

Langsiktige konsekvensanalyser – etterprøving basert på Landsskogtakseringens prøveflater og avvirkningsstatistikk

Tron Eid

Institutt for naturforvaltning

Universitetet for miljø- og biovitenskap

Boks 5003

N-1432 Ås

Kåre Hobbelstad

Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging

Boks 43

N-1430 Ås

Forord

Avvirk-2000 er et dataprogram for langsiktige investerings-, avvirknings- og inntektsanalyser i skog. Programmet, som er utviklet ved Institutt for skogfag (nå Institutt for naturforvaltning), stod ferdig i 1999. En ny versjon med en del forbedringer forelå i 2004.

Programmer som Avvirk-2000 kjennetegnes av at de aldri blir helt ferdig utviklet. Arbeidet med oppdateringer, forbedringer og tester er en kontinuerlig prosess. Hensikten med den foreliggende rapporten er å beskrive et evalueringsopplegg der en har brukt Landsskogtakseringens prøveflater fra 1960 og avvirkningsstatistikk fra 1960 og fram til i dag for å teste om det er forskjeller mellom modell og virkelighet.

Analysene er gjennomført for Hedmark og Nord-Trøndelag. Roar Kjær og Gisle Westrum har vært kontaktpersoner i disse fylkene. Prosjektet har vært finansiert av Utviklingsfondet for skogbruk og Fylkesmennene i Hedmark og Nord-Trøndelag. I tillegg har Universitetet for miljø- og biovitenskap og Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging bidratt i form av personalressurser.

Vi takker alle personer og institusjoner for faglig hjelp og økonomisk støtte i prosjektet.

Ås, januar 2006

Innhold

Sammendrag	4
1. Innledning	5
2. Materiale og metode	7
2.1. Avvirk-2000 – en kort beskrivelse	7
2.2. Tilrettelegging av Landsskogtakseringens data	7
2.3. Avvirkningsstatistikk og forutsetninger for skogbehandling	10
2.4. Beregninger	12
3. Resultater	12
4. Diskusjon	17
4.1. Usikkerhet i grunnlagsdata og forutsetninger	17
4.2. Sammenligninger med andre undersøkelser	20
5. Konklusjoner	21
Litteratur	21
Vedlegg. Avvirkningsstatistikk	24

Sammendrag

Eid, T. & Hobbelstad, K. 2006. Langsiktige konsekvensanalyser – etterprøving basert på Landsskogtakseringens prøveflater og avvirkningsstatistikk. Rapport fra skogforskningen 2/2006: 1-26.

Det er mange usikre faktorer knyttet til langsiktige investerings-, avvirknings- og inntektsanalyser i skog. Dette gjelder både takstgrunnlaget, forutsetningene for skogbehandling og det biologiske modellgrunnlaget. I det foreliggende arbeidet er volum i år 2000, estimert gjennom prognoser med Avvirk-2000, sammenlignet med volum registrert av Landsskogtakseringen i år 2000. Sammenligningen tar utgangspunkt i Landsskogtakseringens prøveflater fra 1960 og avvirkningsstatistikk i perioden 1960–2000. Arbeidet er først og fremst en test av det biologiske modellgrunnlaget, det vil si de eksisterende tilvekst- og avgangsmodellene, der en har forsøkt å redusere usikkerhet i takstgrunnlaget og skogbehandlingen til et minimum. Analysene er gjennomført for fylkene Hedmark og Nord-Trøndelag.

Analysene tyder ikke på at det er noe i modellgrunnlaget i Avvirk-2000 som fører til at produksjonen og avvirkningspotensialet overvurderes i prognosene. Det ser heller ut til at prognosene gir lavere estimater for stående volum enn det som faktisk er blitt registrert. Det må imidlertid understrekes at det til tross for et representativt og godt dokumentert takstmateriale og bruk av offisiell statistikk for avvirkning er flere usikre faktorer knyttet til analysene, og dermed også til resultatene. Dette gjelder blant annet alders- og bonitetsbestemmelse som Landsskogtakseringen gjorde i 1960, og det gjelder de endringene som har skjedd med hensyn på produktivt skogareal i perioden 1960 til 2000. I tillegg er det også knyttet usikkerhet til forholdet mellom skogsvolum og volum avvirket til salg, og til anslagene for hjemmeforbruk og vedhogst.

Nøkkelord: konsekvensanalyser, takstgrunnlag, tilvekstmodeller, skogbehandling

1. Innledning

Langsiktige investerings-, avvirknings- og inntektsanalyser for skog har lange tradisjoner i Norge, og har i stor grad vært brukt som beslutningsgrunnlag for strategivalg og skogbehandling på land-, region- og eiendomsnivå. De viktigste programmene for slike langsiktige konsekvensanalyser er AVVIRK-2000 (Eid & Hobbestad 1999, 2005) og GAYA-JLP (Hoen & Eid 1990, Lappi 1992, Hoen & Gobakken 1997). Disse programmene er først og fremst ment brukt for analyser på *eiendomsnivå* eller for større *skogområder*, men produserer resultater også på bestandsnivå. AVVIRK1, AVVIRK2 og AVVIRK3 (Hobbestad 1979, 1981, 1988) er andre eksempler på programmer som til en viss grad fremdeles brukes i langsiktige konsekvensanalyser.

AVVIRK-2000, med forløperen AVVIRK3, er blitt brukt i mange ulike forskningsprosjekter de senere årene. Dette gjelder analyser på landsbasis (Aalde & Gotaas 1999), på fylkesnivå (Aalde & Hobbestad 1997, Eid & Hobbestad 2000) og for enkelteiendommer (Eid 2004, Eid & Hobbestad 2005). Videre er AVVIRK3 og AVVIRK-2000 blitt brukt rutinemessig i forbindelse med rapportering av Landsskogtakseringens resultater. På basis av AVVIRK-2000 er det også utviklet en egen versjon for verdsetting av skog som er integrert med SPREL (Skog-Data A.S. 2000).

Foruten en mer tradisjonell kartlegging av avvirkningspotensial for skogområder (Hoen et al. 2001), har en med GAYA-JLP særlig fokusert på konsekvenser av ulike tiltak for å bevare det biologiske mangfoldet (Eid et al. 2001ab, Hoen et al. 2001, 2005, Gobakken 2001). Programmet har også vært brukt i analyser der hensikten har vært å kartlegge ulike takstopplegg (Eid 2000), og for å evaluere/teste hvordan funksjoner for bestemmelse av middeldiameter og treantall i bestand fungerer (Eid 2001). Det er også laget en versjon av programmet der funksjonalitet for tilrettelegging av input og presentasjon av resultater er integrert med et GIS-verktøy (Gobakken 2003).

Fra tid til annen har det blitt rettet kritikk mot langsiktige konsekvensanalyser generelt, og mer spesielt, mot det balansekvantumet som ofte beregnes i slike analyser. Diskusjoner rundt slike analyser har delvis pågått i norske fagtidsskrifter (Løvhaugen 1997, Hofstad 1998, Myrbakken 1998), og delvis i form av rapporter (Hobbestad 1998, Eid 1998, Strand 1998, Eid & Hobbestad 2005). Kritikken har i hovedsak framkommet fordi en i nyere beregninger, basert på *nye* takster, har kommet fram til balansekvanta som til dels har vært mye lavere enn i tilsvarende beregninger som ble gjennomført tidligere i de *samme* områdene. I noen tilfeller kan nok dette skyldes en bevisst overavvirkning i forhold til balansekvantumet, eksempelvis i forbindelse med stormfelling eller billeangrep. Det kan også være mange andre årsaker til en slik nedgang i balansekvantum. I en del tilfeller kan nedgangen skyldes at det har vært systematiske feil i selve *takstgrunnlaget* (se f.eks. Eid & Næsset 1998, Nersten & Næsset 1992). Mer sannsynlig er det imidlertid at årsaken har vært at *forutsetningene* som er gjort i beregningene ikke er fulgt opp i praksis. Dette kan være forutsetninger knyttet til hvilke *arealer* som skal være med i prognosegrunnlaget, eller forutsetninger for *skogbehandlingen* i det enkelte bestand. For det første er det antagelig i mange tilfeller tatt med for store arealer i selve prognosegrunnlaget. Dette kan eksempelvis gjelde arealer som egentlig er 0-områder på grunn av tilgjengelighet og bestokning. At det i Norge eksisterer betydelige arealer som ikke er lønnsomme å avvirke, er blant annet dokumentert av Hoen et al. (1998) og Aalde &

Gotaas (1999). Når slike arealer er med i prognosegrunnlaget, mens en i praksis ikke avvirker på arealene, vil nødvendigvis kvantumet på sikt måtte gå ned.

Forutsetningene for skogbehandling som gjøres i en prognose er selvfølgelig helt avgjørende for det resultatet en får (se Eid 1993, 1998). Videre er oppfølgingen av forutsetningene i praksis helt grunnleggende for om prognose og virkelighet over tid vil stemme over ens. Antagelig er mangelen på samsvar mellom forutsetninger og faktisk gjennomføring i mange tilfeller en svært viktig årsak til den nedgangen i balansekvantum vi har sett eksempler på. I prognoser som ble gjort for 20–30 år siden ble det forutsatt svært intensive tynningsprogrammer. I praksis har en i denne perioden gjennomført lite tynninger, og store deler av det beregnede kvantumet er tatt ut som sluttavvirkninger. Dette vil selvsagt på sikt få stor betydning for avvirkningspotensialet.

Eksempelene på nedgang i balansekvantum kan selvfølgelig også skyldes feil i *modellgrunnlaget*. Dette kan gjelde både feil knyttet til selve *metodikken* som blir brukt i prognoseprogrammene, det vil si forutsetninger og forenklinger som alltid må gjøres i en bestandssimulator, eller det kan gjelde feil og usikkerhet knyttet til de ulike bestandsutviklingsmodellene eller *del-modellene* som inngår i prognoseprogrammene.

Bestandssimulatoren i både AVVIRK-2000 og GAYA-JLP er stort sett bygd opp rundt de samme biologiske del-modellene. De viktigste del-modellene som i dag inngår i framskrivningene er diametertilvekstfunksjoner (Blingsmo 1984), høydeutviklingsmodeller (Tveite 1976, 1977) og en modell for naturlig avgang (Braastad 1982). Det er naturligvis knyttet usikkerhet til alle disse del-modellene. Dette er usikkerhet i selve modelleringen (eksempelvis variasjoner rundt en estimert regresjonslinje) og det er usikkerhet med hensyn på om datamaterialet (Skogforsks permanente produksjonsprøveflater) modellene er utviklet fra er godt når det gjelder mengde, kvalitet og representativitet.

Å velge de rette del-modellene, og å sette de sammen slik at det blir «balanse» mellom de ulike delene, er en stor utfordring i arbeidet med å utvikle prognoseprogrammene. For mange av del-modellene, der det kan ligge flere årsverk bak av forskning, vil en være rimelig sikker på at de holder den kvaliteten som er ønskelig. For andre deler, som kanskje er like viktig for resultatet, må en nøye seg med del-modeller som for en stor del er basert på skjønn. Hvorvidt feil eller svakheter i programmene som skyldes mangel på balanse eller tvilsomme forutsetninger/forenklinger påvirker sluttresultatet, vet en imidlertid lite om. Det er tidligere gjort bare to undersøkelser der en har forsøkt å evaluere «helheten» i prognoseprogrammene (Eid 1992, Eid 2004, Eid & Hobbestad 2005). Undersøkelsene avdekket ingen store avvik mellom prognose og virkelighet. Analysene var imidlertid kun basert på en mindre skogeiendom med ensartede skogforhold, og resultatene kan derfor ikke generaliseres.

Også i det foreliggende arbeidet har hovedformålet vært å forsøke å evaluere helheten i slike programmer, det vil si å avkrefte, eventuelt avdekke, avvik mellom prognose og virkelighet. I det foreliggende arbeidet er volum i år 2000, estimert gjennom prognoser med Avvirk-2000, sammenlignet med volum registrert av Landsskogtakseringen i år 2000. Sammenligningen tar utgangspunkt i Landsskogtakseringens prøveflater fra 1960 og avvirkningsstatistikk i perioden 1960–2000. Arbeidet er således først og fremst en test av det biologiske modellgrunnlaget, der en har forsøkt å redusere usikkerhet knyttet til takstgrunnlaget og skogbehandlingen til et minimum. Analysene er gjennomført for fylkene Hedmark og Nord-Trøndelag.

2. Materiale og metode

2.1. Avvirk-2000 – en kort beskrivelse

Avvirk-2000 beregner prognoser for 100 år framover, og en får opplysninger om skogtilstand og skogbehandling for hver 10-årsperiode. Programmet opererer med bestand som grunnleggende behandlingsenhet, prøveflater eller strata kan imidlertid også brukes. På basis av *takstgrunnlaget*, brukerdefinerte *forutsetninger* for skogbehandling og *modellgrunnlaget*, beregnes utviklingsbaner for hver behandlingsenhet i skogen. Disse utviklingsbanene vil sammen med den valgte strategien for avvirkning danne grunnlaget for den ferdige prognosen.

Framskrivningene av hver behandlingsenhet er basert på «middeltreet», beskrevet gjennom grunnflatemiddeldiameter og grunnflateveid middelhøyde, og treantall/ha. Ut fra dette finner en utviklingen av volumet. De viktigste elementene i disse framskrivningene er diametertilvekstfunksjoner (Blingsmo 1984), høydeutviklingsmodeller (Tveite 1967, 1976, 1977, Braastad 1977 og Strand 1967) og en modell for naturlig avgang (Braastad 1982).

For å beskrive utgangstilstanden for hver enkelt behandlingsenhet er følgende grunnleggende variabler nødvendig;

- bonitet
- hogstklasse
- alder
- grunnflatemiddeldiameter
- grunnflateveid middelhøyde
- treantall/ha
- volum/ha
- treslagsfordeling

I hogstklasse I trenger en bare bonitet for å beskrive utgangstilstanden. De resterende variablene må det gjøres forutsetninger for. I hogstklasse II trenger en alder, bonitet, treantall/ha og treslagsfordeling, mens de resterende variablene beregnes i prognosen. Mer detaljerte beskrivelser av AVVIRK-2000 er gitt av Eid & Hobbelsstad (1999, 2000, 2005).

2.2. Tilrettelegging av Landsskogtakseringens data

Dataene fra Landsskogtakseringens to første takster (1919–1930 og 1937–1956) er ikke tilrettelagt på digital form. Skogtilstanden fra den tredje taksten (1957–1964) utgjorde derfor starttidspunktet i analysene og ble brukt som input i prognoseprogrammet. For Hedmark og Nord-Trøndelag ble den tredje taksten gjennomført i henholdsvis 1958–59 (Landsskogtakseringen 1961) og i 1960 (Landsskogtakseringen 1960). I det foreliggende arbeidet er takstene for begge fylker relatert til 1960.

I begge takster ble det lagt ut takstkvadrater over hele arealet, og 20 prøveflater ble registrert for hvert kvadrat. For all produktiv skog ble diameter for alle trær større en

1,3 meter registrert og prøvetrær for høydemålinger tatt ut på 100 m² sirkelflater. Andre variabler (som for eksempel hogstklasse og bonitet) var basert på 1000 m² sirkelflater, men med samme flatesentrum. Taksten i Hedmark ble inndelt i seks områder, mens det i Nord-Trøndelag ble delt inn i to områder. Til sammen ble det for produktivt skogsmark registrert 27157 prøveflater i Hedmark og 10976 prøveflater i Nord-Trøndelag (Tabell 1).

Tabell 1. Totalt antall prøveflater i Hedmark og Nord-Trøndelag. 3. landstakst.

Hedmark	Antall prøveflater	Nord-Trøndelag	Antall prøveflater
Hedemarken	2947	Namdal	5245
Vinger-Odal	4376	Inn-Trøndelag	5745
Solør	4025		
Sør-Østerdal	5945		
Nord-Østerdal	4531		
Trysil-Engerdal	5333		
Alle	27157	Alle	10976

Alder var ikke registrert for den enkelte prøveflate. For hogstklassene II-IV ble derfor alderen for prøveflatene basert på registrert hogstklasse og bonitet, og satt midt i aldersintervallet for aktuell hogstklasse og bonitet (Tabell 2). For hogstklasse V ble det laget to ulike alternativer for alder ved å forutsette at denne er henholdsvis 10 år og 5 år høyere enn nedre grense for alder i hogstklasse V på den aktuelle boniteten.

Tabell 2. Forutsetninger for alder for ulike bonitets- og hogstklasser.

Bonitet	Hogstklasse					
	I	II	III	IV	V	
					Basis	Alternativ alder
1	0	10	35	65	90	85
2	0	12	41	76	100	95
3	0	15	47	83	110	105
4	0	18	54	91	120	115
5	0	20	60	100	130	125

For hver prøveflate ble bonitet registrert etter Landsskogtakseringens bonitetssystem med klasser fra 1 til 5 (Landsskogtaksering 1938). For å kunne gjøre beregninger av tilvekst med AVVIRK-2000 må Landsskogtakseringens bonitet «oversettes» til H₄₀-systemet (Tveite 1976, 1977, Braastad 1977). Tabell 3 viser hvilken produksjonsevne i m³ per hektar og år under bark som de ulike klassene har etter Landsskogtakseringens bonitetssystem, og to alternativer for tilsvarende «oversatt» bonitet etter H₄₀-systemet. For basisalternativet har en, uavhengig av hvilket boniteringstreslag som er på prøveflata, valgt den nærmeste 3-metersklassen i H₄₀-systemet som tilsvarer produksjonsev-

nen etter Landsskogtakseringens bonitet. For det andre alternativet er bonitet etter H_{40} -systemet satt til nærmeste hele meter avhengig av både boniteringstreslaget og produksjonsevnen etter Landsskogtakseringens bonitet.

For hogstklasse II ble treantall/ha beregnet ut fra registrert 0-ruteprosent, mens det var basert direkte på klavingene i hogstklasse III-V. Grunnflatemiddeldiameter på prøveflata ble beregnet ut fra registrert treantall og grunnflate. Treslagsvis volum/ha ble beregnet med volumfunksjoner ut fra klavingene og prøvetrærne. Middelhøyden på prøveflatene ble beregnet ved å «snu» volumfunksjonene for enkelttrær og beregne høyden som en funksjon av middeltreets volum og grunnflatemiddeldiameter.

Tabell 3. Forutsetninger for sammenhenger mellom Landsskogtakseringens bonitet og bonitet etter H_{40} -systemet.

Landsskogtakseringens bonitet		Bonitet etter H_{40} -systemet			
Bonitet	Produksjonsevne ($m^3/ha/år$ u.b.)	Basis ($H_{40} - m$)	Alternativ bonitet ($H_{40} - m$)		
			Gran	Furu	Bjørk
1	9,2	20	21	21	23
2	6,5	17	17	18	22
3	4,3	14	13	14	18
4	2,7	11	10	10	14
5	1,6	8	8	8	10

Sammenligningsgrunnlaget i testene er basert på data fra Landsskogtakseringens takster i Hedmark og Nord-Trøndelag i perioden 1995 til 1999 (Tomter et al. 2001ab). Tabell 4 viser areal og totalt volum under bark registrert på produktiv mark i hogstklasse III-V på de to tidspunktene.

Tabell 4. Totalt areal og stående volum i hogstklasse III-V i 1960 og 2000. Hedmark og Nord-Trøndelag.

Fylke	Region	Totalt areal år 1960 (ha)	Totalt areal år 2000 (ha)	Volum hogstklasse III-V år 1960 (m ³ u.b.)	Volum hogstklasse III-V år 2000 (m ³ u.b.)	Volum hogstklasse III-V år 2000 justert for økning i areal (m ³ u.b.)
Hedmark	Hedemarken	93.180		8.794.170		
	Vinger-Odal	155.660		14.277.420		
	Solør	223.160		11.881.940		
	Sør-Østerdal	337.130		13.113.770		
	Nord-Østerdal	136.900		8.354.160		
	Trysil-Engerdal	240.230		10.309.680		
	Totalt	1.225.500	1.342.000	66.731.140	104.127.134	95.040.134
Nord-Trøndelag	Namdal	258.000		12.539.250		
	Inn-Trøndelag	248.100		15.150.830		
	Totalt	506.700	623.000	27.690.080	39.387.218	32.060.318

I den siste taksten (år 2000) var ikke prøveflateantallet stort nok til at resultatene kunne presenteres på regionnivå. Tabellen viser således bare totalt volum for fylkene for det siste tidspunktet. Det framgår av tabellen at det produktive arealet har økt i perioden i begge fylker. For Hedmark er denne økningen 116.500 hektar, mens den er 116.300 hektar for Nord-Trøndelag. Det justerte volumet for år 2000 i tabellen er framkommet ved å forutsette at arealet i år 2000 er det samme som i 1960, og trekke fra et volum som tilsvarer arealøkningen i perioden 1960 til 2000 multiplisert med gjennomsnittlig volum per hektar i 2000.

2.3. Avvirkningsstatistikk og forutsetninger for skogbehandling

Forutsetningene for avvirkning i perioden 1960–1999 er for en stor del basert på årlig statistikk om skogavvirkning fra Statistisk Sentralbyrå (1963–2000). Tabell 5 viser avvirkning for salg av tømmer for de fire 10-årsperiodene i de to fylkene. Tallene for avvirkning for salg av tømmer er basert på regionvise oppgaver (se Tabell V1 og V2 i vedlegget). For å inkludere topp og avfall er det lagt til 10 %. Avvirkning til hjemmeforbruk og ved er tilrettelagt av Landsskogtakseringen basert på oppgaver fra Statistisk Sentralbyrå for perioden 1964–1976 (Norsk Institutt for Skogforskning 1980, 1981). Fordi det er stor usikkerhet knyttet til hjemmeforbruk og ved, og få undersøkelser om dette temaet, har en forutsatt at dette nivået som her er estimert gjelder for alle 10-årsperiodene. Tabell 6 viser de forutsetninger som er gjort i prognosene for ny skog etter at avvirkning er gjennomført. Forutsetningene er de samme for begge fylker.

Tabell 5. Avvirkning i perioden 1960–1999 (m³ u.b. pr. år). Hedmark og Nord-Trøndelag.

Fylke	Periode	Avvirkning for	Avvirkning	Avvirkning til	Totalt
		salg tømmer	inkludert topp og	hjemmeforbruk	
		(m ³ u.b.pr. år)	avfall	og ved	(m ³ u.b.pr. år)
			(m ³ u.b.pr. år)	(m ³ u.b.pr. år)	
Hedmark	1960–1969	1.769.662	1.946.628	107.200	2.053.828
	1970–1979	1.938.097	2.131.907	107.200	2.239.107
	1980–1989	2.380.132	2.618.145	107.200	2.725.345
	1990–1999	2.244.796	2.469.275	107.200	2.576.475
N-Trøndelag	1960–1969	616.364	678.001	89.800	767.801
	1970–1979	646.076	706.172	89.800	795.972
	1980–1989	682.435	750.678	89.800	840.478
	1990–1999	660.036	726.039	89.800	815.839

Tabell 6. Forutsetninger for ny skog. Hedmark og Nord-Trøndelag.

Hovedtreslag	Bonitet (H ₄₀ – m)	Ventetid (år)	Treantall (/da)	Treslagsfordeling (%)		
				Gran	Furu	Lauv
Granskog	20+	0	200	90	0	10
	17	0	200	90	0	10
	14	5	180	70	20	10
	11	10	160	60	30	10
	-8	10	140	60	30	10
Furuskog	20+	0	200	30	50	20
	17	0	200	30	50	20
	14	5	180	20	70	10
	11	10	160	20	70	10
	-8	10	140	20	70	10
Lauvskog	20+	0	200	30	0	70
	17	0	200	30	10	60
	14	0	180	30	10	60
	11	5	160	10	30	60
	-8	10	140	10	30	60

2.4. Beregninger

Grunnlaget for testen av Avvirk-2000 er sammenligninger av estimert og registrert volum i år 2000. Her er det estimerte volumet framkommet gjennom prognosene med Avvirk-2000 og det registrerte volumet er basert på Landsskogtakseringens oppgaver (se Tabell 4). Utgangspunktet for prognosene er Landsskogtakseringens registreringer i 1960 (Tabell 1, 2, 3 og 4). Prognosene er basert på den enkelte prøveflate. Beregningene er utført separat for hver region, og summert opp til fylkesnivå. Generelt har en i prognosene «tvunget gjennom» den avvirkningen som er estimert gjennom oppgaver fra Statistisk sentralbyrå (Tabell 5, og Tabell V1 og V2 i vedlegget), for deretter å gjennomføre en forynghesstrategi som vist i Tabell 6.

Fordi det er knyttet usikkerhet både til takstdata og til ulike forutsetninger i modellgrunnlaget er det beregnet 6 ulike alternativer. For alternativ 1 har en forutsatt en generell reduksjon av diametertilveksten på 10 %. Alternativet er aktuelt fordi en slik forutsetning gjøres rutinemessig i all rapportering av fylkestakster fra Landsskogtakseringen (se f.eks. Tomter et al. 2001ab). For alternativ 2 er det ikke gjort spesielle endringer verken for takstdata eller i modellgrunnlaget. I alternativ 3 og 4 har en endret henholdsvis alder i hogstklasse V (se Tabell 2) og bonitet (se Tabell 3), mens en for alternativ 5 har kjørt en prognose uten sjøltynning. I alle de andre alternativene er sjøltynningene satt til 0,4 % av treantallet hvert år (Braastad 1982). I alternativ 6 har en kjørt en prognose med både endret alder i hogstklasse V og uten sjøltynning.

Tabell 7. Beregningsalternativer.

Beregningsalternativ	Analyseforutsetninger	
	Takstdata	Modellendringer
1. Tilvekstkorreksjon	Basis	Tilvekstkorreksjon - 10 %
2. Basis	Basis	Ingen
3. Alternativ alder hogstklasse V	-5 år hogstklasse V	Ingen
4. Alternativ bonitet	Nærmeste meter etter treslag	Ingen
5. Uten sjøltynning	Basis	0 % sjøltynning
6. Alternativ alder hogstklasse V og uten sjøltynning	-5 år hogstklasse V	0 % sjøltynning

3. Resultater

Tabell 8, 9, 10, 11, 12 og 13 viser regionvise tall både for stående volum registrert i 1960 og for stående volum estimert i 2000. I tillegg viser tabellene fylkesvise tall for stående volum registrert i 1960 og 2000 og estimert volum i 2000.

For alternativ 1, der en har forutsatt en diametertilvekstreduksjon på 10 %, ser en av Tabell 8 at volumet i Hedmark for år 2000 ble estimert til 75.399.710 m³ under bark, mens det registrerte volumet var 104.127.134 m³ under bark. Dette tilsvarer 38 % høyere registrert enn estimert volum. Tilsvarende ble volumet i Nord-Trøndelag estimert til 27.013.350 m³ under bark, mens det registrerte volumet var 39.387.218 m³

under bark, eller 44 % høyere enn det estimerte. Det framgår ellers av tabellen at estimert volum i år 2000 er lavere enn registrert volum i 1960 for regionene Hedemarken, Vinger-Odal, Solør og Namdal, mens det er høyere for Sør-Østerdal, Nord-Østerdal, Trysil-Engerdal og Inn-Trøndelag.

For alternativ 2, der det ikke er gjort noen endringer verken i datagrunnlaget eller i modellgrunnlaget, ble volumet i år 2000 estimert til 84.822.930 m³ under bark i Hedmark og 30.182.020 m³ under bark i Nord-Trøndelag (Tabell 9). Dette betyr at totalt volum som ble registrert samme år var henholdsvis 23 % og 30 % høyere. For alternativ 3, med alternativt alder i hogstklasse V, var registrert totalt volum for Hedmark og Nord-Trøndelag i år 2000 henholdsvis 22 % og 29 % høyere enn estimert volum (Tabell 10), for alternativ 4, med alternative forutsetninger for bonitet, var registrert totalt volum henholdsvis 23 % og 26 % høyere enn estimert volum (Tabell 11). For alternativ 5, der det ikke var forutsatt noen sjøltynning, var registrert volum 14 % og 21 % høyere enn estimert volum (Tabell 12), og for alternativ 6, der det både var forutsatt en alternativt alder i hogstklasse V og ingen sjøltynning, var registrert volum 13 % og 20 % høyere enn estimert volum (Tabell 13).

Tabell 8. Stående volum (m³ u.b. i hogstklasse III-V). Hedmark og Nord-Trøndelag. Beregningsalternativ 1. Tilvekstkorreksjon.

Fylke/Region	Registrert år 1960	Estimert år 2000		Registrert år 2000	
	(m ³ u.b.)	(m ³ u.b.)	(% av registrert 1960)	(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
Hedemarken	8.794.170	6.257.940	71		
Vinger-Odal	14.277.420	12.540.300	88		
Solør	11.881.940	10.667.700	90		
Sør-Østerdal	13.113.770	16.750.050	128		
Nord-Østerdal	8.354.160	14.955.210	179		
Trysil-Engerdal	10.309.680	14.228.510	138		
Hedmark	66.731.140	75.399.710	113	104.127.134	138
Namdal	12.539.250	11.852.920	95		
Inn-Trøndelag	15.150.830	15.160.430	100		
Nord-Trøndelag	27.690.080	27.013.350	98	39.387.218	144

Tabell 9. Stående volum (m³ u.b. i hogstklasse III-V). Hedmark og Nord-Trøndelag. Beregningsalternativ 2. Basis.

Fylke/Region	Registrert år 1960	Estimert år 2000		Registrert år 2000	
	(m ³ u.b.)	(m ³ u.b.)	(% av registrert 1960)	(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
Hedemarken	8.794.170	7.017.110	78		
Vinger-Odal	14.277.420	14.541.300	102		
Solør	11.881.940	12.384.390	104		
Sør-Østerdal	13.113.770	18.971.630	145		
Nord-Østerdal	8.354.160	16.255.490	195		
Trysil-Engerdal	10.309.680	15.653.010	152		
Hedmark	66.731.140	84.822.930	127	104.127.134	123
Namdal	12.539.250	13.157.950	105		
Inn-Trøndelag	15.150.830	17.024.070	112		
Nord-Trøndelag	27.690.080	30.182.020	109	39.387.218	130

Tabell 10. Stående volum (m³ u.b. i hogstklasse III-V). Hedmark og Nord-Trøndelag. Beregningsalternativ 3. Alternativt alder hogstklasse V.

Fylke/Region	Registrert år 1960	Estimert år 2000		Registrert år 2000	
	(m ³ u.b.)	(m ³ u.b.)	(% av registrert 1960)	(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
Hedemarken	8.794.170	7.097.690	81		
Vinger-Odal	14.277.420	14.588.830	102		
Solør	11.881.940	12.403.530	104		
Sør-Østerdal	13.113.770	19.031.810	145		
Nord-Østerdal	8.354.160	16.311.430	195		
Trysil-Engerdal	10.309.680	15.770.020	153		
Hedmark	66.731.140	85.203.310	128	104.127.134	122
Namdal	12.539.250	13.279.480	106		
Inn-Trøndelag	15.150.830	17.144.130	113		
Nord-Trøndelag	27.690.080	30.423.610	110	39.387.218	129

Tabell 11. Stående volum (m³ u.b. i hogstklasse III-V). Hedmark og Nord-Trøndelag.
Beregningsalternativ 4. Alternativ bonitet.

Fylke/Region	Registrert år 1960 (m ³ u.b.)	Estimert år 2000		Registrert år 2000	
		(m ³ u.b.)	(% av registrert 1960)	(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
Hedemarken	8.794.170	7.113.270	81		
Vinger-Odal	14.277.420	14.638.640	103		
Solør	11.881.940	12.487.520	105		
Sør-Østerdal	13.113.770	19.012.530	145		
Nord-Østerdal	8.354.160	16.032.090	192		
Trysil-Engerdal	10.309.680	15.449.670	150		
Hedmark	66.731.140	84.733.720	127	104.127.134	123
Namdal	12.539.250	14.102.420	112		
Inn-Trøndelag	15.150.830	17.253.970	114		
Nord-Trøndelag	27.690.080	31.356.390	113	39.387.218	126

Tabell 12. Stående volum (m³ u.b. i hogstklasse III-V). Hedmark og Nord-Trøndelag.
Beregningsalternativ 5. Uten sjøltynning.

Fylke/Region	Registrert år 1960 (m ³ u.b.)	Estimert år 2000		Registrert år 2000	
		(m ³ u.b.)	(% av registrert 1960)	(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
Hedemarken	8.794.170	7.768.100	88		
Vinger-Odal	14.277.420	15.848.040	111		
Solør	11.881.940	13.501.150	114		
Sør-Østerdal	13.113.770	20.593.190	157		
Nord-Østerdal	8.354.160	17.171.840	206		
Trysil-Engerdal	10.309.680	16.586.630	161		
Hedmark	66.731.140	91.468.950	137	104.127.134	114
Namdal	12.539.250	14.144.110	113		
Inn-Trøndelag	15.150.830	18.396.240	121		
Nord-Trøndelag	27.690.080	32.540.350	118	39.387.218	121

Tabell 13. Stående volum (m³ u.b. i hogstklasse III-V). Hedmark og Nord-Trøndelag. Beregningsalternativ 6. Alternativ alder hogstklasse V og uten sjøltynning

Fylke/Region	Registrert år 1960	Estimert år 2000	Registrert år 2000		
	(m ³ u.b.)	(m ³ u.b.)	(% av registrert 1960)	(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
Hedemarken	8.794.170	7.839.780	89		
Vinger-Odal	14.277.420	15.911.790	111		
Solør	11.881.940	13.519.470	114		
Sør-Østerdal	13.113.770	20.637.580	157		
Nord-Østerdal	8.354.160	17.252.250	207		
Trysil-Engerdal	10.309.680	16.678.330	162		
Hedmark	66.731.140	91.839.200	138	104.127.134	113
Namdal	12.539.250	14.291.830	114		
Inn-Trøndelag	15.150.830	18.539.900	122		
Nord-Trøndelag	27.690.080	32.831.730	119	39.387.218	120

Siden det produktive arealet har økt i perioden fra 1960 til 2000 i begge fylker (se Tabell 4) har en også sammenlignet det estimerte volumet med et registrert volum som er justert for disse arealendringene (Tabell 14 og 15). Det framgår av tabellene at mens en for alternativet med tilvekstkorreksjon fremdeles har et mye høyere registrert volum enn estimert volum (26 % for Hedmark og 19 % for Nord-Trøndelag), begynner en å nærme seg svært like verdier for registrert og estimert volum når det i prognosene forutsettes en alternativ alder i hogstklasse V og ingen sjøltynning (3 % høyere registrert enn estimert volum for Hedmark og 2 % lavere registrert enn estimert volum for Nord-Trøndelag).

Tabell 14. Estimert volum sammenlignet med registrert volum justert for arealendringer. Hedmark.

Beregningsalternativ	Estimert år 2000	Registrert år 2000 og justert for økning i areal	
		(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
1. Tilvekstkorreksjon	75.399.710	95.040.134	126
2. Basis	84.822.930	95.040.134	112
3. Alternativ alder hogstklasse V	85.203.310	95.040.134	112
4. Alternativ bonitet	84.733.720	95.040.134	112
5. Uten sjøltynning	91.468.950	95.040.134	104
6. Alternativ alder hogstklasse V og uten sjøltynning	91.839.200	95.040.134	103

Tabell 15. Estimert volum sammenlignet med registrert volum justert for arealendringer. Nord-Trøndelag

Beregningsalternativ	Estimert år 2000	Registrert år 2000 og justert for økning i areal	
		(m ³ u.b.)	(% av estimert 2000)
1. Tilvekstkorreksjon	27.013.350	32.060.318	119
2. Basis	30.182.020	32.060.318	106
3. Alternativ alder hogstklasse V	30.423.610	32.060.318	105
4. Alternativ bonitet	31.356.390	32.060.318	102
5. Uten sjøtynning	32.540.350	32.060.318	99
6. Alternativ alder hogstklasse V og uten sjøtynning	32.831.730	32.060.318	98

4. Diskusjon

4.1. Usikkerhet i grunnlagsdata og forutsetninger

Hensikten med analysene som er gjennomført for Hedmark og Nord-Trøndelag har vært å teste det biologiske modellgrunnlaget i Avvirk-2000 ved å sammenligne en historisk utvikling fra 1960 til 2000 med prognoser kjørt for samme tidsrom. De viktigste elementene i det biologiske modellgrunnlaget er diametertilvekstfunksjoner (Blingsmo 1984), høydeutviklingsmodeller (Tveite 1967, 1976, 1977, Braastad 1977 og Strand 1967) og en modell for naturlig avgang (Braastad 1982). Forutsetningen for at slike tester skal kunne gjennomføres er å ha et takstgrunnlag uten systematiske feil og uten for store tilfeldige feil både ved start og sluttidspunkt. Videre må en kjenne historikken for avvirkning og skogbehandling. Det er tidligere gjennomført en slik undersøkelse i Norge der alle disse forutsetningene langt på vei er oppfylt (se Eid 1992, 2004, Eid & Hobbestad 2005). Her var takstene på ulike tidspunkt basert på totalklavinger av alle bestand for en mindre skogeiendom. I tillegg forelå det en godt dokumentert beskrivelse av både avvirkningsmengde- og tidspunkt, samt skogkulturtiltak for alle bestand. Den foreliggende analysen er basert på store skogområder med et representativt og godt dokumentert takstgrunnlag, og på offisiell statistikk for avvirkning. Det er likevel knyttet en del usikkerhet til datagrunnlaget som er brukt i analysene, og dermed også til resultatene som framkommer.

Når det gjelder takstgrunnlaget er det kanskje knyttet størst usikkerhet til arealendringene som har skjedd i perioden 1960 til 2000. Tallene fra Landsskogtakseringen viser at det produktive skogarealet har økt med 116.500 hektar i Hedmark og 116.300 hektar i Nord-Trøndelag (Tabell 4). Fordi sammenligningene bør ta utgangspunkt i samme areal må det registrerte volumet i år 2000 justeres. Dette er gjort ved at en fra det registrerte volumet i år 2000 har trukket fra et volum som tilsvarer arealøkningen i perioden 1960 til 2000 multiplisert med gjennomsnittlig volum/ha i år 2000. Dette betyr at en forutsetter at de nye arealene som har kommet til i perioden i gjennomsnitt har samme volum/ha som resten av arealet.

Økningen av areal i perioden kan til en viss grad være et resultat av at det faktisk har kommet til nye arealer som tidligere har vært myr, eller innmark og beite. I følge Tomter et al. (2001ab) skyldes imidlertid det meste av økningen sannsynligvis endringer i klassifiseringen, der ansettelse av barskoggrensa har vært spesielt utslagsgivende. Dersom endringer i barskoggrensa har stått for den største økningen av skogarealet må en anta at det gjennomgående er et relativt lavt volum på disse arealene. Dette betyr at justeringene kan ha ført til at registrert volum i år 2000 er satt noe for lavt (Tabell 4). Det er imidlertid liten grunn til å anta at dette kan ha gjort veldig store utslag på resultatene. Det mest reelle bildet av forskjellene mellom prognose og virkelighet vil en derfor få ved å sammenligne med justert volum, slik det framkommer i Tabell 14 og 15. For basisalternativet, der det ikke er gjort noen endringer i grunnlagsdata eller i modellgrunnlaget (Tabell 7 – alternativ 2), viser analysene at registrert volum ligger 12 % og 6 % over estimert volum for henholdsvis Hedmark og Nord-Trøndelag. Det er altså i utgangspunktet lite som tyder på at prognosene overvurder produksjonen og dermed stående volum.

I takstgrunnlaget er det også knyttet usikkerhet til alders- og bonitetsbestemmelsen i 1960. Konsekvenser av denne usikkerheten har en forsøkt å kartlegge ved å gjennomføre følsomhetsanalyser. Usikkerheten ved aldersbestemmelsen gjelder først og fremst hogstklasse V (Tabell 2). I basisalternativet ble alderen satt 10 år over nedre grense for hogstklasse V, mens den ble satt til bare 5 år over grensen ved alternativ alder (Tabell 7 – alternativ 3). Når alderen i hogstklasse V ble satt 5 år *lavere* enn i basisalternativet, i stedet for 5 år høyere, er dette et uttrykk for hva en anser som mest sannsynlig. Det finnes imidlertid ikke noe empiri som kan støtte en slik antagelse. At forskjellen mellom registrert og estimert volum blir litt mindre for dette alternativet (se Tabell 14 og 15), skyldes en viss økning i tilvekst i prognosen på grunn av lavere alder. Utslagene var imidlertid små og har ingen avgjørende innvirkning på hovedtendensene i resultatene.

Fordi bonitet i 1960 ble registrert etter Landsskogtakseringens bonitet måtte denne «oversettes» til H_{40} -systemet for å kjøre prognosene (Tabell 3). I basisalternativet ble bonitet, uavhengig av treslag, satt til den nærmeste 3-metersklassen i H_{40} -systemet som tilsvarte produksjonsevnen etter Landsskogtakseringens bonitet. For det andre alternativet (Tabell 7 – alternativ 4) ble bonitet etter H_{40} -systemet satt til nærmeste hele meter avhengig av både boniteringstreslaget og produksjonsevnen etter Landsskogtakseringens bonitet. Som det framgår av Tabell 3 vil denne endringen føre til litt høyere bonitet på de beste markene og litt lavere for de dårlige ved bonitering på gran og furu, mens det for bjørk jamt over ble litt høyere bonitet. I Hedmark slår disse endringene svært lite ut i forhold til basisalternativet (Tabell 14). I Nord-Trøndelag øker produksjonen noe slik at forskjellen mellom registrert volum og estimert volum ble 2 %, sammenlignet med 6 % i basisalternativet (Tabell 15).

Følsomhetsanalysene inkluderer også visse endringer i modellgrunnlaget. Alternativet der det i prognosen er forutsatt en generell reduksjon av diameterilvekst på 10 % (Tabell 7 – alternativ 1) har sin bakgrunn i at dette gjøres rutinemessig i rapporteringer fra Landsskogtakseringen (se f.eks. Tomter et al. 2001ab). Denne reduksjonen i tilvekst fører til at forskjellen mellom registrert og estimert volum i år 2000 blir langt større enn i basisalternativet. For Hedmark ble registrert volum 26 % høyere enn estimert, og for Nord-Trøndelag ble det 19 % høyere. Dette betyr at en antagelig ikke bør bruke en slik

reduksjon av diametertilvekst i framtidige rapporteringer av Landsskogtakseringen resultater.

Det er også kjørt et alternativ der en har forutsatt at det ikke er sjøltynning (Tabell 7 – alternativ 5). Dette alternativet har sin bakgrunn i skogskjøtselen som ble gjennomført i 60- og 70-åra, og delvis 80-åra, der virke i stor grad ble tatt ut og utnyttet selv om det var dødt. Det er selvfølgelig ikke «riktig» når en i prognosene helt har utelatt sjøltynning for hele perioden mellom 1960 og 2000. Selv ikke tidlig i denne perioden ble alt dødt virke tatt vare på, og andelen uutnyttet dødt virke har opplagt også økt mot slutten av perioden. Resultatene for dette alternativet (Tabell 14 og 15), som viste at forskjellene mellom registrert og estimert volum ble mindre (4 % høyere i Hedmark og 1 % lavere i Nord-Trøndelag), er således svært «optimistisk» med tanke på produksjon og estimert volum i prognosen. Det samme kan sies om det siste alternativet i følsomhetsanalysene (Tabell 7 – alternativ 6), der det ble forutsatt både lavere alder i hogstklasse V og ingen sjøltynning. Alle forhold tatt i betraktning er det derfor ut fra det som framkommer gjennom følsomhetsanalysene lite som tyder på at prognosene overvurderer produksjonen og dermed stående volum.

Det er selvsagt også knyttet usikkerhet til historisk avvirkning og skogbehandling, men det er ikke gjennomført følsomhetsanalyser for å kartlegge konsekvenser av forutsetningene som er gjort for dette. Det er imidlertid liten grunn til å anta det er noe i disse forutsetningene som ville endre hovedkonklusjonen fra analysene. Generelt må en vel heller anta at forutsetningene som her er gjort i prognosene er relativt optimistiske, noe som betyr at en antagelse om at prognosene overvurderer produksjonen blir enda mindre sannsynlig. At forutsetningene kan betraktes som optimistiske har sin bakgrunn i tre forhold. For det første er det antagelig større sannsynlighet for at anslagene for hjemmeforbruk er satt for lavt enn for høyt. Tallene for hjemmeforbruk (Tabell 5) er basert på statistikk fra Statistisk Sentralbyrå (Norsk Institutt for Skogforskning 1980, 1981), og det vil være overraskende om det her blir oppgitt mer hjemmeforbruk enn det som faktisk er riktig. Dersom anslagene for hjemmeforbruk hadde blitt satt høyere i prognosene, ville dette generelt gitt høyere uttak, og dermed enda større forskjell mellom registrert og estimert volum i år 2000 enn 12 % (Hedmark) og 6 % (Nord-Trøndelag) som eksempelvis kom fram for basisalternativet.

Et annet forhold som kan trekke i samme retning gjelder forutsetningene for topp og avfall, og forholdet mellom skogsvolum og tømmervolum. I analysene har en økt avvirkning for salg med 10 % slik at dette også inkluderer topp og avfall (Tabell 5). Dette anslaget er det knyttet stor usikkerhet til, og det finnes ingen nyere norske undersøkelser som en kan støtte seg til. I en undersøkelse av Gulbrandsen (1980) fant en at hogstavfall utgjorde 5,5 % av stående volum, med lavest andel i furuskog og høyest i lauvskog. I en større undersøkelse fra Sverige basert på Riksskogtaxeringen fant Bengtsson (1975) at 9 % av avvirkningen lå igjen som hogstavfall i skogen. Antagelig økte disse andelene utover i 1980- og 90-årene. For dagens praksis med evighetstrær og kantsoner er andelen som blir igjen i skogen på et mye høyere nivå. Dette har imidlertid bare begrenset betydning for analysene fordi en slik praksis først kom i gang helt i slutten av 1990-åra. Også forholdet mellom skogsvolum og tømmervolum, det vil si det volumet som blir målt inn gjennom stokkmåling, er usikkert. Gulbrandsen (1981) fant at skogsvolumet, det vil si volum estimert ved hjelp funksjoner for enkelttrær, var

omtrent 1 % høyere enn volumet som ble bestemt gjennom stokkmåling. Heller ikke for dette finnes det nyere undersøkelser. En vet heller ikke noe om hvordan dette kan slå ut for massevirke. Hovedkonklusjonen er imidlertid at forutsetningen som er gjort i analysene om å øke avvirkningen for salg med 10 % neppe ligger for høyt.

Det tredje usikre forholdet er de forutsetningene som er gjort for ny skog i prognosene (Tabell 6). Her er det tatt utgangspunkt i den skogbehandlingen som ble gjennomført i 1960-, 70- og 80-åra med mye planting og en intensiv skogskjøtsel. I løpet av 1990-åra vet en at intensiteten i skogkulturarbeidene gikk ned. For prognosene betyr dette at en antagelig har vært litt for optimistisk, og at estimert volum skulle ligget litt lavere. Omleggingen av skogskjøtselen gjelder imidlertid bare den siste delen av analyseperioden på 40 år, og har derfor antagelig liten betydning for resultatene.

4.2. Sammenligninger med andre undersøkelser

Det er altså flere forhold knyttet til usikkerheten i datagrunnlaget og forutsetningene som tilsier at anslagene for estimert volum i analysene neppe ligger for høyt, og at en med rimelig stor grad av sikkerhet kan konkludere med at prognosene ikke overvurderer produksjon og stående volum. Tvert i mot, dersom noen tendenser skal kunne sies å eksistere, må det være at prognosene gir en undervurdering av potensialet. Dette var også konklusjonen i en tilsvarende undersøkelse som tidligere er gjennomført (Eid 2004). Her fant en for en 30-årsperiode at prognosen ga 3,6 % lavere avvirkningspotensial, 2,6 % lavere stående volum og 5,2 % lavere tilvekst enn det som ble registret for samme periode. Undersøkelsen omfattet imidlertid bare en mindre skogeiendom, og stort sett bare arealer med gran på midlere boniteter, og resultatene kan således ikke generaliseres.

Både i undersøkelsen til Eid (2004) og i den foreliggende undersøkelsen evalueres prognoseprogrammet som en helhet. Viktige del-modeller i slike programmer er diametertilvekstfunksjoner, høydeutviklingsmodeller og modeller for naturlig avgang, der særlig diametertilveksten (Blingsmo 1984) er sentral. Det er tidligere gjennomført flere undersøkelser der en har forsøkt å sammenligne estimert og registret tilvekst med bruk av disse funksjonene. Resultatene fra disse undersøkelsene er imidlertid ikke entydige, og det er vanskelig å trekke konklusjoner med hensyn på forskjeller mellom estimert og registrert tilvekst. Eid (2003) fant ut fra et lite materiale i granbestand svært små avvik mellom estimert og registrert tilvekst. Dette var også stort sett i samsvar med resultatene som Aasland (2002) kom fram til basert på et materiale av prøveflater fra den svenske Riksskogtaxeringen. Disse resultatene samsvarer imidlertid dårligere med en undersøkelse der tilvekstmodellene ble testet for Skogoppsynets overvåkningsflater (Solberg et al. 2000). Her var det klare tendenser til at funksjonene overvurderte tilveksten. Det samme var tilfelle hos Andreassen (2004) i en undersøkelse basert på Landsskogtakseringens prøveflater.

Mange eksempler fra Europa, der en har studert tilvekstutvikling over tid, har vist tendenser til økt tilvekst de senere årene (se f. eks. Spiecker et al. 1996). At grunnlagsmaterialet i diametertilvekstfunksjonene til Blingsmo (1984) er basert på registreringer så langt tilbake i tid som 1920 og fram til slutten av 1970-åra skulle derfor trekke i ret-

ning av at disse funksjonene undervurder tilveksten når den blir sammenlignet med dagens tilvekst. I den eneste undersøkelsen som er gjennomført i Norge med hensyn på tilvekstendringer over tid (Elfving et al. 1996) kunne en imidlertid ikke påvise slike tendenser til økt tilvekst.

5. Konklusjoner

Analysene av materialet for Hedmark og Oppland tyder ikke på at det er noe i modellgrunnlaget i Avvirk-2000 som fører til at produksjonen og avvirkningspotensialet overvurderes i prognoser. Det ser heller ut til at prognosene gir lavere estimater for stående volum enn det som faktisk er blitt registrert. Det må imidlertid understrekes at det til tross for at en har et representativt og godt dokumentert takstmateriale og bruker offisiell statistikk når det gjelder avvirkning, er flere usikre faktorer i analysene, og dermed til resultatene. Dette gjelder blant annet alders- og bonitetsbestemmelse som Landskogtakseringen gjorde i 1960 og det gjelder de endringene som har skjedd med hensyn på produktivt skogareal i perioden 1960 til 2000. I tillegg er det også knyttet usikkerhet til forholdet mellom skogsvolum og volum avvirket til salg, og til anslagene for hjemmeforbruk og vedhogst.

Litteratur

- Andreassen, K. 2004. Kontroll av tilvekstprognoser. Sluttrapport NFR. 8 s.
- Bengtsson, G. 1975. Riksstaxeringens inventering av virkesspill 1975. Institusjonen för skogtaxering. Skogshögskolan, Stockholm. PHU-rapport nr. 19. 34 s.
- Blingsmo, K. 1984. Diametertilvekstfunksjoner for bjørk-, furu- og granbestand. Rapp.Nor.inst.skogforsk. 7/84: 1–22.
- Braastad, H. 1977. Tilvekstmodellprogram for bjørk. Rapp.Nor.inst.skogforsk.1/77: 1–17.
- Braastad, H. 1982. Naturlig avgang i granbestand. Rapp.Nor.inst.skogforsk. 12/82: 1–46.
- Eid, T. 1992. Etterprøving av avvirkningsberegninger. Et eksempel fra Aas skog. Aktuelt fra Skogforsk. 19/92: 49–58.
- Eid, T. 1993. Avviker skogbruksplanen fra forventningene? Landbruksøkonomisk Forum. 10(4): 61–73.
- Eid, T. 1998. Noen betraktninger omkring balansekvantum og langsiktig produksjonsnivå for et skogområde. Forelesningsnotat RØP210. Institutt for skogfag. Norges landbrukshøgskole. 11 s.
- Eid, T. 2000. Use of uncertain inventory data in forestry scenario models and consequential incorrect harvest decisions. *Silva Fennica* 34: 89–100.
- Eid, T. 2001. Models for prediction of basal area mean diameter and number of trees for forest stands in south-eastern Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 467–479.
- Eid, T. 2003. Registreringer i Aas skog 1960–2000. Aktuelt fra skogforskningen 5/03: 1–16.
- Eid, T. 2004. Testing a large-scale forestry scenario model by means of successive inventories on a forest property. *Silva Fennica* 3: 305–317.
- Eid, T. & Hobbestad, K. 1999. AVVIRK-2000 – et Edb-program for langsiktige investerings-avvirknings- og inntektsanalyser i skog. Rapport fra skogforskningen – Supplement 8/99: 1–63.
- Eid, T. & Hobbestad, K. 2000. AVVIRK-2000 – a large scale forestry scenario model for long-term investment, income and harvest analyses. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 472–482.
- Eid, T. & Hobbestad, K. 2005. Langsiktige investerings-, avvirknings- og inntektsanalyser for skog med Avvirk-2000. Aktuelt fra skogforskningen 2/2005: 1–29.

- 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* 13: 246–254.
- Eid, T., Hoen, H.F. & Økseter, P. 2001a. Economic consequences of sustainable forest management regimes at non-industrial forest owner level in Norway. *Forest Policy and Economics* 2 (3–4): 213–228.
- Eid, T., Hoen, H.F. & Økseter, P. 2001b. Timber production possibilities of the Norwegian forest area and measures for a sustainable forestry. *Policy and Economics*. 4–3: 187–200.
- Elfving, B., Tegnhammar, L. & Tveite, B. 1996. Studies on growth trends of forests in Sweden and Norway. In: Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. & Skovsgaard, J.P. (Eds.), *Growth trends of European forests*. Springer, Berlin, p 61–70.
- Gobakken, T. 2001. Broadleaves as a biodiversity indicator in long term forest management planning: a case study. Paper IV i Doctor scientiarum theses 2000: 34, Norges landbrukshøgskole.
- Gobakken, T. 2003. Brukerveiledning til SGIS- et skoglig geografisk informasjonssystem. Versjon 2.1. Internot notat. 26 s.
- Gulbrandsen, K. 1980. Taksering av hogstavfall. *Meddr Norsk inst. skogforsk.* 35(6): 361–381.
- Gulbrandsen, K. 1981. Forholdet mellom skogsvolum og tømmer volum for gran. *Rapp.Nor. inst. skogforsk.* 8/81: 1–20.
- Hobbelstad, K. 1979. Edb-program for beregning av balansekvantum. Side 190–198 i: Bruaset, A. (Red.). *Landbrukets årbok*. Tanum-Norli. Oslo.
- Hobbelstad, K. 1981. Edb-program for avvirkningsberegninger. Institutt for skogtaksasjon, Norges landbrukshøgskole. *Melding* 29: 1–27.
- Hobbelstad, K. 1988. Planleggingsprogrammet AVVIRK3. Institutt for Skogtaksasjon, Norges landbrukshøgskole. *Melding* 42: 1–38.
- Hobbelstad, K. 1998. Er det noe galt ved bruk av balansekvantumsberegningene ? I: Woxholt, S. (ed.). *Kontaktkonferanse skogbruk – skogforskning*. Elverum 5. og 6. november 1997, p. 40–43. Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole, Ås, *Aktuelt fra skogforskningen* 1/98.
- Hoen, H.F. & Eid, T. 1990. En modell for analyse av behandlingsstrategier for en skog ved bestandssimulering og lineær programmering. *Rapp.Nor.inst.skogforsk.* 9/90: 1–35.
- Hoen, H.F. & Gobakken, T. 1997. Brukermanual for bestandssimulatoren GAYA v1.20. Manuskript, Institutt for skogfag, NLH.
- Hoen, H.F., Eid, T. & Økseter, P. 1998. Økonomiske konsekvenser av tiltak for et bærekraftig skogbruk. Resultater på landbasis. *Rapport fra skogforskningen* 8/98: 1–72.
- Hoen, H.F., Eid, T. & Økseter, P. 2001. Timber production possibilities and capital yields from the Norwegian forest area. *Silva Fennica* 35(3): 249–264.
- Hoen, H.F., Eid, T. & Økseter, P. 2005. Maintaining minimum levels of old forest area coverage – efficiency gains due to cooperative management among properties. In *Press Forest Policy and Economics*.
- Hofstad, O. 1998. «Riktig» avvirkning. *Norsk Skogbruk* 12/98: 26–27.
- Landsskogtakseringen 1938. Taksering av Norges skoger. Østfold fylke. Revisjonstaksering 1937. 118 s.
- Landsskogtakseringen 1960. Taksering av Norges skoger. Nord-Trøndelag Fylke. Revisjonstaksering 1960. 169 s.
- Landsskogtakseringen 1961. Taksering av Norges skoger. Hedmark Fylke. Revisjonstaksering 1958/1959. 263 s.
- Lappi, J. 1992. JLP. A linear programming package for management planning. The Finnish Forest Research Institute. *Research Papers* 414: 1–134.
- Løvhaugen, O.I. 1997. Balansekvantum: begrepet bør fjernes. *Norsk Skogbruk* 6/97: 9.
- Myrbakken, S. 1998. Hva er riktig avvirkningsnivå? *Norsk Skogbruk* 10/98: 8–9.
- Nersten, S. & Næsset, E. 1992. Nøyaktighet ved bestandstaksering med relaskop. *Medd. Skogforsk.* 45(8): 1–22).

- Norsk Institutt for Skogforskning 1980. Landsskogtakseringen 1964–76. Nord-Trøndelag. 226 s.
- Norsk Institutt for Skogforskning 1981. Landsskogtakseringen 1964–76. Hedmark. 332 s.
- Statistisk sentralbyrå 1963–2000. Skogavvirkning 1960/61–1999. Til salg og industriell produksjon. Oslo-Kongsvinger.
- Strand, L. 1967. Høydekurver for bjørk. Side 291–296 i Braastad, H. Produksjonstabeller for bjørk. Meddr.norske SkogforsVes. 22: 265–365.
- Tveite, B. 1967. Sambandet mellom grunnflateveid middelhøyde (H_L) og noen andre bestandshøyder i gran- og furuskog. Meddr. norske SkogforsVes. 22: 483–538.
- Tveite, B. 1976. Bonitetskurver for furu. Intern rapport. [Upublisert].
- Tveite, B. 1977. Bonitetskurver for gran. Medd.Nor.inst.skogforsk. 33: 1–84.
- Tomter, S., Eriksen, R. & Aalde, H. 2001a. Statistikk over skogforhold og –ressurser i Hedmark. Landsskogtaskeringen 1995–1999. NIJOS-ressursoversikt 5/01: 1–56.
- Tomter, S., Eriksen, R. & Aalde, H. 2001b. Statistikk over skogforhold og –ressurser i Nord-Trøndelag. Landsskogtaskeringen 1995–1999. NIJOS-ressursoversikt 6/01: 1–56.
- Skog-Data A.S. 2000. Verdsett. Brukermanual. Skog-Data A.S., Oslo. 27 s.
- Solberg, S., Andreassen, K. & Groeggen, T. 2000. Tilvekst på skogoppsynets overvåkningsflater 1991–1996. Rapport fra skogforskningen 8/00: 1–11.
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. & Skovsgaard, J.P. 1996. Conclusion and summary. In: Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. & Skovsgaard, J.P. (Eds.), Growth trends of European forests. Springer, Berlin, p 369–372.
- Strand, L. 1998. Om bruken av balansekvantumsberegninger. I: Woxholt, S. (ed.). Kontaktkonferanse skogbruk – skogforskning. Elverum 5. og 6. november 1997, p. 37–39. Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole, Ås, Aktuelt fra skogforskningen 1/98.
- Aalde, H. & Hobbestad, K. 1997. Effekter av miljøhensyn på den langsiktige avvirkningsprofil for et fylke. Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole, Ås, Meddelelse fra Skogforsk 48.28, 23 pp.
- Aalde, H. & Gotaas, P. 1999. Klargjøring av avvirkningsmuligheter i norsk skogbruk. Rapport nr. 10. Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging, Ås. 52 s.
- Aasland, T. 2002. Utnyttelse av tidligere innsamlede data ved skogtaksering og skogbruksplanlegging. Doctor Scientiarum Theses 2002: 40, Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole. 198 s.

Vedlegg. Avvirkningsstatistikk

Tabell V1. Avvirkning i perioden 1960–1999 for ulike regioner. Hedmark.

Region	Periode	Avvirkning for salg tømmer (m ³ u.b.pr. år)	Avvirkning inkludertopp og avfall (m ³ u.b.pr. år)	Avvirkning til hjemmefor- bruk og ved (m ³ u.b.pr. år)	Totalt (m ³ u.b.pr. år)
Hedemarken	1960–1969	298.316	328.147	18.800	346.947
	1970–1979	328.263	361.089	18.800	379.889
	1980–1989	416.481	458.132	18.800	476.932
	1990–1999	350.079	385.087	18.800	403.887
Vinger-Odal	1960–1969	439.972	483.969	28.400	512.369
	1970–1979	537.760	591.536	28.400	619.936
	1980–1989	534.842	588.326	28.400	616.726
	1990–1999	529.870	582.857	28.400	611.257
Solør	1960–1969	360.247	396.272	21.800	418.072
	1970–1979	380.086	418.094	21.800	439.894
	1980–1989	461.288	507.417	21.800	529.217
	1990–1999	467.176	513.894	21.800	535.694
Sør-Østerdal	1960–1969	322.702	354.973	18.400	373.373
	1970–1979	347.186	381.905	18.400	400.305
	1980–1989	520.280	572.308	18.400	590.708
	1990–1999	516.456	568.101	18.400	586.501
Nord- Østerdal	1960–1969	121.023	133.125	8.200	141.325
	1970–1979	114.861	126.347	8.200	134.547
	1980–1989	174.725	192.198	8.200	200.398
	1990–1999	143.388	157.726	8.200	165.926
Trysil- Engerdal	1960–1969	227.403	250.143	11.600	261.743
	1970–1979	229.942	252.936	11.600	264.536
	1980–1989	272.515	299.766	11.600	311.366
	1990–1999	237.828	261.611	11.600	273.211

Tabell V2. Avvirkning i perioden 1960–1999 for ulike regioner. Nord-Trøndelag.

Region	Periode	Avvirkning for salg tømmer (m³ u.b.pr. år)	Avvirkning inkluderttopp og avfall (m³ u.b.pr. år)	Avvirkning til hjemmefor- bruk og ved (m³ u.b.pr. år)	Totalt (m³ u.b.pr. år)
Namdal	1960–1969	286.363	314.499	47.500	362.499
	1970–1979	304.083	334.491	47.500	381.991
	1980–1989	299.982	329.980	47.500	377.480
	1990–1999	245.559	270.115	47.500	317.615
Inn-	1960–1969	330.002	363.002	42.300	405.302
Trøndelag	1970–1979	341.993	376.192	42.300	418.492
	1980–1989	382.453	420.698	42.300	462.998
	1990–1999	414.478	455.924	42.300	498.224

Rapport fra skogforskningen

Utkommet i 2006

1-06 Volkmar Timmermann: Skogoppsynets overvåkingsflater. Vitalitetsregistreringer 2005. Forest Officers' Monitoring Plots. Vitality survey 2005