

**Valg av treslag på råteinfisert mark -
Høylandskomplekset, Rogaland.
Foreløpige resultater**

Bernt-Håvard Øyen og Sigbjørn Øen

Sammendrag

Øyen, B.-H. & Øen, S. 2004. Valg av treslag på råteinfisert mark, Høylands-komplekset, Rogaland. Foreløpige resultater. Rapport fra Skogforskningen 9/04:1-18.

Etablering, vitalitet, vekst og utvikling for ulike treslag er fulgt i perioden 1966 til 2002, i andregenerasjons skogkultur på råteinfisert mark i Selshammeren, Høylands-komplekset, Rogaland. Design i forsøket er fire randomiserte blokker, hver med 10 forsøksruter. Totalt inngår i overkant av 30 000 trær. Rutene er om lag 1 dekar og 9 ulike treslag og en blandingsform er sammenlignet, hver med fire gjentak. Skogbrann eller liten vekst har medført at produksjonsmålinger så langt er initiert i kun 16 av de 40 opprinnelige forsøksrutene. Svakest har utviklingen vært for nobelgran, vanlig edelgran og bøk, hvor overhøyden ennå ikke har passert 12 m etter 40 år. Douglasgran, sitkagran og japansk lerk har nådd de største trehøydene, overhøyden etter 40 år fra frø er om lag 20 m. Høyest produksjon av stammevirke er registrert i vestamerikansk hemlokk og sitkagran, hvor middeltilveksten etter førti år ligger i underkant av 11 m³/ha/år. Med unntak av en rute i japansk lerk har det så langt vært registrert lite skader.

Foreløpig indikerer forsøket at granartene (sitkagran, vanlig gran, serbergran) har den mest tilfredsstillende vekst og utvikling i andregenerasjon kulturskog på tidligere råteinfisert mark, og de fremstår dermed som mest lovende for dyrkning med et økonomisk hovedsiktemål. Å trekke endelig konklusjon om motstandsdyktighet mot råte, andeler råteskadet virke samt økonomiske effekter av ulike treslagsvalg, må imidlertid utstå i påvente av kommende tynninger eller foryngelseshogst.

Nøkkelord: Treslagsforsøk, vekst, utvikling, Rogaland, Norge; Bøk, Douglasgran, Japansk lerk, Nobelgran, Serbergran, Sitkagran, Vanlig edelgran, Vanlig gran, Vestamerikansk hemlokk

Innhold

Innledning.....	4
Materiale og metode.....	5
Resultater og diskusjon.....	8
1. Overlevelse de første årene.....	8
2. Høydebonitering.....	8
3. Høydeutvikling for de ulike treslagene.....	9
4. Diameterutvikling for de ulike treslagene.....	10
5. Utvikling i stående grunnflate.....	12
6. Utvikling i totalproduksjon.....	13
7. Simuleringer av volumutvikling – tilstand ved tenkt slutthogst om 30 år....	14
8. Andre treslag i Høylandskomplekset.....	15
Konklusjon.....	16
Etterord.....	17
Litteratur.....	17

Innledning

Fra skogreisningen ble en folkebevegelse tidlig på 1900-tallet har det vært en løpende debatt om hvilke treslag som egner seg i kystskogbruket. For et økonomisk rasjonelt skogbruk, og hvor det økonomiske utbyttet står sentralt for skogeierne, vil virkesproduksjon, virkespris og sikkerhet i produksjonen være tre nøkkelbegreper. Noen vil vektlegge bulkproduksjon dvs. å fremskaffe større virkeskvantum. Andre vil mene småskalaproduksjon (nisjeproduksjon) mot de lokale markedene er viktigst å utvikle. Uansett hvilken hovedstrategi som velges fremstår skogbehandling og treslagsvalg fortsatt som helt sentrale spørsmål. I mange tilfeller vil det også være nødvendig å tilfredsstille flere målsettinger på en gang. Flexibilitet i form av løpende omstilling til et skiftende klimaregime og valg av skogskjøtselprogram er viktige i forhold til stabilitet. En analyse av voksestedet står sentralt for å kunne bedømme hvor egnet et treslag eller et dyrkningsprogram er.

I et treslagsvalg er det tre elementer som vil være sentrale:

- A) Høy og verdifull tømmerproduksjon, hvor trærne utnytter sitt produksjonsgrunnlag optimalt
- B) Treslag som kan gi et bredt utvalg av ulike produkter som sikrer risikospredning
- C) Lokalt tilpassede treslag og provenienser (langsiktig stabilitet).

Skogens langsiktige funksjonsevne er også viktig. Med et perspektiv på 50-150 år må trærne ha motstandsdyktighet mot naturlige og menneskeskapt stressfaktorer. Rotrâte er en slik naturlig stressfaktor som kan skape problemer for dyrkingen. Råtetellinger på stubber antyder at på landsbasis er om lag hvert fjerde tre rammet (Huse et al. 1994). P-typen av rotkjuken (*Heterobasidion annosum*) synes å være blant de største plager i skogreisningsstrøk på Vestlandet, og ofte i kombinasjon med honningsopp (Solheim 1996). Råteomfanget i første omløp med gran er gjennomgående mindre enn i de "gamle skogstrøkene", men på visse lokaliteter med fluktuerende grunnvann og råteproblemer fra tidligere av, kan også dyrkningstreslaget bli sterkt rammet (Huse et al. 1994). Rotkjuken angriper en rekke treaktige planter, både lyng, busker, lauvtrær og bartrær (Roll-Hansen 1969).

Solheim (1996) har gitt samledata fra kommunene Eigersund, Lund, Bjerkeim, Klepp, Time og Sandnes, og hvor 21,9 % av stubbene etter sluttavvirkning hadde råte. Det finnes fra tidligere av flere rapporter om råteproblemer på Jæren, bl.a. i det ca. 8000 dekar store Høylandskomplekset (jf. Robak 1951, Haraldstad 1961, Robak 1966). Råte medfører en kvalitetsreduksjon av tømmeret og reduserer tømmerverdien. Omfanget av råte har derfor stor betydning for økonomien i skogbruket. Kan man gjennom treslagsvalg og fornuftig skogskjøtsel redusere eller eliminere angrepene kan store beløp spares for skogeier og for samfunn.

Hensikten med treslagsforsøket i Selshammeren er:

- 1) Å fremskaffe et grunnlag for å vurdere etablering, vekst og vitalitet i plantninger av ni ulike treslag og en blandingsrute på råteinfisert mark
- 2) Vurdere og sammenligne produksjon og utvikling for de ulike treslagene opp til ca. 40 års alder

- 3) Basert på 1) og 2) å kunne gi foreløpige anvisninger til skogeiere i Rogaland om de mest aktuelle treslag for dyrkning på tidligere råteinfisert skogsmark når et høyt økonomisk utbytte fra plantningen er hovedmålsetting

Materiale og metode

Treslagsforsøket i Selshammeren (V-575) ligger i Høylandskomplekset statsskog, Sandnes kommune, Rogaland fylke. Forsøket er lagt ut på mark hvor tidligere kulturbestand med furu var sterkt råteinfisert (Anon. 1968). I femti års alderen oppstod det i den planta furuskogen betydelige arealer med såkalte råtehull, dvs. holt eller grupper av trær med råteskader (Solheimslie 1954). Høydebonitet for furu-plantningene er om lag F14, tilsvarende en produksjonsevne på ca. 5,0 m³/ha/år.

Feltet ligger på dyp morenemark i svak helling mot sør. Forsøket ble designet som et randomisert blokkforsøk (Fig. 1).

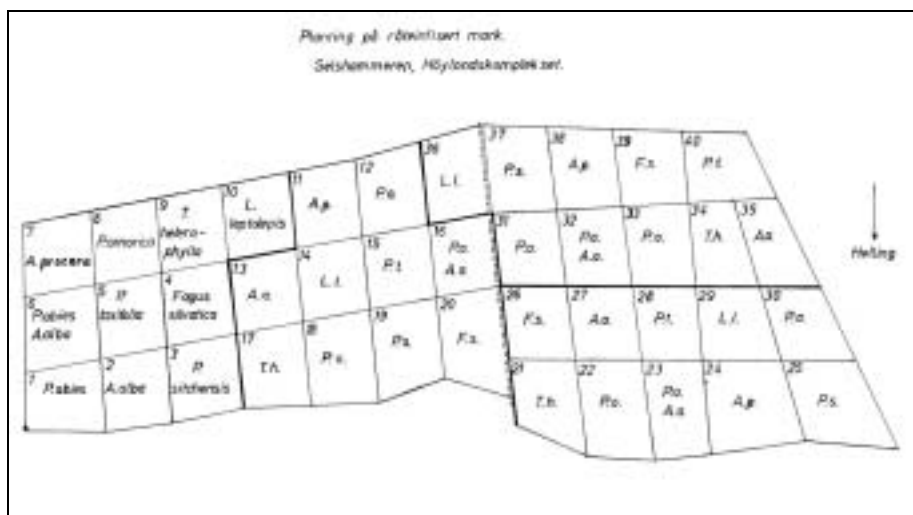


Fig. 1. Kroki over forsøket i Selshammeren, Høylandskomplekset, Rogaland.

Det ble tidlig på 1960-tallet foretatt noen spredte jordbunnsundersøkelser i området, bl.a. i den nærstående flate 30 (granskog) og i flate 12 (furuskog), på samme sted som forsøksfeltet i dag ligger (Tab. 1).

Alle jordprofilene er av podsoltypen og de preges av sur reaksjon. Det meste av mineralnæring i jorda finnes i humussjiktet (A_{0-1}). For begge treslagene gjelder at mengde nitrogen (tot-N), fosfor (LT) og kalium (MT) avtar raskt med jorddybden, mens pH stiger. Konsentrasjonen av kalsium (CaO) synes å øke svakt med jorddybde for granfeltet, mens faller med økende dybde i furufeltet.

Tabell 1. Jordbunnsdata fra Høylandskomplekset, eldre plantninger med gran- og furu (upubl. Skogforsk). CaO (mg/100 g) angir kalsiuminnholdet, mens LT og MT er analyseverdier (mg/100 g) for hhv fosfor og kalium i jorda angitt i form av oksydene P₂O₅ og K₂O.

Profil	Sjikt	Dybde (cm)	pH	Total-N (%)	CaO	LT	MT
Gran (Fl. 30). Alder 85 år.							
1	A ₀	0-9	3,5	0,91	Spor	16,6	16,5
1	B ₂	30-40	4,8	0,04	33,6	1,2	2,0
2	A ₀	0-8	3,5	1,10	Spor	9,6	47,0
2	A ₁	10-20	3,3	1,02	28,0	12,2	14,0
2	A ₂	25-35	4,2	0,08	25,2	1,0	2,5
2	B ₂	45-55	4,7	0,09	39,2	Spor	2,0
Furu (Fl. 12). Alder 80 år.							
1	A ₀	0-6	3,9	1,85	59,0	36,4	40,0
1	A ₁₋₂	6-11	3,9	0,43	45,0	2,0	6,5
1	B	25-35	4,8	0,20	30,8	Spor	4,0
2	A ₀	0-8	4,1	1,13	56,0	11,4	30,0
2	A ₁₋₂	8-18	4,0	0,30	28,0	1,4	5,0
2	B	35-45	5,0	0,27	22,4	Spor	2,0

Ved rydding av lauvskog i forsøksområdet umiddelbart før planting fant man atskillig småbjørk som var tydelig angrepet av råte (Anon. 1968). Avvirkningen av furu har foregått etappevis, men størsteparten ble avvirket 2-3 år før anlegg av forsøket i 1966-68. I rutene 18, 19, 20 og 21 har militæret brukt bulldosere slik at humusdekket var mer eller mindre avflekket. Mest skader på humusen er rapportert i rute 19 og 20.

Forsøket omfattet opprinnelig 9 treslag fordelt på 4 blokker a 10 ruter. Hvert treslag utgjør et forsøksledd (Tab.2). Dessuten ble et forsøksledd med individblanding av gran og vanlig edelgran etablert. Forsøksrutene var opprinnelig i overkant av 1 daa, med noe variasjon. Plassering innen blokken ble gjort etter lodd-trekning. Blokkingen hadde som hensikt å redusere eventuell feil knyttet til jordbunnsvariasjoner innen feltet. Etableringen av feltet foregikk over to år, fra våren 1966 til våren 1968. Nobelgran og douglas ble plantet i april 1967, mens bøk i slutten av april 1968. De andre plantene ble satt ut primo mai 1966. Før planting var planterøttene dyppet i Gesarol. Planting ble foretatt etter snor. Lerk ble satt ut med forband 1,5 m, bøk med 0,8 m forband, mens de andre bartreslagene med 1,7 meters forband. Plantefeltet ble inngjerdet med 2 m høyt nettingsgjerde (mot rådyr og bufe) som var virksomt frem til siste halvdel av 1970-tallet.

I april 1970 ble store deler av Høylandskomplekset, inklusive vestre kant av forsøksfeltet, herjet av skogbrann. Rutene 6 og 7 ble totalt ødelagt mens 1, 5 og 8 ble delvis ødelagt. En god del bjørk og noe furu har senere etablert seg på disse rutene. Avgangsrevisjon ble gjennomført for de gjenværende ruter i to omganger, i mai i 1967 og i mai 1972. Plantene ble inndelt i kategoriene død, skadet og frisk.

Tabell 2. Treslag og provenienser som inngår i forsøket.

Treslag		Antall plantet	Plantetype	Prov.	Lever fra planteskole
Vanlig edelgran	<i>Abies alba</i>	3700	2/1	Schwarzwald, H8-H9 (Fre 9)	Grude
Vanlig gran	<i>Picea abies</i>	1200	2/1	Schwarzwald H7-H10 (Fre 9)	Grude
Vanlig gran	<i>Picea abies</i>	2500	2/2	Gammetingen, Jura, H7 (nær Fre 9)	Fisketjønn
Sitkagran	<i>Picea sitchensis</i>	2500	2/2	Ketchikan, Alaska (Ket 1)	Fisketjønn
Serbergran	<i>Picea omorica</i>	1500	2/3	Friedehof, Tysk avl.	Grude
Hemlokk	<i>Tsuga heterophylla</i>	2500	2/2	Ketchikan, Alaska (Ket 1)	Fisketjønn
Japansk lerk	<i>Larix leptolepis</i>	3000	2/0	Korea, Dansk avl.	Fisketjønn
Nobelgran	<i>Abies procera</i>	2500	2/1	GY 1, Frø fra Grude pls.	Grude
Douglas	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2500	2/1	Wasco, Oregon H10-H13	Grude
Bøk	<i>Fagus sylvatica</i>	10000	3/0	Sønderborg, Danmark	Danplanex, Rødekro, Danmark

Tanken var videre at man skulle legge ut måleruter for produksjon- og råteundersøkelser etter hvert som trærne i rutene kom opp i ca. 8-10 m middelhøyde. For treslagene bøk, nobelgran, vanlig edelgran samt i blandingsrutene har utviklingen vært så svak at anleggelse av produksjonsruter ennå ikke har vært aktuelt. For de andre treslagene er det så langt lagt ut tre (sitkagran, japansk lerk, hemlokk, serbergran), to (douglasgran) eller en rute (gran og gran/edelgran-blanding), som er fulgt med inntil to revisjoner. I blandingsruten gran/vanlig edelgran er all vanlig edelgran unntatt tre undertrykte trær gått ut, og ruten er derfor angitt som en ren granrute.

Følgende kuberingsfunksjoner er anvendt i beregningene:

Gran	Bauger 1995
Sitkagran	Bauger 1995
Japansk lerk	Øen et al. 2001
Vestamerikansk hemlock	Øen et al. 2001
Douglasgran	Øen et al. 2001
Serbergran (som gran)	Bauger 1995

Forsøksrutene for produksjonsmålinger har størrelse på omlag 1 daa. Med unntak av lerkfeltene, som ble kronetynnet før revisjon i 1985, har feltene stått urørt etter planting. En snarlig tynning med undersøkelse av råtefrekvens kan fremover gi verdifulle opplysninger om treslagenes motstandsdyktighet mot råte. I forbindelse med revisjoner ble eventuelle skader på trærne notert. Feltbøker er gjennomgått for å undersøke om misfarging, rotutsvelling eller andre skader/råtesymptomer fore-

kommer. Som Rogalands viktigste rekreasjonsområde er det i Høylandskomplekset generelt, og i Selshammeren spesielt, en god del tråkk, som trolig kan medføre inngangssår for råte. Ferdslsmønsteret kan dermed vanskeliggjøre de fremtidige mulighetene for en balansert sammenligning av råteresistens. I en foreløpig sammenstilling av materialet har hver revisjon eller rute blitt gitt samme vekt i analysene, dvs. det er forutsatt fri randomisering.

Resultater og diskusjon

1. Overlevelse de første årene

Det var stor forskjell i etableringen, størst tilslag for granartene og minst for japansk lerk og bøk (Tab.3). Om man setter minstekravet for tilfredsstillende etablering ved 80% overlevelse er det kun granartene og blandingsruten med gran/edelgran som har oppnådd dette.

Det ble ikke gjort noen forsøk på nærmere klarlegging av dødsårsakene. Både for japansk lerk og bøk er avgangen betydelig, mer enn 60 % av plantene er døde. I de hullete bøkeflatene har det i etterkant etablert seg noe furuforyngelse og bjørk.

Tabell 3. Fordeling på døde planter, planter med svært svak tilstand (dårlige) og friske planter, per mai 1972.

Treslag	Antall ruter	% Døde	% Dårlige	% Friske	Anmerking
Gran	3,5	4,3	1,2	94,5	Halv rute brent -
Sitkagran	4,0	4,6	4,2	91,2	
Serbergran	3,5	6,1	5,1	88,8	Halv rute brent -
Gran+Edelgran	3,0	12,0	1,0	87,0	En rute brent -
Douglasgran	3,0	20,0	6,4	73,6	En rute brent -
V.Edelgran	4,0	27,5	2,9	69,6	
Hemlokk	4,0	35,0	5,1	59,9	
Nobelgran	3,0	43,6	1,0	55,4	En rute brent -
Japansk lerk	4,0	61,5	0,7	37,8	
Bøk	4,0	65,6	4,0	30,4	

2. Høydebonitering

Høydeboniteringen for sitkagran og gran ble foretatt etter funksjoner hos Orlund (2001) og for japansk lerk etter Wielgolaski (1993). Følgende middelvei og 95% konfidensintervall for høydebonitet (H_{40}) er funnet når alle revisjoner og ruter med treslaget gis samme vekt:

Vanlig gran:	20,5 [19,8 – 21,2]
Sitkagran:	22,8 [22,0 – 23,6]
Japansk lerk:	20,1 [18,7 – 21,5]

For fire eldre kulturfelt med furu var gjennomsnittet for H_{40} 13,2 m. For 2 nærstående enkeltflater med vanlig bjørk var H_{40} hhv 12,4 og 14,2 m.

Gjennomsnittlig bonitetsforskjell mellom sitkagran og gran i Selshammeren er på 2,3 m. I en større undersøkelse for hele Vest-Norge fant Øyen og Tveite (1998) at forskjellene mellom sitkagran og gran i gjennomsnitt for H_{40} var på 3,2 m. Forskjellen mellom gran og furu var på 7,1 m. I Selshammeren har forskjellen mellom vanlig gran og furu (i tidligere kulturfelter) også vært i overkant av 7 m. Japansk lerk og vanlig gran utviser i dette forsøket, som i de fleste forsøk på svak og midlere mark vestafjells, relativt små bonitetsforskjeller.

3. Høydeutvikling for de ulike treslagene

Utviklingen for overhøyde over alder for de seks treslagene som er fulgt med flere revisjoner er vist i figurene 2 og 3. Overhøydene for bartrærne som inngår ligger godt samlet. Douglasgran, sitkagran og japansk lerk har oppnådd de største høydene, mens serbergranen har de minste høydene. Spredningen i høyde mellom rutene er størst for douglasgran og japansk lerk. Den ene lerkruten ligger noe vindeksponert mot toppen av Selshammeren, og her har høydeutviklingen vært noe svakere enn for de andre to rutene lengre nede i lia.

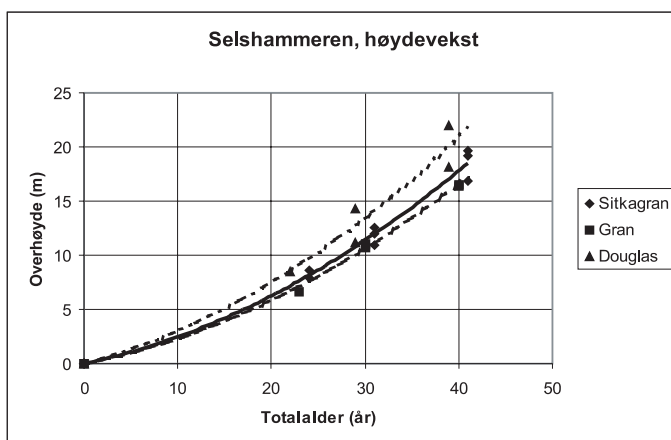


Fig. 2. Høydeutvikling for tre treslag i Høylandskomplekset.

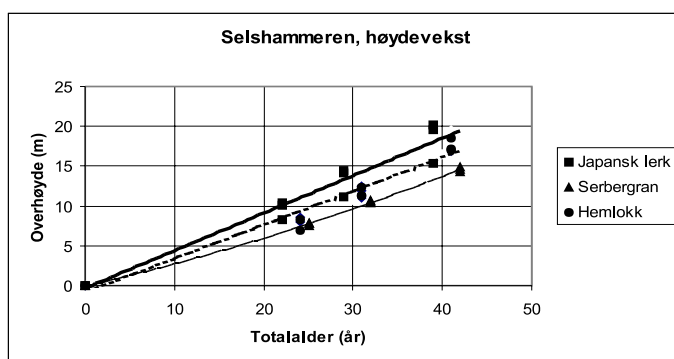


Fig. 3. Høydeutvikling for tre treslag i Høylandskomplekset.

På grunnlag av alle observasjonene er det laget enkle utjevning algoritmer for høydeutviklingen, enten ved bruk av første- eller annengrads-funksjoner (Tab. 4).

Tabell 4. Funksjoner for å estimere overhøyde fra totalalder. Gyldighet fra ca. 5 til 45 år. R^2 angir funksjonstilpasningen. Tdiff angir antall år brukt fra frø til brysthøyde. Ho_{40} er estimert overhøyde (m) ved 40 års totalalder.

Treslag	Funksjon	R^2	Tdiff (år)	Ho_{40}	I % av gran
Douglas	$0,0073*Tt^2 + 0,2273*Tt - 0,0011$	0,97	11	20,8	126
Japansk lerk	$0,4712*Tt - 0,321$	0,95	8	18,5	112
Sitkagran	$0,0066*Tt^2 + 0,180*Tt + 0,0093$	0,99	11	17,8	108
Gran	$0,0061*Tt^2 + 0,169*Tt - 0,0235$	0,99	11	16,5	100
Hemlokk	$0,4237*Tt - 0,897$	0,96	11	16,1	98
Serbergran	$0,0022*Tt^2 + 0,257*Tt - 0,0071$	0,99	11	13,8	84

Ved 40 års alder fra frø kan man av funksjonene interpolere at douglas, lerk, sitkagran og gran vil ha en overhøyde på hhv. 20,8, 18,5, 17,8 og 16,5 m. Serbergranen er svakest med 13,8 m. Ettersom høydertilveksten gjerne når sitt maksimum når overhøyden er mellom 15 og 20 m bør det utvises forsiktighet med ekstrapolering ut over datagrunnlaget. Med unntak av den japanske lerken, som har en noe raskere start enn de andre, har de andre fem treslagene brukt 11 år fra frø på å nå brysthøyde. Veksthemming, som kan være et skogkulturproblem på svakere mark i Rogaland (jf. Robak 1966), har ikke vært fremtredende i Selshammeren.

Høydertilveksten angitt ved siste revisjon (Tt omlag 40 år) er også et mål på treslagsforskjellene (Tab. 5).

Tabell 5. Årlig løpende høydertilvekst (IH i cm), diametertilvekst (ID i mm) og volumtilvekst (IV i m^3/ha) for ulike treslag, i tiårs perioden 1992 til 2003. N angir antall ruter som inngår.

Treslag	IH	i % av gran	ID	i % av gran	IV	i % av gran
Douglas (n=2)	60,0	119	3,4	76	18,9	89
Sitkagran (n=3)	59,0	117	3,6	80	26,2	123
Hemlokk (n=3)	56,0	111	3,8	84	26,9	126
Gran (n=2)	50,5	100	4,5	100	21,3	100
Japansk lerk (n=3)	47,0	93	3,3	73	21,3	100
Serbergran (n=3)	40,0	79	4,7	104	20,1	94

Høydertilveksten angitt i tabell 5 er i store trekk sammenfallende med rangeringen i Ho_{40} angitt i tabell 4. Japansk lerk og douglasgran er kjent for å ha rask ungdomsvekst, og høyde- og volumtilveksten for disse er etter hvert noe avdempet i forhold til de andre.

4. Diameterutvikling for de ulike treslagene

Diameterutviklingen vil, foruten en treslags- og provenienskomponent, være påvirket av plantetetthet og den avgangen som forekommer de første årene. I mange

sammenhenger benyttes forholdet mellom middelstammens diameter og treantallet som en indikator på tettheten i bestandet. En analyse av 34 urørte forsøksruter i unge og middelaldrende plantefelt med vanlig gran på Vestlandet (Øyen 2000) viste at maksimal tetthet kunne beskrives med formelen:

$$\ln N3 = 11,0 - 1,13 * \ln D3$$

N3 er treantallet per hektar og D3 er grunnflatemiddelstammens diameter i cm. Ln angir den naturlige logaritmen. For middelstammens diameter hevder rutene med serbergran seg relativt godt, mens hemlokk kommer svakest ut. Utgangstettheten har vært moderat for serbergran, og noe større for de andre bartrærne. For alle treslag (unntatt de tynnede lerkerutene) er tettheten etter ca. 40 år relativt stor (Tab. 6), og størst for sitkagran og hemlokk.

Tabell 6. Treslagene rangert etter middelstammens diameter (D3) for forsøksruten ved siste revisjon (Tt 39-42 år). Avgangsraten er antall trær i prosent av stående treantall som i gjennomsnitt har gått ut per år siden tremålingene startet. Maksimalverdi for tetthet (Vest-max) er beregnet fra ovenstående funksjon. (t) angir at ruten er tynnet. Råteprosent angir antall stubber med råteflekker av antall hogde trær registrert etter tynning i 1985.

Treslag	Rute nr.	Middel-diameter (cm)	Treantall (Stk/ha)	Avgangs-rate (%)	Vest-max (Stk/ha)	I % av Vest-max	Råte%
Japansk lerk	10	23,6	868 (t)	-	-	-	13,0
Japansk lerk	29	19,2	1367 (t)	-	-	-	2,1
Serbergran	22	18,3	2116	0,00	2213	96	-
Douglas	40	18,1	1699	1,99	2241	76	-
Gran	23	17,7	1632	0,00	2298	71	-
Serbergran	33	17,2	1921	0,00	2374	81	-
Serbergran	18	16,9	2262	0,03	2242	101	-
Hemlokk	21	16,6	2610	0,87	2471	106	-
Japansk lerk	36	16,5	1263 (t)	-	-	-	32,0
Sitkagran	3	16,0	2718	0,95	2577	105	-
Sitkagran	19	16,0	2780	1,07	2577	108	-
Douglas	28	15,8	1855	0,70	2613	71	-
Hemlokk	34	15,6	2785	1,07	2651	105	-
Hemlokk	17	14,8	2441	0,29	2814	87	-
Sitkagran	25	14,5	2898	0,40	2880	101	-
Gran	30	13,5	3159	0,28	3122	101	-

Avgangsratene er sterkt varierende, størst i douglasgran og minst i serbergran. I forhold til maksimal tetthet angitt for vanlig gran ligger rutene fra + 29 til - 8 prosentpoeng fra maksimalverdien. Ut fra den høge tettheten må det forventes at en god del sjøtynning vil inntreffe de kommende årene. I rute 36 med japansk lerk er råte registrert i 16 stubber av i alt 50 trær som ble fjernet (32%), med ansamlinger i hhv. nedre sørvestre- og øvre nordøstre hjørne av ruten. Hvorvidt lerk er sterkere eller svakere enn andre treslag i forhold til råte må avklares gjennom undersøkelser i

forbindelse med kommende tynning. Stenlid et al. (1995) fant at lerk var blant de treslag som hadde størst frekvens av rotråte etter tynning i et svensk forsøk.

5. Utvikling i stående grunnflate

Utviklingen i grunnflatesum preges av en forsiktig vekst de første årene, og deretter en raskere økning (Fig. 4).

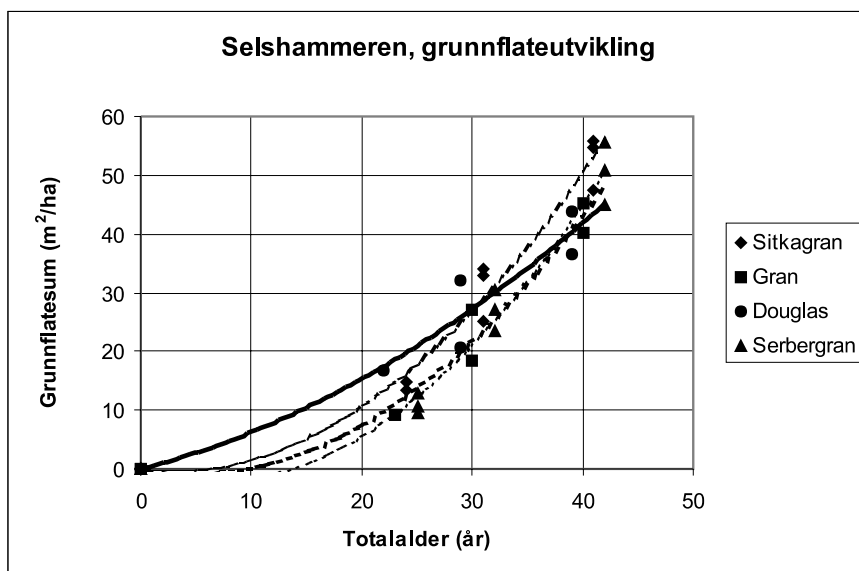


Fig. 4. Utvikling i grunnflatesum for tre granarter og douglas. Kurvene angir utjevningfunksjoner. Douglasgran har heltrukket, tykk linje.

For to av rutene i hemlokk er det oppnådd mellom 51 og 54 m²/ha etter 40 år, den tredje er langt svakere med ca. 40 m²/ha. Tømmerkvaliteten for hemlokk er imidlertid mindre god, da en høy andel av stammene har sleng, krok og føyrer. Sitkagran har oppnådd en grunnflatesum i underkant av 50 m²/ha og med gjennomgående god kvalitet og lite skader. For vanlig gran og serbergran ligger verdiene mellom 40 og 45 m²/ha, og med lite skader registrert. Serbergranen har hevdet seg bemerkelsesverdig godt sammenlignet med andre treslagsforsøk hvor den inngår vestafjells (Magnesen 2001). Douglasgran, som gjerne regnes blant de mer lyskrevende treslagene, har en mer avflatet utvikling enn granartene, og har tapt terreng i forhold til de andre det siste tiåret. Også i douglas er det en god del stammer med langkrok og sleng, dvs. kvaliteten kan karakteriseres som middels god.

6. Utvikling i totalproduksjon

Utvikling i totalproduksjon er i grove trekk summen av utvikling i høyde og grunnflatesum. Fra om lag 20 til 40 års totalalder kan utviklingen beskrives ved hjelp av rettlinjede funksjoner (Fig. 6 og 7). Hemlokk og sitkagran har den klart største produksjonen, om lag tretti prosentpoeng høyere enn for vanlig gran ved 40 års alder (Tab. 7, Fig. 5). Vanlig gran og serbergran har den laveste produksjonen. Japansk lerk og douglas ligger i en mellomstilling, men har en mer avdempet utvikling ved høyere alder sammenlignet med granartene og hemlokk.

Tabell 7. Funksjoner for utvikling i totalproduksjon. Vt-40 angir totalproduksjon etter funksjonene ved 40 års alder (n=antall revisjoner).

Treslag	Funksjon	R ²	Vt-40
Hemlokk (n=8)	23,598 * Tt - 555,68	0,912	388
Sitkagran (n=8)	22,026 * Tt - 507,12	0,904	374
Japansk lerk (n=9)	14,405 * Tt - 242,62	0,733	334
Douglas (n=5)	16,266 * Tt - 321,37	0,833	329
Vanlig gran (n=5)	16,656 * Tt - 376,08	0,959	290
Serbergran (n=9)	17,267 * Tt - 403,05	0,951	288

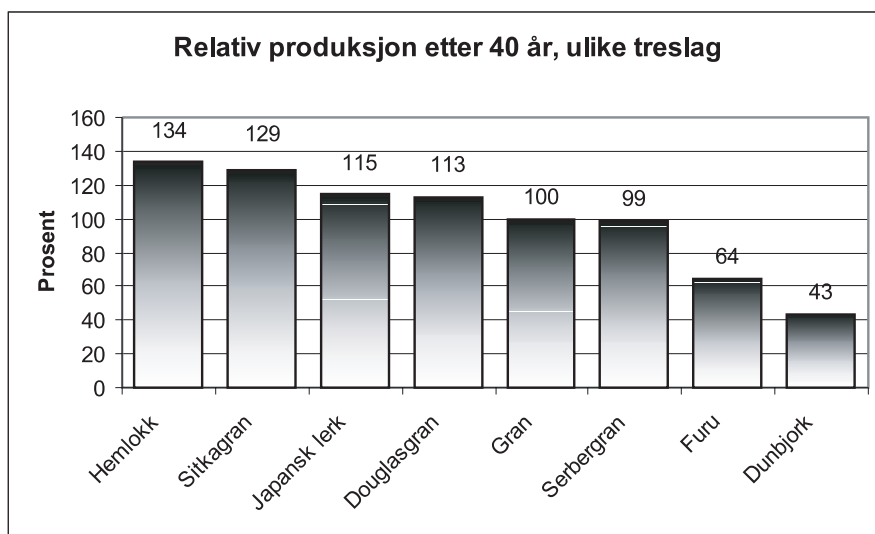


Fig. 5. Relativ produksjon av stammevirke etter 40 år, i forhold til produksjon i vanlig gran (100 %). For furu er produksjon ved 40 års alder i tidligere produksjonsflater på stedet grunnlaget, for dunbjørk er produksjon estimert fra målt høydebonitet på engangsflater og produksjonstabeller.

Rangeringen i totalproduksjon ved 40 års alder er nær identisk med rangeringen i volumtilvekst angitt i tabell 4, men japansk lerk og douglasgran - som har en raskere start, kommer her noe bedre ut sammenlignet med vanlig gran. Årlig middeltilvekst frem til 40 års totalalder er høyest for sitkagran og hemlokk med 10-11 m³/ha, mens

lavest for japansk lerk og serbergran med hhv. 8,2 og 7,9 m³/ha. Den ene ruten i japansk lerk, rute 36, som ligger mer vindeksponert mot toppen av lia, skiller seg ut med en totalproduksjon på omlag halvparten av de to andre rutene. Ruten hadde en råtefrekvens på hele 32%, så man skal ikke se bort fra at de gjenstående trærne også kan være svekket av angrepet.

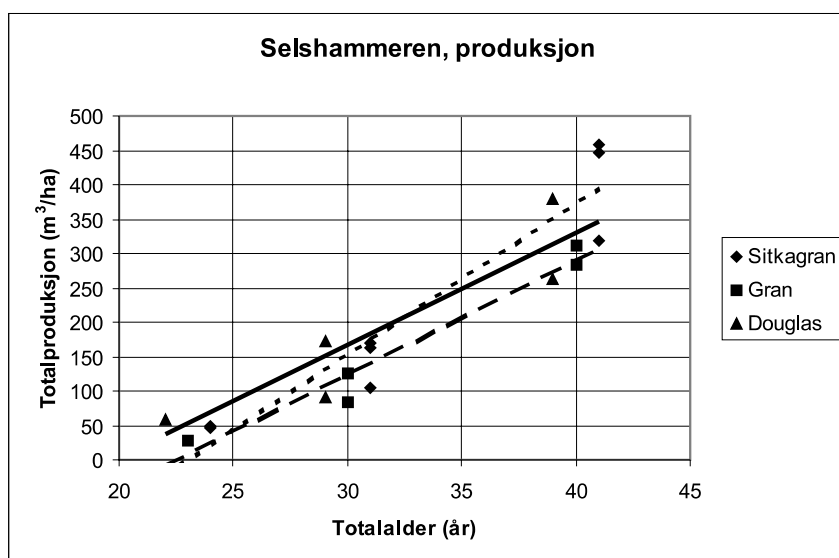


Fig. 6. Utvikling i totalproduksjon for tre treslag i Selshammeren.

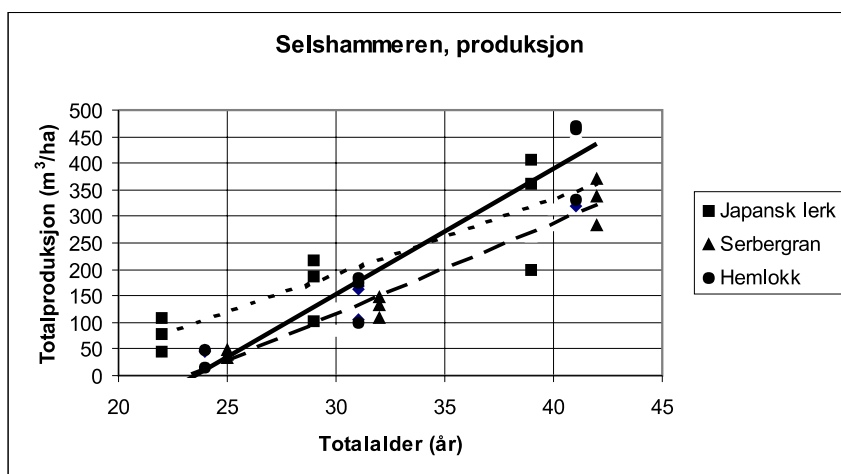


Fig. 7. Utvikling i totalproduksjon for tre treslag, Selshammeren

7. Simuleringer av volumutvikling – tilstand ved tenkt slutthogst om 30 år

Ved bruk av initialtilstand ved siste revisjon i 2003 og volumtilvekstfunksjoner (Øyen og Øen 2001) er stående volum om 30 år beregnet rutevis for treslagene gran, sitkagran og japansk lerk. Det er forutsatt at bestandene kan holdes utynnet frem til avvirkning. Følgende gjennomsnittstall fremkom fra simuleringene:

Sitkagran:	1162 m ³ /ha (132 %)
Vanlig gran:	883 m ³ /ha (100 %)
Japansk lerk:	723 m ³ /ha (82 %)

Den største relative endringen fra 40 til 70 år skjer mellom vanlig gran og japansk lerk, hvor lerken ved 40 års alder har 15 % høyere stående volum enn gran, men hvor gran etter 70 år har bygd opp 18 % større stående volum enn lerken.

Produksjonsforskjellene mellom treslagene vil over tid vokse seg til betydelige størrelser. Eventuelle forekomster av råte og de prisreduksjoner det fører med seg, skal dermed være relativt store for å kompensere vekstforskjellene. De tre ovenstående treslagene er gjerne de som i dag omfattes med størst dyrkningsinteresse.

Skal japansk lerk og vanlig gran være likeverdig dyrkningsmessig må rotnetto (bruttopris-driftspris, kr/m³) ligge om lag 20 prosent høyere for lerken. Rotnetto for sitkagran kan ligge om lag 30% lavere enn for vanlig gran, og likevel vil netto driftsresultat per arealenhet falle ut likeverdig.

For en samlet økonomisk kalkyle må det også tas hensyn til at kulturutgiftene for japansk lerk i dette forsøket anslagsvis ligger 20 % høyere enn for vanlig gran og sitkagran (da 28 % større plantetetthet er benyttet). I påvente av data om råteandeler for det enkelte treslag, og hvilke konsekvenser dette kan få for virkespris og driftspris, må en samlet økonomisk kalkyle ennå utstå.

8. Andre treslag i Høylandskomplekset

I nærheten av forsøket i Selshammeren har det siden 1916 vært anlagt i overkant av 20 langsiktige forsøksflater i regi av Skogforsk, som kan belyse ulike treslags vekst- og produksjonsegenskaper. En oversikt over noen nøkkeltall fra disse forsøkene er gitt i tabell 8.

Hvorvidt jordbunnsforholdene i alle disse feltene er helt sammenlignbare er det vanskelig å ha en helt klar formening om, men området synes relativt homogent. I grove trekk er det samme mønster i relativ produksjonsforskjell mellom gran og sitkagran som fremkommer her som i Selshammerforsøket (V-575). Proveniensforskjeller er et annet forhold som kan endre styrkeforholdet vesentlig. I flere av de eldste forsøksfeltene med gran er proveniensen ukjent.

Furua synes jevnt over å ha en produksjonsevne som ligger rundt 5 m³/ha/år på disse markene (om kreft eller større rotråteangrep unngås), mens vanlig gran ligger rundt 10 m³/ha/år. Flate 85 og 86 i sitkagran ligger på samme produksjonsnivå eller litt høyere enn vanlig gran. En enkeltrute med Kystkontorta (*Pinus contorta* var *contorta*) fra Washington har hatt en produksjon som ligger på nivå med japansk lerk og vanlig gran. Brekken (1968) fant at kystkontorta var meget variabel, men at

produksjonen stedvis kunne ligge høyere enn for vanlig furu. Tilsvarende konklusjon trekker Orlund (1976), med bruk av data fra 8 forsøksfelter i Vest-Norge. Vrifuru eller Innlandskontorta (*Pinus contorta* var *latifolia*) har i tre forsøksruter i Høyland en produksjon litt høyere enn for vanlig furu. Bergfuru (*Pinus uncinata*), som er sterk mot vind og salt, har på svake og intermediære markslag i renbestand på Jæren gjerne en middelproduksjon fra 3,0 til 5,5 m³/ha (Øyen 1999). Unntatt på den aller svakeste marka vil vanlig furu ligge en god del høyere i produksjon enn bergfuru. Det finnes åpenbart også andre treslag (og provenienser) som kan være aktuelle for dyrkning, men som ikke er undersøkt. I forhold til at arealene fremstår forholdsvis næringsfattige er det nærliggende i fremtiden også å kunne få vurdert råteresistens og vekstegenskapene til middels kravfulle lauvtrær, for eksempel eik, svartor, poppel, osp og platanlønn.

Tabell 8. Nøkkeltall for vekst og produksjon for treslag i Høylandskomplekset. Tall er gitt fra siste revisjon (s.rev). MAI=totalproduksjon/totalalder. H₄₀ for flate 97, 98 og 99 er angitt ut fra høydebonitet for vanlig furu. For flate 86 er brysthøydealder ikke kjent, men estimert fra en nærstående rute.

Flate		Født	s. Rev	Tt	Ho	Hl	Dg	MAI	H ₄₀
				(år)	(m)	(m)	(cm)	(m ³ /ha/år)	(m)
12-1	Vanlig furu	1882	1963	82	19,5	18,4	28,0	5,1	13,5
13-1	Vanlig furu	1882	1963	82	19,4	18,2	26,4	5,0	13,5
32-1	Vanlig furu	1899	1943	45	12,7	11,0	15,3	4,3	13,5
33-1	Vanlig furu	1899	1943	45	11,0	10,2	13,7	4,1	12,4
30-1	Vanlig gran	1876	1971	96	27,0	25,2	30,2	7,9	17,9
92-1	Vanlig gran	1930	1998	69	24,5	22,9	25,9	10,5	20,1
93-1	Vanlig gran	1930	1998	69	22,7	19,5	19,6	9,6	18,4
102-6	Vanlig gran	1939	1998	60	22,5	20,8	21,8	11,1	19,5
85-1	Sitkagran	1924	1980	57	20,8	19,5	23,7	9,1	18,4
86-1	Sitkagran	1935	1968	34	13,8	12,3	16,4	6,9	(21,4)
56-1	Japansk lerk	1932	1989	57	19,4	18,3	22,8	6,7	17,7
97-1	Kystkontorta	1931	1969	39	15,9	14,8	19,8	8,3	(19,2)
98-1	Furu+bergfuru	1906	1969	64	12,9	11,7	17,6	3,1	(9,8)
99-3	Vrifuru+furu	1931	1986	55	15,7	14,2	19,1	4,5	(14,1)

Konklusjon

Treslagsforsøket i Selshammeren anlagt på tidligere råteinfisert mark har ved ca. 40 års alder gitt følgende foreløpige anvisninger:

1. Granartene (sitkagran, vanlig gran, serbergran) fremstår ut fra en samlet vurdering av etablering, vekst og vitalitet som den mest aktuelle treslagsgruppe for dyrkning når et høyt økonomisk utbytte er hovedsiktemålet.
2. Det har vært minst planteavgang etter kultur med granartene vanlig gran, sitkagran og serbergran, størst avgang i japansk lerk og bøk.
3. Bøk, vanlig edelgran og nobelgran har hatt en sein utvikling både i høyde og diameter. Særlig for edelgranartene er det klare tegn til mistriksel på den relativt næringsfattige jorda, med gulning av baret og liten vekst.

4. Av de undersøkte treslagene er de største trehøydene ved 40 års alder registrert i douglasgran, japansk lerk og sitkagran, og de laveste høydene er funnet i vanlig gran, serbergran og vestamerikansk hemlokk.
5. Størst virkesproduksjon etter 40 år er oppnådd i hemlokk og sitkagran, minst i vanlig gran og serbergran. Japansk lerk og douglasgran står i en mellomstilling.
6. Forskjellen i totalproduksjon mellom sitkagran og gran ved 40 år fra frø er 84 m³/ha, og forskjellen synes å være økende fra 40 års alder.
7. Simulering av utvikling i stående volum ved slutthogst til 70 års alder antyder at forskjellene mellom sitkagran og gran vil øke til ca. 280 m³/ha (sitkagranens produksjon er estimert til 132 % av vanlig gran). Forskjellen mellom vanlig gran og japansk lerk er estimert til ca. 160 m³/ha (lerkens produksjon er 82 % av vanlig gran).
8. Eventuelle råteforekomster og prisnedslaget som råte fører med seg må være betydelig for å kunne utjevne differansene som knytter seg til produksjonsforskjeller for treslagene i Høylandskomplekset.

Etterord

Skogforsk-Bergen takker Statsskog for velvillig tillatelse til bruk av arealene til forsøksfelt og for et godt samarbeid over mange decennier. Åge Østgård medvirket i markarbeidet ved revisjonen i 2003. Halvor Solheim, Petter Nilsen og Øystein Dale har velvillig gitt kommentarer til manus. Mange ved VFF, NISK og Skogforsk har bidratt til etablering og med arbeid i feltet i årenes løp. Til alle fremføres en stor takk.

Litteratur

- Anon. 1968. Notat, Vestlandets forstlige forsøksstasjon vedr etablering av treslagsforsøk på råteinfisert mark i Selshammeren, Sandnes, Rogaland. 3 s. (upublisert).
- Bauger, E. 1995. Funksjoner og tabeller for kubering av stående trær. Furu, gran og sitkagran på Vestlandet. Rapp. Skogforsk 16/95:1-26.
- Brekken, P. 1968. *Pinus contorta* på Vestlandet. Tidsskr Skogbruk 4/68:275-294.
- Haraldstad, A.R. 1961. Investigations om *Fomes annosus* in Høylandskomplekset, South-Western Norway. *Nyt. Mag. Bot.* 9:175-198.
- Huse, K., Solheim, H. & Venn, K. 1994. Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren 1992. Rapp. Skogforsk 23/94: 1-26.
- Magnesen, S. 2001. Forsøk med ulike bartreslag og provenienser i Vest-Norge. Aktuelt fra Skogforsk 1/01:1-20.
- Orlund, A. 1976. *Pinus contorta* på Vestlandet. Oversikt utarbeidet til konferansen om *Pinus contorta* i Norge, NLH-Ås, 8 des. 1976. Notat, NISK-Stend, 40 s.
- Orlund, A. 2001. Bonitering av plantet gran (*Picea abies* L. Karst.) og sitkagran (*Picea sitchensis* Bong. Carr. På Vestlandet. Rapp. Skogforsk 2/01:1-17.
- Robak, H. 1951. II. Forholdet mellom klimatiske skader og ungdomsangrep av rotkjuken, *Polyporus annosus* Fr. på nåletrær i Hetlandsfeltet i Rogaland. Meddr Vestl Forstl. ForsStn 27:20-43.

- Robak, H. 1966 (red.). Vestlandets forstlige forsøksstasjon, 50 års jubileumsberetning. Meddr Vestl Forstl. ForsStn 41:1-166.
- Roll-Hansen, F. 1969. Soppsykdommer på skogstrær. Kompendium, Det norske Skogforsøksvesen, Vollebekk. 173 s.
- Solheim, H. 1996. Råte på Sør-Vestlandet – biologi og bekjempelse. Aktuelt fra Skogforsk 12/96:27-34.
- Solemslie, A. 1954. Høylandskomplekset 1873-1951. Tidsskrift for Skogbruk 62:233-253.
- Stenlid, J., Swedjemark, G. & Vollbrecht, G. 1995. Rotråta drabbar inte bara gran. Fakta Skog nr 12/95:2 s.
- Wielgolaski, F. 1993. Vekststudier med plantninger av *Larix decidua* Mill. og *L. kaempferi* Lamb. Carr. på Vestlandet. I. Boniteringskurver. Medd. Skogforsk 46(4): 1-18.
- Øen, S., Bauger, E. & Øyen, B.-H. 2001. Funksjonar for volumberekning av framande treslag i Vest-Noreg. Aktuelt fra Skogforsk 3/01:18-19.
- Øyen, B.-H. 1999. Buskfuru og bergfuru – en historie fra kystskogbruket i Norge. Blyttia 57(4):162-170.
- Øyen, B.-H. 2000. Naturlig avgang i gran- og furuskog. Rapp. Skogforsk 3/00:1-24.
- Øyen, B.-H. & Tveite, B. 1998. En sammenligning av høydebonitet og produksjonsevne mellom ulike treslag på samme voksested i Vest-Norge. Rapp. Skogforsk 15/98: 1-32.
- Øyen, B.-H. & Øen, S. 2001. Volumtilvekstfunksjoner for bruk i kystskogbruket. Aktuelt fra Skogforsk 3/01:20-21.

Rapport fra skogforskningen

Utkommet i 2004:

- 1-04 *Peder Gjerdrum*: Fuktrelasjoner for kommersiell bartrelast
- 2-04 *Even Bergseng, Hans Fredrik Hoen, Knut Veisten og Petter Økseter*: Konsekvenser på virkesproduksjon av endrede transportkostnader – fra FAS til CIF
- 3-04 *Ketil Kohmann og Nils Lexerød*: Proveniensenforsøk med svartor (*Alnus glutinosa* Gaertn.) i Norge.
- 4-04 *Ole Martin Bollandsås, Hans Fredrik Hoen og Anders Lunnan*: Nullområder i skogbruket – en prinsipiell betraktning.
- 5-04 *Ole Martin Bollandsås, Hans Fredrik Hoen og Anders Lunnan*: Nullområder i skogbruket – vurdering av driftskostnader og miljøverdier
- 6-04 *Geir I. Vestøl, Olav Høibø, Sander Lilleslett og Harald Myhre*: Fysiske og mekaniske egenskaper til rundtømmer og firkant av furu fra høyereliggende skog.
- 7-04 *Nils Lexerød & Tron Eid*: Potensielt areal for selektive hogster i barskog - en kvantifisering basert på Landsskogtakseringens prøveflater
- 8-04 *Morten A. Nitteberg og Jørn Lileng*: Mekanisert hogst i bratt terreng

