

Tynning i granskog på Sørlandet -effekter på tilvekst, dimensjoner og økonomi



Bernt-Håvard Øyen

Rapport fra skogforskningen

- ✓ **Rapport fra skogforskningen** inneholder førstegangs publiserte artikler beregnet på norske og nordiske lesere
- ✓ Tabell- og figurtekster skrives på norsk
- ✓ Sammendrag skrives på norsk
- ✓ Engelske manuskripter eller omfattende arbeider med mye grunn-data kan publiseres i en underserie - *Supplement*.

Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk) er utgiver av serien, i et samarbeid med Institutt for naturforvaltning, NLH.

Tilrettelegging av manus for trykking, ajourhold av abonnenter, innkreving av abonnementsavgift, distribusjon av heftene og lagerhold skjer på Skogforsk.

Bestilling av abonnement og enkelt-eksemplar av seriene skjer til Skogforsk.

Redaktør for serien er
avd.sjef Bjørn R. Langerud,
Skogforsk

En forfatterinstruks er tatt inn på siste omslagsside.

Layout og sats: Karin Westereng,
Skogforsk

ISBN 82-8083-031-6
ISSN 0803-2858

Norsk institutt for skogforskning
(Skogforsk), Høgskoleveien 12,
1432 Ås

Tlf.: 64 94 90 00
Fax: 64 94 29 80
E-post: skogforsk@skogforsk.no
Internett: <http://www.skogforsk.no/>

Forsiden: Fra et tynningsbestand i granskog
Foto: Skogforsk

Tynning i granskog på Sørlandet – effekter på tilvekst, dimensjon og økonomi

Bernt-Håvard Øyen



Sammendrag

ØYEN, B.-H. 2003. Tynning i granskog på Sørlandet – effekter på tilvekst, dimensjon og økonomi. Rapport fra skogforskningen 2/03:1-16.

En analyse av resultater fra et større tynningsforsøk anlagt i et granplantefelt i Norlian, Vest-Agder, er presentert. Boniteten i feltet er svært høy, G24. Fem ulike tynningsprogrammer ble sammenlignet; sterk tynning, tidlig fri tynning, sein fri tynning, gradvis fri tynning og kontroll. Det er lagt mest vekt på resultatene fra siste revisjon i 2001, da plantefeltet var 51 år gammelt. Middeldiameter øker med økende tynningsstyrke og totalproduksjonen synker med økende styrke på uttaket. Tettheten, målt i S-prosent var 20 ved anlegg, og ligger nå mellom 10 og 16 prosent. Forskjell i totalproduksjon mellom de ulike behandlingene utgjør maksimalt 13 %. Ved siste revisjon var volumet av stående trær 33 % større i kontrollen sammenlignet med sterk tynning. For de 600 groveste trærne per hektar var forskjellen i middeldimensjon mellom leddene sterk tynnet og kontroll 3,3 cm, 25 år etter første tynning. Diametertilveksten for disse trærne ligger ca. 14% høyere for sterk tynnet sammenlignet med kontrollen. Den naturlige avgang i kontrollen har vært på 10,6 % av totalproduksjonen. En test av norske tilvekstmodeller ved bruk av data fra forsøket angir at tilpasningen er god. Med gjeldende tømmerpriser og driftskostnader for de aktuelle diameterklasser er slakteverdien for de ulike tynningsrutene kalkulert. Nåverdi beregnet ved en simulert sluttavvirkning i 2001 angir samme nivå for sterk tynning, gradvis fri tynning eller kontroll. Ved en simulert slutthogst om ca. 20 år er det estimert at stående volum i urørt kontroll vil være 20-25% høyere enn i sterk tynning. Både lavere driftskostnader og prispremiering av grove dimensjoner er vist å kunne oppveie volumforskjellene, og tynning etter angitte program vil kunne gi en positiv rotnetto. En foreløpig konklusjon av forsøket er at tynning etter flere av de angitte program i høgproduktiv granskog kan gi et økonomisk resultat som ikke står tilbake for utynnede bestand.

Nøkkelord: tilvekst, gran, Picea abies, tynning, økonomi

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	2
Matriale og metode	4
Resultat og diskusjon.....	6
Høydebonitet.....	6
Bestandstetthet.....	7
Grunnflatemiddelstammens diameter (Dg).....	7
Diametertilvekst (ID).....	7
Sammenligning av beregnet og virkelig diametertilvekst.....	8
Sammenligning av de 600 groveste trær per hektar	9
Stående volum og totalproduksjon.....	9
Løpende volumtilvekst (IV).....	10
Dimensjonsfordeling.....	11
Bruttopris, driftskostnader og nettopris.....	13
Konklusjon.....	15
Etterord.....	16
Litteratur.....	16

Innledning

Norlian er ett av flere norske tynningsforsøk som er anlagt for å belyse effekter av ulike tynningsprogram, både tidspunkt for inngrep, styrke og intervall. Effektene av ulik skogbehandling, tynning inkludert, har vært et hyppig debattert spørsmål i norsk skogbruk, uten at man kan si at noen "fasit" er funnet under våre varierende skogforhold. En rekke av argumenter, for eksempel produksjonsforskjeller, visuelle effekter, sysselsetting og fremtidige foryngelseshogster kan åpenbart tillegges ulik vekt.

Rammevilkårene endres, hvorpå det følger at konklusjoner som var gyldige for bare noen år siden ikke nødvendigvis gjelder i dag. Det er viktig at det fremlegges biologiske resultater supplert med økonomiske kalkyler slik at ulike sider av behandlingstiltak blir belyst. Sammenligninger ved bruk av modeller kan også gi nye erkjennelser. For eksempel påviste Eid og Eriksson (1991) at svenske og norske tilvekstfunksjoner gav forskjellige effekter på lønnsomheten av tynning, gitt samme pris- og kostnadsfunksjoner.

På 1980-tallet ble det fremlagt resultater fra to tynningsforsøk i gran (Braastad og Eikeland 1986a, 1986b) fra Svartelvmoen, Trøndelag, og Majer, Toten, der det ble påvist at tynningsstyrken påvirket middeldimensjonen av de 800 groveste trærne relativt lite. Feltene lå på hhv. høg og svært høg bonitet. Braastad og Tveite (2000) fant etter en ny gjennomgang av forsøket i Svartelvmoen (alder 63 år, bonitet G16) at slakteverdien ved en simulert foryngelseshogst for urørte kontrollfelt lå 28% høyere enn tilsvarende for sterk tynning. I en sammenstilling av atten tynningsforsøk i gran og fem i furu fant Braastad og Tveite (2001) at middeldiameter for de 800 grøveste trærne per hektar med økende tynningsstyrke maksimalt økte 2-3 cm i forhold til utynnet bestand med utgangstetthet på ca. 2000 trær per hektar over en periode på 25 år. De presenterte også funksjoner for å kunne angi tynningsrespons ved varierende forutsetninger. Øyen (2001) sammenlignet tynnede avdelinger med utynnet i fjorten forsøksfelter i sitkagran vestafjells, og fant at tynning hadde hatt svært små effekter eller redusert totalproduksjon, og bare unntaksvis endret dimensjonsfordeling i retning større volum av potensielle skurtømmer-trær, trær over 18 cm diameter i brysthøyde.

Det er sentralt at de biologiske og økonomiske effektene fra tynning blir analysert for en stor bredde av skogtyper og voksesteder. Analysen av forsøksfeltet i Norlian hadde følgende hovedmål:

1. Angi effektene av ulike tynningsprogram på volumproduksjon, dimensjonsfordeling og tilvekst
2. Sammenligne bestandets nåverdi mellom ulike tynningsprogram
3. Vurdere utviklingen og forskjeller ved tenkt slutthogst om 20 år.

Materiale og metode

Feltet i Norlian, Bjelland i Vest-Agder (kartblad M711: 1411.1; UTM: 129793), er et randomisert blokkforsøk med 5 ulike behandlinger over 3 gjentak i storruiter på ca. 1,1 dekar. Feltet ble tilplantet i 1953 og totalalder fra såing ved siste revisjon (2001) er 51 år. Feltet ligger i ei nordvendt helling på relativt dyp morenemark. Høyden

over havet er ca. 180 m. Inndeling i tre blokker ble foretatt ved anlegg, ut fra skjønnsmessig vurderinger av jordbunn, vegetasjon og høydevariasjon innen feltet; en nedre blokk (rute 4, 5, 10, 13 og 14) en midtre (rute 2, 3, 6, 7 og 9) samt en øvre blokk (rute 1, 8, 11 12 og 15). I tillegg er det anlagt to reserveruter (rute 16 og 17) som ikke inngår i forsøket, men som er fulgt med tremålinger. Proveniensen som er benyttet er av tysk herkomst, antakelig fra Harz. Midlere høydebonitet er G24. Kvaliteten på virket er visuelt vurdert som jevnt over god. Unntatt beskrivelse av et fåtall trær med stammesprekk har det generelt forekommet lite skader i forsøket.

Opprinnelig plan for forsøket er rimelig bra fulgt, men hvor E-leddet i 1977 ble en god del sterkere enn planlagt på grunn av snøskader i 1976 (Tab.1).

Tabell 1. De fem tynningsprogram som er representert i forsøket (oppnådd treantall i parentes). Ved siste inngrep i 1993 var overhøyde ca. 20 m.

Program	1974	1977	1986	1993
A (kontroll)	2500 (2493)	Urørt (2175)	Urørt (2128)	Urørt (1899)
B (fri, sene)	2500 (2376)	Urørt (2112)	1600 (1561)	900 (890)
C (fri, tidlige)	2500 (2680)	1600 (1223)	Urørt (1193)	900 (880)
D (fri, gradvis)	2500 (2291)	1600 (1426)	1200 (1197)	Urørt (1193)
E (sterk)	2500 (2390)	1200 (859)	Urørt (835)	700 (692)

Utbedring av en skogsvei førte til at arealet måtte reduseres på fire av rutene. Det har ellers vært lite skader i feltet som følge av inngrepene. Rute nr. 15 ble av ressursmessige årsaker ikke lagt ut før rett etter revisjonene i 1977, og har følgelig ikke revisjonstall før 1986.

Forsøksresultatene ble testet og analysert ved bruk av følgende funksjoner:

Volumfunksjon for vanlig gran vestafjells: Bauger 1995.

Høydebonitet for vanlig gran, vestafjells: Orlund 2001.

Bruttopriskostnad for gran: Finstad 2002, Lexerød og Gobakken 2002.

Tidsforbruk hogst: Dale et al. 1993.

Tidsforbruk utkjøring: Dale & Stamm 1994.

De to bruttoprisfunksjonene bygger på små grunnmaterialer, på den ene er forekomst av "vanlige" feil direkte bygd inn i prisflaten, for den andre er det forutsatt feilfrie stammer og hvor det legges inn eventuelle tillegg for ekstraordinært massevirke.

For omregning av produksjon per virketid til pris er benyttet en maskinkostnad på 1400 NOK/virketid for hogst og 800 NOK/virketid for kjøring. Kjøreavstand med lass i basveg samt i terreng er begge satt til 100 m, og med 100 m returdistanse. For lass-størrelse er benyttet 12 m³.

Følgende statistiske modell ble benyttet i forsøket:

$$X_{ij} = \mu + a_i + B_j + E_{ij}$$

Hvor μ er gjennomsnittet i forsøket, a_i angir avvik fra midlet i forsøksledd nr. i, B_j er effektene av blokk nr. j og E_{ij} angir restvariasjonen som vi regner med er tilfeldige feil. Utgangspunktet er nullhypoteser og F-test av hvorvidt ledd (og blokk)

var forskjellige. Der signifikante forskjeller ($p < 0,05$) ble avdekket mellom tynningsledd er innbyrdes differanser i middeltall og deres variasjon undersøkt ved bruk av såkalt Student-Newman-Keuls-test, med 5 % nivå på testen. Programvaren SAS (SAS 1999) er benyttet ved analysene.

Resultater og diskusjon

Høydebonitet

Variasjonen i høydebonitet (H40) er liten både mellom revisjonene, blokk og ledd, og statistisk sett er forskjellene ikke-signifikant. Forskjellene har krympet med økende alder. H40 for de fem forsøksleddene ved siste revisjon er hhv. 23,9 m for A (kontroll), 23,9 for B (fri, sen), 24,0 for C (fri, tidlig), 23,6 D (fri, gradvis) og 23,9 for E (sterk). Etter at det var et lite bonitetsfall midt på 1970-tallet har høydealderutviklingen (etter Orlund's funksjoner) vært relativt stabil gjennom hele forsøksperioden (Fig. 1).

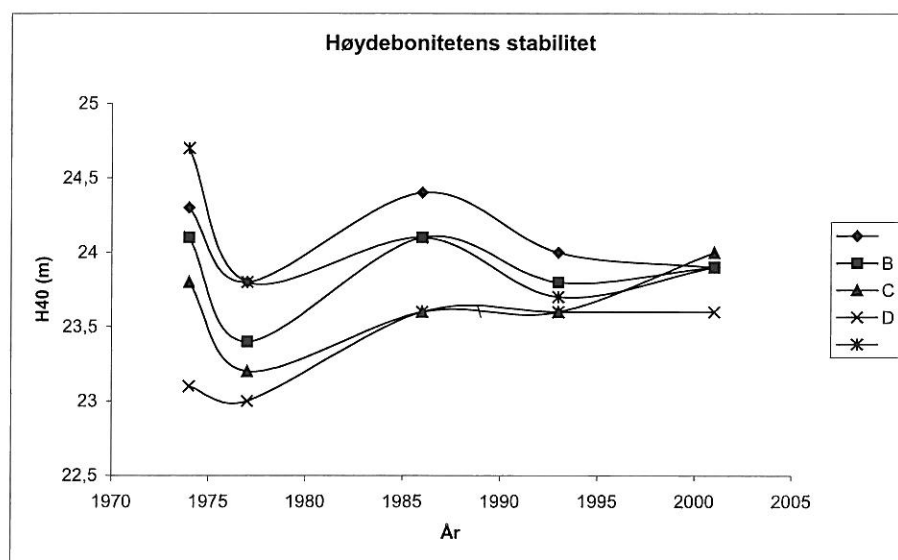


Fig. 1. Høydebonitet (etter Orlund 2001) angitt som gjennomsnitt av leddene ($n=3$) for angitte tidspunkt. For ledd E i 1974 inngår bare to ruter. A viser kontroll, B fri og sen tynning, C fri og tidlig tynning, D fri og gradvis tynning, mens E angir sterk tynning.

Det er estimert at tidspunkt for kulminasjon i tilsvarende bonitet for utynnet granskog ligger på ca. 60 år i brysthøyde eller 71 år i totalalder (Øyen 2002). Dette innebærer at tynningsforsøket i 2001 har nådd en relativ alder på 67 %. Middeltilveksten ved kulminasjon ligger på ca. $13 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{år}$. Oppnådd middeltilvekst ved

siste revisjon ligger på 12,0 m³/ha/år for ledd A (92 %) og 10,4 m³/ha/år (80 %) for ledd E.

Bestandstetthet

Stammefaktoren (S%) er bestandens midlere treavstand i prosent av bestandens overhøyde. Ved anlegg ble S% regulert til ca. 20. I løpet av forsøksperioden har gjennomsnittlig S% sunket til 10,0 for kontrollen og til 15,9 for sterk tynning. Forskjellene mellom ledd B og C er helt utjevnet over de to siste revisjoner, mens ledd D mer og mer nærmer seg kontrollen (Fig. 2).

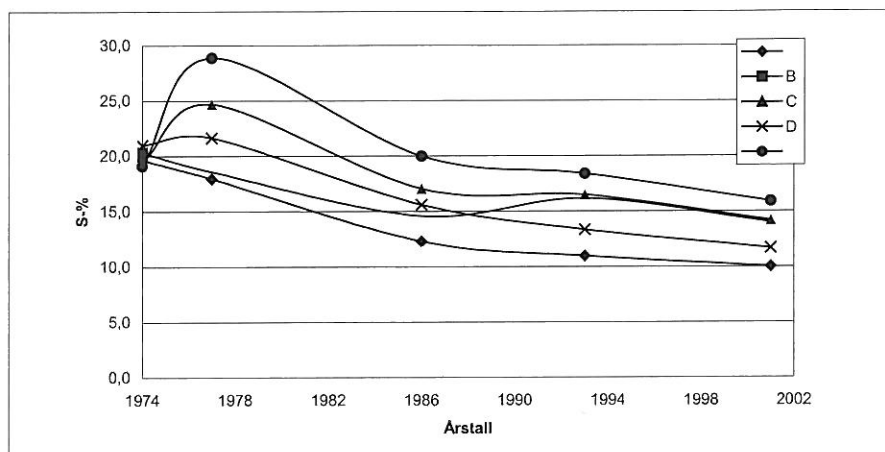


Fig. 2. Utvikling av gjennomsnittlig stammefaktor (S%) over tid for de ulike forsøksleddene. A viser kontroll, B fri og sen tynning, C fri og tidlig tynning, D fri og gradvis tynning, mens E angir sterk tynning.

Grunnflatemiddelstammens diameter (Dg)

Grunnflatemiddelstammen øker sin størrelse sterkt med økende tynningsstyrke (Tab. 2). I 2001 var Dg i sterk tynning 7,2 cm større enn i kontrollen (137 %). Det fremgår videre at en tidlig fri tynning (C) har gitt noe større middeldimensjon enn senere regulering (B), selv om treantallet i dag er identisk. Differansen er på 0,9 cm. For den aritmetiske diameter til overhøydetrærne (D₁₀₀) er den relative forskjell mellom sterk tynning og kontroll mindre enn for grunnflatemiddelstammens diameter. Ved siste revisjon lå sterk tynning på 120 % av kontrollen.

Diametertilvekst (ID)

Grunnflatemiddelstammen (Dg) og diametertilveksten (ID) øker i samme mønster med økende tynningsstyrke. Mellom leddene kontroll og sterk tynning er ID differansen i absolutte tall 1,63 millimeter eller i relative tall 191 %.

Tabell 2. Grunnflatestammens middeldiameter (Dg) i 2001, middel for årlig løpende tilvekst i diameter (ID) perioden 1993-2001 samt aritmetisk middeldiameter for overhøydetrærne (D₁₀₀) i 2001.

Tynningsledd	Dg (cm)	ID (millimeter)	D ₁₀₀ (cm)
A (kontroll)	19,3 C	1,8 C	27,9 C
B (fri, sene)	23,0 B	3,6 A	29,3 BC
C (fri, tidlige)	23,9 B	3,1 A	30,9 B
D (fri, gradvise)	22,2 B	2,4 B	28,3 C
E (sterk)	26,5 A	3,4 A	33,4 A

Ledd med samme bokstav var like etter SNK-test (5 %)

Dersom differansen mellom årlig diameter tilvekst i de neste 20 år fortsetter å være 1,6 millimeter vil forskjellen kunne estimeres til $(20 \cdot 1,6)$: 32 millimeter større enn i dag, dvs. 7,2 cm + 3,2 cm = 10,4 cm for middelstammens diameter ved tidspunkt for en foryngelsestogst.

Sammenligning av beregnet og virkelig diameter tilvekst

To tilvekstfunksjoner etter hhv. Braastad (1974) og Blingsmo (1984) ble testet. Tabell 3 viser resultatene. I gjennomsnitt for alle 15 ruter i løpet av de fire tilvekstperiodene har ID vært 3,87 millimeter.

Tabell 3. Sammenligning av beregnet diameter tilvekst med funksjonene nr 7 hos Blingsmo (1984) og nr 6 hos Braastad (1974) og virkelig diameter tilvekst på forsøksfeltet (ID_v). Dif-verdiene er angitt i prosent av ID_v

Ledd	Obs.	Periode	ID _v	ID _{bl7}	ID _{br6}	Difbl7%	Difbr6%
Alle	59	Alle	3,87	3,86	3,44	101	114
Alle	14	1974-77	3,81	4,88	4,64	80	82
Alle	15	1977-86	5,65	3,86	3,56	144	157
Alle	15	1986-93	3,15	3,62	3,04	87	103
Alle	15	1993-01	2,87	3,16	2,60	90	109
A	12	Alle	3,01	3,06	3,26	97	91
B	12	Alle	3,58	3,45	3,45	97	107
C	12	Alle	4,28	4,18	3,51	105	124
D	12	Alle	3,65	3,79	3,42	97	109
E	11	Alle	4,92	4,61	3,56	108	139

Tilsvarende gjennomsnitt for Blingsmos ID-funksjon er 3,86 millimeter per år, så og si identisk som observert tilvekst. Braastads ID-funksjon gir en verdi på 3,44 eller en undervurdering på 14%. Begge funksjonene har undervurdert veksten i 1977-1986, mens har ellers overvurdert veksten i de andre periodene. Særlig årene 1974-1977 ser ut til å ha vært svake vekstmessige år. Dette angis også som et temporært fall i høydeboniteten (jf. Fig.1).

Blingsmos ID-funksjon gir en svak undervurdering av reaksjonen på sterk tynning og tidlig fri tynning, mens Braastads funksjon gir en relativt stor undervurdering for sterk tynning og tidlig fri tynning. Alt i alt ser Blingsmos funksjon nr 7 ut til å gi meget gode diameter-tilvekstestimer for granskog av denne karakter. Dette er et tilfredsstillende resultat i og med at denne funksjonen er vanlig benyttet i det norske prognoseapparatet.

Sammenligning av de 600 groveste trær per hektar

I forhold til langsiktige effekter av tynning vil det i mange tilfeller være avgjørende i hvilken grad det skjer en forskyvning av veksten mot grovere og relativt sett bedre betalte dimensjoner og sortiment. Det ble foretatt en nærmere analyse av de 600 groveste trærne per hektar. Den aritmetiske middeldiameter for disse (D_{akt}) er beregnet for 2001 og de foregående revisjoner, og sammenlignet med utvikling i diameter der de samme trenummer er fulgt tilbake til anlegg. Denne diameter er benevnt som D_{ekte} (Tab. 4).

Tabell 4. Utvikling av de 600 groveste trær per ha for ulike revisjoner.

	D_{ekte} (2001)	D_{ekte} (93)	D_{akt} (93)	D_{ekte} (86)	D_{akt} (86)	D_{ekte} (77) ⁰	D_{akt} (77) ⁰	D_{ekte} (74)	D_{akt} (74)
A	23,8 B	21,7 B	21,8 B	19,3 B	19,4 B	13,8	14,2	12,3 A	12,8 AB
B	24,8 B	22,0 B	22,4 B	19,3 B	19,8 AB	14,1	14,8	12,6 A	13,4 A
C	25,4 AB	23,0 AB	23,4 AB	20,2 AB	20,6 AB	13,0	13,7	11,5 B	12,2 B
D	24,8 B	22,8 AB	22,8 B	19,9 AB	20,0 AB	14,0	14,4	12,6 A	13,2 AB
E	27,1 A	24,7 A	24,8 A	21,5 A	21,7 A	13,6	14,5	12,8 A	13,5 A

Ledd med samme bokstav var like etter SNK-test (5 %). ⁰ angir at F-testen ikke viste sign. forskjeller.

Forskjellen mellom kontroll og sterk tynning for de 600 groveste trærne i 2001 var på 3,3 cm (13,8%), i 1993 var den 3,0 cm (13,8%). Av leddene er det C som skiller seg ut med mindre diameter enn andre ledd i 1974, en forskjell som var mer enn utjevnet i 1986. Verdien for sterk tynning (E) var signifikant forskjellig fra leddene A, B og D. Det fremkommer at differansen mellom D_{ekte} og D_{akt} har blitt redusert over tid for alle leddene, og at forskjellene gjennomgående er små, dvs at det har skjedd små endringer knyttet til hvilke trær som inngår blant de groveste. En sammenligning ved bruk av D_{ekte} mellom behandlingene forventes å gi det beste bildet på den respons fra tynningen som skyldes at trærne har fått bedre plass. Forskjellene i dette forsøket er noe større enn det som rapporteres av Braastad og Tveite (2001). De fant at en forskjell i tetthet i form av S% på 12 og 18 tilsvarte ca. 10 % forskjell i diameter-tilvekst for de 800 groveste trærne på bonitet G23.

Stående volum og totalproduksjon

Stående volum (V3) viste signifikante forskjeller ($F=5,71$, $p < 0,01$) mellom leddene i siste revisjon. Middelveidene for de ulike tynningsprogrammene er vist i Tab. 5.

Tabell 5. Stående volum (V_3) i m^3/ha og stående volum for dimensjoner over 25 cm i brysthøyde ($V_{3\ 25}$). VT angir totalproduksjonen i m^3/ha .

Tynningsledd	V_3 (m^3/ha)	$V_{3\ 25}$ (m^3/ha)	VT (m^3/ha)
A (kontroll)	545 A	87 B	609
B (fri, sen)	410 B	141 AB	602
C (fri, tidlig)	417 B	164 AB	553
D (fri, gradvis)	498 AB	113 AB	577
E (sterk)	411 B	259 A	532

Ledd med samme bokstav var like etter SNK-test (5 %)

Høyest stående volum var det i kontrollen A samt i ledd D. De andre tre leddene er relativt like. Ser man på fordelingen av volum på grøvre dimensjoner (>25 cm) angis et motsatt bilde, høyest for sterk tynning (E) og lavest for kontrollen (A), med en faktor på ca. 3. Det var ikke signifikante forskjeller i totalproduksjon mellom leddene, men hvor kontrollen (A) og fri, sen tynning (B) ligger høyest, mens sterk tynning (D) ligger lavest.

Løpende volumtilvekst (IV)

Et sentralt spørsmål er hvorvidt den løpende volumtilveksten påvirkes av tynningene. For leddene kontroll og sterk tynning er forløpet fra 1974 (brysthøydealder=14 år) til 2001 (brysthøydealder=40 år) angitt (Fig. 3). For kontrollen stiger volumtilveksten til et maksimum når alder i brysthøyde er om lag 25 år (overhøyde ca. 17 m) og faller deretter ned til et nivå på om lag $18\ m^3/ha/år$. For sterk tynning har volumtilveksten ligget jevnt på ca. $16\ m^3/ha$. Volumtilveksten i siste tilvekstperiode viste ikke signifikant forskjell mellom leddene, men hvor kontrollen ligger høyest ($18,2\ m^3/ha/år$) og med sterk tynning lavest ($16,6\ m^3/ha/år$).

Om denne differansene holder seg frem til foryngelseshogst tilsvarer det $(1,6 \cdot 20): 32\ m^3/ha$ større volum enn i 2001, dvs. $134 + 32 = 166\ m^3/ha$. En annen måte å estimere fremtidig forskjell er å benytte initialtilstanden på de enkelte avdelinger i 2001 sammen med tilvekstfunksjoner for beregne stående volum ved en tenkt slutthogst om 20 år, i 2021 (Tab. 6).

Forskjell i stående volum mellom leddene sterk tynning og kontroll ved slutthogst utgjør ved en slik beregning i gjennomsnitt $193\ m^3/ha$. Stående volum for sterk tynning er på 80 % av kontrollen. Et sentralt spørsmål blir da hvorvidt de grovere dimensjonene og lavere driftskostnader i de tynnede rutene kan utjevne denne forskjellen om 20 år.

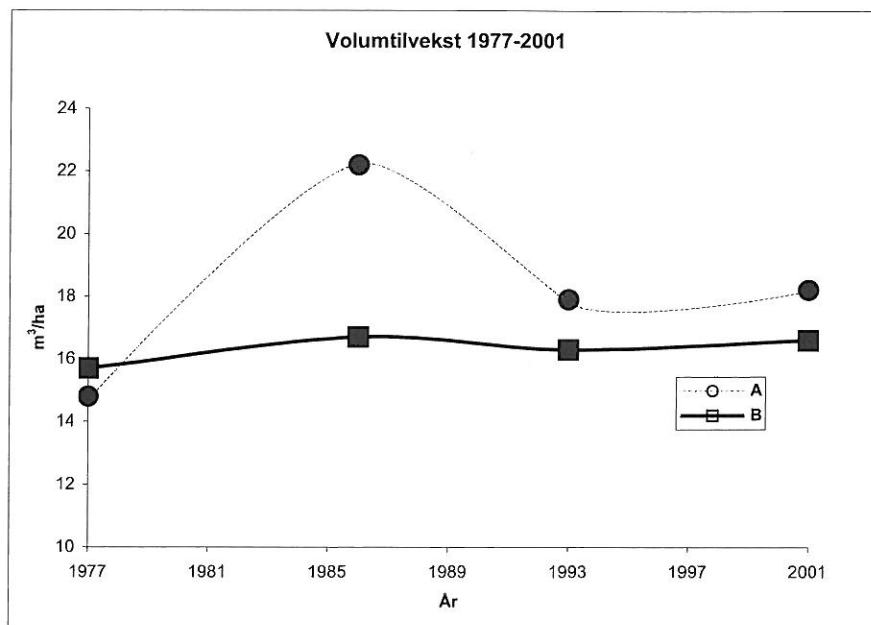


Fig. 3. Forløpet av volumtilvekst i de ulike tidsperioder, knyttet sammen med utjevninglinjer. Gjennomsnitt for to av leddene er vist hvorav A angir kontroll (utynnet) og E angir sterk tynning. Brysthøydealder er 17 år i 1977 og 40 år i 2001.

Tabell 6. Estimert stående volum (V3) om 20 år, basert på initialtilstand i 2001 og tilvekstfunksjoner.

Tynningsledd	V3 (m³/ha)	% av kontroll
A (kontroll)	953	100
B (fri, sen)	759	80
C (fri, tidlig)	770	81
D (fri, gradvis)	884	93
E (sterk)	760	80

Dimensjonsfordeling

Hvordan de ulike dimensjonene fordeler seg på volumet i 2001 er angitt i figur 4. Kurvene viser en klassisk normalfordeling, og hvor det fremgår at jo sterkere tynningen føres, jo mer bidrar det til å "presse" fordelingskurvene mot høyre og nedover i diagrammet.

Volumet er størst i kontrollen (A) for trær mellom 15 og 25 cm, for sterk tynning (E) mellom 23 og 33 cm. Fordelingskurvene for tynningsleddene B, C og D ligger relativt godt samlet.

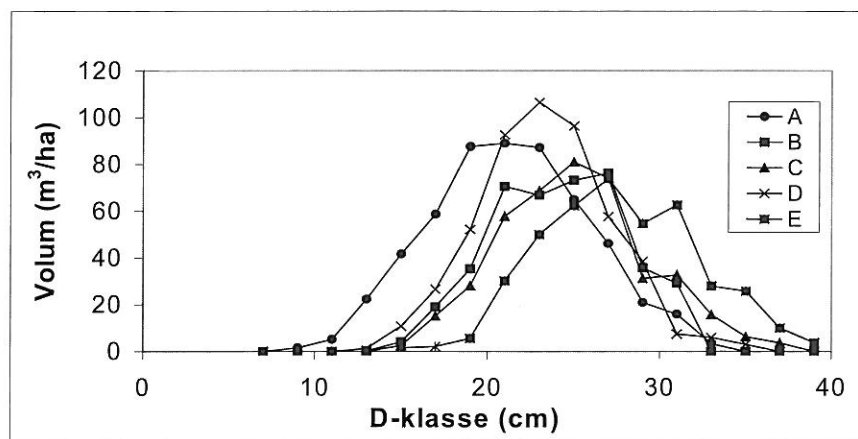


Fig. 4. Fordeling av diameterklasser (2 cm) på volum for de ulike behandlingene. A viser kontroll, B fri og sen tynning, C fri og tidlig tynning, D fri og gradvis tynning, mens E angir sterk tynning. Gjennomsnitt for tre ruter ved siste revisjon i 2001.

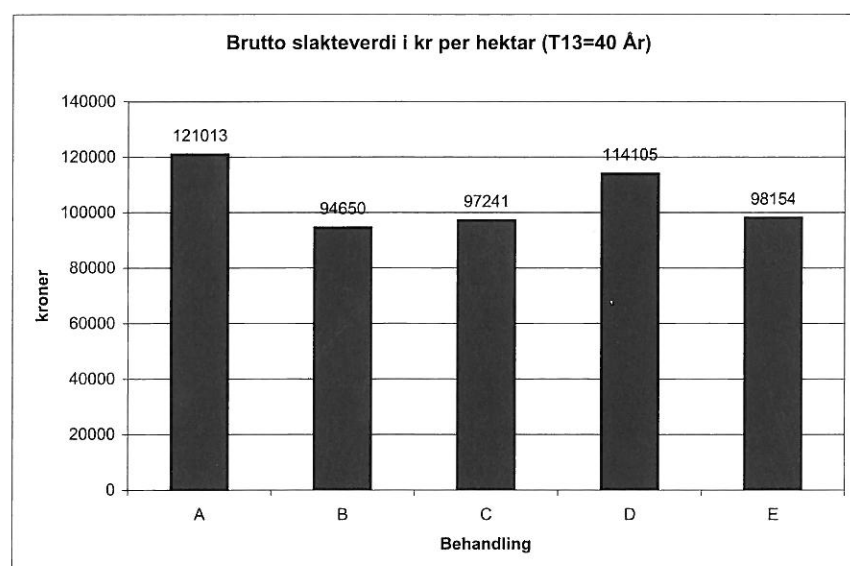


Fig. 5. Midlere bruttopris for de ulike behandlingene, angitt i Nkr/ha, ved en simulert hogst i 2001. Bruttoverdi beregnet etter Finstad (2002).

Bruttopris, driftskostnader og nettopris

Bruttopris ved en teoretisk slaktning (T13=40 år) og etter Finstad (2002) sin funksjon ble kalkulert (Fig. 5). Usikkerhet knyttet til bl.a. eventuell råteforekomst og fremtidige prisforhold gjør det mest hensiktsmessig å sammenligne nåverdi på dette utviklingsstadium.

Forskjellene var små og så vidt signifikant med 5%-nivå på testen (F-verdi: 3,91, $p=0,04$). Høyest verdi ble funnet i kontrollen (A) og fri gradvis tynning (D), lavest i fri og sen tynning (B). Forskjellene mellom leddene sterk tynning og kontroll er på 22 859 kr/ha. Et nært identisk mønster fremkom ved bruk av funksjon etter Lexerød og Gobakken (2002). Her var forskjellen mellom leddene sterk tynning og kontroll 24 138 kr/ha.

Driftskostnadene (hogst+kjøring) viste større forskjeller (F-verdi: 23,6, $p<0,01$). Høyeste driftskostnader var det for kontrollen med 49 274 kr/ha, lavest på sterk tynning 32 799 kr/ha (67 %). Nettoprisen varierte fra 71 739 kr/ha på kontrollen (A) til 59 410 kr/ha på fri, sen tynning (B). Sterk tynning ligger i en mellomstilling med en netto på kr. 65 354 (Fig. 6). Differansen mellom kontroll (A) og sterk tynning (E) utgjør 6 385 kr/ha. Dersom verdien av uttakene for behandlingene sterk tynning og kontroll skal bli det samme må nettoinntektene fra tynningen, inklusive renteffekten, tilsvare 6 385 kr. Det anses lite realistisk at en tidlig sterk tynning (E) helt vil kunne oppfylle kravet om å utjevne forskjellene. Derimot synes en fri, gradvis tynning – og hvor tilveksttapet er mindre, i sterkere grad å kunne utligne differansen (Tab. 7).

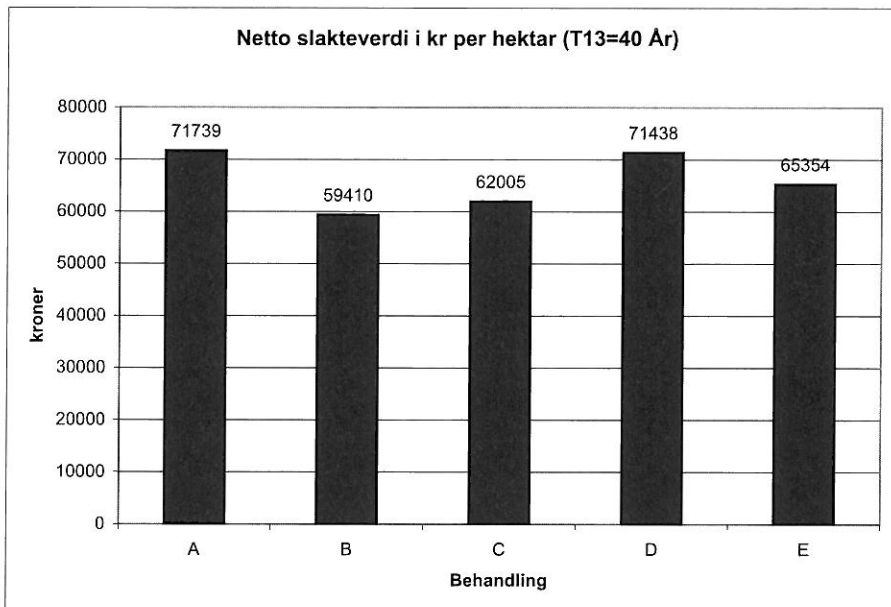


Fig. 6. Midlere nettopris for de ulike behandlingene, angitt i Nkr/ha, ved en simulert hogst i 2001.

Tabell 7. Estimerte kostnader ved ungsogpleie og tynning for tre tynningsledd.
Rentefaktoren er beregnet med 2,5 %. N2 er uttak i treantall, V2 er uttaket i volum per hektar.

LEDD A (kontroll)									
År	Rente- periode i år	N2	V2	Vol/tre	Kr/tre	Kr/m ³	Kr/ha	Rentef.	Verdi 2001
1974	27	553	12	0,022	-1		-553	1,95	-1078
1977	24	311	14	0,044					
1986	15	60	4	0,085					
1993	8	222	19	0,086					
2001	0	163	15	0,092					
Sum									-1078
LEDD D (fri, gradvis tynning)									
1974	27	482	12	0,025	-1		-482	1,95	-940
1977	24	881	41	0,047	-1		-881	1,81	-1595
1986	15	235	27	0,115		65	1755	1,45	2445
1993	8	0	0						
2001	0	0	0						
Sum									-90
LEDD E (sterk tynning)									
1974	27	583	12	0,021	-1		-389	1,95	-759
1977	24	1531	76	0,050	-1		-1531	1,81	-2771
1986	15	24	2	0,083				1,45	
1993	8	143	35	0,245		135	4725	1,22	5765
2001	0	0	0						
Sum									2235

For dimensjoner under 50 liter påløper det generelt en så høy kostnad for nedkapping og kjøring at dagens prisregime gir negativ driftsnetto. Her er kalkulert med en kostnad på kr. 1 per stamme for nedkapping. Når trestørrelsen øker til om lag 100 liter eller mer gir det etter hvert en brukbar driftsnetto for dimensjonen.

Etter at avstandsregulering og tynning er trukket inn i kalkylen blir nåverdi (kr/ha) for tynningsleddene A, D og E følgende:

- A) Kontroll: $71739 - 1078 = 70661,-$
 D) Fri, gradvis tynning: $71438 - 90 = 71348,-$
 E) Sterk tynning: $65354 + 2235 = 67589,-$

Det er ikke innført forskjeller i prissetting grunnet kvalitet annet enn det som ligger innbakt i funksjonene. Vi vet for eksempel ikke hvorvidt det kan påregnes mer sårrate, rotrate eller andre virkesfeil som en følge av tynningsinngrepene. Sluttrevisjoner vil kunne bringe klarhet i dette. Skader i forhold til vind- og snø har det så langt vært svært lite av i dette forsøket, men kan få større betydning i andre områder. Det er her ikke regnet med førstegangs tilskudd til tynning. Tilskudd vil

generelt styrke økonomien for tynningsleddene. Resultatet fra beregningen av nåverdi angir at tynningens økonomi både står i nært samband med tynningsresponsen, men også til prisflatene. Relativt små endringer i forutsetningene vil kunne føre til en annen konklusjon vedr. investeringens lønnsomhet. Generelt kan man hevde at de forskjellene som er funnet er av en slik størrelsesorden at det bør utvises varsomhet med å gi anbefalinger om hvorvidt tynning etter de foreskrevne program gir et sterkere eller svakere økonomisk resultat enn utynnet. Små endringer av pris- og kostnadsfunksjoner vil føre til en annen konklusjon. Det må også presiseres at andre forhold vil måtte vektlegges når en beslutning skal tas, for eksempel hvorvidt det er mulighet til at tynningsarbeidet kan utføres på en tilfredsstillende måte, sysselsetting på eiendommen og fremtidig foryngelsesform. I dette forsøket var utgangstettheten 2500 planter per ha eller en S% på 20. Med lavere utgangstetthet og svakere mark vil man kunne forvente at tynningseffektene blir mindre enn angitt fra dette forsøket.

Konklusjon

I denne rapporten er det forsøkt å trekke ut hovedresultater fra et tynningsforsøk med gran i Norlian, Vest-Agder, der fem ulike tynningsprogram er representert. Forsøket er fulgt i perioden 1974-2001, og ligger på svært høg bonitet;

1. Volum av stående trær synker med økende tynningsstyrke
2. Grunnflatemiddelstammens diameter øker med økende tynningsstyrke
3. Det kan forventes en reduksjon av periodisk tilvekst med økende tynningsstyrke
4. De tilvekstmodeller som vanlig benyttes i norske prognoser har gitt en meget god beskrivelse av utviklingen i feltet.
5. Dimensjon for de 600 groveste trærne per hektar er om lag 14% større i sterk tynning sammenlignet med i kontrollen. Forskjell i diametertilveksten er i samme størrelsesorden.
6. Ved et omløp på i overkant av 70 år kan man forvente at forskjell i stående volum ved sluttavvirkning mellom urørt kontroll og sterk tynning etter angitte program ligger på 20-25% i favør av urørt kontroll.
7. Bruttoverdien for tømmeret er størst for urørt kontroll, men lavere driftskostnader ved at uttaksdimensjonen øker med økende tynningsstyrke sammen med moderate, men tidligere inntekter fra tynningshogstene har i dette forsøket utjevnet forskjellene.
8. Så langt har forsøket i Norlian gitt en tynningsrespons i samme størrelsesorden som beskrevet fra andre tynningsforsøk med gran i Norge. Svært høg bonitet og prisflater med noe større premiering av grove dimensjoner bidrar til at lønnsomhetskalkylen i dette forsøket viser relativt små forskjeller mellom sterk tynning og urørt kontroll.
9. Resultatene antyder at man med ulike tynningsprogram kan oppnå et likartet økonomisk sluttresultat. Dette kan tolkes som et spillerom for fleksibilitet i skogbehandlingen.

Etterord

Jeg vil få takke Jørgen Skatter og Sigbjørn Øen med godt utført revisjonsarbeid og tilrettelegging av datasettet. Grunneier Rolf Breilid har velvillig stillet arealene til disposisjon. Bjørn Tveite, Kjell Andreassen, Øystein Dale og Petter Nilsen har lest igjennom manus og gitt god råd. Grunnlagsdata har vært fremskaffet fra prosjektet "Langsiktige feltforsøk" ved Skogforsk, finansiert av Landbruksdepartementet.

Litteratur

- Bauger, E. 1995. Funksjoner og tabeller for kubering av stående trær. Furu, gran og sitkagran på Vestlandet. Rapp. Skogforsk 16/95:1-26.
- Blingsmo, K.R. 1984. Diametertilvekstfunksjoner for bjørk-, furu,- og granbestand. Rapp. Nor. Inst. Skogforsk 7/84:1-22.
- Braastad, H. 1974. Diametertilvekstfunksjoner for gran. Medd. Nor. Inst. Skogforsk. 31:1-74.
- Braastad, H. & Eikeland, H. 1986a. Tynning i granskog. Forsøk 651 Svartelvmoen. Medd. Nor. Inst. Skogforsk 39: 41-65.
- Braastad, H. & Eikeland, H. 1986b. Tynningsforsøk i granskog. Forsøk 919, Majer, Ø. Toten. Rapp. Nor. Inst. Skogforsk 12/86:1-14.
- Braastad, H. & Tveite, B. 2000. Tynning i granbestand. Rapport fra skogforskningen 4/00:1-30.
- Braastad, H. & Tveite, B. 2001. Tynning i gran- og furubestand. Rapport fra skogforskningen 10/01:1-27.
- Dale, Ø., Kjøstelsen, L. & Aamodt, H. 1993. Mekaniserte lukkede hogster. Rapp. Skogforsk 20/93:1-23.
- Dale, Ø. & Stamm, J. 1994. Grunnlagsdata for kostnadsanalyse av alternative hogstformer. Rapp. Skogforsk 7/94:1-37.
- Eid, T. & L.O. Eriksson 1991. Noen norske og svenske tilvekst-, pris-, og kostnadsfunksjoners effekt på lønnsomheten av tynning. Rapp. Skogforsk 7/91:1-28.
- Finstad, K. 2002. Prisplatefunksjon for gran hvor virkesfeil inngår. Aktuelt fra skogforskningen 6/02:30-31.
- Lexerød, N. & Gobakken, T. 2002. Normerte prisfunksjoner for grantrær med og uten rotråte. Aktuelt fra skogforskningen 6/02:15-19.
- Orlund, A. 2001. Bonitering av plantet gran og sitkagran på Vestlandet. Rapport fra skogforskningen 2/01:1-17.
- SAS 1999. SAS institute. SAS online doc. Version 8, Cary NC, SAS institute inc.
- Øyen, B.-H. 2001. Langsiktige effekter etter tynning i plantefelt med sitkagran i Vest-Norge. Rapport fra skogforskningen 11/01:1-23.
- Øyen, B.-H. 2002. Bestandsutvikling og produksjon i utynnede plantefelt med gran på Vestlandet. Rapport 1/2002, Norges landbrukshøgskole:42-51. [ISBN 82-483-0013-7.]