

Tynning i gran- og furubestand

Effekt av tynning på volumproduksjon, middeldiameter og diameter av de 800 grøvste trær per ha



Helge Braastad og Bjørn Tveite

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 skogfag, 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 82-7169-988-1
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: Forsøk 922, Vardal. Ledd 8.1.B (en
tynning til 1100 trær per ha ved over-
høyde 8 meter). 8 år etter tynning.

Foto: Helge Braastad

Tynning i gran- og furubestand

Effekt av tynning på volumproduksjon, middeldiameter og diameter av de 800 grøvste trær per ha.

Helge Braastad og Bjørn Tveite



Forord

Denne rapporten er tredje del i prosjektet "Dimensjonsfordeling og bestandstilvekst i einsaldrå gran- og furuskog med serleg vekt på utynna eller svakt tynna skog". Prosjektet er et samarbeid mellom Norsk institutt for skogforskning og Skogbrukets Kursinstitutt. Det er finansiert av Utviklingsfondet for skogbruket, Landbruksdepartementet og Norges forskningsråd.

Prosjektet har som ett mål å rapportere resultater fra tynningsforsøk der utynna forsøksledd går inn i forsøksplanen. Et annet mål er å sammenligne tilvekstfunksjoner for bestand med Skogforsk's databank.

Hensikten med denne rapporten er å dokumentere noen data fra nyere tynningsforsøk.

Det blir lagt vekt på vise hvordan tynningsstyrken påvirker volumtilveksten i bestandet og diametertilveksten på de grøvste trær i bestandet.

Vi vil først og fremst takke alle ved Skogforsk som gjennom de siste 80 årene har bidratt ved anlegg og revisjoner av forsøkene. Dette arbeidet er en forutsetning for forskningsprosjekt innen skogskjøtsel.

Spesielt vil vi takke Jørgen Skatter som i de siste årene både har arbeidet i felt og ledet beregningsarbeidet av data fra Skogforsks forsøksfelter, og Stig Støtvig som har tilrettelagt den store databasen fra feltene og vært til stor hjelp ved bruken av denne.

Ås, desember 2001

Helge Braastad og Bjørn Tveite

Sammendrag

BRAASTAD, H. & TVEITE, B. 2001. Tynning i gran- og furubestand. Effekt av tynning på volumproduksjon, middeldiameter og diameter av de 800 grøvste trær per ha. Rapport fra skogforskningen 10/01:1-27.

I denne rapporten er resultater fra 19 tynningsforsøk i granbestand og 5 tynningsforsøk i furubestand analysert. Disse tynningsforsøkene som ble anlagt etter 1969 skiller seg fra tidligere forsøk ved at de er tynnet ved bestemte høyder og at de skal tynnes bare en til 3 ganger i omløpet. Videre er de tynnete rutene i storparten av forsøkene sammenlignet med kontrollruter som ved anlegg ble regulert til 2070 trær per ha. Forsøksperioden har vært ca 25 år. Ved sterk tynning vil MS% (et veid gjennomsnitt av tetthetsindeksen S%) ligge rundt 18 og ved svak tynning vil MS% ligge rundt 12 i løpet av forsøksperioden. Effekten av de ulike tynningsstyrkene kan generelt beskrives med reaksjonen på følgende fire parametre:

V3. Volumet av stående trær (V3) avtar med økende tynningsstyrke. På de sterkeste tynningene er V3 inntil 20 % lavere enn i kontrollen.

D800. Den aritmetiske middeldiameter av de 800 grøvste trærne per ha (D800) øker med økende tynningsstyrke. 25 år etter den første sterke tynningen er D800 sjelden mer enn 2-3 cm større enn D800 på kontrollen. Ved svake tynninger er økningen av D800 mindre enn 1 cm.

per.iV. Volumtilveksten i forsøksperioden (per.iV) avtar med økende tynningsstyrke. Ved svake tynninger der nesten bare døende og døde trær tas ut, avtar ikke volumtilveksten. Når større, friske trær som vokser godt tas ut, vil per.iV synke. I de sterkeste tynningene i denne serien er per.iV redusert med inntil 10 %.

Dg. Grunnflatemiddelstammens diameter (Dg) av alle trær etter tynning øker med økende tynningsstyrke. Dette er hovedsakelig en effekt av at de minste trærne tas ut ved tynning, ikke at gjenstående trær øker sin vekst. Størrelsen av økningen er også avhengig av tetthet og diameterfordeling i bestandet før tynning. Dg kan etter tynning øke mer enn 20 % i forhold til kontrollen.

De fleste av forsøkene som er analysert i denne rapporten er fra granbestand, men de analyserte furuforsøkene viser de samme reaksjonene etter tynning.

Nøkkelord: tynning, gran, furu, dimensjonsfordeling, produksjon.

Innhold

1. Innledning.....	5
2. Forsøksplan og materiale.....	5
2.1. Geografisk fordeling av forsøkene.....	6
3. Granforsøkene. Resultater.....	8
3.1. Naturlig avgang.....	8
3.1.1. Naturlig avgang i de tynnede rutene.....	9
3.1.2. Naturlig avgang i kontrollrutene.....	9
3.2. Detaljer fra noen av granforsøkene.....	10
3.2.1. Forsøk 919.....	10
3.2.2. Forsøk 922.....	10
3.2.3. Forsøk 924.....	11
3.2.4. Forsøk 926.....	12
3.2.5. Forsøk 929.....	12
3.2.6. Forsøk 984.....	13
3.2.7. Forsøk 985.....	14
3.3. Forsøkene gruppert etter forsøksledd	15
3.4. Sambandet mellom MS% og variablene Dg, D800, per.iV og V3	17
4. Furuforsøkene. Resultater	19
4.1. Naturlig avgang.....	19
4.1.1. Naturlig avgang i de tynnede rutene.....	19
4.1.2. Naturlig avgang i kontrollrutene	20
4.2. Detaljer fra noen av furuforsøkene.....	20
4.2.1. Forsøk 933.....	20
4.2.2. Forsøk 934.....	21
4.2.3. Forsøk 957.....	21
4.2.4. Forsøk 966.....	22
4.2.5. Forsøk 979.....	23
5. Forsøkene gruppert etter forsøksledd.....	24
6. Sambandet mellom MS% og variablene Dg, D800, per.iV og V3.....	25
7. Konklusjon.....	26
8. Symboler.....	27
9. Litteratur.....	27

1. Innledning

I rapporten analyseres resultatene fra tynningsforsøk i gran- og furubestand som ble anlagt i perioden 1969-1975. Disse forsøkene er tynnet 1, 2 eller 3 ganger i løpet av omløpstiden. Eldre forsøk ble gjerne tynnet hvert 3. til hvert 10. år. En annen forskjell er at kontrollen i de fleste av forsøkene ble regulert ned til 2070 trær per ha ved anlegg, men seinere ikke tynnet. I tidligere forsøk var kontrollen urørt og hadde varierende treantall. Treantallet etter den sterkeste tynningen i disse forsøkene er 820 trær per ha. Tidligere ble de sterkeste ledd i forsøkene ofte tynnet ned til 400 trær per ha og i kontrollene sto det i utgangspunktet ofte over 6000 trær per ha.

Formålet med denne rapporten er å vise hvordan varierende tetthet har påvirket grunnflatemiddelstammens diameter (Dg), den aritmetiske middeldiameter av de 800 grøvste trær per ha (D800), volumtilveksten i forsøksperioden (per.iV) og volum av stående trær (V3). Dette er variabler som er viktige når lønnsomheten av tynning skal analyseres. De fleste forsøkene har fortsatt et stykke igjen av normal omløpstid. Resultatene er derfor foreløpige.

2. Forsøksplan og materiale

Forsøksplanen for hoveddelen av forsøkene er gjengitt i tabell 1. Den viser at første tynning skulle utføres ved overhøydene henholdsvis 8, 12 og 16 meter. Ved disse høydene ble noen ledd tynnet direkte til 1100 henholdsvis 1600 trær per ha. Noen ledd ble tynnet bare en gang, mens andre ble tynnet to eller tre ganger. Ledd 8.1b betyr at det sto igjen 1100 trær per ha etter første tynning. Dette er den sterkeste tynningen i forsøksplanen. Forsøksledd 16.1b betyr at første tynning utføres ved overhøyde 16 meter og det settes da igjen 1100 trær per ha.

Tabell 1. Forsøksplanen.

Kontroll	Ved anlegg reduseres treantallet til 2070 trær per ha. Senere urørt
8.1a	1600 trær per ha etter første tynning ved Ho 8 meter. Bare en tynning
8.1b	1100 trær per ha etter første tynning ved Ho 8 meter. Bare en tynning
8.2	1600 trær etter første tynning ved Ho 8 meter, 1100 trær etter andre tynning ved Ho 12 meter
8.3	1600 trær etter første tynning ved Ho 8 meter, 1100 trær etter andre tynning ved Ho 12 meter, 820 trær etter tredje tynning ved Ho 16 meter
12.1a	1600 trær per ha etter første tynning ved Ho 12 meter. Bare en tynning
12.1 b	1100 trær per ha etter første tynning ved Ho 12 meter. Bare en tynning
12.2	1600 trær etter første tynning ved Ho 12 meter, 1100 trær etter andre tynning ved Ho 16 meter
12.3	1600 trær etter første tynning ved Ho 12 meter, 1100 trær etter andre tynning ved Ho 16 meter, 820 trær etter tredje tynning ved Ho 20 meter
16.1a	1600 trær per ha etter første tynning ved Ho 16 meter. Bare en tynning
16.1 b	1100 trær per ha etter første tynning ved Ho 16 meter. Bare en tynning
16.2a	1600 trær etter første tynning ved Ho 16 meter, 1100 trær etter andre tynning ved Ho 20 meter
16.2b	1100 trær etter første tynning ved Ho 16 meter, 820 trær etter andre tynning ved Ho 20 meter

Det var vanskelig å finne så store bestand at hele forsøksplanen kunne anlegges med gjentak fordi det krevde $13 \times 2 \times 0,175 \text{ ha} = 4,55 \text{ ha}$. Det ble derfor anlagt reduserte blokker. På hvert sted ble noen av forsøksleddene trukket ut. Det viste seg også vanskelig å finne bestand som tilfredsstilte kravene til areal, jammhet i bonitet og med overhøyde bare 8 meter. Det er derfor dessverre få ruter som er tynnet første gang ved Ho 8 meter.

I tillegg til hovedplanen er det i noen få av forsøkene også lagt ut helt urørte ruter som altså ikke er regulert ned til 2070 trær per ha.

2.1. Geografisk fordeling av forsøkene

Tabell 2 viser antall forsøk, antall ruter i hvert forsøk og hvor i landet forsøket ligger. Videre viser tabellen når forsøket ble anlagt og når det sist ble revidert. Forsøkets bonitet (H_{40}) ved siste revisjon og overhøyden (Ho) både ved anlegg og ved siste revisjon er også vist i tabellen.

Da forsøkene ble anlagt ble det lagt vekt på å supplere de eldre faste tynningsforsøk ved Skogforsk med forsøk fra områder der det fra før var få forsøk. Det ble derfor anlagt flere forsøk i Telemark og Agderfylkene. Men oversikten viser at mange av forsøkene i denne regionen har få ruter per forsøk fordi bestandene ofte er små. De representerer også de høyeste bonitetene. Tabell 2 viser at de fleste av granforsøkene er anlagt i bestand med bonitet bedre enn G20.

De største og jammeste forsøksområdene ble funnet i N-Trøndelag, der det i et bestand kunne anlegges 36 ruter og i et annet bestand 24 ruter. Forsøkene i N-Trøndelag og ett lite forsøk i Telemark representerer bonitet G17 og lavere. Furu-forsøkene, som bare er anlagt i Telemark og Hedmark, representerer bonitetene F11 til F18. Alle 5 furuforsøkene er anlagt i relativt store bestand, slik at det innen forsøk er mellom 12 og 23 ruter.

Tabell 3 viser hvor mange ruter som er anlagt etter hovedplanen av de forskjellige forsøksledd i gran. Tabell 4 viser den samme oversikten for furu.

I tillegg til forsøk etter hovedplanen er det tatt med tre små granforsøk fra Sørlandet der det bare er to ruter per forsøk. Den ene ruta er kontrollrute uten videre behandling etter anlegg, mens den andre ruta er tynnet en gang ved anlegg. Dette er forsøk 969 i Tvedestrand (1135 trær per ha etter tynning), forsøk 975 i Marnardal (1660 trær per ha etter tynning) og forsøk 976 i Marnardal (1680 trær etter tynning). Videre er forsøk 926 (gran) på Ø. Toten tatt med. Dette er et forsøk som var del av et felles europeisk tynningsforsøk (IUFRO) med prinsipielt samme plan som hovedplanen, men med noe ulik reduksjon av treantallet ved litt ulike overhøyder. Endelig er også resultat fra forsøk 929 (gran) i Lardal tatt med i kapittel 3.2 om enkeltforsøk. Forsøket er der beskrevet litt nærmere.

I tillegg er det for furu benyttet data fra forsøk 957 i Trysil. Dette er et ungskogpleieforsøk med samme forsøksplan som et granforsøk fra Gjøvik der resultatene er rapportert tidligere (Braastad & Tveite 2000b). Forsøket er nærmere beskrevet i kapittel 4.2.

Tabell 2. Tynningsforsøk i gran- og furubestand anlagt i perioden 1969-1975.

Nr	Antall ruter	Fylke	Herred	Hoh	Anlagt år	Sist revidert	H ₄₀ Siste revisjon	Ho	
								Anleggs-året	Siste revisjon
Forsøk i granbestand									
918	12	Akershus	Hurdal	420	1969	1995	20,7	12,2	23,6
919	7	Oppland	Ø. Toten	270	1969	1995	23,7	13,6	25,3
922	18	Oppland	Vardal	450	1971	1997	19,3	9,1	17,8
924	7	Østfold	Våler	40	1970	1999	21,5	9,4	23,9
925	5	Telemark	Nome	110	1971	1996	22,0	9,0	21,7
926	11	Oppland	Ø. Toten	340	1971	1996	24,1	7,2	18,9
967	4	Aust-Agder	Gjerstad	25	1973	1997	24,7	9,3	22,6
968	12	Aust-Agder	Froland	40	1973	1999	21,8	10,9	22,8
969	2	Aust-Agder	Tvedestrand	140	1973	1999	23,7	14,8	28,1
970	5	Aust-Agder	Birkenes	125	1973	1999	22,5	10,9	23,3
973	4	Aust-Agder	Lillesand	30	1973	1999	20,5	11,2	22,2
974	2	Telemark	Vinje	700	1973	1995	15,8	13,2	19,2
975	2	Vest-Agder	Marnardal	125	1973	1998	21,0	16,9	23,6
976	2	Vest-Agder	Marnardal	80	1973	1998	20,8	18,7	25,8
977	4	Aust-Agder	Moland	20	1974	1999	24,0	10,6	25,9
978	5	Aust-Agder	Bygland	270	1974	1994	22,4	12,2	23,0
984	36	N.-Trøndelag	Namdalseid	225	1975	1996	16,1	11,4	17,3
985	24	N.-Trøndelag	Namdalseid	140	1975	1994	15,8	11,2	17,2
Sum	162								

Forsøk i furubestand									
933	18	Hedmark	Elverum	280	1972	1996	18,0	11,8	20,1
934	21	Hedmark	Trysil	460	1972	1997	14,7	10,1	17,3
957	23	Hedmark	Trysil	580	1973	1996	13,0	7,7	14,3
966	15	Hedmark	Engerdal	700	1973	1994	11,8	8,1	13,1
979	12	Telemark	Bø	120	1974	1999	15,7	12,2	18,1
Sum	89								

Tabell 3. Tynningsprogrammene i granforsøkene.
Antall ruter i de enkelte ledd.

For- søk nr	Kon- troll	1.tynning ved 8 m				1.tynning ved 12 meter				1.tynning ved 16 meter			
		1a	1b	2	3	1a	1b	2	3	1a	1b	2a	2b
918	2					2	2	2	2		2		
919	2										2	2	
922	2	2	2		2	2	2		2	2	2		
924	2						2				2		
925	1			2				2					
967	1			1				1				1	
968	4						4				4		
970	1					1	1			1	1		
973	1					1				1	1		
974								1	1				
977	1					1		1				1	
978	1					1		1		1		1	
984	4					4	5	3	4	4	4	4	4
985	3					3	3	3	3	3	3		3
sum	25	2	2	3	2	15	19	14	12	12	21	9	7

Tabell 4. Tynningsprogrammene i furuforsøkene.
Antall ruter i de enkelte ledd.

For- søk nr	Kon- troll	1.tynning ved 8 m				1.tynning ved 12 meter				1.tynning ved 16 meter			
		1a	1b	2	3	1a	1b	2	3	1a	1b	2a	2b
933	3						3	3			3	3	
934	3		3	3			3	3			3	3	
966	3		3	3			3	3					
979	3						3		3				3
Sum	12		6	6			12	9	3		6	6	3

3. Granforsøkene. Resultater

3.1. Naturlig avgang

I noen forsøk er det store skader av snø og vind. Snøskadene har kommet før den planlagte tynningen og forstyrret tynningene. De største skadene er i forsøkene 918 i Akershus, 922 i Oppland og 967, 968, 970, 973 og 977 i Agderfylkene. På tynnede ruter er naturlig avgang tatt ut sammen med den aktive tynning ved 62 av totalt 370 revisjoner. Denne avgangen er holdt utenfor beregningene i neste kapittel 3.1.1.

3.1.1. Naturlig avgang i de tynnede rutene

- A. Naturlig avgang av treantallet i tilvekstperioden i prosent av antall stående trær ved periodens begynnelse, dividert på tilvekstperiodens lengde for det enkelte forsøk, er registrert for ca 400 tilvekstperioder, og er i middel 1,76 %. Holdes de observasjoner utenfor hvor skaden er større enn 4 % (kalamiteter), blir gjennomsnittet for de øvrige tilvekstperioder 0,76 %. Innen gruppen med årlig avgang mindre enn 4 % er det også en del snøskader, men avgangen skyldes i hovedsak selvtynning pga konkurranse. For ca ¼ av tilvekstperiodene er det ingen naturlig avgang, og for ca halvdel av periodene er avgangen mindre enn 0,5 % per år. For ca 50 av de 400 tilvekstperiodene er avgangen større enn 5 %.
- B. Den totale, naturlige avgangen av treantallet i hele forsøksperioden i prosent av treantallet ved anlegg er 13 %. Ved siste revisjon sto det i gjennomsnitt på de tynnede rutene 1052 trær per ha.
- C. Avgangen i volum i hele forsøksperioden, i prosent av totalproduksjonen, er i gjennomsnitt for alle tilvekstperioder og alle ruter som er tynnet 6 %. For de 128 rutene som er tynnet, er avgangen $\leq 3\%$ for 62 ruter, $\leq 5\%$ for 78 ruter, og $\leq 10\%$ for 101 ruter. For 27 ruter er den naturlige avgangen (V_2 i prosent av V_t) mellom 10 % og 24 %, i middel 15 %. I disse rutene er avgangen sterkt preget av snøskader.
- D. Diameteren på døde trær dividert med diameteren av stående trær før avgang (D_2/D_1), er 0,74. Avgangen rammer de minste trærne. Den maksimale verdien for D_2/D_1 er 1,29 og dette er vindfall i N-Trøndelag.
- E. Gjennomsnittlig volum per tre av døde trær er $0,121 \text{ m}^3$ per tre. Minimum er $0,012 \text{ m}^3$ per tre og maksimum er $0,437 \text{ m}^3$ per tre

3.1.2. Naturlig avgang i kontrollrutene

Ved anlegg ble alle rutene, både kontrollene og de som seinere skulle tynnes, regulert til 2070 trær per ha. Ved siste revisjon sto det 1370 trær per ha i gjennomsnitt for alle de 25 kontrollrutene i forsøk etter hovedplanen.

Av totalt 149 revisjoner fra kontrollrutene er det i 12 tilfeller ingen naturlig avgang.

- A. Naturlig avgang av treantallet i tilvekstperioden i prosent av antall stående trær ved periodens begynnelse, dividert på tilvekstperiodens lengde for det enkelte forsøk, er i middel 2,37 %.
- B. Den totale avgangen av treantallet i hele forsøksperioden i prosent av treantallet ved anlegg er 34 %.
- C. Avgangen i volum i hele forsøksperioden i prosent av totalproduksjonen er 11 %. For den ene halvdel av kontrollrutene med minst avgang er denne i middel 5 %. For den andre halvdel er avgangen i middel 17 %. I denne gruppen er forsøksrutene som ble sterkt rammet av snø- og vindskader i Akershus, på Sørlandet, og i N-Trøndelag.
- D. Diameteren av døde trær dividert med diameteren av stående trær før avgang er 0,64.
- E. Gjennomsnittlig volum per tre av døde trær er $0,078 \text{ m}^3$ per tre. Minimum er $0,029 \text{ m}^3$ per tre og maksimum er $0,390 \text{ m}^3$ per tre.

Vi diskuterer ikke resultatene nærmere. Øyen (2000) har i sin analyse av et stort materiale fra Skogforsk funnet noe lavere tall for naturlig avgang både i tynnede og utynnede bestand. Dette gjelder også når større kalamiteter holdes utenfor. Store deler av vårt materiale inngår i hans undersøkelse.

3.2. Detaljer fra noen av granforsøkene

I det følgende presenteres resultater fra forsøk som har unngått sterke snø- og vindskader og som har flere gjentak av hver behandling.

3.2.1. Forsøk 919

Her er det to blokker med 3 forsøksledd. Ved anlegg ble treantallet på alle rutene redusert til 2070 trær per ha (tabell 5). Forsøket er anlagt i 1969 da overhøyden (Ho) var 12 meter og er fulgt i 26 år. Første tynning ble utført ved Ho 16 meter i 1973, og siste revisjon ble utført i 1995 ved Ho 26 meter.

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 12,4 til 15,1. Dg øker med avtagende tetthet. D800 øker svakt med avtagende tetthet, per.iV er nesten lik i alle ledd og V3 synker svakt med avtagende tetthet.

Tabell 5. Forsøk 919. Østre Toten i Oppland.

Middeltall for 2 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
16.1b	15,1	23,3	25,1	985	25,9	27,0	535,0	618,7
	121 %	98 %	99 %	77 %	111 %	105 %	98 %	95 %
16.2a	14,1	23,0	25,0	1030	25,1	26,3	549,4	599,9
	113 %	97 %	98 %	81 %	108 %	103 %	100 %	92 %
kontroll	12,4	23,7	25,5	1275	23,3	25,7	547,7	651,4
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.2.2. Forsøk 922

Det er to blokker med 9 ledd. Betegnelsen U.S. i ledd 12.3 U.S. betyr at det ikke er lagt inn faste lunnestriper. MS% varierer mellom ledd fra 16,7 i kontrollen til 21,7 i ledd 8.3. Forsøket er fulgt i 25 år, fra Ho var ca 9 meter i 1971 til 1997 da Ho var ca 18 meter. I middel for forsøksledd varierer H₄₀ fra 18,2 til 20,7 og denne variasjonen svekker forsøket. Ved revisjonen i 1997 varierer Ho fra 18,5 meter til 21,2 meter (tabell 6).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 16,7 til 21,7. Den generelle trend er at når MS% øker, øker Dg og V3 avtar. Per.iV synker svakt og D800 øker litt.

Tabell 6. Forsøk 922. Gjøvik kommune i Oppland.
Middeltall for 2 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1a	18,4	19,3	19,8	1220	20,2	22,5	336,2	341,6
	110 %	94 %	95 %	103 %	95 %	96 %	86 %	90 %
12.1b	19,2	20,3	20,6	940	22,7	23,5	375,1	357,4
	115 %	98 %	98 %	79 %	107 %	100 %	96 %	94 %
12.3 U.S.	18,1	20,7	21,2	851	24,4	24,8	415,5	376,5
	109 %	100 %	101 %	72 %	115 %	105 %	106 %	99 %
16.1a	17,9	18,8	19,1	1280	18,7	20,7	311,4	302,9
	107 %	91 %	91 %	108 %	88 %	88 %	79 %	79 %
16.1b	18,8	18,2	18,5	1015	19,9	20,8	300,8	271,9
	112 %	88 %	89 %	86 %	93 %	89 %	77 %	71 %
8.1a	18,3	20,0	20,6	1060	21,8	23,3	378,3	374,9
	109 %	97 %	99 %	89 %	102 %	99 %	96 %	98 %
8.1b	21,5	19,8	20,3	925	22,2	22,7	319,7	327,7
	129 %	96 %	97 %	78 %	104 %	97 %	82 %	86 %
8.3	21,7	19,3	19,6	755	22,1	21,8	292,7	254,9
	130 %	93 %	94 %	64 %	104 %	93 %	75 %	67 %
kontroll	16,7	20,6	20,9	1185	21,3	23,5	392,2	381,3
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.2.3. Forsøk 924

Forsøket har 2 blokker med 3 ledd. Forsøket har vært fulgt i 28 år fra Ho var ca 9 m i 1970 til Ho var ca 23 m i 1999. Det er små forskjeller mellom ledd både for H₄₀ og Ho.

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 14,2 til 17,7. Dg har økt 17-25 % og D800 5-12 % i forhold til kontrollen. Den periodiske tilveksten (per.iV) er 2-4 % større enn på kontrollen, men V3 er 2-14 % lavere enn kontrollen (tabell 7). Reduksjonen er størst for ledd 16.1b, for her var uttaket i volum større enn på ledd 12.1b.

Tabell 7. Forsøk 924. Våler i Østfold.
Middeltall for 2 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	17,7	23,0	24,3	1015	23,2	24,2	501,0	505,7
	124 %	102 %	102 %	60 %	125 %	112 %	104 %	98 %
16.1b	16,6	22,4	23,4	1065	21,6	22,8	487,4	439,5
	117 %	99 %	99 %	63 %	117 %	105 %	102 %	86 %
kontroll	14,2	22,7	23,8	1695	18,5	21,6	479,8	513,5
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.2.4. Forsøk 926

Forsøket har 2 blokker med 5 ledd. Det er del av en europeisk forsøksserie og ble anlagt i 1971. Alle forsøksruter ble da regulert til 2500 trær per ha. Første oppmåling var i 1976 da overhøyden var ca 7 meter. Ved siste revisjon i 1996 var overhøyden ca 19 meter. Første tynning var i 1979. Forsøksperioden etter tynning er 17 år. Forsøksledd 1 er kontroll, ledd 2 tynnes til 1200, 900 og 700 trær per ha ved overhøydene 10, 12,5 og 15 meter, ledd 3 tynnes til 1200, 900 og 700 trær per ha ved overhøydene 10, 20 og 22,5 meter, mens ledd 4 og 5 simulerer uttak med lite mobile hogstmaskiner. H_{40} varierer mellom middeltall for ledd fra 22,4 til 23,5. I 1996 står det 1940 trær per ha på kontrollen, og henholdsvis 680, 1145, 1115 og 860 trær per ha på de andre leddene (tabell 8).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 15,9 til 21,5. Dg er større på alle tynnete ledd enn på kontrollen. D800 er mellom 1,4 og 3 cm større i tynnete ledd enn i kontrollen. Volumtilveksten i forsøksperioden (per.iV) er mellom 7 og 27 % lavere enn på kontrollen. Volum av stående trær (V3) varierer mellom 82 og 63 % av V3 i kontrollen.

Tabell 8. Forsøk 926. Østre Toten i Oppland.

Middeltall for 2 blokker.

Ledd	MS%	H_{40}	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
2	22,5	23,5	19,2	680	25,8	27,1	380,9	304,4
	141 %	102 %	101 %	35 %	136 %	112 %	86 %	63 %
3	21,1	23,1	18,9	1145	22,7	25,8	361,8	399,4
	132 %	101 %	100 %	59 %	119 %	107 %	82 %	82 %
4	21,0	22,4	18,6	1115	22,0	25,5	307,7	356,4
	132 %	98 %	98 %	57 %	116 %	106 %	69 %	74 %
5	20,8	23,5	19,0	860	23,9	25,8	390,8	324,0
	131 %	102 %	100 %	44 %	126 %	107 %	88 %	67 %
kontroll	15,9	23,0	18,9	1940	19,0	24,1	443,5	484,7
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.2.5. Forsøk 929

Forsøket ligger i Kviberglia i Lardal i Vestfold fylke. Det ligger 230 m.o.h og ble anlagt i 1971 med 16 ruter a` 1000 m². I 1971 ble rutene benyttet for å analysere forskjellige driftstekniske tynningsmetoder. 15 ruter ble tynnet ned til 1600 trær per ha, og en rute ble stående urørt (tabell 9). I 1976 ble det bestemt at 6 ruter ikke skulle tynnes flere ganger (ledd 1600), 6 ruter ble tynnet ned til 1100 trær per ha og er senere ikke tynnet (ledd 1100) og 3 ruter ble i 1983 tynnet ned til 800 trær per ha og er senere ikke tynnet (ledd 800). Siste revisjon var i 1998, 27 år etter forsøksstart og 22 år etter tynning i 1976. Forsøkets svakhet er at det bare er en urørt rute. Denne ruten har betydelig lavere bonitet enn de andre rutene, og det er også stor variasjon i bonitet mellom de andre ledd.

Tabell 9. Forsøk 929. Lardal i Vestfold.

Middeltall for forsøksledd.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
1600	12,9	22,1	25,3	1068	24,1	24,8	470,7	546,9
	117 %	114 %	114 %	68 %	127 %	113 %	132 %	130 %
1100	15,5	20,5	23,8	825	24,7	23,3	367,0	416,4
	141 %	106 %	107 %	53 %	130 %	106 %	103 %	99 %
800	13,9	21,9	25,2	770	27,1	25,2	445,8	490,1
	126 %	113 %	114 %	49 %	143 %	115 %	125 %	117 %
urørt	11,0	19,4	22,2	1570	19,0	22,0	356,8	420,5
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.2.6. Forsøk 984

Forsøket består av 4 blokker med 9 ledd. Det ble anlagt i 1975 da Ho var ca 11 meter og sist revidert i 1996 da Ho var ca 17 meter. Forsøksperioden er 22 år. H₄₀ varierer mellom middeltall for ledd fra 15,4 til 16,2. I 1996 står det 1750 trær per ha på kontrollen, og i middel 1188 trær per ha på tynnede ledd (tabell 10).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 16,3 til 20,5. Dg er større på alle tynnede ledd enn på kontrollen. D800 på tynnede ledd er bare større enn i kontrollen når H₄₀ er høyere enn i kontrollen. Volumtilveksten i forsøksperioden (per.iV) er mellom 93 og 112 % av per.iV i kontrollen og V3 varierer mellom 108 og 75 % av V3 i kontrollen.

Tabell 10. Forsøk 984. Namdalseid i N-Trøndelag.
Middeltall for 4 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1a	18,2	15,4	16,7	1475	17,3	19,7	192,0	259,5
	111 %	99 %	100 %	84 %	106 %	99 %	95 %	93 %
12.1b	20,4	16,3	17,8	1095	19,7	21,1	193,9	260,4
	125 %	105 %	106 %	63 %	120 %	106 %	96 %	94 %
12.2	18,3	15,8	17,2	996	19,0	19,8	199,6	219,7
	112 %	102 %	102 %	57 %	116 %	99 %	99 %	79 %
12.3	18,7	16,1	17,4	1100	19,2	20,5	206,7	240,6
	114 %	104 %	104 %	63 %	117 %	103 %	102 %	87 %
16.1a	16,6	15,4	16,9	1340	17,4	19,7	200,7	244,2
	102 %	100 %	101 %	77 %	106 %	98 %	99 %	88 %
16.1b	16,8	15,9	17,5	982	18,9	19,8	195,2	208,2
	103 %	103 %	104 %	56 %	115 %	99 %	96 %	75 %
16.2a	16,4	16,0	17,6	1432	18,7	21,2	226,2	299,7
	100 %	104 %	105 %	82 %	114 %	106 %	112 %	108 %
16.2b	16,9	15,8	17,2	1060	19,3	20,5	205,4	236,3
	104 %	102 %	103 %	61 %	118 %	102 %	101 %	85 %
kontroll	16,3	15,5	16,8	1750	16,4	20,0	202,5	278,0
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.2.7. Forsøk 985

Forsøket består av 3 blokker med 8 ledd. Det ble anlagt i 1975 da Ho var ca 11 meter og sist revidert i 1994 da Ho var ca 17 meter. Forsøksperioden er 20 år. H₄₀ varierer mellom middeltall for ledd fra 15,1 til 16,2. I 1994 står det 1963 trær per ha på kontrollen, og i middel 1169 trær per ha på tynnede ledd (tabell 11).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 16,2 til 21,3. De ledd som er tynnet første gang ved Ho lik 16 meter har nesten samme MS% som kontrollen. Dg er større i alle tynnede ledd enn i kontrollen. D800 på tynnede ledd er bare større enn i kontrollen når H₄₀ er høyere enn i kontrollen. Volumtilveksten i forsøksperioden (per.iV) er mellom 86 og 107 % av per.iV i kontrollen og V3 varierer mellom 103 og 75 % av V3 i kontrollen.

Tabell 11. Forsøk 985. Namdalseid i N-Trøndelag.

Middeltall for 3 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1a	17,7	16,2	17,5	1546	16,2	18,6	187,6	248,2
	106 %	107 %	108 %	79 %	111 %	104 %	102 %	103 %
12.1b	21,3	16,1	17,3	1009	17,6	18,5	157,9	184,7
	127 %	106 %	106 %	51 %	120 %	103 %	86 %	77 %
12.2	19,2	15,5	16,8	1063	16,9	17,9	157,9	181,0
	115 %	103 %	103 %	54 %	115 %	100 %	86 %	75 %
12.3	18,1	16,8	18,0	1071	18,2	19,2	196,6	226,3
	108 %	111 %	110 %	55 %	125 %	107 %	107 %	94 %
16.1a	16,2	16,1	17,4	1434	15,9	18,0	187,0	219,8
	97 %	107 %	107 %	73 %	109 %	100 %	102 %	91 %
16.1b	17,3	15,3	17,0	1012	17,3	18,1	174,5	185,5
	103 %	101 %	104 %	52 %	118 %	10 %	95 %	77 %
16.2b	16,7	16,0	17,5	1050	17,2	18,1	170,6	184,9
	100 %	106 %	119 %	54 %	117 %	101 %	93 %	77 %
kontroll	16,7	15,1	16,3	1962	14,6	17,9	183,3	240,3
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

3.3. Forsøkene gruppert etter forsøksledd

I det følgende er fire grupper av forsøksledd sammenlignet med kontrollene i de samme forsøksfeltene. Vi har tatt med alle forsøksfelt og forsøksruter uansett skadenivå. Materialet er først delt i to geografiske grupper, Sør- og Østlandet i en gruppe og N-Trøndelag i en annen gruppe. Sammenligningene er gjort for ledd som er tynnet første gang ved 8 eller 12 meter. Alle ledd som er tynnet ved 8 meter utgjør en gruppe (8.123ab- ikke i Trøndelag). Videre er ledd 12.2 og 12.3 slått sammen (12.23). Ledd 12.1b og 12.1a er de to siste gruppene. Resultatene er gitt i tabell 12 og 13.

Tabell 12. Grupper av forsøksledd sammenlignet med kontrollruter. Gran. Sør- og Østlandet.

Ledd	Antall ruter	T13	H ₄₀	Ho	N3	MS%	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	11	42.7	22.2	23.2	889	18.1	24.7	24.6	420.0	434.7
Kontroll	11	43.3	21.9	23.0	1145	16.0	22.0	23.6	401.0	423.9
Differanse					-257	2.0	2.8	1.0	19.1	10.9
% av kontroll					78%	113%	113%	104%	105%	103%
12.23	11	42.5	22.5	23.2	847	17.6	25.4	25.2	434.8	434.7
Kontroll	8	41.8	22.2	22.7	1185	15.7	22.3	24.2	439.4	455.4
Differanse					-338	1.9	3.1	1.1	-4.6	-20.7
% av kontroll					71%	112%	114%	104%	99%	95%
12.1a	8	43.5	21.3	22.5	1158	16.7	22.7	24.4	419.9	461.6
Kontroll	8	43.1	22.3	23.3	1139	15.2	22.7	24.6	430.1	461.2
Differanse					19	1.5	0.0	-0.1	-10.3	0.4
% av kontroll					102%	109%	100%	99%	100%	97%
8.123ab	9	40.2	20.7	20.7	896	20.2	22.4	22.8	347.2	331.4
Kontroll	4	39.0	21.6	21.1	1229	16.4	20.5	22.7	397.6	379.1
Differanse					-334	3.8	1.9	0.1	-50.4	-47.7
% av kontroll					73%	123%	109%	101%	87%	87%

Tabell 13. Grupper av forsøksledd sammenlignet med kontrollruter. Gran. N-Trøndelag.

Ledd	Antall ruter	T13	H ₄₀	Ho	N3	MS%	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	8	45.4	16.2	17.6	1063	20.7	18.9	20.1	180.4	232.0
Kontroll	7	44.9	15.3	16.6	1841	16.5	15.6	19.1	194.3	261.9
Differanse					-779	4.2	3.3	1.0	-13.9	-29.9
% av kontroll					58%	125%	121%	105%	93%	89%
12.23	13	45.0	16.1	17.3	1061	18.6	18.4	19.5	191.5	218.7
Kontroll	7	44.9	15.3	16.6	1841	16.5	15.6	19.1	194.3	261.9
Differanse					-780	2.1	2.7	0.3	-2.8	-43.1
% av kontroll					58%	113%	118%	102%	99%	84%
12.1a	7	45.3	15.7	17.1	1506	18.0	16.9	19.2	190.2	254.6
Kontroll	7	44.9	15.3	16.6	1841	16.5	15.6	19.1	194.3	261.9
Differanse					-336	1.4	1.2	0.1	-4.1	-7.2
% av kontroll					82%	109%	108%	101%	98%	97%

Kontrollene i tabell 12 og 13 viser den store naturlige avgangen i kontrollene for Sør-Østlandet i motsetning til for N-Trøndelag. Det er derfor små forskjeller i MS% mellom kontroll og forsøksledd i sør. Dette er særlig tydelig for sammenligning med ledd 12.1b der treantallet ble direkte redusert til 1100 trær per ha ved overhøyde 12 meter. MS% er i middel 18.1 for 12.1b (11 ruter), mens MS% for kontroll (11 ruter) er så høy som 16.0. Ved naturlig avgang uten kalamiteter burde MS% vært i nærheten av 12 for kontroll. Både tabell 12 og 13 viser ellers at forskjeller i tetthet (MS%) samsvarer med tynningsstyrken. Den svakeste tynningen er i ledd 12.1a der det ble satt igjen 1600 trær per ha ved overhøyde 12 meter. I begge geografiske grupper er gjennomsnittlig MS% bare 1.4-1.5 %-enheter større enn for kontroll.

Tabell 12 og 13 viser følgende resultater:

- Grunnflatemiddelstammens diameter (D_g) er større på rutene som er tynnet enn på kontrollrutene.
- Diameteren av de 800 grøvste trærne per ha (D_{800}) er noe større for tynnede ruter enn for kontrollruter.
- Volumtilveksten i forsøksperioden ($per.iV$) er gjennomgående noe lavere i ruter som er tynnet enn i kontrollrutene. Forskjellen øker i N-Trøndelag stort sett med økende tynningsstyrke. For Sør-Østlandet er bildet uklart, særlig pga ledd 12.1b.
- Volum av stående trær (V_3) avtar med økende tynningsstyrke i N-Trøndelag. For Sør-Østlandet er bildet mer uklart, igjen pga ledd 12.1b.

3.4. Sambandet mellom $MS\%$ og variablene D_g , D_{800} , $per.iV$ og V_3

$MS\%$ er et veid gjennomsnitt av $S\%$ i forsøksperioden. Dvs. gjennomsnittet av gjennomsnittlig $S\%$ i de ulike tilvekstperiodene, veid med tilvekstperiodenes lengde. Denne variabelen $MS\%$ brukes for å kunne beskrive den reelle gjennomsnittlige tettheten gjennom hele forsøksperioden. $MS\%$ vil øke både med økende naturlig avgang og med økende tynningsstyrke.

Mange av forsøkene på Sør- og Østlandet har blitt sterkt skadet av snø og vind. De opprinnelige forsøksleddene er derfor ofte forstyrret. Sammenligningene i kapittel 3.3 er preget av dette. Vi har derfor forsøkt å finne mer generelle trender uavhengig av opprinnelig forsøksplan. Hver forsøksrute er brukt som en observasjon i regresjonsfunksjoner der $MS\%$ er brukt som mål på reell tetthet ("tynningsstyrke") i forsøksperioden. 162 observasjoner inngår, dvs det totale antall forsøksruter gitt i tabell 2. Det er først beregnet enkle regresjoner for å beskrive hvordan variablene D_g , D_{800} , V_3 og $per.iV$ forandres når tynningsstyrken endres. I regresjonene er variablene overhøyde (H_0) og bonitet (H_{40}) ved slutten av forsøksperioden og gjennomsnittlig tetthet ($MS\%$) i forsøksperioden brukt som forklaringsvariabler. Seks ruter har mindre enn 800 trær per ha ved siste revisjon. Analysen for D_{800} har derfor bare 156 observasjoner. Forsøksperioden varierer fra 20 til 28 år, men har ingen klar effekt på de generelle trendene. Funksjonene har gyldighet bare for dette materialet. Svakheten er at de fleste forsøkene fra Østlandet og Sørlandet representerer boniteter bedre enn $H_{40}=20$, og at bare de to forsøkene fra Nord-Trøndelag representerer H_{40} ca 16. Videre hadde det vært bedre om feltene hadde vært noen år eldre.

De funksjonene som er beregnet er gitt i tabell 14.

Tabell 14. Regresjonsfunksjoner uten samspill mellom MS% og H_{40} . Gran.

	Dg = f(MS%,Ho)		D800 = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)		V3 = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)		per.iV = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)	
	Koeffi-sienter	P-verdi	Koeffi-sienter	P-verdi	Koeffi-sienter	P-verdi	Koeffi-sienter	P-verdi
Konstantledd	-15,423		1,548		-42,384		-300,22	
MS%	0,736	<0,001	0,200	0,002	-15,686	<0,001	-5,090	0,003
H ₄₀			0,447	<0,001	15,729	<0,001	25,706	<0,001
Ho	1,161	<0,001	0,426	<0,001	17,764	<0,001	10,344	<0,001
R ²	0,813		0,745		0,854		0,884	

Koeffisientene for variabelen MS% viser at økende MS% øker Dg og D800, mens per.iV og V3 minker. Funksjonene har ingen variabler for å fange opp eventuelle samspill mellom f.eks MS% og bonitet (H_{40}). Effekten av varierende tetthet (MS%) er derfor uavhengig av overhøyde og bonitet. En økning av MS% på en %-enhet vil i følge tabell 14 øke Dg med 0,736 cm og D800 med 0,200 cm og minske V3 og per.iV med henholdsvis 15,686 m³ og 5,09 m³ per ha.

Vi forutsetter et tynningsprogram med en gjennomsnittlig tetthet tilsvarende MS% 18 (sterk tynning) og et bestand uten tynning med MS% 12. I løpet av en periode på ca 25 år skulle da Dg og D800 være henholdsvis ca 4,5 cm og 1,2 cm større for det tynnede bestandet. Volumtilveksten i perioden skulle tilsvarende være ca 30 m³ per ha mindre for det tynnede bestandet, og stående volum ved slutten av perioden ca 95 m³ per ha mindre.

Det er også kjørt regresjonsmodeller der samspillet mellom MS% og H_{40} er med som variabel sammen med MS%, Ho og H_{40} (tabell 15). Samspillet er positivt for Dg og D800, og gir en signifikant forbedring av modellen. For V3 og per.iV er samspillet negativt uten å gi noen signifikant forbedring. Vi har likevel valgt å beholde samspill-leddet i alle funksjonene.

Tabell 15. Regresjonsfunksjoner med samspill mellom MS% og H_{40} . Gran.

	Dg = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)		D800 = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)		V3 = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)		per.iV = f(MS%,H ₄₀ ,Ho)	
	Koeffi-sienter	P-verdi	Koeffi-sienter	P-verdi	Koeffi-sienter	P-verdi	Koeffi-sienter	P-verdi
Konstantledd	13,672		27,032		-384,66		-690,83	
MS%	-0,956	0,009	-1,296	<0,001	4,194	0,740	17,60	0,097
H ₄₀	-1,535	<0,001	-0,906	0,007	33,37	0,004	45,84	<0,001
Ho	1,287	<0,001	0,535	<0,001	16,60	<0,001	9,01	<0,001
MS%*H ₄₀	0,082	<0,001	0,073	<0,001	-0,960	0,113	-1,096	0,031
R ²	0,837		0,771		0,856		0,887	

Effekten av H_{40} sammen med varierende tetthet er beregnet for H_{40} = 17, 20 og 23 og MS% = 12 og 18. Overhøyden har ingen betydning i beregning av forskjellen mellom de to tetthetene. I beregningen av absolutte verdier for de avhengige variablene er det for de tre bonitetsalternativene brukt overhøyder på henholdsvis 18, 21 og 24 meter. Dette er verdier nær midlere overhøyder i materialet for de respektive bonitetene. Resultatet er gitt i tabell 16.

Tabell 16. Funksjonsverdier for kombinasjoner av MS%, H_{40} og H_0 .

H_{40}	H_0	MS%	Dg	D800	V3	per.iV
17	18	18	18,6	20,3	263	232
		12	16,0	20,6	336	238
Differanse			2,6	-0,3	-73	-6
% av MS%12			116%	99%	78%	97%
20	21	18	22,3	23,2	361	338
		12	18,2	22,2	451	364
Differanse			4,1	1,0	-90	-26
% av MS%12			123%	105%	80%	93%
23	24	18	26,1	26,0	459	443
		12	20,5	23,7	567	489
Differanse			5,6	2,3	-108	-91
% av MS%12			127%	110%	81%	91%

Disse beregningene gir for $H_{40}=23$ en økning av Dg og D800 på henholdsvis 5,6 og 2,3 cm for tynnet i forhold til utynnet. For $H_{40}=17$ er økningen av Dg 2,6 cm, mens effekten på D800 så vidt er negativ eller i praksis null. V3 for tynning er ca 80% av utynnet, mens per.iV er fra 91% til 97% av utynnet, med økende tilveksttap med økende bonitet.

4. Furuforsøkene. Resultater

4.1. Naturlig avgang

4.1.1 Naturlig avgang i de tynnede rutene

Det er ikke registrert store snøskader eller vindskader i noen av furuforsøkene i perioden.

Forskjellen i naturlig avgang på grunn av slike skader mellom gran- og furufeltene i denne rapporten viser ikke forskjell i skadetoleranse mellom gran og furu, men skyldes at det i forsøksperioden nesten ikke var snøskader i indre Telemark og i de deler av Hedmark der furuforsøkene ligger.

På de tynnede rutene er naturlig avgang tatt ut sammen med den aktive tynning ved 109 av totalt 319 revisjoner. Denne avgangen er ikke tatt med i resultatene nedenfor. Naturlig avgang er registrert ved 59 revisjoner. Ved disse revisjonene er diameteren av døde trær dividert med diameteren for stående trær før avgang (D_2/D_1) i middel 0,77 og maksimum 1,19. De største D_2/D_1 forholdene er på forsøk 979 i Telemark, der det har vært noe snøskader.

I gjennomsnitt for alle tynnede ruter er den naturlige avgangen 1,2 % av totalproduksjonen (Vt) og 4 % av de 2070 trær per ha som sto etter 1. revisjon. Ved siste revisjon sto det i gjennomsnitt 1164 trær per ha på de tynnede rutene. Volum per tre for alle døde trær på de tynnede rutene er i gjennomsnitt 0,065 m³ per tre (minimum = 0,016 m³ per tre og maksimum = 0,273 m³ per tre).

4.1.2 Naturlig avgang i kontrollrutene

Ved 112 revisjoner er det i 23 tilfeller ingen naturlig avgang på kontrollrutene og de urørte rutene. I gjennomsnitt for alle kontrollrutene er den naturlige avgangen 3,2 % av totalproduksjonen (Vt) og 10 % av de 2070 trær per ha som sto etter 1. revisjon. Ved siste revisjon sto det i gjennomsnitt for alle kontrollrutene 1874 trær per ha. For de 89 revisjonene der det er naturlig avgang er D_2/D_1 i middel 0,68.

4.2. Detaljer fra noen av furuforsøkene

4.2.1. Forsøk 933

Forsøket har tre gjentak av 6 forsøksledd. I tillegg til leddet kontroll (regulering til 2070 trær per ha ved anlegg) har dette forsøket også ei helt urørt rute i hver blokk som vanlig forsøksledd. Middeltallet for kontrollrutene er grunnlag for de relative tallene i tabell 17. Forsøket er fulgt i en periode på 24 år, fra Ho var ca 12 meter til Ho var ca 20 meter. I middel for forsøksledd varierer H_{40} fra 17,7 for urørt til 19,1 for ledd 16.2a, som skiller seg noe ut fra de andre leddene. Ingen av leddene har lavere H_{40} enn urørt. Ved revisjonen i 1996 varierte overhøyden (Ho) lite mellom ledd unntatt ledd 16.1b og 16.2a der Ho var ca 1 meter større enn for de andre leddene (tabell 17).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 12,9 i kontrollen til 19,7 i ledd 12.1b. (tabell 14). Dg er 14,2 cm i urørt og 19,6 cm i ledd 16.1b. D800 er henholdsvis 1,0 - 1,4 - 1,4 - 1,2 og 0,6 cm større i tynnede ledd (og kontroll) enn i urørt. Den periodiske tilveksten (per.iV) avtar med økende MS% unntatt for ledd 16.1b, der H_{40} er høyere enn for de andre leddene. Volum av stående trær (V3) er lavere for alle tynnede ledd enn for kontroll og urørt.

Tabell 17. Forsøk 933. Furu. Elverum i Hedmark.
Middeltall for 3 blokker.

	MS%	H_{40}	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	19,7	18,1	19,6	1075	19,1	20,2	221,6	273,7
	138 %	101 %	98 %	56 %	117 %	102 %	87 %	78 %
12.2	17,0	18,4	20,1	1109	19,2	20,6	249,1	294,5
	120 %	102 %	101 %	58 %	118 %	104 %	98 %	84 %
16.1b	16,2	18,0	20,7	1034	19,6	20,6	248,1	286,4
	115 %	100 %	104 %	54 %	120 %	104 %	97 %	81 %
16.2a	15,3	19,1	20,8	1096	19,2	20,4	284,2	295,8
	108 %	106 %	105 %	57 %	118 %	103 %	111 %	84 %
kontroll	14,2	18,0	19,9	1917	16,3	19,8	255,1	352,5
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
urørt	11,6	17,7	19,5	2546	14,2	19,2	256,4	337,6
	82 %	98 %	98 %	133 %	87 %	97 %	101 %	96 %

4.2.2. Forsøk 934

Her er det 3 gjentak av 7 forsøksledd. Forsøket er fulgt i 25 år, fra Ho var ca 10 meter til Ho var ca 17 meter i 1997. I middel for forsøksledd varierer H_{40} fra 14,8 på kontrollen til 15,4 på ledd 8.2. Ingen av leddene har lavere H_{40} enn kontrollen. Ved revisjonen i 1997 varierte Ho mellom ledd fra 17,0 til 17,6 meter (tabell 18).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 16,2 til 22,1. Dg er 3,4 cm eller 23 % større i ledd 8.1b enn i kontrollene. Ledd 8.1b har den største verdi for MS%, dvs laveste treantall. D800 i 8.1b og 8.2 er henholdsvis 0,6 og 0,7 cm større enn i kontrollen. Det er små forskjeller i den periodiske tilveksten (per.iV), unntatt for ledd 16.2a, som ble tynnet første gang i 1992 ved Ho 16 meter, dvs bare 5 år før siste revisjon. Ledd 16.2a har MS% lik 17,1 og MS% for kontrollen er 16,2. Volum av stående trær (V3) er lavere i alle tynnete ledd unntatt ledd 16.2a som har hatt høye verdier for per.iV.

Tabell 18. Forsøk 934. Furu. Trysil i Hedmark.

Middeltall for 3 blokker.

Ledd	MS%	H_{40}	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	20,5	15,2	17,5	1079	17,6	18,8	170,9	205,8
	103 %	103 %	101 %	60 %	119 %	101 %	101 %	88 %
12.2	18,4	15,1	17,2	1071	17,0	18,3	169,7	190,1
	114 %	102 %	100 %	59 %	116 %	98 %	100 %	81 %
16.1b	17,0	14,9	17,2	1242	16,7	18,5	175,4	208,1
	105 %	101 %	99 %	69 %	113 %	99 %	103 %	89 %
16.2a	17,1	14,8	17,0	1517	15,8	18,2	187,2	234,6
	106 %	100 %	98 %	84 %	107 %	98 %	110 %	100 %
8.1b	22,1	15,0	17,5	1084	18,1	19,2	174,1	220,9
	137 %	102 %	101 %	61 %	123 %	103 %	103 %	94 %
8.2	21,0	15,4	17,6	1079	17,9	19,3	168,7	214,8
	130 %	105 %	102 %	60 %	121 %	104 %	99 %	91 %
kontroll	16,2	14,8	17,3	1804	14,7	18,6	169,5	235,1
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

4.2.3. Forsøk 957

Forsøk 957 har 4 forsøksledd fordelt på 5 blokker. Utenom blokkforsøket er det 3 urørte tilleggstruer. Forsøket ble anlagt i 1973 og siste revisjon var i 1996, etter en forsøksperiode på 23 år. Dette forsøket er tilnærmet en sein ungsogpleie eller en meget tidlig tynning, og det virke som ble felt, ble ikke drevet fram. Treantallet ble redusert til henholdsvis 813, 1113 og 1600 per ha ved ett inngrep da Ho var 7,7 meter. Forsøksplanen for leddet kontroll var reduksjon av treantallet til 2070 trær per ha som i et tilsvarende forsøk i gran (Braastad & Tveite 2000b). Flere av kontrollrutene hadde i utgangspunktet lavere treantall, slik at det i middel for forsøksledd kontroll bare var 1703 trær per ha etter anlegg og altså ubetydelig flere

trær enn i forsøksledd 1600. De urørte tilleggsrutene hadde fra 1225 til 3288 trær per ha og er holdt utenfor resultatene som er gitt i tabell 19.

Det er store forskjeller i treantall og MS% mellom behandlingsleddene 1600, 113 og 813, mens MS% for kontroll og ledd 1600 er like. Forskjellen i bonitet (H_{40}) og overhøyde (Ho) mellom ledd er liten. Tabell 19 viser at Dg øker med avtagende tetthet. Forskjellen mellom kontroll og ledd 813 er 4,4 cm i 1996. Derimot er forskjellen på diameteren av de 800 grøvste trærne per ha (D800) mellom de samme leddene bare 0,7 cm. Den periodiske tilveksten (per.iV) avtar med avtagende tetthet. For ledd 813 er per.iV 87 % og for ledd 1113 er den 95 % i forhold til kontrollen. Volum av stående trær (V3) avtar med avtagende treantall. For ledd 813 er V3 86 % av V3 for kontrollen.

Tabell 19. Forsøk 957. Furu. Trysil i Hedmark.

Middeltall for 3 blokker.

Ledd	MS%	H_{40}	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
1600	23,4	13,9	14,8	1508	15,5	18,3	161,6	193,2
	100%	103%	102%	94%	102%	98%	101%	99%
1113	28,0	13,4	14,5	1098	17,7	19,2	151,4	183,5
	120%	99%	100%	69%	116%	103%	95%	94%
813	32,7	13,5	14,5	798	19,7	19,3	139,5	167,7
	140%	100%	100%	50%	129%	104%	87%	86%
kontroll	23,4	13,5	14,5	1600	15,3	18,6	159,7	195,8
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

4.2.4. Forsøk 966

Her er det tre gjentak av 5 forsøksledd. Forsøket ligger 700 meter over havet og treantallet ved anlegg var relativt lavt. Kontrollrutene hadde derfor i middel bare 1775 trær per ha etter anlegg i stedet for 2070 trær per ha som den felles forsøksplanen forutsetter. Forsøket er fulgt i 21 år, fra Ho var ca 8 meter i 1973 til Ho var ca 13 meter i 1994. I middel for forsøksledd varierer H_{40} fra 11,6 for ledd 12.2 til 12,3 for ledd 8.1b. Ved revisjonen i 1994 varierte Ho mellom ledd fra 12,7 til 13,6 meter (tabell 20).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 23,0 til 28,0. Dg er 14,2 cm i kontrollen og 16,1 cm i ledd 8.1b. Det er maksimalt 0,3 cm forskjell på D800 mellom forsøksledd uten sammenheng med MS%. Den periodiske tilveksten (per.iV) avtar med økende MS%. I ledd 8.1b, som er tynning direkte til 1100 trær ved Ho 8 meter, er tilveksten i perioden (per.iV) 84 % av kontrollens tilvekst. Volum av stående trær (V3) er fra 7 % til 25 % lavere i tynnede ruter enn i kontrollen.

Tabell 20. Forsøk 966. Furu. Engerdal, Hedmark.

Middeltall for 3 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	24,8	11,7	12,7	1100	15,4	16,8	106,6	124,7
	108 %	98 %	97 %	64 %	108 %	98 %	93 %	75 %
12.2	22,9	11,6	12,8	1588	14,4	16,9	114,0	154,7
	99 %	98 %	98 %	93 %	101 %	99 %	99 %	93 %
8.1b	28,0	12,3	13,6	1083	16,1	17,2	97,0	135,4
	122 %	104 %	104 %	63 %	114 %	101 %	84 %	81 %
8.2	24,7	12,0	13,2	1096	16,0	17,2	112,5	137,1
	107 %	101 %	101 %	64 %	113 %	100 %	98 %	82 %
kontroll	23,0	11,9	13,1	1713	14,2	17,1	115,1	166,3
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

4.2.5. Forsøk 979

I forsøk 979 er det tre gjentak av 4 forsøksledd. Forsøket er fulgt i en periode på 24 år, fra Ho var ca 12 meter i 1974 til Ho var ca 18 meter i 1999. I middel for forsøksledd varierer H₄₀ fra 15,2 i ledd 16.2b til 16,0 i ledd 12.3. Ved revisjonen i 1999 varierte Ho mellom ledd fra 17,8 meter i kontroll til 18,5 meter i ledd 12.3 (tabell 21).

Tynningene har ført til at MS% varierer fra 15,2 til 19,9. Dg er 15,1 cm i kontrollen og 18,6 cm i ledd 12.1b. D800 er henholdsvis 1,1, 0,6 og 0,3 cm større i leddene 12.1b, 12.3 og 16.2b enn i kontrollen. Den periodiske tilveksten (per.iV) avtar svakt med økende MS%, maksimalt 8 % i ledd 12.1b. Volum av stående trær (V3) er lavere i alle tynnede ledd enn i kontrollen, maksimalt 22 % for ledd 16.2b.

Tabell 21. Forsøk 979. Furu. Bø i Telemark.

Middeltall for 3 blokker.

Ledd	MS%	H ₄₀	Ho	N3	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	19,9	15,5	18,1	1075	18,6	19,7	154,1	241,2
	131 %	99 %	102 %	56 %	123 %	106 %	92 %	88 %
12.3	18,0	16,0	18,5	1088	18,0	19,2	161,7	227,9
	119 %	102 %	104 %	57 %	119 %	103 %	96 %	83 %
16.2b	17,2	15,2	18,1	1096	17,8	18,9	161,9	220,7
	114 %	97 %	102 %	57 %	116 %	102 %	96 %	78 %
kontroll	15,0	15,6	17,8	1925	15,1	18,6	168,2	273,8
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

5. Forsøk gruppert etter forsøksledd

I det følgende er tre grupper av forsøksledd sammenlignet med kontrollene i de samme forsøksfeltene. Sammenligningene er gjort for ledd som er tynnet første gang ved 8 eller 12 meter. Alle ledd som er tynnet ved 8 meter utgjør en gruppe (8.12b). Videre er ledd 12.2 og 12.3 slått sammen (12.23). Ledd 12.1b er den siste gruppen. Resultatene er gitt i tabell 22.

Tabell 22. Grupper av forsøksledd sammenlignet med kontrollruter. Furu.

Ledd	An-tall ruter	T13	H ₄₀	Ho	N3	MS%	Dg	D800	per.iV	V3
12.1b	12	48.0	15.1	17.0	1082	21.2	17.7	18.9	163.3	211.3
Kontroll	12	48.8	15.1	17.0	1840	17.1	15.1	18.5	177.0	259.2
Differanse					-757	4.1	2.6	0.3	-13.7	-47.9
% av kontroll					59 %	124 %	117 %	102%	92 %	82 %
12.23	12	48.1	15.3	17.2	1214	19.1	17.2	18.7	173.6	216.8
Kontroll	12	48.8	15.1	17.0	1840	17.1	15.1	18.5	177.0	259.2
Differanse					-626	2.0	2.0	0.2	-3.3	-42.4
% av kontroll					66 %	112 %	113 %	101%	98 %	84 %
8.12b	12	48.1	13.7	15.5	1085	24.0	17.0	18.2	138.1	177.1
Kontroll	6	48.7	13.3	15.2	1758	19.6	14.5	17.9	142.3	200.7
Differanse					-673	4.4	2.6	0.4	-4.2	-23.7
% av kontroll					62 %	122 %	118 %	102%	97 %	88 %

Tabellen viser at den gjennomsnittlige tettheten målt som MS% har vært relativt lav (høy MS%) i forsøksperioden. Alle forsøk har vært fulgt kort tid i forhold til normal omløpstad. Forskjeller i MS% mellom tynning og kontroll samsvarer med tynningsstyrken. For gruppe 8.12b er forskjellen 4,4 %-enheter.

Resultatene er prinsipielt de samme som for gran:

- Grunnflatemiddelstammens diameter (Dg) er større på rutene som er tynnet enn på kontrollrutene.
- Diameteren av de 800 grøvste trærne per ha (D800) er noe større for tynnede ruter enn for kontrollruter.
- Volumtilveksten i forsøksperioden (per.iV) er lavere i ruter som er tynnet enn i kontrollrutene.
- Volum av stående trær (V3) er lavere i ruter som er tynnet enn i kontrollrutene.

6. Sambandet mellom MS% og variablene Dg, D800, per.iV og V3

Vi har også for furu prøvd å få fram generelle trender uavhengig av opprinnelig forsøksplan. Hver forsøksrute er brukt som en observasjon i regresjonsfunksjoner der MS% er brukt som mål på reell tetthet ("tynningsstyrke") i forsøksperioden. 89 observasjoner inngår, dvs det totale antall forsøksruter gitt i tabell 2. Funksjonene beskriver hvordan variablene Dg, D800, V3 og per.iV forandres når tynningsstyrken (MS%) endres. I tillegg til MS% er overhøyde (Ho) og bonitet (H_{40}) ved slutten av forsøksperioden brukt som forklaringsvariabler. Funksjonene inneholder også variabelen $MS\% \cdot H_{40}$ (produktet av MS% og H_{40}) for å fange opp samspill mellom disse to variablene. Forsøksperioden varierer fra 21 til 25 år, men har ingen klar effekt på de generelle trendene.

De funksjonene som er beregnet er gitt i tabell 23.

Tabell 23. Regresjonsfunksjoner med samspill mellom MS% og H_{40} Furu.

	Dg =		D800 =		V3 =		per.iV =	
	f(MS%, H_{40} , Ho)		f(MS%, H_{40} , Ho)		f(MS%, H_{40} , Ho)		f(MS%, H_{40} , Ho)	
	Koeffi-	P-verdi	Koeffi-	P-verdi	Koeffi-	P-verdi	Koeffi-	P-verdi
	sienter		sienter		sienter		sienter	
Konstantledd	-0,871		11,501		-149,55		-97,07	
MS%	0,064	0,690	-0,112	0,369	5,630	0,264	1,379	0,719
H_{40}	-0,811	<0,001	-0,159	0,345	29,86	<0,001	36,57	<0,001
Ho	1,263	<0,001	0,424	<0,001	0,730	0,871	-13,26	<0,001
$MS\% \cdot H_{40}$	0,024	0,025	0,016	0,055	-0,677	0,051	-0,273	0,293
R^2	0,820		0,745		0,837		0,856	

Samspillet mellom MS% og H_{40} er som for gran positivt for Dg og D800, og gir en viss forbedring av modellen. For V3 og per.iV. er samspillet negativt og gir en viss forbedring for V3, men ingen forbedring for per.iV. Vi har likevel valgt å beholde samspill-leddet i alle funksjonene.

Effekten av H_{40} sammen med varierende tetthet er beregnet for $H_{40} = 11, 14$ og 17 . For $H_{40} = 11$ er MS%=22 og 28 brukt, for $H_{40} = 14$ er MS%=18 og 24 brukt, mens MS%=14 og 20 er brukt for $H_{40} = 17$. Dette er verdier innen grunnmaterialet. Overhøyden har ingen betydning i beregning av forskjellen mellom tettheter innen de ulike bonitetene. I beregningen av absolute verdier for de avhengige variablene er det for de tre bonitetsalternativene brukt overhøyder på henholdsvis 13, 16 og 19 meter. Dette er verdier nær midlere overhøyder i materialet for de respektive bonitetene. Resultatet er gitt i tabell 24.

Beregningene gir for $H_{40} = 17$ en økning av Dg og D800 på henholdsvis 2,9 og 1,0 cm for tynnet i forhold til utynnet. For $H_{40} = 11$ er økningen av Dg og D800 henholdsvis 2,0 og 0,4 cm. Både V3 og per.iV for tynning er ca 90 % av utynnet, uten sterke samband med bonitet.

Tabell 24. Funksjonsverdier for kombinasjoner av MS%, H₄₀ og Ho. Furu.

H ₄₀	Ho	MS%	Dg	D800	V3	per.iV
11	13	28	16,1	17,2	138	87
		22	14,1	16,8	148	97
Differanse			2,0	0,4	-10	-10
% av MS%22			114 %	102 %	93 %	90 %
14	16	24	17,9	18,9	188	144
		18	15,5	18,2	211	159
Differanse			2,4	0,7	-23	-15
% av MS%18			115 %	104 %	89 %	91 %
17	19	20	19,1	20,2	254	207
		14	16,2	19,2	290	227
Differanse			2,9	1,0	-36	-20
% av MS%14			118 %	105 %	88 %	91 %

7. Konklusjon

I denne rapporten har vi på forskjellige måter prøvd å trekke ut hovedresultatene fra en serie tynningsforsøk i gran- og furubestand som har vært fulgt gjennom ca 25 år. Forsøkene skiller seg fra de fleste tidligere tynningsforsøk ved at utgangstettheten har vært lav (oftest ca 2000 trær per ha), mens de fleste forsøksleddene har et relativt høyt treantall mot slutten av omløpstiden. Tynningsstyrken målt som uttatt virke i prosent av totalproduksjonen er derfor lav i forhold til tidligere forsøk.

Enkeltforsøk, gruppevis sammenstillinger og regresjonsanalyser gir samlet denne konklusjonen:

- Volum av stående trær (V3) synker med økende tynningsstyrke.
- Middeldiameteren for de 800 grøvste trær per ha (D800) kan med økende tynningsstyrke maksimalt øke 2-3 cm i forhold til et utynnet bestand med utgangstetthet ca 2000 trær per ha i løpet av 25 år.
- Diameteren øker med økende tynningsstyrke, men diameteren av alle trær (Dg) øker mye mer enn diameteren av de 800 grøvste trærne (D800).
- Det er en svak reduksjon av den periodiske volumtilveksten (per.iV) med økende tynningsstyrke.

Resultatene stemmer prinsipielt overens med det som ble funnet i et eldre tynningsforsøk i gran (Braastad & Tveite 2000a), og i et ungskogpleieforsøk i gran (Braastad & Tveite 2000b). Tynningseffektene på variablene V3, Dg og per.iV, er godt kjent og stemmer med et meget stort antall tidligere publikasjoner fra flere land. En diskusjon om denne delen er derfor unødvendig.

Derimot har det i litteraturen til nå ikke vært vanlig å vise hvordan tynningsstyrken påvirker et utvalg av de grøvste trærne slik som de 800 grøvste per ha (D800). Vi har ikke funnet litteratur som det er relevant å sammenligne med, bortsett fra våre tidligere rapporter (Braastad & Tveite 2000a,b).

8. Symboler

Dg	Grunnflatemiddelstammens diameter (cm)
D800	Aritmetisk middeldiameter av de 800 grøvste trær per ha (cm)
G1	Grunnflatesum før tynning (m ² per ha)
G2	Grunnflatesum for felte (døde) trær (m ² per ha)
G3	Grunnflatesum etter tynning (m ² per ha)
Ho	Overhøyde. Aritmetisk middel av de 100 grøvste trær per ha (meter)
H _L	Grunnflateveiet middelhøyde (meter)
H ₄₀	Høydebonitet. F.eks. H ₄₀ = 17 betyr at overhøyden (Ho) er 17 meter når brysthøydealder er 40 år
MGH	Veid gjennomsnittlig grunnflatesum i forsøksperioden. Dvs. gjennomsnittet av gjennomsnittlig grunnflatesum i de ulike tilvekstperiodene, veid med tilvekstperiodenes lengde (m ² per ha)
MS%	Veid gjennomsnittlig S% i forsøksperioden. Dvs. gjennomsnittet av gjennomsnittlig S% i de ulike tilvekstperiodene, veid med tilvekstperiodenes lengde (%)
N1	Antall trær ved periodens begynnelse (per ha)
N2	Felte og døde trær ved tynning, konkurranse, eller skade (per ha)
N3	Antall trær per ha ved periodens slutt (per ha)
per.iV	Volumtilveksten i hele forsøksperioden (Vt ved anlegg minus Vt ved siste revisjon) (m ³ per ha)
S%	Midlere treavstand i prosent av overhøyden (%)
T13	Alder i brysthøyde
Tt	Totalalder
V1	Volum av stående trær før tynning (m ³ per ha)
V2	Volum av felte (døde) trær (m ³ per ha)
V3	Volum av stående trær etter tynning (m ³ per ha)
Vt	Totalproduksjonen (m ³ per ha)

9. Litteratur

- Braastad, H. & Tveite, B. 2000a. Tynning i granbestand. Effekten på tilvekst, dimensjonsfordeling og økonomi. Rapport fra skogforskningen 4/00: 1-30.
- Braastad, H. & Tveite, B. 2000b. Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kronhøyde og kvisttykkelse. Rapport fra skogforskningen 11/00: 1-24.
- Øyen, B.-H. 2000. Naturlig avgang i gran- og furuskog. Rapport fra skogforskningen 3/00: 1-24.

Rapport fra skogforskningen

Utkommet i 2001:

- 1/01: *Geir I. Vestøl, Olav A. Høibø, Thea H. Slotnæs og Kjetil Værnes*: Egenskaper til trelast med store dimensjoner fra grov gran på Vestlandet.
- 2/01: *Arnstein Orlund*: Bonitering av plantet gran (*Picea abies* L. Karst.) og sitkagran (*Picea sitchensis* Bong. Carr.) på Vestlandet.
- 3/01: *Jørn Lileng*: Skogsmaskiner – kostnader, kalkyler og økonomikontroll.
- 4/01: *Kjell Vadla*: Skader av douglaskreftsopp (*Phacidium coniferarum*) etter høstkvisting av furu (*Pinus sylvestris* L.)
- 5/01: *Ingvald Røsberg et. al.*: Program for terristrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – sluttrapport 2000. Finnes kun i nettversjon. www.Skogforsk.no/publikasjoner
- 6/01: *Hans Nyeggen og Jan-Ole Skage*: Juletrekvalitetar etter kontrollerte krysningar med gran frå Huse og Møystad frøplantasjar.
- 7/01: *Dan Aamlid, Svein Solberg, Gro Hysten, Kjetil Tørseth*: Skogskader og skogovervåking i Norge. Årsrapport for Overvåkingsprogram for skogskader 2000. (*Forest damage and forest monitoring in Norway - Annual report of The Norwegian Monitoring Programme for Forest Damage 2000*)
- 8/01: *Bernt-Håvard Øyen, Sigbjørn Øen og Jørgen Skatter*: Planteavstandens betydning for bestandsutvikling og lønnsomhet i en vestnorsk granplanting.
- 9/01: *Svein Solberg*: Skogoppsynets overvåkingsflater. Vitalitetsregistreringer 2001.