



**Norsk institutt for skogforskning**  
Norwegian Forest Research Institute

**Utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bartrær og løvtrær - II**

*Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves - II*



Av Peder Braathe

1432 Ås-NLH

Forsidebilde: Forsøksfeltet i Skiptvet 12 år etter anlegg. Behandling 1.  
(Foto P. Braathe 1988)



## Utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bartrær og løvtrær - II

*Development of regeneration with different mixtures of conifers and broad-leaves - II*

Peder Braathe

Seksjon skogbehandling  
Norsk institutt for skogforskning  
1432 Ås-NLH

### Sammendrag

Braathe, P. 1988. Utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bartrær og løvtrær - II. (Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves - II.) Rapp. Nor.inst.skogforsk. 8/88: 1-50

Spørsmålet om bruk av løvtrær som utfylling i bartreforyngelser er blitt viktigere etter hvert som planteavstanden har økt. I årene 1975-78 ble 15 forsøksfelter anlagt med fem forskjellige behandlinger for å belyse utviklingen av løvtrær og bartrær i blanding. I det vesentlige gjelder det blandinger av bjørk og gran.

Gjensetting av utfyllingstrær av bjørk reduserer nullruteprosenten med opptil 25 prosentenheter på glisne felter, og ca halvparten av feltene har nullruteprosenter over 40 for gran.

Resultatene gjelder to fem-års perioder og viser at hengebjørk (*Betula pendula*) i lavere strøk på Østlandet har årlig høydetilvekst på 60-80 cm. Vanlig bjørk (*Betula pubescens*) i Trøndelag har 20-40 cm høydetilvekst.

Især på Østlandet vokste bjørka betydelig raskere enn grana, og høydeforskjellen mellom treslagene økte klart i første femårs periode. Denne tendensen holdt seg også i annen periode for hengebjørk. På felter med vanlig bjørk i glissen skjerm vokste 3 m høg gran like godt i høyde som bjørka. Men lavere grantrær har mindre tilvekst og høydeforskjellen mellom bjørka og smågran økte.

På uryddete ruter og i tett bjørkeskjerm ble høydetilveksten på gran betydelig nedsatt i forhold til helryddete ruter. De laveste høydeklassene ble mest hemmet, men avgangen var liten, ca 3% i annen periode på de tette, uryddete rutene.

Reduksjonen i høydetilveksten på uryddete ruter i 10-års perioden tilsvarer 5-8 års forsinkelse for østlandsfeltene og 3-5 år i Trøndelag. Hertil kommer forlenget reaksjonstid, og manglende rydding i løvtredominert gjenvekst blir raskt helt ødeleggende for grangjenveksten.

Den enkelte grans relative høydetilvekst er satt i relasjon til treets konkurransebelastning fra de løvtrærne som er høyere enn grana gjennom høyde-avstand konkurranseindeksen. Høydetilveksten viste signifikant nedgang med konkurranseindeksen på alle feltene.

Nedgangen er størst på fem lavereliggende felter på Østlandet, dominert av hengebjørk. Der inntreer en reduksjon i høydetilveksten på 30% i gjennomsnitt ved en konkurransebelastning på 6. Så lenge bjørkene står enkeltvis, er arealene med denne belastningen små. Når trærne står i grupper, stiger konkurransebelastet areal raskt. Også i jevn skjerm blir konkurransebelastningen stor. Med bjørker tre meter høyere enn grangjenveksten vil en skjerm med treavstand på 2,8 m helt dekke arealet med konkurranseindeks på 6 og gi mer enn 30% nedsatt høydetilvekst.



Før trøndelagsfeltene og for høyereliggende felter på Østlandet med stor andel av vanlig bjørk, vil en 30% reduksjon av høydetilveksten først inntre ved en konkurranseindeks på 14.

Denne forskjellen i konkurranse mellom bjørkeartene er et viktig resultat, riktignok med forbehold om at generelt svakere vekstforhold også spiller en rolle og at bjørkeartene alene ikke gjør hele utslaget.

Det antas at en 30% reduksjon i granas høydetilvekst ikke kan tolereres for lengre perioder hvis det er et granbestand som er produksjonsmålet.

Nøkkelord: Gjenvekst av bjørk og gran. Blandingsforhold. Konkurranse.

*Key words: Regeneration of birch and spruce. Mixtures. Competition.*

### Innhold

#### Symbolliste

1. Innledning og problemstilling .....	3
2. Forsøksopplegg og metoder .....	4
3. Uregelmessigheter på feltene .....	6
4. Gjenvekstens tetthet .....	7
5. Høydeklasser .....	7
6. Høydetilvekst - bjørk, middeltall .....	9
7. Høydetilvekst - gran, middeltall .....	15
8. Høydeutvikling - løv - gran .....	17
9. Høydetilvekst - forholdet bjørk - gran, behandlede ruter .....	22
10. Høydetilvekst gran - urørte og helryddede ruter .....	23
11. Supplering med bjørk .....	27
12. Furuinnslag på feltene - utvikling - elgskader .....	29
13. Diametertilvekst - avsmaling .....	29
14. Volum - stående og felte trær .....	31
15. Løvrydding - manuelt .....	32
16. Løvrydding - bruk av glyfosat .....	32
17. Høydetilvekst - gran - enkelttrær .....	33
18. Konkurranseindeks .....	34
19. Normal høydetilvekst .....	35
20. Konkurransebelastning fra bjørk .....	36
21. Gruppering av feltene .....	36
22. Grupperingsårsaker .....	39
23. Konkurransebelastning fra gran .....	40
24. Sirkelstørrelser .....	40
25. Forskjeller mellom periodene .....	40
26. Andre funksjonstyper .....	43
27. Konklusjon og avsluttende bemerkninger .....	43
<i>Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves - II .....</i>	<i>45</i>
Etterord .....	49
Litteratur .....	50

### SYMBOLLISTE SYMBOLS

- a Konstant. *Constant.*  
 A<sub>ij</sub> Avstand mellom det j te subjekttrø og det i te nabotre  
*Distance between the j th subject tree and the i th neighbouring tree.*  
 A<sub>s</sub> Avsmaling cm pr lm over brysthøyde.  
*Tapering cm per lm above breast height.*  
 b Regresjonskoeffisient. *Coefficient of regression.*  
 eb Standardavvik. *Standard error of estimate.*

- Be Behandling. *Treatment.*  
 B Bjørk. *Birch.*  
 D Aritmetisk middeldiameter i brysthøyde, mm (> 25 mm).  
*Arithmetic mean diameter at breast height, mm (> 25 mm).*  
 DF Antall frihetsgrader. *Degrees of freedom.*  
 f Funksjonsverdi. *Value of function.*  
 F Furu. *Pine.*  
 G Gran. *Spruce.*  
 H Aritmetisk middelhøyde, dm. *Arithmetic mean height, dm.*  
 HCI<sub>j</sub> Høyde-avstand konkurranseindeks for det j te subjekttré. *Height-distance competition index of the j th subject tree.*  
 Hi Høyde av det i te nabotré. *Height of the i th neighbouring tree.*  
 Hj Høyde av det j te subjekttré. *Height of the j th subject tree.*  
 HK Høydeklasse, dm. *Height class, dm.*  
 HS Høydesone - antall 100 m under barskoggrensen *Height zone - units of 100 m below the alpine tree limit of conifers.*  
 K Justeringsfaktor for normalhøydekurve. *Adjustment factor for the normal height curve.*  
 L Løvtrær. *Broadleaves.*  
 M Aritmetisk middel. *Arithmetic mean.*  
 n Antall nabotréer til det j te subjekttré. *Number of neighbouring trees to the j th subject tree.*  
 N Antall trær/daa. *Number of trees per daa (0.1 ha).*  
 NR Antall ruter. *Number of plots.*  
 N% Nullruteprosent. 2 x 2 m ruter. *Zero square percentage, 2 x 2 m squares.*  
 Nat Naturlig bjørk. *Natural birch.*  
 NTH Normal årlig høydetilvekst, cm. *Normal annual height increment, cm.*  
 R Korrelasjonskoeffisient. *Coefficient of correlation.*  
 RTH Relativ årlig høydetilvekst, prosent. *Relative annual height increment, per cent.*  
 S Sum. *Sum.*  
 Sk Skadd i toppen. *Top-damaged.*  
 Sp Supplert bjørk. *Birch planted to fill in open areas.*  
 TD Årlig diamertilvekst, 1/10 mm. *Annual diameter increment, 1/10 mm.*  
 TH Årlig høydetilvekst, cm. *Annual height increment, cm.*  
 V Kubikkmasse m/bark m./daa. *Volume including bark m. per daa (0.1 ha).*

#### INDEKSER. INDEXES

- 0 Ved start. *At start.*  
 1 Første periode. *First period.*  
 2 Annen periode. *Second period.*  
 5 Etter 5 år. *After 5 years.*  
 10 Etter 10 år. *After 10 years.*

### 1. Innledning og problemstilling

I de to-tre siste tiårene har andelene av løvtrær i granforyngelsene øket betydelig. Det er to hovedgrunner til denne utviklingen.

Foryngelse av gran, oftest ved planting, foregår i vesentlig grad på åpne arealer etter snauhogst. Disse åpne hogstene begunstiger løvtrærne i foryngelsesfasen.

Den andre årsaken til den økte andel av løvtrær i foryngelsene er den reduserte husdyrbeitingen som i svært mange områder helt har opphørt. Noen steder beites løvtrærne, også bjørk, av elg, men denne beitingen er ikke så intensiv og kommer på et senere utviklingsstrinn, som regel i en meters høyde eller litt før. Av den grunn er effekten av elgbeitingen tilstrekkelig for utviklingen av gran. Mange steder var husdyrbeitingen tilstrekkelig.

Under disse endrede forhold ble det en sentral oppgave å undersøke hvordeles og i hvilket omfang løvtrærne - i første rekke bjørk og i noen strøk osp og eventuelt or - optimalt kan utnyttes i produksjonen.

Spørsmålet er blitt ytterligere aktualisert ved den til dels sterke økningen i planteavstand som har funnet sted. Med store planteavstander tåles det lite avgang før bestandstettheten blir underoptimal og løvtrærne vil da kunne utgjøre et supplement. Dette er ennå mer tilfelle ved naturlig foryngelse, som nesten alltid blir noe ujevn og hullet.

På denne bakgrunn ble det i 1975 tatt opp undersøkelser over utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bartrær og løvtrær. Undersøkelsene begrenser seg i hovedsak til å belyse løvtrærnes rolle som utfylling i gjenvekst der bartrær er ment å være hovedelementet og til studiet av de to kategoriernes utviklingsmønstre og gjensidige påvirkning ved ulike blandingsforhold.

## 2. Forsøksopplegg og metoder

Foryngelsesfelter i alderen 7-15 år ble oppsøkt. Det naturlige oppslag av løvtrær, for det meste bjørk, hadde høyder mellom 2 og 5 meter. Om feltene var tilplantet med gran eller basert på naturlig foryngelse skulle ikke være avgjørende. På alle feltene var imidlertid grana plantet, men med varierende resultater og store variasjoner i tetthet.

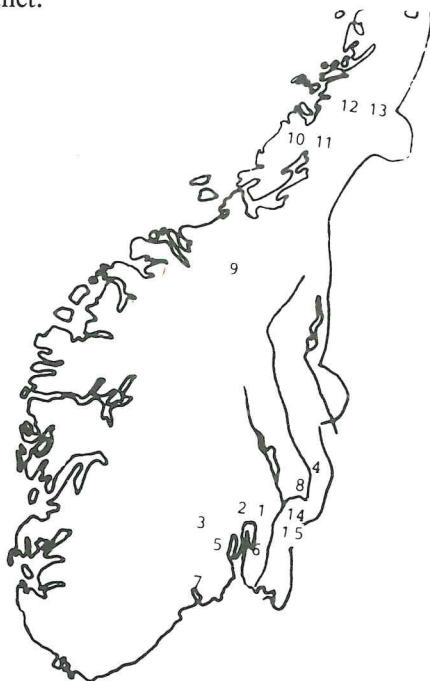


Fig. 1. Feltenes beliggenhet.  
*Location of the research areas.*



De 15 forsøksfeltene ligger i Sørøst-Norge og Trøndelag mellom 59° og 65° nordlig bredde, som vist på Fig. 1. De ligger alle på god eller middels granbonitet.

Rutestørrelsene er 20 x 30 m eller 25 x 25 m med 2,5 m brede kapper i tillegg. Behandlingen av rutene er delt opp i følgende ledd:

0. Urørt felt. Ingen rydding
1. Systematisk begunstigelse av bjørk og evt. andre løvtrær som gir som resultat en bjørkeskjerm med treavstand 1,5-2,0 m.
2. Balansert tilpassing, ved å sette igjen bjørk som utfyllings tre i åpningene av granforyngelsen
3. Behandling som pkt. 1 eller en mellomting mellom 1 og 2 og i tillegg supplering med bjørk der bartregjenveksten var glissen og det manglet tilstrekkelig bjørkeoppslag. Senere ble dette leddet delvis benyttet til sprøyting med glyfosat
4. Begunstigelse av bartrær. Alle løvtrær ryddet

Styrken av ryddingen var skjønnsmessig. For behandling 2, balansert tilpassing, var forutsetningen at bestandet burde kunne stå uten ytterligere inngrep til første ordinære tynning ved en overhøyde på minst 10 meter, og helst 12-13 meter. Denne behandlingen ville da ligge nær et praktisk anvendelig skogskjøtseltiltak. I behandling 1 ble løvtrærne satt igjen med ca 1,5 m avstand uten hensyn til bartreplantene, og behandlingen skaper mange situasjoner som egner seg for studier av trærnes konkurransesituasjon også i kortere intervaller.

Gode felter var det ikke lett å finne. Med kapper trengs et areal på minst 9 dekar og arealet skulle ha både granplanter og løvoppslag på passende utviklingsstrinn og samtidig være av jevnest mulig bonitet. Knappt et eneste felt er helt ideelt med hensyn til disse faktorene, og flere felter har bonitetsforskjeller mellom rutene, enten ved tørrere partier eller ved fuktige dråg.

Utviklingen av løvoppslaget var heller ikke likt over hele feltet. Dette førte til at deler av rutene ble utypiske for den behandlingen de var tiltenkt. Behandling 1 skulle f.eks. ha tett løvskjerm, men det hendte nok at deler av ruta bare hadde glissen bjørk eller at den manglet helt. Det er to ruter av hver behandling på hvert felt, og dette utjevner resultatene noe, men tallene vil få en ekstra spredning fordi det ikke var mulig å få behandlingsenhetene ensartet.

Det synes videre å være en tendens til at helryddede ruter flere steder har dårligere vekst enn behandlingen skulle tilsi. Dette kan skyldes at noen av disse ligger på svakere mark, og det er en logisk forklaring til dette. Der feltet var noenlunde jevnt, ble behandlingen for hver rute bestemt ved loddrekning innen grupper på fem. På felter med svært ujevnt løvoppslag måtte fordelingen modifieres noe. Det ville ha liten mening å legge behandlingen tett skjerm på rute med lite eller manglende bjørk, og slike ruter er nok flere steder blitt behandlet som helryddet eller glissen skjerm. Samtidig er det ofte slik at en rute med lite løv er tørrere og har lavere bonitet og at den nettopp derfor har lite løv. Dette vanskeliggjør direkte sammenligning mellom behandlingene på noen av feltene. På de aller fleste

feltene er allikevel forholdene så ensartede at direkte sammenligninger mellom behandlingene gir grunnlag for gode konklusjoner. Feltene ble anlagt på de best egnede stedene som kunne finnes i Norge på midten av 70-tallet da forsøket startet.

Oversikt over feltene er gitt i Tabell 1, der det også er satt inn verdier for høydesone som angir omtrentlig vertikal høydeforskjell til barskoggrensen. I et fjellrikt land som Norge med store variasjoner i skoggrensehøyde nord-sør og fra innland til kyst, er høydesone en bedre karakteristik enn høyden over havet (Braathe 1966).

Tabell 1. Forsøksfelter.  
*Research areas.*

Nr. No.	Sted Place	Lat. N	Long. E	Alt. m	HS	Anlagt Establ.
1	Nittedal	60° 4'	10° 50'	150	8	1975
2	Sørkedal	60° 2'	10° 38'	330	7	1975
3	Notodden	59° 37'	9° 0'	220	8	1975
4	Åsnes	60° 36'	12° 6'	200	7	1975
5	Hof	59° 35'	10° 2'	40	9	1976
6	Skiptvet	59° 33'	11° 9'	100	9	1976
7	Gjerstad	58° 57'	8° 48'	140	8	1976
8	Grue	60° 23'	11° 84'	330	6	1977
9	Singsås	62° 56'	10° 40'	220	5	1977
10	Furudal	64° 14'	10° 58'	120	2	1977
11	Rør-Langvann	64° 15'	11° 57'	100	3	1977
12	Brekkevasselv	64° 50'	13° 5'	190	2	1977
13	Østvika	64° 44'	13° 44'	440	2	1977
14	Nes	60° 0'	11° 47'	220	8	1978
15	Nes	60° 0'	11° 47'	220	8	1978

På feltene ble alle gjensatte trær stedsbestemt i et koordinatsystem med 1 desimeters nøyaktighet. Trehøyden ble målt fra bakken i desimeter og med utgangspunkt i brysthøydemerket for trær med brysthøydiameter på 25 mm eller mer. Diameter ble da korsvis målt i mm.

Trærne ble målt på nytt etter fem vekstsesonger og igjen etter 10 vekstsesonger (9 vekstsesonger for feltene nr 14 og 15). Ved revisjonsmålingene ble skader angitt.

### 3. Uregelmessigheter på feltene

To felter, nr 5 og nr 15, ble anlagt med bare 5 ruter på grunn av for små arealer. Felt nr 15 ble sprøytet med glyfosat som den eneste behandling, og næmere omtale gis i eget kapittel. På felt nr 5 er ruten med behandling 3 senere oppgitt på grunn av altfor sparsom granforyngelse.

Felt nr 12 ble ved en feiltagelse sprøytet med helikopter etter fem år, slik at konkurransen fra bjørka da opphørte. Av den grunn er feltet oppgitt.

På to felter, nr 9 og 10 er enkeltruter ødelagt og utelatt etter bjørkerydding av folk på stedet. På felt nr 7 er 2 ruter oppgitt på grunn av bevergnag og neddemning. Disse utelatelsene har ikke forårsaket noen egentlig skade i forsøksopplegget, utenom det at omfanget er blitt noe redusert.

På noen felter, spesielt nr 4, 8, 9, 10 og 13, er det en eller flere ruter som er for fuktige for god granvekst eller med tørre rygger av svakere bonitet, og konkurransen mellom treslagene blir noe forstyrret.

#### 4. Gjenvekstens tetthet

Antall trær pr dekar er gitt i tabell 3 for gran og løvtrær. Treantallet er imidlertid et utilstrekkelig uttrykk for tettheten i ujevn foryngelse, især hvor flekkene uten trær er store.

Nullruteprosenten, basert på 2 x 2 meters ruter er et bedre tetthetsuttrykk og gir god indikasjon på den totale masseproduksjon i omløpstiden (Braathe 1953). Den er ganske stabil i en lang periode og vel anvendelig for å analysere utviklingen av uregelmessige foryngelser.

Nullruteprosenten er bestemt på alle rutene med totaltelling på 2 x 2 m kvadrater både for gran alene og for gran og løvtrær sammen. Tellingene er foretatt umiddelbart etter anlegg av feltet og ti år senere. I tiårsperioden har nullruteprosenten øket med 1-3 prosentenheter forårsaket av at noen få trær er døde i denne perioden. Årsakene til avgangen er vanskelig å fastslå i ettetid, men elgbeiting, rådyrfeing og snøbrekk har spilt en rolle.

Fig. 2 viser nullruteprosenten ved slutten av annen periode for behandling 0 og behandling 2 samt middeltall for alle behandlingene. Toppen av søylene viser nullruteprosenten for gran alene (på noen felter også noen furutrær). Den strekede del av stolpen viser reduksjonen i nullruteprosenten når bjørk og på noen felter andre løvtrær tas med som utfyllingstrær. Denne reduksjonen varierer med tettheten av grangjenveksten og med antallet av bjørk som står igjen.

Mye av granforyngelsen er temmelig glissen med nullruteprosenten på 40 og mer på halvparten av feltene. Bjørk som er satt igjen i behandling 2, balansert tilpassing, reduserer nullruteprosenten mellom 5 og 25 prosentenheter.

#### 5. Høydeklasser

I ungskogutviklingen er høydetilveksten den viktigste og oftest avgjørende faktor for det enkelte tres fremtidige posisjon i bestandsstrukturen. Av denne grunn er det i denne presentasjonen lagt mest vekt på høyder og høydetilvekst.

Ved sammenligningen av behandlingenes virkning på trærns høydetilvekst er det nødvendig å gruppere trærne i klasser etter utgangshøyden, fordi småtrærnes høydetilvekst øker med høyden, først raskt, etter hvert langsommere. Især er dette utpreget for gran. Tabell 2 viser de høydeklasser som er benyttet for bartrær og løvtrær.



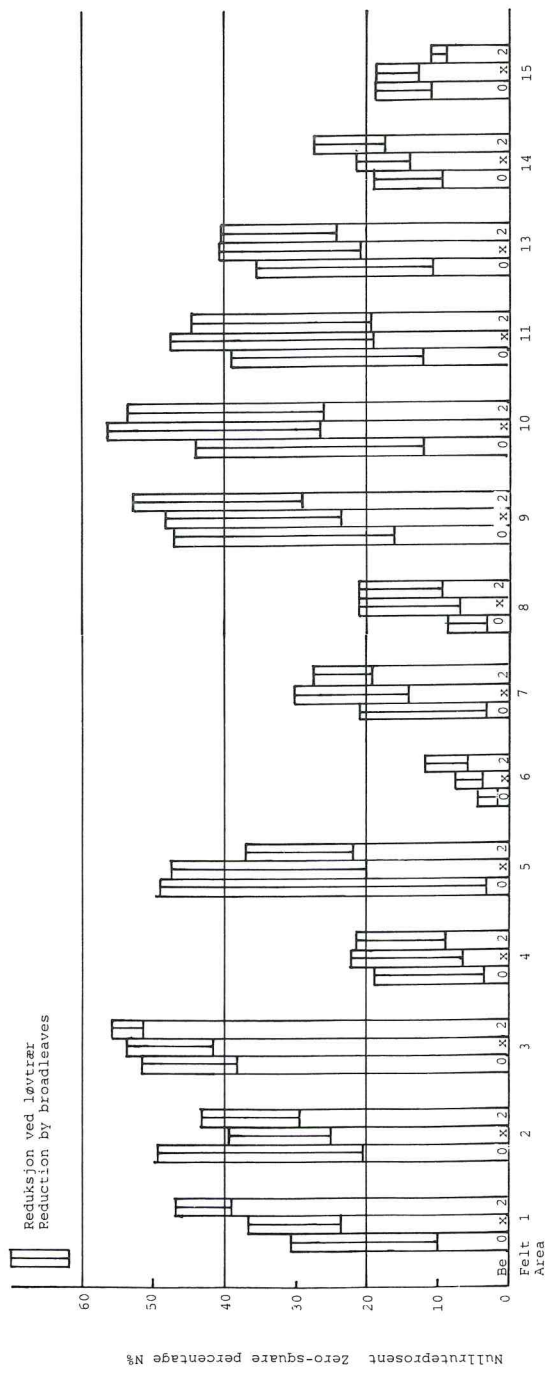


Fig. 2. Nullruteprosent ved 10 år. X = behandling 0-4 for gran og 0-3 for løvtrær. Zero-square percentages at 10 years. x = treatment 0-4 for spruce and 0-3 for broadleaves.

Tabell 2. Høydeklasser i dm.  
Height classes in dm.

	Gran Spruce	Løvtrær Broadleaves
1- 2	26-35	- -20
3- 4	36-45	21- 30
5- 6	46-60	31- 40
7- 8	61- -	41- 50
9-10		51- 60
11-12		61- 70
13-15		71- 80
16-20		81-100
21-25		101- -

## 6. Høydetilvekst - bjørk, middeltall

Både hengebjørk (*Betula pendula*) og vanlig bjørk (*Betula pubescens*) er hurtigvoksende treslag med meget rask ungdomsvekst og stor konkurransevne. Senere inntreer en forskjell ved at vekstkraften for vanlig bjørk reduseres raskere enn for hengebjørk når trærne blir høyere og eldre.

Det er ikke foretatt direkte tellinger for å bestemme frekvensen for de to bjørkeartene, men generelt dominerer hengebjørk i lavlandet i Sørøst-Norge. Feltene nr 1-7 og 14-15 ligger i denne regionen. Imidlertid er vanlig bjørk dominerende på felt nr 4 som er temmelig fuktig og i partier på felt nr 2. Overraskende nok synes det samme å være tilfelle på feltene 14 og 15.

Trøndelagsfeltene nord for 63. breddegrad, nr 9-13, har alle vanlig bjørk.

På en del felter finnes det ved siden av bjørk andre løvtrær, og Tabell 4 angir antallet pr dekar fordelt på bjørk, osp, or og andre. Samlesekkene «andre» inneholder rogn og selje, og på et par felter også lønn, eik, ask og hassel.

Treantall og høyder og de øvrige data for løvtrær i Tabell 3 inkluderer alle treslagene. Stor innblanding av andre løvtrær påvirker tallene, og bedømmelse av bjørketilveksten alene vanskeligjøres. Derfor er det beregnet middelhøyder og høydetilvekst særskilt for bjørk for behandlingene 1-3. På disse behandlede ruter står bjørka såpass åpent at det antagelig er liten konkurranse på bjørkas egen høydetilvekst.

På urørte ruter er konkurransen på flere felter sterk, og lavere høydeklasser har nedsatt høydetilvekst. Avdøing har startet på de tetteste, urørte rutene.

Høydetilveksten er satt opp høydeklassevis (unntatt klasse --20 og klasser med få trær) for de to 5-års periodene i Fig. 3.

På de fleste feltene er det små forskjeller mellom de 3-4 høyeste høydeklassene. Jevnt over er det heller ikke stor forskjell mellom høydetilveksten i første periode og annen periode. Høydeklassemessig sorteringen er gjort ved begynnelsen av første periode og igjen ved begynnelsen av annen periode.

Tabell 3. Aritmetiske middeltall for ulike behandlinger.  
*Arithmetic means of different treatments.*

Beh. Trm.	Løvtrær <i>Broadleaves</i>								Gran <i>Spruce</i>							
	N <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>	TH <sub>1</sub>	TH <sub>2</sub>	H <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	D <sub>10</sub>	V <sub>10</sub>	H <sub>0</sub>	TH <sub>1</sub>	TH <sub>2</sub>	H <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	D <sub>10</sub>	V <sub>10</sub>	
01 NITTEDAL:																
0	552	35.7	46	40	78.8	552	72	10.0								
								1	10.3	21	19	30.4	317	48	1.12	
1	119	44.3	52	51	96.4	106	107	5.01	10.7	29	43	46.5	218	56	2.01	
2	54	43.2	52	52	95.8	53	118	3.15	10.2	25	36	40.6	183	52	1.18	
3	117	28.5	40	45	92.0	101	91	2.96	8.4	25	38	31.8	209	53	1.28	
4									9.1	32	54	52.2	215	66	2.8	
M	210	36.4	47	43	81.3	202	84	5.27	9.8	26	36	40.9	227	56	1.67	
02 SØRKEDAL																
0	394	37.1	41	32	73.2	391	60	6.01	22.2	31	37	56.5	281	57	5.69	
1	126	42.9	44	50	90.6	87	101	3.65	23.0	21	33	50.0	154	50	1.89	
2	78	38.7	54	57	93.6	68	105	3.27	27.1	42	53	74.5	203	75	8.00	
3	173	26.9	51	51	82.9	91	92	2.98	23.5	36	45	64.0	270	64	6.75	
4									23.3	36	48	65.1	279	65	7.57	
M	193	35.9	45	40	79.2	159	75	3.98	23.8	34	44	62.5	237	63	6.04	
03 NOTODDEN:																
0	134	42.6	54	79	109.											
						1	132	106	7.45	7.2	12	19	22.8	168	45	0.34
1	101	49.5	59	75	118.6	71	134	6.42	7.6	13	29	28.4	182	49	0.63	
2	29	53.4	41	69	108.											
						4	29	136	2.47	8.4	15	38	34.9	135	55	0.73
3	85	20.8	47	80	83.7	80	95	4.28	7.8	23	39	39.5	107	62	0.87	
4									8.1	22	43	40.3	164	59	1.27	
M	87	40.2	53	77	104.											
						7	78	113	5.16	7.8	16	33	32.5	151	55	0.77
04 ÅSNES:																
0	915	21.3	43	41	63.7	899	42	5.53	7.8	17	19	25.7	414	40	0.75	
1	297	27.2	47	48	76.2	226	70	3.95	7.6	18	27	30.4	334	43	0.83	
2	144	24.5	36	42	64.9	131	67	1.94	8.9	20	30	33.9	315	49	1.25	
3	327	20.2	38	40	62.0	199	65	2.48	7.0	16	25	27.7	309	44	0.71	
4									9.3	17	24	29.9	327	48	1.08	
M	419	22.4	43	42	65.5	364	52	3.48	8.1	18	25	29.3	340	45	0.92	
F									5.6	12	7	14.8	5	57	0.00	
05 HOF:																
0	853	34.5	46	46	80.8	815	52	9.63	7.3	9	6	14.9	187	48	0.18	
1	117	46.0	64	65	111.6	105	121	7.87	4.9	12	18	19.9	117	43	0.11	
2	130	32.9	69	74	105.											
						8	106	108	6.02	6.0	21	27	29.8	208	43	0.52
4									8.3	30	65	55.8	205	73	3.44	
M	363	35.5	50	51	86.6	339	65	7.81	6.2	19	31	31.7	179	59	1.06	



Beh. Trm.	Løvtrær Broadleaves									Gran Spruce						
	N <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>	TH <sub>1</sub>	TH <sub>2</sub>	H <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	D <sub>10</sub>	V <sub>10</sub>		H <sub>0</sub>	TH <sub>1</sub>	TH <sub>2</sub>	H <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	D <sub>10</sub>	V <sub>10</sub>
06 SKIPTVET:																
0	667	43.9	66	56	104.8	665	60	13.05		5.5	8	7	12.8	1336	34	0.21
1	300	34.3	75	77	114.1	162	100	7.91		3.7	10	16	16.9	756	41	0.62
2	123	41.0	76	80	122.2	96	123	7.37		5.0	16	27	26.2	499	47	1.20
3	206	34.0	73	74	108.4	137	105	6.91		4.9	13	18	21.0	812	51	1.76
4										6.8	22	45	40.1	429	55	2.79
M	324	39.9	70	64	108.3	263	77	8.81		5.1	12	18	20.1	760	49	1.31
F										14.8	32	25	42.9	1	58	0.00
07 GJERSTAD:																
0	640	35.5	36	54	81.4	525	57	7.30		10.1	11	11	20.4	336	46	0.58
1	155	34.9	40	60	87.0	120	102	4.99		9.8	21	28	34.3	131	59	0.79
2	85	29.0	35	57	77.5	54	94	1.81		10.3	22	41	41.4	307	50	1.78
3	160	20.1	31	54	63.8	75	77	1.41		9.1	21	36	37.5	262	50	1.36
4										9.9	23	42	42.1	270	57	2.41
M	214	30.7	35	55	78.7	151	71	3.12		9.8	20	34	36.9	268	53	1.56
F										7.5	24	43	41.4	12	67	0.14
08 GRUE:																
0	556	31.3	42	49	77.0	554	55	7.38		8.7	19	22	28.9	542	45	1.44
1	252	29.9	52	69	92.3	179	89	6.08		13.3	28	40	47.0	202	55	1.62
2	136	24.7	40	61	77.4	101	81	2.83		12.9	29	44	49.1	287	58	2.81
3	145	19.6	32	45	61.6	113	88	2.42		14.4	30	46	52.7	268	61	2.98
4										12.2	26	31	40.9	313	56	2.13
M	272	28.6	42	54	78.1	234	68	4.68		11.6	25	34	41.0	321	55	2.20
F										8.2	14	11	14.7	1	-	0.00
09 SINGSÅS:																
0	357	25.4	27	35	56.8	290	55	2.56		9.9	18	34	35.9	165	46	0.59
1	207	27.0	28	36	59.7	175	61	2.05		9.9	21	36	39.3	99	53	0.57
2	125	29.5	31	38	63.4	109	68	1.69		15.1	28	44	50.8	131	59	1.40
3	125	24.2	27	32	56.0	105	68	1.34		11.1	17	29	34.3	166	49	0.70
4										11.3	17	27	33.2	189	47	0.71
M	182	25.9	26	35	59.1	156	62	1.84		11.7	19	32	37.5	152	51	0.80
F										9.8	9	14	21.7	1	25	0.00
10 FURUDAL																
0	405	19.4	18	16	37.0	395	38	1.06		8.8	9	13	19.7	283	39	0.25
1	177	26.6	25	23	50.4	167	60	1.74		11.9	14	27	32.4	89	44	0.30
2	118	24.6	30	31	55.4	117	66	1.52		14.9	20	34	41.8	143	52	0.95
3	130	20.8	27	27	48.7	119	65	1.38		11.4	13	26	30.7	126	43	0.37
4										12.4	16	31	35.8	162	48	0.77
M	175	22.6	24	23	46.6	171	57	1.49		11.9	14	26	32.2	147	47	0.56

Beh. Trm.	Løvtrær <i>Broadleaves</i>							Gran <i>Spruce</i>							
	N <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>	TH <sub>1</sub>	TH <sub>2</sub>	H <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	D <sub>10</sub>	V <sub>10</sub>	H <sub>0</sub>	TH <sub>1</sub>	TH <sub>2</sub>	H <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	D <sub>10</sub>	V <sub>10</sub>
11 RØR- OG LANGVANN:															
0	444	26.7	36	33	61.1	440	55	4.29	15.8	27	34	46.0	209	46	2.15
1	142	26.0	41	37	65.2	141	77	2.80	17.7	32	46	56.5	139	57	2.30
2	107	25.7	38	35	62.5	107	76	2.12	17.4	26	40	50.2	158	50	2.39
3	127	21.0	37	31	54.6	126	65	1.70	12.0	23	36	41.3	128	41	1.17
4									17.4	24	35	46.7	165	47	2.00
M	205	25.5	37	33	61.1	204	63	2.72	16.1	26	38	48.0	160	69	2.00
13 ØSTVIKA:															
0	387	28.9	18	13	45.2	372	44	1.62	16.6	12	12	23.9	204	54	0.66
1	171	30.7	22	16	49.9	139	63	1.49	11.9	13	16	26.9	156	48	0.45
2	91	32.3	25	16	54.1	86	69	1.19	13.4	14	18	29.4	193	51	0.80
3	115	24.1	21	14	43.3	92	58	0.72	11.7	12	15	25.4	168	45	0.42
4									12.0	16	18	28.8	218	51	0.85
M	191	29.0	20	14	47.0	172	53	1.26	12.1	14	16	27.0	188	50	0.64
14 NES:															
0	523	28.8	59	36	73.1	516	53	5.47	7.6	18	19	24.2	643	46	1.20
1	216	26.9	56	47	74.4	149	77	3.65	7.6	27	37	35.9	191	55	1.15
2	113	26.9	51	46	70.8	96	75	2.06	8.6	27	40	37.9	255	49	1.21
3	107	29.1	54	50	76.4	88	83	2.40	8.8	33	42	42.1	256	55	1.71
4									7.5	25	36	34.2	314	50	1.32
M	240	28.2	57	41	73.5	216	64	3.40	7.9	24	31	32.4	345	51	1.32
F									9.5	19	2	18.5	13	55	0.03
15 NES:															
0	428	25.5	56	44	71.3	422	54	4.48	6.3	18	22	24.1	625	47	1.22
1	93	29.8	52	44	73.5	92	84	2.45	8.1	31	44	40.9	238	54	1.54
2	95	18.5	50	39	59.0	92	64	1.33	6.4	22	35	31.3	512	48	1.52
3	65	20.3	50	37	60.4	65	61	0.77	9.2	31	41	41.0	297	48	1.55
4	20	20.3	51	42	62.6	20	66	0.29	7.7	27	40	36.9	405	49	1.79
M	175	24.5	54	42	68.7	172	61	2.33	7.3	24	34	32.7	415	49	1.52
F									9.3	23	6	21.9	17	54	0.04

Størst årlig høydertilvekst har feltene 5 og 6 med ca 80 cm. Feltene 3 og 8 ligger mellom 70 og 80 cm..

Klart lavest ligger Trøndelags-feltene med høydertilvekst mellom 20 og 40 cm. For to av feltene (11 og 13) er det klar nedgang fra første til annen periode. Det samme er tilfelle for østlandsfeltene, nr 14 og 15.

En klar økning i tilveksten fra første til annen periode har feltene 3, 7 og 8. For felt nr 7, der forskjellen er størst, kan grunnen til den lave høydertilveksten i første periode være en 2-4-5T sprøyting sønnenfor feltet i 1975. Avdrift med vind forårsaket svake sviskader på løvtrærne innen arealet som var utsett til felt, og anlegg av feltet ble utsatt. Neste år var det ikke synlige merker etter sprøytingen og feltet ble anlagt. Det er likevel nærliggende å anta at den lave bjørketilveksten i første periode kan ha sammenheng med sprøytingen.

Tabell 4. Fordelingstabell, løvtrær pr daa - annen periode.  
*Table of frequency, broadleaves per daa - second period.*

Nr. No.	Beh. Trm.	Bjørk Birch	Or Alder	Osp Aspen	Andre Others	Sum	Nr. No.	Beh. Trm.	Bjørk Birch	Or Alder	Osp Aspen	Andre Others	Sum
1	0	269	11	23	238	552	7	0	267	27	56	174	525
	1	64	13	22	7	106		1	96	19		5	120
	2	45	2	2	4	53		2	42	12			54
	3	85	2	10	4	101		3	67	2		6	75
2	0	291			93	391	8	0	537	3		4	544
								1	177	2			179
3	0	120	2		10	132	10	1	166			1	167
	1	68	2			71		2	115			2	117
	2	27	2		3	29		3	118			1	119
	3	77				80							
4	0	898	1			899	11	0	439			1	440
5	0	167	97		552	815	13	0	344			28	372
	1	73		5	27	105		2	85			1	86
	2	61		24	21	106	14	0	510			6	516
6	0	594		7	64	665	15	0	518			3	422
	1	160			2	162							
	3	136			1	137							



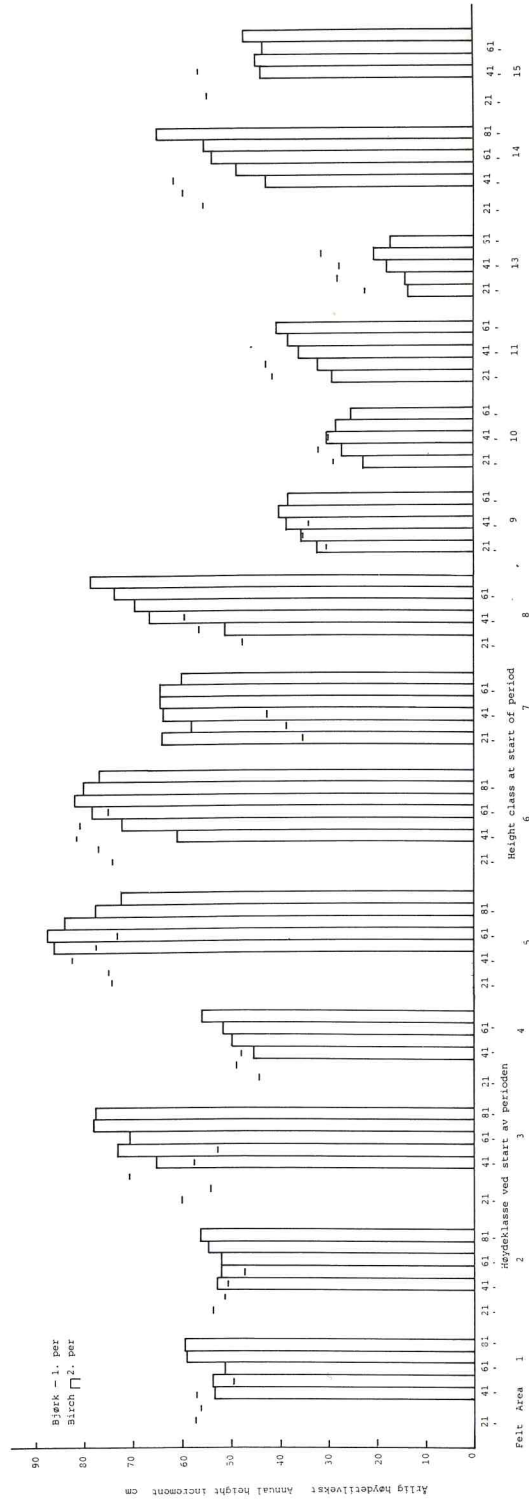


Fig. 3. Årlig høydetilvekst for bjørk i behandlingene 1-3.  
*Annual height increment of birch for treatments 1-3.*

## 7. Høydetilvekst - gran, middeltall

Tabell 3 inneholder også for gran treantall, gjennomsnittshøyde, høydetilvekst og volum. Det er forholdvis begrenset hva som kan leses direkte ut av tallene fordi det er variasjoner på feltene både mellom rutene og innen rutene.

Variasjon i bonitet er uten videre forståelig som variasjonsårak. Bjørkeskjermens høyde og tetthet er en annen. En del av ruta kan ha høye bjørker og full skjermtetthet, et annet parti lavere høyder, og endelig et tredje parti glissen skjerm med varierende høyde. Gjennomsnittlig høydetilvekst på gran avhenger av bjørkeskjermen, men tilveksten i den enkelte klasse varierer også med hvor på ruta flertallet av trærne innen høydeklassen står. Hvis f.eks. flertallet av de minste trærne står i den høyeste bjørkeskjermen, vil disse få sterkere konkurranse enn høydeklassens gjennomsnitt for ruta, og om de står i det glisne partiet tilsvarende mindre konkurranse. Det er derfor de aller jevneste feltene med hensyn både til bonitet og bestokning som egner seg til direkte sammenligning mellom rutene.

I Fig. 4 er det vist gjennomsnittlig årlig høydetilvekst for de fem behandlingene for en del felter. Av plasshensyn er bare annenhver høydeklasse tatt med under 25 dm.

På figurene er antall løvtrær pr daa angitt for hver behandling i de to periodene. Lengst til høyre på figurene er til sammenligning satt inn høydetilveksten for bjørk for behandlingene 1-3 fra Fig. 3. Det fremgår av figurene at den årlige høydetilveksten for granplantene øker med uttynning av bjørkeskjermen.

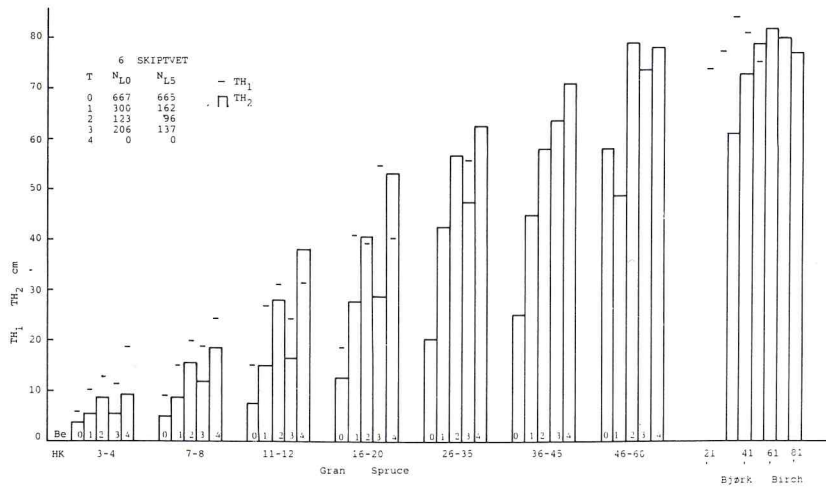
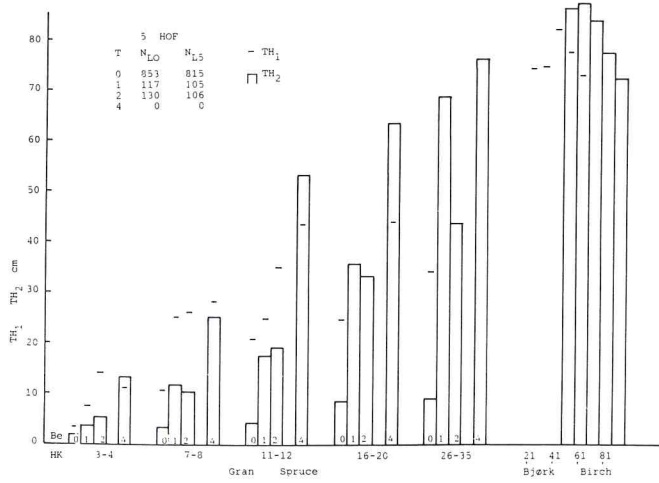
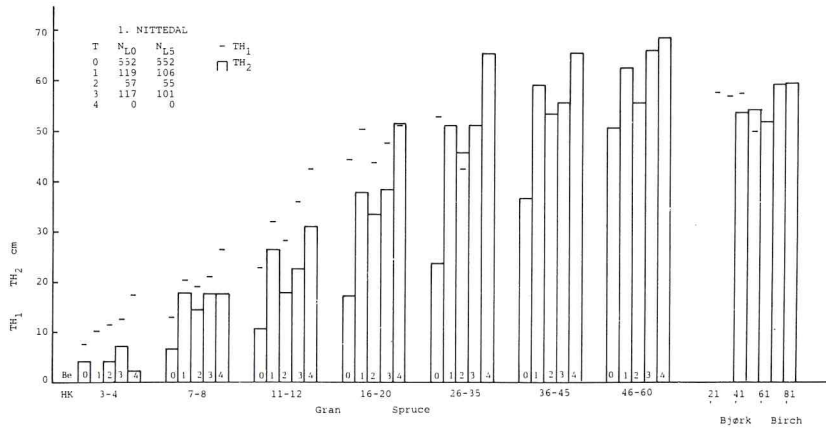
Felt nr 6 i Skiptvet er det jevneste i bonitet og bestokning og gir det skarpeste bildet av reaksjonene på behandlingene så langt det gjelder middeltallene. Ved rydding i tett bjørkeforyngelse, enten til skjerm eller helrydding, må det forventes en viss reaksjonstid før granplantene er i stand til fullt ut å utnytte de forbedrede vekstvilkår med mindre konkurranse både i rotrom og kronerom. Det ser ut til at de frihogde granene nådde full vekst først tredje året etter fristilling. Tross dette var det allerede i første fem-årsperiode klare reaksjoner på løvryddingen på alle felter. I Skiptvet førte f.eks. hel rydding til mer enn fordobling av høydetilveksten i alle høydeklasser og med mellomliggende verdier for delvis rydding.

I annen fem-årsperiode har forskjellen i tilvekst for uryddet og helryddet økt i Skiptvet. Uryddet felt har høydetilvekst på bare 1/3 til 1/4 av helryddet for trær som ved periodestart var i samme høydeklasse.

Bjørkeskjerm har gitt mellomliggende verdier etter tetthet som i første periode.

Dette er det generelle bilde som går igjen. Det er tydeligst for Østlandsfeltene, bl.a. nr 1, 3, 5, 6, 7 og 14. Også de øvrige feltene har samme mønster, men det er noe tilsløret av variasjoner i bonitet og bestokning samt andre uregelmessigheter som våte partier.

For de større høydeklassene er på mange felter forskjellene mellom behandlingene små og til dels uregelmessige. Dette er lett forklarlig. Trær i høyere klasser står ofte i hull med moderat eller ingen løv-konkurranse, og nettopp derfor er de



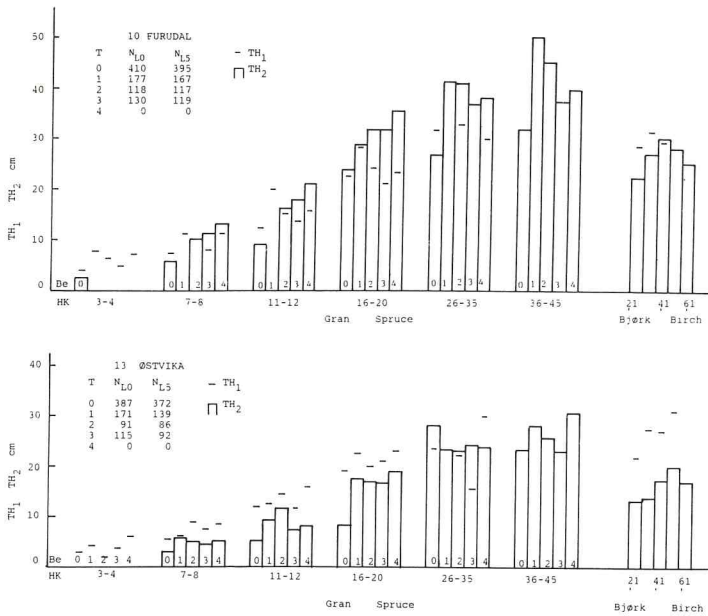


Fig. 4. Årlig høydetilvekst for gran og antall løvtrær.  
Annual height increment for spruce and number of broadleaves.

blitt store. Med uregelmessig utgangspunkt blir det flere slike trær på ruta og behandlingene får mindre gjennomsnitt på middeltallene.

Bjørkeskjerm som ikke er for tett, har hemmet høydeveksten forholdsvis lite. For Skiptvet er reduksjonen for de midlere høydeklassene 15-20% for behandling 2 som i annen periode hadde 96 løvtrær pr dekar, tilsvarende en gjennomsnittlig løvtræavstand på ca 3,25 m.

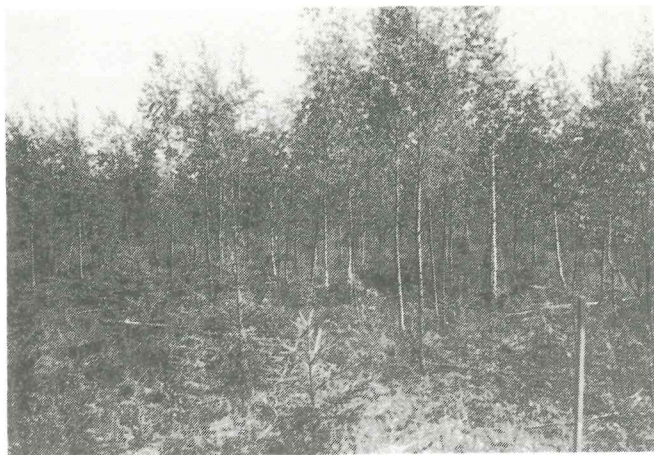
Løvtrehøyden ved begynnelsen av annen periode var 79,6 dm og ved slutten av perioden 122,2 dm.

De laveste høydeklassene vokste klart mindre i annen periode. Dette skyldes at disse har langt sterkere konkurranse i annen periode fordi bestandet da er blitt så mye høyere. Det bør for øvrig bemerkes at de lavere høydeklassene av gran ikke bare har konkurranse fra løvtrær, men også i økende grad fra sine nabo-grantrær, avhengig av avstand og høydeforskjell.

### 8. Høydeutvikling - løv - gran

For å anskueliggjøre ytterligere hvorledes grana er blitt hemmet av løvtræskjerm, er høydeutviklingen tegnet opp for feltene 1 og 6, sortert høydeklassevis ved begynnelsen av annen periode (Fig. 5 og 6). På helryddede ruter er høydekurvene brattere både i første periode og især i annen periode i forhold til løvtræskjerm og uryddet. For uryddet er kurvene temmelig flate og stiger endog mindre i annen periode. Treantall er angitt høydeklassevis både for gran og løvtrær.





Skiptvet: Beh. 4 og 3, første vår, etter 5 år og 11 år.

*Treatm. 4 and 3, first spring, after 5 years and 11 years.*

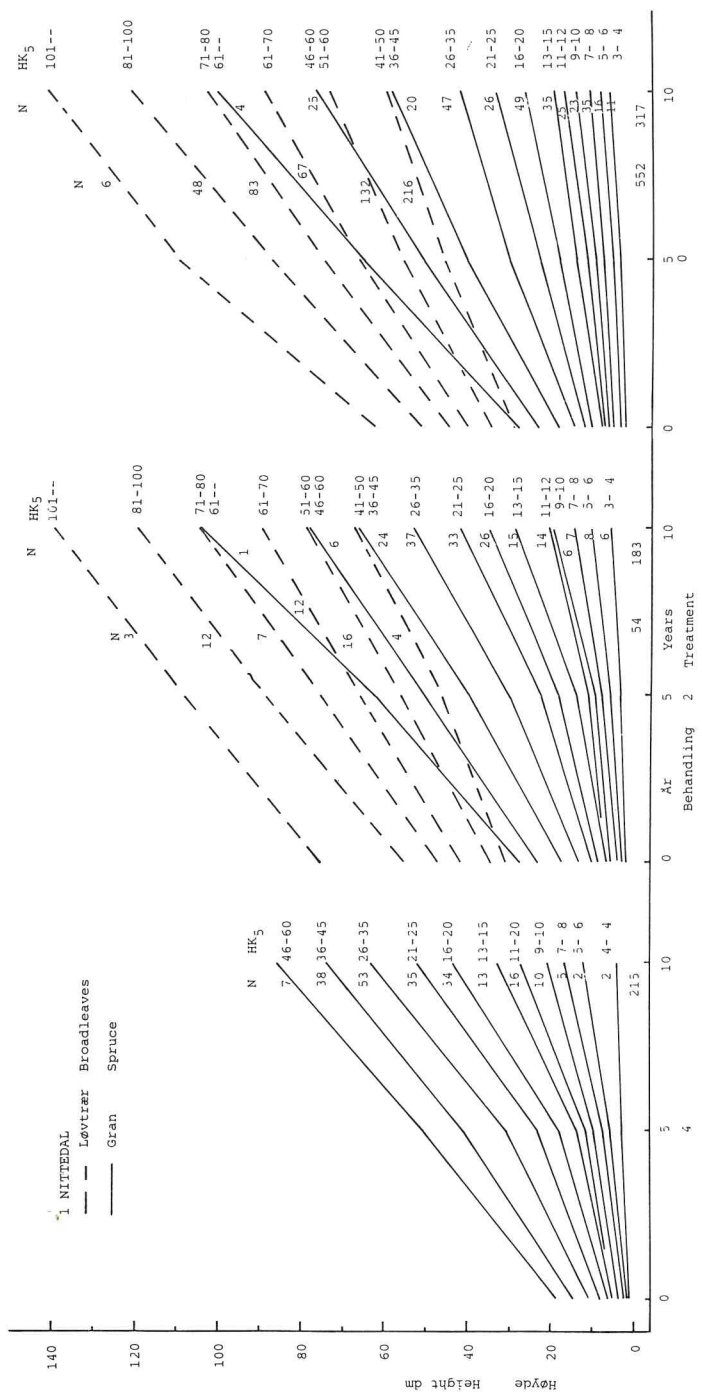


Fig. 5. Høydeutviklingen på feltet i Nittedal.  
*The height development at Nittedal.*

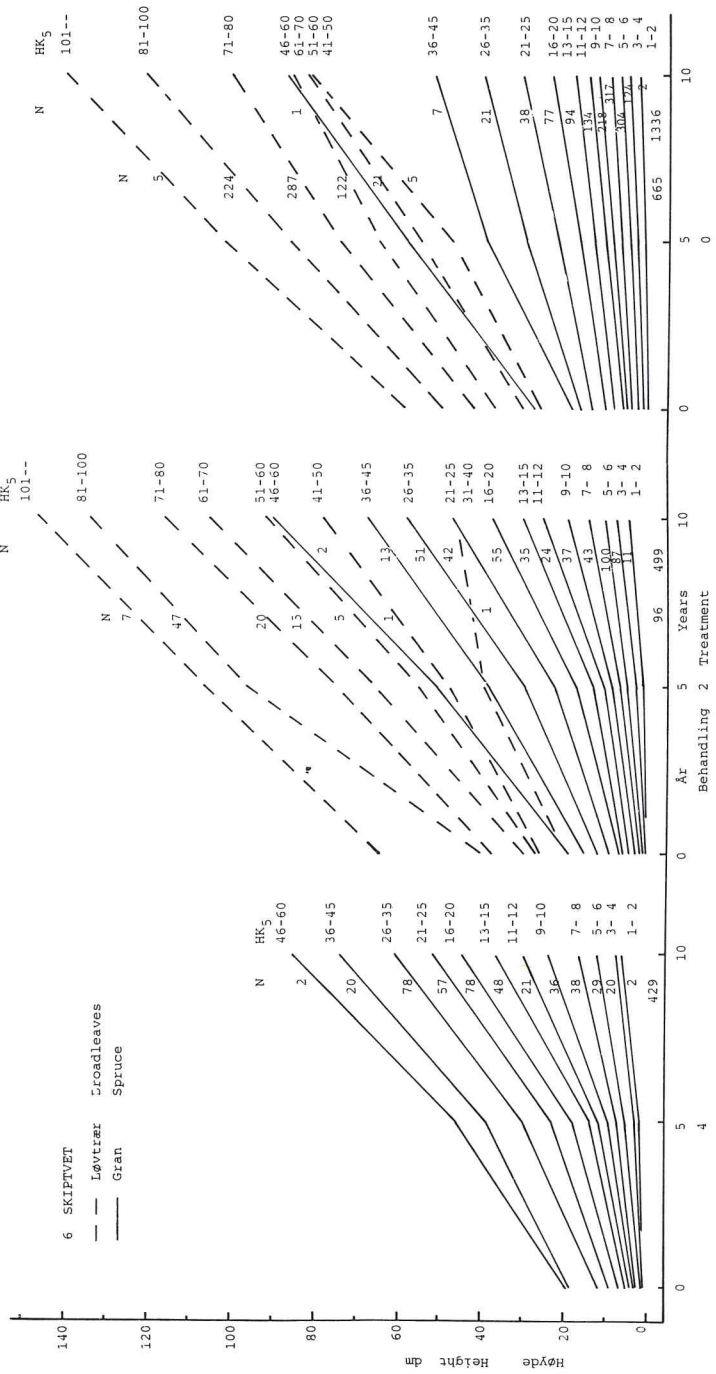
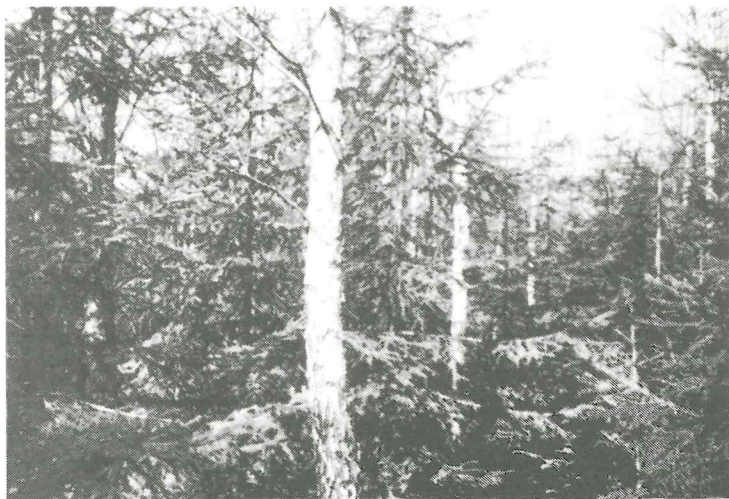


Fig. 6. Høydeutviklingen på feltet i Skiptvet.  
The height development at Skiptvet.





Skiptvet: Beh. 0, 11 år. En viss selvtytning har begynt.  
*Treatm. 0, 11 years. A slight selfthinning has started.*



Skiptvet: Beh. 2, 11 år. *Treatm. 2, 11 years.*



### 9. Høydetilvekst - forholdet - bjørk - gran, behandlede ruter

På Fig. 4 er høydetilveksten for bjørk som det ledende løvtreslaget overført til hver delfigur fra Fig. 3. Tallene gjelder behandlingene 1-3 og representerer dermed det ledende bjørkesjiktet uten vesentlig konkurranse mellom trærne.

For første periode er bjørketilveksten på minst samme nivå som grantilveksten i de høyeste høydeklassene, og på mange felter noe mer. Dette betyr at forskjellen mellom høydene for gran og bjørk har økt i perioden og konkurransen fra bjørka har økt selv for det øvre sjikt av grana.

I annen periode er bildet noe vekslende. På en del felter leder bjørka fortsatt stort i høydetilvekst og konkurransen øker fortsatt. På andre felter holder høydetilveksten på gran godt følge med bjørka og konkurransen fra bjørk er status quo eller avtagende.

For å prøve å fremskaffe et noe klarere bilde av forskjeller i høydetilveksten mellom gran og bjørk, er en spesiell analyse foretatt. For behandlingene 1-3 er høyde og høydetilvekst for de 50 høyeste trærne pr daa beregnet for gran og for bjørk hver for seg. Disse tregruppene er i behandlingene 1-3 relativt fritt voksende og bør gi et inntrykk av treslagenes høydetilvekst i denne type bjørkeskjerm. Fordi granas utgangshøyde er medbestemmende for høydetilveksten, er feltene i Fig. 7 satt opp etter stigende høyde for disse 50 trærne ved begynnelsen av første periode. Disse høydene er avsatt på figuren nederst. Også høydene ved begynnelsen av annen periode for de samme trærne er satt inn i figuren.

Tilveksten for gran er beregnet i prosent av tilveksten for bjørk og avsatt for de to periodene. I første periode da utgangshøyden på 11 av feltene var under 2

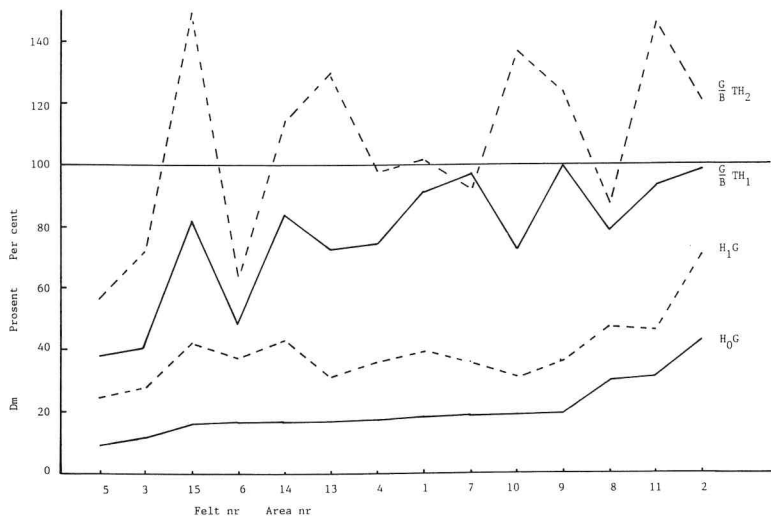


Fig. 7. Granas høydetilvekst i prosent av bjørkas for de 50 høyeste trær/daa i beh. 1-3. *Spruce height increment in percent of birch increment, for the 50 highest trees per daa in treatment 1-3.*

m og de tre siste mellom 2,5 og 4,3 m, hadde de 50 granene mindre eller nesten samme høydetilvekst som de 50 bjørkene. Prosentene varierer mellom 38 og 98. Især for felter med lave utgangshøyder har grana betydelig lavere høydetilvekst enn bjørk med tilsvarende økning i konkurransebelastningen.

I annen periode hadde åtte av feltene en grantilvekst som er større enn bjørkas. Dette gjelder bl.a. alle Trøndelagsfeltene (9-13), og det synes helt klart at vanlig bjørk her har begynt å sakke av samtidig som grana har økt høydetilveksten. Dette siste kan skyldes full reaksjon etter skjermstillingshogsten og økt utgangshøyde i annen periode.

Også på andre felter er grantilveksten lik eller større enn bjørkas, og det kan se ut til at med en gjennomsnittlig utgangshøyde på over 3 m vil disse granene i skjerm holde tritt med bjørk eller ta igjen noe av forspranget.

De to laveste feltene ved starten av annen periode med utgangshøyder 2,4 og 2,8 m har fortsatt lav grantilvekst i forhold til bjørka.

Det bør her understrekes at et større treantall, f.eks. 100 pr daa, ville gitt en lavere relativ tilvekst for gran, fordi de nye 50 trærne ville tilhøre lavere høydeklasser i utgangspunktet samtidig med at sjansene øker for å få med trær i mer trent posisjon med lavere tilvekst. For bjørk vil høydetilveksten påvirkes langt mindre ved en økning av treantallet til 100 fordi forskjellene mellom klassene er små.

Dette betyr at gapet mellom høydene på gran og bjørk fortsatt øker når granantallet regnes så høyt at det kan danne et brukbart bestand, f.eks. minst 150 trær/daa.

#### 10. Høydetilvekst gran - urørte og helryddede ruter

Manglende løvtrerydding fører til nedsatt høydetilvekst i en granforryngelse, og det er av interesse å finne tall for den nedsettelse en forsinket eller manglende rydding fører til. Sammenligning av middelhøyder og høydetilvekst mellom urørte og helryddede ruter er grafisk fremstilt for en del felter i Fig. 8. Løvtrebelastningen på urørte ruter er angitt under figurene ved treantall, høyde, høydetilvekst og volum. Tall for bjørk er satt i parentes for felter der innblandingen av andre treslag er vesentlig.

Felt nr 6 i Skiptvet er det jevneste feltet som gir den sikreste sammenligningen, og figuren viser at middelhøyden på urørt felt er 8 dm lavere etter 5 år og 27 dm lavere etter 10 år.

I forhold til midlere høydetilvekst for gran i første periode på 21,9 cm for ryddet felt tilsvare nedsettelsen (80:21,9) ca 3 1/2 år i tid i løpet av de første 5 årene.

For annen periode er endringen 19 dm (27 ÷ 8) og dette tilsvare en nedsatt tilvekst (190:44,6) tilsvarende vel 4 år. Etter dette resonnement er høydetilveksten i urørt felt redusert tilsvarende vel 8 1/2 år i løpet av 10 års perioden.

En annen måte er å benytte samme resonnement for begge periodene under ett mot siste periodes tilvekst. Dette tilsvare (270:44,6) 6 års forsinkelse. En mellomting fåes ved å avlese høyden for urørt felt på kurven for helryddet. Dette gir en forsinkelse på ca 7 år.

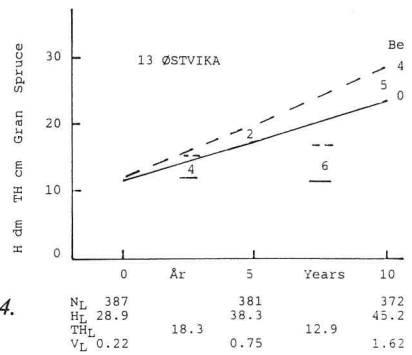
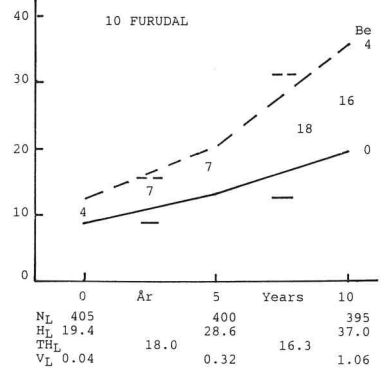
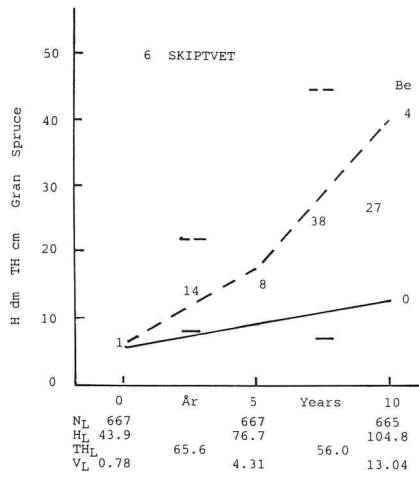
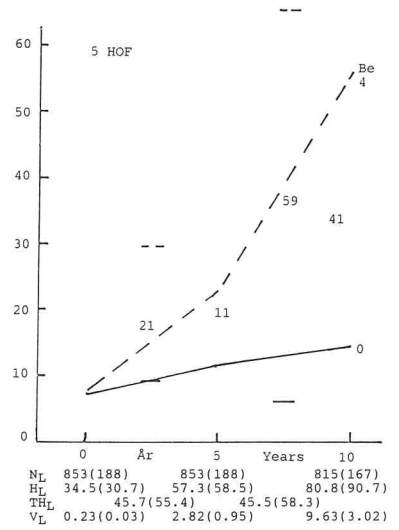
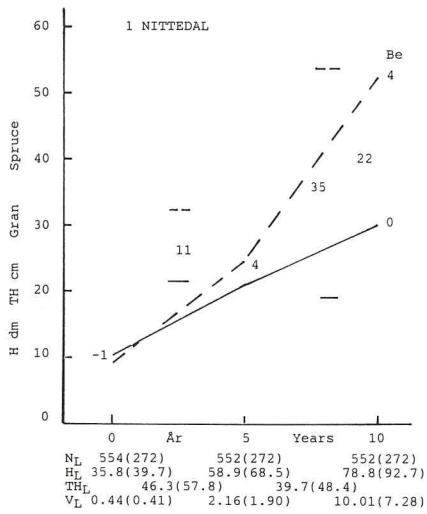
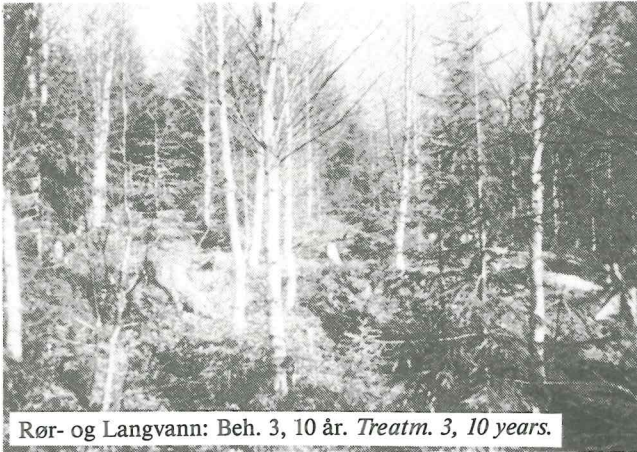


Fig. 8.  
Høydeutviklingen for beh. 0 og 4.  
The height development for treatment 0 and 4.

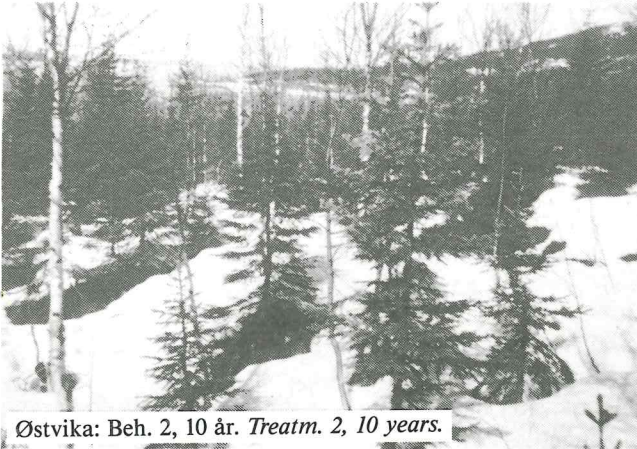




Furudal: Beh. 4 og 1, 10 år. *Treatm. 4 and 1, 10 years.*



Rør- og Langvann: Beh. 3, 10 år. *Treatm. 3, 10 years.*



Østvika: Beh. 2, 10 år. *Treatm. 2, 10 years.*



Hvis ikke denne forsinkelsen skal øke ytterligere, må det forutsettes at tilveksten ved en eventuell rydding av urørt rute nå øyeblikkelig legger seg minst på nivå med tilveksten i siste 5 års periode. Dette er en urealistisk forutsetning både fordi gjennomsnittshøyden ennå er for lav (12,8 dm) til å oppnå så høy normaltilvekst og fordi trærne trenger en reaksjonstid. Høydetilveksten har sunket og er bare 6,8 cm i annen periode mot 7,8 cm i første periode. Dessuten er trærne blitt noe høyere (12,8 dm mot 5,5 dm), og reaksjonen regnes å gå tregere også av den grunn.

Det ser derfor ut til at en utsettelse av rydding i 10 år i denne løvtrebesatte gjenveksten totalt har ført til en reduksjon i høydeutviklingen tilsvarende minst samme årantall.

Hittil har avgangen blant granplantene på urørte ruter vært liten. Bare 2,2% gikk ut i annen 5-års periode, men mange er blitt svakere med liten høydetilvekst. Dette gjelder især de minste plantene.

Løvtrebestandet har kvistet seg raskt opp, og de mindre bjørkene er svært svake for snøtrykk. Det er tendenser til at bjørkebestandet begynner å rakne flekkvis ved at grupper av trær som legges ned ikke makter å reise seg igjen. Dette vil føre til flekkvis større lystilgang og lokal vekstøkning på grana. Det må antas at høydevariasjonen i grangjenveksten øker ved at enkelte trær eller grupper med moderat bjørkekonkurranse har vekstmuligheter, mens andre trær har minimal vekst.

Utover dette er det vanskelig å forutsi den videre utvikling på urørte felter, men neste revisjon vil gi ny informasjon.

Skiptvetfeltet kan stå som eksempel på effekt av rydding på meget god mark med lavlandsbjørk i Østlandsområdet der bjørkebestandet er jevnt og tett med 670 trær pr daa.

Alle feltene har samme mønster, men tilvekstreduksjonen på urørte ruter har ulik styrke etter løvtetthet og bonitet. Også treslagene spiller en rolle. Felt nr 5 i Hof er satt opp i Fig. 8. Det har 850 trær/daa hvorav bare 188 var bjørk. De øvrige løvtrærne var eik, lønn, selje, or, rogn og hassel. Den siste dannet etter 10 år et eget tak i 5-6 m høyde under de øvrige løvtrærne. Antagelig representerer dette feltet den verste tenkelige situasjon for granplantene. Tross dette var avgangen blant granplantene bare 3% i første periode og nye 3% i annen periode.

Høydetilveksten hadde derimot sunket fra 9,0 til 6,2 cm i annen periode og atskillige grantrær skranter tydelig. En dramatisk avdøing av gran i neste 5 års periode vil derfor ikke være uventet med mindre løvtretaket skulle rakne opp tidlig i perioden. Figuren viser en vekstreduksjon hittil tilsvarende 7 1/2 år.

Felt nr 1 i Nittedal er vist i samme figur. Også her er det mange andre løvtrær enn bjørk. Det er or, osp og selje, men mest rogn som er slank og skygger forholdsvis lite.

Løvtreantallet (554/daa) er mindre enn på de to foregående feltene og trærne er lavere. Vekstreduksjonen tilsvarende 4-6 år etter hvilket resonnement som benyttes. Antagelig tilsvarende dette feltet en vanlig situasjon på god granmark på Østlandet med hengebjørk.

I Trøndelag med vanlig bjørk og lavere bonitet er veksten langsommere og forskjellene mindre. Felt nr 10, Furudal, har 405 bjørk/daa med en høydetilvekst på bjørk 18,0-16,3 cm. Med hensyn tatt til ulik utgangshøyde blir høydeforskjellen etter første periode 3 dm, hvilket tilsvarer (30:15,7) ca 2 år. I annen periode tilsvarer reduksjonen (110:31,1) ca 3,5 år, til sammen vel 5 år. Avlesning på kurvene med justering for ulik utgangshøyde, viser ca 4 års reduksjon.

Felt nr 13, Østvika, ligger nær skoggrensen og har liten tilvekst. Det har 387 bjørk/daa med høydetilvekst 18,3-12,9 cm. Høydeforskjell for gran er 2 og 5 dm etter 5 og 10 år, hvilket samlet tilsvarer en reduksjon på ca 3 år. Selv om bjørk ikke er særlig mye høyere enn grana (1,5-2,0 m) og antallet moderat, er reduksjonen i høydetilvekst klart merkbar.

### 11. Supplering med bjørk

Syv av Østlandsfeltene er supplert med lavlandsbjørk våren etter anlegg. Sommeren 1976 var tørr med noe avgang og døde planter ble erstattet med nye våren 1977. Felt nr 8, Grue, som ble anlagt våren 1977, ble supplert i 1988 og suppleringsplantene har bare hatt fire vekstsosonger i første periode.

Flere av feltene var temmelig tette, og suppleringsbehovet var lite. Men for å få det planlagte forsøksleddet med, ble det satt ut suppleringsplanter i de åpningene som var så store at det var noen rimelighet i å anta at en supplert bjørk ville overleve. Antall utsatte planter pr daa i behandling 3 fremgår av Tabell 5.

Supplerte planter pr daa ligger mellom 35 og 72, unntatt felt nr 6 Skiptvet der det bare ble funnet plass til 13.

Avgangen har på de fleste feltene vært betydelig, og i gjennomsnitt står bare 54% av plantene etter 10 år. Planteavgangen skyldes nok for en del konkurranse og svært liten vekst, men skader, for det meste elgbitt, har på flere felter bidratt vesentlig. Det ser ut til at elgen direkte har oppsøkt de supplerte plantene, især på felter som ellers vesentlig har vanlig bjørk. Antall skadde planter ved slutten av hver periode er ført opp i tabellen. Feltene 4 og 8, Åsnes og Grue, har flest elgbitte planter, og dette bidrar til de lave høydene på suppleringsplantene.

Tre felter skiller seg ut med forholdsvis gode høyder og en høydetilvekst i siste periode som nærmer seg den de øvrige løvtrærne har på disse rutene. Det er 1 Nittedal, 3 Notodden og 7 Gjerstad. Også i første periode hadde supplerte planter her godt over halvparten av løvskjermens høydetilvekst.

I Tabell 5 er nullruteprosenten bestemt på gran + løv ved begynnelsen av første periode før supplering med bjørk og etter suppleringen. Tilsvarende er nullruteprosenten bestemt ved slutten av annen periode.

Av de 3 feltene med bra vekst hadde nr 3 56% nullruter, nr 1 26% og nr 7 16% før supplering. Det siste feltet har hatt stor avgang. Suppleringen har etter 10 år bare senket nullruteprosenten fra 21% til 18%.

Tilsvarende senking for de to andre feltene er 29-19% og 58-37%. En senking av nullruteprosenten på 10 prosentenheter og mer er betydelig, og det ser ut til at supplering med bjørk kan være vellykket ved nullruteprosenten på 20-25 og oppover. Ved nullruteprosent på over 50, som felt nr 3, synes fordelene åpenbar.

På felt nr 2 med 21% nullruter er suppleringen virkningsløs, og dette skyldes nok at grana var langt kommet med gjennomsnittshøyde nær 2,5 m.

Tabell 5. Supplert bjørk.  
*Fill-in planting of birch.*

Nr. No.	Sted Place	N% Sp	Plantet <i>Planted</i>		5 år <i>5 years</i>		10 år <i>10 years</i>		N% <sub>10</sub> Sp	TH <sub>1</sub>		TH <sub>2</sub>		
			N <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>	N <sub>5</sub>	H <sub>5</sub>	N <sub>10</sub>	H <sub>10</sub>		Sk	Sp	Nat	Sp	Nat
1	Nittedal	26	47	5.8	39	16.5	—	35	36.1	1	29	19	38.3	44.5
2	Sørkedal	21	35	5.6	10	10.5	2	2	22.7	2	24	23	13.3	50.9
3	Notodden	56	72	6.6	52	22.0	2	49	61.7	2	58	37	78.8	79.8
4	Åsnes	5	35	6.2	20	9.1	7	17	11.2	11	9	8	3.6	40.3
6	Skiptvet	1	13	8.3	8	14.5	1	7	16.4	1	2	2	3.0	73.7
7	Gjerstad	16	37	6.4	21	17.4	—	14	37.4	2	21	18	37.9	54.8
8	Grue	8	52	6.5	42	11.2	8	32	16.4	15	9	6	9.7	45.0



## 12. Furuinnslag på feltene - utvikling - elgskader

Som det fremgår av Tabell 3, var det furu på 7 av feltene, men på 3 av disse var treantallet svært lite, ett tre og mindre pr da ved slutten av annen periode. I Tabell 6 er treantall, høyde og høydertilvekst samt antall skadde satt opp for de fire resterende feltene. Feltene hadde ved behandling mellom 9 og 28 furu pr daa fordelt på alle behandlingene. Etter 10 år var treantallet sterkt redusert på feltene i Åsnes og Nes, i hovedsak pga elgbeite. Både høyder og høydertilvekst er blitt sterkt redusert av dette, og ved slutten av annen periode var mellom 70 og 85% av de gjenlevende furutrærne elgskadd.

Konklusjonen som kan trekkes av disse feltene og som er trukket før (Braathe 1984) er at gjennom elgbeitet forsvinner småtrær av furu jevnt og trutt fra forynselsarealene og at andelen av furu i fremtidsskogen nødvendigvis må bli mindre.

Tabell 6. Utvikling av furu - beh. 0-4 - skader.  
*Development of pine - treatments 0-4 - damage.*

Nr. No.	0		5				10				
	N	H	N	H	TH <sub>1</sub>	SK	N	H	TH <sub>2</sub>	Sk	
4	Åsnes	9	5.6	6	11.2	11.8	1	5	14.8	7.1	4
7	Gjerstad	15	7.5	14	18.9	23.6	-	12	41.4	42.9	-
14	Nes	20	9.3	20	18.5	18.5	12	13	18.5	2.0	11
15	Nes	28	9.3	25	20.8	22.7	9	17	21.9	5.5	12

På feltet i Gjerstad er ingen av furuplantene skadd. Der har furua utviklet seg vel så godt som grana. Med noe lavere utgangshøyde har den nådd samme høyde som grana og har i siste periode en gjennomsnittlig høydertilvekst på 43 cm. Høydeklassene over 15 dm ved starten av annen periode som inneholder 7 av de 12 trærne pr daa, hadde ved slutten av perioden en høyde på 52,4 dm og 53 cm i årlig høydertilvekst. Dette viser at uten elgskader konkurrerer furu lett både med gran og bjørk i skjerm, og i Gjerstad vil fremtidsbestandet inneholde 7-10 furu pr daa.

## 13. Diametertilvekst - avsmaling

Hittil i presentasjonen er det lagt mest vekt på høydeutviklingen for gran og bjørk hver for seg og hvorledes treslagene vokser i forhold til hverandre ved ulike tettheter. Det er imidlertid klart at diametertilveksten også er viktig, og den vil bli viktigere etter hvert som trærne vokser og volumet blir av større interesse.

Aritmetisk middeldiameter er ført opp i Tabell 3 for hver behandling beregnet på trær 25 mm og større i brysthøyde. For gran er ennå mange trær under denne diametergrense, og diameterallene er foreløpig av begrenset interesse.

Det er imidlertid klart at diametertilveksten stimuleres kraftig når trærne får redusert konkurranse. Det gjelder løvtrærne som har fått langt større middeldiameter i skjerm enn på urørte ruter, og det gjelder gran som stimuleres ved redu-



sert konkurranse og mest på helryddete ruter.

For å gi et mål på hvorledes diameterutviklingen har vært, er benyttet forholdet

$$A_s = \frac{D}{H \div 13}$$

for høydeklassene 26-35, 36-45 og 46-60 dm, sortert ved beynnelsen av annen periode. Uttrykket har et konkret innhold, nemlig gjennomsnittlig avsmaling i cm pr løpende m over brysthøyde utenpå bark. Denne avsmalingen er beregnet for trærne ved slutten av annen periode. Det er liten forskjell mellom klassene og ingen systematisk tendens. Middeltallene presenteres i Tabell 7 for behandlingene 1, 2 og 4.

De helryddete rutene har størst avsmaling. På disse rutene har diametertilveksten vært størst pr m høydetilvekst, og gjennomsnittlig avsmaling for alle 14 feltene er 1,59.

Tabell 7. Avsmaling over brysthøyde, gran cm/m.  
*Tapering above breast height, spruce cm/m.*

Nr. No.	Sted Area	Behandling		Treatment		
		1	N <sub>L</sub>	2	N <sub>L</sub>	4
1	Nittedal	1.33	106	1.41	53	1.51
2	Sørkedal	1.30	87	1.37	68	1.45
3	Notodden	1.49	71	1.65	29	1.61
4	Åsnes	1.19	226	1.31	131	1.56
5	Hof	1.16	105	1.33	106	1.50
6	Skiptvet	1.23	162	1.32	96	1.48
7	Gjerstad	1.38	120	1.38	54	1.59
8	Grue	1.24	179	1.25	101	1.56
9	Singsås	1.38	175	1.38	109	1.65
10	Furudal	1.51	167	1.51	117	1.68
11	Rør- og Langvann	1.44	141	1.52	107	1.63
13	Østvika	1.88	139	2.00	86	2.13
14	Nes	1.16	149	1.31	96	1.55
15	Nes	1.38	92	1.35	92	1.38
	M	1.36	137	1.44	89	1.59

I Sørkedal der bestandet er kommet litt lenger, er høydeklasse 26-35 erstattet med 61-- dm.

Østvika skiller seg kraftig ut med avsmaling på 2,13 cm/m, men dette feltet ligger nær skoggrensen under dårlig vekstforhold i lav bjørkeskog. Det er ellers tendens til at Trøndelagsfeltene har noe større avsmaling enn Østlandsfeltene både i skjerm og på helryddete ruter.

I gjennomsnitt for alle feltene har den tetteste skjermen i behandling 1 med 137 løvtrær pr daa gitt grantrærne en avsmaling på 1,36 cm/m og behandling 2 med 89 løvtrær/daa 1,44 cm/m.

Fig. 4 indikerer at bjørkeskjermen på de fleste feltene reduserer høydetilveksten noe selv for disse øverste høydeklassene. Avsmalingstallene viser at bjørkeskjerm reduserer diameter-tilveksten mer enn høydetilveksten siden avsmalingen blir mindre.

En redusert diameter-tilvekst fører til nedsatt volumtilvekst og mindre dimensjon på grana og er som sådan negativ. Imidlertid kan en nedsatt diameter-tilvekst og bedre form være assosiert med mindre frodig kvist og nedsatt kvisttykkelse, og det vil være en klar positiv faktor. Hittil er det ikke utført målinger av kvisttykkelse, men det kan og bør komme ved neste revisjon av feltene.

#### 14. Volum - stående og felte trær

Volum m/bark er ført opp i Tabell 3, beregnet direkte på hvert tre som har diameter i brysthøyde på 25 mm og mer. De fleste løvtrærne har ved slutten av annen periode så stor diameter og er med i volumet, men for gran er et stort antall trær ikke kommet med ennå, især på urørte ruter.

Som nevnt ble bjørkeskjermen utglisnet noe på de fleste feltene ved slutten av første periode, og oppgaver over uttaket er satt opp i Tabell 8. Som tidligere om-

Tabell 8. Løvtrær hogd ved slutten av første periode.  
*Broadleaves cut at end of first period.*

Behandl. <i>Treatm.</i>	N	D	H	V	Behandl. <i>Treatm.</i>	N	D	H	V
1 NITTEDAL:					7 GJERSTAD:				
1	11	61	69.3	0.13	1	34	57	50.1	0.52
2	2	41	48.5	0.01	2	30	52	44.1	0.16
3	12	63	59.5	0.11	3	62	49	39.8	0.28
2 SØRKEDAL:					8 GRUE:				
1	38	66	62.8	0.49	1	69	50	50.5	0.44
2	8	82	72.4	0.18	2	30	40	39.0	0.11
3	50	64	59.9	0.65	3	10	43	35.0	0.03
3 NOTODDEN:					9 SINGSÅS:				
1	39	68	72.4	0.54	1	18	42	20.2	—
3	3	85	88.0	0.09	2	6	57	51.1	0.01
					3	8	36	26.3	0.01
4 ÅSNES:					10 FURUDAL:				
1	59	42	47.4	0.22	1	10	75	45.1	0.08
2	4	—	29.0	—					
3	101	38	38.0	0.19					
5 HOF:					11 ØSTVIKA:				
1	8	79	59.3	0.07	1	2	—	24.5	—
2	24	67	64.1	0.30	2	4	—	24.0	—
6 SKIPTVET:					14 NES:				
1	138	56	67.8	1.50	1	50	49	52.1	0.29
2	22	65	67.9	0.32	2	17	49	50.8	0.11
3	62	64	71.0	0.87	3	17	53	56.3	0.13

fatter tallene for diameter og volum bare trær som var 25 mm og mer ved hogst.

På de fleste feltene er uttakene i volum pr da meget små. Bare på 5 felter overstiger uttakene  $0,5 \text{ m}^3/\text{daa}$  for enkelte av behandlingene.

### 15. Løvrydding - manuelt

Ved planleggingen av forsøket var det tanken at ryddingen skulle komme så tidlig at granplantene ikke var helt undertrykte, og at det fortsatt var reelle valgmuligheter mellom bjørk (løv) og gran. På den annen side var det meningen å komme så sent at det var rimelig håp om å kunne slippe med bare en manuell rydding. Især dette siste bidro til at felter med løvtrehøyder opp til 4-5 m ble valgt.

Det viste seg imidlertid raskt at selv ved så sene ryddinger kom det et kraftig oppslag ved rotskudd, og dette ble sjenerende for granplantene på nytt.

Fra 1977 ble derfor feltene lagt på arealer der bjørkeoppslaget var under 3 m, og det må regnes med to ryddinger når disse gjøres manuelt.

På de fleste feltene har det klart seg noenlunde med en ny rydding, og denne kom fem år etter hovedryddingen. Noen ruter har i tillegg blitt behandlet med en spredt rensk også etter 10 år.

På de frodigste rutene var ikke dette nok. Et nytt, frodig oppslag av teinung kom allerede første og andre året etter anlegg, og etter tre vekstsesonger ble flere ruter ryddet fordi det nye oppslaget ville ha forstyrret forsøksopplegget om det hadde fått stå til første revisjon ved 5 år. Dette gjelder ruter i Nittedal, Notodden, Hof og Skiptvet.

Manuell rydding er meget arbeidskrevende og kostbar, men resultatene viser meget tydelig hvor viktig det er at tilstrekkelige ryddinger blir utført i rett tid.

### 16. Løvrydding - bruk av glyfosat

Ved planlegging i 1974-75 var det ikke tilgjengelig noe godkjent sprøytemiddel mot løvoppslag, og sprøyting ble ikke innlagt i forsøksopplegget. Våren 1976 ble imidlertid glyfosat frigitt for bruk i skog. På et flertall av feltene kom stubbeskudd (og fra osp rotskudd) raskt i sjenerende grad (se forrige avsnitt). Istedenfor bare å utføre manuell rydding av dette nye oppslaget, ble et par ruter sprøytet med glyfosat på feltene nr 1 og 3-13.

Sprøytingen ble utført med ryggståkesprøyte, og doseringen var 1,25-1,5 dl glyfosat (Roundup) i 8-10 l vann pr rute med 2,5 m kappe (ca  $900 \text{ m}^2$ ).

Oversikt over sprøytete ruter er gitt i Tabell 9. Effekten har vært meget god, og på de fleste feltene tilstrekkelig langvarig til at ny rydding kunne unngås ved slutten av 2. periode. I forhold til gjentatte mekaniske ryddinger av nytt oppslag, er glyfosatsprøyting et bedre alternativ.

Ved sprøyting settes rotsystemet ut av funksjon, slik at rotkonkurransen blir redusert og fornyet konkurranse ved nytt oppslag ikke oppstår så raskt. Foreløpig er det ikke gjort noe forsøk på å tallfeste denne tilleggseffekt sammenlignet med mekanisk rydding.



Tabell 9. Sprøytete ruter.  
*Sprayed plots.*

Nr. No.	Sted Place	Dato Date	Rute nr. Plot no.	Nr. No.	Sted Place	Dato Date	Rute nr. Plot no.
1	Nittedal	18.8.76	6,9	7	Gjerstad	11.8.78	7,9
3	Notodden	23.8.79	1,2,6,9	8	Grue	16.8.78	4,7
4	Åsnes	17.8.76	2,6,9	9	Singsås	21.7.78	3,8
5	Hof	9.8.79	4	10	Furudal	22.7.78	3,8
		22.8.79	2	11	Rør og Langv.	22.7.78	3,8
6	Skiptvet	8.8.77	2,9	13	Østvika	25.7.78	3,8
		24.8.79	6,7	15	Nes	2.8.78	1,2,3,4

Felt nr 15 med 5 ruter i Nes ble i august 1978 sprøytet med glyfosat på det primære bjørkeoppslaget uten forutgående inngrep. Behandling 0, uryddet, ble uten sprøyting, men de øvrige rutene ble - så langt det var mulig - sprøytet etter behandlingsprogrammet 1-4. Bjørk som skulle settes igjen på rutene 1-3, ble unngått ved sprøytingen, som dermed måtte utføres selektivt. Dette lot seg gjennomføre med litt forsiktighet og omtanke for høyder oppover til 3 m.

Ved revisjonen etter 5 år viste det seg at på behandlingene 1-3 sto igjen henholdsvis 93, 95 og 65 bjørk pr daa. Noen sprøytete bjørker var ennå i live, men med sterkt redusert krone og liten vekst. Flere av disse trærne hadde også barksår nedover stammen. Især var dette tilfelle på trær som fortsatt var i live ved annen revisjon etter ni vekstsesonger.

Denne kjemiske behandlingen ble for helryddet rute ikke fullstendig nok, og Tabell 3 viser 20 bjørk gjenstående pr da.

På fuktigere partier på de sprøytete rutene var det etter 9 år et nytt oppslag av frøbjørk som kunne gi de minste grantrærne noe konkurranse. Disse ble ryddet manuelt.

Mekanisk rydding er kostbar både i primæroppslaget og nyoppslaget. Motorryddingssag med samtidig glyfosatsprøyting på stubbene løser antagelig problemet etter hvert, men fortsatt har man glyfosatsprøyting på teinungoppslaget som en reserve.

Det fremgår av Tabell 3 og Fig. 3 at bjørketilveksten på dette feltet er lav i 2. periode. Muligens har dette noe med sprøytingen å gjøre.

### 17. Høydetilvekst - gran - enkelttrær

I de siste 10-15 årene er det lagt atskillig arbeide i å utvikle og tilpasse vekstmodeller både for enkelttrær og for bestand, og litteraturen på dette feltet er blitt omfattende. Modellene kan deles i tre kategorier etter hvilket utgangspunkt som tas (Munro 1974):

1. Enkelttreet er utgangspunktet og dets vekst er avhengig av naboetræernes størrelse og avstander til disse. Modellen krever måling og lokalisering av enkelttrærne på kart eller ved koordinater.



2. Utgangspunktet er fortsatt måling av enkelttrærne, men avstanden mellom trærne er ikke nødvendig og det kreves ikke kart.
3. I siste kategori behandles bestandet som en enhet uten at enkelt trærne måles. Relaskopmålinger, flyfoto og bestandsvolumtabeller er elementer her.

Modeller og beregninger på bestandsbasis forutsetter en rimelig grad av jevnhet i bestandet slik at gjennomsnittsverider for bl.a. diameter, høyde og tetthet har noen mening.

Ved anlegg av bar- og løvfeltene var det ikke bare blandingen av de to treslagsgruppene som preget bildet. Feltene var også i betydelig grad preget av variasjon i høyde og tetthet og var av den grunn ujevne. Utviklingen av slik gjenvest og med ulik innblanding av løvtrær, vil i lang tid være preget av utgangstilstanden. Den logiske modelltype for slike felter må derfor bygge på enkelttrær og deres plassering i forhold til hverandre. Derfor ble feltene kartlagt ved anlegg, og alle trærs plassering er angitt ved koordinater.

I denne type gjenvest er høydertilveksten den eneste brukbare faktor til å måle trærnes reaksjon på konkurranse. Dette fordi flertallet av granene ved anlegg ikke hadde noen brysthødediameter, men mest fordi høydertilveksten er hovedfaktoren i det mønsteret som vil prege utviklingen videre.

#### 18. Konkurransindeks

Med utgangspunkt i en diameter-avstand konkurranseindeks av Hegyi (1974), er det laget en høyde-avstand konkurranseindeks.

$$HCI_j = \Sigma \frac{H_i - H_j}{A_{ij}}$$

Denne indeksen er endret fra den som ble brukt for første periode (Braathe 1984b) ved at differansen mellom nabotreets høyde og subjekttreets høyde går inn i konkurranseformelen istedenfor nabotreets hele høyde.

Så lenge granplantene var små, var høyden på nabotrærne dividert med avstanden et nokså direkte uttrykk for konkurransen. Etter hvert som trærne ble større og det ble større spredning i høydene, er høyden direkte et utilstrekkelig uttrykk. Dette gjelder alle felter som er litt lenger kommet, især for annen 5-årsperiode.

Dette nye uttrykket for høydekonkurranse innebærer at et subjekttré får konkurranse bare fra nabotrær som er høyere.

Nabotrær som bare er like høye eller lavere enn subjekttreet, gir etter formelen ingen konkurranse som forårsaker nedsatt høydertilvekst.

Om høydertilveksten er helt upåvirket av konkurranse i slike situasjoner kan betviles, men det er kjent blant annet fra planteavstandsforsøk at granas høydertilvekst er lite påvirket av tetthet så lenge vekstforholdene er gode. Det ser i hvert

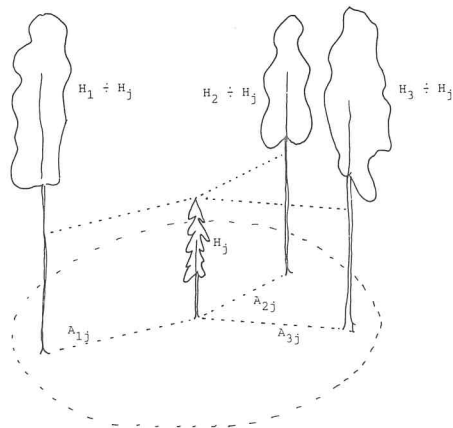


Fig. 9. Skisse over høyde-avstand konkurranseindeks.  
*Sketch on the height-distance competition index.*

fall ut til at indeksen fungerer godt på de ulike feltene så langt, og felter der det ikke ble funnet signifikant effekt med forrige formel, har med denne indeksen fått gode sammenhenger, bl.a. for felt nr 2. Denne konkurranseindeksen er beregnet for alle grantrær for de to periodene hver for seg og for to sirkelstørrelser med radius henholdsvis 25 dm og 30 dm.

### 19. Normal høydertilvekst

For gran som vokser uten konkurranse, vil toppskuddlengden normalt øke med plantehøyden, først raskt og senere langsommere.

Denne normale høydertilvekst er bonitetsavhengig. Bonitering av slik ung gjenvekst er imidlertid ikke lett, og det foreligger heller ikke bonitetsvise høydertilvekstkurver for småplanter og ungrær av gran i Norge.

I stedet for å forsøke å bonitere feltene, eventuelt enkeltrutene i et felles standard boniteringssystem, er det valgt å la hvert felt få sin egen normale høydertilvekstkurve. Dette vil si at hvert felt får sin egen bonitering.

Med utgangspunkt i de helyrdede rutene der løvtrekonkurransen er fjernet, er det for hvert felt beregnet og konstruert en kurve for gjennomsnittlig normal, årlig høydertilvekst (NTH) i fem-års perioden over treets høyde ved begynnelsen av perioden.

Målingene fra begge periodene er benyttet til en felleskurve.

Denne kurven er konstruert rettlinjert med knekkpunkter ved utgangshøyder på 12 og 24 dm og karakterisert ved verdier over utgangshøydene 0-12-24-48 dm.

Disse kurveverdiene er angitt for hvert felt i Tabell 10. For felt nr 2 er det også verdi for 72 dm og knekkpunkt ved 48 dm. Den virkelige, årlige høydertilveksten i perioden (TH) i cm for den enkelte gran, er satt i relasjon til normalverdien (NTH), og denne relative høydertilvekst (RTH) er uttrykt i prosent.

Tabell 10. Kurveverdier for normal årlig høydetilvekst, cm.  
*Curve values for normal annual height increment, cm.*

Nr. No.	Utgangshøyde, dm			Initial height, dm		K-faktor	
	0	12	24	48	72	1.per	2.per
1	12	42	65	68		0.94	0.91
2	8	28	42	60	60	0.96	0.96
3	8	38	58	65		0.80	1.00
4	8	32	44	56		0.88	0.99
5	12	48	72	86		0.85	0.94
6	10	38	60	80		0.90	0.92
7	8	32	52	58		0.89	1.01
8	10	32	44	58		0.97	0.98
9	8	28	44	56		0.79	0.89
10	2	22	36	46		0.78	1.05
11	10	40	48	58		0.78	1.04
13	2	16	26	28		1.00	0.91
14	12	42	50	60		0.96	0.99
15	12	42	50	60		0.97	1.02

## 20. Konkurransbelastning fra bjørk

Sammenhengen mellom konkurransebelastningen uttrykt ved høyde-avstand konkurranseindeksen (HCI) og enkelttrærnes relative høydetilvekst (RTH) er undersøkt med utgangspunkt i funksjonen

$RTH = a + b \ln(HCI + 1)$  Ved beregningene er utelatt de trærne som for vedkommende periode har fått betegnelsen skadd.

For lettere å kunne sammenligne resultatene fra RTH funksjonen mellom feltene, er det ønskelig at funksjonen gir en  $a$  nær 100, dvs normal vekst ved null konkurransebelastning fra løvtrær.

Dette er oppnådd ved at normalhøydetilveksten (NTH) er justert opp eller ned med samme prosent over hele høydeskalaen for hver periode. En slik justering ( $K$ ) endrer ikke verdiene på  $R^2$ , men gir svake endringer i  $b$  fordi nullpunktet forskyves. Verdiene av  $K$  er gjengitt i Tabell 10.

Bare på to felter ble det funnet liten eller ingen sammenheng.

Det var feltene 4 og 9, henholdsvis Åsnes og Singsås, som begge er ujevne og unormale pga fuktige ruter eller tørre rygger som gir bonitetsforskjeller mellom rutene. For felt 4 er beregningene begrenset til de tre rutene som hadde normal fuktighet. Felt nr 9 i Singsås har flere tørre og magre rygger, og tre av de tørreste rutene er tatt ut av beregningene.

Med disse justeringene faller alle feltene inn i et klart og entydig mønster som viser at konkurransebelastningen fra bjørk og andre løvtrær senker høydetilveksten på gran, og at alle regresjonskoeffisientene er signifikante på 0,001-nivå.

## 21. Gruppering av feltene

Det er imidlertid en viss forskjell mellom feltene, og ved å prøve andre konstanter enn 1 i den logaritmiske formel, faller feltene i to grupper. Gruppe A på 5 felter får høyest  $R^2$  med  $\ln(HCI + 2)$  og  $\ln(HCI + 3)$  er nesten like god.

Tabell 11. Regressionsresultater for RTH.  
Regression results for RTH.

Nr. No.	NR	DF	a	f HCI=0	b	εb	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>LG</sub>	a	f HCI=0	b	εb	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>LG</sub>
Gruppe A			ln(HCI + 2)						ln(HCI + 3)					
1	10	2007	113.51	100.21	-19.19	± 0.487	0.4368	0.4866	124.72	100.49	-22.02	± 0.558	0.4375	0.4843
3	10	1141	117.05	99.57	-25.20	± 0.987	0.3637	0.3758	132.48	99.94	-29.32	± 1.168	0.3605	0.3732
5	4	605	118.08	100.45	-25.44	± 0.902	0.5681	0.5845	131.85	100.10	-28.91	± 1.039	0.5615	0.5742
6	10	6421	114.29	100.08	-20.50	± 0.258	0.4956	0.5346	125.55	100.21	-23.06	± 0.291	0.4938	0.5331
7	8	1799	115.40	99.97	-22.26	± 0.676	0.3765	0.4129	128.86	100.20	-26.09	± 0.778	0.3850	0.4197
S/M	42	11973	115.666	100.056	-22.518	± 0.714	0.4481	0.4789	128.692	100.188	-25.88	± 0.830	0.4477	0.4769
Gruppe B			ln(HCI + 8)						ln(HCI + 12)					
2	10	2125	164.71	100.00	-31.12	± 1.382	0.1928	0.3904	195.34	99.85	-38.43	± 1.721	0.1901	0.3947
4	3	599	149.93	99.52	-24.24	± 2.059	0.1882	0.2227	172.64	99.67	-29.36	± 2.485	0.1893	0.2229
8	10	2579	153.04	100.04	-25.49	± 0.783	0.2912	0.3306	177.28	100.30	-30.98	± 0.938	0.2972	0.3350
9	6	583	153.61	100.29	-25.64	± 2.907	0.1179	0.1362	180.79	99.56	-32.69	± 3.678	0.1195	0.1373
10	9	1120	182.13	100.23	-39.39	± 2.963	0.1364	0.1421	225.42	99.94	-50.50	± 3.837	0.1340	0.1392
11	10	1272	169.40	100.05	-33.35	± 2.174	0.1562	0.3095	206.79	100.09	-42.94	± 2.772	0.1588	0.3054
13	10	1520	161.85	100.02	-29.73	± 2.466	0.0873	0.1112	194.23	100.42	-37.75	± 3.131	0.0874	0.1113
14	10	2793	159.54	100.14	-28.56	± 0.648	0.4106	0.5445	182.52	99.63	-33.36	± 0.759	0.4090	0.5399
15	5	1747	170.56	99.92	-33.97	± 1.376	0.2586	0.4117	202.18	100.03	-41.11	± 1.678	0.2558	0.4082
S/M	73	13338	162.75	100.023	-30.166	± 2.031	0.2044	0.2888	193.02	99.943	-37.458	± 2.564	0.2046	0.2882



Gruppe B med 9 felter har noe flatere kurver ved lave konkurransebelastninger, og for hele gruppen gir  $\ln(\text{HCI} + 8)$  og  $\ln(\text{HCI} + 12)$  gir nesten helt like verdier for  $R^2$ . Tabell 11 viser funksjonene gruppevis for hvert felt. Alle regresjonskoeffisientene er signifikante på 0,001-nivå, og korrelasjonskoeffisientene,  $R^2$ , er 0,448 og 0,204 for de to gruppene.

Funksjonene er fremstilt grafisk i Fig. 10 og 11. Funksjoner beregnet som middeltall innen hver gruppe er fremstilt i Fig. 12, og disse kurvene er det felles

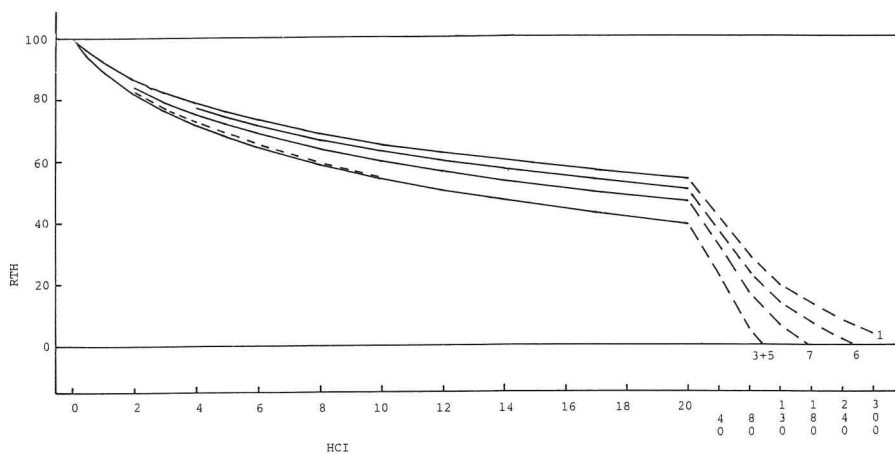


Fig. 10. Relativ høydetilvekst og høyde-avstand konkurranseindeks, Gruppe A, hengebjørk. Formel  $\ln(\text{HCI} + 2)$ .  
*Relative height increment and height-distance competition index, Group A, silver birch. Equation  $\ln(\text{HCI} + 2)$ .*

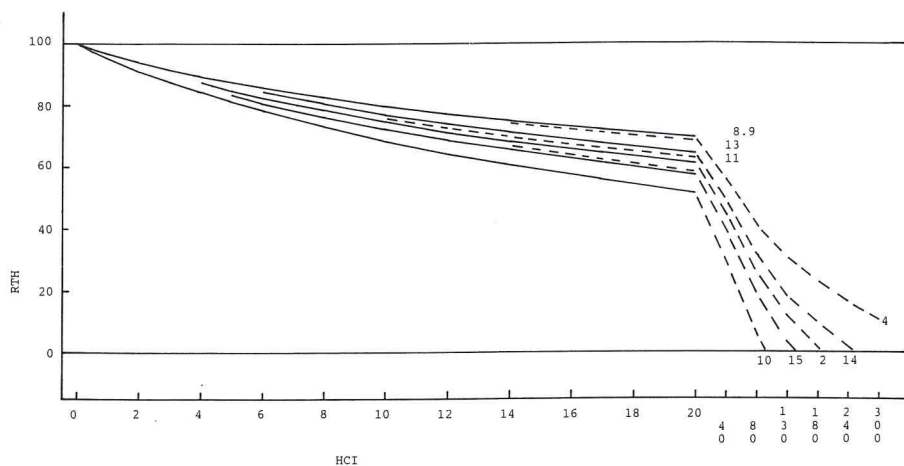


Fig. 11. Relativ høydetilvekst og høyde-avstand konkurranseindeks, Gruppe B, vanlig bjørk. Formel  $\ln(\text{HCI} + 8)$ .  
*Relative height increment and height-distance competition index, Group B, white birch. Equation  $\ln(\text{HCI} + 8)$ .*

hovedresultat fra de to første 5-års periodene av forsøket.

Da de to alternativene har så like korrelasjonskoeffisienter, er det umulig å fastslå hvilket som er riktigst, og begge er tabulert i Tabell 12. Forskjellene er i gruppe A ca 3 prosentenheter i området HCI 2-12 og for gruppe B snaut 2 enheter i området HCI 5-14.

## 22. Grupperingsårsaker

Gruppe A består av fem sentrale østlandsfelter som domineres av hengebjørk, mens gruppe B består av trøndelagsfeltene og fem østlandsfelter. Disse siste har et stort, men noe varierende innslag av vanlig bjørk, og gruppen er mer heterogen enn gruppe A. Foreløpig er det mest nærliggende å anta at forskjellen mellom de to bjørkeartene er hovedgrunnen til gruppeplasseringen. Vanlig bjørk med en slankere habitus og mindre aggressiv vekst gir i så fall lavere konkurranse enn hengebjørk. Dette er imidlertid et svakt punkt da oversikten over bjørkeartene på feltene er utilstrekkelig. Det kan også tenkes at den generelt langsommere veksten på feltene i gruppe B spiller en rolle. I løpet av fem vekstsesonger vil ikke et langsomt voksende felt vokse seg inn i samme intense konkurransesituasjon som et raskt voksende felt, og redusjonen i høydeveksten kan bli tilsvarende mindre, sett i forhold til situasjonen ved begynnelsen av 5-års perioden.

Derfor må det bli stående temmelig åpent om det er forskjellen mellom bjørkeartene eller ulike vekstbetingelser som forårsaker grupperingen av feltene. Muligens er svaret en kombinasjon.

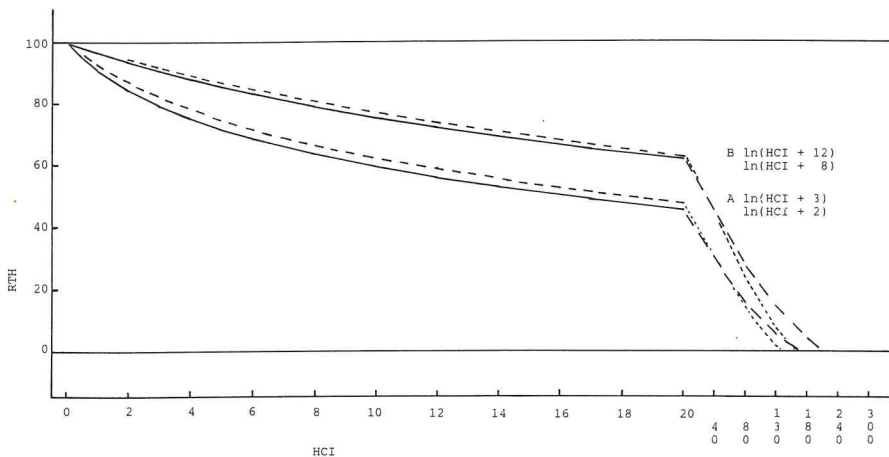


Fig. 12. Relativ høydetilvekst og høyde-avstand konkurranseindeks.  
 Øverst: Gruppe B, vanlig bjørk, funksjoner  $\ln(\text{HCI} + 12)$  og  $\ln(\text{HCI} + 8)$ .  
 Nederst: Gruppe A, hengebjørk, funksjoner  $\ln(\text{HCI} + 3)$  og  $\ln(\text{HCI} + 2)$ .  
*Relative height increment and height-distance competition index.*  
*Upper curves: Group B, white birch, equation  $\ln(\text{HCI} + 12)$  and  $\ln(\text{HCI} + 8)$ .*  
*Lower curves: Group A, silver birch, equation  $\ln(\text{HCI} + 3)$  and  $\ln(\text{HCI} + 2)$ .*

### 23. Konkurransbelastning fra gran

På felter som er langt kommet og med stor høydevariasjon blant granene, er det etter hvert blitt atskillige grantrær som åpenbart er konkurransepåvirket av gran-nabotrær i tillegg til eventuell konkurranse fra bjørk. Konkurransbelastningen fra gran er beregnet på samme måte som fra bjørk. Begge belastningene ( $HCI$  og  $HCI_G$ ) er benyttet sammen i multiple regresjonsanalyser, og den multiple regresjonskoeffisient for gran og bjørk ( $R^2_{LG}$ ) er ført opp i Tabell 11. Den er større enn  $R^2$  for bare løvtrær, og økningen antas å være et uttrykk for granas konkurransebelastning utover den som eventuelt allerede er inkludert i løvtrefunksjonen ved interkorrelasjon og substituering.

For gruppe A er økningen 0,048 og for gruppe B 0,105. Fordelt på periode 1 og 2 er tallene 0,062 og 0,047 for gruppe A, og 0,086 og 0,129 for gruppe B.

På de fleste feltene er økningen moderat. Det er fire av de høyeste feltene i gruppe B som har en større økning. For disse er det naturlig at økningen er størst i periode 2 på grunn av større høyder og større differensiering blant granene.

### 24. Sirkelstørrelser

Beregningene av  $HCI$  er utført for sirkler med 25 og 30 dm radius.

Det er liten forskjell på resultatene. I første periode er  $R^2$  like på to felter, på fire felter er 25 dm best og på åtte felter er 30 dm best. For periode 2 er 30 dm best på ti av feltene.

Når grana regnes med i konkurransebelastningen, er 30 dm sirkler best på 12 av de 14 feltene.

Selv om sirkelstørrelsene synes nokså likeverdige, er det en klar forskyvning til fordel for 30 dm i annen periode. Det er derfor funnet tryggest å benytte 30 dm sirkeldiameter, og alle presenterte tabeller og figurer over konkurransevirkning gjelder denne sirkelstørrelse.

På grunn av at forskjellene mellom 25 og 30 dm sirkler hittil er så beskjeden, må det kunne regnes med at det vesentligste av konkurransebelastningen på enkeltrærne er fanget opp så langt i utviklingen.

### 25. Forskjeller mellom periodene

Ved siden av felles funksjonsberegninger for begge periodene er samme beregninger utført for de to 5-års periodene hver for seg, men på grunnlag av felles normalhøydekurve for begge periodene.

For gruppe A er funksjonen i periode 1

$$RTH = 115,29 - 22,42 \ln(HCI + 2), R^2 = 0,358, \text{ og i periode 2}$$

$$RTH = 115,93 - 22,62 \ln(HCI + 2), R^2 = 0,548.$$

I gruppe B er de tilsvarende funksjoner

$$RTH = 158,94 - 28,31 \ln(HCI + 8), R^2 = 0,145, \text{ og}$$

$$RTH = 164,99 - 31,33 \ln(HCI + 8), R^2 = 0,272.$$



For gruppe A er det meget små forskjeller i funksjonsverdiene mellom periode 1 og 2.

For gruppe B synker funksjonsverdiene litt mer i periode 2, og ved HCI = 6 er RTH ca 1,8 prosentenheter lavere enn for periode 1. Ved HCI = 14 er tilsvarende forskjell ca 3,2 enheter.

Dette vil si at det for gruppe B i annen periode blir en noe større nedsettelse av høydetilveksten ved samme konkurransebelastning. Antagelig er dette logisk, fordi trærne ved starten av periode 2 står i et mer tilpasset vekstforhold til nabotrærne enn like etter ryddingen ved starten av periode 1.

Det kan derfor antas at trærne reagerer mer presist uten sturing i annen periode. De opptegnede felleskurver i Fig. 11 og tabulerte verdier i Tabell 12 ligger i verdi mellom periode 1 og periode 2. Ved anvendelsen kan de ventede reaksjoner i gruppe B bedømmes litt mindre i perioden rett etter rydding og litt større senere.

Feltene i gruppe B har rettere funksjonslinjer enn i gruppe A.

På noen felter gir ikke beregningene bekreftelse på at linjen (i en eller begge periodene) er forskjellige fra rett linje. Dette gjelder især første periode og felter med uregelmessigheter og stor spredning.

Det er likevel funnet riktigst å benytte den krumlinjede form for alle feltene også i gruppe B.

Det kan spekuleres over grunnen til den klare krumlinjede form på lavlandsfeltene. Det kan f.eks. antas å være større konkurranse fra robuste bjørker i fri stilling med vid krone og at disse stort sett opptrer som enkelttrær og ved lave tettheter som gir lav HCI. Dette fører muligens til at indeksen i lavere del av skalaen egentlig representerer en større belastning. Omvendt kan det regnes med at spinkle bjørker og andre løvtrær i tett stilling med små kroner representerer lavere belastning bl.a. på de urørte rutene.

Med utgangspunkt i slike antagelser er det forsøkt å justere den enkelte bjørks bidrag til indeksen ved multiplikasjon med treets

$$A_s = \frac{D}{(H - 13)}$$

som konkret er den gjennomsnittlige avsmaling i cm pr løpende meter over brysthøyde. For trær med mindre D enn 25 mm (ikke målt), ble avsmalingen satt til 1.

Ved starten av første periode var bjørka på de fleste feltene ennå lite differensiert, og et stort antall manglet diameter.

Ved starten av annen periode hadde de fleste bjørkene, i hvert fall på behandlede ruter, diametere over 25 mm, og på noen felter var det betydelig variasjon i størrelse og avsmaling.

Beregninger på grunnlag av justerte verdier for HCI på Østlandsfeltene har gitt små og varierende utslag, som ikke gir grunnlag for konklusjoner. Spekulasjonene kan derfor ikke bekreftes, men bør muligens heller ikke avvises og bør inngå i senere analyser når tall fra nye revisjoner foreligger.



Tabell 12. Relativ høydetilvekst (RTH) for gran ved forskjellig høyde-avstand konkurranseindeks. (HCI)  
*Relative height increment (RTH) for spruce at different height-distance competition indexes. (HCI)*

Gruppe Funksjon Group Function	HCI																	
	0	0.5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	17	20	40	80	130	180
A In(HCI+2)	100.1	95.0	90.9	84.5	79.4	75.3	71.9	68.8	63.8	59.7	56.2	53.2	49.4	46.1	31.5	16.4	5.7	-1.5
In(HCI+3)	100.3	96.3	92.8	87.0	82.3	78.3	74.9	71.8	66.6	62.3	58.6	55.4	51.2	47.5	31.4	14.3	2.1	-6.1
B In(HCI+8)	100.0	98.2	96.5	93.3	90.4	87.8	85.4	83.1	79.1	75.6	72.4	69.5	65.6	62.2	46.0	27.7	14.1	4.8
In(HCI+12)	99.9	98.4	96.9	94.2	91.6	88.2	86.9	84.8	80.8	77.2	74.0	71.0	66.9	63.2	45.0	23.6	7.4	-3.9

Gruppe A omfatter hengebjørk i lavlandet i Sør-Norge.

Gruppe omfatter vanlig bjørk i Trøndelag og høyere områder på Østlandet.

Group A includes silver birch in the lowland of South Norway.

Group B includes white birch in Trøndelag and higher altitudes of East Norway.

## 26. Andre funksjonstyper

Det er hittil vesentlig utført beregninger etter formelen  $RTH = a + b \ln(HCI + K)$  der det er benyttet verdier på  $K$  mellom 1 og 15.

På et såpass omfattende materiale og med delvis store spredninger er det imidlertid umulig å være helt sikker på at denne funksjonsformen er den som dekker materialet best.

Som et alternativ er direkte funksjon uten logaritmer brukt på noen felter.

$$\text{Funksjonen } RTH = a + b \text{ HCI} + b_2 \frac{1}{\text{HCI} + K}$$

med varierende  $K$  mellom 1 og 9, gir resultater svært like dem som er presentert her. Kurveforløpet er nær det samme oppover til HCI belastninger på 100-150 og deretter mer uregelmessig enn de logaritmiske funksjonene. Dette skyldes at en del felter ikke har mange trær med HCI over 100, og den direkte formel mangler styring ved høyere verdier. Det samme er nok tilfelle med logaritmisk funksjon, men formen er likevel mer fastlagt.

I det fremtidige arbeide med materialet fra feltene, bl.a. med å bygge opp og teste modeller for konkurranse og bestandsutvikling, vil forhåpentlig analysene av funksjonene kunne bli sikrere.

Dessuten vil helt andre typer funksjoner og modeller komme på tale etter mønster av bl.a. Mielikäinen (1985) og Agestam (1985) der bl.a. diameterutvikling og volumproduksjon kommer sterkere med i analysene. Data fra en ny 5-års periode vil utvilsomt styrke mulighetene for dette.

## 27. Konklusjon og avsluttende bemerkninger

Hovedresultatene er en klar påvisning av nedsatt høydetilvekst på gran på grunn av konkurransebelastning fra bjørk og andre løvtrær høyere enn grana. Den sammenhengen var allerede påvist på en del felter i første periode i den forrige rapporten. Med materiale fra to 5-års perioder er konkurransevirkningen nå blitt sikrere bestemt og mer nyansert.

Avlest på kurvene i Fig. 12 vil en 10% reduksjon i høydetilveksten i gjennomsnitt inntre ved en indeks på ca 1,5 for hengebjørk i gruppe A.

Vanlig bjørk og bjørkeblandinger i noe høyere strøk (gruppe B) får denne 10 prosent reduksjonen først ved en indeks på ca 3.

En 10 prosent reduksjon i årlig høydetilvekst kan antagelig bedømmes som ubetydelig, og høyde - avstand konkurranseindekser på 1,5 og 3 som tolererbare for de to gruppene.

Ved økende konkurranseindeks blir høydetilveksten ytterligere nedsatt. For gruppe A vil i gjennomsnitt en høydetilvekstreduksjon på 30% inntre ved indeks på ca 6 og for gruppe B ved ca 14.

Det antas at en så sterk reduksjon i grans høydetilvekst ikke kan tolereres for lengre perioder hvis det er et granbestand som er produksjonsmålet.

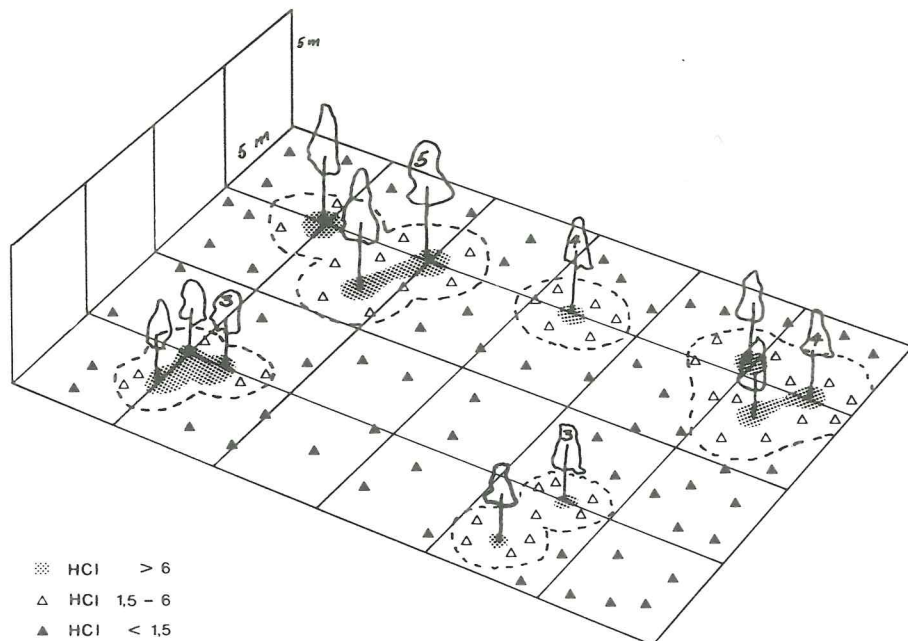


Fig. 13. Skisse av konkurranseindeks med ulike høyder og plassering av bjørk.  
*Sketch of the competition index with different heights and spacing of birch.*

Mellom indeksgrensene som gir 10% reduksjon og 30% reduksjon er det tallrike kombinasjonsmuligheter for blanding av gran og bjørk med variabel, men antagelig tolererbar nedgang i granas høydertilvekst.

I Fig. 13 er disse hovedresultatene illustrert for felter i gruppe A. Innen skravert område med konkurranseindeks på mer enn 6, får granplantene en høydertilvekstreduksjon på minst 30%. For enkeltstående bjørker er disse arealene små. En bjørk 3 m høyere enn granene ved begynnelsen av perioden, har en sirkel rundt seg med diameter 1 m tilsvarende 0,8 m<sup>2</sup> der konkurranseindeksen er 6 eller mer. For bjørk 4 og 5 m høyere enn grangjenveksten, blir sirklene 1,33 og 1,57 m, tilsvarende 1,4 og 2,2 m<sup>2</sup>.

Står trærne derimot i grupper, blir skravert areal raskt større, især når gruppe består av 3 eller flere trær.

Også i jevn skjerm blir konkurransebelastningen stor. Med bjørker 3 m høyere enn grangjenveksten vil en skjerm med treavstand på 2,8 m helt dekke arealet med konkurranseindeks minst 6 og gi mer enn 30% nedsatt høydertilvekst.

For gruppe B kan høydeforskjellen mellom bjørka og grangjenveksten være vel dobbelt så høy før tilsvarende redusjoner inntreffer.

Allerede i første periode ga tallene en antydning om denne forskjellen i belastning mellom bjørkeartene, og bekreftelsen nå på grunnlag av 10 års målinger er et viktig resultat. Riktignok er dette med forbehold om at generelt svakere vekst-

forhold også spiller en rolle og at bjørkearten ikke alene gjør hele utslaget.

Fig. 10-12 har sammenhengende kurver for HCI fra 0 til 20 og deretter brutte kurver for en del verdier opp til HCI på 300, og tilsvarende middelverdier er tabulert i Tabell 12. En HCI på 300 representerer en meget høy konkurransebelastning, men det forekommer trær som fortsatt lever med HCI på vel 300 på urørte ruter både i Nittedal og Skiptvet. Kurvene med  $\ln(\text{HCI} + 2)$  på Fig. 10, angir da også en RTH på 3,9 for Nittedal og -2,8 for Skiptvet ved HCI på 300.

De øvrige feltene i gruppe A har positiv høydetilvekst til HCI mellom 100 og 180. Fig. 11 viser omtrent samme bilde for feltene i gruppe B.

## Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves - II

### Introduction

During the last two or three decades the proportion of broadleaves in spruce regenerations has increased considerably.

This is due to increased clear-cutting, which stimulates broadleaves as pioneer species, and reduced cattle grazing, which allows these species to grow up. At the same time the spacing in spruce plantations has increased and only a small mortality frequency causes open regenerations.

In the years 1975-1978 an experiment was started to clarify the development of such mixtures and to decide whether broadleaves should be left to fill in open spruce regenerations.

### Methods

Areas of Norway spruce (*Picea abies*) regenerations, 7-15 years old, were selected. The naturally sprouted broadleaves, mainly silver birch (*Betula pendula*) and white birch (*B. pubescens*), varied between 2 and 5 meters in height. Spruce had been planted in all areas, but with varying results and great variations in density.

Fifteen research areas were established on high or medium spruce sites. The plots were 20 x 30 meters or 25 x 25 meters, with at least 2.5 m wide belts surrounding each plot.

The following treatments were used:

- 0 Notreatment
- 1 Favouring of birch or other broadleaves (aspen, alder) by leaving a birch shelter (spacing 1.5-2 m) and all spruces
- 2 Balanced treatment, leaving birch to fill in openings in the spruce stands
- 3 Treatment as in 1), and planting of birch to fill in openings in spruce stands without broadleaved trees
- 4 Favouring of spruce by removing all broadleaves

The positions of trees were determined by coordinates and mapped at the establishment of the plots.

Each area consisted of ten plots (except two with five plots) and each treatment were carried out with two replicates.



### *Density of regeneration*

The numbers of spruce and birch trees per daa (0.1 hectare) are given in Table 3. However, the number of trees in irregularly spaced regenerations may be an inadequate measure of density.

The zero-square percentage with 2 x 2 meter squares (Braathe 1953) has been determined for all the plots, both for spruce alone and for spruce and birch together.

During the 10-year period the zero-square percentage has increased 1-3 points, due to a few dying trees. Fig. 2 shows the zero-square percentage at the end of the second period for some of the treatments. Half of the areas have a zero square percentage of 40 or more, and birch trees left in treatment 2 reduce the zero-square percentage by between 5 and 25 points.

### *Height classes and height increment*

The trees are sorted into height classes at the start of each 5 year period and the height increment is calculated for each class.

Fig. 3 shows the annual height increment for birch. On areas with silver birch the height increment varies between 60 and 80 cm. The increment of white birch is as low as 20 to 40 cm in the Trøndelag-areas north of 63°.

The height increment for spruce is illustrated for some areas in Fig. 4, which also includes the birch increment for comparison.

The annual height increment of spruce increases with the reduction of the number of competing birch. An example from area No. 6 is the 15-20 per cent reduction in the medium height classes on treatment 2, which has 96 birch trees per daa.

Comparison of the height increments of birch and spruce is also shown in Figs. 5 and 6.

Fig. 7 also illustrates the relation between the height increments of spruce and birch for the 50 largest trees per daa of the two species. This relation is somewhat dependent on the initial height, and in the first 5-year period, when this height was below 2 m in most of the areas, spruce has a lower height increment than birch. The difference in per cent varied between 38 and 98.

In the silver birch areas the birch still had a greater height increment than the spruce in the second period. On the white birch areas, 3 m high spruce had the same height increment as birch.

This relation in height increment between the two species will determine the future development of the stand.

It ought to be stressed that the comparison in Fig. 7 is based on 50 trees per daa. If greater numbers of trees are compared, the difference between the heights of birch and spruce will increase.

Comparisons between treatments 0 and 4 are made in Fig. 8, showing the mean heights and height increment for spruce. Treatment 0, with no clearing, has reduced the height increment considerably and caused a delay in the development of 5-8 years in silver birch areas in east Norway and 3-5 years in white birch in Trøndelag. In addition, a prolonged period of reaction to delayed clearing, is expected.

### *Fill-in planting of birch*

The results of the birch fill-in plantings are given in Table 5.

The competition is high, and only in areas with a zero-square percentage higher than 20-25 can the fill-in planting be successful. At a zero-square percentage of more than 50, as in area No. 3, the advantage of fill-in planting is obvious.

### *Diameter increment - tapering*

The mean diameters for each treatment are given in Table 3, which show that the diameter increment has been stimulated by reduced competition from the birch. This results in a greater tapering in treatment 4 than in treatments 1 and 2 at the end of 2nd period (Table 7).

### *Height increment of single trees*

In the last two decades quite a lot of emphasis has been put on growth models for stands and single trees. As the coordinates of each tree are determined in the field, the single tree model may be used.

In this type of regeneration the height increment is the most important factor, and decisive for the pattern of competition between the two species.

Based on the diameter-distance competition index of Hegyi (1974), a height-distance competition index was constructed.

$$HCl_j = \Sigma \frac{H_i - H_j}{A_{ij}}$$

This index is slightly different from that presented in an earlier report covering the first 5-year period (Braathe 1984b).

In the former index the full height of the competing tree was used. This time the height of the competing tree minus the height of the subject tree was used. This new index for height competition is therefore unaffected by neighbouring trees of the same height as or lower than the subject tree.

Whether the height increment is completely unaffected by competition from lower neighbour trees may be doubtful. However, it is well known from spacing experiments that the height increment of spruce is very little influenced by density as long as the growing conditions are satisfactory.

This competition index is calculated for each undamaged spruce tree at the start of each period.

### *Normal height increment*

Based on the height increment on plots given treatment 4, where all the broad-leaves are cut, a curve is constructed for the average normal annual height increment for the coming 5-year period. Measurements from both periods are used to construct the joint curve for each area. Characteristics of the curves, which are straight between initial heights of 0-12-24-48 dm, are given in Table 10.

The actual annual height increment in the period (TH) for the individual spruce is expressed in per cent (RTH) of the normal height increment.

### *Competition from birch*

The relation between the competition expressed as height-distance competition index and relative height increment is examined by the function  $RTH = a + b \ln(HCI + 1)$ .

For the comparison it is desirable that the function has a value close to 100 at a competition index of 0. This is achieved by adjusting the normal height curve by the same per cent for all heights. This adjustment does not influence the values of  $R^2$ .

The adjustment values,  $K$ , are given in Table 10.

### *Grouping of the areas*

In calculating the relations between the height-distance competition index and relative height increment, different constants are used in the formula.

The areas then fall into two groups. Group A includes 5 areas giving the highest  $R^2$  with  $\ln(HCI + 2)$  and with  $\ln(HCI + 3)$  as a good alternative.

Group B, consisting of 9 areas, has straighter curves at low competition indexes. For the whole group,  $\ln(HCI + 8)$  and  $\ln(HCI + 12)$  give nearly equal values for  $R^2$ . Table 11 shows the values for each area.

The values of the functions are given in Figs. 10 and 11, and functions calculated as means within each group are given in Fig. 12. These curves show the main results from the two first 5-year periods of this experiment.

### *Reasons for grouping*

Group A consists of 5 central areas in east Norway at lower altitudes dominated by silver birch. Group B consists of the areas in Trøndelag with white birch and 5 areas in east Norway.

These 5 areas have a great, but somewhat varying, share of white birch and the whole group is more heterogeneous than group A.

There has been no separate counting of the two birch species, but so far it seems most appropriate to suppose that the difference between the two birch species is the main reason for the grouping. However, the areas in group B generally have a slower growth and will not in the course of a 5-year period develop the same intensive competition as a fast-growing area.

For these reasons it has to be left open whether difference between the birch species or different growth conditions causes the grouping of the areas. The right answer is probably a combination.

### *Size of circles*

All the calculations of competition are carried out for circles of 25 and 30 dm in radius. These sizes give results nearly equally good. There is, however, a tendency that the 30 dm circle is slightly better in the second period. The results presented in this paper are limited to 30 dm circles.



### *Differences between periods*

The functions for the relative height increment have been calculated separately for the two periods. Within group A the functions are nearly equal, but  $R^2$  increases from 0.358 to 0.548 from the first to the second period. Within group B,  $R^2$  increased from 0.145 to 0.272 and the values of function decreased by 2-3 points for the second period.

### *Conclusion and final remarks*

The main results show a reduced height increment of spruce caused by competition from higher birch and other broadleaves. Fig. 12 indicates a 10 per cent reduction in the height increment at an index of 1.5 for silver birch in group A. In white birch and birch mixtures at higher altitudes a 10 per cent reduction of spruce height increment occurs at an index of 3.

A 10 per cent reduction in annual height increment may be judged as negligible, and height-distance competition indexes of 1.5 and 3 respectively are tolerable for the two groups.

With an increasing competition index the height increment will be further reduced. In group A a height increment reduction of 30 per cent will occur at an index of 6 and in group B at an index of 14. It is assumed that a 30 per cent reduction is not tolerable for longer periods if a spruce stand is desired.

In Fig. 13 the main results are illustrated for areas in group A.

Single broadleaved trees cause only small areas with such high competition. If more trees are grouped together, the shaded area with 30 per cent reduction will rapidly increase.

In a shelter of birch trees the competition is heavy. With birch trees 3 m higher than the spruces a shelter with a spacing of 2.8 m will completely cover the area with a competition index of 6, corresponding to 30 per cent reduced height increment.

For group B the height difference between birch and spruce may be twice as great before the same reduction occurs.

### **Etterord**

Spørsmålet om løvtrærnes plass i skogbruket hadde fått økt aktualitet, og NISK/Avdeling for gjenvekst utarbeidet høsten 1974 en skisse for undersøkelser over utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bar og løv. En slik undersøkelse var en naturlig fortsettelse og utvidelse av tidligere undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst.

I 1975 ga Sande Paper Mill A/S kr 500 000 til forskning og informasjon innen løvtresektoren. NISK/Avdeling for gjenvekst og NLH/Institutt for skogskjøtsel sendte våren 1975 en felles anmodning til herredsskogmestrene i Østlandsområdet om hjelp til å finne passende forsøksfelter til de forskjellige undersøkelser.

Sande-utvalget, med disponent Wilhelm Matheson som formann, foresto administrasjonen og disponeringen av fondet, og allerede høsten 1975 ble de fire første forsøksfeltene anlagt av NISK med finansiering fra Sande-fondet. Også anleggene i 1976 ble betalt derfra. Etter ønske fra Direktoratet for Statens skoger, ble undersøkelsen i 1977 utvidet til å omfatte Trøndelag, og NLVF gikk inn i finansieringen med et 5-års prosjekt. Dette er senere forlenget for en ny 5 års periode.

I 1984 ble det utgitt en rapport (11/84) om resultatene i første 5 års periode. Etter at feltene ble målt ved slutten av annen periode, presenteres denne nye rapporten med de samlede resultatene fra de første 10 årene. Denne nye rapporten inkluderer og erstatter således den forrige.



Ved utgivelsen av denne rapporten, er det en glede å takke Sande Paper Mill A/S for donasjonen som gjorde det mulig å starte opp forsøksserien så raskt og omfattende. Jeg takker NLVF for videre finansiering, og herredsskogmestrene på Østlandet og statens skogforvaltere i Trøndelag for god hjelp til å finne passende felter.

Endelig retter jeg en hjertelig takk til alle skogeiere som har stilt arealene til disposisjon for undersøkelserne.

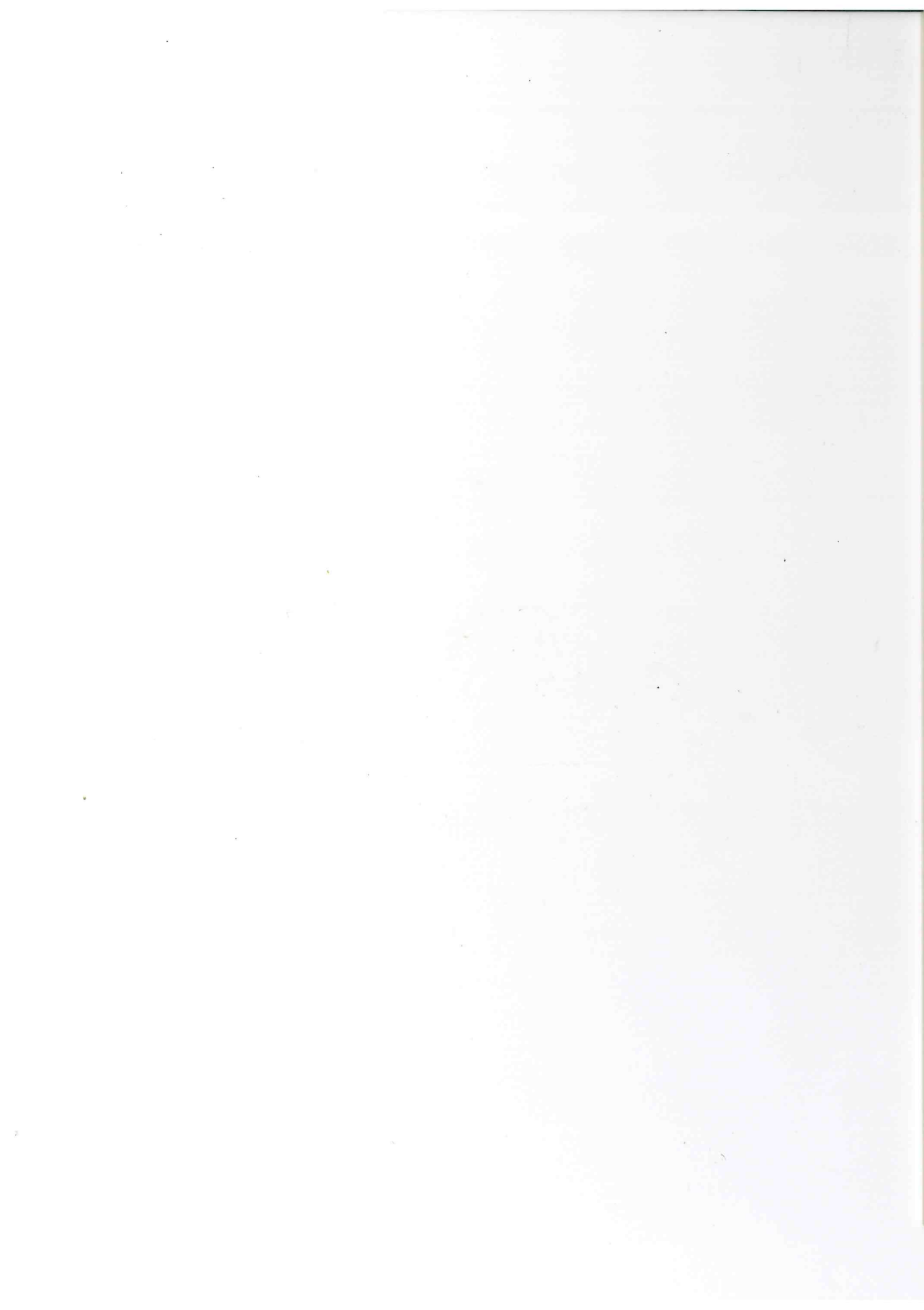
Fagassistent Oddvar Eskerud har ledet feltarbeidene og vært ansvarlig for innpunching og kontroll av materialet. Professor Lars Strand har laget EDB-programmet for beregningen av høydeavstand - konkurranseindeksen.

Selv om 10 år er et betydelig tidsrom som har gitt viktige data og interessante beregningsresultater fra prosjektet, må også denne rapporten betraktes som foreløpig. Den gir riktignok en forholdsvis fyldig presentasjon av resultatene hittil, men representerer bare første del av utviklingen som bartrær og løvtrær i blanding har.

#### Litteratur

- Agestam, E. 1985. A growth simulator for mixed stands in Sweden and two examples of yield in birch - pine and birch - spruce mixed stands. Rapp. Instn. Skogsskötsel. Sveriges LantbrUniv. 14: 235-52.
- Braathe, P. 1953. Undersøkelser over utviklingen av glissen gjen vekst av gran. (Investigations concerning the development of Norway spruce regeneration which is irregularly spaced and of varying density.) Meddr. norske SkogforsVes 12: 214-301.
- Braathe, P. 1966. Registrering av gjenvekst 1962-64. (Survey of forest regeneration 1962-64.) Meddr. norske SkogforsVes 21: 81-170.
- Braathe, P. 1984a. Mindre andel av furu i fremtidsskogen. Skogeieren 1984, 4: 34-6.
- Braathe, P. 1984b. Utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bartrær og løvtrær. (Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves.) Rapp. Nor. inst. skogforsk. 11/84: 1-20.
- Hegy, F. 1974. A simulation model for managing Jack-pine stands. IUFRO Working Party. S4.01-4. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 30: 74-90.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. Commun. Inst. For. Fenn. 133: 1-79.
- Munro, D. 1974. Forest growth models - a prognosis. IUFRO Working party. S4.01-4. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 30: 7-21.





ISSN 0333 - 001X  
Ås-Trykk