

Dokument fra Skog og landskap 02/2007



skog+
landskap

VEKST OG UTVIKLING I TO SKJERMSTILLINGER AV GRAN

- en undersøkelse fra Mangen, Akershus

Bernt-Håvard Øyen



Dokument fra Skog og landskap 02/2007

VEKST OG UTVIKLING I TO SKJERMSTILLINGER AV GRAN

- en undersøkelse fra Mangen, Akershus

Bernt-Håvard Øyen

Omslagsfoto: Sigbjørn Øen i arbeid med å ta ut boreprøver av gran.

Fotograf: B.-H. Øyen, Skog og landskap

Norsk institutt for skog og landskap, Pb 115, NO-1431 Ås, Norway

SAMMENDRAG

God lønnsomhet med skjermstilling som hogst- og foryngelsesmetode har tidligere vist seg å være knyttet til vellykket etablering av naturlig foryngelse under skjerm, men også til skjermtrærnes verdiutvikling. Knyttet til sistnevnte forhold har man få norske undersøkelser å vise til. I en orienterende studie av hogstreaksjoner hos gjenstående trær i skjerm har vi analysert to granskjermer og ett urørt referansebestand i Mangen, Aurskog-Høland, Akershus. Feltene lå på høg granbonitet, G17-G19. Skjermene ble satt vinteren 1992/93, og våre målinger ble utført 12 år etter, høsten 2004. Ved hjelp av stubbemålinger, årringdata fra trær i skjermene og høydekurver for bestandene er vekstforløpet for trærne rekonstruert for å illustrere tilstanden rett før skjermhogsten og tilvekstutviklingen i årene etter hogst.

Hogstreaksjonen i skjermene har vært god, diametertilveksten for skjermtrærne er på ca. 2,5 mm rett før hogst og øker til ca. 4-5 mm ti år etter hogst. I kontrollen har diametertilveksten i samme periode vært avtakende. Om lag 12 år etter at skjermen ble satt faller diametertilveksten tilbake til samme nivå trærne hadde rett før hogst. Vi har også foretatt noen enkle økonomiske kalkyler. I gjennomsnitt, med utgangspunkt i bruttoprisbetraktninger, har skjermtrærne forrentet sin verdi over 12 år med 3,5%, mens trærne i kontrollbestanden oppviser en forrentning på ca. 1,4%. Når det gjelder gjenvekstsituasjonen er det registrert hhv. 2400 og 3600 småplanter av gran ($0,2 < h < 4$ m) per hektar under de to skjermene. Dersom man forventer at halvparten av småplantene vil forsvinne ved hogst av skjermen vil gjenvekstsituasjonen kunne bli en kritisk faktor i neste omløp. Forutsettes det at skjermene får stå i fred fra vindfelling og at skjermhogsten utføres skånsomt indikerer studien at skjermstillingshogst på egnede steder kan være et lønnsomt alternativ i forhold til snauhogst og planting. En forutsetning om lite eller ingen stormfellingsskader er imidlertid neppe realistisk, og det er behov for en stor bredde av voksesteder å få utviklet risikomodeller som dekker behandlingsformen.

Nøkkelord: foryngeshogst, skjermstilling, gran

INNHold

| | |
|---|----|
| 1. Innledning | 5 |
| 2. Materiale og metode..... | 5 |
| 3. Resultater..... | 6 |
| 3.1. Bonitering..... | 6 |
| 3.2. Funksjonsgrunnlag..... | 7 |
| 3.3. Volumutvikling..... | 8 |
| 3.4. Gjenvekst..... | 9 |
| 3.5. Kroneutvikling hos skjerptrærne..... | 9 |
| 3.6. Økonomiske kalkyler..... | 11 |
| 3.7. Tilpasning til noen norske tilvekstmodeller..... | 13 |
| 4. Konklusjon..... | 14 |
| 5. Etterord..... | 14 |
| 6. Litteratur..... | 14 |

1. INNLEDNING

Det er tidligere i Norge gjennomført spredte undersøkelser av skjermtrærnes vekst og utvikling etter skjermstillingshogst/frøtrestillingshogst (for eksempel Barth 1929, Bergan 1971, 1985, Skoklefall 1995, LD 1995), men ennå må kunnskapen om vekstforløpet hos trær i skjerm sies å være begrenset. Et viktig forhold for at hogst- og foryngelsesmetoden skal gi god lønnsomhet er at skjermtrærne får en god verditilvekst etter hogst, samtidig som gjenveksten får god beskyttelse, og at det ikke påløper for store skader på småplantene ved utdrift eller på skjermtrærne ved vindfall. Dersom man må inn i flere omganger for å hente ut vindfelte trær vil lønnsomheten raskt avta, eller i verste fall vil det samlede økonomiske resultatet bli negativt.

I dette prosjektet var hovedmålet å få vurdert hogstreaksjoner 10-15 år etter hogst, på arealer med en fordelaktig foryngingssituasjon og med høg granbonitet. I Mangen Skog, Aurskog-Høland, Akershus, har skogeier Bjørn Toverud i mange år praktisert skjermstillingshogst, og han har gjennomgående høstet gode erfaringer – både i forhold til rimelig kulturutgifter, små stabilitetsproblemer og fordelaktige strukturer knyttet til viltstell og opplevelsessturisme. På en del av arealet er målet gradvis å omforme skogene mer i retning av større andel bledningspreget struktur.

Et delmål i arbeidet var å klargjøre om det innsamlede materialet med skjermtrær følger Skogforsks enkelttretilvekstfunksjoner, og om disse vil kunne gi et dekkende bilde av utviklingen på tilsvarende felter. I en slik vurdering ligger også inne kalkylebetraktninger vedr utvikling av bruttopris og hvordan trekapitalen forrentes i perioden fra skjermen settes og til skjermtrærne avvirkes.

2. MATERIALE OG METODE

Undersøkelsen omfatter to skjerm i Mangen Skog, Aurskog-Høland, Akershus, i tillegg ble boreprøver fra ett referansebestand på noenlunde samme utviklingsstadium og høydebonitet utvalgt. Feltene ligger helt i grensetraktene mot Sverige, ca. 280 m o h., 60°00' N, 11°49' Ø. Skjermene ligger midtvegs mellom Sætertjern og Grønnerud, ved Sæterjarnvegen (bestandsnr 138-1). Kontrollflaten ligger ved Tørrhardåsen (bestandsnr. 223-1). Vegetasjonen på alle tre felt preges av en overgangsform mellom lågurtype og rik blåbærtype. Det er grandominans, men med enkelte spredte innslag av furu og bjørk blant skjermtrærne og sporadisk blant gjenveksten, som fortrinnsvis etablerer seg på åpne partier.

I hver av de to skjermene ble det lagt ut tilfeldig 5-6 sirkelflater, og hvor målet var å få et representativt bilde av bestandet. Hver prøveflate er sirkuler, 100 m², dvs. med 5,64 m radius. Ved hjelp av Garmin GPS-mottaker ble sentrumskoordinatene for hver prøveflate innsamlet.

Det ble foretatt en høydebonitering etter standard metode, ved bruk av husholdningsalder og overhøyde. Grøvste tre på prøveflaten ble boret til marg i brysthøyde. Alle andre stående trær ble boret til marg i stubbeavskjær. Borehull ble fylt med trelim. Boreprøven ble merket med tre- og flatenummer og plassert i plasthylse. Boreprøvene er lagret på kjølelager frem til avlesning, våren 2005. Prøvene ble målt på en ADDO årringmålemaskin med nøyaktighet 1/100 mm.

Det ble tegnet enkle kroki over prøveflaten. Det ble målt avstand og kompassretning (start i nord) fra flatesentrum til samtlige trær og stubber (<20 år gamle). Videre ble det målt både stubbediameter og dbh. Alle trær (> 5 cm dbh) på prøveflaten ble bestemt. Følgende mål ble innhentet:

- Diameter i brysthøyde
- Diameter i stubbemål
- Enkel bark i brysthøyde
- Kronehøyde
- Kronevidde
- Trehøyde
- Antall smågran, > 2 dm høyde telles.

Det ble tatt boreprøve fra utynnet eldre granbestand (urørt referansebestand), i alt 8 boreprøver fra medherskende eller herskende trær. Middelhøyden i bestandet var på 27,5 m og grunnflatesum var 38 m²/ha. Dette tilsvarer et stående volum på om lag 460 m³/ha.

Følgende algoritmer er benyttet i våre beregninger:

- -Høydebonitering, Tveite 1977
- -Enkelttrekubering, Vestjordet 1967
- -Bestandskubering, Næsset og Tveite 1999
- -Bruttopris, Finstad 2001

I arbeidsoperasjonene er benyttet programvaren SAS, versjon 8.2.

3. RESULTATER

3.1. Bonitering

Alle de tre engangsfeltene ble anlagt i oktober 2004 på høg granbonitet. Basert på målinger på prøveflatene var H_{40} hhv. G17,0 og G17,3 for de to skjerm-feltene og G18,6 for kontrollfeltet. I velpleide jevnalderbestand kan man antyde at dette tilsvarer en produksjonsevne på 7,5-8,5 m³/ha/år (med omløpstid på 85-90 år). Både husholdningsalder og overhøyde var noe større på det urørte kontroll-leddet sammenlignet med skjermene, og tilsvarende var høydeboniteten 1,3-1,6 m større (Tab. 1).¹

Skjermene synes ut fra årringreaksjonene, og understøttet med informasjon fra skogeier, å være etablert vinteren 1992/93. I følge registreringer tidligere gjort ved Norsk institutt for skogforskning (Aamodt et al. 1993) i forbindelse med driftsstatistikk/skader var uttaket i treantall den gang på 270 og 210 stk/ha og middeltreets volum ved uttak var hhv. 710 og 510 liter, hvilket antyder et samlet uttak på 149,1 og 107,1 m³/ha. Våre stubbetellinger/målinger viser et betydelig større uttak enn dette, uten at vi kan angi årsakene til avviket mellom disse to studiene. En mulighet er at vindfelte skjermtrær er tatt ut.

¹ Våre målinger angir en høydebonitet som er tilnærmet identisk som på bestandskartet (basert på siste takst) for de to skjermene, mens det er oppgitt hele 4,6 m lavere bonitet for kontrollfeltet på bestandskartet i forhold til det våre målinger viste.

Tabell 1. Gjennomsnittlig diameter i brysthøyde, husholdningsalder, grøvste skjermtrehøyde og høydebonitet på flatene etter måling høsten 2004 (standardavvik i parentes). For skjermene inngår hhv 5 og 6 trær, for kontrollen 8 trær.

| | Diameter (Dbh, cm) | Alder (T13, år) | Overhøyde (Ho, m) | Høydebonitet (H ₄₀ , m) |
|----------|-----------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Skjerm 1 | 38,7 (4,9) | 95 (16) | 25,0 (3,9) | 17,0 (1,5) |
| Skjerm 2 | 36,2 (6,6) | 95 (7) | 27,5 (3,7) | 17,3 (2,9) |
| Kontroll | 39,5 (4,8) | 105 (11) | 30,1 (2,4) | 18,6 (2,5) |

3.2. Funksjonsgrunnlag

Basert på observasjonene ble det lagd en funksjon som gir sammenhengen mellom stubbediameter og brysthøydiameter. Følgende samlefunksjon ble funnet dekkende:

$$\text{Dbh (cm)} = 1,065 + 0,8045 \cdot \text{Dst (cm)}$$

$$R^2 = 0,97, \text{ CV} = 6\% \dots\dots\dots 1$$

Et stubbeavskjær, ca. 30 cm over midlere bakkenivå, med stubbediameter på 50 cm tilsvarer en dbh på 41,3 cm. Det ble ikke funnet noen grunn til å splitte opp materialet i funksjoner for hvert av de tre feltene. Basert på observerte dbh og trehøyder ble det også fremskaffet en felles høydekurve for feltene. Denne hadde følgende form:

$$\text{Trehøyde (m)} = -19,58705 + \ln \text{dbh (cm)} \cdot 13,05296$$

$$R^2 = 0,86, \text{ CV} = 12\% \dots\dots\dots 2$$

Ln er den naturlige logaritmen til grunntallet. Et tre med brysthøydiameter på 20 cm vil ha en beregnet høyde på 19,5 m, ved 40 cm vil høyden øke til 28,6 m. Funksjonsformen som ble valgt gir en noe mer avflatet høyde med økende diameter sammenlignet med en rettlinjert funksjon. Høydekurvene er av flere vist å ikke ha gyldighet særlig langt fremover eller bakover i bestandens liv, selv i uensaldrede bestand. Vi har i dette arbeidet regnet oss bakover steg for steg til situasjonen rett før skjermhogsten ble gjennomført, og har lagt som premisse at den angitte høydekurve (2) har gyldighet innen 12 års intervallet. Barktykkelsen ble basert på målinger gitt ved funksjonen:

$$\text{Dobbel bark (mm)} = 3,1902 + 0,5185 \cdot \text{Dbh (cm)}$$

$$R^2 = 0,61, \text{ CV} = 24\% \dots\dots\dots 3$$

Et tre med dbh på 20 cm vil ha en dobbel barktykkelse på 13,6 mm, ved 40 cm er barktykkelsen økt til 23,9 mm. Det fremgår at spredningen mellom trær er rimelig stor og at nøyaktigheten i funksjonen er begrenset. Ved hjelp av stubbemål, målte årringbredder samt funksjon 1,2 og 3 hadde vi nå et grunnlag for å estimere diameter, trehøyder og volumet for hvert tre, år for år bakover i tid. Ettersom årringprøvene var tatt i stubbehøyde ble årringbreddene for brysthøyde først korrigert med en faktor tilsvarende kvotienten mellom boreprøven i brysthøyde og boreprøvene i rotavskjær (0,8). For å unngå situasjoner der det kan oppstå negativ tilvekst gjennom bruk av målte høyder i forhold til beregnede høyder er estimert høyde konsekvent benyttet i studien. Beregningen er kun ført bakover år for år til det tidspunktet da skjermhogsten ble gjennomført (1993).

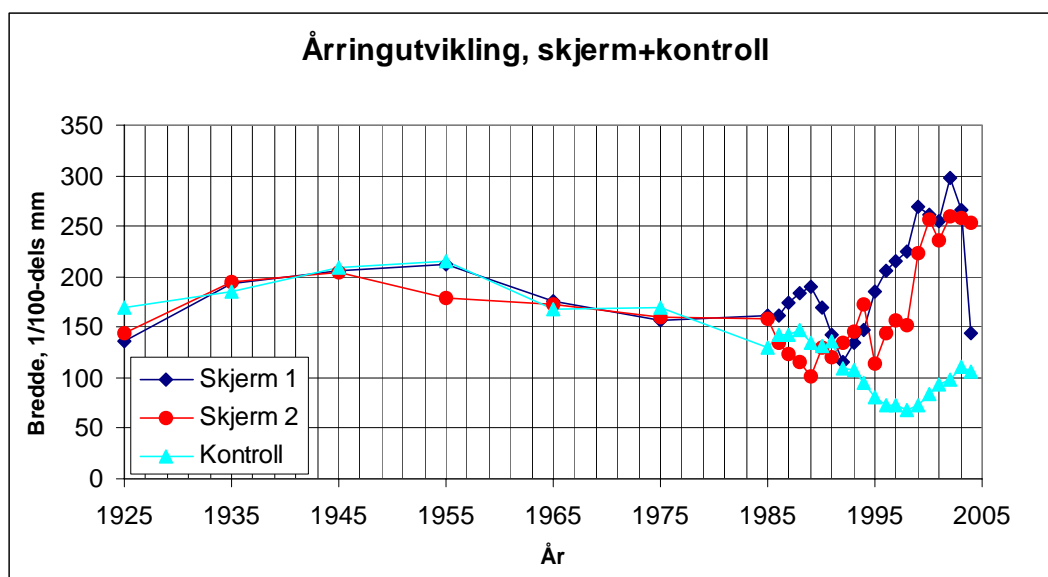
3.3. Volumutvikling

Utvikling i stående volum og midlere tilvekst i perioden er vist i tabell 2.

Tabell 2. Nøkkeltall for utviklingen av treantall (N3 per ha) og stående volum (V3 per ha) for skjermene, Mangen. ÅMT=Årlig middeltilvekst (m³/ha/år).

| Tidspunkt | Skjerm 1 | | Skjerm 2 | |
|-------------|----------|-------|----------|-------|
| | N3 | V3 | N3 | V3 |
| Stående, 93 | 583 | 469,4 | 800 | 435,9 |
| Uttak, 93 | 350 | 311,6 | 540 | 337,3 |
| Skjerm, 93 | 233 | 157,8 | 260 | 143,5 |
| 2004 | 233 | 214,3 | 260 | 204,5 |
| ÅMT 93-04 | | 4,7 | | 5,1 |

Stående volum ble redusert fra mellom 436 til 469 kubikkmeter per ha og til 144-158 kubikkmeter per ha. Dette tilsvarer uttaksprosenten i skjerm 1 og 2 på hhv. 66 og 77%.



Figur 1. Utvikling i årringbredder for skjermtrærne i det enkelte år. Bak hvert punkt inngår det gjennomsnitt i kontrollen 8 trær, mens 6 og 5 trær for hhv. skjerm 1 og 2. Skjermen ble satt i 1992/93.

Av fig. 1 fremgår det at årringbreddene for de gjensatte trær ligger relativt stabilt frem til begynnelsen av 1990-tallet, men hvor det etter 1993 har vært en markant økning. Setter man midlere årringbredde hos trærne på kontroll-leddet fra 1993-2004 til 100% (1,06 cm) er relativ tilvekst i rotavskjær for skjermtrærne i skjerm 1 og 2 i perioden 1993 til 2004 på hhv. 281% (2,61 cm) og 238% (2,37 cm). Økningen skjer gradvis, etter ca. 10 år er årringbreddene om lag det dobbelte av det de var før skjermhogsten. Etter opplysninger fra eier ble skjermtrærne fjernet i to

omganger. For middelkurven vises ingen hogstreaksjoner i skjerm 1, men et fåtall trær viser en svak reaksjon i skjerm 2. For kontroll-leddet har det vært et fall i årringbredde frem til 1997, og deretter en svak økning frem til 2004.

3.4. Gjenvekst

Stedvis har det vært et stort oppslag av småplanter under skjermene, og i gjennomsnitt er plantettheten på hhv. 3600 og 2400 stk/ha i skjerm 1 og 2 (Tabell 3).

Tabell 3. Situasjonen høsten 2004 knyttet til forekomst av smågran (min. og max i sirkelrutene er angitt i parentes).

| | Antall smågran per ha |
|----------|-----------------------|
| Skjerm 1 | 3600 (300 – 9400) |
| Skjerm 2 | 2400 (800 – 5300) |
| Kontroll | Ikke taksert* |

*Få småplanter observert

Plantetallet viser meget stor variasjon innen skjermene, og foryngelsen er klart gruppert. Vi fant en svak, dog ikke signifikant sammenheng mellom antallet smågran på sirkelrutene i 2004 og tetthet i bestandet før skjermen ble satt i 1992/93. Jo lavere tetthet ved skjermstillingstidspunkt jo større var forekomsten av småplanter. Dette indikerer at noe av den gjenveksten som inngår var etablert før hogst, dvs. forhåndsgjenvekst. Siden denne gjenveksten i mange tilfeller vil være av stor betydning for det fremtidige bestandet er det viktig at denne skånes under avvirkning. Flere svenske undersøkelser (Hannerz & Gemmel 1994, Sikstrøm 1995, Holgen 1999, Gløde 2001, Gløde & Sikstrøm 2001) peker på utfordringen med å fjerne skjermen slik at ikke avgangen på småplantene blir for stor. Ved hogstmaskinavvirkning kan man gjerne regne en avgang som vil ramme mellom 30 og 50% av alle småplantene. Tidspunkt for avvirkning og maskinførers disposisjoner for å hindre nedbaring, etc. er to faktorer som kan ha stor betydning for sluttresultatet.

3.5. Kroneutvikling hos skjermtrærne

I forhold til fotosyntesen er bladareal og barmengde sentral i forhold til reaksjonsevnen etter hogst. Som et indirekte mål på bladarealet kan benyttes variablene kronelengde og kronevidde, dvs. kronevolum.

I gjennomsnitt for de 38 trærne som inngår i studien var kroneprosenten 63% med en variasjon fra 38 til 80%. Kroneprosenten er her definert: $(\text{trehøyde} - \text{kronehøyde}) * 100 / \text{trehøyde}$. Kroneprosenten (relativ krone) synes å endre seg med trærnes diameter etter funksjonen:

$$\text{Kroneprosent} = 49,6 + 0,435 * \text{dbh}$$

$$R^2 = 0,22, \text{ CV} = 14\% \dots \dots \dots 4$$

Et tre på 20 cm vil ha en kroneprosent på 58, mens et tre på 40 cm vil ha en kroneprosent på 67%, slik at relativ økning med diameter er nokså begrenset. Kroneansatsen (m) eller nederste grønne grein kan beskrives som en funksjon av trehøyde og brysthøydiameter. Funksjonen fikk følgende form:

$$\text{Kroneansats (m)} = 0,576 + 0,536 \cdot \text{trehøyde i m} - 0,1557 \cdot \text{dbh i cm}$$

$$R^2 = 0,62, \text{ CV} = 25\% \dots \dots \dots 5$$

Funksjonsspredningen er stor – og mens kronehøyden tenderer til å flytte seg opp med økende trehøyde, trekker grøvre dbh kroneansatsen noe ned.

Kronevidden (dobbel radius fra treets senter) står i direkte sammenheng med treets diameter. Funksjonen fikk følgende form:

$$\text{Kronevidde (dm)} = 15,81 + 0,8713 \cdot \text{dbh}$$

$$R^2 = 0,68, \text{ CV} = 17\% \dots \dots \dots 6$$

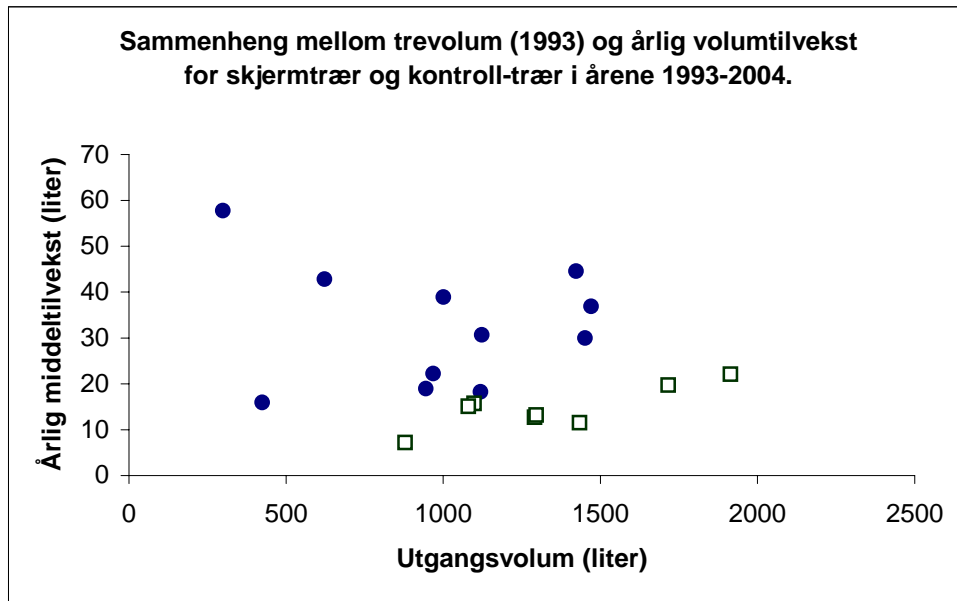
Et tre med dbh på 20 cm vil ha en kronevidde på 33 dm, mens et tre på 40 cm vil ha en kronevidde på 51 dm. Setter man sammen funksjonene for kronehøyde og kronevidde kan få frem et uttrykk for kronevolumet (Tab 4).

Tabell 4. Kronevidde, kroneansats og kronevolum for noen kombinasjoner av dbh og høyde. Det forutsettes kjegleform på kronen.

| DBH (cm) | Høyde (m) | Trevolum (m ³) | Kronevidde (m) | Kroneansats (m) | Kronevolum (m ³) |
|-------------|--------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|
| 5 | 1,4 | 0,040 | 2,0 | 0,6 | 0,9 |
| 10 | 10,5 | 0,045 | 2,5 | 4,6 | 9,2 |
| 15 | 15,8 | 0,147 | 2,9 | 6,7 | 19,8 |
| 20 | 19,5 | 0,311 | 3,3 | 7,9 | 33,5 |
| 25 | 22,4 | 0,536 | 3,8 | 8,7 | 50,7 |
| 30 | 24,8 | 0,819 | 4,2 | 9,2 | 71,8 |
| 35 | 26,8 | 1,154 | 4,6 | 9,5 | 97,1 |
| 40 | 28,6 | 1,539 | 5,1 | 9,7 | 126,9 |
| 45 | 30,1 | 1,971 | 5,5 | 9,7 | 161,5 |
| 50 | 31,5 | 2,446 | 5,9 | 9,7 | 201,1 |

Ovenstående tabell indikerer at kronevolumet øker betydelig raskere med økende dimensjon enn trevolumet. Dersom tilvekstreaksjonen står i 1:1-forhold med kronevolumet skulle man dermed forvente at potensialet for rask tilvekstrespons er størst for de store trærne – de som har relativt store trekroner, og som raskt kan respondere på økt lystilgang og redusert rotkonkurranse. Etter alt å dømme vil undertrykte og medherskende trær trenge lengre tid for å bygge opp ny barmasse – og for å kunne gi en god verditilvekst. På den annen side er det godt belegg for, bl.a. i våre tilvekstmodeller, å hevde at tilvekstreaksjonene er større hos yngre trær enn hos eldre trær. Det er godt mulig begge disse faktorene er virksomme for de feltene vi har analysert. Store trær med gode kroner er fristilt, noen relativt unge trær er satt igjen, og uttak av eldre, store trær fører til at

gjennomsnittsalder skyves ned på skalaen. I forhold til utgangsvolum fant vi ingen entydig sammenheng mellom trestørrelse og tilvekstreksjon i vårt materiale (Fig. 2).



Figur 2. Stammevis tilvekstreksjon ved ulike utgangsvolum for skjermtrærne (blå punkter) og kontrolltrær (kvadrater). Gjennomsnittlig middeltilvekst for trær i skjermen er 32 liter per år, for trær i bestand 17 liter per år.

Her må det innskytes at ovenstående vurdering er statisk, bygget på tilstanden slik den fremtrer i 2004. En dynamisk reaksjon etter hogst vil ikke nødvendigvis følge samme mønster som indikert i tabell 3 og figur 2.

3.6. Økonomiske kalkyler

Mange skogeiere har en målsetting om å kunne analysere aktuelle foryngelsesmetoder og å velge en billig måte å etablere gjenvæksten på - med tilfredsstillende sikkerhet. Normalt vil en nåverdikalkyle isolert sett kunne indikere hvorvidt skjermstillingshogsten er mer eller mindre lønnsom sammenlignet med andre hogst- og foryngelsesmetoder. For skjermstillingshogst kan følgende forenklete oppstilling gjøres for kapitalverdiberegning:

$$C_{\text{nat}} = \left[\frac{H}{2} \right] + \left[\frac{H}{2} * (1 + pw)^t + V_{zN} \right] (1 + p)^{-t}$$

H = bestandets verdi (kr per ha), hvorav halvparten tas ut ved skjermhogsten og resten om t år

pw = verditilvekstprosenten

V_{zN} = verdi av z-årig naturlig gjenvækst

I mange tilfeller vil det både hefte vanskeligheter med å nøyaktig å kunne estimere verditilvekstprosenten for skjermen samt å kunne fikse en reell verdi av gjenvæksten, særlig om denne opptrer hullete. Utgangspunktet for en kalkyle er gjerne situasjonen rett før foryngeshogsten skal finne sted. For snauhogst med planting, som gjerne er et aktuelt alternativ å sammenligne med, kan gjøres følgende oppstilling:

$$C_{pl} = (H + K) + V_{op} - C$$

H = bestandets verdi (kr per ha)

K = innsparing i driftskostnader ved snauhogst (kr per ha)

V_{op} = verdi av nyetablert kulturskogfelt (kr per ha)

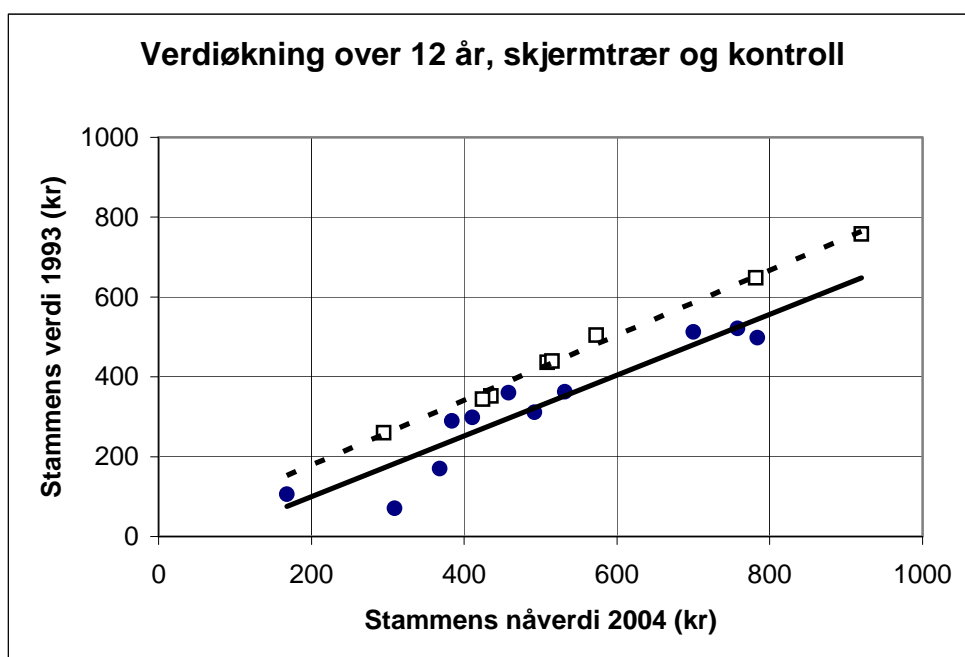
C = plantekostnader (kr per ha)

Driftskostnader per m^3 ved snauhogst ligger gjerne i størrelsesorden 10-20% lavere i forhold til såkalte lukkede hogster (bledning, skjermhogst, gruppehogst).

I gjennomsnitt er bruttoverdien for et gjennomsnittlig skjermtre av gran i de to bestandene i Mangen i 2004 på kr 488. Målt i 2004-kroner var tilsvarende skjermtre i 1993, og med den størrelse de hadde da, verdt 319 kr. Korrigerer man for den pris- og kostnadsvekst (konsumprisindeksen) som har forløpt i perioden (25,1% etter SSB) tilsvaret det en bruttopris i 1993 på 255 kr.

Forrentningen av trekapitalen i skjermtrærne har i gjennomsnitt vært på 169 kr per tre over en 12 års periode, hvilket tilsvarer en internrente på 3,6%. Tilsvarende regnestykke for kontroll-trærne viser i 2004 at de i gjennomsnitt hadde en verdi (2004-kr) på 557 kr, mens de i samme trærne i 1993 var verdt 469 kr (2004-kr). Verdiltilveksten på disse er 68 kr over en 12 års periode, hvilket tilsvarer en intern rente på 1,4%.

Utviklingen i skjermene og forrentningen for disse må sies å være rimelig god i forhold til andre skoglige tiltak som kan være aktuelle. Hvilken realforrentning som ligger i overholdelse av skjermtrærne avhenger imidlertid både av de kostnadsmessige sidene av avvikling av skjermen samt hvorvidt man kan berge gjenveksten gjennom perioden med skjerm.



Figur 3. Sammenheng mellom skjermtrærnes verdi i 2004 (blå punkt) samt kontrolltrærnes verdi (kvadrater) og tilsvarende i 1993. Skjermtrærne viser en god respons - over et bredt dimensjonsspekter.

3.7. Tilpasning til noen norske tilvekstmodeller

Volum- og tilvekstutviklingen fra 1993 og fremover til 2004 ble sammenlignet med funksjoner av Blingsmo (1988) og med Skogforsks enkelttresimulator.

Tabell 5. Observert og beregnet tilvekst for skjermstillingene. (IV angitt i m³/ha/år).

| | Skjerm 1 | Skjerm 2 |
|------------------------|----------|----------|
| IV _{obs.} | 4,7 | 5,1 |
| IV _{Blingsmo} | 5,2 | 4,9 |
| Diff. | +0,5 | -0,2 |

For de angitte skjermene kan vi slå fast at volumtilvekstfunksjonene med utgangspunkt i stående volum, høydebonitet og alder gir en rimelig god beskrivelse av tilvekstutviklingen. Det er en liten overvurdering i skjerm 1 og en undervurdering i skjerm 2. Initialtilstanden ble også benyttet for å teste Skogforsks enkelttresimulator. Denne inneholder følgende algoritmer:

Enkeltretilvekst (Andreassen & Tomter 2002)

Høydekurver (Øyen & Andreassen 2002)

Volumkubering (Bauger 1995)

Bruttopris per tre (Finstad 2001)

Mortalitet (her satt til 0)

Tabell 6. Simulering over 25 år ved bruk av Skogforsks enkelttresimulator, og med utgangspunkt i tilstand 1993. Alle tall per ha. Bruttoverdien (kr per ha) er diskontert med en rente på 1,5%.

| År | | 1993 | 1998 | 2003 | 2008 | 2013 | 2018 |
|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Skjerm 1 | N3 | 233 | 233 | 233 | 233 | 233 | 233 |
| | G3 | 14,5 | 16,8 | 19,2 | 21,7 | 24,4 | 27,2 |
| | Dg | 28,2 | 30,3 | 32,4 | 34,4 | 36,5 | 38,5 |
| | V3 | 127 | 150 | 174 | 200 | 227 | 255 |
| | IV | - | 4,5 | 4,8 | 5,1 | 5,4 | 5,6 |
| | Bruttov. | 36563 | 41415 | 46336 | 51249 | 56107 | 60872 |
| Skjerm 2 | N3 | 280 | 280 | 280 | 280 | 280 | 280 |
| | G3 | 16,2 | 18,7 | 21,5 | 24,5 | 27,5 | 30,6 |
| | Dg | 27,1 | 29,2 | 31,3 | 33,3 | 35,3 | 37,3 |
| | V3 | 141 | 167 | 195 | 225 | 257 | 289 |
| | IV | - | 5,2 | 5,6 | 6,0 | 6,3 | 6,6 |
| | Bruttov | 39513 | 45084 | 50731 | 56342 | 61842 | 67169 |

Skogforsk enkelttresimulator gir lave initialverdier (høyde, volum) når de aktuelle diametre legges inn. Dette skyldes de generelle høydekurvene, som angir noe lavere høyder enn det som faktisk ble observert i skjermene. Initialverdiene influerer også på volumutviklingen fremover mot 2004, og denne har et forløp som ligger noe under den som faktisk er observert i skjermene. På den

annen side kompenseres lavere initialverdier noe ved at volumtilveksten ligger en del høyere enn det vår rekonstruksjon angir. Modellen angir en jevn stigning i volumtilvekst de første 25 år etter skjermhogsten. Skogforsks simulatormodell viser verdier for stående volum etter to tilvekstperioder som er 5-20% lavere enn de observerte. Den største usikkerheten ligger imidlertid i å modellere mortaliteten, som i tilfeller med kalamiteter (stormfelling, tung snø) i betydelig grad vil kunne redusere tilveksten. I dette eksemplet har vi forutsatt at skjermtrærne ikke rammes av stormfelling. Dette er neppe realistisk, og estimatene kan antakelig betraktes som maksimum av det man kan få ut på gjeldende voksested.

4. KONKLUSJON

For å kunne vurdere lønnsomhet i forhold til skjermstillingshogst trenger man både å fremskaffe mer kunnskap om skjermtrærnes utvikling etter hogst og man trenger å klargjøre hvorvidt gjenveksten som etableres er av tilfredsstillende tetthet og vitalitet. To skjermstillings-bestand og ett referansebestand på høg granbonitet i Mangen, Akershus, ble benyttet i en "case-studie" for å analysere vekstforløpet og som grunnlag for enkle lønnsomhetskalkyler. Reaksjonen etter skjermstilling følger et klassisk mønster, diametertilveksten på gjenstående trær doubles ca. 10 år etter hogst for deretter å falle tilbake til samme nivå som før hogst. En tidligere utviklet volumtilvekstmodell og en enkelttre-simulatormodell fra Skogforsk gav rimelige dekkende tilvekstestimer. Trærne i skjermen har forrentet sin bruttoverdi over 12 år med 3,5%, mens dominerende trær i kontrollbestanden viste en forrentning på 1,4%. Antall småplanter av gran ligger på hhv. 2400 og 3600 stk per hektar. Dersom man forutsetter at opp til halvparten forsvinner ved skjermhogst vil gjenvekstsituasjonen kunne bli en kritisk faktor i neste omløp. Ved en skånsom fjerning av skjermene indikerer arbeidet at skjermstillingshogst kan være et lønnsomt alternativ i forhold til snauhogst og planting. Fortsatt mangler man risikomodeller for å kunne si noe hvor stor sannsynlighet det er for at skjermtrærne vil kunne motstå storm- eller orkanfelling.

5. ETTERORD

Feltarbeid ble gjennomført av Sigbjørn Øen og Roald Brean. Disse har også forestått årringmålinger og bidratt med tilrettelegging for analysearbeidet. Studien er finansiert over Skogforsks grunnbudsjett i 2004/05. Skogeier Bjørn Toverud har velvillig stilt sine arealer, kart og kunnskaper til disposisjon. Kjell Andreassen, Petter Nilsen og Øystein Dale har lest igjennom rapporten og gitt konstruktive kommentarer. Til alle fremføres herved en stor takk.

6. LITTERATUR

- Andreassen, K. & Tomter, S. 2003. Basal area growth models for individual trees of Norway spruce, Scots pine, Birch and other broadleaves in Norway. *For. Ecol. Manage.* 180:11-24.
- Barth, A. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. *Acta Forestalia Fennica* 34, 33 s.
- Bauger, E. 1995. Funksjon og tabeller for kubering av stående trær. *Rapp. Skogforsk* 16/95:1-26.
- Bergan, J. 1971. Skjermforyngelse av gran sammenlignet med planting i Grane, Nordland. *Meddr norske SkogforsVes* 28:191-211.
- Bergan, J. 1985. Bestandsdata for naturlig gjenvekst og planting av gran på en småbregnetype i Grane, Nordland. *Rapp. Skogforsk* 12/85, 1-23.

- Blingsmo, K.R. 1988. Volumtilvekst for gran, furu og bjerk. Notat, Avd. Skogproduksjon, Skogforsk. 8 s.
- Finstad, K. 2001. Prisplatefunksjon for gran hvor virkesfeil inngår. Aktuelt fra Skogforsk 6/02, 30-31.
- Gløde, D. 2001. Final cutting of shelterwood – harvesting technique and effects on the *Picea abies* regeneration. Dissertation. Acta Univ. Agric. Suec. Silv 179.
- Gløde, D. & Sikström, U. 2001. Foryngning av gran under högskärm.Handledning. SkogForsk, 2001. 41 s. [ISBN 91-7614-097 0].
- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granforyngning under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. Skogforsk, Redogörelse 4/51, 51 s.
- Holgen, P. 1999. Seedling performance, shelter tree increment and recreation values in boreal shelterwood stands. Acta Univ. Agric. Suec. Silv 120. 46 s.
- Næsset, E. & Tveite, B. 1999. Stand volume functions for *Picea abies* in Eastern, Central and Northern Norway. Scan. Jour. For. Res. 14:164-174.
- LD/DNS1994. Naturlig foryngelse av barskog. Temahefte, særtrykk, som vedlegg til Norsk skogbruk. 31 s.
- Sikström, U. 1995. Högskärmer i praktiken – en uppföljning av 52 högskärmer i södra och mellersta Sverige. SkogForsk, Resultat nr 5., 4 s.
- Westerberg, D. & Hannerz, M. 1994. Granforyngning under skärm. SkogForsk SkogForsk, Resultat nr 17., 4 s.
- Skoklefeld, S. 1995. Naturlig gjenvekst i frøtrestillinger av furu. Rapp. Skogforsk 3/95:1-27.
- Tveite, B. 1977. Site index curves for Norway spruce. Commun. Nor. Inst. Skogforsk, 33.1, 84 s.
- Vestjordet, E. 1967. Functions and tables for volume of standing trees. Meddr Nor. SkogforsVes.22, 539-574.
- Øyen, B.-H. & Andreassen, K. 2002. Modeller for å estimere trehøyder ved hjelp av diameter og bestandsdata. Aktuelt fra Skogforsk 6/02:13-14.