelfeilen vil variere lite mellom ulike bestand. En vil også *unngå* å få bestand med svært stor middelfeil. Dette er generelt viktig for troverdigheten i en kontroll.

Et opplegg der antall flater tilpasses variasjonene i det enkelte bestand kan by på en del praktiske problemer. For det første må en på *forhånd* estimere variasjonene i hvert bestand. Et slikt anslag basert på skjønn vil ofte bli svært usikkert. En mulighet her er å bruke funksjoner for å estimere variasjonene. Slike funksjoner er utviklet av EID & FITJE (1993) for å estimere standardavviket mellom flater innen bestand for volum pr. ha i eldre skog. Det er også utviklet funksjoner for å estimere variasjonskoeffisienten mellom flater innen bestand for regulert treantall i hogstklasse II (EID et. al. 1986, EID 1986). I alle disse funksjonene må en bruke data fra skogbruksplanen som inngangsvariabler. Dette er data som vil være beheftet med tilfeldige, kanskje også systematiske feil. Forhåndsestimeringen av variasjoner kan derfor bli noe usikker (se EID 1993a). Det ligger også usikkerhet i de tilfeldige variasjonene en har omkring de funksjonene som er utviklet. Dette kan slå uheldig ut for enkeltbestand. Det kan også tenkes at funksjonene passer bra i noen områder og dårlig i andre. Eksempler på dette er vist av EID & FITJE (1993). Slike spesielle lokale forhold vil en sannsynligvis kunne oppdage, og korrigere etter hvert.

Til tross for de motforestillinger som her er skissert, vil en som hovedregel anbefale en forhåndsestimering av variasjonene innen bestand med tanke på hvor mange flater som skal legges ut. Et opplegg for systematisk prøveflatetakst vil dermed kunne gjennomføres som under b). En skal likevel ikke utelukke et opplegg som under a). Metode a) vil kanskje være lettere å gjennomføre, men det vil antagelig bli mindre effektivt med tanke på tidsforbruk, og dermed kostnader.

### 3.3.2. Hogstklasse III-V

Det forutsettes at det tas utgangspunkt i registreringene for *volum pr. ha* når intensiteten på prøveflatetaksten i hogstklasse III-V bestemmes. Dette betyr at antall flater der bonitet og alder registreres blir bestemt ut fra behovet for flater for volumregistreringene.

Det forutsettes videre at en bruker funksjoner for å estimere standardavviket mellom flater innen bestand for volum pr. ha. Funksjonene utviklet av EID & FITJE (1993) er basert på de samme 136 bestandene som er diskutert i forbindelse med Tabell 2. En må gjøre oppmerksom på at sammenligninger med en del andre undersøkelser (LINDGREN 1984, LAASASENAHO & PÄIVINEN 1986, NERSTEN 1987) kan tyde på at de variasjonene som estimeres av EID & FITJE (1993) ligger på et relativt høyt nivå. Dette skyldes blant annet litt spesielle geologiske forhold i noen av områdene der materialet er innsamlet.

Enten en tar utgangspunkt i et krav til middelfeil i absolutte tall eller i prosent, kan prosedyren beskrevet nedenfor brukes for å bestemme antall flater som bør legges ut i et bestand i hogstklasse IV-V.

Standardavviket mellom flater innen et bestand for volum pr. ha predikeres ut fra Funksjon (A) [EID & FITJE (1993) framstiller også denne funksjonen grafisk]:

$$s = 11.2 + 0.229 * V + 1.70 * H40, \quad (A)$$

der

$s$  = predikert standardavvik ( $m^3/ha$  u.b.) mellom flater innen bestandet for volum,

$V$  = volum ( $m^3/ha$  u.b.) i skogbruksplanen,

$H40$  = bonitet (m) i skogbruksplanen.

Antall flater som legges ut i et bestand bestemmes etter Formel (3):

$$n = \frac{s^2}{s_m^2 + s^2 * \left(\frac{f}{A}\right)}, \quad (3)$$

der

$n$  = antall prøveflater i bestandet,

$s_m$  = krav til middelfeil ( $m^3/ha$  u.b.) for volum,

$A$  = bestandsareal (ha) i skogbruksplanen,

$f$  = areal av ei prøveflate (ha).

Dersom middelfeilen er uttrykt i prosent må denne omregnes til  $m^3/ha$  før Formel (3) brukes.

Prøveflatenettets linjeavstand multiplisert med prøveflateavstanden er lik det arealet som ligger bak hver prøveflate. Dette arealet kan også bestemmes ut fra Formel (4)

$$a = \left(\frac{A}{n}\right) * 10000, \quad (4)$$

der

$a$  = areal som ligger bak hver prøveflate i et bestand ( $m^2$ ).

Det bør tilstrebes et opplegg der linjeavstand og prøveflateavstand er noenlunde like, det vil si et forband som er mest mulig kvadratisk.

*Eksempel.* Volum pr. ha skal kontrolleres i et bestand der volum i skogbruksplanen er  $300 m^3/ha$ , bonitet er  $H40=17$  og areal er 2.0 ha. Etter Funksjon (A) blir predikert standardavvik for  $200 m^2$  prøveflater i dette bestandet  $109 m^3/ha$ . Med et krav til middelfeil på  $30 m^3/ha$ , noe som tilsvarer 10%, vil en etter Formel (3) måtte legge ut omtrent 12 flater. Et standardavvik på  $109 m^3/ha$  tilsvarer en variasjonskoeffisient på omtrent 36%. Med et krav til middelfeil på 10%, ville Formel (3), med bruk av både  $s_m$  og  $s$  i prosent i stedet for i absolutte mål, også gi omtrent 12 flater. Et slikt flateantall ville en eksempelvis kunne oppnå ved å legge ut et kvadratisk flatenett med 40 meter både mellom prøveflater og takstlinjer.



I hogstklasse III brukes som oftest 100 m<sup>2</sup> prøveflater. En har ikke noe funksjonsapparat for å predikere standardavvik i denne hogstklassen. Funksjon (A) ovenfor er basert på et materiale der bare hogstklasse IV og V er representert. Funksjonen forutsetter også 200 m<sup>2</sup> prøveflater.

For å se på muligheten for anvendelse av denne funksjonen også i hogstklasse III, har en testet den mot de 17 bestandene i hogstklasse III (Tabell 3) der volumet pr. ha er bestemt på 100 m<sup>2</sup> prøveflater. Testen viste at standardavviket etter Funksjon (A) i gjennomsnitt ble 3.4 m<sup>3</sup>/ha større enn det observerte standardavviket. Denne forskjellen var ikke signifikant. De 17 bestandene ble også delt i to grupper etter volum pr. ha. Her viste det seg at det gjennomsnittlige standardavviket etter Funksjon (A) ble signifikant større enn det observerte for den gruppen der volum pr. ha var lavest. Forskjellen her var 8.2 m<sup>3</sup>/ha. For gruppen med størst volum pr. ha var forskjellen mellom predikert og observert standardavvik svært liten.

Denne testen kan tyde på at Funksjon (A) kan brukes som et hjelpemiddel til å bestemme standardavviket for volum også for 100 m<sup>2</sup> prøveflater i hogstklasse III. Ved bruk av Funksjon (A) bør en antagelig ta hensyn til at standardavviket ser ut til å bli noe overvurdert når volum pr. ha er lavt. Det må også presiseres at testmaterialet på 17 bestand er svært lite, og at en bruk av funksjonen som beskrevet medfører en betydelig usikkerhet. Dette vil være en usikkerhet som kommer i tillegg til de mer generelle som er diskutert i avsnitt 3.3.1.

I prøveopplegget som ble gjennomført i hogstklasse III-V (se også EID 1992a), ble det gjort registreringer for bonitering på hver tredje prøveflate, mens det ble gjort registrering for aldersbestemmelse på alle prøveflater der bartrær kom med i relaskopet. Alderen ble bestemt på det første bartreet som kom med i relaskopet med relaskopfaktor 6. På grunn av utvelgingsmåten har prøvetreet for aldersbestemmelse i gjennomsnitt noe større diameter enn grunnflatemiddeldiameteren. Utvelgingsmåten betyr også at den beregnede variasjonen innen bestand for alder både består av variasjoner mellom flater, og i noen grad også av variasjoner innen flater.

Dette opplegget ga en middelfeil for bonitet og alder som i gjennomsnitt var omtrent 7% for begge variablene. For bonitet tilsvarte det 0.9 meter og for alder 6.2 år. Sett i forhold til den middelfeilen som ble oppnådd for volum pr. ha i samme undersøkelse, må dette nivået for middelfeil betraktes som meget tilfredsstillende for begge variabler.

For bonitetsbestemmelsen er det neppe aktuelt å redusere intensiteten på registreringene i forhold til prøveopplegget. Antall prøveflater ville da bli svært lavt i hvert bestand. Dette kan for eksempel gjøre en vurdering av bestandsinndelingen vanskelig. Det kan tenkes at intensiteten på aldersmålingene kan reduseres noe i forhold til prøveopplegget. Dersom en eksempelvis halverte antall aldersmålinger, det vil si at en foretok aldersregistreringer på hver andre prøveflate, ville en ut fra de aldersvariasjoner en fant i materialet til EID (1992a) kunne forvente en middelfeil for alder på omkring 10%.

### 3.3.3. Hogstklasse II

Det forutsettes at det tas utgangspunkt i registreringene for regulert treantall pr. ha når intensiteten på prøveflatetaksten i hogstklasse II bestemmes. Dette betyr at antall flater der totalt treantall pr. ha, bonitet, alder og middelhøyde registreres blir bestemt ut fra behovet for flater til registrering av regulert treantall.

Videre kan en bruke funksjoner for å predikere variasjonskoeffisienten mellom flater innen bestand. Slike funksjoner er utviklet av EID et. al. (1986) og EID (1986). Funksjonene er basert på flatestørrelse 40 m<sup>2</sup>, og på at treantallet reguleres ned til 2000 trær pr. ha. Dersom det treantallet som det skal reguleres ned til avviker fra dette, vil usikkerheten i prediksjonen av variasjonskoeffisient øke ytterligere utover det mer generelle som er diskutert i avsnitt 3.3.1.

Enten en tar utgangspunkt i et krav til middelfeil i absolutte tall eller i prosent, kan prosedyren beskrevet nedenfor brukes for å bestemme antall flater som bør legges ut i et bestand i hogstklasse II.

Variasjonskoeffisienten mellom flater innen bestand for regulert treantall pr. ha predikeres ut fra Funksjon (B):

$$vk = 95.8 - 0.047 * RT + 2.0 * A, \quad (B)$$

der

$vk$  = predikert variasjonskoeffisient (%) mellom flater innen bestand for regulert treantall pr. ha,

$RT$  = regulert treantall (trær/ha) i skogbruksplanen,

$A$  = bestandsareal (ha) i skogbruksplanen.

Funksjon (B) er omregnet etter EID et. al (1986) og EID (1986), og gjelder for 40 m<sup>2</sup> flater. Ved andre prøveflatestørrelser må en ta utgangspunkt i originalpublikasjonene, og tilpasse funksjonen etter den aktuelle flatestørrelsen.

Antall flater som legges ut i et bestand bestemmes etter Formel (5):

$$n = \frac{vk^2}{s_m^2}, \quad (5)$$

der

$n$  = antall flater som må legges ut,

$s_m$  = krav til middelfeil (%) for regulert treantall pr. ha.

Areal som ligger bak hver prøveflate i et bestand bestemmes på samme måte som i hogstklasse III-V ut fra Formel (4). Det bør også her tilstrebes et opplegg der linjeavstand og prøveflateavstand er noenlunde like.

*Eksempel.* Regulert treantall pr. ha skal kontrolleres i et bestand der skogbruksplanen viser et regulert treantall på 1400 trær pr. ha og et areal på 3.0 ha. Predikert variasjonskoeffisient i dette bestandet, under forutsetning av 40 m<sup>2</sup> prøveflater, blir omtrent 36% etter Funksjon (B). Med et krav til middelfeil på 10%, noe som tilsvarer 140 trær pr. ha, vil en måtte legge ut omtrent 13 flater (Formel (5)) med eksempelvis 50 meter mellom linjene og 45 meter (eventuelt 40 meter) mellom flatene i linja.

Gjennomsnittlig middelfeil i prosent for alder og bonitet i prøveopplegget ble omtrent like stor som tilsvarende middelfeil for regulert treantall (se Tabell 5). Dette betyr at en kan forvente en middelfeil på omkring 10% også for alder og bonitet dersom antall flater som legges ut i et bestand tar sikte på 10% middelfeil for regulert treantall. For totalt treantall og for middelhøyde må en imidlertid i et slikt opplegg regne med en større prosentisk middelfeil enn dette. Dersom dette ikke er ønskelig kan en eventuelt legge ut flere flater der totalt treantall pr. ha eller middelhøyde registreres.

## 4. Alternative kontrollopplegg

I dette avsnittet diskuteres alternative kontrollopplegg der omfanget varieres etter hvilke krav en har til nøyaktighet. Det forutsettes forskjellige opplegg for hogstklasse III-V og hogstklasse II. Likevel vil det sannsynligvis være mest rasjonelt at kontrollaget tar med seg bestand fra *alle* hogstklasser etterhvert som det går fram. På denne måten vil en samlet sett kunne legg opp kontrollen mest effektivt. Kontrollen forutsettes utført av et takstlag med to personer. Det forutsettes videre at kontrollen gjennomføres som en bestandsvise systematiske prøveflatetakster.

### 4.1. Hva slags bestand skal kontrolleres?

Av flere grunner er det ikke aktuelt å kontrollere alle bestand. For det første er det en forutsetning at dataene for de bestandene som skal kontrolleres kommer fra en skogbruksplan som er ny. Kontroll av data fra en skogbruksplan der markarbeidet er utført for mer enn 2 år siden bør ikke forekomme. Eventuelle tidsforskjeller mellom skogbruksplantakst og kontrolltakst bør tas hensyn til når dataene fra de to takstene sammenlignes.

Når det gjelder den konkrete utvelgelsen av det enkelte bestand, anbefales det ikke at bestand med areal under 0.8 ha velges ut for kontroll. Dette gjelder i alle hogstklasser. Ekskluderingen av disse bestandene må skje på forhånd inne på kontoret, og må være basert på arealene som kommer fram i skogbruksplanen.

Når bestand som skal kontrolleres er valgt ut (se også avsnitt 5 for utvalg av antall bestand), og takstlaget som skal kontrollere er i skogen, vil det også i en del tilfeller være aktuelt å ekskludere ytterligere bestand. Dette gjelder for det første bestand der det er gjort inngrep *etter* at skogbruksplantaksten ble gjennomført. I hogstklasse II vil dette gjelde der det er gjennomført ungsogpleie, og i hogstklasse III-V der det er gjennomført tynninger og sluttavvirkninger. Det kan også tenkes at vindfall eller døde trær har forandret bestandet så mye at en kontroll ikke har noen mening.

Det er viktig at kontrollen i et bestand gjennomføres innefor de samme bestandsgrensene som i er skogbruksplantaksten. Bestand med uklare bestandsgrensene bør derfor ekskluderes fra en kontroll. For en del bestand som ble omfattet av prøveopplegget i hogstklasse III-V, ble det gjennomført en dobbeltkontroll der to forskjellige takstlag la ut to forskjellige prøveflatenett i samme bestand (EID 1992a). I gjennomsnitt, og for de fleste enkeltbestandene, var avvikene mellom de to takstene små. For noen bestand var imidlertid avvikene svært store. Når en i ettertid analyserte dette nærmere, fant en at årsaken i de fleste tilfeller var uklare bestandsgrensene, der en målte forskjellige arealer i de to prøveflatetakstene. Dette problemet så en først og fremst i bestand som var uensartede, eksempelvis der bestandet hadde et stort volum pr. ha nederst i bekkedalen

og et lite volum pr. ha oppe i dalsida. En feil tolkning av bestandsgrensa i et slikt tilfelle kan føre til store avvik i ansettelsen av volum pr. ha. En kontroll bør derfor unngås i slike tilfeller.

I tilfeller med helt klare bestandsgrenser, eksempelvis mellom bestand i hogstklasse II og V, representerer ikke dette noe problem. Det representerer heller ikke noe stort problem dersom nabobestand er nesten like, eksempelvis to bestand i hogstklasse V med omtrent samme volum pr. ha. En vurdering av hvilke bestand som har uklare bestandsgrenser bør imidlertid foretas ute. Dette betyr at en *før* prøveflatene legges ut, må gå gjennom, eventuelt rundt bestandet for å lokalisere bestandsgrensene. Beslutningen om eventuelt å ekskludere et bestand fra kontrollen må tas av takstlaget på grunnlag av det en da har funnet ut om grensene.

#### 4.2 Hogstklasse III-V

I hogstklasse III-V foreslås at følgende kontrolleres i de utvalgte bestandene:

Volum pr. ha fordelt på treslag.  
Bonitet og alder.  
Flerbrukselementer.  
Bestandsareal.  
Bestandsinndeling.

I tillegg til disse parametrene kan det også i framtida bli aktuelt å kontrollere eksempelvis impedimentprosent, vegetasjonstype og tømmerkvalitet.

Kontroll av *volum pr. ha (totalt og treslagsvis)*, *bonitet* og *alder* forutsettes gjort gjennom en systematisk prøveflatetakst som beskrevet tidligere. For detaljer når det gjelder registreringer på den enkelte flate henvises til EID (1992a).

For bonitet og alder sammenligner en kontrollen direkte med tallene i skogbruksplanen. Dette bør en også gjøre for volum pr. ha. En skal imidlertid være klar over at volumtallene i skogbruksplanen som regel er korrigert ut fra en systematisk prøveflatetakst. En sammenligning bør derfor gjennomføres også med ukorrigert volum pr. ha. På denne måten vil en både kunne få en direkte kontroll på de målingene som planleggeren gjør i det enkelte bestand, og en kontroll på det korrigerede volumet.

Ved registreringene av volum etter det opplegget som er gjennomført av EID (1992a), vil en automatisk få data nok til å beregne gjennomsnittlig grunnflate, treantall pr. ha, middeldiameter og middelhøyde for hvert bestand. Det er derfor mulig å kontrollere også disse variablene dersom det er ønskelig.

Det forutsettes at en kontroll av *flerbrukselementer* gjennomføres i alle utvalgte bestand. Tidsforbruket til dette arbeidet vil være marginal i og med at det likevel blir lagt ut et flatenett som dekker hele bestandet. En forutsetning for å kunne gjennomføre en slik kontroll er at det eksisterer en instruks for flerbruksregistreringer som er brukt i skogbruksplantaksten. Denne instruksjonen må også brukes av de som kontrollerer. Den må inneholde en presisering av *hvilke* flerbrukselementer som har vært aktuelle å registrere, og en presisering av *når* elementene skulle ha vært registrert. Dersom det er uklarheter omkring dette, vil en kontroll av flerbrukselementer ha liten verdi.

En kontroll av *bestandsareal* må skje innenfor de grenser som er tegnet inn på bestandskartet i skogbruksplanen. Opplegget for kontroll av bestandsareal forutsetter at linjenettet og lokaliseringa av den enkelte flate i et bestand tegnes inn på et kromi. Dette kan gjøres direkte på bestandskartet i skogbruksplanen eller på en egen skisse. Kontrollen av bestandsarealet baseres på å registrere avstanden fra bestandskant til bestandskant langs linjene som likevel må måles og legges ut. Ved å sammenligne avstandene målt i marka med tilsvarende avstander på bestandskartet, vil en kunne oppdage eventuelle store arealfeil. Det må presiseres at en med dette opplegget bare vil kunne avdekke store arealfeil. Dersom en ønsker en nøyaktig kontroll av areal kreves det mer nøyaktige målinger. Dette vil igjen medføre høyere tidsforbruk.

En vurdering av *bestandsinndelingen* kan også gjøres. Det må imidlertid presiseres at en slik vurdering må gjøres *etter* at en har kontrollert de aktuelle bestandsvariablene *innenfor* de bestandsgrenser som er tegnet inn på kartet i skogbruksplanen. For vurderingen av bestandsinndelingen er det to muligheter:

- I det første opplegget foregår vurderingen av bestandsinndelingen ute. Som støtte i dette arbeidet skriver en inn bonitet og alder for hver enkelt flate på kromiet. Kombinert med det generelle visuelle inntrykket av bestandet brukes kromiet til en vurdering av bestandsinndelingen. Visuelle vurderinger mot nabobestand bør også kunne inkluderes her.
- Det andre opplegget krever ingen ekstra målinger ute i marka. I opplegget må en først sette opp visse maksimumsgrenser for variasjon mellom flater innen bestand. Dette kan gjøres ut fra volum pr. ha, bonitet og alder, eller ut fra en kombinasjon av disse variablene. Som mål på variasjoner kan en enten



bruke standardavviket mellom flater eller en kan bruke maksimums- og minimumsverdier for flatene innen et bestand. Dersom de grensene som er satt opp overskrides, plottes verdiene for volum pr. ha, bonitet og alder fra hver flate inn på et kroki. En vurdering av bestandsinndelingen kan så gjøres ut fra krokiet. Et eksempel på en slik framgangsmåte er gitt av EID (1992a). Her vurderes imidlertid bare om bestandet skulle vært delt. Det er ingen vurdering av grenser mot andre bestand.

Begge oppleggene for vurdering av bestandsinndeling må nødvendigvis baseres på den enkelte taksators skjønn. Noen "fasit" for bestandsinndeling finnes ikke. De som kontrollerer bør være dette bevisst, og forsøke å forstå grunnene til planleggerens inndeling. Kontrollen bør ikke ta form av unødig detaljpirk, men må gå på avvik av betydning. Retningslinjene for bestandsinndeling i skogbruksplantaksten, for eksempel minste krav til areal i bestand, må også tas med i betraktning når bestandsinndelingen vurderes i kontrollen.

I Tabell 6 anslås hvilke prestasjoner som kan forventes ved ulike krav til middelfeil. Tallene forutsetter et opplegg for kontroll som skissert over, og et takslag på to personer. Vurderingen av bestandsinndelingen ute i marka er ikke medregnet. Prestasjonsanslagene tar utgangspunkt i variasjonskoeffisienter for volum pr. ha mellom flater innen bestand på 40%, 50% og 60%. Gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for bestandene i hogstklasse IV-V som inngikk i prøveopplegget var 49.9% (Tabell 2). Antall flater pr. bestand er beregnet etter Formel (3) i avsnitt 3.3.2. Bestandsarealet ved bruk av formelen er forutsatt å være 2.1 ha. Dette er gjennomsnittsarealet for de 136 bestandene i Tabell 2.

Prestasjonsanslagene er også basert på tidsstudier (EID 1992a). Tidsstudier ble gjennomført for arbeidet i selve bestandet, det vil si for målinger på den enkelte flate og for å gå mellom flatene. Tidsforbruk til lokalisering av bestand, og tidsforbruk til å gå til og fra bilveg ble også registrert. I gjennomsnitt var tidsforbruket til lokalisering og gåing 25 minutter pr. bestand. Tidsforbruk til matpauser og ulike tapstider var 80 minutter pr. dag. Dette er inkludert i prestasjonsanslaget. Bilkjøring er ikke med i anslaget. Dette vil eventuelt komme i tillegg til en arbeidsdag på 7.5 timer.

Tabell 6. Anslått prestasjon ved kontrolltakst for to-mannslag i hogstklasse III-V med ulike krav til middelfeil for volum pr. ha.

Krav til middelfeil for volum pr. ha	Variasjonskoeffisient for volum pr. ha					
	40%		50%		60%	
	Antall flater pr. bestand	Antall bestand pr. dag	Antall flater pr. bestand	Antall bestand pr. dag	Antall flater pr. bestand	Antall bestand pr. dag
5%	40	0.8	51	0.6	61	0.5
10%	14	2.0	20	1.5	27	1.1
15%	7	3.4	10	2.7	14	2.0

Det er viktig å være klar over at prestasjonene for den enkelte dag vil kunne avvike mye fra tallene i tabellen. Disse må betraktes som et gjennomsnitt for det en kan forvente gjennom en hel feltsesong. Dersom en eksempelvis har en sesong på 100 effektive arbeidsdager, og et krav til middelfeil på 10%, betyr dette at antall bestand en kan forvente å rekke over i en kontroll i hogstklasse III-V antagelig vil ligge mellom 110 og 200. Dersom en gjennom en hel sesong arbeider under forhold der variasjonene innen bestand er svært små eller svært store, kan en selvfølgelig komme utenfor dette intervallet. Det samme er tilfelle dersom tapstider, matpauser eller tid til lokalisering av bestand i stor grad avviker fra det som er forutsatt.

Det må også bemerkes at med så mange flater som 61 pr. bestand, slik som tilfelle er med en estimert variasjonskoeffisient på 60% og et krav til middelfeil på 5%, vil ofte en totalklaving av bestandet være mer rasjonell enn en prøveflatetakst. Eksempelvis vil de 61 flatene i Tabell 6 tilsammen utgjøre 1.2 ha. Om det svarer seg med totalklaving vil avhenge av bestandsstørrelsen.

De middelfeilene en kan forvente å få for bonitet og alder når en eksempelvis har et krav til middelfeil for volum pr. ha på 10%, må vurderes i lys av diskusjonen i avsnitt 3.

### 4.3. Hogstklasse II

I hogstklasse II foreslås at følgende skal kontrolleres i de utvalgte bestandene:

Totalt og regulert treantall pr. ha.  
 Treslagsfordeling for regulert treantall.  
 Middelhøyde bartrær  
 Bonitet og alder.  
 Flerbrukselementer.  
 Bestandsareal.  
 Bestandsinndeling.

Kontroll av totalt og regulert treantall pr. ha, treslagsfordeling for regulert treantall, middelhøyde bartrær, bonitet og alder forutsettes gjort ved en systematisk prøveflatetakst som beskrevet tidligere. For detaljer når det gjelder registreringer på den enkelte prøveflate i hogstklasse II, henvises til EID (1993a). For registrering av bonitet henvises også til EID & AAS MOEN (1993).

For alle variablene sammenligner en kontrollen direkte med tallene i skogbruksplanen. Variabler som mangler i skogbruksplanen registreres heller ikke i kontrollen. Flerbrukselementer, bestandsareal og bestandsinndeling kontrolleres på samme måte som for hogstklasse III-V (se avsnitt 4.2).

I Tabell 7 har en på samme måte som for hogstklasse III-V anslått hvilke prestasjoner en kan forvente i hogstklasse II ved ulike krav til middelfeil. Prestasjonsanslagene tar utgangspunkt i variasjonskoeffisienter for regulert treantall pr. ha innen bestand på 15%, 25% og 35%. Gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for de 35 bestandene som inngikk i prøveopplegget var 25.3% (Tabell 5). Antall flater pr. bestand er beregnet etter Formel (5) i avsnitt 3.3.3.

Anslagene er basert på tidsstudier på enkeltflater (EID 1993a). Tiden det tar å lokalisere bestandet som skal kontrolleres, samt gangtider til og fra bilveg, er også her inkludert. Det samme gjelder matpauser og ulike tapstider. Tidsforbruket til alle disse arbeidsoperasjonene forutsettes å være de samme som i hogstklasse III-V (EID 1992a). Bilkjøring er ikke med i anslaget, eventuelt tidsforbruk til dette vil også her komme i tillegg til en arbeidsdag på 7.5 timer.

Tabell 7. Anslått prestasjon ved kontrolltakst for to-mannslag i hogstklasse II med ulike krav til middelfeil for regulert treantall pr. ha.

Krav til middelfeil for regulert treantall pr. ha	Variasjonskoeffisient for regulert treantall pr. ha					
	15%		25%		35%	
	Antall flater pr. bestand	Antall bestand pr. dag	Antall flater pr. bestand	Antall bestand pr. dag	Antall flater pr. bestand	Antall bestand pr. dag
5.0%	9	4.7	25	2.2	49	1.2
7.5%	4	7.3	11	4.0	22	2.4
10.0%	2	9.5	6	2.7	12	3.6

En må også her være klar over at det kan forekomme store avvik når faktisk tidsforbruk for den enkelte dag sammenlignes med anslagene i tabellen. Med de samme forutsetninger for feltsesong som i hogstklasse III-V, og med et krav til middelfeil på 7.5%, vil en kunne forvente å rekke over mellom 240 og 730 bestand i løpet av sesongen.

Det må også bemerkes at dersom en legger ut mindre enn 5-10 flater i et bestand, er det fare for at flatene kan falle på "uheldige" steder. Store feil kan oppstå, selv om flatene er lagt ut systematisk.

De middelfeilene en kan forvente for de andre variablene som registreres i hogstklasse II, når en har et krav til middelfeil for regulert treantall pr. ha på 7.5%, må vurderes i lys av diskusjonen i avsnitt 3.

## 5. Gjennomføring av alternative kontrollopplegg

### 5.1. Antall bestand pr. planlegger

Et viktig formål med en kontroll er å undersøke om det forekommer systematiske feil i skogbruksplantaksten. Slike systematiske feil må påvises for den enkelte planlegger. Bestandene som velges ut for den enkelte planlegger bør komme fra flere eiendommer. Bestandene bør også være spredt utover sesongen når det gjelder taksttidspunkt. Det kan tenkes at alle bestand velges fra samme eiendom dersom spesielle forhold tilsier et slikt opplegg.

For å kunne påvise at en differanse mellom plan og kontroll er systematisk i statistisk forstand, kreves det at et visst minimum av bestand kontrolleres. Dette minimum antall bestand er avhengig av hvor stor differansen mellom plan og kontroll er, hvor store tilfeldige feil en har på skogbruksplantakst og kontrolltakst, og hvilket signifikansnivå som kreves.

La  $X_i$  uttrykke verdien i skogbruksplantaksten og  $Y_i$  verdien fra kontrolltaksten for en bestemt variabel i bestand nr.  $i$ ,  $i=1,2,\dots,n$ . Differansen mellom verdien i skogbruksplantaksten og i kontrolltaksten for bestand nr.  $i$  beregnes etter Formel (6):

$$D_i = X_i - Y_i \quad . \quad (6)$$

Standardavviket for differansene mellom verdiene i skogbruksplantaksten og kontrolltaksten kan dermed brukes som et uttrykk for den tilfeldige feilen på bestandsnivå:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \quad , \quad (7)$$

hvor  $\bar{D}$  er den gjennomsnittlige differansen mellom skogbruksplantaksten og kontrolltaksten for alle bestand som er kontrollert.

Den tilfeldige feilen på bestandsnivå i prosent er da:

$$S\% = \frac{s}{\bar{Y}} * 100 \quad , \quad (8)$$

hvor  $\bar{Y}$  er gjennomsnittet i kontrolltaksten for alle bestand som er kontrollert. De tilfeldige feilene etter Formel (7) og (8) inneholder også tilfeldige feil fra kontrolltaksten.

Tabell 8 viser hvor mange bestand som må kontrolleres med ulike nivåer av tilfeldige feil for at differansen mellom plan og kontroll skal kunne påstås å være forskjellig fra null i statistisk forstand (student t-test).

Tabell 8. Antall bestand ( $n$ ) som må kontrolleres for å påvise signifikante differanser forskjellig fra null.

Signifi- kansnivå	Tilfeldig feil (S%)	Differanser ( $\bar{D}$ )				
		5	10	15	20	25
1%	10	31	11	6	6	5
	15	64	19	11	8	6
	20	110	31	15	11	8
	25	-	46	22	15	11
	30	-	63	30	19	14
	35	-	85	40	25	17
	40	-	110	51	30	21
5%	10	18	6	4	3	3
	15	37	11	6	4	4
	20	65	18	9	6	5
	25	99	26	13	8	6
	30	-	37	18	11	8
	35	-	49	23	14	10
	40	-	64	30	18	12



Nøyaktigheten av en planleggers arbeid bør evalueres *både* ut fra systematiske og tilfeldige feil (se også avsnitt 2). En påvist systematisk feil, som ikke er for stor, er ikke alene noen entydig indikasjon på dårlig nøyaktighet i arbeidet. En stor tilfeldig feil kan være minst like problematisk. Tilfeldige feil kan det ikke korrigeres for, og store tilfeldige feil fører også til at eventuelle systematiske feil blir vanskelig å påvise. Kvaliteten av en planleggers arbeid må derfor ikke vurderes bare ut fra eventuelle påviste systematiske feil.

De tilfeldige feilene for volum pr. ha i bestand, beregnet etter Formlene (7) og (8), varierte fra 15% til 28% for de tre planleggerne som var med i prøveopplegget for kontrollen. Mellom 20 og 30 bestand ble kontrollert for hver planlegger (EID 1992a). Med en tilfeldig feil (egentlig standardavvik mellom parvise differanser) for volum pr. ha på for eksempel 20%, må en med en gjennomsnittlig differanse ( $\bar{D}$ ) på 10%, ha minst 18 bestand for med 95% sannsynlighet (signifikansnivå = 5%) å kunne påstå at differansen er systematisk forskjellig fra null. Tilsvarende må en ha minst 31 bestands dersom signifikansnivået er 1% (Tabell 8).

Den tilfeldige feilen for bonitet i hogstklasse III-V varierte mellom 12% og 16% for de tre planleggerne i prøveopplegget, mens den tilfeldige feilen for alder i hogstklasse III-V varierte mellom 15% og 23%. Også her var det mellom 20 og 30 bestand som ble kontrollert for hver planlegger (EID 1992a). Den tilfeldige feilen for bonitet og alder ligger litt lavere enn tilsvarende feil for volum pr. ha. Dette betyr at en i dette tilfelle kunne påvise eventuelle systematiske feil med færre bestand for bonitet og alder, enn for volum pr. ha.

I hogstklasse II fant en at den tilfeldige feilen for regulert treantall pr. ha var 16% og 18% for de to planleggerne som var med i prøveopplegget (EID 1993a). For begge planleggere ble 14 bestand kontrollert. Med i en tilfeldig feil for regulert treantall pr. ha på for eksempel 15%, må en med en gjennomsnittlig differanse ( $\bar{D}$ ) på 10%, ha minst 11 bestand for med 95% sannsynlighet (signifikansnivå = 5%) å kunne påstå at differansen er forskjellig fra null. Tilsvarende vil en måtte ha minst 19 bestand dersom signifikansnivået er 1% (Tabell 8).

Den tilfeldige feilen for middelhøyde i hogstklasse II var på 23% og 29% for de to planleggerne som var med i kontrolloplegget (EID 1993a). For alder og bonitet i hogstklasse III-V var tre planleggere med i kontrolloplegget. Antall bestand som ble kontrollert for hver planlegger varierte mellom 14 og 17 bestand. Her fant en at den tilfeldige feilen for bonitet varierte mellom 12% og 15% for planleggerne, mens den tilfeldige feilen for alder varierte mellom 13% og 26%.

## 5.2. Utvalg av planavdeling, planlegger og bestand

Før en kontroll må en velge ut hvilke planavdelinger og hvilke planleggere innen en planavdeling som skal kontrolleres. Dette kan for eksempel skje ved loddtrekning. En må så bestemme hvilket område eller areal kontrollen skal omfatte. Dette vil som regel være en hel eller del av en områdetakst som *en* planlegger har taksert. I enkelte tilfelle kan det være bare en eiendom.

Til slutt velges hvilke bestand som skal kontrolleres. I avsnitt 4.1. ble det diskutert hva slags bestand som skulle være med. Det ble satt som krav at markarbeidet til skogbruksplanen ikke måtte være eldre enn 2 år, og at minstearealet for et bestand skulle være 0.8 ha. I tillegg ble det satt som forutsetning at dersom en ute i marka fant bestand med uklare bestandsgrenser, eller bestand der det var foretatt inngrep, skulle disse ekskluderes fra kontrollen. Dette betyr at en for den enkelte planlegger må velge ut en del *ekstra* bestand med tanke på de som eventuelt blir ekskludert ute.

Utvelgingen av bestand bør foretas slik at alle aktuelle bestand innenfor området som skal kontrolleres har omtrent samme sannsynlighet for å bli utvalgt. Dette kan for eksempel skje ved loddtrekning av bestandsnummer. En utvelgingsmåte der en får relativt flere store enn små bestand kan være rasjonell.

Dersom en i spesielle tilfeller ønsker å foreta en kontroll i bestand med spesielle kjennetegn, for eksempel bestand på lav bonitet eller glisne bestand, foretas utvelgingen bare blant bestand med vedkommende kjennetegn. Dette kan for eksempel være aktuelt dersom en planavdeling gjennomfører en intern kontroll.

Selv om utgangspunktet er loddtrekning av planavdelinger og planleggere, vil det være en del spørsmål omkring utvelgingen som må diskuteres i tillegg. Utvalget av planavdelinger og planleggere vil være avhengig av hvilket omfang en kontroll har, det vil si hvor mange takstlag som utfører kontrollen, og hvor mange dagsverk disse lagene kan legge ned. Utvalget vil også avhenge av hvordan forholdene er i bestandene som skal kontrolleres, og av hvilke krav som settes til middelfeil i kontrolltaksten.

Tabell 9 viser et eksempel på hvor mange bestand, hvor mange planleggere og hvor mange planavdelinger *ett* takstlag kan kontrollere i løpet av en feltsesong på 100 effektive arbeidsdager. Kontrollen gjelder hogstklasse III-V. Det er forutsatt ulike forhold i skogen med hensyn på variasjoner for volum pr. ha innen bestand. Det forutsettes også et krav til middelfeil for volum på 10% i hvert bestand, og at det for hver planlegger kontrolleres 20 bestand.

Tabell 9. Et eksempel på antall bestand, antall planleggere og antall planavdelinger som kan kontrolleres av et takstlag pr. sesong. Hogstklasse III-V.

Variasjonskoeffisient for volum pr. ha	Antall bestand pr. dag	Antall bestand pr. sesong	Antall planleggere pr. sesong	Antall planavdelinger pr. sesong
40%	2.0	200	10	2-5
50%	1.5	150	7-8	2-4
60%	1.1	110	5-6	1-3

Tallene i Tabell 9 for antall bestand og antall planleggere som kan kontrolleres av et lag i en sesong, er gitt ut fra de forutsetninger som er beskrevet over. Prestasjonene kan eksempelvis økes ved å sette et krav til middelfeil for volum pr. ha i hvert bestand på 15% i stedet for 10%.

Hvor mange planavdelinger som skal involveres, kan varieres etter hvilke hensyn en ønsker å ta. Er det ønskelig med en best mulig generell oversikt over kvaliteten på plandataene i Norge, bør en satse på å kontrollere mange forskjellige planavdelinger med få utvalgte planleggere for hver avdeling. En bør imidlertid av hensyn til nytten for den enkelte planavdeling og de konklusjoner som planavdelingen kan trekke ut av en kontroll, helst ha mer enn en planlegger som blir kontrollert i hver avdeling. Jo flere planleggere som er med i kontrollopplegget i en avdeling, jo større nytte vil antagelig dette miljøet ha av kontrollen, og av en påfølgende gjennomgang og evaluering av resultatene.

Avveiningen mellom en generell oversikt og nytten for den enkelte planavdeling vil være lettere jo flere takstlag som utfører kontrollen. Med 2 eller 3 kontrolltakstlag vil antall bestand som kan kontrolleres i løpet av en sesong dobles eller tredobles (Tabell 9). En vil da både kunne få en god generell oversikt, og samtidig nok bestand til å kunne kontrollere flere planleggere i en planavdeling.

Generelt bør det legges opp rutiner der både planavdeling og planleggere innen en avdeling trekkes ut tilfeldig med tanke på kontroll. En slik rutine kan enten legges opp slik at alle planavdelinger har omtrent like stor sannsynlighet for å bli trukket ut, eller en kan legge det opp slik at store planavdelinger har størst sannsynlighet for å bli trukket ut. Det kan selvfølgelig også tenkes at en i spesielle tilfeller subjektivt tar ut planleggere/avdelinger for en nærmere kontroll.

Utvalg av bestand bør skje på samme måte i hogstklasse II som i hogstklasse III-V. Tabell 10 viser et eksempel på hvor mange bestand, planleggere og planavdelinger ett takstlag kan kontrollere i hogstklasse II i løpet av en feltsesong med 100 effektive arbeidsdager. Det er forutsatt ulike forhold i skogen med hensyn på variasjoner innen bestand for regulert treantall pr. ha, et krav til middelfeil for regulert treantall pr. ha på 7.5% i hvert bestand, og at det for hver planlegger kontrolleres 20 bestand.

Tabell 10. Et eksempel på antall bestand, antall planleggere og antall planavdelinger som kan kontrolleres av et takstlag pr. sesong. Hogstklasse II.

Variasjonskoeffisient for regulert treantall pr. ha	Antall bestand pr. dag	Antall bestand pr. sesong	Antall planleggere pr. sesong	Antall planavdelinger pr. sesong
15%	7.3	730	36-37	6-12
25%	4.0	400	20	4-8
35%	2.4	240	12	2-5

Fordi tidsforbruket pr. bestand er lavere i hogstklasse II enn i hogstklasse III-V, vil et takstlag kunne rekke over mange flere bestand i en kontroll i hogstklasse II. Også i hogstklasse II vil en kunne øke antall bestand som kontrolleres med et krav til middelfeil i hvert bestand på 10% i stedet for 7.5%.

### 5.3. Kostnader ved alternative kontrollopplegg

Kostnadsanslagene i dette avsnittet bygger på en rekke forutsetninger. Dette er forutsetninger som både bygger på tidligere avsnitt i dette arbeidet, og på nye forutsetninger som gjelder lønnsforhold, organisering o.l. En forsiktig bruk av kostnadsanslagene må derfor presiseres. Det må også presiseres at kostnadsanslagene gjelder for en kontroll som gjennomføres eksternt, det vil si av en egen institusjon. Ved interne kontroller i skogbruksplanavdelinger vil forutsetningene variere så mye at et kostnadsanslag anbefales satt opp internt.

I Tabell 11 har en satt opp et kostnadsanslag for kontroll. Tabellen forutsetter at et takstlag på to personer har en feltsesong på 100 effektive arbeidsdager. I tillegg har en de forutsetninger for variasjoner innen bestand og middelfeil som ble gitt i forbindelse med Tabell 9 og 10, det vil si 10% for volum pr. ha og 7.5% for regulert treantall pr. ha. Tallene inkluderer bare selve feltarbeidet. Følgende forutsetninger er gjort for lønn og andre utgifter:

- Lønn inklusive sosiale utgifter 25000 kr pr. måned og person i 6 måneder.
- Kostgodtgjørelse og nattillegg 700 kr. pr. dag i 100 dager.
- Reise 50 km pr. dag i 100 dager.

Tabell 11. Et eksempel på totale kostnader pr. sesong og takstlag, og kostnader pr. kontrollerte planlegger og bestand ved kontroll i hogstklasse III-V og i hogstklasse II.

Variasjonskoeffisient Volum pr. ha hogst- klasse III-V	Reg. treant. pr. ha hogst- klasse II	Lønn, kost, kjøring m.v. pr. sesong og takstlag	Kostnader pr. planlegger i hogstklasse:		Kostnader pr. bestand i hogstklasse:	
			III-V	II	III-V	II
40%	15%	455 000	45 500	12 466	2275	623
50%	25%	455 000	60 667	22 750	3033	1138
60%	35%	455 000	82 727	37 917	4136	1896

Kostnadene pr. kontrollerte planlegger og bestand vil antagelig variere litt med hvor mange planavdelinger det legges opp til å trekke ut (se også Tabell 9 og 10). Dette skyldes at en må anta at reisekostnadene øker noe dersom en ønsker å kontrollere mange avdelinger sammenlignet med få.

Kostnader til forberedelser av en kontroll, oppfølging av feltarbeid, samt beregninger, bearbeiding av resultater og gjennomgang av resultater med de involverte planleggere og planavdelinger er ikke inkludert i anslagene i Tabell 11. En person vil antagelig kunne gjøre dette arbeidet innenfor et intervall på 4-6 månedsverk. Det vil høyst sannsynlig være slik at kostnadene pr. takstlag til dette arbeidet vil bli mindre jo flere takstlag som er med i kontrollen. En samlet vurdering vil derfor gi som resultat at ett takstlag vil koste omtrent 575 000 kr (455 000 kr + 30 000 kr X 4), mens eksempelvis 3 takstlag vil koste omtrent 1545 000 kr (455 000 kr X 3 + 30 000 kr X 6). En må i tillegg til disse kostnadene også regne med en del utgifter til datamaskinbruk, telefon, kontorleie, osv.



## Litteratur

- EID, T. 1986. Registrering av treantall i hogstklasse II ved bestandstaksering. Institutt for skogtaksasjon, Norges landbrukshøgskole. Fagnytt nr. 3/86. 20 pp.
- EID, T. 1991. Konsekvenser av feil datagrunnlag for planlegging og gjennomføring av planer på skogeiendommer. (*Consequences of erroneous data basis for planning and management of forest holdings.*) Rapp.Skogforsk. 9/91:1-28.
- EID, T. 1992a. Bestandsvis kontroll av skogbruksplandata i hogstklasse III-V. (*Standwise control of forest management planning data in cutting class III-V.*) Medd.Skogforsk. 45(7):1-78.
- EID, T. 1992b. Integrering av takstarbeidet og beslutningsprosessen i skogbruksplanlegging. I: Skogregistrering og skogbruksplanlegging. Aktuelt fra Skogforsk. 13:34-45.
- EID, T. 1992c. Etterprøving av avvirkningsberegninger. Et eksempel fra Aas skog. I: Aas skog. Aktuelt fra Skogforsk. 18:49-58.
- EID, T. 1993a. Bestandsvis kontroll av skogbruksplandata i hogstklasse II. (*Control of forest management data for individual stands in cutting class II.*) Medd.Skogforsk. 46(4):1-39.
- EID, T. 1993b. Random errors and strategic planning in forestry. (*Tilfeldige feil og strategisk planlegging i skogbruket.*) Medd.Skogforsk.46(7):1-24.
- EID, T., HERINGSTAD, J. & NERSTEN, S. 1986. Sampling number of trees in regeneration (*Registrering av treantall i gjenvekst.*) Medd.nor.inst.Skogforsk. 39(12):216-232.
- EID, T. & FITJE, A. 1993. Variasjoner innen bestand for volum, grunnflate, treantall, middeldiameter og middel høyde. (*Variations within stands for volume, basal area, number of trees, mean diameter and mean height.*) Medd.Skogforsk. 46(10):1-44.
- EID, T. & AAS MOEN, P. 1993. Bonitering i unge skogbestand. (*Site quality classification in young forest stands.*) Rapp.Skogforsk. 15/93:1-33.
- LAASASENAHO, J. & PÄIVINEN, R. 1986. Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta. (*On the checking of inventory by compartments.*) Folia Forestalia 664. 19 pp.
- LINDGREN, O. 1984. A study on circular plot sampling of Swedish forest compartments. (*En studie av avdelningsvis cirkelyteinventering.*) Rapport nr. 11. Sveriges lantbruksuniversitet. Institusjonen för biometri och skogsindelning. 153 pp.
- NERSTEN S. 1965. Avkastningsprognoser i skogbruket II. (*Yield forecast in forestry II.*) Tidsskr.f.skogbruk. 73(1): 141-172.
- NERSTEN, S. 1987. Variasjonskoeffisienter i forbindelse med prøveflatetaksering. (*Coefficients of variation in sample plot inventory.*) Rapp.Nor.inst.skogforsk. 1/87:1-12.
- NERSTEN, S., DELBECK, K., GJØLBERG, R. & HOBELSTAD, K. 1981. Konsekvensanalyser for ulike investerings- og avvirkningsprogram. Institutt for skogtaksasjon, Norges landbrukshøgskole. Melding 29:1-222.
- SLETNES, A.I. & BLINGSMO, K.R. 1990. Kubering av hogstklasse III ved hjelp av treantallet. (*Volume estimation of cutting class III by means of number of trees.*) Rapp.Nor.inst.skogforsk. 4/90:1-18.