

skog+  
landskap

Forskning fra Skog og landskap 1/11

---

**BONITERING I ELDRE FJELLSKOG  
AV GRAN (*PICEA ABIES* L. KARST.)**

---

Fredrik Bøhler og Bernt-Håvard Øyen

# Forskning fra Skog og landskap

«Forskning fra Skog og landskap» er en serie for publisering av originale vitenskapelige resultater innenfor Skog og landskaps faglige områder. Serien er åpen for relevante manuskripter, også fra forfattere som ikke er ansatt ved Norsk institutt for skog og landskap.

**Utgiver:**

Norsk institutt for skog og landskap

**Redaktør:**

Bjørn Langerud

**Dato:**

September 2011

**Trykk:**

07 Gruppen AS

**Opplag:**

1000

**Bestilling:**

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

[www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)

ISBN 978-82-311-0137-6

ISSN 1890-1662

**Omslagsfoto:**

Værbitte tretopper i gammel

granskog på Hynnlia i Øyer

Foto VFredrik Bøhler.

Forskning fra Skog og landskap - 1/11

---

**BONITERING I ELDRE FJELLSKOG AV GRAN  
(*PICEA ABIES* L. KARST.)**

---

Fredrik Bøhler<sup>1</sup> og Bernt-Håvard Øyen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Norsk institutt for skog og landskap

## **FORORD**

Mjøsen skog v/Jan Gaute Lie, og Landbrukskontoret i Lillehammerregionen v/Carl Olav Holen, kontaktet i 2009 Skog og landskap med forespørsel om en studie på bonitering av gran i fjellskog. På basis av henvendelsen fikk vi etablert prosjektet «Bonitering av fjellskog» i årene 2010 og 2011. Studien er finansiert av Skogbrukets Utviklingsfond og fylkesinntrukne rentemidler fra Skogfond-ordningen administrert av Fylkesmannen i Oppland. Lie og Holen har velvillig bidratt med å søke fram egnede studieområder. Ragnar Lian har bidratt i feltarbeidet. Til alle rettes herved en hjertelig takk.

# INNHold

<b>Sammendrag</b> .....	4
<b>Summary</b> .....	5
<b>1 Innledning</b> .....	7
<b>2 Materiale og metode</b> .....	8
2.1 Feltarbeid .....	8
2.2 Analyse .....	9
<b>3 Resultater</b> .....	10
3.1 Høyde-alder forhold .....	10
3.2 Alderskorreksjon .....	11
3.3 Vegetasjonsbonitering .....	12
3.4 Toppskudd .....	12
<b>4 Diskusjon</b> .....	13
4.1 Tradisjonell høydebonitering .....	13
4.2 Alderskorreksjon .....	13
4.3 Vegetasjonsbonitering .....	14
4.4 Overhøydeutvikling i naturskog vs. kulturskog .....	14
4.5 Konklusjon .....	15
<b>Litteratur</b> .....	16
<b>Vedlegg</b> .....	17

## SAMMENDRAG

Målet med denne undersøkelsen var å beskrive presisjon og systematiske feil ved tradisjonell høydebonitering (Tveite 1977) i eldre naturskog av gran i høyereliggende skog på indre Østlandet. Dessuten ville vi teste vegetasjonsbonitering (Nilsen & Larsson 1992) og noen mulige korreksjoner av alder ved høydebonitering.

Langs bestandsgrenser forårsaket av beltehogster eller eiendomsgrenser, plasserte vi 17 par prøveflater i kommunene Sør Fron, Ringeby og Øyer 700–900 m o.h. Hvert par bestod av én prøveflate i naturskog og én i den tilgrensende kulturskogen slik at det innen par var minst mulig forskjell i høyde over havet, vegetasjonstype, terrengform og jordsmonn.

Resultatene viste at tradisjonell høydebonitering ga en gjennomsnittlig underbonitering på 4,2 m. Underboniteringen økte med alder mens overhøyden bare økte svakt med alder. Modellene for alderskorreksjon antyder at avviket i naturskogens overhøydeutvikling fra bonitetskurvene avhenger av vindeksposisjon og jorddybde. Vegetasjonsbonitering ga en underbonitering i samme størrelsesorden som tradisjonell høydebonitering. Underboniteringen skyldes en forskjell i høydeutvikling mellom natur- og kulturskog som vanskelig kan relateres til en enkeltårsak, og som vi fra litteratur på fagfeltet henfører til bl.a. forskjeller i tetthet og genetisk opphav. Vi anbefaler å bruke den presenterte modell *3-alder* for alderskorreksjon ved bonitering i naturskog av gran 50–300 høydemeter under skoggrensa der overhøydeetrerne er eldre enn 100 år på indre Østlandet.

**Nøkkelord:** alder, bonitet, fjellskog, gran, høydebonitering, høydevekst, H40, kulturskog, naturskog, overhøyde, *Picea abies*, produksjonspotensiale.

## SUMMARY

Estimation of site-index in old, semi-natural stands of Norway spruce at high altitude

Site-index in Norway is given by the dominant height of an even aged stand at reference age 40 years at breast height (1.3 m above ground). The site-index curves which are standard for Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) (Tveite 1977), are suspected to underestimate the site-index in old, semi-natural spruce forests at high altitude characterised by naturally regenerated, uneven-aged stands with low density. The aim of this study was to estimate the accuracy of site-index estimates in such forests and suggest some age corrections by comparing to measures in adjacent cultivated spruce stands.

Along stand boundaries caused by either property boundaries or strip harvestings, we established 17 pairs of field plots in the municipalities of Sør Fron, Ringebu and Øyer. Each pair consisted of one plot in the old, semi-natural stand and one in the adjacent cultivated stand, aiming at least possible difference regarding to altitude, vegetation, topography and soil.

Mean age at breast height of dominant trees varied from 106 to 182 years at semi-natural plots and from 23 to 42 years at the cultivated plots. The site-index curves of Tveite (1977) underestimated the site-index by 4.2 m on average. Site-index estimated by site properties resulted in underestimations of 4.5 m and 3.9 m on average for the equations G10 and G4 respectively (Nilsen & Larsson 1992). The presented models for age corrections showed that the underestimation increased by age and that dominant height only increased slightly by age. The results also suggest that the deviation of the height-age relation at the semi-natural plots from the site-index curves relates to wind exposure and soil depth. The work indicate that the underestimation of site index in semi-natural stands is due to a slower and less persevering height growth compared to cultivated stands at similar sites due to differences in density and genetic origin. We suggest applying the presented model *3-alder*, which is a linear function of age, for age correction in old, semi-natural spruce stands 50 to 300 m below forest line in Eastern Norway.

**Keywords:** age, dominant height, Height growth, *Picea abies*, plantations, semi-natural stands, site-index curves, site productivity, subalpine forest.





# 1. INNLEDNING

For å kunne drive en god skogforvaltning er det nødvendig å kunne gjøre riktige framskrivninger, lønnsomhetsberegninger og verdsettinger. Derfor er det avgjørende å kunne beskrive skoglig produksjonsevne. Som indeks for produksjonsevne brukes i dag høydeboniteringsystemer i mange land og det har vist seg å være en funksjonell og robust metode (Skovsgaard & Vanclay 2008). Indeksen uttrykkes da som overhøyden i et bestand ved en bestemt referansealder på lokaliteten som skal boniteres. Når den stående skogen er eldre eller yngre enn referansealderen, tilbakeskrives eller framskrives overhøyden til referansealderen med bonitetsfunksjoner. I Norge i dag er høydebonitering med referansealder 40 år i brysthøyde og bonitetsfunksjonene til Tveite (1977), kalt H40-metoden, en vel etablert standardmetode for bonitering. Boniteten angis i praksis i 3 m klasser. Selv om boniteten ikke nødvendigvis beregnes ved registrerte verdier for overhøyde og alder, angis en bonitet etter H40-skalaen enten beregnet fra en funksjon av egenskaper ved voksestedet, «vegetasjonsbonitering» (Nilsen & Larsson 1992), eller ved et «kalibrert skjønn» (Enger 1987). H40-metoden er altså grunnlaget og referansen også for disse metodene.

Et ofte diskutert problem med høydebonitering er tendensen til en negativ korrelasjon mellom bonitetsestimat og alder, gjerne referert til som alderseffekten (Hägglund & Lundmark 1977, Nilsen & Larsson 1992, Tegnhammar 1992). Det er spekulert i mange årsaksforklaringer som kan deles i to hovedgrupper: «virkelig» og «fiktiv» alderseffekt. Den «virkelige» alderseffekten går ut på at det faktisk er en gjennomsnittlig høyere alder på lokaliteter med lav produksjonsevne. Den «fiktive» alderseffekten skyldes derimot at boniteringskurvene feilaktig gir et lavere bonitetsestimat ved høy alder. Virkelig alderseffekt forklares gjerne med at det er en sammenheng mellom bonitet og omløpstid eller skogbrukshistorie (Nilsen & Larsson 1992, Tegnhammar 1992). Fiktiv alderseffekt blir antatt å være en følge av bestandshistorie, genetisk opphav, tetthet eller at bonitetsfunksjonene ikke er riktige ved høy alder eller bestemte skogtyper (Tveite & Braastad 1981, Tegnhammar 1992). Om man skal korrigere for denne feilen, er det avgjørende å kunne skille mellom «virkelig» og «fiktiv» alderseffekt selv om det i praksis har vist seg å være vanskelig (Nilsen & Larsson 1992).

Aktører i skognæringen antyder en fiktiv alderseffekt i eldre, glissen og fleraldret granskog i høyreliggende strøk siden de observerer en høyere høydebonitet i yngre, plantede bestand på nærliggende voksesteder. På betydelige skogarealer i høyreliggende strøk på Østlandet og Midt-Norge utgjøres skogen av gran som er satt igjen eller forynget naturlig etter mer eller mindre intensiv plukkhogst fram til begynnelsen av 1900-tallet. Eventuelt kan det være en første generasjon med gran som over lang tid har etablert seg naturlig i fjellbjørkeskog og gradvis blitt dominerende. Dette har forårsaket en glissen, fleraldret skog med ujevn fordeling og høy alder hos dominerende trær. Slik skog vil heretter bare bli referert til som «naturskog» som i denne studien står i kontrast til «kulturskog». Med «kulturskog» mener vi her granbestand som er plantet etter en snauhogst. Selv om dette ikke er de mest produktive skogarealene i nasjonal sammenheng, er det likevel viktig med riktige bonitetsestimater både for skogbruksplanlegging og for verdsetting av skog i forbindelse med vern og erstatningssaker.

Tveites boniteringsmodell (1977) beskriver overhøydeutviklingen i ensaldrede bestand der de dominerende trærne kan antas å spille potensiell høydevekst på lokaliteten. Naturskogbestand i fjellskogen er i utkanten av gyldighetsområdet for denne modellen pga høy alder, lav bonitet og ikke minst fordi modellene er beregnet for ensaldrede bestand (Tveite & Braastad 1981). Det er bl.a. en forutsetning for høydebonitering at overhøydeutviklingen ikke har blitt hemmet av glissen tetthet eller konkurranse fra overstandere tidligere i bestandshistorien. Høydebonitering slik Tveite (1977) beskriver metoden skal til en viss grad være robust i forhold til veksthemming i ung alder for det første fordi høydeutvikling under brysthøyde ekskluderes og for det andre fordi det skal brukes «husholdningsalder» som er alder etter en korreksjon for undertrykt vekst i ung alder uttrykt ved tette årringer innerst rundt margen. Tveite (1977) prøvde også å korrigere alderen ved å selektene de yngste overhøydetrærne i naturskog, men konkluderer med at å bruke husholdningsalder er den beste korreksjonen.

Det samme problemet er også diskutert i Nord-Amerika for flere treslag (Ouzennou et al. 2008). Her har man blant annet forsøkt å korrigere alder i naturskog ut fra en indeks for diameterspredning, Shannon Evenness Index (Ouzennou et al. 2008), eller å angi bonitet ut fra en relativ-tetthets-indeks (Berguson et al. 1994) eller å bruke H/D-forhold (Huang & Titus 1993, Wang 1998). Andreassen

(1994) testet ut metoder for bonitering i fleraldret skog i bledningsfelt og konkluderte med at det var liten forskjell i bonitet estimert ved høyde og alder hos overhøydetrær, høydebonitering i ensaldret nabobestand og vegetasjonsbonitering (iht. Nilsen & Larsson 1992). Det er vanskelig å kvalitetsteste et H40-estimat i gammel skog fordi referansen er høyde-aldersforholdet i et hypotetisk bestand på samme lokalitet. H40-boniteten er igjen bare en indeks for et produksjonspotensial under en rekke skjøtelsesmessige forutsetninger.

Kulturskogfelter etablert i høyereliggende strøk i etterkrigstiden gir likevel mulighet for en tilnærming til problemet ved å sammenligne høyde-aldersforhold i naturskog og nærliggende kulturskog. Denne studien har tatt sikte på en slik tilnærming for å skille ut og kvantifisere en evt. alderseffekt. Dessuten ville vi teste noen enkle korreksjoner av alder for høydebonitering. Ut fra en antagelse om at overhøyden i gammel naturskog ikke øker med tiden, er vår hypotese at registrering av alder er overflødig og at man kan estimere bonitet kun ved høyde. Vi ville også teste vegetasjonsbonitering (iht. Nilsen & Larsson 1992) som en alternativ metode. Vi fokuserte på å beskrive forholdene i fjellskog av gran i indre strøk av Østlandet fordi det ble spesielt etterspurt en slik studie her.

## 2. MATERIALE OG METODE

### 2.1 Feltarbeid

Datamaterialet til denne feltstudien består av 34 prøveflater som er plassert parvis med én flate i kulturskog og én i tilgrensende naturskog. Prøveflatene er fordelt på fire ulike lokaliteter mellom Gudbrandsdalen og Østerdalen: Frydalen i Sør Fron kommune, Skarseterlia i Ringebu kommune, Imsdalen i Ringebu kommune og Hynnli i Øyerfjellet (Figur 1). Ved hjelp av bestandsdata og ortofoto, søkte vi etter plantet kulturskog av gran med en tilfredsstillende tetthet i høyereliggende strøk (over 700 moh) som hadde tilgrensende eldre naturskog. I tillegg skulle bestandsgrensa gå vertikalt i terrenget og være et resultat av enten en tidligere beltehogst eller en eiendomsgrensa. Dette siste fordi det betyr at bestandsgrensa er plassert systematisk etter en rett linje på et kart og ikke etter en naturlig bonitetsfigur i terrenget. Dermed er det ikke grunn til å forvente at det er et skille i bonitet som er grunn-



Figur 1. Oversiktskartet viser geografisk plassering av studieområdene markert med rødt.

nen til at det tidligere har vært hogd og etablert kulturskog på den ene siden og ikke på den andre.

Det ble plassert ett til fire prøveflatepar langs hver bestandsgrensa. Innen hvert par ble prøveflatene plassert med 50–200 m avstand og med mindre enn 15 m i høydeforskjell. Innenfor disse rammene ble prøveflatene plassert slik at vegetasjonstype, terrengform og jordsmonn ble mest mulig likt innen par. Eldre naturskogbestand er ofte svært heterogene og med store åpninger. Dette måtte også i hensyn tas ved plassering av prøveflatene slik at representative overhøydetrær ble innlemmet i prøveflatene.

Prøveflatene var 500 m<sup>2</sup> sirkelflater som ble delt i 5 underflater på 100 m<sup>2</sup> hver som vist i Figur 2. På hver underflate og for hele flata registrerte vi vegetasjonstype (iht. Larsson 2005), terrengform, helningsvinkel med Vertex og helningsretning med kompass og jorddybde (jdyb) og jordtype med jordspyd. På de to høyeste trærne på hver underflate, registrerte vi avstand og retning fra sentrum, diameter, høyde og toppskuddlengde. Det høyeste av de to ble også boret i brysthøyde for årringprøve og registrering av husholdningsalder (T<sub>1,3</sub>). Toppskuddlengde ble estimert ved øyemål evt. vha. kikert. For hver flate beregnet vi i etterkant en topexindeks for å beskrive vindeksposisjon (Wilson 1984, Hannah et al. 1995, Quine & White 1998) ut

fra digitale terrengmodeller fra Norge-digitalt med 20 X 20 m grid ved hjelp av ESRI ArcGis 9. Den ble her beregnet som summen av den vertikale vinkelen til horisonten til terrenget innenfor 2 km i 8 himmelretninger sett fra et punkt 20 m over bakken i flatesentrum. Det vil si at vinkelen til horisonten kan være negativ hvis terrenget innenfor 2 km i en gitt retning ikke er høyere enn flatesentrum.

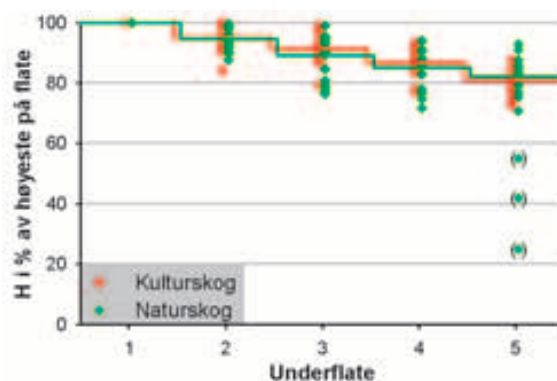


Figur 2. Hver 500 m<sup>2</sup> sirkelflate ble delt etter himmelretning i 5 underflater på å 100 m<sup>2</sup> som vist med stiplet linje.

## 2.2 Analyse

I analysen brukte vi Tveites (1977) modell for høydebonitering og Nilsen & Larssons (1992) modell (G4 og G10) for bonitering ved egenskaper ved voksestedet. Vi selekterte det høyeste treet i hver underflate som boniteringstre. Tre av naturskogflatene hadde en underflate som ikke var representert med trær høyere enn 70 % av det høyeste treet på flata (Figur 3). Disse underflatene ble ekskludert fordi vi antok det skyldtes dårlig representasjon av overhøydetrær og ikke egentlig bonitetsvariasjon. Hver 500 m<sup>2</sup> flate er altså representert med fem boniteringstrær med unntak av tre naturskogflater som bare er representert med fire trær. Tveite (1977) definerer overhøydetrær som de 100 groveste trærne per ha. Vi valgte likevel denne metoden for seleksjon av boniteringstrær med bakgrunn i en antagelse om at det ville representere høydevekstpotensialet bedre i den heterogene naturskogen der H/D-forhold kan variere stort mellom trærne. Dessuten er det grunn til å anta at høydedata vil være lettere tilgjengelig enn diameterdata i framtida. Enger (1979) testet den samme metoden og viser at bruk av det høyeste treet på en 100 m<sup>2</sup>

flate ikke gir systematisk feil i bonitetsestimert i forhold til den konvensjonelle metoden.



Figur 3. Høyde på høyeste tre per underflate er angitt i prosent av høyeste tre på 500 m<sup>2</sup> flata. De 5 underflatene er sortert etter makshøyde. Horisontal linje markerer gjennomsnittet etter at de tre naturskogflatene som var dårlig representert (i parentes), er ekskludert.

H40-bonitet estimert ved overhøyde ( $H_0$ ) og husholdningsalder ( $T_{1,3}$ ) i naturskogen betegnes  $H40_{m\ddot{a}lt}$  og bonitet estimert på samme måte i parallell kulturskogflate betegnes  $H40_{parallel}$ . Differansen mellom disse betegnes  $H40_{diff}$ . For å kunne sammenligne høydeutvikling mellom flater med ulik bonitet, har vi ekskludert effekten av bonitet på høyde ved å transformere høydene til en tilsvarende høyde ved bonitet G17 som er basiskurven i boniteringsmodellen (Tveite 1977). Denne verdien kaller vi her G17-høyde og er beregnet som overhøyden for G17 ved den alderen som ville gitt  $H40_{parallel}$  for det aktuelle boniteringstree. G17-høyde er altså beregnet uavhengig av registrert alder.

Korrigert alder betegnes  $T'$ . Vi har testet presisjonen ved modellene beskrevet i Tabell 1 for korreksjon av alder som utligner forskjellen i gjennomsnittlig bonitet mellom naturskog og kulturskog. Merk at modell 2 og 4 er uavhengige av registrert alder og vil gi flate høydekurver. Parametere ble beregnet ved regresjon av  $T'$  i funksjonen  $H40_{parallel}=f(H_0 T')$  der  $f$  er gitt ved Tveites (1977) boniteringsmodell for gran. For denne regresjonen benyttet vi iterativ Gauss-Newton metode for å beregne parametre i en ikke-lineær regresjon. Pearson korrelasjoner og regresjoner er beregnet i statistikkpakken SAS 9 (SAS-Institute-Inc. 2004).

Tabell 1. Testede modeller for alderskorreksjon (T').

Navn	Beskrivelse	Formel
1-ingen	Ingen korreksjon	$T' = T_{1,3}$
2-konstant	Konstant verdi	$T' = k$
3-alder	Lineær funksjon av alder	$T' = f(T_{1,3})$
4-[egenskap]	Lineær funksjon av egenskaper ved voksestedet	$T' = f([\text{egenskaper}])$
5-alder-[egenskap]	Lineær funksjon av både alder og egenskaper	$T' = f(T_{1,3} [\text{egenskaper}])$

### 3. RESULTATER

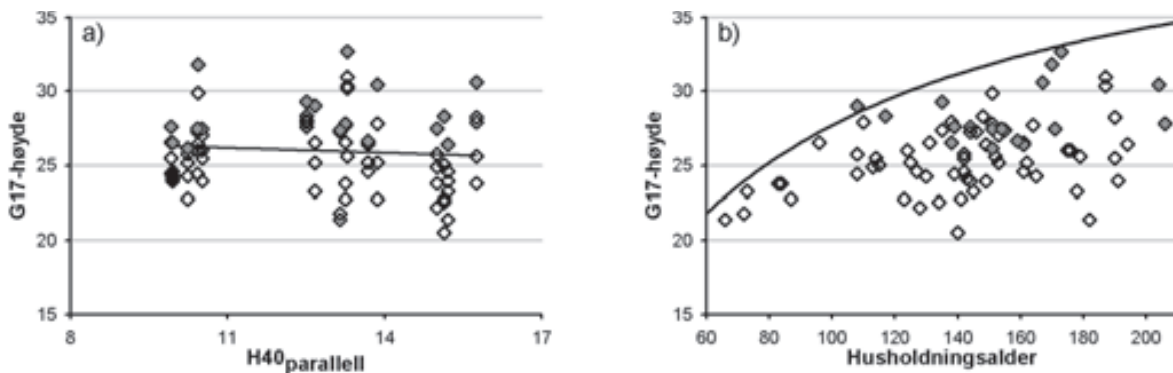
#### 3.1 Høyde-alder forhold

Vanlig høydebonitering ga gjennomsnittlig 4,2 m (S = 1,31 m) lavere H40-bonitet i naturskog enn i kulturskog. Gjennomsnittlig husholdningsalder varerte mellom 106 og 182 år i naturskogen og mellom 23 og 42 år i kulturskogen. Høyde, alder, høydebonitet og bonitet estimert ved egenskaper ved voksestedet for de 17 prøveflateparene er vist i *Vedlegg 1*.

Overhøyden i naturskogen varierte mellom 17 og 27 m. Boniteringstrærnes høyde transformert til basiskurven (G17-høyde) viste verken stigende eller synkende trend med  $H40_{\text{parallell}}$  (Figur 4a). Figur 4b viser at høyden for de enkelte boniteringstrærne bare øker svakt med husholdningsalder og at underboniteringen øker med boniteringstrærnes alder.

Ved å selektere bare det høyeste treet på hver 500 m<sup>2</sup> naturskogflate, ble gjennomsnittlig underbonitering redusert til 2,9 m. Å selektere det yngste av boniteringstrærne, reduserte underboniteringen på samme måte til 2,8 m. Ved å selektere bare det boniteringstreet som ga høyest høydebonitet kom gjennomsnittlig underbonitering ned på 2,2 m.

Sammenhengen mellom variabler på prøveflatenivå for boniteringstrær og egenskaper ved voksestedet er gitt i *Tabell 2*. Det er en tendens til at underbonitering øker med alder ( $p < 0,1$ ). Av variablene for egenskaper ved voksestedet var det bare jorddybde og topex-indeks som hadde signifikant korrelasjon med G17-høyde ( $p < 0,1$ ) (*Tabell 2*). Derfor ble bare disse to av egenskapsvariablene inkludert i modelleringen av alderskorreksjon. Tester viste ingen signifikant forskjell i G17-høyde eller  $H40_{\text{diff}}$  verken mellom steder ( $p=0,36$ ,  $p=0,51$ ) eller vegetasjonstyper ( $p=0,40$ ,  $p=0,99$ ).



Figur 4. De enkelte boniteringstrærnes høyde transformert til basiskurven (G17-høyde) ved  $H40_{\text{parallell}}$  forklart med a)  $H40_{\text{parallell}}$  og b) husholdningsalder. Det høyeste av de fem boniteringstrærne på hver flate er markert med fylte symbol. Trendlinje for alle boniteringstrær er tegnet inn i a) og basiskurven (G17) er tegnet inn i b).

Tabell 2. Korrelasjonsmatrisen viser sammenhengen mellom variabler for boniteringstrærne ( $H_0$ =overhøyde,  $T_{1,3}$ =alder,  $H40_{m\ddot{a}lt}$ =høydebonitet,  $H40_{parallel}$ =parallel kulturskogbonitet,  $H40_{diff}$ =underbonitering og G17-høyde) og variabler for voksestedet (Jdyp=jorddybde, og Heln= helning angitt i prosent). Korrelasjoner (R) står i kursiv hvis signifikant på 10 % nivå og i fet skrift hvis signifikant på 5 % nivå.

	$H_0$ (m)	$T_{1,3}$	$H40$ målt	$H40$ parallel	$H40$ diff	G17- høyde	Jdyp (cm)	Topex- Index	h.o.h. (m)	Heln (%)
<b>GJ.SNITT</b>	<b>20,6</b>	<b>145</b>	<b>8,5</b>	<b>12,7</b>	<b>-4,2</b>	<b>26</b>	<b>24,7</b>	<b>29,5</b>	<b>808</b>	<b>21,2</b>
<b>S</b>	<b>2,7</b>	<b>22</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>15,4</b>	<b>38,9</b>	<b>56</b>	<b>14,2</b>
<b>N</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
$H_0$	1									
$T_{1,3}$	0,3	1								
$H40_{m\ddot{a}lt}$	<b>0,85</b>	-0,25	1							
$H40_{parallel}$	<b>0,81</b>	0,01	<b>0,82</b>	1						
$H40_{diff}$	0,19	-0,44	0,44	-0,16	1					
G17-høyde	0,46	0,48	0,2	-0,15	<b>0,57</b>	1				
Jdyp	<b>0,62</b>	<b>0,48</b>	0,37	0,38	0,03	0,45	1			
Topex	<b>0,64</b>	0,26	<b>0,53</b>	0,41	0,26	0,45	<b>0,65</b>	1		
h.o.h.	-0,33	-0,34	-0,15	-0,41	0,39	0,07	-0,13	-0,26	1	
Heln	0,41	0,23	0,32	0,31	0,05	0,21	<b>0,55</b>	<b>0,79</b>	0,11	1

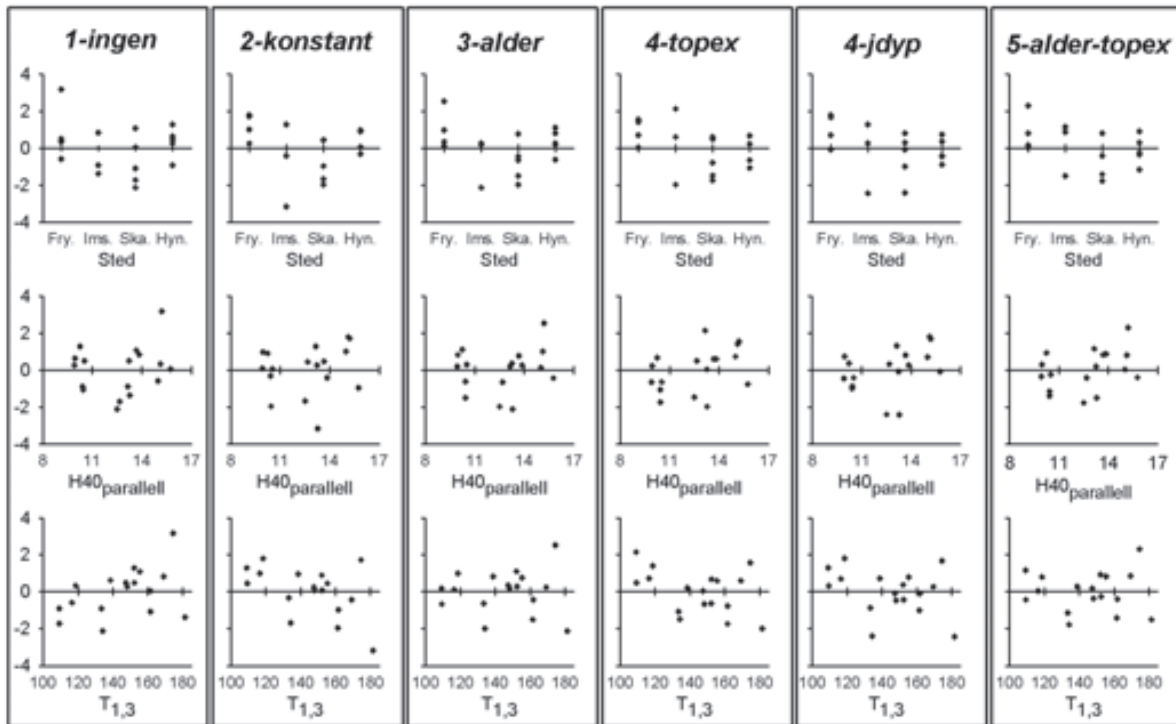
### 3.2 Alderskorreksjon

Parameterestimat og standardavvik for korreksjonsmodellene er vist i Tabell 3 og residualplott er vist i Figur 5. Modell 1-ingen ga en gjennomsnittlig underbonitering lik 4,2 m. Residualene viste ingen sammenheng med bonitet, men en tendens til økende underbonitering med økende alder. Residualene til modell 2-konstant hadde bare litt større spredning og viste heller ingen sammenheng med bonitet. Derimot viste denne en tendens til overbo-

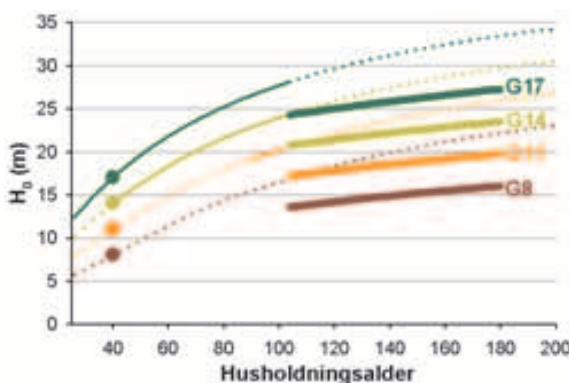
niterting ved høy alder og underbonitering ved lav alder. Residualene til modell 3-alder viste minst spredning av modellene med bare signifikante variabler ( $p < 0,05$ ). Modell 4-topex viser at topex forklarer overhøydeutvikling nesten like godt som husholdningsalder gjør. Både husholdningsalder, topex og jorddybde var interkorrelert og dette er sannsynligvis årsaken til at variablene i modell 4-topex-jdyp, 5-alder-topex og 5-alder-jdyp ikke blir signifikante.

Tabell 3. Parameterestimatene for alderskorreksjon i boniteringsmodellen er vist i kursiv hvis signifikant på 10 % konfidensnivå og i fet hvis signifikant på 5 % konfidensnivå.

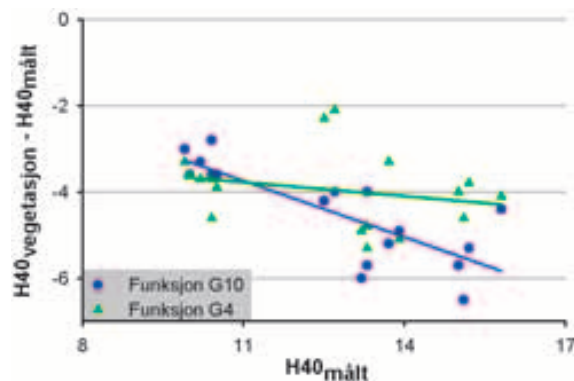
	1-ingen	2-konstant	3-alder	4-topex	4-jdyp	4-topex- jdyp	5-alder- topex	5-alder- jdyp
Intersept		<b>85.76</b>	<b>44.48</b>	<b>80.98</b>	<b>76.86</b>	<b>78.01</b>	<b>47.64</b>	<b>49.06</b>
$T_{1,3}$	(1)		<b>0.286</b>				<b>0.240</b>	0.219
Topex				<b>0.161</b>		0.110	0.118	
Jdyp					<b>0.360</b>	0.182		0.205
Underbon.	<b>4.19</b>	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
<b>MSE</b>	1.7	1.81	1.46	1.52	1.57	1.57	1.35	1.48



Figur 5. Residualer (m) for modellene for alderskorreksjon fordelt på sted, bonitet og husholdningsalder.



Figur 6. Tynne linjer viser overhøydeutvikling etter Tveites (1977) boniteringsmodell. Ekstrapoleringsområdet for modellen er markert med stiptet linje. Tjukke linjer viser overhøydeutvikling med de samme funksjonene etter alderskorreksjon ved vår modell 3-alder (Tabell 3).



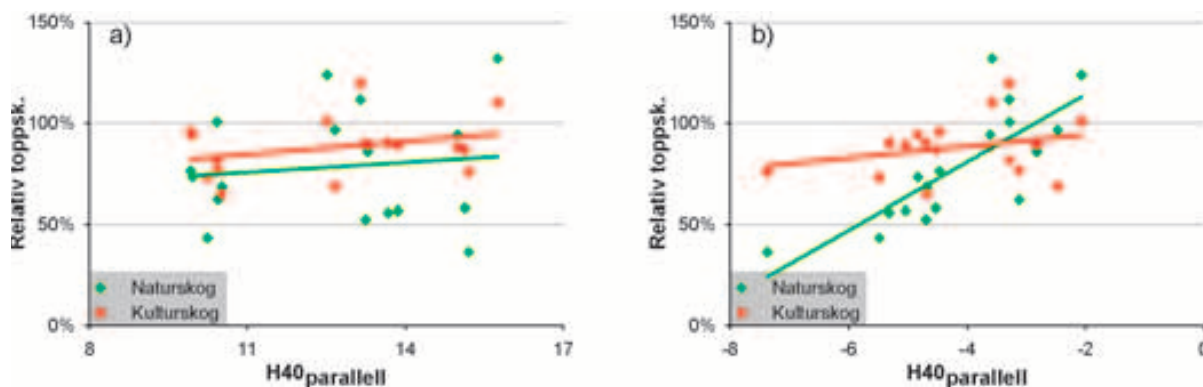
Figur 7. Differansen mellom bonitet estimert ved egenskaper ved voksestedet ved de to funksjonene G10 og G4 (Nilsen & Larsson 1992) og målt med høyde-alder-metoden (Tveite 1977) i kulturskogen. Trendlinjer er tegnet inn.

### 3.3 Vegetasjonsbonitering

Vegetasjonsbonitering ga gjennomsnittlig en underbonitering på 4,5 m ( $S = 1,1$  m) for funksjon G10 og 3,9 m ( $S = 0,9$  m) for funksjon G4 i kulturskogflatene. Særlig G10 viste en økende underbonitering ved økende bonitet (Figur 7). Forskjellen innen prøveflatepar var ikke mer enn 0,4 m for begge funksjonene.

### 3.4 Toppskudd

Relative toppskuddlengder, beregnet som toppskuddlengde i prosent av forventet årlig overhøydeutvikling ut fra boniteringsmodellen ved gitt høyde og bonitet, var ganske likt i kulturskogen og naturskogen (Figur 8a). Det var likevel en signifikant sammenheng mellom underbonitering og relative toppskuddlengder i naturskogen (Figur 8b).



Figur 8. Relativ toppskuddlengde er uttrykt som målt toppskuddlengde i % av forventet årlig overhøydeutvikling ut fra boniteringsmodellen ved gitt høyde og bonitet. Hver observasjon viser snittet for en flate med 5 boniteringstrær. To trær uten toppskudd er ekskludert. Relativ toppskuddlengde er her forklart med (a) bonitet og (b) underbonitering. Trendlinjer er tegnet inn.

## 4. DISKUSJON

### 4.1 Tradisjonell høydebonitering

Resultatene viser en betydelig underbonitering ved tradisjonell høydebonitering i naturskog. Dette gjelder under forutsetning av for det første at bonitets-estimatet i kulturskogen er riktig, og for det andre at gjennomsnittlig virkelig bonitetsforskjell innen par er tilnærmet null, d.v.s. at kulturskogflatene ikke har blitt systematisk plassert på litt bedre voksesteder enn naturskogflatene.

Vår vurdering er at den første forutsetningen står ganske sterkt fordi alderen i de fleste kulturskogflatene er svært tett mot referansealderen 40 år. Det betyr at om man velger en annen bonitetsfunksjon, endres ikke H40 estimatet mer enn noen få desimeter. Det bør nevnes at de fire flatene i Sør-Fron er i betydelig yngre bestand enn de andre og har alder mellom 23 og 27 år. Selv om dette ligger innenfor gyldighetsområdet til Tveites bonitetsfunksjoner, kan flatene være overbonitert, slik det er fare for ved høydebonitering i unge bestand, spesielt på grunnlendt mark (Eid & Moen 1993).

Den andre forutsetningen er vanskelig å teste eller dokumentere annet enn ved å henvise til tabell i Vedlegg 1. Denne angir liten forskjell innen prøveflatepar med hensyn på vegetasjon, terreng og jord. Det at bare bestandsgrenser som går vertikalt i terrenget forårsaket av eiendomsgrenser eller beltehogster, er anvendt, mener vi borger for at det i utgangspunktet ikke er gjennomsnittlig høyere bonitet på kulturskogsiden enn på naturskogsiden av grensa. En rent systematisk plassering av prøveflater ville vært mer objektiv, men med den store

variasjonen i bonitet også på et lite areal og en ujevn fordeling av egnede boniteringstrær i naturskog, ville dette krevd et mye høyere antall prøveflater, som ville oversteget praktiske og økonomiske rammer for dette prosjektet. Etter vår oppfatning vil en skjønnsmessig parvis plassering av prøveflater, innenfor spesifikke rammer, best kunne ekskludere en virkelig alderseffekt. Lignende metode er også brukt for sammenligning av høydebonitet mellom treslag vestafjells (Bauger 1970, Øyen & Tveite 1998).

Gjennomsnittlig underbonitering i vårt materiale på 4,2 m står i kontrast til Andreassens (1994) registreringer som viste en gjennomsnittlig forskjell i høydebonitet mellom fleraldret bledningsskog og nærliggende kulturskog på under 1 m. Men dette var mye yngre boniteringstrær (70–80 år) og lavereliggende skog. Likevel, ved vår alderskorreksjonsmodell 3-alder, overensstemmer det bra med 1 m underbonitering ved denne alderen. Tveite (1977) mistenker også selv at bonitetskurvene for gran gir en underbonitering i naturskog som øker med alder.

Å selektere færre og mer vitale boniteringstrær etter ulike kriterier er anbefalt for å få et riktigere bonitetsestimat i naturskog (Tveite 1977). Når vi selekterte kun det høyeste eller det yngste boniteringstreet for å representere hver 500 m<sup>2</sup> flate, økte bonitetsestimatet noe. Likevel står man igjen med en underbonitering på over 2 m selv etter å ha valgt det boniteringstreet som ga høyest estimat. Dette viser forøvrig en variasjon i H40 mellom boniteringstrærne innen en flate svært likt det Enger (1979) observerte. Strengere kriterier for seleksjon av boniteringstrær er altså ikke tilstrekkelig for å unngå

underbonitering i lignende naturskog. Det tyder på at om man skal benytte høydebonitering i slik skog, er det nødvendig med en korreksjon av bonitetskurvene.

## 4.2 Alderskorreksjon

Verken husholdningsalder eller G17-høyde var korrelert med parallell kulturskogbonitet, hvilket tyder på at det ikke var noen virkelig alderseffekt i naturskog mellom par i materialet. Det betyr også at overhøydeutviklingen i forhold til bonitetskurvene gjennomsnittlig har kommet like langt på høy og lav bonitet og at det derfor er forsvarlig å bruke samme alderskorreksjon over hele bonitetsspennet slik vi har gjort.

Alder var den faktoren som viste størst korrelasjon med underboniteringen. Residualene rundt modell *2-konstant* viser at overhøyden øker noe med alder selv om overhøydeutviklingen er langt flatere enn i boniteringskurvene (Tveite 1977). Resultatene indikerer også at vindeksposisjon og jorddybde har en effekt på høydevekstutholdenheten. Residualplottene tyder på at overhøydeutviklingen forklares best med alder fram til 130 år, men etter denne alderen forklares overhøyden vel så godt med vindeksposisjon og jorddybde og effekten av alder er enten maskert eller borte. Dette betyr at en alderskorreksjon ideelt sett skulle vært ikke-lineær og at vår hypotese om at registrering av alder er overflødig fordi overhøyden ikke øker med tiden, bare kan støttes når alderen overstiger 130 år. Nivået der overhøydeutviklingen stagnerer, er dessuten avhengig av miljøfaktorer, spesielt vindeksposisjon og jorddybde. Modell *3-alder* reduserte feilen mest av foreslåtte modeller. Vi anbefaler derfor ved praktisk bonitering å bruke modell *3-alder*, men med en vurdering av estimatet i forhold til diskusjonen over. Vi kan også tilføye at ved høy alder reduseres presisjonen lite gjennom unøyaktighet i registrert alder. Gyldighetsområdet begrenser seg til 50 til 300 høydemeter under skoggrensa på indre Østlandet der granskogen er naturlig forynget, relativt glissen med dype kroner og der overhøydetrærne er eldre enn 100 år.

## 4.3 Vegetasjonsbonitering

Vegetasjonsbonitering i henhold til Nilsen & Larsen (1992), ga en underbonitering omtrent like stor som tradisjonell høydebonitering i naturskog. Den tilfeldige feilen ved vegetasjonsbonitering var lik eller mindre enn ved tradisjonell høyde-alderbonitering, hvilket betyr at modellene etter en justering av parametrene kunne gitt vel så gode bonitetsesti-

mater som høydebonitering uten alderskorreksjon (modell *1-ingen*) eller med konstant alder (modell *2-konstant*). Likevel tyder resultatene på at en høydebonitering med alderskorreksjon fortsatt vil gi den beste presisjonen i naturskogen fordi alderskorreksjon ved modell 3, 4 og 5 reduserer den tilfeldige feilen. Tendensen til økende underbonitering med økende bonitet ved vegetasjonsbonitering, særlig i modell G10, skyldes antakeligvis at modellen ikke beskriver spennet i bonitet godt nok innenfor samme høydelag fordi høyde over havet er en viktig parameter i modellen.

## 4.4 Overhøydeutvikling i naturskog vs. kulturskog

Et sentralt spørsmål er om overhøydeutviklingen i disse høyereliggende kulturbestanda vil fortsette å følge bonitetskurvene eller om den vil flate ut og stagnere på samme nivå som i den parallelle naturskogen. Eller mer presist: Er årsaken til underbonitering at

- (i) bonitetskurvene ikke passer for høyereliggende skog; eller
- (ii) at naturskogen har en svakere høydeutvikling enn kulturskogen

Hvis pkt *i* er sann, betyr det at overhøyden i kulturskogen ikke vil følge bonitetskurvene, men med tiden flate ut og trærne vil ikke bli stort høyere enn i tilgrensende naturskog. Det finnes fra litteraturen flere eksempler på at forholdet mellom høydevekstraten i yngre skog og høydevekstutholdenheten, og dermed formen på høydevekstkurvene, kan variere med region og lokalitet innenfor samme treslag (Hägglund 1976, Hægglund & Lundmark 1981, Øyen & Nes 1997, Karlsson 2000). Hvis en slik effekt er stor nok til å forklare underboniteringen som vi har påvist, skulle man forvente en synkende trend i H40-bonitet med alder i kulturskogfelter i fjellskogen. Teorien finner ingen støtte i en studie der høydeutviklingen i flere 50–70 år gamle kulturbestand av gran tett opp mot skoggrensa i Tynset kommune ble rekonstruert. Høydeboniteten her viste ingen synkende trend gjennom bestandets liv (Nilsen 1990). Flere av Skog og landskaps kulturforsøk i Hirkjølen forsøksområde som er plantet på 830–1020 m o.h. har nå nådd brysthøydealder 60–70 år og viser heller ingen synkende trend i H40-bonitet. Av langsiktige kulturforsøk i fjellskog eldre enn dette finnes bare ett, Ølken skog, som er etablert ved såing i 1864 på 800 m o.h. i Vestre Slidre. Her har H40-boniteten økt jevnt fra ~12 m i 1953 til ~14 m i 2006. En topex-indeks beregnet på samme måte som beskrevet i metodekapittelet, indikerer at denne lokaliteten ikke er



mindre vindeksponert enn prøveflatene i vårt materiale.

Eksemplene over indikerer at underbonitering i naturskog heller må forklares med at overhøyde-trærne generelt oppviser lavere og mindre utholdende høydevekst enn i kulturskog. Toppskuddmålingene i vårt materiale viser at høydetilveksten relativt til det som er forventet ut fra høyde, kulturskogbonitet og boniteringsmodellen (Tveite 1977), gjennomsnittlig er nesten like stor i naturskog som i kulturskog. Dette angir at forstyrrelser i toppen av trærne forårsaket av tørke, frost, eller mekaniske skader, må anses som en viktig årsak til begrenset overhøydeutvikling og til underbonitering i naturskog. Sammenhengen mellom underbonitering og relative toppskuddlengder angir at noe mer begrenset høydetilvekst også er en del av årsaken til naturskogens avvik fra bonitetskurvene. Man må her være oppmerksom på at denne sammenhengen også kan være en effekt av tilfeldig variasjon i virkelig bonitetsforskjell innad i prøveflatepar.

En raskere høydeutvikling i kulturskog sammenlignet med naturskog har tidligere vært forklart med effekter av tetthet, genetik og bestandshistorie (Tegnhammar 1992), men materialet gir oss ikke anledning til å kunne kvantifisere betydningen av eller rangere disse faktorene. Vi vil likevel påpeke noen forhold. Lav tetthet på grunn av glissen naturlig foryngelse, er vist å kunne begrense høydeutviklingen gjennom økt vindeksposisjon av trekronene (Telewski 1995). Mindre konkurranse om lys kan også gi mindre allokering av tilgjengelige ressurser til høydevekst (Nilsson & Hallgren 1993). Glissen foryngelse gir dessuten utvalgseffekter både genetisk og relatert til voksested. Kulturskogens opphavsmateriale er selektert ut fra mål om høy produksjon (Kvaalen et al. 2008), mens seleksjonspresset gjennom historien i fjellskogen kan i mindre grad ha fremmet høydevekst på grunn av lav interspesifikk konkurranse og dessuten at plukkhogsten systematisk har fjernet de største individene. Steffenrem & Kvaalen (2010) antyder at foredlet materiale kan gi en forbedring av H40-boniteten på over 10 % sammenlignet med materiale fra bestandsfrø.

Bestandshistorien i seg selv kan også forklare underbonitering ved at de dominerende trærne i naturskogen har hatt redusert høydevekst pga konkurranse fra større nabotrær tidligere i livet. Å bruke husholdningsalder som vi har gjort her, skal korrigere for denne feilen (Tveite 1977), men her ga dette samlet sett bare en ubetydelig forbedring av

H40 estimatet. Bare 24 % av boniteringstrærne ble aldersjustert for undertrykkelse etter instruksene for beregning av husholdningsalder.

Endring i klima og nitrogennedfall har tidligere blitt foreslått som forklaring på forskjell i høydeutvikling mellom gamle og unge bestand (Nilsen & Larsson 1992, Tegnhammar 1992). En studie av klimaet i Atndalen (Nordli & Grimenes 2004), rett nord for Hirkjølen, gir forøvrig ikke grunn til å hevde at klimaet de siste 50 årene har vært så mye bedre enn gjennomsnittet for de siste 150 årene at det kan forklare noen vesentlig del av underboniteringen.

#### 4.5 Konklusjon

Denne studien viser at å benytte tradisjonell høydebonitering i gammel, glissen fjellskog kan gi en gjennomsnittlig underbonitering på over 4 m. Å benytte et spesifikt utvalg av boniteringstrærne gir en viss forbedring, men ikke en tilfredsstillende korreksjon. Vegetasjonsbonitering (Nilsen & Larsson 1992) ga omtrent like stor underbonitering som tradisjonell bonitering. Overhøyden i høyreliggende eldre naturskog ser ut til å øke bare svakt med overhøyde-trærnes alder og etter om lag 130 års husholdningsalder er overhøyden ganske uavhengig av alder. Nivået der overhøyden stagnerer, er nært koblet med H40-boniteten, men varierer i tillegg med miljøfaktorer som vindeksposisjon og jorddybde. Vi anbefaler å benytte den presenterte modell *3-alder* for alderskorreksjon ved høydebonitering av lignende skog, dvs. granskog 50–300 høydemeter under skoggrensa med overhøyde-trær eldre enn 100 år og en ujevn og glissen bestandsstruktur. Bonitetsestimatet ved Tveites (1977) boniteringsmodell, som i utgangspunktet ikke er gyldig for slik skog, korrigeres dermed med over en bonitetsklasse i snitt. Det må poengteres at vi her kun har studert bonitet som overhøyde ved referansealder og ikke direkte produksjonsevne som høydeboniteten egentlig skal indeksere. Ved vurdering av produksjonsevne for planlegging og verdsetting, må man i tillegg ta i betraktning sannsynlighet for å oppnå tilfredsstillende foryngelse og risiko for skader i framtidsbestandet. Undersøkelsen har begrenset geografisk dekning og studien bør også utvides til andre områder med fjellskog av gran.

# LITTERATUR

- Andreassen, K. 1994. Development and yield in selection forest. *Meddelelser fra Skogforsk* 47(5): 1–37.
- Bauger, E. 1970. Sammenligning mellom sitkagranens og granens høydeutvikling på Vestlandet og i Nord-Norge. *Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstation* 50: 152–221.
- Berguson, W. E., Grigal, D. F. & Bates, P. C. 1994. Relative Stocking Index – a proposed index of site quality. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere* 24(7): 1330–1336.
- Eid, T. & Moen, P. A. 1993. Bonitering i unge skogbestand. Rapport fra Skogforsk 93(15): 1–33.
- Enger, A. 1979. Bonitering av furu og gran på grunnlag av høyde og alder. *Tidsskrift Skogbruk* 87: 205–217.
- Enger, J. 1987. Skoghåndbok for jordskifteverket, Landbruksdepartementet.
- Hannah, P., Palutikof, J. F. & Quine, C. P. 1995. Predicting windspeeds for forest areas in complex terrain. *Wind and Trees*. Courts, M. P. og Grace, J. Cambridge, Cambridge University Press: 113–129.
- Huang, S. M. & Titus, S. J. 1993. An index of site-productivity for uneven-aged or mixed-species stands. *Canadian Journal of Forest Research* 23(3): 558–562.
- Hägglund, B. 1976. Skatting av höjdboniteten i unga tall- och granbestand. Institutionen för skogproduktion, Skoghögskolan. *Rapporter och Uppsatser* 39: 1–66.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1977. Site index estimation by means of site properties. Scots pine and Norway spruce in Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 138: 1–38.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1981. Håndledning i bonitering med Skoghögskolans boniteringssystem. Del 1. Definitioner och anvisningar. Jönköping, Skogstyrelsen.
- Karlsson, K. 2000. Height growth patterns of Scots pine and Norway spruce in the coastal areas of western Finland. *Forest Ecology and Management* 135(1–3): 205–216.
- Kvaalen, H., Steffenrem, A., Johnsen, Ø., Edvardsen, Ø. M., Johnskås, R. & Øyen, B.-H. 2008. Foretla plante-materiale, skjøtsel for vekst og kvalitet. *Norsk Skogbruk* 54(6): 26–28.
- Larsson, J. Y. 2005. Veiledning i bestemmelse av vegetasjonstyper i skog. Ås, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.
- Nilsen, P. 1990. Høydeutvikling og produksjon i gamle granplantninger i fjellskog. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 90(12): 1–10.
- Nilsen, P. & Larsson, J. Y. 1992. Bonitering av skog ved hjelp av vegetasjonstype og egenskaper ved voksestedet. Rapport fra Skogforsk 92(22): 1–43.
- Nilsson, U. & Hallgren, J. E. 1993. Changes in growth allocation owing to competition for light in young fertilized Norway spruce trees. *Forest Ecology and Management* 62(1–4): 157–172.
- Nordli, P. O. & Grimenes, A. A. 2004. The climate of Atnadalen. *Hydrobiologia* 521(1–3): 7–20.
- Ouzennou, H., Pothier, D. & Raulier, F. 2008. Adjustment of the age-height relationship for uneven-aged black spruce stands. *Canadian Journal of Forest Research* 38(7): 2003–2012.
- Quine, C. P. & White, I. M. S. 1998. The potential of distance-limited topex in the prediction of site windiness. *Forestry* 71(4): 325–332.
- SAS-Institute-Inc. 2004. Qualification Tools User's Guide. SAS 9.1.2. Cary, North Carolina, SAS-Institute-Inc.
- Skovsgaard, J. P. & Vanclay, J. K. 2008. Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry* 81(1): 12–31.
- Steffenrem, A. & Kvaalen, H. H. 2010. Genetisk gevinst – Det store foredlingsmålet! Strategi for skogplanteforedling 2010–2040, Skogfrøverket.
- Tegnhamar, L. 1992. Om skatting av ståndortsindex for gran. SLU. *Rapporter – skog* 53: 1–259.
- Telewski, F. W. 1995. Wind-induced physiological and developmental responses in trees. *Wind and Trees*. Courts, M. P. & Grace, J. Cambridge, Cambridge University Press: 237–263.
- Tveite, B. 1977. Bonitetskurver for gran. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 33(1): 1–84.
- Tveite, B. & Braastad, H. 1981. Bonitering av gran, furu og bjørk. *Norsk Skogbruk* 27(4): 17–22.
- Wang, G. G. 1998. Is height of dominant trees at a reference diameter an adequate measure of site quality? *Forest Ecology and Management* 112(1): 49–54.
- Wilson, J. D. 1984. Determining a topex score. *Scottish Forestry* 38: 251–256.
- Øyen, B.-H. & Nes, K. 1997. Growth patterns of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in western Norway. *Meddelelser fra Skogforsk* 47(18): 1–24.
- Øyen, B.-H. & Tveite, B. 1998. En sammenligning av høydebonitet og produksjonsevne mellom ulike treslag på samme voksested i Vest-Norge. Rapport fra skogforskningen 98(15): 1–32.

## VEDLEGG

Vedlegg 1. Oversikt over de 17 prøveflateparene. Naturskogflatene er markert med grått. Tabellen viser vegetasjonstype (Larsson 2005), høyde over havet i meter, helning angitt i prosent, fordeling av arealet på tre jorddybdeklasser (< 10 cm, 10–30 cm og > 30 cm), overhøyde, husholdningsalder og H40-bonitet beregnet ved målt høyde og alder (Tveite 1977), og estimert ut fra egenskaper ved voksestedet ved funksjon G10 og G4 (Nilsen & Larsson 1992).

	Vegetasjons- type	H.o.h. (m)	Heln. (%)	Jorddybdeklasse (%)			HO (m)	T <sub>1,3</sub>	H40		
				< 10	10–30	> 30			målt	G10	G4
Frydalen	1 Småbregne	713	15	30	70	0	10,1	23	15,2	9,9	11,4
	Småbregne	706	15	30	50	20	22,7	171	8,8	10,0	11,5
	2 Blåbær	737	9	30	70	0	9,2	24	13,3	7,6	8,0
	Blåbær	738	9	30	70	0	22,7	177	8,5	7,6	7,9
	3 Småbregne	761	19	20	70	10	11,2	27	15,0	9,3	11,0
	Småbregne	758	9	20	80	0	23,5	124	11,8	8,9	10,7
Imstalen	4 Småbregne	778	12	30	60	10	11,0	26	15,1	8,6	10,5
	Småbregne	784	14	20	60	20	23,0	106	12,7	8,6	10,5
	5 Blåbær	820	45	20	70	10	11,6	34	13,2	7,2	8,3
	Blåbær	822	50	20	60	20	20,7	124	9,6	7,2	8,5
	6 Blåbær	778	37	20	10	70	13,1	39	13,3	9,3	8,5
	Blåbær	770	44	20	10	70	26,7	182	11,5	9,4	8,9
Skarseterlia	7 Blåbær	807	54	20	10	70	13,4	38	13,9	9,0	8,8
	Blåbær	797	47	20	10	70	23,9	169	9,8	9,1	8,6
	8 Småbregne	826	25	20	50	30	13,3	39	13,7	8,5	10,4
	Småbregne	838	34	10	50	40	22,0	177	8,0	8,4	10,6
	9 Høgstaude	837	29	20	0	80	15,3	38	15,8	11,4	11,7
	Høgstaude	838	31	20	0	80	27,3	165	12,7	11,4	11,7
Hymnlia	10 Høgstaude	886	16	20	70	10	11,4	35	12,7	8,7	10,6
	Høgstaude	889	15	20	70	10	21,5	110	11,3	8,7	10,5
	11 Bærlyng	787	12	10	0	90	10,6	41	10,4	7,6	5,8
	Bærlyng	783	10	10	0	90	21,2	157	8,2	7,7	5,8
	12 Småbregne	803	10	90	10	0	12,2	39	12,5	8,3	10,2
	Småbregne	807	11	90	10	0	22,9	142	10,3	8,3	10,1
Hymnlia	13 Blåbær	873	12	60	30	10	8,6	33	10,0	6,4	6,4
	Blåbær	871	16	40	50	10	16,6	134	5,7	6,8	6,6
	14 Blåbær	864	15	70	30	0	10,1	41	9,9	6,9	6,6
	Blåbær	866	12	70	30	0	17,8	137	6,5	6,5	6,5
	15 Blåbær	866	16	60	40	0	10,8	41	10,5	6,9	6,6
	Blåbær	869	18	60	40	0	18,7	166	5,8	6,8	6,7
	16 Blåbær	874	19	70	30	0	10,7	42	10,4	6,8	6,7
Blåbær	875	16	70	30	0	19,1	145	7,1	6,8	6,5	
17	Bærlyng	731	12	60	40	0	10,5	41	10,2	6,9	6,5
	Bærlyng	732	10	70	30	0	17,4	152	5,4	6,9	6,4

## Forfatterinstruks for Forskning fra Skog og landskap

- Manus skrives i Word 12 punkt skrift med 1 ½ linjeavstand, ren tekst; uten bruk av stiltyper i word.
  - » Forord
  - » Sammendrag
  - » Innledning
  - » Materiale og metode
  - » Resultat
  - » Konklusjon/diskusjon
  - » Litteratur
- Titler skal identifiseres ved hjelp av nummerering; 1., 1.1., 1.2., 2., 2.1., osv.
- Avsnitt markeres med dobbel linjeavstand.
- Latinske navn skal skrives i kursiv.
- Som desimalskille i tall skal det brukes komma på norsk og punktum på engelsk.
- Alle tabeller og talloppsett som skrives i Word, skal være med tabellfunksjonen (ikke bruk tabulator), og plasseres i teksten der det skal stå.
- Alle tabeller, figurer og bilder som er laget i andre programmer enn Word, skal vedlegges i sitt originale filformat. Velg gode størrelser i fontene så figurene beholder sin lesbarhet når de skaleres/nedfotograferes.
- Merk i manuset hvor tabeller/bilder/figurer i annet format enn Word skal inn. Skriv også inn tabell/bilde/figuratekst her.
- Strektykkelsen i figurer og grafer må ikke være mindre enn 0,11 mm, det vil si ¾ punkt.
- Tenk lesbarhet i grafer. Farger ser fint ut på skjermen, men er vanskelig lesbart i svart/hvit gjengivelse.
- Redaktøren tar standpunkt til om manuskriptet er kvalifisert for utgivelse i serien.

---

NORSK INSTITUTT FOR  
SKOG OG LANDSKAP

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---

tlf.: +47 64 94 80 00  
faks: +47 64 94 80 01

---

nett: [www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)

---

---

REGIONKONTOR  
NORD-NORGE

---

adr.: Skogbrukets hus  
NO-9325 Bardufoss

---

---

REGIONKONTOR  
MIDT-NORGE

---

adr.: Statens hus  
NO-7734 Steinkjer

---

---

REGIONKONTOR  
VEST-NORGE

---

adr.: Fanaflaten 4  
NO-5244 Fana

---

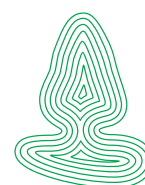
---

NORSK  
GENRESSURSSENTER

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---



skog+  
landskap

