



Rapport fra  
Research paper of

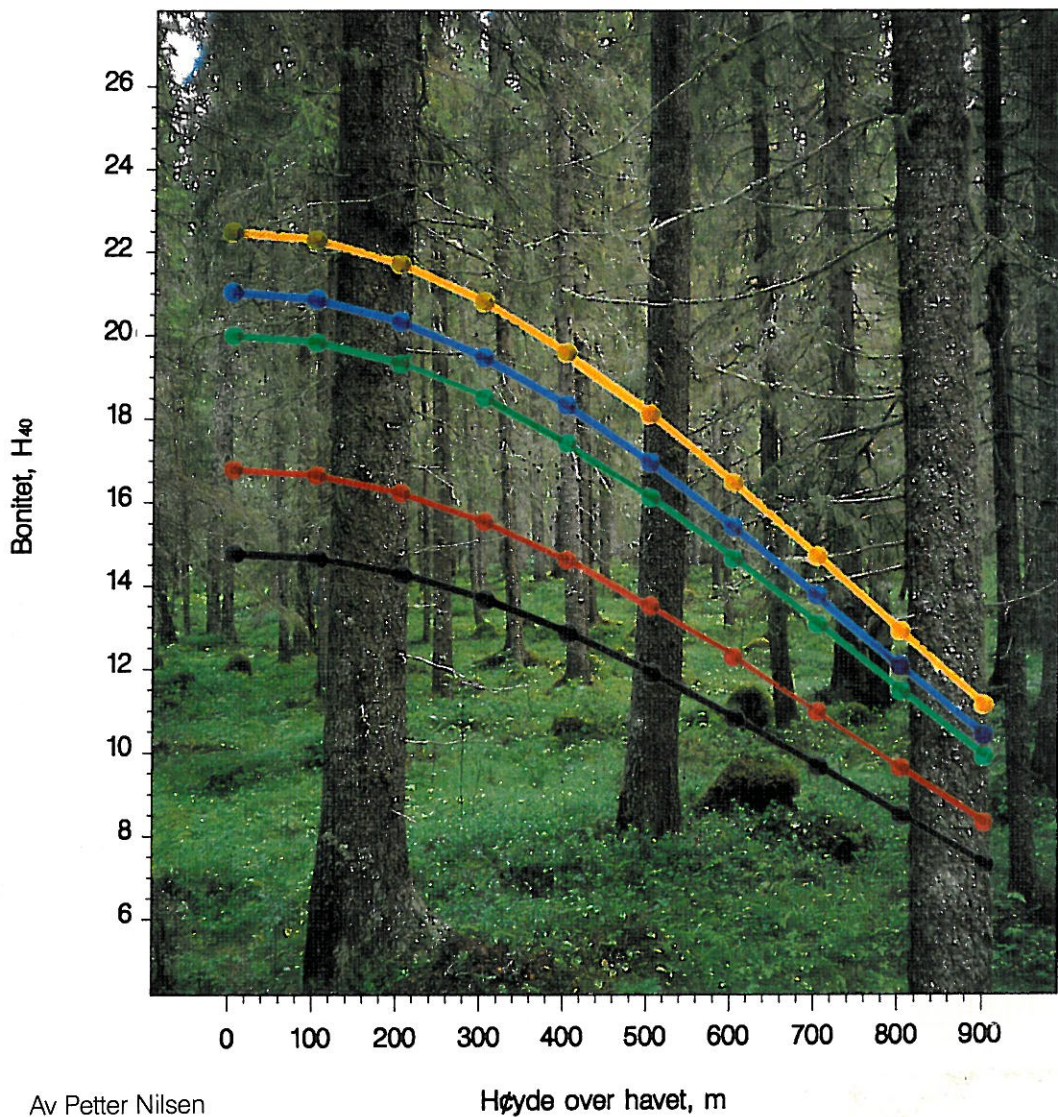
# SKOGFORSK

22/92

NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING / Norwegian Forest Research Institute  
INSTITUTT FOR SKOGFAG, NLH / Department of Forestry, Agricultural University of Norway

## Bonitering av skog ved hjelp av vegetasjonstype og egenskaper ved voksestedet

*Site index estimation from vegetation type and site  
properties*



Av Petter Nilsen  
John Larsson



## **Bonitering av skog ved hjelp av vegetasjonstype og egenskaper ved voksestedet**

*Site index estimation from vegetation type and site properties.*

Petter Nilsen

Seksjon skogbehandling  
Norsk institutt for skogforskning,  
1432 Ås

John Larsson  
Norsk institutt for jord- og skogkartlegging,  
1430 Ås

### **Sammendrag**

Nilsen, P. & Larsson, J. 1992. Bonitering av skog ved hjelp av vegetasjonstype og egenskaper ved voksestedet. (*Site index estimation from vegetation type and site properties*). Rapp. Skogforsk. 22/92:1 - 43.

Formålet med undersøkelsen var å lage et system for bonitering av skogsmark ved hjelp av vegetasjonstype og enkelte egenskaper ved voksestedet. Resultater for gran- og furuskog for Sør- og Østlandet presenteres.

Materialet som er bearbeidet består av 456 felt i granskog og 407 felt i furuskog. Feltene ble for det meste subjektivt utlagt langs sektorer fra kysten og innover i landet. En del felt ble også lagt i tilknytning til NIJOS sitt faste rutenett. Feltenes størrelse var ikke fast, men den innbyrdes avstanden mellom overhøyde-trærne på stedet var ikke mer enn 10 meter. På hvert felt ble tre overhøyde-trær høydemålt og aldersbestemt. Boniteten ble bestemt ut fra aritmetisk gjennomsnitt av brysthøydealder og høyde på disse trærne. I tillegg ble vegetasjonstypen bestemt og forhold som høyde over havet, hellingsgrad, hellingsretning, terrengform, terrengjevnhet, jorddybde, jordart, jordsmonnutvikling og geografisk beliggenhet ble notert.

Multipel regresjonsteknikk ble benyttet for å analysere materialet. Boniteten på feltene (avhengig variabel) ble uttrykt ved hjelp av de registrerte egenskapene (uavhengige variabler). To funksjoner ble valgt ut som endelige funksjoner ut fra en god materialtilpasning og enkel registrering av uavhengige variabler.

Nomogram for direkte bestemmelse av boniteten ved hjelp av vegetasjonstype, høyde over havet, nordlig bredde, jorddybde og terrengform er framstilt i Fig. 12-13 og 18-19.

Boniteringssystemet må betraktes som et hjelpemiddel for å orientere seg om bonitetsnivået. Spesielt på snaumark, i ungskog og i uensaldret, sjiktet og topp-tynnet skog, vil nytten av systemet være større enn i skog som kan høyde - aldersboniteres. Prøveflater på 100 m<sup>2</sup> størrelse kan legges ut i bestand og de aktuelle parametrene registreres på disse. Boniteten kan så bestemmes som et gjennomsnitt av boniteten på flatene.

Det understrekes at feilen ved å nytte systemet i enkeltbestand, eller på mindre eiendommer for å anslå bonitet og dermed produksjonsevne, kan bli stor. Det er viktig at systemet brukes med forsiktighet.

Nøkkelord: Vegetasjon - økologiske forhold - bonitering - nøyaktighet

*Key words: Vegetation - ecological parameters - site index estimation - accuracy*

ISBN 82-7169-573-8

ISSN 0803-2858

## Innhold

1. Innledning .....	2
2. Materialinnsamling og bearbeiding .....	3
2.1. Innsamlingsmetode .....	3
2.2. Utvelgelse av felt .....	5
2.3. Utvelgelse av boniteringstrær, målinger .....	5
2.4. Feltregistreringer .....	5
3. Bearbeiding og seleksjon i materialet .....	6
4. Oversikt over materialet .....	7
4.1. Granmaterialet .....	7
4.2. Furumaterialet .....	9
5. Analyse av materialet .....	10
6. Resultater og diskusjon .....	11
6.1. Gran .....	11
6.1.1. Testmateriale for gran .....	16
6.2. Furu .....	23
6.2.1. Testmateriale for furu .....	27
7. Sammenligning med svenske funksjoner .....	32
8. Andre undersøkelser .....	34
9. Nøyaktigheten ved bruk av systemet .....	35
10. Praktisk bruk av systemet .....	36
<i>Site index estimation from vegetation types and site properties</i> .....	37
Etterord .....	38
Litteratur .....	38
Vedlegg .....	39

### 1. Innledning

Klassifisering av skogsmark kan gjøres ut fra en rekke forskjellige utgangspunkt, alt etter formålet. Ut fra skogfaglige kriterier har karakterer knyttet til trærnes biomasse vært vesentlig, slik som treslag, stående volum, trehøyder, diameter, kronesjiktning og alder. Økologer har gjerne lagt vekt på forhold som vannhusholdning, jordsmonnets tykkelse, jordart, eksposisjon, klimatiske forhold og vegetasjonstype. Andre har vektlagt de jordbunnsmessige forholdene, dvs. sjiktning av jorda, kornstørrelse, struktur og innhold av plantenæringsstoffer.

For praktisk bruk er kombinasjonen av visse klassifiseringssystemer ofte ønskelig, f. eks. ansettelse av produksjonsevne ut fra vegetasjon, beliggenhet, jordsmonn osv. Det er i historisk perspektiv nedlagt et stort arbeid i å utvikle slike skogøkologiske klassifiseringssystemer for praktisk bruk. Lundmark (1974) har gjort en gjennomgang av utviklingen innen området klassifisering av skogsmark. Burger (1972) laget et sammendrag om klassifisering av skogsmark i Kanada. Hägglund (1981) har en gjennomgang av generelle prinsipper for bonitering, hvor blant annet estimering av produksjonsevne ut fra voksestedsforhold diskuteres.

Av relevanse for norske forhold er først og fremst klassifisering brukt i Finland og Sverige. Det mest kjente systemet er Cajanders skogtyper (Cajander 1909, 1921). I utgangspunktet er det definert 15 forskjellige skogtyper på fastmark. Ilvessalo har konstruert kurver for bestandsutvikling (høyde, diameter, tilvekst, volum) over alder for de viktigste skogtypene i Syd-Finland (Ilvessalo 1920a, 1920b, 1922) og for sentrale deler av Nord-Finland (Ilvessalo 1937).

I Sverige og Norge har vekten vært lagt på bonitering av skogsmarka ved direkte målinger av trærnes høyde og alder. I Sverige kom det første praktiske boniteringssystem allerede i 1914 (Jonsson 1914) og i Norge omkring 1940 (Landsskogtakseringen 1938, Eide & Langsæter 1941). Senere er disse systemene forbedret og delvis endret hva angår inngangsvariabler (Hägglund 1972, 1973, Tveite 1977).

I Sverige har Lundmark (1974) benyttet Riksskogtakseringens materiale til å beskrive sambandet mellom bestandets overhøyde og forskjellige faktorer som bestandets alder, vegetasjon, geografisk beliggenhet, klimavariabler o.l. En videreføring av dette arbeidet ble gjort av Hägglund & Lundmark (1977). Her ble høydeboniteten uttrykt direkte ved hjelp av geografisk beliggenhet og egenskaper ved voksestedet. Hägglund (1979) foretok en test av disse resultatene på flere uavhengige materialer. Ut fra disse resultatene er det utarbeidet et system for praktisk «standortsbonitering» i Sverige (Hägglund & Lundmark 1981). En ytterligere forbedring av dette systemet for granskog er gjort i de siste årene (Tegnhammar 1992).

I Norge har Landsskogtakseringens materiale for deler av Østlandet vært benyttet til å vurdere sammenhengen mellom forskjellige vegetasjonstyper, høyde over havet og bonitet (Haugberg 1953, Kielland-Lund 1962). Resultatene viste meget store variasjoner i bonitet innen samme vegetasjonstype og mellom de forskjellige høydelag. Låg (1984, 1985a, 1985b) har også benyttet Landsskogtakseringens materiale når det gjelder jordbunnsundersøkelser i skog. Produksjonsevnen er blant annet vurdert på forskjellige vegetasjonstyper og ved forskjellige jorddyp, uten at noe system for praktisk bruk er blitt utviklet.

Formålet med denne undersøkelsen var å skaffe materiale til veie som kunne danne grunnlag for bonitering av skog ved hjelp av vegetasjonstype og egenskaper ved voksestedet. Dette er viktig for områder uten trevegetasjon (snau-mark), men med muligheter for skogreisning, og også for områder hvor dagens skogtilstand vanskeliggjør en bruk av eksisterende boniteringssystem. I første omgang er materiale for Sør- og Østlandet ferdig bearbeidet.

## **2. Materialinnsamling og bearbeiding**

### *2.1. Innsamlingsmetode*

Materialet er innsamlet i årene 1987-1990. I 1987 ble innsamlingen foretatt på felt som lå langs sektorer med en gradient fra kysten og innover i landet. Det ble lagt en sektor i hvert av fylkene Aust-Agder, Telemark og Buskerud. En sektor strakk seg gjennom Østfold, Akershus, Hedmark og deler av Oppland. Alle feltene ble lagt ut subjektivt innen disse sektorene, i skog av forskjellig alder og på varierende vegetasjonstyper, hellingsretning, høyde over havet osv. Det ble etterstrevet å få en noenlunde lik representasjon av felt i de forskjellige høydesoner og på ulike vegetasjonstyper.

I de øvrige årene ble felt registrert i tilknytning til registreringsarbeidet knyttet til NIJOS sitt faste nett av overvåkingsflater i skog. Disse er systematisk utlagt i et rutenett på 9 km x 9 km.

Den geografiske plasseringen av gran- og furufeltene i materialet går fram av henholdsvis Fig. 1 og Fig. 2.

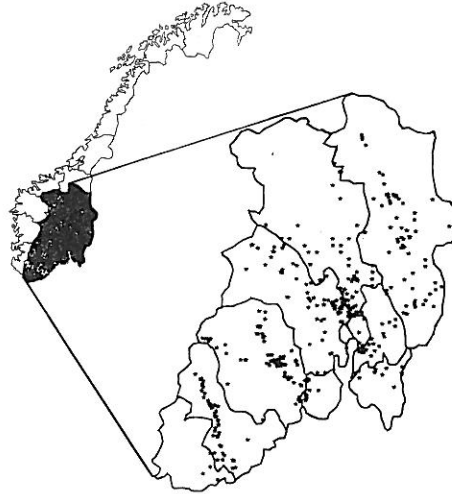


Fig. 1 Beliggenhet av granfeltene på Sør- og Østlandet. Hver stjerne representerer ett felt.  
*The location of the Norway spruce sample plots in southern and eastern Norway. Each star represents one plot.*

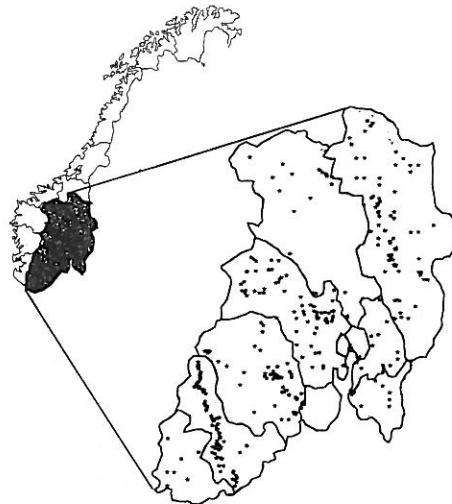


Fig. 2 Beliggenhet av furufeltene på Sør- og Østlandet. Hver stjerne representerer ett felt.  
*The location of the Scots pine sample plots in southern and eastern Norway. Each star represents one plot.*

## 2.2. Utvelgelse av felt

Det var flere krav som ble stilt ved utvelgelse av feltene. I utgangspunktet skulle bestandene hvor feltene ble utlagt være ensaldrete. Feltene skulle være homogene med hensyn til faktorer som ble registrert på feltet. Vegetasjonstypen måtte være enhetlig og kriteriene for klassifikasjon av angjeldende type være tilstede. Bestanden måtte ikke ha synlige tegn på plukkhogst i seinere tid. Heller ikke nylig utførte tynninger kunne aksepteres i bestandene. Innflytelse fra faktorer som grøfting, gjødsling, sterkt beitetrykk og forurensning fra veitrafikk skulle unngås. Bestandene måtte ikke være av utenlandsk proveniens.

Feltenes størrelse varierte da det bare ble stilt krav om at den innbyrdes avstanden mellom overhøydetrær ikke skulle overstige 10 meter.

På en del felt var det blanding av gran og furu. Her er det bonitert på begge treslagene dersom kravene til bonitering var tilfredsstillt. Disse feltene inngår både i gran- og furumaterialet.

## 2.3. Utvelgelse av boniteringstrær, målinger

De tre grøvste trærne (overhøydetrær) av samme treslag innen feltet ble valgt ut. Disse skulle ha en innbyrdes avstand som ikke oversteg 10 meter. De måtte ikke ha vært hemmet av overstandere i tidligere perioder av sitt liv.

Borprøve til marg ble tatt i brysthøyde på hvert tre, og årringer målt i laboratorium.

Høyden på hvert av de tre trærne ble bestemt med Suunto høydemåler med 1 dm nøyaktighet.

## 2.4. Feltregistreringer

Vegetasjonstypen ble bestemt med utgangspunkt i et system beskrevet av Fremstad og Elven (1987). Systemet brukes i noe bearbeidet form ved NIJOS ved beskrivelse av takserings- og overvåkingsflater (NIJOS 1991). Hovedinndelingen i dette systemet er lavskog, blåbærskog, småbregneskog osv. Disse deles i undergrupper. Dette gjøres vesentlig på bakgrunn av treslag, geografisk beliggenhet og humiditet. Systemet samsvarer med inndelingen til Kielland-Lund (1981). I vedlegget er det gitt en kort beskrivelse av vegetasjonstypene.

Feltenes geografiske beliggenhet ble registrert enten ved UTM-koordinater eller NGO-koordinater. Disse er seinere omregnet til geografisk lengde- og breddegrad og inngår i beregningene med hundredels grader. Høyden over havet ble angitt til nærmeste 10 meter.

Hellingsgrad ble målt med hellingsmåler og angitt i prosent. Feltets hellingsretning ble bestemt ved hjelp av kompass på en 400 graders skala og ble angitt i 10 graders intervaller.

Terrangformen ble registrert i 9 klasser etter følgende inndeling:

- 1 Slette
- 2 Konveks dal/liside eller skråning
- 3 Konkav dal/liside eller skråning

- 4 Rett dal/liside eller skråning
- 5 Dalbunn
- 6 Søkk
- 7 Terrasse
- 8 Rygg
- 9 Kolle

Jorddybde ble i 1987 registrert i 4 klasser:

- 1 mindre enn 10 cm
- 2 10 - 30 cm
- 3 30 - 100 cm
- 4 mer enn 100 cm

For de øvrige år ble inndelingen som brukes på NIJOS faste felter benyttet:

- I mindre enn 25 cm
- II 25-50 cm
- III 50-100 cm
- IV mer enn 100 cm

Ved videre bearbeiding ble klasse II og III slått sammen med klasse 3.

Jordarten ble klassifisert etter dominerende kornfraksjon i en av kategoriene leir, silt, sand eller torv.

Jordsmonnutvikling ble bare registrert på feltene fra 1987 og regnet til en av gruppene organisk jord, podsol, gleysol (leirjord), brunisol (brunjord).

Fra og med 1988 ble terrengjevnhetsregistrert i 4 klasser på hvert felt:

- 1 Helt jevnt område
- 2 Storsteinet eller hauget
- 3 Blokkmark og ur
- 4 Ufser, småkløfter og småstup

### 3. Bearbeiding og seleksjon i materialet

Det er utført en seleksjon i materialet for å eliminere felt hvor boniteringen kan være noe usikker. Etter at årringene på hvert tre ble målt, ble det beregnet en husholdningsalder for treet (EDB-beregnet). Dette er alderen som treet ville hatt dersom det hadde hatt en «fri» oppvekst uten å være undertrykt av større trær (Tveite & Braastad 1981). Alle trær hvor differansen mellom husholdningsalder og brysthøydealder var mer enn 20 år ble sjaltet ut. Feltene ble med videre i beregningene dersom minst 2 trær var igjen. I tillegg måtte aldersdifferansen mellom trærne heller ikke overstige 20 år. Boniteten ble deretter beregnet ut fra gjennomsnittlig høyde og husholdningsalder i brysthøyde. Omtrent 20% av det opprinnelige antall felt ble fjernet på denne måten. Kravene ble satt for å sikre en best mulig «fasit» for feltets bonitet.



## 4. Oversikt over materialet

### 4.1. Granmaterialet

I Tabell 1 er antall felt og gjennomsnittlig bonitet gitt for de forskjellige vegetasjonstypene som ble registrert, fordelt på høydelag. For de viktigste vege-

Tabell 1. Gjennomsnittlig bonitet ( $H_{40}$ ) og antall felt (N) i granskog fordelt etter vegetasjonstype og høydelag.

*Average site index ( $H_{40}$ ) and number of plots (N) in Norway spruce forest on different vegetation types and altitude zones.*

Vegetasjonstype Vegetation type	Høydesone, m o.h./Height above sea level, m													
	0-150		150-300		300-450		450-600		600-750		750-900		>900	
	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N
A2 Bærlyngskog	11,7	1	13,4	9	14,1	7	10,7	5	10,1	4	8,4	2	—	—
A3 Røsslyng-blokkebærskog	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3	1
A4 Blåbærskog	17,0	32	16,5	47	14,2	27	11,6	20	10,6	11	9,1	9	—	—
A5 Småbregneskog	18,8	5	18,2	17	16,6	18	16,0	14	12,6	4	10,9	1	11,6	1
B1 Lågurtskog	20,9	25	20,3	31	17,5	17	17,1	22	13,6	7	12,7	2	—	—
B2 Kalklågurtskog	—	—	—	—	—	—	16,4	3	—	—	—	—	—	—
C1 Storbregneskog	21,0	5	18,1	4	19,3	5	18,8	3	16,2	3	13,5	2	—	—
C2 Høgstaudeskog	23,0	10	21,1	12	19,6	12	15,9	14	15,5	8	11,8	6	11,8	3
C3 Gråor-heggeskog	22,9	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1 Blåbæreikeskog	15,1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D2 Lågurteikeskog	13,9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D5 Alm-lindeskog	19,1	4	19,8	2	19,9	1	—	—	14,1	1	—	—	—	—
D6 Gråor-askeskog	25,4	4	21,5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D7 Snelleaskeskog	20,2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E2 Gransumpskog	—	—	15,5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

tasjonstypene er gjennomsnittsboniteten over høydelag framstilt i Fig. 3. Det er relativt jevnt avtagende bonitet med økende høyde over havet. Bærlyngskog skiller seg litt ut med et optimumsområde i de midlere høydelag i dette materialet.

I Fig. 4 er feltenes geografiske bredde avsatt mot høyde over havet. Det er god spredning på materialet, og det er i liten grad slik at sydlig beliggende felt bare finnes i lavere høydelag og nordlig beliggende felt bare i høyereliggende strøk.

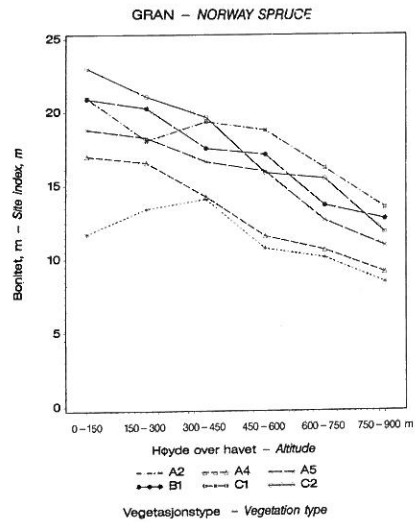


Fig. 3 Granboniteten på de viktigste vegetasjonstypene i forskjellige høydelag. A2-Bærlyngskog, A4-Blåbærskog, A5-Småbregneskog, B1-Lågurtskog, C1-Storbregneskog, C2-Høgstaudeskog.  
*Site index of Norway spruce on the main vegetation types in different altitude zones. A2-Vaccinio-Pinetum, A4-Eu-Piceetum myrtilletosum, A5-Eu-Piceetum dryopteridetosum, B1-Melico-Piceetum typicum, C1-Eu-Piceetum athyrietosum, C2-Melico-Piceetum aconitetosum.*

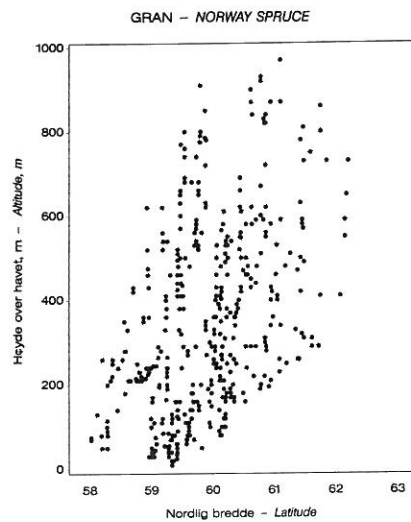


Fig 4. Fordelingen av granfelter på høyde over havet og nordlig breddegrad.  
*The distribution of Norway spruce plots on altitude and latitude.*

#### 4.2 Furumaterialet

I Tabell 2 er antall felt og gjennomsnittlig bonitet gitt for de forskjellige vegetasjonstypene i forskjellige høydelag. For de viktigste vegetasjonstypene er gjennomsnittsboniteten over høydelag framstilt i Fig. 5. For furu er det et noe

Tabell 2. Gjennomsnittlig bonitet ( $H_{40}$ ) og antall felt (N) i furuskog fordelt etter vegetasjonstype og høydelag.  
Average site index ( $H_{40}$ ) and number of plots (N) in Scots pine forest on different vegetation types and altitude zones.

Vegetasjonstype Vegetation type	Høydesone, m o.h./Height above sea level, m													
	0-150		150-300		300-450		450-600		600-750		750-900		>900	
	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N	$H_{40}$	N
A1 Lavfuru	7,2	8	9,2	19	10,6	6	10,5	6	8,5	10	8,4	9	—	—
A2 Bærlyngskog	13,2	16	13,7	65	12,1	33	11,0	16	10,3	23	8,0	17	—	—
A3 Røsslyng-blokkebærskog	7,9	3	9,1	9	10,1	7	8,6	11	8,3	12	6,7	8	—	—
A4 Blåbærskog	15,9	18	15,1	32	15,5	15	14,7	6	11,1	6	10,1	2	—	—
A5 Småbregneskog	15,2	2	16,9	1	16,1	1	15,1	3	14,2	1	9,6	2	—	—
B1 Lågurtskog	18,0	6	17,5	7	17,2	1	16,5	2	9,5	1	11,5	1	—	—
B2 Kalklågurtskog	8,3	2	—	—	16,3	1	—	—	—	—	—	—	—	—
C2 Høgstaueskog	15,1	2	—	—	15,4	1	—	—	9,2	1	11,1	4	9,4	1
D1 Blåbæreikeskog	9,2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D2 Lågurteikeskog	15,0	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D5 Alm-lindeskog	17,0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E2 Gransumpskog	—	—	—	—	—	—	8,6	1	—	—	—	—	—	—
J1 Ombrotrof myr	—	—	—	—	8,3	1	—	—	—	—	7,9	1	—	—
M Rikmyr	—	—	—	—	5,5	1	—	—	—	—	—	—	—	—

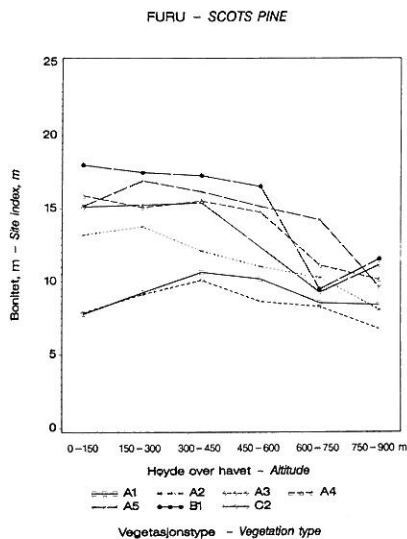


Fig. 5  
Furuboniteten på de viktigste vegetasjonstypene i forskjellige høydelag. A1-Lavfuru-skog, A2-Bærlyngskog, A3-Røsslyng-blokkebærskog, A4-Blåbærskog, A5-Småbregneskog, B1-Lågurtskog, C2-Høgstaueskog.  
Site index of Scots pine on the main vegetation types in different altitude zones.  
A1-*Cladonio-Pinetum*, A2-*Vaccinio-Pinetum*, A3-*Barbilophozio-Pinetum*, A4-*Eu-Piceetum myrtilletosum*, A5-*Eu-Piceetum dryopteridetosum*, B1-*Melico-Piceetum typicum*, C2-*Melico-Piceetum aconitetosum*.

mer krumlinjet forløp for bonitet mot høyde over havet enn det er for gran. Tendensen er imidlertid relativt svak. Bærlyngskog viser også for furua et optimumsområde i de midlere høydeler. Det samme er tilfellet for lavskog.

I Fig. 6 er feltenes geografiske bredde avsatt mot høyde over havet. Det er også for furumaterialets vedkommende god spredning.

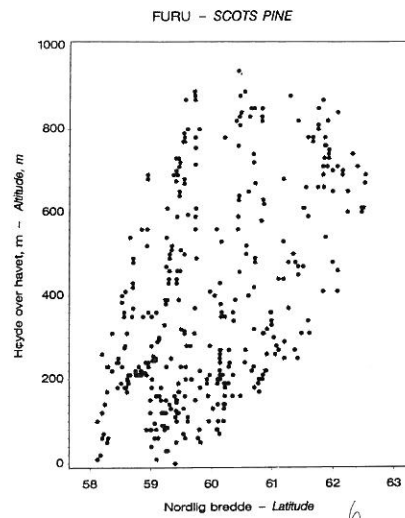


Fig 6 Fordelingen av furufelter på høyde over havet og nordlig breddegrad.  
*The distribution of Scots pine plots on altitude and latitude.*

### 5. Analyse av materialet

Multipel regresjonsteknikk er benyttet ved analyse av materialet. Feltenes bonitet,  $H_{40}$  etter eksisterende boniteringssystem (Tveite 1977), eller den naturlige logaritmen til boniteten,  $\ln H_{40}$  er benyttet som avhengig variabel i analysene. Vegetasjonstype og andre egenskaper ved voksestedet er benyttet som uavhengige (forklarende) variabler. Kvalitative variabler som f.eks. vegetasjonstype inngår i analysene som indikatorvariabler (dummy variables). Dette betyr at dersom et felt tilhører småbregneskog får det verdien 1 for denne variabelen i analysen og 0 for alle de andre vegetasjonstypene. Hellingsretning er forsøkt ført inn direkte og også som indikatorvariabler etter en inndeling i 4 grupper, 50-150 grader (400 graders inndeling), 151-250 grader, 251-350 grader og 351-50 grader. Dette er gjort for å få fram eventuelle positive eller negative effekter på boniteten av østlig, sydlig, vestlig og nordlig hellings-retning.

I følge Hägglund & Lundmark (1977) vil det teoretisk sett være riktig å føre inn boniteten i logaritmisk form som avhengig variabel. Dette er ut fra forutsetninger om at vekstfaktorene virker multipliktivt. Dette er neppe tilfellet, dessuten vil en del av de uavhengige variablene ikke være vekstfaktorer i egentlig forstand, men egenskaper som kan være korrelert med vekstfaktorene. Årsaken

til at en logaritmering av boniteten er prøvd i dette arbeidet er rent statistisk begrunnet. Eventuelle krumlinjete sammenhenger vil ved en logaritmisk transformering kunne komme på en lineær form og dermed bedre funksjonstilpassningene.

## 6. Resultater og diskusjon

### 6.1. Gran

I Tabell 3 er det framstilt ialt 15 funksjoner for beregning av boniteten. Funksjon G1-G9 gir  $H_{40}$  direkte, mens funksjon G10-G15 gir  $\ln H_{40}$ . Funksjon G1 er framkommet ved en såkalt stegvis beregningsmetode (stepwise procedure (SAS 1985)) hvor de «beste» variablene trekkes inn etter hvert. Alle variablene som inngår i funksjonene er signifikante på 10% nivå. Enkelte av funksjonene i Tabell 3 er framkommet ved å fjerne en del variabler i utgangsmodellen før en stegvis prosedyre er utført. Det var variabler som man mente kunne være tidkrevende, subjektive eller usikre å registrere i praksis. Ellers er enkelte av funksjonene prøvd med tanke på variabler som syntes fornuftige å ha med.

Et av problemene ved å trekke inn stadig flere variabler er at bidraget som den enkelte variabel gir til å minske spredningen i modellen er relativt beskjeden. Tilfeldigheter ved materialets sammensetning kan også føre til at man får utslag for enkelte variabler. Det kan nevnes at enkelte av variablene som kom inn med signifikant bidrag hadde veldig få observasjoner bak seg i materialet. Når funksjonene så benyttes som prognoseinstrument, er det stor sjanse for at disse variablene ikke uttrykker den «virkelige effekt» i andre områder, eller ved andre kombinasjoner av faktorer enn det som finnes i grunnmaterialet. Mulighetene for å trekke inn variabler som innbyrdes er sterkt korrelerte øker også med antallet variabler som trekkes inn i modellen. Effekten av enkelte variabler vil da ofte bli vanskelig å gi noen meningsfull biologisk tolkning.

Som det framgår av korrelasjonskoeffisienter og standardavvik for funksjonene (Tabell 3), er forskjellene i tilpassning relativt små. Det vil si at man tjener lite i nøyaktighet ved å velge en «komplisert» funksjon med mange variabler, eller variabler som er vanskelig å registrere, framfor en enklere funksjon. Oppgaven blir således redusert til å velge en funksjon hvor følgende krav er tilfredsstillt:

1. Variablene som inngår skal være noenlunde lett å registrere
2. Variablene bør ha en fornuftig biologisk tolkning
3. Antallet variabler bør ikke være for stort

En variabel som jorddybde kan med fordel unngås når man tenker på registreringsarbeidet. Imidlertid er effekten av jorddybde relativt sterk i de fleste funksjonene. En sammenslåing slik at man har jorddybde bare over og under 30 cm burde gi et brukbart kompromiss mellom enkel registrering og tilfredsstillende nøyaktighet.

Vi er blitt stående igjen ved funksjon G10 som den «beste» til praktisk bruk. Tilpasningen til materialet er akseptabel og effekten av vegetasjon, høyde over havet og breddegrad rimer bra med tidligere undersøkelser. Denne funksjonen er benyttet videre i arbeidet. Funksjonene G1-G9 er relativt stive med tanke på effekten av avtagende høyde over havet. Bonitetsforskjellen blir mindre mellom vegetasjonstypene ved økende høyde over havet ved bruk av funksjon G10 enn ved de andre ikke-logaritmiske funksjonene. Dette rimer bedre med grunnmaterialet (Fig. 3).

I Fig. 7 er residualplott for funksjon G10 vist mot beregnede verdier av  $H_{40}$  og mot forskjellige uavhengige variabler som inngår i funksjonen. Det er ikke noen mønstre i residualene som tilsier at den valgte modellen ikke passer. En test av residualene (Shapiro-Wilks statistikk) kunne ikke forkaste hypotesen om at disse var normalfordelte. Dette indikerer at de variablene som inngår er på en riktig form. Fig. 7 illustrerer også den lave nøyaktigheten ved beregning av boniteten ved denne metoden. Avvik mellom beregnet og virkelig bonitet på 3 - 5 meter er ikke uvanlig. Standardavviket på funksjonen ligger på ca. 2,7 meter, dvs. i underkant av en bonitetsklasse.

Når det gjelder variabelen jorddybde er grunnmaterialet skjevt fordelt. Mer enn 80% av feltene (373 felt) har over 1 meter jorddybde. Funksjon G10 gir en svak underestimering for jorddybde over 1 meter, mens klassen fra 30-100 cm (64

Tabell 3. Funksjoner for beregning av bonitet i granskog. Funksjon G1-G9 gir  $H_{40}$  direkte. Funksjon G10-G15 gir  $\ln H_{40}$  og konstantleddet er korrigert for logaritmisk bias. Verdiene for  $R^2$  og standardavvik er beregnet på tilbaketransformerte verdier.  
*Functions for estimation of site index in Norway spruce forest. Function G1-G9 give site index  $H_{40}$  directly. Functions G10-G15 gives the  $\ln H_{40}$ . These function are corrected for logarithmic bias. Values for  $R^2$  and standard deviation are calculated from retransformed  $H_{40}$ -values.*

Variabel Variable	Funksjon nr. Function no.								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
konstant/intcp.	19,689	19,429	20,136	19,581	19,543	23,247	19,756	21,905	55,951
hoh		-0,0111	-0,0110	-0,0122	-0,0112	-0,00872		0,083	-0,0109
hoh <sup>2</sup>									-0,578
x2									
hoh · x2	-0,000189						-0,000191	-0,00157	
hoh · y2									
hgrad			0,0267	0,0376	0,0357	0,0323			
lnhgrad	0,458	0,490					0,452		
a2	-4,802	-4,700	-4,736	-4,581	-4,954	-4,724	-4,793	-5,295	-5,452
a4	-3,274	-3,201	-3,151	-2,976	-3,281	-2,274	-3,270	-3,573	-3,683
a5	-1,087	-1,004	-0,998		-1,020	-0,792	-1,077	-1,082	-1,015
c2	2,280	2,525	2,607	1,213	2,589	2,589	1,499	2,338	2,749
hoh · c2	-0,00378	-0,00422	-0,00417		-0,00408	-0,00460		-0,00295	-0,00410
hoh · c1									
hoh · b1									
jdyp2	-2,176	-2,253	-2,141				-1,254	-2,164	
jdyp4	1,755	1,726	1,716	2,024	2,066	2,168	1,745		
jdyp34									
terr1	-0,684	-0,577	-1,030				-0,947	-0,710	0,886
terr									1,059
terr4									
hoh <sup>2</sup> · a4								0,658	
hoh <sup>2</sup> · c2									
alder									
$R^2$	0,64	0,62	0,62	0,60	0,61	0,76	0,64	0,62	0,61
s	2,61	2,68	2,68	2,75	2,72	2,13	2,61	2,71	2,73
s%	15,6	16,1	16,1	16,5	16,3	12,8	15,7	16,2	16,4
N	452	456	456	456	456	436	452	452	452

Tabell 3. Forts./cont.

Variabel Variable	Funksjon nr. Function no.					
	G10	G11	G12	G13	G14	G15
kon-						
stant/int.ep	5,591	2,944	2,899	2,993	3,062	5,268
hoh		0,00789	0,00439	0,00486	0,00657	
hoh <sup>2</sup>	-0,000000870		-0,000000376		-0,000000404	-0,000000867
x2	-0,0464					-0,0412
hoh * x2		-0,000153	0,0000805	-0,0000932	-0,000117	
hoh * y2		0,0000591				
hgrad						
lnhgrad		0,0287	0,0306	0,0293		
a2	-0,354	-0,278	-0,331	-0,327	-0,337	-0,358
a4	-0,225	-0,167	-0,170	-0,211	-0,207	-0,225
a5	-0,050					-0,060
c2	0,065	0,0986	0,0716		0,102	0,054
hoh * c2						
hoh * c1		0,000241	0,000197		0,000239	
hoh * b1		0,000152				
jdyp2		-0,194		-0,209		
jdyp3						0,110
jdyp4		0,109	0,136	0,101		0,220
jdyp34	0,196					
terr1						
terr	0,055					0,056
terr4					0,0591	
hoh <sup>2</sup> * a4			-0,000000152			
hoh <sup>2</sup> * c2						
alder						
R <sup>2</sup>	0,62	0,66	0,65	0,64	0,62	0,64
s	2,68	2,55	2,58	2,63	2,69	2,62
s%	16,1	15,3	15,5	15,8	16,1	15,8
N	452	451	452	452	452	452

## Forklaring på variabler:

Explanation for the independent variables:

Variabler merket \* er indikatorvariabler som tar verdien 0 eller 1

Variables marked \* are dummy variables taking the values 0 or 1

hoh-høyde over havet, m

altitude, m

x2-nordlig bredde (eks. 60,5 betyr 60 gr. 30 min.)

latitude (e.g. 60.5 means 60 degree 30 min.)

y2-østlig lengde

longitude

hgrad-hellingsgrad i prosent

steepnes in per cent

lnhgrad-naturlig logaritme til hgrad (ved hgrad = 0, settes lnhgrad = 0)

natural logarithm of hgrad (if hgrad = 0 then lnhgrad = 0)

\*jdyp2-jorddybde 10-30 cm

soil depth 10-30 cm

\*jdyp3-jorddybde 30-100 cm

soil depth 30-100 cm

\*jdyp4-jorddybde &gt;100 cm

soil depth &gt;100 cm

\*jdyp34-jorddybde &gt; 30 cm

soil depth &gt; 30 cm

\*terr1-terrengform slette

terrain form plain

\*terr4-terrengform rett dal/liside

terrain form strait hillside

\*terr-terrengform dal/liside

terrain form hillside

alder-brysthøydealder, år

age at breast height, years

\*a2-Bærlingskog

vegetation type Vaccinio-Pinetum boreale

\*a4-Bløbærskog

vegetation type Eu-Piceetum myrtilletosum

\*a5-Småbregneskog

vegetation type Eu-Piceetum dryopteridetosum

\*b1-Lågurtskog

vegetation type Melico-Piceetum typicum

\*c1-Storbregneskog

vegetation type Eu-Piceetum athyrietosum

\*c2-Høgstaueskog

vegetation type Melico-Piceetum aconitetosum

felt) blir overestimert med 1,4 m i gjennomsnitt. Bare 13 felt har jorddybde under 30 cm og her er underestimeringen i gjennomsnitt 0,4 meter. Funksjon G15 er bedre med tanke på å fange inn effekten av jorddybde. Den totale tilpasningen blir omtrent den samme, men gjennomsnittlige residualer i de forskjellige jorddybdeklassene blir små. Når vi allikevel ikke vil bruke denne funksjonen videre, har det sammenheng med at det i praksis kan være arbeidskrevende å skille ut tre klasser av jorddybde. Bakgrunns materialet på små og middels store jorddybder bør også utvides før man kan anbefale en bruk av en finere oppde-

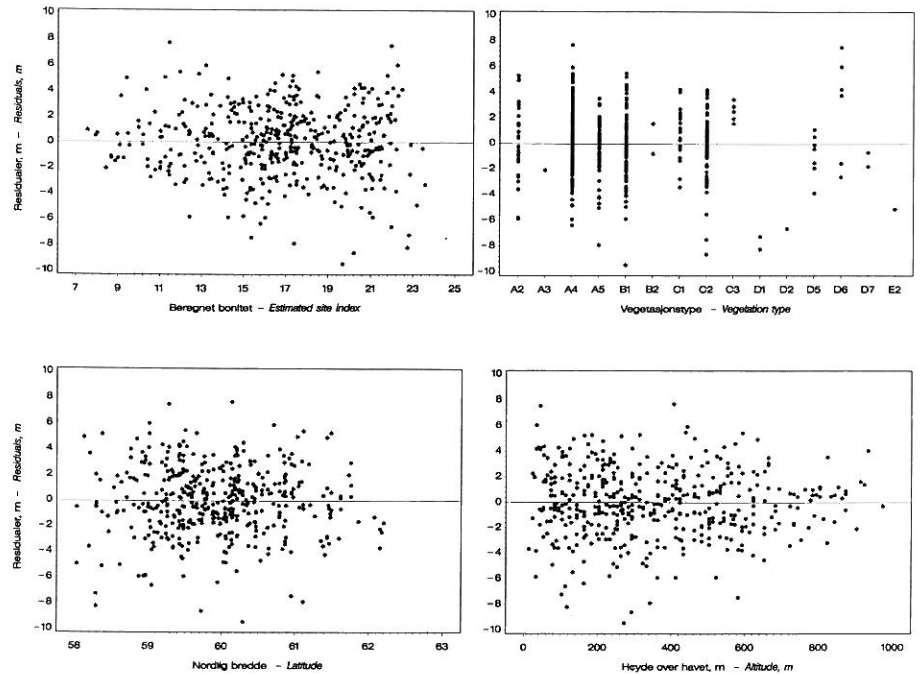


Fig. 7 Residualer for funksjon G10 avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet, vegetasjonstype og nordlig bredde. (Forklaring på vegetasjonstyper i Tabell 1).  
*Residuals from function G10 plotted against estimated site index, altitude, vegetation type and latitude. (Explanation for vegetation types in Table 1).*

ling med tanke på anvendelse i praktisk skogbruk.

Flere variabler som ikke inngår i den opprinnelige modellen er undersøkt ved å analysere residualplott. Dette gjelder også variabler som bare er registrert i enkelte år. Ingen variabler ga systematisk gruppering av residualene, bortsett fra undertypen blåbærskog med innslag av torvmoser. For denne undergruppen var det tendens til en viss overestimering av boniteten. Antall felt på denne typen er bare 21 og en innføring av denne undergruppen i analysen førte ikke til noen vesentlig bedring av den totale tilpasningen. Ingen andre variabler viste seg å gi noen vesentlig bedring av modelltilpasningen, dvs. reduksjon av restvariansen ved å føre dem inn i regresjonsmodellen.

Et unntak i dette bildet er feltenes alder (Fig. 8). Ideelt sett burde høyde aldersboniteringen ha eliminert en slik effekt. Årsaken til at det fremdeles er en effekt av alder skyldes nok vesentlig en skjev fordeling av materialet på alders - bonitetsskalaen. Dette har utvilsomt sammenheng med omløpstidene som benyttes i praktisk skogbruk. Det er sjelden å finne gammel skog på høye boniteter. Den riktig gamle skogen er overveiende knyttet til lave boniteter (Nilsen & Haveraaen



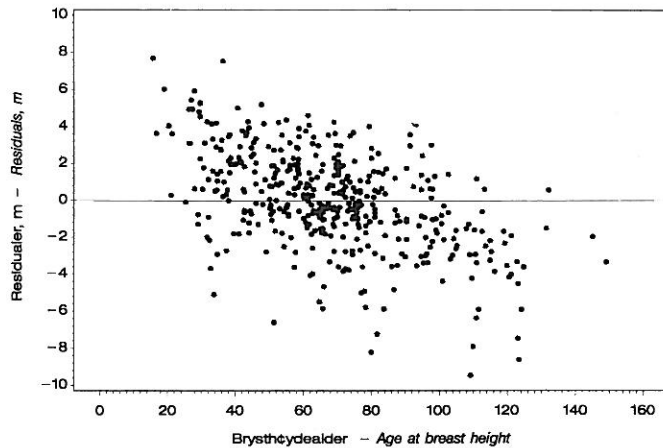


Fig. 8 Residualer for funksjon G10 avsatt mot brysthøydealder.  
*Residuals from function G10 plotted against age at breast height.*

1982). Forholdet gjenspeiler at både «biologisk» og økonomisk hogstmodenhetsalder avtar med økende bonitet. En slik alderseffekt er vanlig å finne i slikt materiale (f. eks. Hägglund & Lundmark 1977, Tegnhammar 1992). Tegnhammar (l.c.) har drøftet «alderseffekten» som finnes i materialet fra den svenske Riksskogstakseringen. Årsaken til effekten deles i 2 grupper, «virkelig» og «fiktiv» alderseffekt. Den mest sannsynlige forklaringen på en «virkelig» alderseffekt ligger i de nevnte forskjeller i omløpstid. Den «fiktive» alderseffekten kan skyldes at den yngre skogen har hatt et annet utgangspunkt, pleie og genetisk konstitusjon enn den gamle skogen. Positiv tilveksteffekt av atmosfærisk nitrogendeposisjon kan også tenkes å forklare noe av effekten. I det nevnte arbeidet innføres en korrigerende for den «fiktive» delen av alderseffekten. Dette fører til en viss bedring av funksjonstilpasningen for «ståndortsboniteringen».

I funksjon G6 er bestandets alder (gjennomsnitt av boniteringstrærnes brysthøydealder) med blant de forklarende variable. Dette er gjort som et eksempel på at i det konkrete materialet vil alderen være med på å redusere restspreidningen i modellen betydelig.

Det ble gjort en oppdeling av materialet i 3 aldersgrupper, under 50 år, 50-80 år og over 80 år. Koeffisientene i funksjon G10 forandret seg noe, men trenden i funksjonene forble den samme. Det er liten grunn til å legge stor vekt på forandringer i koeffisienter da antallet observasjoner innen enkelte strata varierer ved en slik oppsplitting. Dessuten vil interkorrelasjoner mellom forklarende variable også variere en god del mellom gruppene.

Det er valgt ikke å gjennomføre noen form for korreksjon for alderseffekten i dette arbeidet. Materialets begrensede størrelse og det faktum at det ikke er systematisk utvalgte prøveflater, ville gjort en slik korreksjon usikker.

Et vanlig problem som kan oppstå ved analyser av slikt materiale er at de uavhengige variablene ofte er sterkt innbyrdes korrelerte. Dersom funksjonene brukes i områder hvor samvariasjonen mellom variabler er omtrent den samme som i grunnmaterialet, så byr ikke dette på noen problemer. Imotsatt fall kan det oppstå store feil. Dersom det er sterk innbyrdes korrelasjon mellom enkelte variabler, kan man heller ikke trekké ut den direkte effekten av de enkelte uavhengige variablene. I det foreliggende materialet er interkorrelasjon liten. Dette går fram av Tabell 4 hvor korrelasjonen mellom de forklarende variablene i funksjon G10 er framstilt. Variablene nordlig bredde og kvadratet av høyden over havet var de to variablene som var sterkest innbyrdes korrelert ( $R=0,38$ ). Dette er såpass lite at det ikke skaper noe problem i analysearbeidet. Det er allikevel forsøkt med en multivariat analyse (principal komponent analyse) hvor det lages ortogonale vektorer på basis av de eksisterende forklarende variabler. Dette har bare i liten grad bedret tilpasningen til materialet. Innføring av slike vektorer vil også som oftest vanskeliggjøre tolkningen av resultatene.

Tabell 4. Korrelasjonsmatrise for uavhengige variabler i funksjon G10.  
*Correlation matrix for the independent variables in function G10.*

	H.oh. <sup>2</sup>	a2	a4	a5	c2	nbr.	terr	jdyp34
H.oh. <sup>2</sup>	1,00							
a2	0,05	1,00						
a4	-0,04	-0,18	1,00					
a5	0,02	-0,10	-0,27	1,00				
c2	0,18	-0,10	-0,28	-0,16	1,00			
n.br.	0,38	-0,03	-0,08	0,14	0,13	1,00		
terr	0,22	0,02	-0,09	0,04	-0,03	-0,07	1,00	
jdyp34	-0,09	-0,16	-0,11	0,00	0,09	-0,06	-0,02	1,00

#### 6.1.1. Testmateriale for gran

Funksjon G10 er testet på 3 uavhengige materialer.

##### Testmateriale 1

Dette materialet stammer fra en undersøkelse i gammel granskog (Nilsen & Haveraaen 1982). Materialet som er benyttet for testingen er fra Sør- og Østlandet og har en stor variasjon over bonitetsskalaen og høyde over havet. Materialet består av 186 felt hvor boniteten er bestemt ut fra brysthøydealder og høyde på de 4-5 grøvste trærne på en flate av ca. 0,08 ha's størrelse i gjennomsnitt. Det er benyttet funksjoner for beregning av boniteten på feltene, mens i den nevnte publikasjonen var boniteten opprinnelig satt i 3-meters klasser.

### Testmateriale 2

Dette er hentet fra en undersøkelse av sammenhengen mellom bonitering av gran, furu eller bjørk på samme voksested (Braastad 1983). Gode boniterings-trær for minst to av treslagene måtte forekomme på hvert felt. Det er overveiende ett grantre som er benyttet til bestemmelse av feltets granbonitet. Bestandene representerer således ikke ren granskog og boniteringen er noe mer usikker enn for testmateriale 1. Aldersspredningen er imidlertid større, slik at flere yngre felt er med. Røsslyng-blokkébærskog og gransumpskog var bare representert med noen få felt i grunnmaterialet. Disse typene er derfor tatt ut ved testingen.

Noen variabler i funksjon G10 var ikke registrert på samme måte i testmateriale 2 som i denne undersøkelsen. Nordlig breddegrad er satt til en verdi som skjønsmessig representerte tyngdepunktet av skogområdene i fylket hvor feltene lå. Feltene er satt til gruppen lisode hvis helningsgraden var større enn 5%.

### Testmateriale 3

Dette er et materiale som ble samlet inn i 1958-1959 ved Institutt for skogtak-sjon, NLH, for å studere variasjoner i granas høydeutvikling i relasjon til ulike faktorer knyttet til klima, jordbunn og voksested. Materialet er tidligere benyttet av Tveite (1977 p:49-51) til kontroll av eksisterende boniteringskurver. Materialet skulle i utgangspunktet favne ytterpunktene i granas bonitetsvariasjon.

Det er bare benyttet vegetasjonstyper som er med i grunnmaterialet i inne-værende undersøkelse. I tillegg er boniteter under  $H_{40} = 5$  utelatt da bonitering på så svak mark er meget usikker. Vegetasjonsinndelingen som ble benyttet var noe annerledes enn den som er benyttet i inneværende undersøkelse, men det var mulig å sette feltene inn i hovedtypene i systemet. To trær er registrert på hvert punkt og feltets bonitet er beregnet på dette grunnlag.

Høyde over havet var registrert i høydesoner. Feltenes verdi for høyde over havet er satt til verdien av sonens midlere høyde over havet. Nordlig breddegrad var ikke registrert, men ut fra stedangivelse er dette angitt med en nøyaktighet på ca. +/- 0,1 grad.

I Tabell 5 er det framstilt noen sammenfattende tall for testingen av funksjon G10. Vi ser at funksjon G10 har en god tilpasning til testmateriale 1. Boniteten overestimeres bare med 0,5 m i gjennomsnitt og spredningen ligger på samme nivå som for grunnmaterialet.

Tabell 5. Målt og beregnet (funksjon G10) verdi av  $H_{40}$ , standardavvik og variasjonskoeffisient for testmateriale i gran.  
*Measured and estimated (function G10) values for  $H_{40}$ , standard deviation and coefficient of variation for the test materials in spruce.*

	Materiale 1 <i>Material 1</i>	Materiale 2 <i>Material 2</i>	Materiale 3 <i>Material 3</i>
H40 målt <i>H40 measured</i>	15,4	13,9	15,0
H40 beregnet <i>H40 estimated</i>	15,9	14,5	14,4
Standardavvik, m <i>Standard deviation, m</i>	2,46	3,69	2,78
S% <i>C.V.</i>	16,0	26,6	18,6
R <sup>2</sup>	0,71	0,46	0,56
Antall felt <i>Number of plots</i>	186	263	202

For testmateriale 2 fører bruken av funksjon G10 til en overestimering på 0,6 m i gjennomsnitt. Standardavviket på estimerte verdier i forhold til målte er ca. 3,7 meter. Dette er mer enn en bonitetsklasse og er 1 meter mer enn i grunnmaterialet.

På testmateriale 3 er det en underbonitering på 0,6 m i gjennomsnitt.

I Fig. 9-11 er differansen mellom målt  $H_{40}$  og beregnet  $H_{40}$  (residualer) i de 3 testmateriale avsatt mot beregnet  $H_{40}$  og mot en del andre variabler. For testmateriale 1 (Fig. 9) ser det ikke ut til å være noen store systematiske avvik på de forskjellige vegetasjonstypene. Funksjon G10 ser ut til å fange opp også variasjonen i testmaterialet på en god måte.

På testmateriale 2 (Fig. 10) fører funksjon G10 som nevnt til en liten overestimering av boniteten. Bærlyngskog skiller seg noe ut med en overestimering på hele 1,3 meter. For vegetasjonstyper hvor antall observasjoner er mer enn 10, ligger overestimeringen på fra 0,3 m til 0,5 m (Fig. 10). Det er mulig at granboniteten i dette materialet er noe påvirket av innblandingen av andre treslag og at dette slår ut på spesielle vegetasjonstyper.

Underestimeringen på testmateriale 3 er relativt liten (Fig.11, Tab. 5). Resultatet skjuler imidlertid en variasjon mellom vegetasjonstypene. I blåbærskog og bærlyngskog skjer det en underestimering på ca. 1,5 m og en tilsvarende overestimering i småbregneskog. Det må her understrekes at vegetasjonsbestemmelsen skjedde etter et eldre system slik at noen av typene kan ha havnet i feil gruppe. I tillegg er nordlig bredde heller ikke bestemt nøyaktig. En mer detaljert bestemmelse av nordlig bredde ville hatt liten innvirkning på nivået av feilestimeringen.

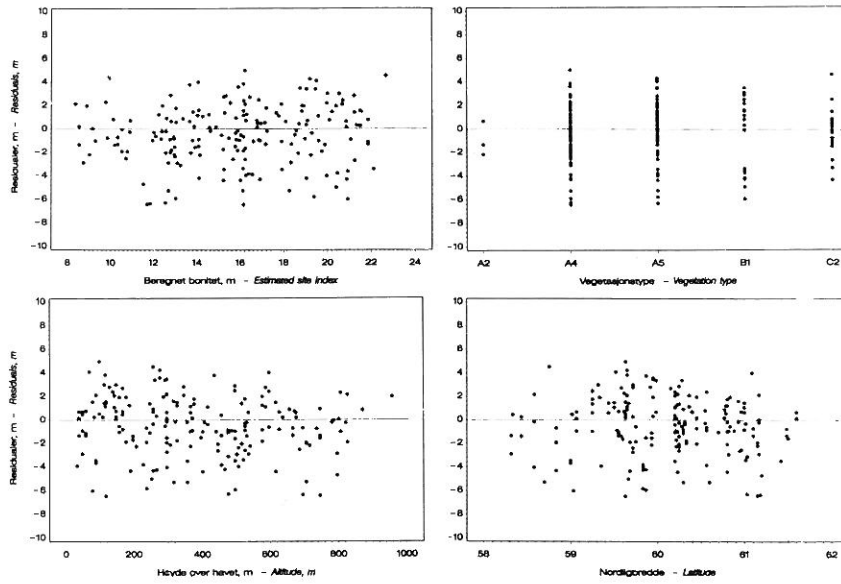


Fig. 9 Residualer i testmateriale 1 for gran ved bruk av funksjon G10, avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet, vegetasjonstype og nordlig bredde.  
*Residuals in test material 1 for Norway spruce with use of function G10, plotted against estimated site index, altitude, vegetation type and latitude.*

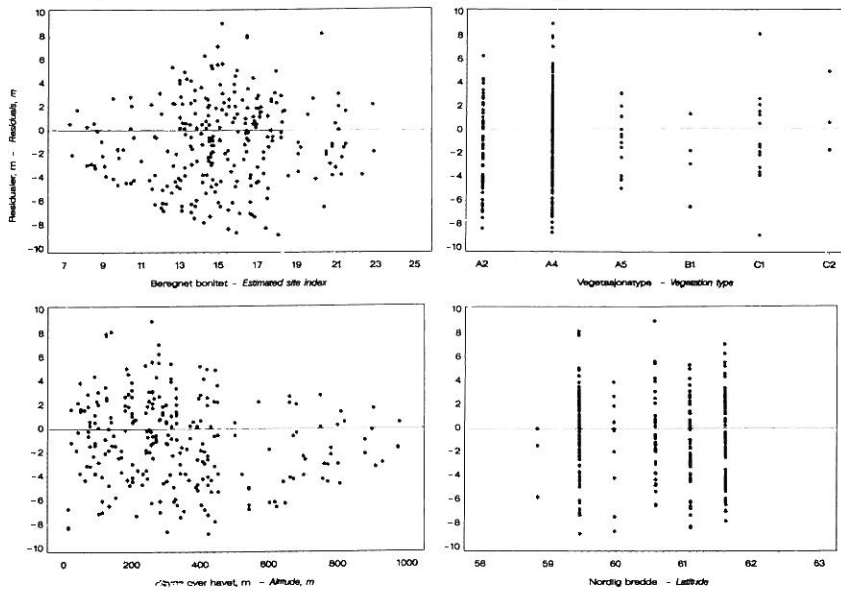


Fig.10 Residualer i testmateriale 2 for gran ved bruk av funksjon G10, avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet, vegetasjonstype og nordlig bredde.  
*Residuals in test material 2 for Norway spruce with use of function G10, plotted against estimated site index, altitude, vegetation type and latitude.*

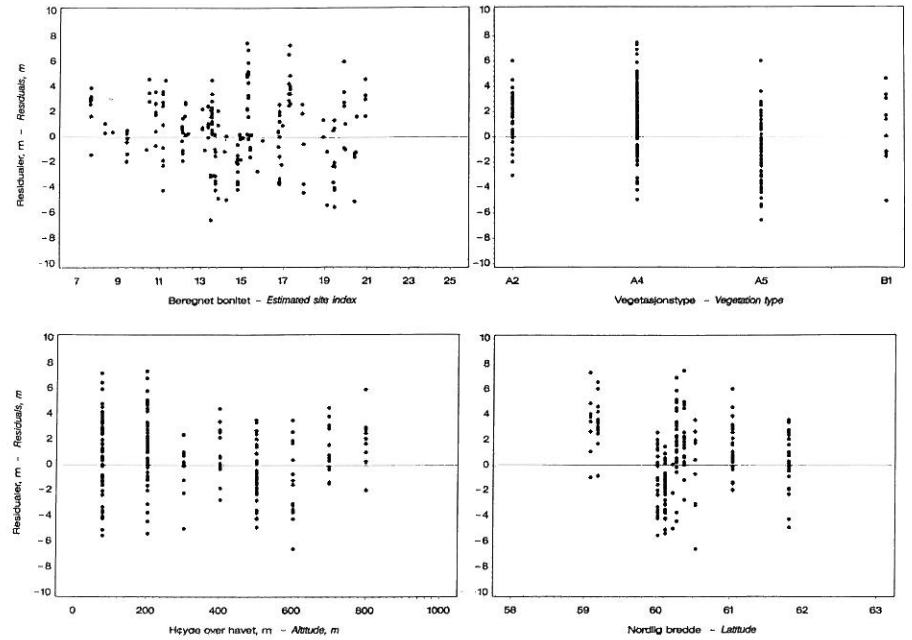
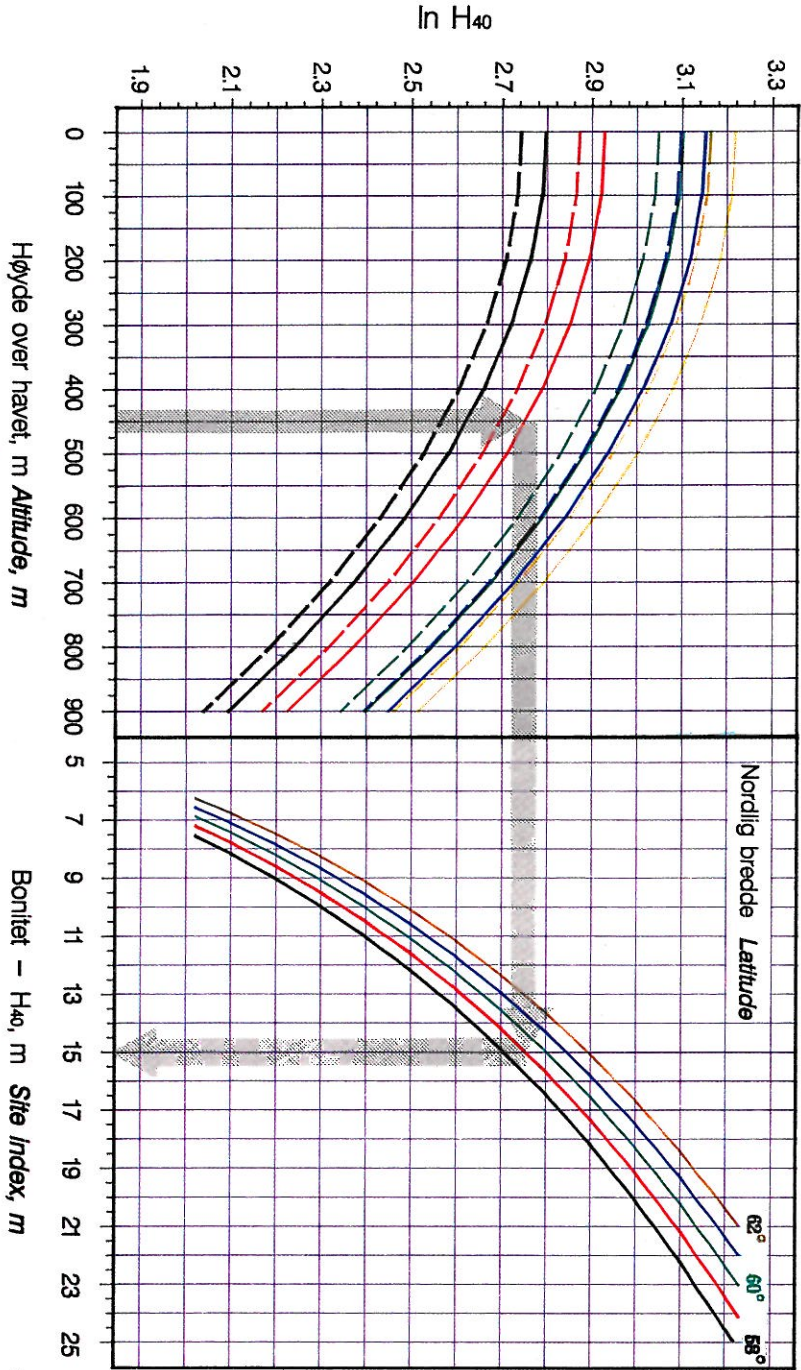


Fig.11 Residualer i testmateriale 3 for gran ved bruk av funksjon G10, avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet, vegetasjonstype og nordlig bredde.  
*Residuals in test material 3 for Norway spruce with use of function G10, plotted against estimated site index, altitude, vegetation type and latitude.*

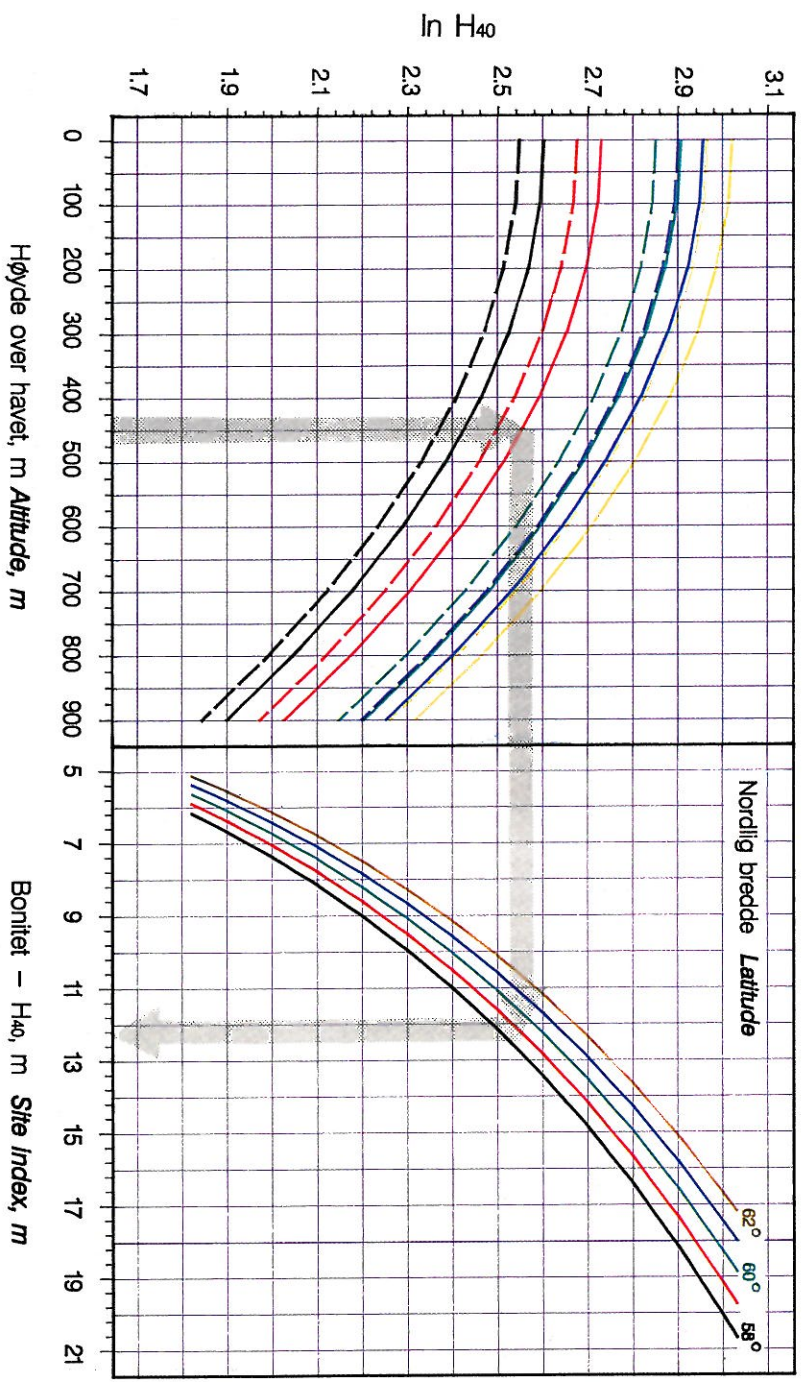
Konklusjonen på testene er at funksjon G10 gir en tilfredsstillende estimering av boniteten, sannsynligvis uten vesentlige systematiske feil. Testmateriale 3 viser imidlertid at enkelte justeringer kan tenkes i framtiden hvis materialtilfanget blir vesentlig større.

I Fig. 12 er det laget et nomogram for direkte bestemmelse av boniteten ut fra vegetasjon, høyde over havet og nordlig breddegrad. Det er antatt at jordsmonnet er dypt (> 30 cm). Dersom det er grunt jordsmonn (< 30 cm) må Fig. 13 benyttes.



**Beskygning** *Vaccinia-Pinetum boreale* **Bilbeerkog** *F.u.-Piceetum myrtilletosum*  
**Småbregnekog** *F.u.-Piceetum dryopteridetosum* **Låguterkog** *Melico-Piceetum typicum*  
**Høgschaukøskog** *Melico-Piceetum uconisletosum*

Fig.12 Nomogram for bestemmelse av boniteten i granskog på dyp jord (>30 cm). Heltrukne linjer representerer hellende terreng, de stipulede linjene andre terrengformer. Løngang i venstre del av figuren på høyde over havet, vegetasjonstype og terrengform. Deretter til høyre på aktuell breddegrad. Boniteten leses av på horisontalaksen.  
 Nomogram for determination of site index in Norway spruce forest on deep soils (> 30 cm). Bold lines are for slopes. The broken lines are for other terrain forms. The Figure is entered on the left hand side on altitude, vegetation type and terrain form. Secondly to the right hand side of the Figure is actual latitude. The site index is shown on the horizontal axis.



**Bærvyngskog** *Vaccinio-Pinetum boreale* **Bibberskog** *Fu-Piceetum myrtilletosum*  
**Småbregneskog** *Fu-Piceetum dryopteridetosum* **Lagertskog** *Melico-Piceetum typicum*  
**Høgrandskog** *Melico-Piceetum acrostictosum*

Fig.13 Nomogram for bestemmelse av bonteten i granskog på grunn jord (<30 cm). Heltrukne linjer representerer hellende terreng, de stipede linjene andre terrengformer. Inngang i venstre del av figuren på høyde over havet, vegetasjonstype og terrengform. Deretter til høyre på aktuell breddegrad. Bonteten leses av på horisontalaksen.  
 Nomogram for determination of site index in Norway spruce forest on shallow soils (< 30 cm). The broken lines are for other terrain forms. The Figure is entered on the left hand side on altitude, vegetation type and terrain form. Secondly to the right hand side of the Figure is actual latitude. The site index is shown on the horizontal axis.



## 6.2 Furu

Samme metode er brukt på furumaterialet som på granmaterialet. I Tabell 6 er det gitt 10 funksjoner for beregning av boniteten. Funksjon F1-F5 gir boniteten i  $H_{40}$  direkte, mens funksjon F6-F10 gir  $\ln H_{40}$ . Funksjon F5 er resultatet av en stegvis prosedyre hvor i alt 70 variabler inngikk i den opprinnelige modellen. De andre funksjonene som er prøvd viser ikke vesentlig dårligere tilpasning bortsett fra funksjon F4 hvor det ikke er noen variabel for jorddybde. Denne funksjonen gir vesentlig høyere standardavvik. Det er derfor valgt å gå videre med funksjoner hvor jorddybde er med. Oppgaven blir også for furumaterialets vedkommende redusert til å velge en «praktisk» funksjon blant relativt likeverdige funksjoner. Jorddybde i klassene 3 og 4 (30-100 cm og over 100cm) er slått sammen i flere av funksjonene. Dette gir nesten like god tilpasning til materialet som funksjon F3, hvor disse to gruppene er beholdt.

En logaritmering av  $H_{40}$  har gitt små forbedringer i tilpasning (funksjon F6-F10). Funksjon F9 føyer seg noe bedre til materialet med tanke på bonitetsforløpet med økende høyde over havet (Fig. 5) enn funksjon F1.

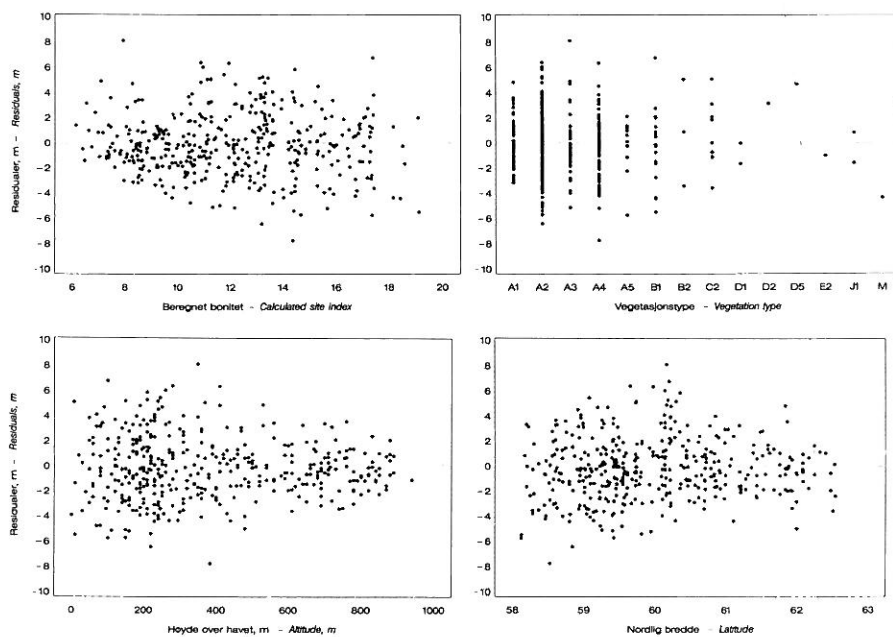


Fig.14 Residualer for funksjon F9 avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet, vegetasjonstype og nordlig bredde.  
*Residuals from function F9 plotted against estimated site index, altitude, vegetation type and latitude.*

Vi har valgt å bli stående ved funksjon F9 som den «beste» ut fra den gode tilpasningen og også fordi den inneholder variabler som alle burde være praktiske å registrere. I Fig. 14 er residualplott for denne funksjonen framstilt mot forskjellige variabler. Det er en svak tendens til at de laveste bonitetene underestimeres noe. Materialet er imidlertid spinkelt for disse boniteter.

I Tabell 7 er korrelasjonsmatrisen for variablene i funksjon F9 framstilt. Det er små innbyrdes korrelasjoner. Multivariat analysemetodikk er ikke forsøkt for furuas vedkommende.

Det må bemerkes at høgstaudeskog kommer ut med en lav bonitet i lavtliggende områder. Gjennomsnittet i Fig. 5 viser det motsatte, men det er et veldig lite antall felt bak denne vegetasjonstypen i furuskog (9 felt, Tabell 2). Det må til-

Tabell 6. Funksjoner for beregning av bonitet i furuskog. Funksjon F1-F5 gir  $H_{40}$  direkte. Funksjon F6-F10 gir  $\ln H_{40}$  og konstantleddet er korrigert for logaritmisk bias. Verdiene for  $R^2$  og standardavvik er beregnet på tilbaketransformerte verdier.

*Functions for estimation of site index in Scots pine forest. Function F1-F5 give site index  $H_{40}$  directly. Functions F6-F10 gives  $\ln H_{40}$ . These function are corrected for logarithmic bias. Values for  $R^2$  and standard deviation are calculated from retransformed  $H_{40}$ -values.*

Variabel Variable	Funksjon nr. Function no.				
	F1	F2	F3	F4	F5
konstant/int.cp.	10,849	10,829	10,809	-17,654	9,080
hoh <sup>2</sup>	-0,00000756	-0,00000785	-0,00000754	-0,00000725	-0,00000794
x2				0,472	
a1	-2,149	-2,073	-2,244		
a2				2,355	2,048
a3	-2,274	-2,176	-2,003		
a4	2,116	2,158	2,008	4,871	4,015
a5	1,959	2,044	1,671	5,041	4,199
b1	3,694	3,735	3,943	6,390	5,708
hoh-c2		0,00239			0,00500
jdyp3			1,627		
jdyp4			2,944		
jdyp34	2,646	2,659			2,638
terr	0,952	0,955	0,980	0,941	
terr4					0,996
terr4*hgrad					
hoh <sup>2</sup> *a1					
$R^2$	0,56	0,56	0,57	0,49	0,57
s	2,54	2,54	2,50	2,73	2,53
s%	21,3	21,2	20,9	22,8	21,2
N	407	407	407	406	406

Tabell 6. Forts./cont.

	F6	F7	F8	F9	F10
Variabel <i>Variable</i>					
konstant/int.cp.	2,347	2,191	2,167	2,158	2,140
hoh <sup>2</sup>	-0,00000654	-0,00000675	-0,00000728	-0,00000710	-0,00000701
x <sup>2</sup>					
a1	-0,197				
a2		0,204	0,224	0,196	0,182
a3	-0,227				
a4	0,163	0,369	0,373	0,352	0,327
a5	0,158	0,399	0,397	0,354	0,320
b1	0,256	0,474	0,468	0,444	0,452
hoh·c2		0,000500	0,000547	0,000493	0,000469
jdyp3					0,185
jdyp4					0,311
jdyp34	0,252	0,252	0,246	0,259	
terr	0,087			0,089	0,085
terr4					
terr4·hgrad			0,00326		
hoh <sup>2</sup> ·a1			0,00000272		
R <sup>2</sup>	0,57	0,56	0,57	0,57	0,59
s	2,50	2,54	2,50	2,50	2,46
s%	20,9	21,2	20,9	20,9	20,6
N	407	407	406	407	407

## Forklaring på variabler:

## Explanation for the independent variables:

Variabler merket \* er indikatorvariabler som tar verdien 0 eller 1  
Variables marked \* are dummy variables taking the values 0 or 1

hoh-høyde over havet, m

altitude, m

x<sup>2</sup>-nordlig bredde (eks. 60,5 betyr 60 gr. 30 min.)

latitude (e.g. 60.5 means 60 degree 30 min.)

hgrad-hellningsgrad i prosent

slope in per cent

lnhgrad-naturlig logaritme til hgrad (ved hgrad = 0 settes lnhgrad = 0)

natural logarithm of hgrad (if hgrad = 0 is lnhgrad defined as 0)

\*jdyp3-jorddybde 30-100 cm

soil depth 30-100 cm

\*jdyp4-jorddybde > 100 cm

soil depth > 100 cm\*

jdyp34-jorddybde > 30 cm

soil depth > 30 cm

\*terr4-terrengform rett dal/liaside

terrain form strait hillside

\*terr-terrengform dal/liaside

terrain form hillside

alder-brysthøydealder, år

age at breast height, years

\*a1-Lavskog

vegetation type *Cladonia-Pinetum boreale*

\*a2-Bærlingskog

vegetation type *Vaccinio-Pinetum boreale*

\*a3-Røsslyng-blokkebærskog

vegetation type *Barbilophozio-Pinetum lapponicae*

\*a4-Blåbærskog

vegetation type *Eu-Piceetum myrtilletosum*

\*a5-Småbregneskog

vegetation type *Eu-Piceetum dryopteridetosum*

\*b1-Lågurtskog

vegetation type *Melico-Piceetum typicum*

\*c2-Høgstaudeskog

vegetation type *Melico-Piceetum aconitetosum*

føyes at ren furuskog på slik mark er ganske sjeldent. Noe av effekten av å ha med leddet høyde over havet multiplisert med høgstaudeskog er at nivået for boniteten på småbregneskogen da løftes opp på nivå litt over blåbærskog. Dette er rimelig ut fra grunnmaterialet. Endel av funksjonene fører til at småbregneskogen blir liggende lavere i bonitet enn blåbærskogen. Regnemessig skyldes nok dette at de aller fleste småbregnefeltene finnes i hellende terreng og slik sett vil «løftes» opp i nivå på grunn av denne variablen. En tolkning av leddet høgstaudeskog multiplisert med høyde over havet, er at den negative effekten av

Tabell 7. Korrelasjonsmatrise for uavhengige variabler i funksjon F9.  
*Correlation matrix for the independent variables in function F9.*

	H.oh. <sup>2</sup>	a2	a4	a5	b1	hohc2	jdyp34	terr
H.oh. <sup>2</sup>	1,00							
a2	-0,02	1,00						
a4	-0,18	-0,42	1,00					
a5	0,05	-0,13	-0,08	1,00				
b1	-0,08	-0,18	-0,11	-0,03	1,00			
hohc2	0,24	-0,11	-0,06	-0,02	-0,03	1,00		
jdyp34	0,21	0,09	0,09	0,08	0,07	0,06	1,00	
terr	0,14	-0,03	0,05	0,13	0,08	0,03	0,01	1,00

økende høyde over havet på boniteten ikke virker så sterkt på denne vegetasjonstypen som på de andre.

Residualplott mot alder i Fig. 15 viser også for furu den samme tendensen som for granmaterialet. Det er heller ikke her gjort noen korreksjoner for dette. Årsakene er nok også her, som for gran, vesentlig en skeiv fordeling av boniteter over alder. Omløpstiden er relativt kort på de beste bonitetene også for furu. Det ble delt opp i tre aldersgrupper og en analyse innen hver av gruppene viste en større stabilitet på regresjonskoeffisientene enn ved tilsvarende oppsplitting for gran.

Når det gjelder jorddybde så er det også for furumaterialet en sterk overvekt av felt med jorddybde over 1 meter (263 felt). Det er noe bedre dekning for jorddybder under 30 cm (56 felt) enn for granmaterialet. Funksjon F9 gir i gjennomsnitt en svak underestimering på dyp jord og en overestimering på ca. 1 meter for jorddybder fra 30 til 100 cm. Funksjon F10 gir små avvik mellom målt og

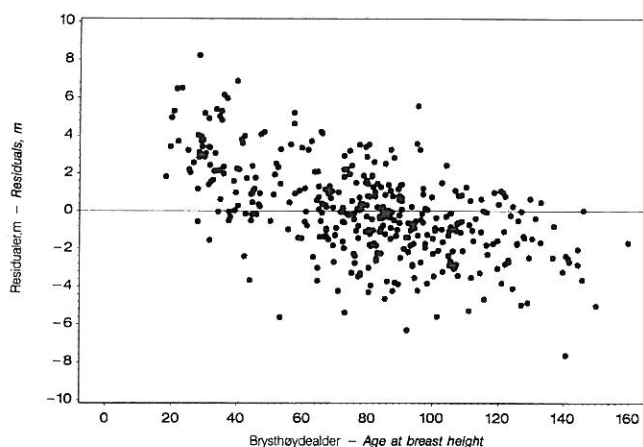


Fig.15 Residualer for funksjon F9 avsatt mot brysthøydealder.  
*Residuals from function F9 plotted against age at breast height.*

beregnet bonitet i de forskjellige jorddybdeklasser. Argumentet for å ikke å gå videre med funksjon F10 er det samme som for granas vedkommende, nemlig det arbeidsmessige aspektet i forbindelse med registrering.

### 6.2.1. Testmateriale for furu

#### Testmateriale 1

Dette materialet er hentet fra det samme grunnmateriale som testmateriale 2 for gran som er beskrevet ovenfor. Alle boniteter over F5 er med og bare vegetasjonstyper representert i innværende arbeid.

#### Testmateriale 2

Dette er materiale hentet fra NISK's databank for faste produksjonsfelt og engangsfelt på Sør- og Østlandet. Gamle opplysninger om vegetasjon har gjort det mulig å plassere feltene, dog med en viss grad av usikkerhet, inn i hovedtypene for vegetasjonen. Alle feltene er forutsatt å ha en jorddybde mer enn 30 cm, da det manglet opplysninger om dette på de fleste feltene.

Funksjonstilpasningen til testmateriale 1 framgår av Tabell 8. Spredningen ligger på omtrent samme nivå som grunnmateriale 1, men  $R^2$  er betydelig lavere.

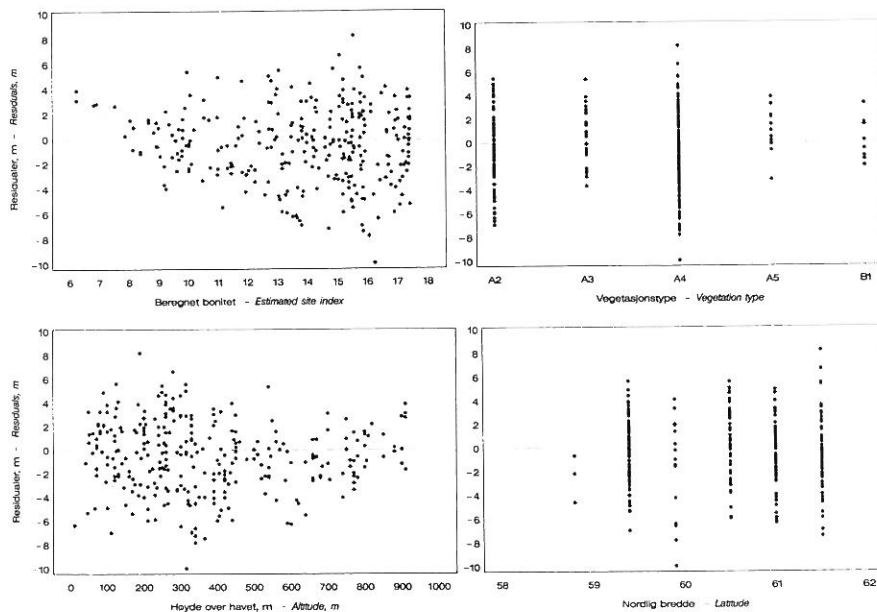


Fig.16 Residualer i testmateriale 1 for furu ved bruk av funksjon F9 avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet, vegetasjonstype og nordlig bredde.  
*Residuals in test material 1 for Scots pine with use of function F9, plotted against estimated site index, altitude, vegetation type and latitude.*

Tabell 8. Målt og beregnet (funksjon F9) verdi av  $H_{40}$ , standardavvik og variasjonskoeffisient for testmaterialene i furu.

*Measured and estimated (function F9) values for  $H_{40}$ , standard deviation and coefficient of variation for the test materials in scots pine.*

	Materiale Material 1	Materiale Material 2
H40 målt <i>H40 measured</i>	13,3	14,7
H40 beregnet <i>H40 estimated</i>	13,8	13,0
Standardavvik, m <i>Standard deviation, m</i>	3,02	2,43
S% <i>C.V.</i>	22,6	16,5
R <sup>2</sup>	0,39	0,28
Antall felt <i>Number of plots</i>	294	71

Residualplott for testmateriale 1 viser ingen store systematiske avvik mellom beregnet og estimert bonitet gruppert etter forskjellige variabler (Fig. 16). Overestimeringen er i gjennomsnitt på 0,5 m.

Småbregneskogen blir underestimert med 1 m. Det er imidlertid bare 12 felt i testmaterialet på denne vegetasjonstypen, så dette bør ikke tillegges for stor vekt.

På testmateriale 2 er det i gjennomsnitt en underestimering på 1,7 m. Dette er relativt mye. Underestimeringen er gjennomgående på alle vegetasjonstypene (Fig. 17). Det er vanskelig å si hva den systematiske forskjellen kan skyldes. De faste produksjonsfeltene kan tenkes å ligge noe høyere i bonitet på grunn av at det har vært utført systematisk lavtynning. En høyere orientert tynning kan tenkes å ha vært tilfellet på enkelte felt i denne undersøkelsen, selv om man i utgangspunktet ikke skulle registrere i topptynnet skog. Det kan ofte være vanskelig å avgjøre.

Konklusjonen på testene er at funksjon F9 synes å gi en tilfredsstillende estimering av boniteten, sannsynligvis uten vesentlige systematiske feil. Mangelen på mer testmateriale gjør at justeringer og «bedre» funksjoner kan tenkes lagd i framtiden. Nøyaktigheten ved estimering av boniteten er enda lavere for furu enn for gran.

I Fig. 18 er det framstilt et nomogram for boniteten hos furu der vegetasjon, høyde over havet og plassering i terrenget inngår. Bestand med jorddybde mer enn 30 cm er valgt som utgangspunkt. Dersom feltet er på grunt jordsmonn (< 30 cm), må Fig. 19 benyttes.

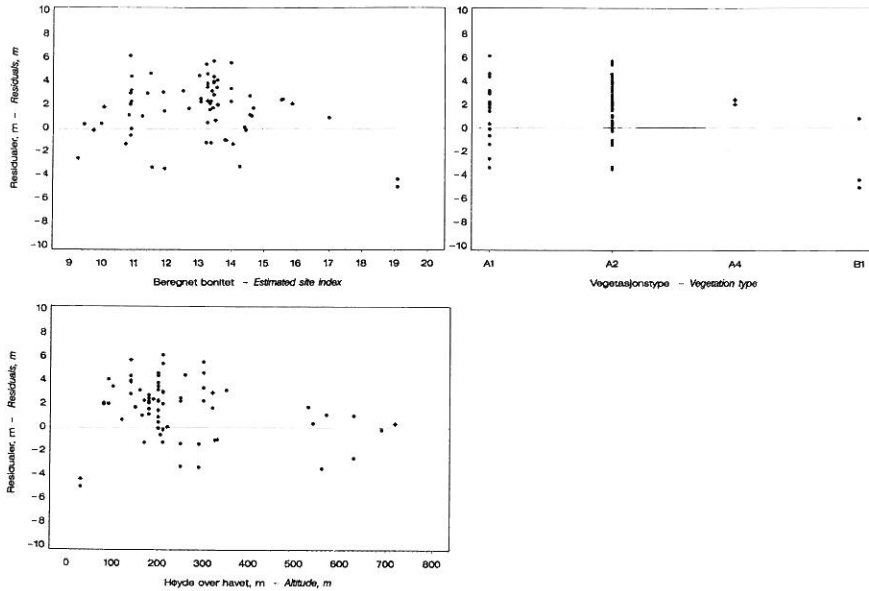


Fig.17 Residualer i testmateriale 2 for furu ved bruk av funksjon F9 avsatt mot estimert bonitet, høyde over havet og vegetasjonstype.  
*Residuals in test material 2 for Scots pine with use of function F9, plotted against estimated site index, altitude and vegetation type.*

Et spørsmål som reiser seg er om man skal bruke gran eller furufunksjonene når man skal bonitere snaumark hvor vegetasjonstypene er bærlyngskog, blåbærskog eller småbregneskog. Her kan man bare gjenta generelle retningslinjer for skogskjøtsel, nemlig at furu fortrinnsvis hører hjemme på de svakere marktypene som bærlyngskog og svakere. I blåbærskog og småbregneskog bør man vanligvis plante gran. Materialet som dekker blandingsbestand i denne undersøkelsen er for lite til å belyse problemstillingen med bonitering av gran og furu på samme voksested. Braastad (1983) har tatt for seg dette i et eget arbeide og fant at produksjonsevnen for furu var høyere enn for grana på de lavere bonitetene. Skjæringspunktet lå ved ca. G13 og F14. I innværende undersøkelse ligger skjæringspunktet ved F14 til F17 for bærlyngskog og blåbærskog.

Det kan nevnes at residualene i grunnmaterialet for blandingsfeltene, både for gran- og furufunksjonene lå jevnt fordelt rundt null. Dette betyr at disse feltene ikke skiller seg ut fra de andre feltene når det gjelder avvik mellom målt og beregnet bonitet.

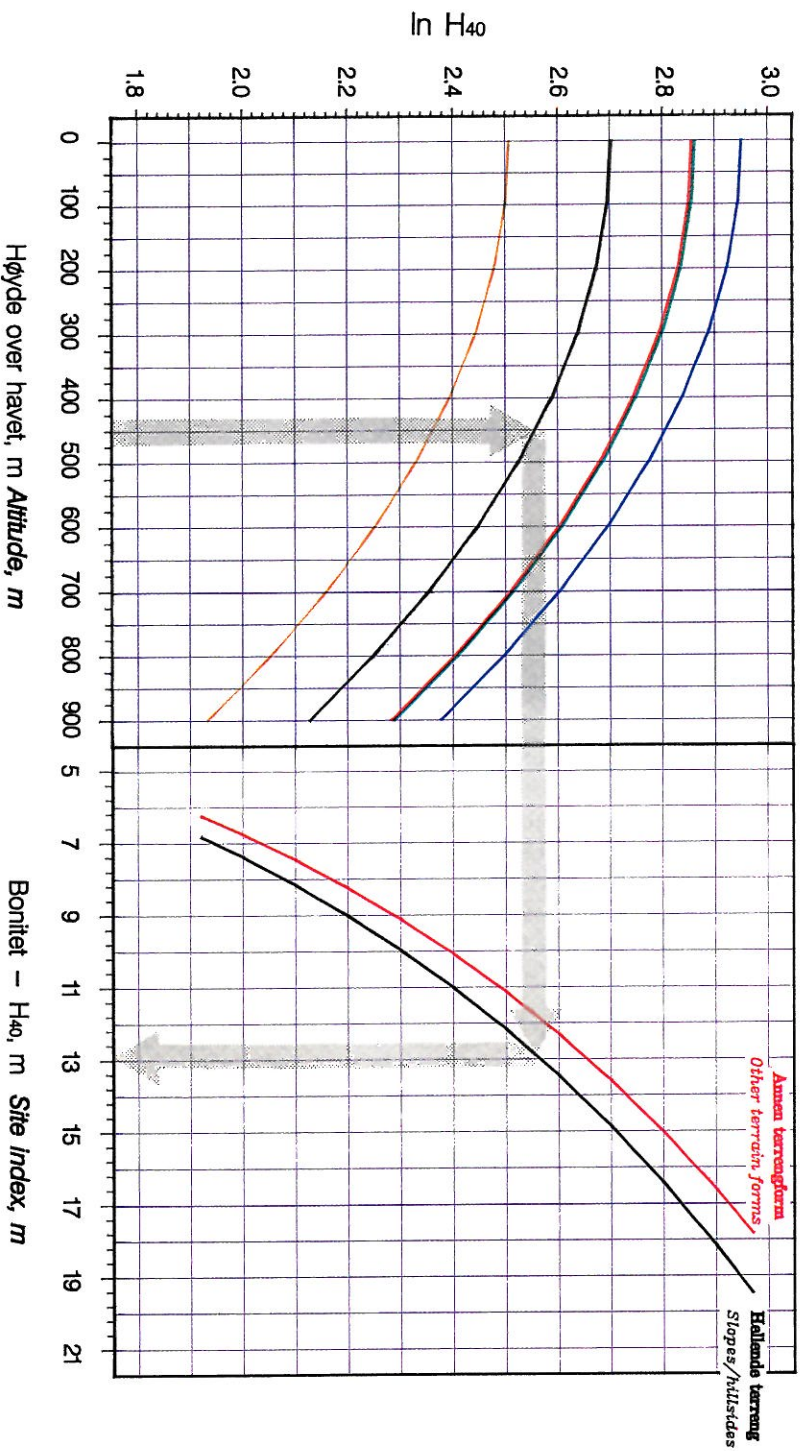
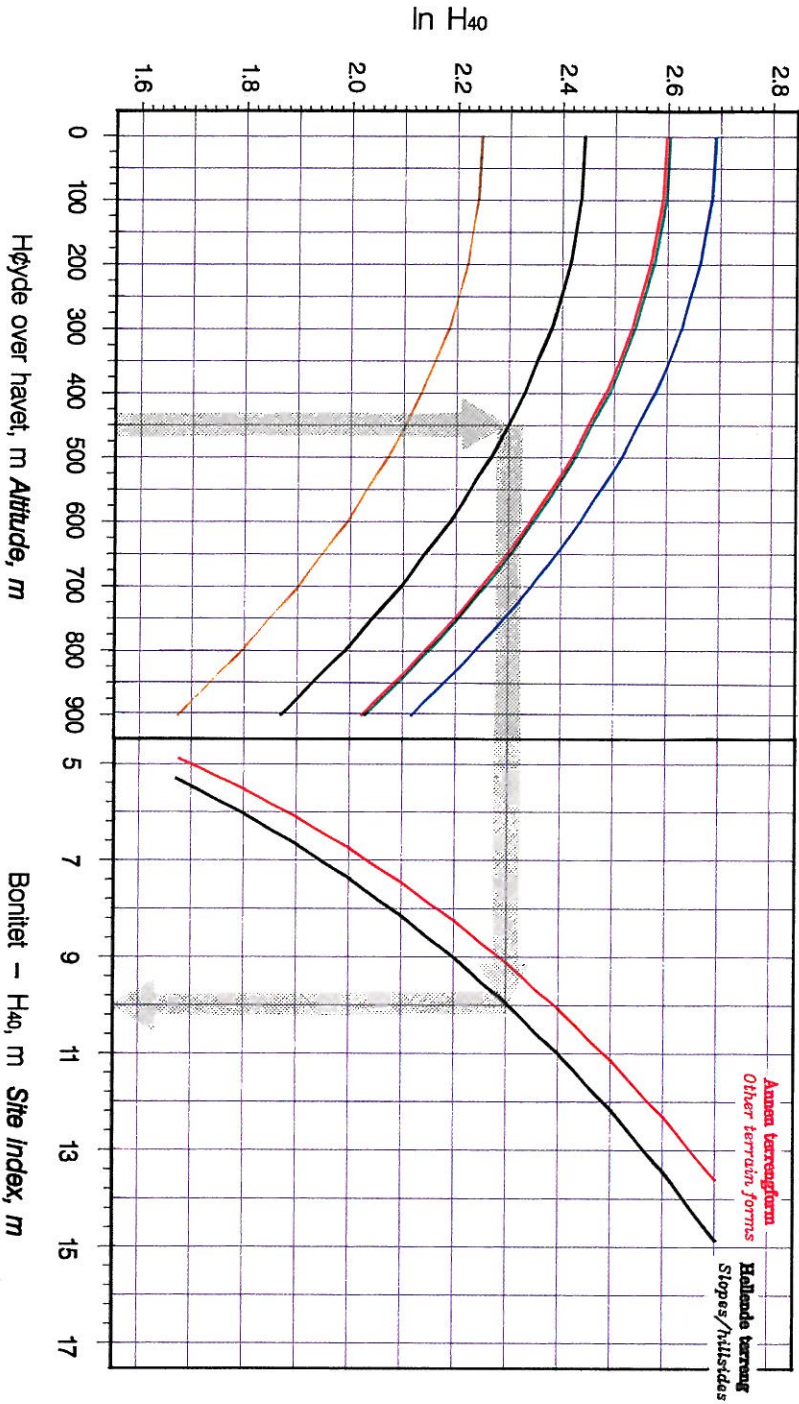


Fig. 18 Nomogram for determination of site index in Scots pine forest on deep soils (> 30 cm). The Figure is entered on the left hand side on altitude and vegetation type. Secondly to the right hand side of the Figure to actual terrain form. The site index is shown on the horizontal axis.





Lavskog og Røsslyng - Bløtkebjerkog *Cladonia-Pinetum boreale* and *Berthelophozio-Pinetum lapponicae*  
 Bærskogog *Vaccinio-Pinetum boreale* **Bilbærskog** *Eu-Piceetum myrtillekosum*  
 Småtrengskog *Eu-Piceetum dryopteridetosum* **Lagurtskog** *Melico-Piceetum typicum*

Fig. 19 Nomogram for determination of bonitet in firniskog på grunn jord (<30 cm). Imgang i venstre del av figuren på høyde over havet og vegetasjonstype. Deretter til høyre på aktuell terrengform. Boniteten leses av på horisontalaksen.  
 Nomogram for determination of site index in Scots pine forest on shallow soils (< 30 cm). The Figure is entered on the left hand side on altitude and vegetation type. Secondly to the right hand side of the Figure to actual terrain form. The site index is shown on the horizontal axis.

### 7. Sammenligning med svenske funksjoner

En sammenligning med svenske funksjoner (Hägglund & Lundmark 1977, Hägglund 1979) byr på visse vanskeligheter da variabelvalg og registreringer i felt, bl. annet vegetasjonsklassifiseringen, er forskjellig i de to undersøkelsene. Til sammenligningen er det plukket ut funksjoner som gjelder for midtre deler av Sverige. Vegetasjonstypene er forsøkt «oversatt» til vegetasjonstypene som er benyttet i denne undersøkelsen.

Ved sammenligningen er enkelte variabler holdt konstant i de svenske funksjonene. Nordlig breddegrad er satt til 60 grader. Funksjoner for dypt jordsmonn (> 30 cm) er benyttet og beliggenhet i lisode. For lavskog er funksjonen for flatt terreng benyttet. Der hvor teksturindeks kreves i de svenske funksjonene er denne satt til 2, dvs. finsand til mellomsand.

Det er også foretatt en oversettelse av boniteten fra  $H_{100}$ -systemet til  $H_{40}$ -systemet etter tabell utarbeidet av Bjørn Tveite (upubl.). Denne oversettelsen er noe avhengig av alder. Det er i dette tilfellet brukt en gjennomsnittsverdi over alder som svarer til den midlere  $H_{40}$ -verdien innen hver vegetasjonstype.

Fig. 20 viser sammenligning av furufunksjon F9 og de svenske funksjonene på noen vegetasjonstyper. Overensstemmelsen mellom funksjonene er god. Avvik på under en meter må betegnes som lite. De svenske funksjonene gir noe høyere bonitet for bærlyngskog og for røsslyng-blokkebærskog. For blåbær- og lågurtskog er forholdet motsatt. Avvikene er også her relativt små. Verdiene for lavskog er nesten identiske. Det svenske materialet har liten dekning over 600 m o.h., slik at en sammenligning for de øverste høydelagene er usikker.

Sammenligning for granmaterialet er også utført. Det er noe vanskeligere å oversette vegetasjonstypene for gran, men lågurtskog, bærlyngskog og blåbærskog er ganske godt overensstemmende. I Fig. 21 er sammenligningen vist for disse typene. Nordlig bredde er satt til 60 grader og forutsetningen er også at feltene er plassert i lisode. Overensstemmelsen her er ikke fullt så god som hos furu, men nivåene stemmer godt overens. Spesielt for lågurtskog lavere enn 200-300 m o.h. gir funksjon G10 høyere verdier enn den svenske funksjonen.

Det er viktig å huske på at materialgrunlaget er helt forskjellig og at de klimatiske forholdene også er forskjellig i områdene hvor de to materialene er hentet fra. Noen konklusjoner om at det ene er riktigere enn det andre er selvsagt ikke mulig å trekke. Overensstemmelsen mellom de undersøkte funksjonene er imidlertid såpass bra at det er grunn til å tro at funksjonene G10 og F9 gir gode anslag for boniteten på Sør- og Østlandet.

Sammenlignet med nøyaktigheten på det svenske systemet, ligger de presenterte funksjoner på et noe lavere nivå. Standardavvik i prosent av middeltall ligger på 15,5% og 13,3% for henholdsvis furu og gran i den svenske undersøkelsen (Hägglund & Lundmark 1977 p:134). Tilsvarende tall er 21,3% og 16,4% for funksjonene for furu og gran i dette arbeidet (Tabell 3 og 7). Spesielt for furu er nøyaktigheten lavere, men variabelene som inngår i funksjonene er mer lett-registrerbare.

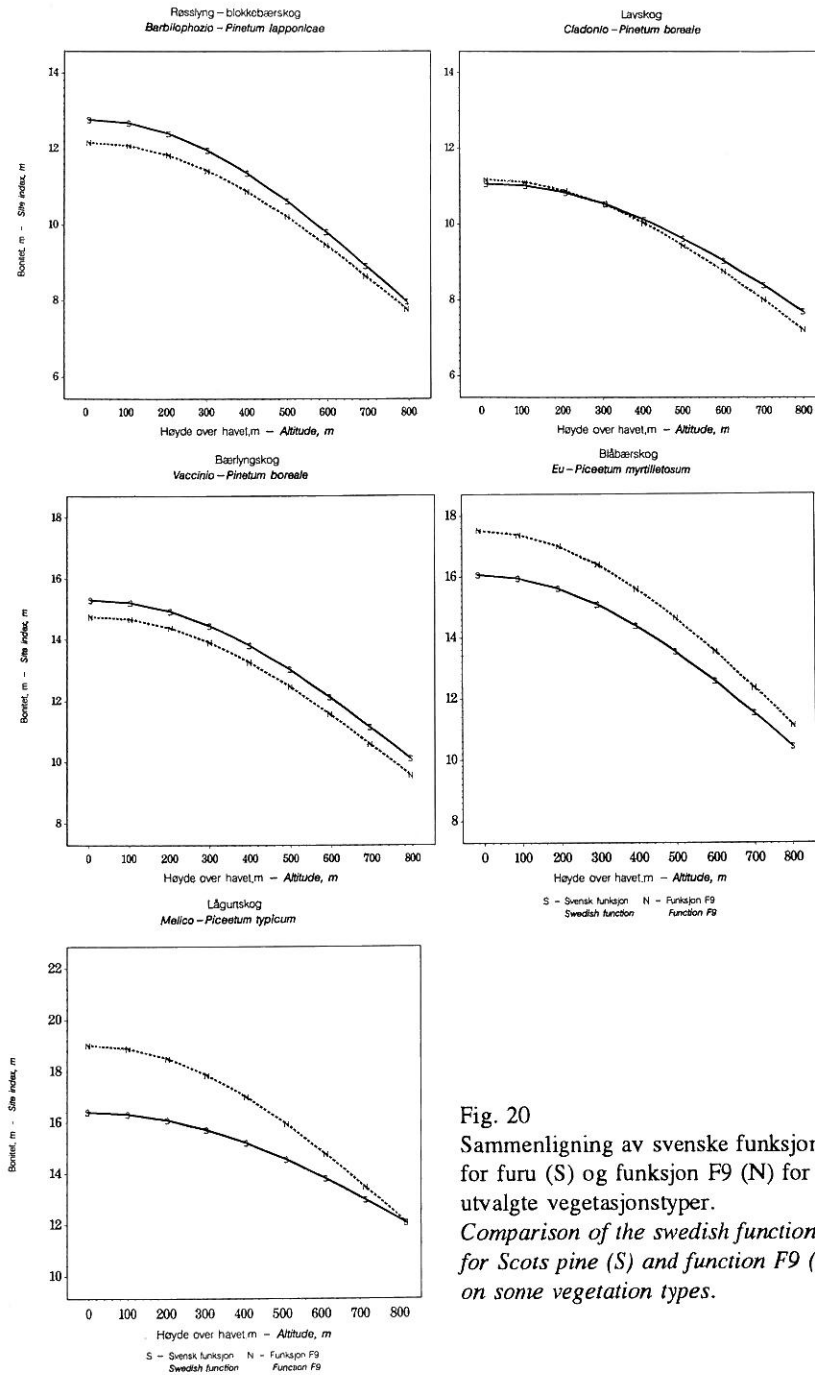


Fig. 20  
Sammenligning av svenske funksjoner  
for furu (S) og funksjon F9 (N)  
for utvalgte vegetasjonstyper.  
*Comparison of the swedish functions  
for Scots pine (S) and function F9 (N)  
on some vegetation types.*

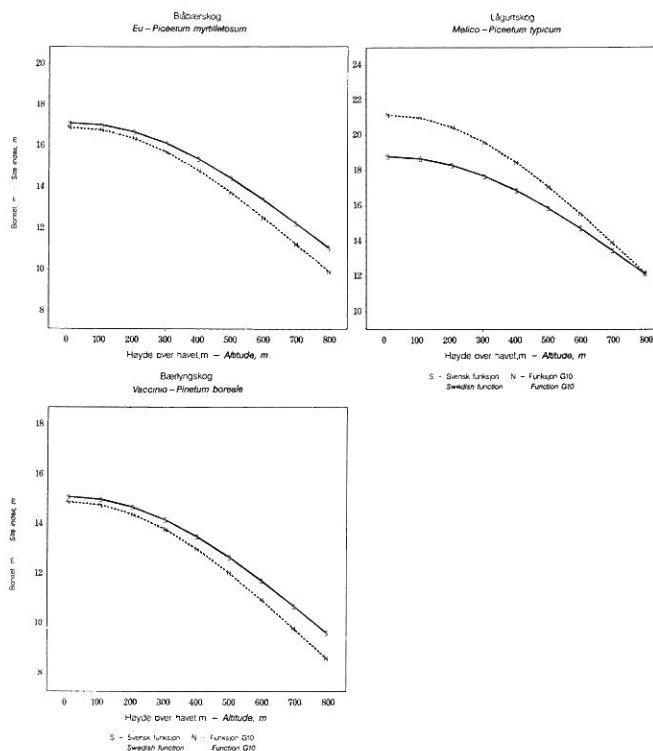


Fig.21 Sammenligning av svenske funksjoner for gran (S) og funksjon G10 (N) for utvalgte vegetasjonstyper.  
*Comparison of the Swedish functions for Norway spruce (S) and function G10 (N) on some vegetation types.*

## 8. Andre undersøkelser

Når det gjelder resultater fra tidligere norske undersøkelser, så faller resultatene i store trekk sammen med disse (Haugberg 1953, Kielland-Lund 1962). Boniteten avtok også i disse undersøkelsene med økende høyde over havet. Forskjellen mellom vegetasjonstypenes gjennomsnittsbonitet avtok på tilsvarende vis med økende høyde over havet. Den avtagende effekten var imidlertid noe mindre enn i denne undersøkelsen. Det er vanskelig å gjøre en direkte sammenligning da vegetasjonen var registrert etter et annet system enn det som benyttes idag. Bonitetssystemet (Landsskogtakseringen 1938) var også et annet, og med betydelig lavere verdier for normalproduksjon på de beste bonitetene enn etter dagens bonitetssystem og produksjonsmodeller.

I USA, Kanada og Mellom-Europa er det utført mange undersøkelser for å bestemme markas produksjonsevne i relasjon til klima, vegetasjon og fysiske og kjemiske jordbunnsparametre. Felles for de aller fleste undersøkelsene, som ofte

omfatter bestemte treslag innen avgrensede regioner, er at en relativt stor andel av variasjonen i bonitet forblir uforklart, statistisk sett. Det vil si at  $R^2$  i en multippel regresjonsanalyse ofte ligger i intervallet 0,40-0,70 (f. eks. Della-Bianca & Olson 1961, Broadfoot 1969, Fralish & Loucks 1975). Page (1976) fant en forklaringsgrad fra 60% til 94% ved estimering av bonitet for balsamgran (*Abies balsamifera*) og svartgran (*Picea mariana*) i Newfoundland. Enkelte jordkjemiske parametre inngikk som forklarende variabler. Antallet felt var imidlertid relativt lite innen enkelte grupper i denne undersøkelsen. Teghammar (1992) fikk, ved å korrigere for deler av den omtalte alderseffekten, redusert spredningen fra 14,1% til 10% ( $R^2=0,70$ ) på funksjonen for «ståndortsbonitering» av gran.

Det synes å være vanskelig å oppnå noen særlig høy forklaringsgrad og dermed presisjon ved den vanlig benyttede angrepsmåten, iallefall uten å måtte ty til registrering av variabler som er meget arbeidskrevende og kostbare, både i felt og på analysesiden.

### 9. Nøyaktigheten ved bruk av systemet

Som et mål for nøyaktigheten eller feilen ved funksjonene kan man bruke standardavviket ved tilpasningen til grunnmaterialet eller til testmaterialene. For granfunksjonen er standardavviket mellom observerte og beregnede verdier på 2,7 m i grunnmaterialet og opptil 3,7 m i testmaterialene. Dette gir en relativt høy variasjonskoeffisient. For furumaterialet ligger variasjonskoeffisienten på et enda høyere nivå.

Prognosens middelfeil er gitt ved formelen:  $M = s/\sqrt{n}$ , der  $s$  er standardavviket og  $n$  er antall uavhengige observasjoner. Ved 10 observasjoner vil middelfeilen for gran ligge på  $2,73/\sqrt{10} = 0,86$  m. Ved 50 observasjoner blir middelfeilen ca. 0,4 m. For furu ligger middelfeilen ved 50 observasjoner på 0,35 m.

En forutsetning for en slik feilvurdering er at de 10 eller 50 observasjonene er uavhengige av hverandre og tilfeldig fordelt i grunnmaterialets område. Dette er som regel ikke tilfellet i praktisk bruk. I et mindre geografisk område kan for eksempel vegetasjonstype og jordbunnsforhold være ganske like og neppe uavhengige fra bestand til bestand.

Et annet aspekt er også hvor nøyaktig «fasiten» i materialet er. Enhver bonitering ved høyde og alder har en viss feil, på den måten at om man gjentar boniteringen eller velger ut et annet antall trær, så vil resultatet bli anderledes. Det skyldes blant annet målefeil på for eksempel høyde. Denne boniteringsfeilen kan ikke skilles ut fra feilen i prognosen. Tveite (1977) fant at gjennomsnittlig spredning i  $H_{40}$  mellom overhøydetrær i deler av grunnmaterialet for eksisterende bonitetskurver, lå på ca. 1,1 meter. Bruker man et slikt tall for å vurdere prognosefeilen ved dette systemet får vi:  $s^2 = s_1^2 + s_2^2$ , der  $s_1^2$  kan kalles den egentlige feilen ved prognosen og  $s_2^2$  skyldes boniteringsfeilen. For gran får vi da:  $2,7^2 = s_1^2 + 1,1^2$ . Standardavviket for prognosen for granas vedkommende ligger da på ca. 2,5 meter. For furu blir den ca. 2,2 meter. Den delen som skyldes feil ved boniteringen betyr derfor relativt lite.

Skal man vurdere feilen på bestandsnivå ved å bruke dette boniterings-systemet, får man også inn en feil som skyldes målefeil på de parameterene man registrerer, f. eks. vegetasjonstype. I tillegg vil man få en samplingsfeil på grunn av variasjoner innen bestandet. Feilen estimeres ved formelen:

$$M_f = \sqrt{s^2 + ((s_m^2 + s_s^2)/n)}$$

(Hägglund & Lundmark 1977), der  $s_m$  er standardavviket som skyldes målefeil,  $s_s$  er standardavviket som skyldes samplingsvariasjonen og  $n$  er antall prøvofelt i bestandet. I den tidligere diskuterte feilen på funksjonene er effekten både av prognosefeil ( $s$ ) og målefeil ( $s_m$ ) med (vi kan ikke skille ut målefeilen som har skjedd ved innsamling av grunnmaterialet). Samplingsfeilen og målefeilen kan reduseres ved å velge et stort antall prøvofelt innen et bestand. I små bestand vil samplingsfeilen forventes å være liten på grunn av liten variasjon i bonitet.

Ved bruk i takseringssammenheng vil man få inn ytterligere feilkilder, blant annet eventuelle regionale variasjoner innen samme strata. Det er ikke mulig å si noe sikkert om hvordan feilens størrelse vil avhenge av bestands- og eiendomsstørrelse.

Prognosefeilen er uansett den viktigste feilkilden og metoden er betydelig mer unøyaktig enn tradisjonell høyde-aldersbonitering.

Forutsetningen for alle feilbetraktninger er at man befinner seg innenfor grunnmaterialets variasjonsområde. Ved bruk utenfor dette området kan sannsynligvis betydelige tilleggsfeil oppstå. Usikkerheten vil naturlig nok øke når man beveger seg i yttergrensene av materialet, for eksempel opp mot skoggrensa.

#### 10. Praktisk bruk av systemet

Brukt i enkeltbestand vil dette boniteringssystemet ha verdi som et hjelpemiddel til å orientere seg om bonitetsnivået. Med det feilnivå som er diskutert ovenfor kan man spørre seg om nøyaktigheten er noe bedre enn ved bruk av godt skjønn. For områder uten trevegetasjon, ung skog eller uensaldret, sjiktet og topptynnet skog vil nytten være større.

For bruk på regionalt nivå, for eksempel kommuner eller deler av kommuner kan systemet tenkes brukt for å anslå bonitet og dermed produksjonsevne. Det må imidlertid understrekes behovet for kontroller i form av vanlig høydebonitering. Dette fordi en for detaljert oppsplitting av grunnmaterialet ville ført til et altfor lite antall felt innen områder av slik størrelse.

Bestemmelse av vegetasjonstypen må tillegges stor vekt ved bruk av et slikt system. Vegetasjonsendringer i forbindelse med hogst er kort omtalt i vedlegget og er beskrevet nærmere av Kielland-Lund (1962, 1964, 1970, 1981). I praksis kan man tenke seg et visst antall prøveflater på 100 m<sup>2</sup> hvor de ulike parametrene registreres. Bestandets bonitet bestemmes som gjennomsnittet av prøveflatenes bonitet. Produksjonsevnen bestemmes så ut fra denne gjennomsnittsboniteten. Dette kan gi en liten feil da det ikke er lineær sammenheng mellom høydebonitet og produksjonsevne. Feilen er imidlertid ubetydelig ved en fornuftig bestandsinndeling sammenlignet med andre feilkilder.

Et viktig poeng ved slike systemer er at de ikke bør gi systematiske feil ved praktisk bruk. Noen garanti for dette har man selvsagt ikke, selv om testene som er utført på de uavhengige materialene virker lovende. Det er mulig at enkelte strata i visse områder kan bli systematisk overbonitert eller underbonitert. Det er derfor viktig at systemet brukes med forsiktighet. Det er å håpe at materialet i framtiden kan utvides, eller i det minste testes og eventuelt korrigeres mot nytt innsamlet materiale. Testing av systemet på for eksempel kommunenivå ville gitt interessante holdepunkter for brukbarheten, og også grunnlag for en mer nøyaktig bonitering enn det systemet i dag kan gi.

#### **Site index estimation from vegetation type and site properties.**

The purpose of the investigation was to develop a system for site index classification from vegetation type and some site characteristics. All together 456 temporary plots in Norway spruce and 407 plots in Scots pine were measured. The plots were located in the southern and eastern part of Norway (Figs. 1 and 2).

On the basis of three trees on each plot the site index ( $H_{40}$ ) was measured using dominant height and age at breast height. Several site parameters were measured on the plots: vegetation type, latitude and longitude, altitude, steepness, exposition, terrain form and smoothness, soil depth and soil type. The soil was also classified in one of four categories (organic soil, podzol, gleysol and brunisol).

The material was treated by multiple regression analysis. Site index was used as dependent variable and the site parameters as independent variables. Several forms of the independent variables were tried (dummy variables - combinations of variables - transformed variables). The main results are presented in Table 3 (spruce) and Table 6 (pine).  $R^2$  is about 0.62 for spruce and 0.56 for pine with a corresponding standard deviation of 16% and 21%. Two functions, G10 and F9, were chosen as suitable for practice use. These functions were tested on independent data. The results seem satisfying with no serious systematic deviations for the main independent variables. The functions were also compared to the existing Swedish functions. The results corresponded relatively good (Figs. 20 and 21). The largest deviation was about 3 m (one site index class) on high site indices for spruce.

Nomograms for direct determination of site index are presented in Figs. 12-13 and 18-19.

The system presented is a very rough way of determining the site index. It is stressed that the error of the estimates can be rather large when the system is used in single stands and on small properties. Used on a larger scale the system should give estimates with an acceptable error. There is a need for more detailed investigations on a medium- and small scale, to search for strata with possible significant deviations from the functions.

### Etterord

Arbeidet med prosjektet «Snaumarksbonitering» startet opp i 1986 som et samarbeidsprosjekt mellom NIJOS (Norsk institutt for jord- og skogkartlegging) og NISK (Norsk institutt for skogforskning). Initiativtakere var Helge Braastad, John Larsson og Arne Rørå.

Innsamling av datamaterialet og trening av observatører i vegetasjonsbestemmelse er gjort ved NIJOS. Dette gjelder også punching av felldata. Årringmålinger, endelig tilrettelegging av data for EDB-beregninger, og statistiske analyser er utført ved NISK. Ansvarlig for feltarbeid og vegetasjonsdelen har vært John Larsson. Tilrettelegging, bearbeiding, analyse av dataene og utkast til manus er utført av Petter Nilsen.

Alle årringmålinger er utført av Ole Fauskrud, NISK. Knut R. Blingsmo, NISK deltok på et tidlig stadium med noe tilrettelegging av materialet.

Inneværende rapport omhandler bare gran og furu på Sør- og Østlandet. Etter hvert som materialet kan suppleres med nytt innsamlet materiale eller med egnet eksisterende materiale, vil bearbeiding for andre landsdeler og også bjørk kunne komme til.

Økonomisk bistand på kr. 50000, - er gitt av Miljøverndepartementet. Glommen skogeierforening stilte en inventør gratis til disposisjon i 10 dager. De øvrige utgifter er dekket over institusjonenes faste budsjett.

Manuskriptet er lest igjennom og kommentert av Harald Opdahl, Lars Strand og Bjørn Tveite. Vi vil få takke bidragsytere og medarbeidere for innsatsen som er nedlagt.

### Litteratur

- Burger, D. 1972. Forstliche Standortsklassifizierung in Kanada. Mitt. Ver. forstl. Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung. 21. 1-36.
- Broadfoot, M. 1969. Problems in relating soil to site index for southern hardwoods. For. Sci. 15(4): 354-364.
- Braastad, H. 1983. Forholdet mellom høydebonitet og produksjonsevne for gran, furu og bjørk på samme voksested. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket 3/83: 50-59.
- Cajander, A.K. 1909. Über Waldtypen I. Acta for. fenn. 1:1- 175.
- Cajander, A.K. 1921. Ueber waldtypen im allgemeinen. Acta for. fenn. 20(1):1-77.
- Della-Bianca, L. & Olson, D.F., jr. 1961. Soil-site studies in Piedmont hardwood and Pine-hardwood upland forests. For. Sci 7(4): 320-329.
- Eide, E. & Langsæter, A. 1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Meddr norske Skogforsves. 7:355-500.
- Fralish, J. S. & Loucks, O.L. 1975. Site quality evaluation models for aspen (*Populus tremuloides*) in Wisconsin. Can. J. For. Res. 5 (4): 523-528.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. Økoforsk utredning 1987:1.
- Haugberg, M. 1953. Inndeling i vegetasjonstyper ved landskogtakseringen. Tidssk. Skogbr. 6:132-145.
- Hägglund, B. 1972. Om övre höjdens utveckling för gran i norra Sverige. Skogshögskolan, institutionen för skogsproduktion. Rapporter och uppsatser 21. 298 pp.
- Hägglund, B. 1973. Om övre höjdens utveckling för gran i södra Sverige. Skogshögskolan, institutionen för skogsproduktion, Rapporter och uppsatser 24. 49pp.
- Hägglund, B. 1979. Ett system för bonitering av skogsmark - analys, kontroll och diskussion inför praktisk tillämpning. Sveriges Lantbruksuniversitet, skogsvetenskapliga fakulteten. Prosjekt Hugin, rapport 14. 189 pp.
- Hägglund, B. 1981. Evaluation of forest site productivity. Forestry abstract 42(11): 514-527.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1977. Skattning av höjdboniteten med ståndortsfaktorer. Skogshögskolan. Avd. för skogsekologi och skoglig marklära. Rapporter och uppsatser 28. 240pp.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1981. Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniterings-system, 3 deler. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Ivessalo, Y. 1920a. Tutkimuksia metsätyypin taksatoorisesta merkityksestä. (Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen). Acta for. fenn. 15(3):1-157.
- Ivessalo, Y. 1920b. Kasvu- ja tuottoaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Ertragstafeln für die Kiefern- Fichten und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland). Acta for. fenn. 15(4):1-96.
- Ivessalo, Y. 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta for. fenn. 20(3):1-73.
- Ivessalo, Y. 1937. Perä-pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. (Growth of natural normal stands in central North-Suomi(Finland)). Comm. Inst. For. Fenn. 24(2):1-168.



- Jonsson, T. 1914. Om bonitering av skogsmark. Svenska skogsvårdsföreningens Tidskrift. 12(5): 369-392.
- Kielland-Lund, J. 1962. Plantesamfunn i skogen. I: Skogbruksboka. Bind 2: 131-142. Oslo. 454 pp.
- Kielland-Lund, J. 1964. Naturlig foryngelse og skogtypene. Norsk Skogbr. 10(9):279-281.
- Kielland-Lund, J. 1970. Vegetasjonssuksesjoner i skog. Tidssk. Skogbr. 78:209-220.
- Kielland-Lund, J. 1981. Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. Phytocoenologia 9(1/2): 53-250.
- Landsskogtakseringen 1938. Taksering av Norges skoger. Østfold fylke. Revisjonstaksering 1937.
- Lundmark, J.-E. 1974. Ståndortsegenskaperna som bonitetsindikator i bestånd med tall og gran. Skogshögskolan, Inst. för växtekologi och marklära, Rapporter och Uppsatser 16. 298pp.
- Låg, J. 1984. Jordartsfordeling i Norges skoger. Jord og Myr 5: 190-195.
- Låg, J. 1985a. Jordbunnsfaktorer og skogproduksjon. Jord og Myr 1: 6-20.
- Låg, J. 1985b. Treslag og bunnvegetasjon på jord av forskjellig dybde og med forskjellig profilutvikling. Jord og Myr 3: 112-159.
- NIJOS 1991. Enheter for detaljert klassifisering av vegetasjon i skog. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging. Ås. 66 pp.
- Nilsen, P. & Haveraaen, O. 1982. En analyse av tilvekst i gamle granbestand. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 13/82: 1-38.
- Page, G. 1976. Quantitative evaluation of site potential for spruce and fir in Newfoundland. For. Sci. 22(2): 131-143.
- SAS 1985. SAS Institute Inc. SAS/STAT Guide for personal computers, Version 6 Edition. Cary, NC, USA. 378 pp.
- Tegnhammar, L. 1992. Om skattning av ståndortsindex för gran. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för skogstaxering. Rapport 53. 259pp.
- Tveite, B. 1977. Bonitetskurver for gran. Medd. nor. inst. skogforsk. 33(1): 1-84.
- Tveite, B. & Braastad, H. 1981. Bonitering for gran, furu og bjørk. Norsk Skogbr. 27(4):17-22.

## Vedlegg Appendix

### Beskrivelse av de viktigste vegetasjonstypene

#### A1 LAVSKOG

Dette er en skrinn og åpen skogtype, med furu som dominerende treslag. I bunnen dominerer fjellkrekling, røsslyng og lav, med sparsomt innslag av nøysomme moser. Her er alltid mye kvitkrull og reinlav. Typen opptrer på steder med liten vanntilgang, enten på svært grunnlendt mark, eller på grove løsavsetninger. Den er mest utbredt i tørre strøk av landet.

#### Viktige arter:

- Tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*)
- Røsslyng (*Calluna vulgaris*)
- Fjellkrekling (*Empetrum hermaphroditum*)
- Mjølbbær (*Arctostaphylos uva-ursi*)
- Bråtestarr (*Carex pilulifera*)
- Kjempesigd (*Dicranum drummondii*)
- Rabbesigd (*D. spurium*)
- Krussigd (*D. polysetum*)
- Rabbebjørnemose (*Polytrichum piliferum*)
- Frynsemose (*Ptilidium ciliare*)
- Lys reinlav (*Cladonia arbuscula*)
- Pigglav (*C. uncialis*)
- Groptagg (*Cornicularia aculeata*)
- Gulskinn (*Cetraria nivalis*)
- Gulskjerpe (*C. cucullata*)
- Saltlav (*Stereocaulon spp.*)
- Dominans av kvitkrull og reinlav-arter (*Cladonia spp.*)

## A2 BÆRLYNGSKOG

Dette er også en relativt åpen skogtype med dominans av furu, men også med innslag av gran og bjørk. Undervegetasjonen er sterkt dominert av lyngarter. Skiller seg fra A1 ved at moser oftest dominerer over lav i bunnen. Typen kan forekomme som rein granskog.

## Viktige arter:

Fjellkrekling (*Empetrum hermaphroditum*)  
 Blåbær (*Vaccinium myrtillus*)  
 Tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*)  
 Røsslyng (*Calluna vulgaris*)  
 Stormarimjelle (*Melampyrum pratense*)  
 Linnea (*Linnea borealis*)  
 Smyle (*Deschampsia flexuosa*)  
 Etasjehusmose (*Hylocomium splendens*)  
 Krussigd (*Dicranum polysetum*)  
 Furumose (*Pleurozium screberii*)  
 Grå reinlav (*Cladonia rangiferina*)  
 Lys reinlav (*C. arbuscula*)

## A3 RØSSLYNG-BLOKKEBÆRSKOG

Dette er den typiske furuskogen i åstraktene sønnafjells og i Trøndelag. Den har gjerne glissent, ujevnt bestand av furu med bjørk og noe kraggete gran og opptrer ofte på noe grunnlendt mark. Skiller seg fra A2 ved at blokkebær som regel alltid er til stede, og ved ei tjukk, ofte gyngende råhumusmatte.

## Viktige arter:

Fjellkrekling (*Empetrum hermaphroditum*)  
 Blåbær (*Vaccinium myrtillus*)  
 Blokkebær (*Vaccinium uliginosum*)  
 Tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*)  
 Røsslyng (*Calluna vulgaris*)  
 Stormarimjelle (*Melampyrum pratense*)  
 Etasjehusmose (*Hylocomium splendens*)  
 Skjeggmoser (*Barbiliphozia spp.*)  
 Furutorvmose (*Sphagnum nemoreum*)  
 Islandslav (*Cetraria islandica*)  
 Grå reinlav (*Cladonia rangiferina*)

## A4 BLÅBÆRSKOG

Dette er den vanligste granskogstypen på Østlandet. Som regel er det reint granbestand, ofte iblandet furu og bjørk. Artsfattig undervegetasjon som er dominert av noen få urter, blåbærlyng og moser.

## Viktige arter:

Blåbær (*Vaccinium myrtillus*)  
 Tyttebær (*V. vitis-idaea*)  
 Skogstjerne (*Trientalis europaea*)  
 Maiblom (*Maianthemum bifolium*)  
 Nikkevintergrønn (*Orthilia secunda*)  
 Gullris (*Solidago virgaurea*)  
 Linnea (*Linnea borealis*)  
 Hårfrytle (*Luzula pilosa*)  
 Smyle (*Deschampsia flexuosa*)  
 Stri kråkefot (*Lycopodium annotinum*)

Blanksigd (*Dicranum majus*)  
 Flakjåmnemose (*Plagiothecium denticulatum*)  
 Grantorvmose (*Sphagnum girgensohnii*)

#### A5 SMÅBREGNESKOG

Frisk til fuktig skogtype, typisk i øst- og nordvendte lier med lite varme. Typen har gjerne et tett, velvokst bestand, som regel av gran. Undervegetasjon med små bregner og frodig moseteppe, men lite lyng. Flekker med torvmoser er karakteristisk.

Viktige arter:

Hvitveis (*Anemone nemorosa*)  
 Gaukesyre (*Oxalis acetosella*)  
 Engkvein (*Agrostis tenuis*)  
 Skogrørkvein (*Calamagrostis purpurea*)  
 Fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*)  
 Sauetelg (*Dryopteris expansa*)  
 Hengeving (*Thelypteris phegopteris*)  
 Grantorvmose (*Sphagnum girgensohnii*)

#### B1 LÅGURTSKOG

Dette er en artsrik skog med vid utbredelse i varme strøk. Bestandet er dominert av gran eller bjørk, i noe tilfeller furu eller osp. Mange mindre urter i feltskiktet, men moseteppet i bunnen er ofte tynt og usammenhengende.

Viktige arter:

Gaukesyre (*Oxalis acetosella*)  
 Harerug (*Polygonum viviparum*)  
 Skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*)  
 Markjordbær (*Fragaria vesca*)  
 Blåveis (*Hepatica nobilis*)  
 Skogsvever (*Hieracium sylvatica-gr.*)  
 Legevintergrønn (*Pyrola rotundifolia*)  
 Småmarimjelle (*Melampyrum sylvaticum*)  
 Teiebær (*Rubus saxatilis*)  
 Skogfiol (*Viola riviniana*)  
 Legeveronika (*Veronica officinalis*)  
 Knollerteknapp (*Lathyrus montanus*)  
 Fingerstarr (*Carex digitata*)  
 Hengeaks (*Melica nutans*)  
 Lundrapp (*Poa nemoralis*)  
 Ormetelg (*Dryopteris filix-mas*)  
 Skogfagermose (*Plagiomnium affine*)  
 Storkransmose (*Rhytidiadelphus triquetrus*)

#### C1 STORBREGNESKOG

Denne gir et velvokst bestand av gran med innslag av bjørk. Typen opptrer på frisk til fuktig, forholdsvis næringsrik mark. Den er knyttet til flate leirjordsområder med høytstående grunnvann eller til lier med mye sivevann.

## Viktige arter:

Bringebær (*Rubus idaeus*)  
 Turt (*Cicerbita alpina*)  
 Fjellminneblom (*Myosotis decumbens*)  
 Skogstjerneblom (*Stellaria nemorum*)  
 Sumphaukeskjegg (*Crepis paludosa*)  
 Firblad (*Paris quadrifolia*)  
 Engsyre (*Rumex acetosa*)  
 Skogrørkvein (*Calamagrostis purpurea*)  
 Sølvbunke (*Deschampsia caespitosa*)  
 Myskegras (*Milium effusum*)  
 Skogbrukne (*Athyrium filix-femina*)  
 Fjellburkne (*A. distentifolium*)  
 Rosettmose (*Rhodobryum roseum*)  
 Veikmose (*Cirriphyllum piliferum*)

## C2 HØGSTAUDESKOG

Høgstaude skogen er frodig og artsrik med bestand av gran eller bjørk, sjeldnere furu. Urter, gras og bregner dominerer i bunnvegetasjonen, mens mosesjiktet er svært glissent. Den opptrer i lier og drag med friskt sigevann, mest vanlig i høyere liggende strøk.

## Viktige arter:

Svartvier (*Salix nigricans*)  
 Grønnvier (*S. phyllifolia*)  
 Tyrihjem (*Aconitum septentrionale*)  
 Turt (*Cicerbita alpina*)  
 Ballblom (*Trollius europæus*)  
 Kvitsoleie (*Ranunculus plataniifolius*)  
 Kvitbladtistel (*Cirsium helenioides*)  
 Sumphaukeskjegg (*Crepis paludosa*)  
 Mjødurt (*Filipendula ulmaria*)  
 Marikåper (*Alchemilla spp.*)  
 Skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*)  
 Enghumleblom (*Geum rivale*)  
 Blåveis (*Hepatica nobilis*)  
 Jordbær (*Fragaria vesca*)  
 Skogfiol (*Viola riviniana*)  
 Hengeaks (*Melica nutans*)  
 Skogrørkvein (*Calamagrostis purpurea*)  
 Myskegras (*Milium effusum*)  
 Sølvbunke (*Deschampsia caespitosa*)  
 Ormetelg (*Dryopteris filix-mas*)  
 Hengeving (*Thelypteris phegopteris*)  
 Skogbrukne (*Athyrium filix-femina*)  
 Fjellburkne (*A. distentifolium*)

### **Vegetasjonsendringer ved hogst**

Suksesjonsstadier når det gjelder vegetasjon er et kjent fenomen. Det kan være problematisk å bestemme enkelte vegetasjonstyper i en snaumarksfase, dvs. i en viss periode etter en sluttavvirkning. Forandringene vil være minst på de dårligste typene og i områder med høy nedbør. Graden av vegetasjonsendringer etter snauhogst synker dessuten med økende høyde over havet. De største endringene vil vi få på middels god og god mark i lavlandet og i sørlige strøk av landet. Nedenfor er gitt en kort beskrivelse av vegetasjonsforandringer som skjer etter hogst på de viktigste typene.

#### **LAVSKOG**

Snauflater på denne typen vil ikke skille seg vesentlig fra bestand med hensyn på hvilke arter som opptrer i skogbunnen. Den økte lystilgangen vil etter hvert føre til en større dekning av røsslyng, tyttebær og bråtestarr.

#### **BÆRLYNGSKOG**

Etter hogst på denne typen vil de fleste artene fremdeles være til stede. Lav vil gå fram på bekostning av moser og andelen smyle og tyttebær vil gjerne øke.

#### **RØSSLYNG-BLOKKEBÆRSKOG**

Etter hogst vil røsslyng prege markvegetasjonen. Økt lystilgang vil føre til at moser går tilbake og lav får økt dekning. Tennung av osp og rogn vil ofte komme inn.

#### **BLÅBÆRSKOG**

Etter snauhogst vil bærlyng og husmoser gå tilbake, og det skjer en kraftig øning i deknningen av smyle. Dette er den dominerende arten i hogstflatevegetasjonen.

#### **SMÅBREGNESKOG**

Snauhogst i småbregneskog fører til at lyng og husmoser går tilbake, og vegetasjonsdekket vil ofte være preget av sterkt oppslag av skogrørkvein. Ellers vil bringebær og smyle kunne dominere på hogstflatene i denne typen.

#### **LÅGURTSKOG**

Snauflatevegetasjonen er ofte preget av vrangdå, geitrams og bringebær. Dessuten kan smyle også her komme inn i enkelte tilfeller. I sørlige strøk kan hogstflatene i denne typen være sterkt dominert av snerprørkvein.

#### **STORBREGNESKOG**

Etter hogst vil denne typen være midlertidig forsumpa, preget av skogrørkvein og et frodig oppslag av urter, bregner, bringebær og lauvkratt.

#### **HØGSTAUDESKOG**

Etter snauhogst skjer en kortvarig forsumping. Den bestående vegetasjonen øker kraftig, og vi får et svært frodig oppslag av gras, urter, bregner og lauvkratt.