

skog+  
landskap

Forskning fra Skog og landskap 6/09

---

## UTVIKLING AV TREKRONER, TØRRKVIST OG VANNRIS ETTER TYNNING I LAUVTREBESTAND MED STOR TETTHET I SØR-NORGE

Development of tree crowns, dead  
branches, and epicormic shoots after  
thinning in broadleaved forest stands with  
high density in South Norway

---

Oddvar Haveraaen

# Forskning fra Skog og landskap

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

**Utgiver:**

Norsk institutt for skog og landskap

**Redaktør:**

Bjørn Langerud

**Dato:**

September 2009-09-23

**Trykk:**

07 Gruppen AS

**Opplag:**

1000

**Bestilling:**

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

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

ISBN 978-82-311-0092-8

ISSN 1890-1662

**Omslagsbilde:**

Tørrkvist hos bjørk kan sitte på i mange år.

Underbestand reduserer

vannrismengden hos svartor.

Foto: Oddvar Haveraaen

Forskning fra Skog og landskap - 6/09

---

**UTVIKLING AV TREKRONER, TØRRKVIST OG  
VANNRIS ETTER TYNNING I LAUVTREBESTAND  
MED STOR TETTHET I SØR-NORGE**

Development of tree crowns, dead branches, and  
epicormic shoots after thinning in broadleaved forest  
stands with high density in South Norway

---

Oddvar Haveraaen,  
Institutt for naturforvaltning,  
Universitetet for miljø- og biovitenskap,  
Pb. 5003, NO-1432 Ås

## FORORD

Norges forskningsråd (NFR) finansierte anleggsfasen av forsøkene, mens Utviklingsfondet for skogbruket og Fylkesskogetatene i Sør-Norge stod for den eksterne finansieringen av revisjonsarbeidene. Flere personer tilknyttet Institutt for naturforvaltning, UMB, deltok i feltarbeidet under oppstartingen (se Haveraaen & Sandnes 2007 og Haveraaen, Heggertveit & Sandnes 2009). Forsøksstekniker Hans Odde var med på alt revisjonsarbeidet. Førsteamanuensis Lars Helge Frivold ved instituttet har lest manuskriptet og gitt nyttige kommentarer. Jeg vil også takke redaktøren, Bjørn Langerud, for verdifulle innspill i slutfasen. En stor takk til alle medhjelpere og til skogeierne som stilte forsøksarealer til disposisjon.

Ås, september 2009

Oddvar Haveraaen

# INNHold

<b>Sammendrag</b> .....	4
<b>1. Innledning</b> .....	5
<b>2. Symboler <i>Symbols</i></b> .....	6
<b>3. Materiale og metode</b> .....	6
3.1. Datainnsamling .....	6
3.2. Beregninger .....	7
<b>4. Resultater og diskusjon</b> .....	8
4.1. Trehøyde og kroneutvikling .....	8
4.2. Tørrkvist .....	10
4.3. Vannris .....	13
<b>5. Konklusjon</b> .....	16
<b>6. Summary</b> .....	17
<b>7. Litteratur</b> .....	18

## SAMMENDRAG

Kroneutvikling, forekomst og antall tørrkvist og levende og døde vannris ble studert på hengebjørk, dunbjørk, svartor, ask og eik. De fleste flatene var relativt unge og hadde ved start stor tetthet (lav S %). Flatene besto av to eller tre ruter; ei kontrollrute (T0), og ei eller to ruter som ble tynnet, svakt (T1) og/eller sterkt (T2). Både ved anlegg og revisjon seks år seinere målte vi trehøyde, kronehøyde (produktiv krone) og høyde til nederste grønne grein. Tørrkvist ble registrert i stammeseksjonene 0–3 og 3–6 m hos alle treslag og i tillegg levende og døde vannris hos svartor, ask og eik. For hver rute ble det beregnet middelerverdier av de ovennevnte parameterne, kronelengde i prosent av trehøyde og antall trær med tørrkvist og vannris i prosent av prøvetreantallet.

På de fleste flatene var kroneprosenten 25–35 % ved anlegg, altså svært små kroner.

Tynning på flater med hengebjørk, dunbjørk, ask og eik ga omtrent samme høydetilvekst som på kontrollrutene. Sterk tynning i tette svartorruter førte derimot til dårligere høydevekst enn i kontrollrutene. Videre dannelse av tørrkvist stoppet opp etter tynning, men fortsatte på kontrollrutene. I ruter med stor tetthet fra tidlig i bestandsfasen døde greinene mens de fortsatt hadde liten diameter. Tynn tørrkvist falt relativt raskt og fullstendig av hos svartor og ask. Hos bjørk satt ofte korte kvistrester igjen. Kvistrensingen var dårlig på eikeflatene.

På enkelte flater med svartor og eik hadde 80 prosent av trærne levende vannris ved etableringen og i gjennomsnitt henholdsvis 8 og 15 vannris i hver av stammeseksjonene 0–3 og 3–6 m. Mengden av døde vannris var også betydelig. Undertrykte trær hadde flere vannris enn grovere dimensjoner. Det var store ulikheter mellom flatene. Etter tynning økte omfanget av vannris på noen flater, mens det på andre ble liten forskjell. På tynnete ruter kan det gå mange år før levende vannris dør. Forskningslitteratur viser at dannelse av vannrisknopper, bryting av disse og avdøding er en kontinuerlig prosess der flere miljøfaktorer spiller inn. Der det var tynnet, ble levende vannris betydelig lengre og mer vitale enn på kontrollrutene. På ruter med tett underbestand døde vannrisene der de var overvokst. Døde vannris med liten diameter falt av etter få år, spesielt hos svartor. Det var nesten bare hos sterkt side- og undertrykte trær at ask utviklet vannris.

# 1. INNLEDNING

Tradisjonelt forbindes beste kvalitet av lauvtretømmer med grove, kvistfrie stokker uten krok og med liten avsmaling (Skindemoen 1969). Omsetningen av lauvtretømmer i dag skjer hverken etter Landbruksdepartementets reglement fra 1956 (Heje/Nygaard 1989) eller etter forslaget fra Kucera (Institutt for skogskjøtsel 1985). Nå nyttes det regionale tilpassinger både for kvalitet og priser. Prisforskjellene mellom sortimentene er store. Svenneby, Svenneby sag og høvleri, (muntlig meddelelse, juni 2009) oppgir følgende priser per kubikkmeter for alle lauvtreslag:

Spesialtømmer; diameter > 25 cm uten synlig kvist,	kr.	800
Spesialtømmer, dokumentert stammekvistet, D >25 cm,	kr.	1.600
Prima skurtømmer, noe synlig kvist, D > 20 cm,	kr.	500
Sekunda skurtømmer, mer synlig kvist, D > 20 cm,	kr.	300
Massevirke/vedkvalitet,	kr	250–300

I de seinere år har markedet for brenneved økt i volum. Det er lite aktuelt å investere i tiltak for å bedre kvaliteten hvis målet er å produsere energivirke. Men både mulighetene og målet kan endres underveis. Mindre enn 5 % av lauvtreavvirkningen er blitt levert som skurtømmer eller bedre kvalitet. Det meste har gått til ved og treforedlingsindustrien (Institutt for skogskjøtsel 1985). En av årsakene til dette er for dårlig virkeskvalitet. Der er gjort flere studier om tidspunkt for stammekvisting, overvoksing av kvistsåret, missfarging og råtefare (Zumer 1967, Raulo 1987). Lite er gjort når det gjelder naturlig kvistrensing over tid. Frisk og tørr kvist som først blir synlig i foredlingsprosessen, reduserer utbyttet i dette leddet. I prisene til skogeier avspeiles en betydelig risiko for slike skjulte feil; jfr. prisforskjellen i oppstillingen ovenfor.

Eik og or er kjent for å utvikle vannris. En vanlig oppfatning er at denne prosessen fremmes etter tynning og sterk beskjæring av levende greiner (Godman & Brooks 1971, Almgren et al. 1984, Almgren 1990, Jensen 1993, Risdal et al. 2004). Det oppstår raskt en ubalanse mellom krone- og rotstørrelse, og trærne søker å kompensere for dette ved å utvikle vannris. Flere observasjoner indikerer dessuten at det er genetiske forskjeller mellom trærne (Ward 1966, Risdal et al. 2004).

Wignall et al.(1987) og Fontaine et al. (1998) har vist at dannelse av vannrisknopper og skyting av disse er en sammensatt prosess der både tid og økologiske faktorer virker inn.

I et prosjekt som ble startet opp ved UMB i 1997, var hovedmålet å studere vekstutviklingen etter tynning i upleide lauvtrebestand. Prosjektet er beskrevet og en del resultater presentert av Haveraaen & Sandnes (2007) og Haveraaen et al. (2009). Den foreliggende studien inngår som en del av prosjektet.

I Norge er stammekvisting der levende greiner, tørrkvist og vannris fjernes, lite utbredt. En årsak til dette kan være liten tru på at økonomiske investeringer i lauvskogen er lønnsomme. En annen kan være høye forventningene om naturlig kvistrensing. Målet for denne undersøkelsen var å se nærmere på dannelse og rensing av tørrkvist og dannelse, avdøding og rensing av vannris i lauvtrebestand med ulike treslag og tettheter.

## 2. SYMBOLER *Symbols*

F		Flatenummer	<i>Plot number</i>
H o.h.	<i>H asl.</i>	Flatas høyde over havet, m	<i>Height above sea level, m</i>
H	<i>H</i>	Trehøyde, m	<i>Tree height, m</i>
Ho	<i>Ho</i>	Bestandets overhøyde, m	<i>Top height of the stand, m</i>
År 1,3	<i>Year 1.3</i>	Bestandets alder i brysthøyde, år	<i>Age of the stand at breast height, years</i>
N	<i>No.</i>	Antall trær per hektar	<i>Number of trees per hectare</i>
Gr.fl.	<i>B.area</i>	Grunnflate per hektar, m <sup>2</sup>	<i>Basal area per hectare, m<sup>2</sup></i>
Vol.	<i>Vol.</i>	Volum med bark per hektar, m <sup>3</sup>	<i>Volume on bark per hectare, m<sup>3</sup></i>
Kr.h.		Kronehøyde	<i>Crown height</i>
Gr.gr.		Høyde til første grønne grein	<i>Height to first green branch</i>
Kr. %		Kroneprosent	<i>Crown ratio</i>
S % S %		Stammetallsfaktoren	<i>Hart-Becking's spacing index</i>
T0	<i>T0</i>	Kontroll	<i>Control</i>
T1	<i>T1</i>	Svakt tynnet, S %20	<i>Light thinning, S %20</i>
T2	<i>T2</i>	Sterkt tynnet, S %25	<i>Heavy thinning, S %25</i>
anl.		Ved anlegg	<i>At establishment</i>
rev.		Ved revisjon	<i>At revision</i>
Hb		Hengebjørk	<i>Betula pendula</i>
Db		Dunbjørk	<i>Betula pubescens</i>
Sor		Svartor	<i>Alnus glutinosa</i>
Ask		Ask	<i>Fraxinus excelsior</i>
Eik		Eik	<i>Quercus spp.</i>

## 3. MATERIALE OG METODE

### 3.1. Datainnsamling

I 1997 og 1998 ble det lagt ut til sammen 23 permanente flater på Østlandet, Sørlandet og Vestlandet. Disse lå i relativt homogene, yngre og utynnete lauvtrebestand. I tillegg til ei kontrollrute (T0) inngikk ei eller to tynningsruter. Der arealet ga plass for to tynningsruter, ble ei tynnet svakt (T1); S % = ca. 20; og ei sterkt (T2); S % = ca. 25. S %, stammetallsfaktoren, er et relativt tetthetsbegrep, og er definert som gjennomsnittlig treavstand i prosent av bestandets overhøyde. Kontrollruta forble urørt. To flater hadde bare ei rute og disse ble tynnet; F62 hengebjørk på Østlandet og F11 svartor på Vestlandet. Rutestørrelsen var i gjennomsnitt omtrent 400 m<sup>2</sup>, men varierte mellom 225 og 900 m<sup>2</sup>. På hver rute målte vi diameter i brysthøyde på alle trærne; dessuten et stort antall egenskaper på ca 25 prøve-trær. Prøvetrærne på kontrollrutene ble systematisk fordelt over hele diameterskalaen, men på tynningsrutene valgte vi blant de trærne som skulle stå igjen etter inngrepet. Flere av de minste rutene fikk færre enn 25 trær etter tynning. Relevante egenskaper hos prøvetrærne for denne undersøkelsen var

diameter i brysthøyde, total trehøyde, kronehøyde, høyde til første grønne grein, kroneradius i fire retninger og høyde til første tørrkvist. Videre inngikk antall tørrkvist, groveste tørrkvistdiameter og antall levende og døde vannris. Alle ble registrert i to seksjoner, 0–3 og 3–6 m over stubbehøyde.

Med høyden til første grønne grein menes der greina er festet til stammen; også når greinvinkelen er spiss. Med kronehøyde menes høyden opp til den effektive krona. Vuokila (1960) og Zumer (1967) har vist at fjerning av de nederste grønne greinene i bestand hadde liten eller ingen betydning for trærnes diameter- og høydevekst. Enkeltstående grønne greiner og levende greiner med tydelig redusert bladmengde tok vi derfor ikke med i den effektive krona. Vi målte stammediameter med diametertape og høydene med Vertex hypsometer. Til å begynne med målte vi diameter av tørrkvist i nedre stammedel med skyvelær. Høyere opp og etter hvert også i nedre del ble kvistdiameter skjønnsmessig bestemt, men med hyppige kontroller. Vi nyttet målestenger til å fastsette stammeseksjonene. Revisjonen av flatene foregikk høsten 2003 og 2004 med måling av de samme tredata



som ved anlegg, men diameter til tørrkvist og stamme-feil utgikk. Dessuten registrerte vi antall vannris i én meter lange seksjoner i stedet for i tre meter seksjoner. I tillegg kom vurdering av lengden av

levende vannris som gjennomsnitt for seksjonen 0–6 m.

Tabell 1 viser i tillegg til flatenes fordeling på treslag, regioner og kommuner også noen viktige bestandsegenskaper.

Tabell 1. Forsøksflatenes fordeling på treslag, regioner og kommuner, og et utvalg av gjennomsnittlig flateinformasjon. Arealverdiene gjelder per hektar.

Table 1. Distribution of experimental plots by tree species, regions and municipalities, and some selected mean information of the plots. Area values are per hectare.

Region	Kommune	Treslag	Flatenr.	H o.h.	År 1,3	Ho	N	Gr.fl. m <sup>2</sup>	Vol. m <sup>3</sup>	S %
Region	Municipality	Tree sp.	Plot no.	H asl.	Year 1.3	Ho	No.	B.area m <sup>2</sup>	Vol. m <sup>3</sup>	S %
Østlandet	Søndre Land	Hengebj.	2	160	18	15,1	1289	19	126	19
South East	Moss	«	24	50	15	12,8	3134	19	104	14
Norway	Nøtterøy	«	26	40	30	20,5	2958	33	231	9
«	Ringsaker	«	42	300	24	17,2	2701	27	193	11
«	Øyer	«	46	210	23	10,6	2134	10	48	21
«	Nittedal	«	62	170	30	18,1	830	15	115	19
«	Moss	«	71	20	33	22,8	2847	34	309	9
«	Bærum	Dunbjørk	19	180	22	16,0	2355	24	162	12
Sørlandet	Kvinesdal	«	69	300	29	14,0	4320	25	141	11
Vestlandet	Høyanger	«	5	190	32	12,4	3931	20	101	13
South West	«	«	6	180	28	13,0	2188	13	70	17
Norway	«	«	7	80	33	12,6	2957	22	118	15
Østlandet	Oppegård	Svartor	12	40	41	21,0	2075	37	339	11
South East	Re	«	28	50	32	18,7	2785	36	282	10
Norway	Rygge	«	72	30	18	18,6	3034	29	247	10
Vestlandet	Høyanger	«	9	40	21	15,8	3415	32	220	11
South West	«	«	11	20	22	15,2	3020	33	236	12
Norway	Ølen	«	31	50	16	11,0	2415	23	130	20
«	Os	«	36	120	42	14,6	2794	41	269	14
Østlandet	Porsgrunn	Ask	14	150	25	16,7	3032	23	158	11
«	Lier	«	75	100	32	21,8	1413	24	205	11
«	Nesodden	Eik	40	110	42	15,8	1849	28	179	15
Sørlandet	Kvinesdal	«	68	30	27	11,1	2865	18	93	17
South Norway										

### 3.2. Beregninger

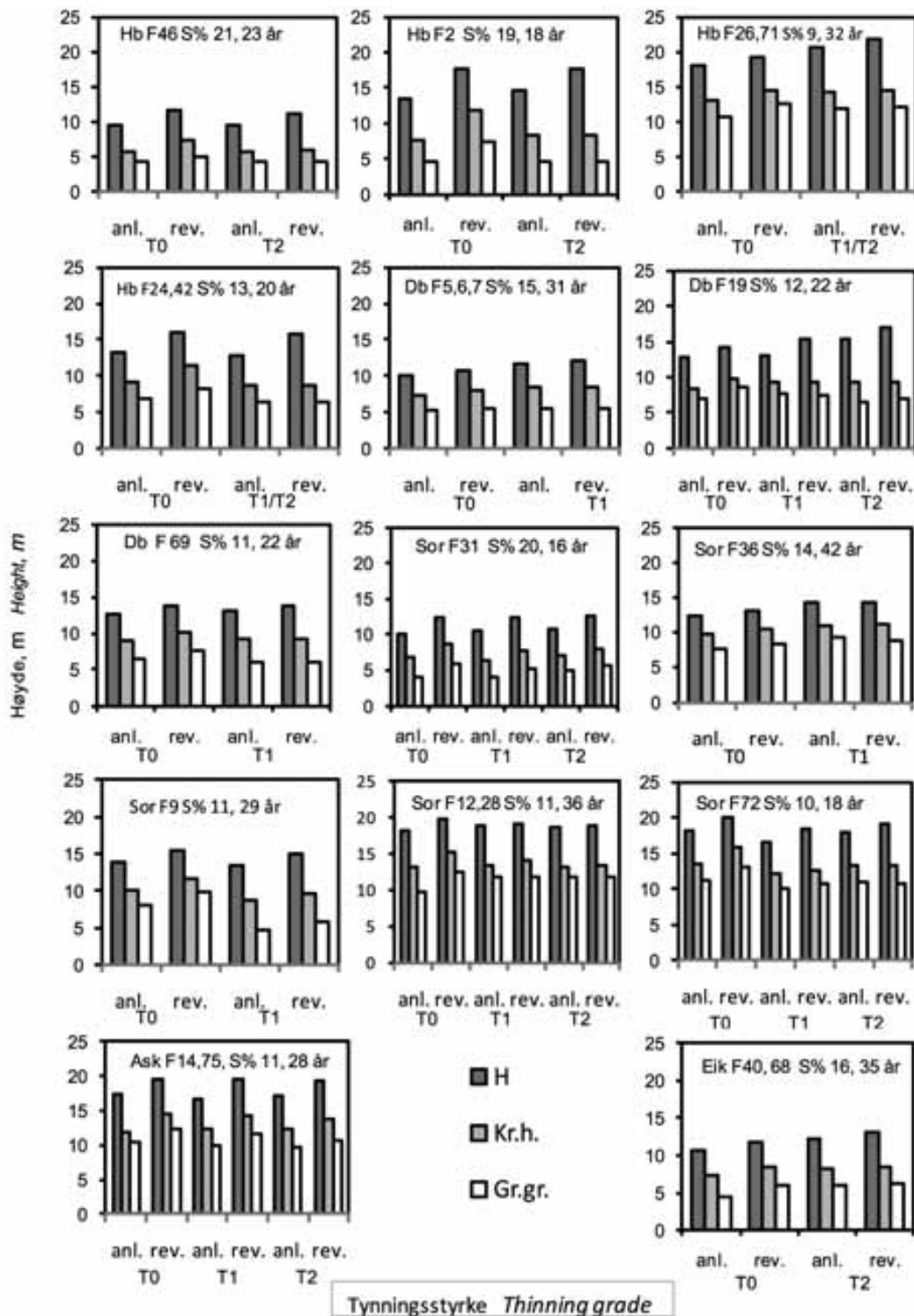
Innen hver rute er det for prøvetrærne beregnet gjennomsnittlig høyde, kronehøyde og høyde til første grønne grein. For stammeseksjonene 0–3 og 3–6 meter beregnet vi for hver rute gjennomsnittlig antall prøvetrær med tørrkvist i prosent av totalt antall prøvetrær, og gjennomsnittlig antall tørrkvist hos trærne med tørrkvist. Det ble også beregnet gjennomsnittlig høyde til den første tørrkvisten og gjennomsnittsdiameteren av den grovste per tre. På tilsvarende måte som for tørrkvist beregnet vi prosent trær med levende og døde vannris og antall vannris.

Bestandshistorikk og bestandsmiljø var svært avgjørende for utviklingen av de parameterne vi registrerte. Vi måtte derfor splitte opp materialet i flere undergrupper. Derved ble materialet i de fleste sammenhenger for lite til omfattende statistiske analyser. Der materialet tålte det, utførte vi parvis sammenligninger ved hjelp av Students t-test og korrelasjonsberegninger, lineære og ikke-lineære, med de enkelte træs brysthøydiameterer ved anlegg som uavhengig variabel og andre registrerte egenskaper som avhengige. Beregningene er utført i Microsoft Excel.

## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

### 4.1. Trehøyde og kroneutvikling

Figur 1 viser middelverdier for trehøyde, kronehøyde og høyde til første grønne grein for enkeltflater eller grupper av flater med tilnærmet samme utgangstilstand.



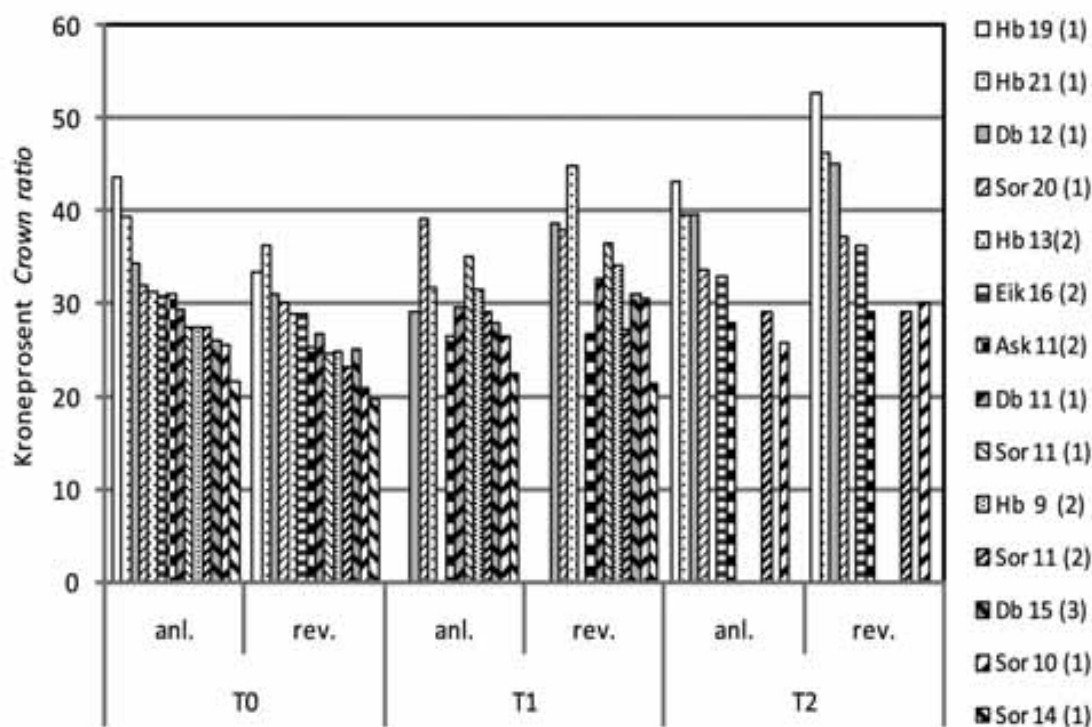
Figur 1. Gjennomsnittlig trehøyde (H), kronehøyde (Kr.h.) og høyde til første grønne grein (Gr.gr.) i meter ved anlegg (anl.) og revisjon (rev.) for ruter med forskjellig tynningsstyrke (T0, T1, T2). Treslag, flatenummer (F) og tetthet (S %) angis i hver delfigur.

Figure 1. Mean tree height (H), crown height (Kr.h), and height to green branch (Gr.gr.) in meter at the time of establishment (anl.) and revision (rev.) for sub-plots with different thinning grades (T0, T1, T2). Tree species code, plot numbers (F), and density (S %) are indicated in each sub-figure.

På kontrollruter innen hver delfigur har trehøyde, kronehøyde og høyde til første grønne grein økt mellom 1,5 m og ca 3 m i perioden fra anlegg til revisjon. Kronelengdene forble dermed omtrent uendret. Tynningsforsøk i bjørk, gran, furu (Braastad 1967, 1975, 1980) og osp (Opdahl 1992) viser at høydeveksten er uavhengig av tynningsstyrke. På de eldste svartorflatene våre med stor tetthet på anleggstidspunktet, var høydetilveksten mindre der det var tynnet sterkt (Haveraaen et al. 2009). Dette samsvarer godt med det Korsun (1966), Schober (1987) og Lockow (1995) fant etter tynning av svartor i Mellom-Europa. For tynnete ruter er kronehøyde og høyden til levende grein med få unntak nesten uendret fra anlegg til revisjon. Unntakene

finnes hos ask og hos et ungt svartorbestand (F31) med lav tetthet før tynning, S % 20. T1 var der et meget svakt inngrep. Ellers har tynningen gjennomgående stoppet kvistavdødingen og ført til videre kroner.

I Figur 2 vises kronelengden i prosent av trehøyden ved anlegg og revisjon for enkeltflater og grupper av flater. Materialet er ordnet med grunnlag i kroneprosenten på kontrollrutene ved anlegg. En framstilling der flatenes rekkefølge var basert på S % på kontrollrutene ved anlegg, ga ikke store endringer. Begge er i stor grad påvirket av bestandshistorikken.



Figur 2. Kroneprosent for ulike tynningsstyrker ved anlegg og revisjon; gjennomsnittsverdier for enkeltflater eller grupper av flater med tilnærmet samme S %. Skalaen på høyre side viser treslagskoder, S % og antall flater. Grupperingen er basert på kroneprosent for T0 ved anlegg.

Figure 2. Crown ratio for different thinning grades at establishment and at revision; average values for single plots or groups of plots with similar S %. The scale at right side indicates tree codes, S %, and no. of plots. The grouping is based on crown ratio for T0 at establishment.

Når høydevekst og avdøding av grønn krone er like store, går kroneprosenten ned fordi kronelengden beregnes i prosent av et lengre tre. Hvis kronehøyden ikke endres, blir kroneprosenten større fordi trærne vokser i lengden. Ved noe avdøding og litt sterkere høydevekst, kan kroneprosenten forbli den samme. Figur 2 viser eksempler på alle kombinasjoner.

De relativt høye kroneprosentene ved anlegg for hengebjørk S % 19 (F2) og S % 21 (F46) hadde sammenheng med at feltene ble sterkt avstandsregulert noen år tidligere. Det var liten oppkvisting fram til etableringen av forsøkene, men i forsøksperioden var den påfallende på T0 og fraværende på T2. F46 hadde betydelig dårligere bonitet enn F2. På de fleste kontrollrutene var kronelengdene ved

revisjonen stort sett uendret fra anlegg, men på grunn av større trehøyder ble de relative kronelengdene alltid noe mindre. Flere svakt tynnete svartor-ruter og ask hadde omtrent samme kroneprosent ved revisjon som ved anlegg. Der kompenserte høydetilveksten tilnærmet for oppkvistingen. På alle sterkt tynnete ruter økte kroneprosenten i perioden, mest for hengebjørk. Der stoppet oppkvistingen, men høydeveksten var god. Hos svartor stoppet også oppkvistingen på de eldste rutene, men høydeveksten var mindre enn på kontrollrutene, jfr. Haveraaen et al. (2009). På det yngste svartorfeltet, S % 20, hadde skogeieren fjernet mange småtrær i 1994. Vitaliteten var god og kronedekket var i ferd med å lukke seg på etableringstidspunktet. Derfor ble det også her noe oppkvisting i perioden, men likevel økte kroneprosenten. Hos ask var høydeveksten god, men oppkvistingen fortsatte i redusert tempo. Kroneprosenten økte svakt. Ask er meget lyskrevende når den er kommet over ungdomssta-diet (Møller 1965, Almgren et al. 1986).

I flere lærebøker og veiledningshefter om skjøtsel av lauvtrebestand for produksjon av kvalitetstømmer anbefales en kronelengde på ca 50 % av trehøyden, med variasjon i periodene mellom tynningene (Institutt for skogskjøtsel 1983; Børset 1986; Almgren et al. 1984; Almgren 1990; Braastad et al. 1993; Frivold 1994). Med få unntak kreves det tynninger og mange år før trekronene på forsøksflatene våre oppnår denne kronelengden. Til tross for liten kroneprosent økte imidlertid diametertilveksten hos gjensatte trær etter tynning; raskest der kroneprosenten var høyest (Haveraaen & Sandnes 2007).

I Tabell 2 vises gjennomsnittlige kroneprosentene ved anlegg og revisjon samlet for 21 flater og for tre undergrupper. Kroneprosentene ved anlegg og revisjon for de tre tynningsstyrkene er parvis testet mot hverandre ved Students t-test. P-verdiene er også ført opp i Tabell 2.

Tabell 2. Gjennomsnittlig kroneprosent ved anlegg og revisjon samlet for hele materialet og for tre undergrupper. Grupperingen er basert på kroneprosent for T0 ved anlegg. P-verdiene (t-test) i høyre del av tabellen. Signifikante forskjeller ( $P < 0,05$ ) er merket med stjerne, \*.

Table 2. Mean crown per cent at establishment and at revision, jointly for all plots and for three sub-groups. The grouping is based on crown ratio for T0 at establishment. P-values (t-test) for the same groups are shown in the right part of the table. Significant differences ( $P < 0.05$ ) are marked with star, \*.

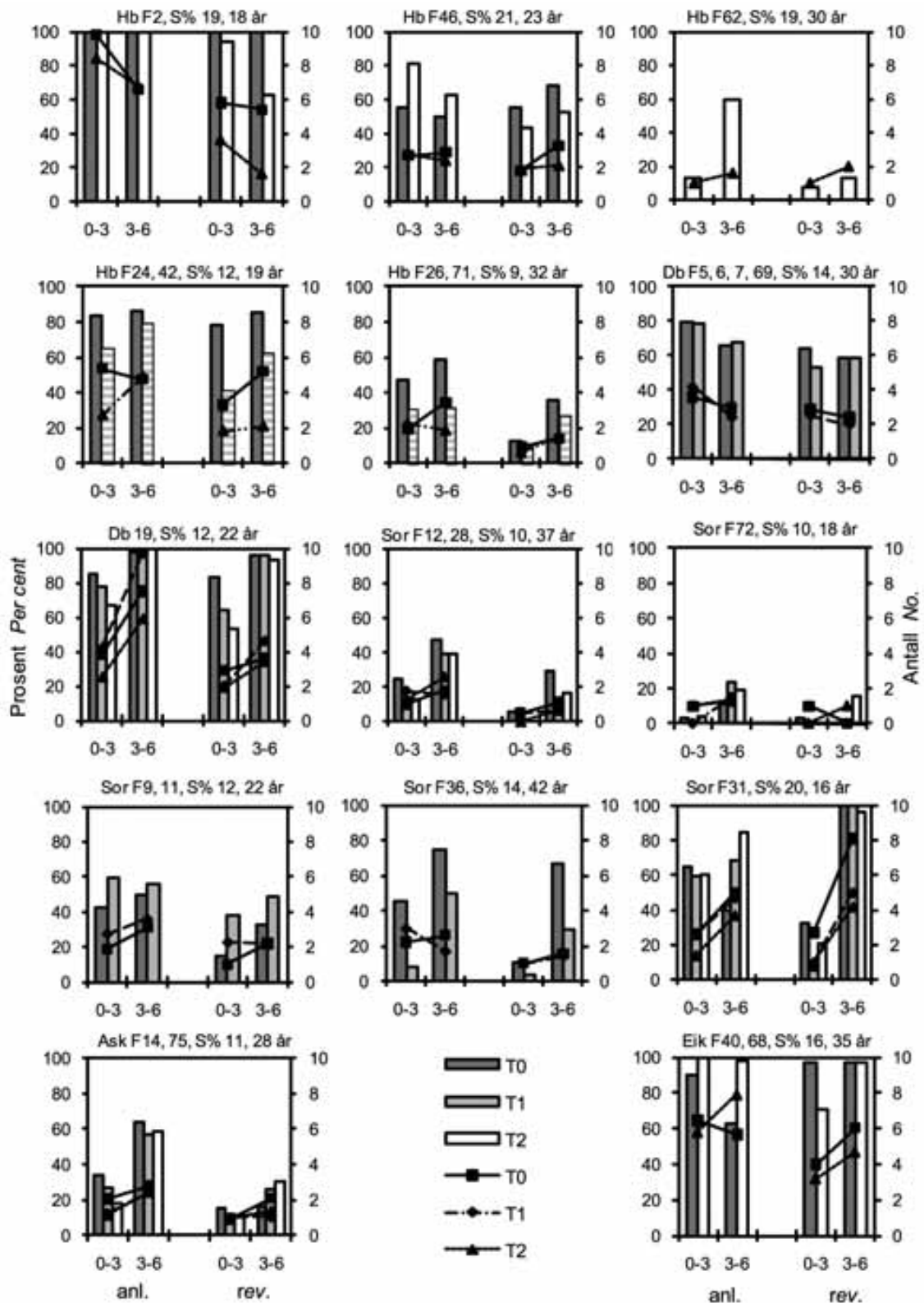
Krone % Crown r.	Kroneprosent Crown ratio									P-verdier P-values		
	T0			T1			T2			anl. vs. rev. anl. vs. rev.		
	anl.	rev.	ant.	anl.	rev.	ant.	anl.	rev.	ant.	T0	T1	T2
34–44	38	33	4	29	39	1	39	45	4	0,0816		0,0389*
29–33	30	27	8	30	33	6	32	36	5	0,0017*	0,3131	0,3383
21–28	26	23	9	29	30	8	29	31	4	0,0413*	0,2589	0,1739
21–44	30	27	21	29	32	15	33	37	13	0,0002*	0,0265*	0,0027*

Tabellen viser at kroneprosenten på kontrollrutene er lavere ved revisjonen enn ved anlegg for hele materialet (21 flater) og for de tre gruppene. Der det er tynnet, er forholdet motsatt. Størst endring fram til revisjonen skjer på ruter med de høyeste kroneprosentene ved anlegg. De statistiske beregningene viser signifikante verdier for hele materialet, men svakere sammenheng for de enkelte gruppene; særlig for tynnete ruter hvor antallet er lavest.

## 4.2. Tørrkvist

Etter hvert som trær i bestand vokser i høyde og kronene i bredde, øker konkurransen mellom de enkelte trærne. Veksten og vitaliteten til de nederste greinene avtar før de dør. I meget glisne bestand foregår det ikke kvistavdøding.

Figur 3 viser forekomsten av tørrkvist ved anlegg og revisjon for enkeltflater eller grupper av flater med relativt stor likhet i tetthet, alder, bonitet og bestandshistorikk.



(Figur 3. Søylene viser prosentandelen trær med tørrkvist for ulike tynningsstyrker (T0, T1, T2, T1/T2, symbolene vises i nederste rad) i stammeseksjonene 0–3 og 3–6 m ved anlegg og revisjon; venstre skala. Strekene viser på tilsvarende måte gjennomsnittlig antall tørrkvist per seksjon; høyre skala. Teksten over hver delfigur angir treslagskode, flatenummer, S % og alder.

Figure 3. The columns show the percentage of trees with dead branches for the different thinning grades (T0, T1, T2, T1/T2, the symbols are shown in the owest row) in the stem sections 0–3 and 3–6 m at establishment (anl.) and at revision (rev.); left scale. The lines show correspondingly the average number of dead branches in each section; right column. The text above each sub-figure indicates tree species code, plot number, S %, and age.

De tre delfigurene med hengebjørk i øverste rad har tilnærmet samme S %, men alder/trehøyde (bonitet) og bestandshistorie er forskjellig. Flate F2 hadde meget høy bonitet. Treantallet var redusert fra ca 3000 trær til ca 1200 per hektar ved brysthøydealder 11 år, syv år før forsøket ble anlagt. Økt lystilgang for de gjenstående trærne førte til at oppkvistingen stoppet nesten helt opp, og kronelengden økte omtrent like mye som høydeveksten. På tynningstidspunktet var overhøyden ca 15 m, og det var fortsatt en del levende greiner i seksjonen 3–6 m. Alle trærne hadde tørrkvist; i gjennomsnitt 8–10 i seksjon 0–3 m. Middeldiameteren av største tørrkvist per tre ved anlegg var 15 mm i seksjon 0–3 m og 17 mm i 3–6 m. Etter hvert som avdødingen av greiner beveget seg oppover på stammene på kontrollruta, økte antall tørrkvist i øvre del; i mange tilfeller høyere enn 6 m. På den tynnete ruta ble det ingen heving av nivået til grønne greiner, og dermed heller ingen ny tilgang på tørrkvist. En viss kvistrensing har skjedd nedenfra på begge rutene; fortrinnsvis blant kvist med den minste diameteren. Færre trær med tørrkvist og færre tørrkvist per tre på sterkt tynnet rute enn på kontrollen, kan skyldes at kronene til de felte trærne brakk eller subbet av tørrkvist på de gjenstående. Korte kviststubber kan så ha blitt overvokst. Kroneprosenten var relativt høy på F2. Gjennomsnittlig årringbredde hos herskende trær på rute T2 i perioden etter tynning var ca 4 mm (Haveraaen & Sandnes 2007).

Flate F46 med hengebjørk hadde lav bonitet. Treantallet ble tre år før anlegg redusert fra ca 7000 per hektar til om lag 2100. Ved anlegg var overhøyden vel 10 m og gjennomsnittlig største kvistdiameter 12 mm i begge seksjoner. Både ved anlegg og revisjon hadde alle trærne levende kvister i seksjonen 3–6 m, noen også i 0–3 m. Hos T0 har antall trær med tørrkvist endret seg lite i seksjon 0–3 m i forsøksperioden. Noen tørrkvister har falt av hos enkelte trær, og noen levende har blitt tørre. I seksjon 3–6 m har antallet økt fordi kvistavdødingen har begynt hos nye trær. Etter tynning stoppet kvistavdødingen hos T2. I perioden har flere trær blitt fri for tørrkvist; mest i den nederste seksjonen fordi det er der kvistene har vært tørre i flest år. På begge ruter vil det bli både tilgang og avgang av tørrkvister i flere år framover.

Hengebjørkflate F62 hadde middels høy bonitet. Treantallet ble seks år før forsøksstart redusert fra ca 4000 til ca 800 per hektar. Ved anlegg var overhøyden ca 18 m og ingen trær hadde levende greiner i noen av seksjonene. Antall trær med tørrkvist var betydelig i seksjon 3–6 m, men antall tørrkvist

per tre var lavt i begge. Ved revisjonen var det nesten ikke tørrkvist igjen. Meget stor tetthet til brysthøydealder 24 år har gitt svært gunstig utvikling med hensyn på tørrkvistregimet; kvist med liten diameter. I tillegg har det sikkert skjedd kvistrensing under «ungskogpleien». Mange lærebøker og publikasjoner om bjørk omtaler faren for snøbrekk-skader i tette bjørkebestand (Børset 1986, Institutt for skogskjøtsel 1977, Almgren 1990). I forsømte bjørkebestand med liten risiko for snøskader skriver Almgren (1990) at ved overhøyde 7–10 m kan treantallet reduseres til ca 1600 stammer i én omgang. Inngrepet på F62 i 1992 var absolutt risikofyllt, men ingen skader oppstod. På de resterende to delfigurer med hengebjørk i Figur 3 er tynningsrutene representert med gjennomsnittsverdier for T1 og T2. Litt hogstaktivitet var tidligere utført på rutene i den første delfiguren. De eldste flatene har mindre tørrkvist enn de yngste. Tørrkvistverdiene har også avtatt noe i forsøksperioden.

Når bestandsegenskaper og bestandshistorikk er like for hengebjørk og dunbjørk, synes tørrkvistparameterne for de to treslagene å utvikle seg nokså likt.

I Figur 3 er de to første delfigurene med svartor fra Østlandet; de tre neste fra Vestlandet. Gjennomsnittsdiameteren hos de groveste tørrkvistene på Østlandsflatene er 10–15 mm og på Vestlandet 20–25 mm. Ulik tetthet og bestandshistorikk forklarer mye av forskjellene. Kvistrensingen på Østlandsflatene er spesiell god; lav andel trær med tørrkvist og få tørrkvister. Ved anlegg var tettheten stor; S % 10 i begge delfigurer. I den første figuren var imidlertid utgangstettheten mer åpen (mange år siden). De relativt høye kolonneverdiene for seksjon 3–6 m ved anlegg skyldes betydelig seinere avdøding enn hos den andre delfiguren med F72; til tross for høyere alder hos den første. Ved revisjonen seks år seinere viser verdiene i begge delfigurene at kvistrensingen er nær fullstendig. Den første delfiguren på Vestlandet, gjennomsnitt av F9 og F11, hadde S % 11 ved anlegg. Spesielt på tynningsrutene hadde flere trær levende greiner i seksjon 3–6 m. Ca halvparten av trærne hadde tørrkvist; noen av dem ganske grove. Antall tørrkvist var mellom to og fire. På kontrollruta var det ikke tilgang på nye tørrkvister i seksjon 0–3 m, og derfor gikk verdiene kraftig ned i løpet av forsøksperioden. I seksjon 3–6 m var det både tilgang og avgang i kontrollruta, mens det i tynnete ruter nesten bare var avgang, minst i den øverste seksjonen. I ung alder var F36 relativt glissen. Ved anlegg mange år seinere var brysthøydealderen 42 år og S % 14. Kvistene ble

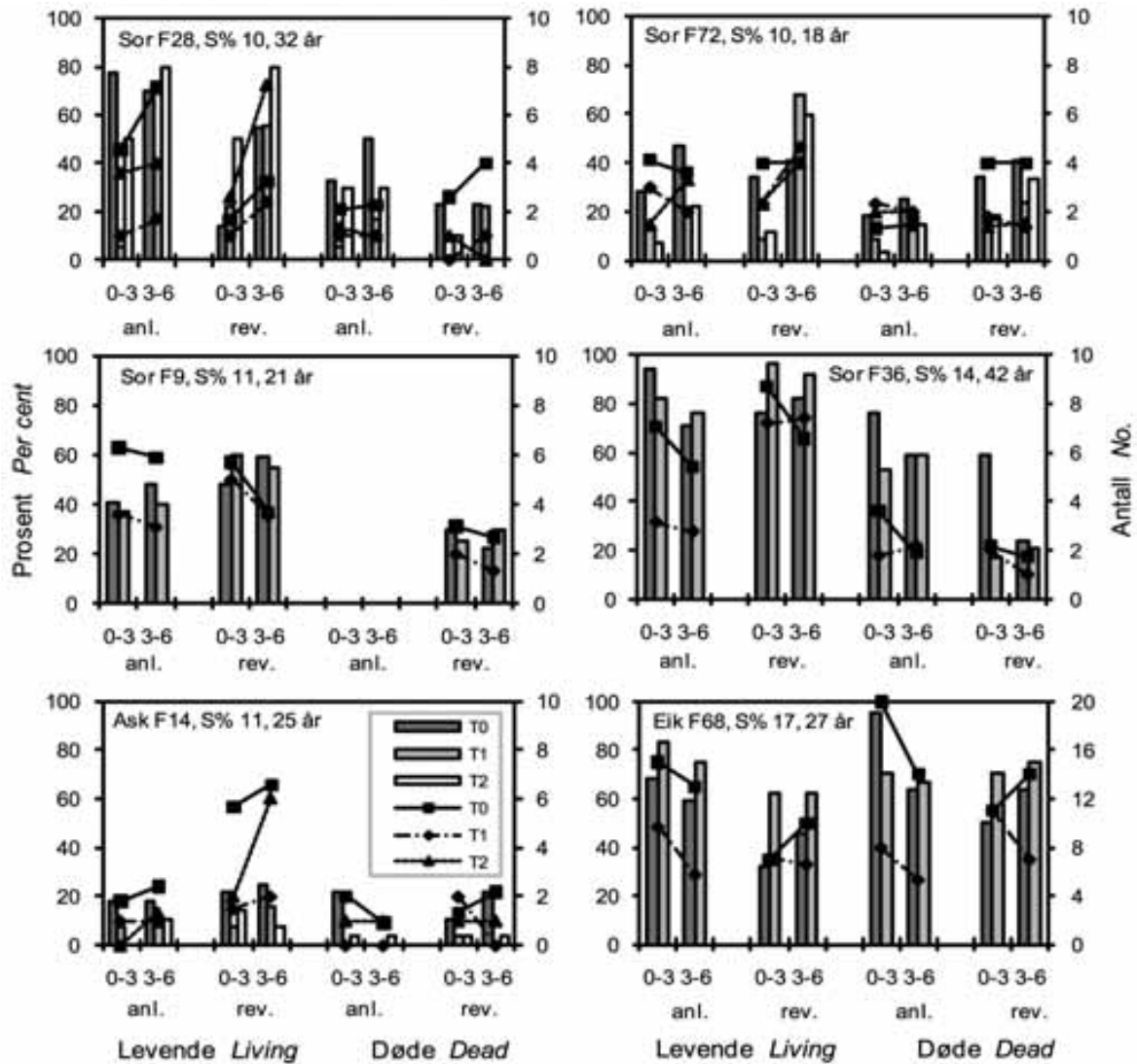
relativt grove før de døde. I forsøksperioden var kvistrensingen god i seksjon 0–3 m. Fordi det ved anlegg var grønne kvister i den øverste seksjonen, ble det både tilgang og avgang av tørrkvist i kontrollruta. I tynningsruta var det bare avgang. Mange av de tørre kvistene i seksjon 3–6 m har vært døde i for få år til at kvistrensingsprosessen kunne fullføres. F31 hadde ved anlegg ca 2400 trær per hektar, overhøyde 10 m og brysthøydealder 16 år. Selv om mange småtrær var blitt fjernet fire år tidligere, var det stor diameterspredning. Det fantes tørre greiner med diameter over 30 mm i begge stammeseksjonene. Ved anlegg hadde ca 60 % av trærne tørrkvist i den nederste seksjonen der flere også hadde grønne greiner. Trær med grønne greiner i seksjon 0–3 m ble ikke registrert med tørrkvist i seksjon 3–6 m. Ett år før revisjonen hadde skogeieren fjernet de fleste grove og tørre kvistene i seksjonen 0–3 m. Avdøding av grønne kvister i seksjon 3–6 m førte til at nesten alle trærne hadde tørrkvist ved revisjonen. Antallet per tre var klart høyest på kontrollruta.

De to askeflatene hadde forskjellig treantall fram til anlegg. Hos det tetteste var gjennomsnittlig diameter for groveste tørrkvist ca 20 mm; hos det mest åpne ca 30 mm. Bare unntaksvis var det grønne greiner lavere enn seks meter ved anlegg. Kvistrensingen før anlegg har gått raskt. Prosentandelen trær med tørrkvist var ca 30 % lavere i den nederste seksjonen enn i den øverste. Tre meters forskjell utgjør fem til seks års høydevekst. Forskjellene mellom verdiene ved anlegg og revisjon er resultat av seks års utvikling. Antall tørrkvist ved anlegg og revisjon er i gjennomsnitt én til tre per seksjon. Dette viser at kvist med liten diameter faller av ganske umiddelbart etter at de dør.

Gjennomsnittstallene for de to eikeflatene viser spesielt høye verdier for prosent trær med tørrkvist. Den ene flata var 27 år i brysthøyde, mens det andre var 42 år. S % ved anlegg var 16, men flatene var relativt mer glisne tidligere. Dette ga greinene muligheter for å leve i mange år. Gjennomsnittlig groveste kvistdiameter lå mellom 20 og 25 mm i begge stammeseksjonene. Mens andelen trær med tørrkvist var omtrent den samme på begge flatene, hadde den yngste omtrent dobbelt så mange tørre kvister som den eldste. Det er mer diameterne til tørrkvistene enn antall tørrkvister som avgjør om eller når en stammedel skal bli kvistfri.

### 4.3. Vannris

Figur 4 viser eksempler på hvordan antall levende og døde vannris endres fra anlegg til revisjon på flater med svartor, ask og eik. Alle treslagene hadde levende og døde vannris før tynning. På enkelte flater hadde nær 100 % av trærne levende vannris. Gjennomsnittlig antall vannris for disse flatene i tre meters stammeseksjoner var for svartor opp mot 10, for eik ca 15. Det er altså ingen betingelse for vannrisdannelse at det er utført sterke hogsttinnegrep. Wignall et al. (1987) og Wignall & Browning (1988) skriver at mye er uklart når det gjelder dannelse av vannris. Lyset er ikke den avgjørende faktor slik det ble antatt tidligere. Prosentandelen trær med døde vannris og antallet per seksjon viser at betingelsene for vannrisdannelse og avdøding av vannris har vært til stede gjennom lang tid.



Figur 4. Søyene viser prosentandelen trær med levende og døde vannris for de ulike tynningsstyrker (T0, T1, T2) i stammeseksjonene 0–3 og 3–6 m ved anlegg og revisjon; venstre skala. Strekene viser på tilsvarende måte gjennomsnittlig antall vannris per seksjon; høyre skala. Teksten i hver delfigur angir treslagskode, flatenummer, S % og alder.

Figure 4. The columns show the percentage of trees with living and dead epicormic shoots for the different thinning grades (T0, T1, T2) in the stem sections 0–3 and 3–6 m at establishment (anl.) and revision (rev.); left scale. The lines show correspondingly the average number of epicormic shoots in each section; right column. The text in each sub-figure indicates tree species code, plot number, S %, and age.

Ved anlegg besto flate 28 av mange lauvtreslag der svartor utgjorde ca 60 % av treantallet. Resten var dominert av ask og bjørk. Tettheten var stor, S % 10, og alderen på prøvetrærne 32 år i brysthøyde. Prosentandelen svartor med levende vannris i seksjon 0–3 m var nær 80 % på kontrollruta og betydelig lavere på tynningsrutene; særlig på T1. I utynnete bestand er vannris mest utbredt blant de minste dimensjonene (Se Figur 5). Rutestørrelsen på F28 var liten. Derfor ble alle stående trær på T1 og T2 etter tynning i 1998 prøvetrær både ved anlegg og revisjon. Dette var i regelen de groveste trærne på rutene. På kontrollruta inngikk også prøvetrær fra

lavere diameterklasser. Middeldiameteren hos T1 før tynning var klart mindre enn hos T2, men klart større etter tynning. De gjenstående trærne hos T1 kunne dermed være i bedre fysiologisk balanse. I seksjon 3–6 m var andelen vannris også høy, men forskjellen mellom rutene var mindre. Etter tynning fikk F28 et ujevnt underbestand av ask med høyde 1–3 m på tynningsrutene. På kontrollruta døde de fleste levende vannrisene i seksjonen 0–3 m i forsøksperioden. En kunne forvente at nye vannris ville ha etablert seg, men avgangen var i alle fall betydelig større enn tilgangen. Både andelen trær med vannris og antall vannris per tre avtok også noe



i seksjon 3–6 m. På de tynnete rutene i begge seksjoner ble endringene små. Mer lys nedover stammene bedret mulighetene for overlevelse, men trolig ikke nydanning av vannris. Færre døde vannris ved revisjonen viser at det har foregått kvistrensing i løpet av forsøksperioden.

Trærne på svartor flate F72 var 18 år og hadde stor tetthet. Delfiguren viser hverken endring av andelen trær med vannris eller antall vannris per tre i seksjon 0–3 m i forsøksperioden. Derimot vises en betydelig økning i seksjon 3–6 m i de tynnete rutene. Bråthen (2003) registrerte vannrisantallet på dette feltet to år før vår revisjon, og han fant omtrent det samme antallet også videre oppover stammene. I busksjiktet var det rikelig med rødhyll, ask og alm ved anlegg. Særlig almen vokste raskt i høyden og var ved revisjonen fem til seks meter høy. På tynningsrutene ga de stor horisontal dekning. Alm er på grunn av sin evne til å tåle halvskygge godt egnet som bestand under svartor og andre mer lyskrevende arter (Frivold 1994). Registrering av vannrisutbredelsen i én meters seksjoner ved revisjonen viste sterk økning fra seksjon 2–3 m og opp til seks meter på alle rutene. Underbestandet er en viktig årsak til de lave verdier for levende vannris i seksjon 0–3 m. Antall levende vannris vil avta høyere oppe på stammene etter hvert som underbestandet vokser i høyden. Det er nettoendringen vi har registrert. Både levende vannris på anleggstidspunktet og nye etter tynning kan ha dødd i perioden fram til revisjonen i takt med utviklingen av underbestandet. Søylen for døde vannris viser en liten økning i forsøksperioden. Dette betyr at tilgangen på døde vannris har vært større enn avgangen; kvistrensingen.

Svartorflata F9 hadde stor tetthet, S % 11, og trærnes brysthøydealder var 21 år ved etablering. Flata hverken hadde eller fikk undervegetasjon av busker og trær, og levende vannris var jevnt utviklet langs hele stammen; ca 40 % av trærne i begge seksjoner ved anlegg og en økning til 50–60 % ved revisjonen. Det ble ikke foretatt registrering av døde vannris ved anlegg. Verdiene for døde vannris ved revisjonen var 20–30 %, og antallet per tre var lavere enn antall levende.

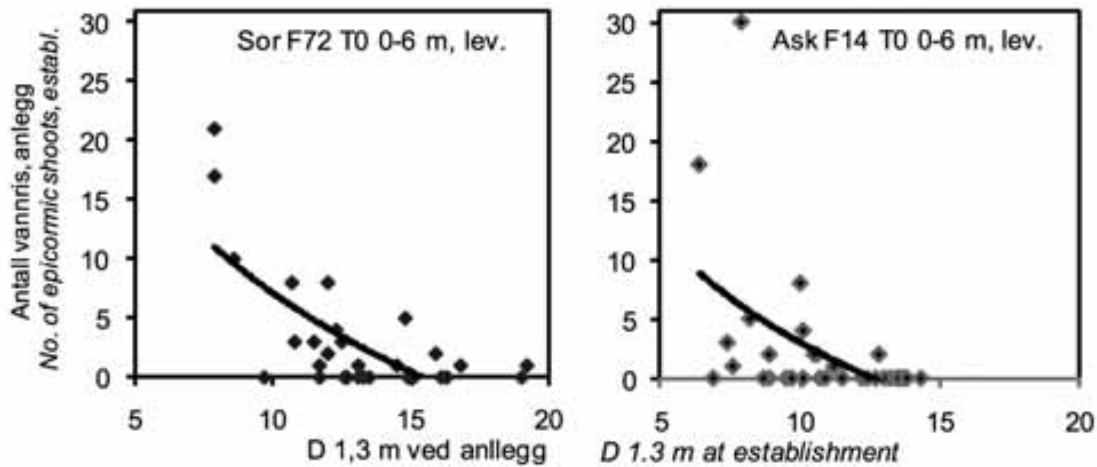
Ved anlegg hadde svartorflata F36 S % 14 og alder 42 år. Uavhengig av behandlingen var andelen trær med levende vannris mellom 70 og 100 % i begge seksjoner både ved anlegg og revisjon. Antallet vannris per tre var høyt på rute T0 både ved anlegg og revisjon, og økte til samme verdi på T1 ved revi-

sjonen. Både andelen trær med døde vannris og antallet per tre avtok i løpet av forsøksperioden.

Delfiguren for ask viser at også dette treslaget kan danne vannris, men andelen trær med vannris og antall vannris er lavt. Noen få trær på T0 skiller seg ut fra de andre og hever verdiene. Resultatene våre samsvarer godt med Almgren et al. (1984) som skriver i boka om Ådellövskog at ask har liten evne til å sette vannris. Dette er for øvrig en vanlig erfaring.

Delfiguren for eik viser høy prosentandel trær med levende og døde vannris både ved anlegg og revisjon, uavhengig av behandlingen. Antallet per tre er også høyt. Dette tyder på at vannrisregimet er i en kontinuerlig prosess; nye vannris utvikles, andre dør og døde faller av. Dette støttes av Kerr & Harmer (2001) som på kontrollruter i et kvistingsforsøk fant varierende antall nye vannris fra år til år, men også avgang. På andre ruter ble vannris fjernet til forskjellig tid gjennom året. Uavhengig av årstida ble effekten av kvistingen bare kortvarig. Almgren et al. (1984) framhever eikas sterke evne til å sette vannris etter tynning. Det samme gjør Risdal et al. (2004). De skriver også at reduksjon av den grønne krona gjennom beskjæring av friske greiner og angrep av eikevikler og frostmåler også kan fremme vannrisdannelse.

Flere delfigurer i Figur 4 viser på anleggstidspunktet høyere antall trær med levende vannris og flere vannris per tre på kontrollrutene enn på de ruter som ble tynnet. Noe av forklaringen til dette kan ligge i utvelgelsen av prøvetrærne (Se kapitlet Materiale og metode). For kontrollrute svartorflata F72 og askeflata F14 er det beregnet sammenhengen mellom trærnes diameter ved anlegg og antall levende og døde vannris i seksjonene 0–3 m, 3–6 m og samlet for 0–6 m. Treantallet var 32 i begge ruter. Figur 5 viser resultatet for seksjonen 0–6 m.

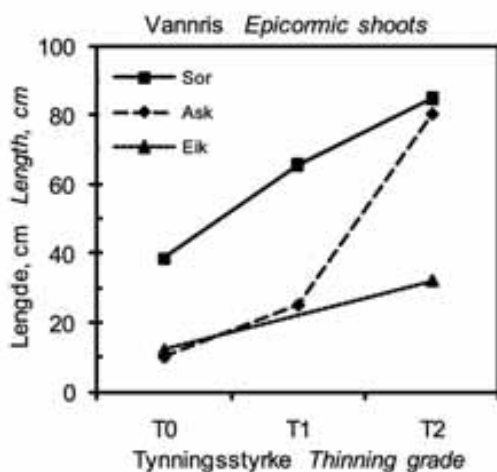


Figur 5. Sammenhengen mellom antall levende vannris i kontrollrute (T0), seksjon 0–6 m og trærnes diameter ved anlegg for flatene F72 og F14.

Figure 5. The relationship between number of living epicormic shoots at control plots (T0) in section 0–6 m and the diameter of the trees at establishment for the plots F72 and F14.

Sammenhengen var signifikant på 5 % nivået for hver av de to seksjonene og for summen; F72 0–6 m,  $r=0,72$  og F14 0–6 m,  $r=0,479$ . Sammenhengen var ikke signifikant for døde vannris. På F14 hadde fem av de minste trærne på kontrollruta tørr topp. Alle hadde mange vannris, men disse trærne er ikke med i Figur 5 og 6. Dette er den samme tendensen som Almgren et al. (1984) skriver om for eik.

For de ulike tynningsstyrker er det beregnet gjennomsnittlig lengde av vannrisene hos svartor, ask og eik ved revisjonen, Figur 6.



Figur 6. Gjennomsnittlig lengden av vannris hos svartor, ask og eik ved revisjon.

Figure 6. The mean length of epicormic shoots for *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, and *Quercus spp.* at revision.

Lengden øker med tynningsstyrken. Økt lengdevekst betyr større vitalitet og grovere vannris. Hvis vannrisene også lever i flere år etter tynning enn på kontrollrutene, blir de ytterligere grovere før de dør. Grove og døde vannris blir sittende på stammene i flere år enn tynne.

## 5. KONKLUSJON

Prispenningen mellom sortimentene er viktig. For lauvtrær har dimensjonene og mengden av levende og død kvist spesielt stor betydning (se oppstillingen under Innledning). Vi veit at stammekvisting og gjentatt fjerning av vannris gir kvistfritt virke. I denne undersøkelsen ønsket vi å se nærmere på hva som skjer med kvistregimet når vi ikke utfører slike hjelpetiltak.

Materialet er begrenset i omfang, og resultatene varierer noe mellom flatene. Konklusjonene er derfor ikke allmenngyldige. På flater med stor tetthet (lav S %) fortsatte oppkvistingen, og kroneprosenten ble stadig mindre. Dette påvirket i liten grad høydeveksten, men diameterveksten avtok. Alle treslagene måtte ha høyt treantall i ungskogperioden for å få en reell oppkvisting mens stammediameteren ennå var liten. De levende greinene må dø før de blir grove, og de døde må falle raskt og fullstendig av. Derfor må eventuelle hogstingrepp; ungskogpleie og tynninger; være så svake at de naturlige kvistrensingsprosessene kan fullføres opp til ønsket stammelengde mens stammediameteren fortsatt er liten, fortrinnsvis mindre enn 8 cm. Etter

dette kan tynningstyrken økes. Tørre kviststubber som blir innvokst i stammeveden, gir svartkvist i trevirket som dermed får redusert anvendelse og pris. Forsøkene indikerte at ask og svartor hadde færre trær med tørrkvist, færre tørrkvist per tre og felte tørrkvist raskere og mer fullstendig enn bjørk og eik under ellers like forhold.

Vi fant at svartor og eik hadde utviklet mye vannris; også i tette og urørte bestand. Under slike forhold var det flest vannris blant de minste tredimensjonene. På enkelte flater økte mengden vannris etter tynning, mens det på andre ble liten forskjell. Vi registrerte også et begrenset antall vannris hos ask, særlig blant smådimensjonene. Dette observerte vi også hos dunbjørk. Forskningslitteratur viser at dannelse av vannrisknopper, bryting av disse og avdøding er en kontinuerlig prosess der flere miljøfaktorer spiller inn. Det synes å være genetiske forskjeller mellom trær i samme bestand. En vanlig oppfatning er at mengden vannris øker etter tynning, sterk beskjæring og insektangrep. Etter tynning kommer det mer lys på stammene. Vi fant at vannris ble lengre og mer vitale etter tynning. De vil dø når lystilgangen blir liten. Det ble sterk avdøding der det utviklet seg et tett underbestand. Felling av døde vannris har stor likhet med felling av tørrkvist.

400 kvalitativt gode trær per hektar er tilstrekkelig for verdifull produksjon når trærne er noenlunde jevnt fordelt. Antallet er nok til siste tynning og sluttavvirkningen. Det er derfor liten grunn til å tilstrebe god kvistrensing av alle tærne. For å få store dimensjoner innen rimelig tid, må sterke tynninger gjennomføres så snart kvistrensingen er tilfredsstillende. I praktisk skogbruk kan det være aktuelt å påskynde prosessen ved bruk av stammekvisting.

## 6. SUMMARY

Crown development, occurrence and number of dead branches and living and dead epicormic shoots were studied on sample trees from research plots with *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, and *Quercus spp.* The majority of the research plots had relatively young stands and had at the time of establishment high stand density (low S %), Table 1. The plots consisted of two or three sub-plots; one control plot (T0), and one or two sub-plots which were thinned lightly (T1) and/or heavily (T2). At the establishment and at the revision six years later, we measured tree height, crown height, and height to the lowest green branch. Dead branches were recorded on the stem

sections 0–3 and 3–6 meters above stump of all tree species, and in addition living and dead epicormic shoots on *Alnus*, *Fraxinus* and *Quercus*. For each sub-plot we calculated mean values of the above mentioned parameters, crown length in per cent of tree height, and number of trees with dead branches and epicormic shoots in per cent of the number of sample trees.

On most research plots the crown length at the establishment ranged between 25 and 35 % of tree height; which mean small crowns. The height increment of *Betula*, *Fraxinus* and *Quercus* was nearly independent of thinning regime. However, heavy thinning of dense middle-aged sub-plots with *Alnus* led to reduced height increment compared to control plots. Independent of tree species the development of new dead branches stopped after thinning, while it continued on the control sub-plots. On sub-plots with high stand density from young age, the branches died while still having small diameters. *Alnus* and *Fraxinus* shed dead, thin branches relatively quickly and completely. In *Betula* short and dead branch knots often remained visible for several years. Such remainders will be over-grown by new stem wood. The self pruning was poor on the *Quercus* plots.

*Alnus* and *Quercus* quite easily develop epicormic shoots. In our experiment on some plots with *Alnus* and *Quercus* 80 per cent of the trees had living epicormic shoots at establishment. The mean number of shoots was about 10 in each of the stem sections 0–3 and 3–6 meters. Also the amount of dead epicormic shoots was high. At revision the amount of epicormic shoots had increased on some plots compared to control plots. On others the numbers were nearly independent of thinning intensity. Some studies indicate that outgrowth of epicormic buds are related both to physiological and environmental factors, where light is not the only one. The epicormic regime is a continual process; epicormic buds emerge, some shoots die and dead may shed. The length and ramification of the epicormic shoots on the thinned sub-plots were greater than on the control sub-plots. On plots with dense under-storey the epicormic shoots died when shaded. Dead epicormic shoots with small diameter shed after few years, particularly for *Alnus*. Independent of treatment it is difficult to avoid development of epicormic shoots for *Alnus* and *Quercus*. *Fraxinus* nearly only developed water shoots on heavily suppressed or side shaded trees.

## 7. LITTERATUR

- Almgren, G. 1990. Lövskog. Bjørk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen, Jönköping. 261 s.
- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B. & Mörtnäs, A. 1986. Ädellövskog. Ekologi och skötsel. Skogsstyrelsen, Jönköping. 133 s.
- Braastad, H. 1967. Produksjonstabeller for bjørk (Yield tables for birch). Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen 22(84): 265–365.
- Braastad, H. 1975. Produksjonstabeller og tilvekstmodeller for gran (Yield tables and growth models for *Picea abies*). Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning 31(9): 357–537.
- Braastad, H. 1980. Tilvekstmodellprogram for furu (Growth model computer program for *Pinus sylvestris*). Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning 35(5): 265–359.
- Braastad, H., Bunkholt, Aa., Huse, K.J., Næss, R.M., Pettersen, J., Risdal, M. 1993. Lauvskog – bestandspleie. Skogbrukets Kursinstitutt, Biri. 25 s.
- Bråthen, E. S. 2003. Svartor – Biologi, skjøtsel og vannris. Black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) – Biology, silviculture and epicormic shoots. Hovedfagsoppgave, Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole 2003, 52 s. Upublisert.
- Børset, O. 1986. Skogskjøtsel II. Skogskjøtselens teknikk. Landbruksforlaget, Oslo. 455 s.
- Fontaine, F., Druelle, J.-L., Clément, C., Burrus, M. & Audran, J.-C. 1998. Ontogeny of proventitious epicormic buds in *Quercus petraea*. I. In the 5 years following initiation. *Trees*, Springer-Verlag. 13: 54–62.
- Frivold, L.H., 1994. Trær i kulturlandskapet. Landbruksforlaget, Oslo. 224 s.
- Godman, R.M. & Brooks, D.J., 1971. Influence of stand density on stem quality in pole-size northern hardwoods. USDA Forest service, North central forest experiment station, Research paper NC-54. 7 s.
- Haveraaen, O. & Sandnes, A. 2007. Vekstreaksjoner etter tynning i lauvskogbestand med forskjellig tetthet. (Growth reactions after thinning in broadleaved forest stands with various stand density). Forskning fra Skog og landskap 5/07, 19 s.
- Haveraaen, O., Heggertveit, J. & Sandnes, A. 2009. Høydeutvikling, bonitet og produksjon hos svartor, gråor og ask på Øst- og Vestlandet. (Height development, site class and yield of *Alnus glutinosa*, *A. incana* and *Fraxinus excelsior* in South East and South West Norway. Forskning fra Skog og landskap 2/09, 16 s.
- Heje/Nygaard 1989. Norsk Skoghåndbok, s.377–379. Institutt for skogskjøtsel 1985. Bjørk Osp Or, veiledning for det praktiske skogbruk. 3.opplag. Institutt for skogskjøtsel, Norges landbrukshøgskole. 187 s.
- Jensen, J.S. 1993. Vannris på dansk stilkeg (*Quercus robur* L.). Forskningsserien nr. 4. Forskningscentret for Skov & landskab. 105 s.
- Kerr, G. & Harmer, R. 2001. Production of epicormic shoots on oak (*Quercus robur*): effects of frequency and time of pruning. *Forestry* 74(5): 467–477.
- Korsun, F. 1966. Volume and yield tables for alder. *Lesnictvi* 12: 839–856.
- Lockow, K.-W. 1995. Die neue Ertragstafel für Roterle – Modellstruktur und Anwendung in der Forstpraxis. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 29(2): 49–55.
- Møller, C. Mar. . 1965. Vore skovtræarter og deres dyrkning. Dansk Skovforening, København. 552 s.
- Raulo, J. 1987. Bjørkboken. Oversatt av Fritz Bergman. Skogsstyrelsen, Jönköping. 87 s.
- Risdal, M.; Næss, R.M; Kringlebotn, T.; Tveite, B.; Pettersen, J. & Myking, T. 2004. Eika. Skjøtsel og bruk. Skogbrukets kursinstitutt, Biri. 109 s.
- Schober, R. 1987. Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J.D.Sauerländer's Verlag, Frankfurt 166 s.
- Skinne-moen, K. 1969. Skogskjøtsel. Landbruksforlaget. 724 s.
- Ward, W.W. 1966. Epicormic branching of black and white oak. *Forest Science* 12: 290–296.
- Wignall, T.A. & Browning, G. 1988. The effect of stand thinning and artificial shading on epicormic bud emergence in pedunculate oak (*Quercus robur* L.). *Forestry* 61(1): 45–59.
- Wignall, T.A., Browning, G. & Mackenzie, K.A.D. 1987. The physiology of epicormic bud emergence in pedunculate oak (*Quercus robur* L.). Responses to partial notch girdling in thinned and unthinned stands. *Forestry* 60(1): 45–56.
- Zumer, M. 1967. Kvistingsforsøk med, furu, gran, bjørk, osp, ask og eik. *Tidsskrift for skogbruk* 75: 352.382.

## Forfatterinstruks for Forskning fra Skog og landskap

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

---

NORSK INSTITUTT FOR  
SKOG OG LANDSKAP

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---

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

---

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

---

---

REGIONKONTOR  
NORD-NORGE

---

adr.: Skogbrukets hus  
NO-9325 Bardufoss

---

---

REGIONKONTOR  
MIDT-NORGE

---

adr.: Statens hus  
NO-7734 Steinkjer

---

---

REGIONKONTOR  
VEST-NORGE

---

adr.: Fanaflaten 4  
NO-5244 Fana

---

---

NORSK  
GENRESSURSENTER

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---

