

Oppdragsrapport
fra Skog og landskap

01/2015



**skog +
landskap**

Norsk institutt for
skog og landskap

VRIFURU I HEDMARK

Per Holm Nygaard, Hans Nyeggen og Stig Støtvig



Rapport til ekstern oppdragsgiver fra Skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås. Telefon 64 94 80 00

www.skogoglandskap.no

Tittel: Vrifuru i Hedmark	Nr. i serien: 01/2015	Dato godkjent av oppdragsgiver:
Forfatter: Per Holm Nygaard, Hans Nyeggen og Stig Støtvig		Antall sider: 25 - IV
Forfatterens kontaktinformasjon: Langsiktige feltforsøk, Seksjons Skogproduksjon, Norsk institutt for skog og landskap		
Oppdragsgiver: FMLA Hedmark	Prosjektnr. Skog og landskap / Kontraktsdato	Tilgjengelig: Lukket: Begrenset: Åpen:x
Andel privat finansiering:		
Sammendrag: <p>Planting av vrifuru på høyereliggende arealer i Hedmark, hvor det har vært svært vanskelig å etablere furu på grunn av snøskytte og hjortevilt, har så langt vist gode resultater. Arealene er satt i god produksjon og planting av vrifuru har resultert i en stor bonitetsøkning sammenlignet med furu. Per i dag står det ca. 420.000 m³ vrifuru i fylket som vil gi ca. 1.3 millioner m³ ved en hogstmodenhetsalder på 65 år. Selv om kvaliteten er varierende, er produksjonen stor, og høy biomasseakkumulasjon vil bidra til økt karbonbinding. En stor andel av registrerte skader og virkesfeil er knyttet til stabilitet, og treslaget synes å være mindre motstandsdyktig for snø og vind enn furu. Det bør derfor utvises forsiktighet med tanke på tynningsinngrep. Vrifuru bør ikke plantes på furuboniteter høyere enn F14. På slike marker vil dette kunne gi dårligere kvalitet, men også lavere produksjon enn gran. De undersøkte feltene er fortsatt unge. Materialet varierer sterkt med hensyn til egenskaper ved voksestedet, proveniens og bestandshistorie. Innen materialet finnes det eksempler på at både sørlige og nordlige provenienser kan gi et godt resultat med hensyn til kvalitet. En høy andel av stammene vil kun egne seg som massevirke eller energivirke, men enkelte felter viser høy skurandel. Registreringer av spredning og naturlig foryngelse ved feltene viser at gjenvæksten er svært glissen og kan ikke utnyttes til skogbruksformål. Av de 68 undersøkte feltene ble det funnet foryngelse til omliggende skogsmark fra 25 felter. Totalt ble det registrert 264 forekomster av foryngelse med et totalt planteantall på 512. Største registrerte spredningsavstand var 150 meter. Undersøkelsen viste forekomst av foryngelse fra unge vrifurubestand. Det ble ikke registrert høyere forekomst av foryngelse ved de eldste feltene. I den grad foryngelsen ansees som en miljørisiko, synes dette å være håndterbart ved å utføre manuell rydding rundt de feltene hvor dette kan være aktuelt.</p>		
Ansvarlig signatur Jeg innestår for at denne rapporten er i samsvar med oppdragsavtalen og Skog og landskaps kvalitetssystem for oppdragsrapporter.		
/s/ Adm.dir./Avdelingsdirektør		

Oppdragsrapport
fra Skog og landskap

01/2015

VRIFURU I HEDMARK

Per Holm Nygaard, Hans Nyeggen og Stig Støtvig

Omslagsfoto: Gammeldalen, Tynset. Tynna felt med middels høy skurtømmerandel.
Foto: Per Holm Nygaard, Skog og landskap.

Norsk institutt for skog og landskap, Pb. 115, NO-1431 Ås

FORORD

Dette arbeidet kom i gang etter diskusjon mellom Fylkesmannen i Hedmark og Skog og landskap om bruken av vrifuru i norsk skogbruk. Ved Skog og landskap ble det arbeidet med et strategisk instituttprogram (FREMSKOG) som omhandlet utenlandske treslag, og ved Fylkesmannen i Hedmark ønsket man å kartlegge vrifurufeltene i fylket.

Idéen til et felles prosjekt ble diskutert videre 10.12.2012 på et møte på Hamar med Fylkesmannen i Hedmark, hvorefter Skog og landskap mottok tilskudd for å undersøke tilstanden i kulturfeltene. Formålet var å gi en status over vrifuruplantingene med hensyn til tilvekst, kvalitet og skader, men også å vurdere forekomster av naturlig foryngelse. Feltarbeidet ble gjennomført i 2013 og 2014.

Prosjektet har vært finansiert 50 % fra Fylkesmannen i Hedmark og 50 % fra Skog og landskap. Ved Skog og landskap har en prosjektgruppe som er knyttet til langsiktige feltforsøk ved seksjon skogproduksjon bestående av Per Holm Nygaard, Hans Nyeggen og Stig Støtvig vært ansvarlige for prosjektet. Magne Sandtrøen har koordinert prosjektet ved Fylkesmannen i Hedmark, og Annar Vangen har bidratt på feltarbeidet.

SAMMENDRAG

Planting av vrifuru på høyereliggende arealer i Hedmark, hvor det har vært svært vanskelig å etablere furu på grunn av snøskytte og hjortevilt, har så langt vist gode resultater. Arealene er satt i god produksjon, og planting av vrifuru har resultert i en stor bonitetsøkning sammenlignet med furu. Per i dag står det ca. 420 000 m³ vrifuru i fylket som vil gi ca. 1.3 millioner m³ ved en hogstmodenhetsalder på 65 år.

Selv om kvaliteten er varierende er produksjonen stor, og høy biomasseakkumulasjon vil bidra til økt karbonbinding. En stor andel av registrerte skader og virkesfeil er knyttet til stabilitet, og treslaget synes å være mindre motstandsdyktig for snø og vind enn furu. Det bør derfor utvises forsiktighet med tanke på tynningsinngrep.

Vrifuru bør ikke plantes på furuboniteter høyere enn F14. På slike marker vil dette kunne gi dårligere kvalitet, men også lavere produksjon enn gran. De undersøkte feltene er fortsatt unge. Materialet varierer sterkt med hensyn til egenskaper ved voksestedet, proveniens og bestandshistorie. Innen materialet finnes det eksempler på at både sørlige og nordlige provenienser kan gi et godt resultat med hensyn til kvalitet. En høy andel av stammene vil kun egne seg som massevirke eller energivirke, men enkelte felter viser høy skurandel.

Registreringer av spredning og naturlig foryngelse ved feltene viser at gjenveksten er svært glissen og kan ikke utnyttes til skogbruksformål. Av de 68 undersøkte feltene ble det funnet foryngelse til omliggende skogsmark fra 25 felter. Totalt ble det registrert 264 forekomster av foryngelse med et totalt planteantall på 512. Største registrerte spredningsavstand var 150 meter. Undersøkelsen viste forekomst av foryngelse fra yngre vrifurubestand. Det ble ikke registrert høyere forekomst av foryngelse ved de eldste feltene. I den grad foryngelsen ansees som en miljørisiko, synes dette å være håndterbart ved å utføre manuell rydding rundt de feltene hvor dette kan være aktuelt.

Nøkkelord:

Vrifuru, *Pinus contorta latifolia*, Hedmark, produksjon, skader, naturlig foryngelse, spredning, virkeskvalitet

INNHold

Forord	ii
Sammendrag	iii
Innhold	iv
1. Innledning	1
2. Materiale og metode	2
2.1. Feltarbeidet	2
2.2. Spredning av foryngelse	5
2.3. Beregninger	5
3. Resultater	5
3.1. Resultater fra 2013	5
3.2. Resultater fra 2014	6
3.3. Foryngelse av vrifuru	14
4. Diskusjon	20
4.1. Produksjon	20
4.2. Kvalitet og skader	20
4.3. Foryngelse og spredning	23
Litteratur	25

1. INNLEDING

Med bare to skogdannende bartreslag i Norge, ble interessen for bruk av utenlandske treslag vekket alt fra tidlig på 1700-tallet. Innledningsvis var plantingene en test på om utenlandske treslag kunne klare seg under norske forhold. Fram til 1920 var det meste forsøksplantinger i liten skala, men erfaringene viste at utenlandske treslag som vrifuru i mange tilfeller viste større produksjon enn gran og furu på samme voksested. Nytteaspektet kom etter hvert mer i fokus, og med økonomiske støtteordninger, etablering av fredskogsfelt og skogreisningsplaner, økte bruken av utenlandske treslag. Skogkommisjonen av 1951 ble en milepel i skogreisningsarbeidet, hvor det ble utarbeidet planer for Vest-Norge og Nord-Norge som omfattet 4.6 millioner dekar. Men også områder i Nord-Østerdalen ble definert som skogreisningsområde, og i 1954 ble dette arealet anslått til ca. 70 000 dekar i kommunene Tynset, Kvikne, Tolga og Os. Rundt 1970 var skogreisningsaktiviteten på det høyeste, og utenlandske treslag dekker i dag et areal på ca. 800 000 dekar (Øyen et al. 2009). Nest etter sitkagran er vrifuru det mest brukte utenlandske treslaget i Norge med et areal på ca. 80 000 dekar. Hovedtyngden av feltene med vrifuru finnes i Hedmark som i dag har ca. 60 000 dekar vrifuru. De tidligste såingene av vrifuru ble foretatt så tidlig som i 1903 (Hagem 1931), men disse ga ikke nevneverdige resultater.

På begynnelsen av 1960-tallet ble det registrert store arealer med mislykka furuforyngelser i høyereliggende skog på grunn av angrep fra snøskyttesoppen (*Phacidium infestans*). Dette førte til redusert produksjon og økt innslag av gran på furumark. For å motvirke dette ble flere alternative treslag vurdert. Valget falt på vrifuru (*Pinus contorta* var. *latifolia*) som i enkelte forsøksplantinger hadde vist seg lovende i forhold til snøskytten (Køhn et al. 1973, Norsk Forstmannsforenings Temakonferanse 1985). Treslaget viste i tillegg en langt høyere produksjon enn gran og furu på lav bonitet. I løpet av 1970- og 1980-tallet ble det til sammen plantet 60 000 dekar med vrifuru i Hedmark. Borregaard og Kiær skoger kom til å bli en pådriver i bruken av vrifuru. I perioden 1975-1984 gikk en tredjedel av totalt solgte planter (6 850 000) av vrifuru til Borregaard og Kiær skoger og en tredjedel gikk til resten av Hedmark. Den resterende tredjedelen gikk til resten av Østlandet (Dillerud, Forstmannsforenings Temakonferanse 1985). Borregaard og Kiær skoger satset på et tynningsfritt skogbruk med vrifuru, mens andre skogeiere satset på kvalitetsproduksjon. Satsingen på vrifuru i Norge står i kontrast til den sterke satsingen på vrifuru i Sverige hvor det er plantet til 6 millioner dekar, noe som har gjort vrifuru til det økonomisk viktigste utenlandske treslaget i Norden (Andersson et al. 2001).

I den seinere tid har det i Norge vært sterk negativ fokus på bruken av utenlandske treslag i skogbruket og i andre sektorer fordi de blir hevdet å utgjøre en trussel mot naturens mangfold, og kan dermed utgjøre en økologisk risiko (Gederaas et al. 2012). I Norge er det i regi av Artsdatabanken blitt utarbeidet «Norsk svarteliste» hvor utenlandske arter graderes etter økologisk risiko, og hvor arter som kategoriseres med høy risiko og svært høy risiko utgjør svartelista. Utenlandske treslag som er svartelistet er sitkagran, europalerk, buskfuru, weymouthfuru, vestamerikansk hemlokk, vanlig edelgran, hvitgran og silkefuru. At de er svartelistet betyr ikke at de er forbudt å bruke, men i søknadsprosessen for bruk av utenlandske treslag til skogbruksformål vil svartelista være en del av kunnskapsgrunnlaget. Vrifuru er kategorisert med potensielt høy risiko og er således ikke svartelistet.

I regi av EU blir det i 2015 startet opp et prosjekt (Non-native tree species for european forests-experiences, risks and opportunities) for å belyse bruken av utenlandske treslag i europeisk skogbruk, hvor både positive og negative effekter vil bli vurdert. Spesielt vil det bli fokusert på om utenlandske treslag kan være en del av framtidsløsningen med hensyn til økt behov for fiber, men også utenlandske treslags større potensiale for karbonlagring, og ikke minst om utenlandske treslag kan være bedre tilpasset en endret vær-situasjon med mer tørke og vind.

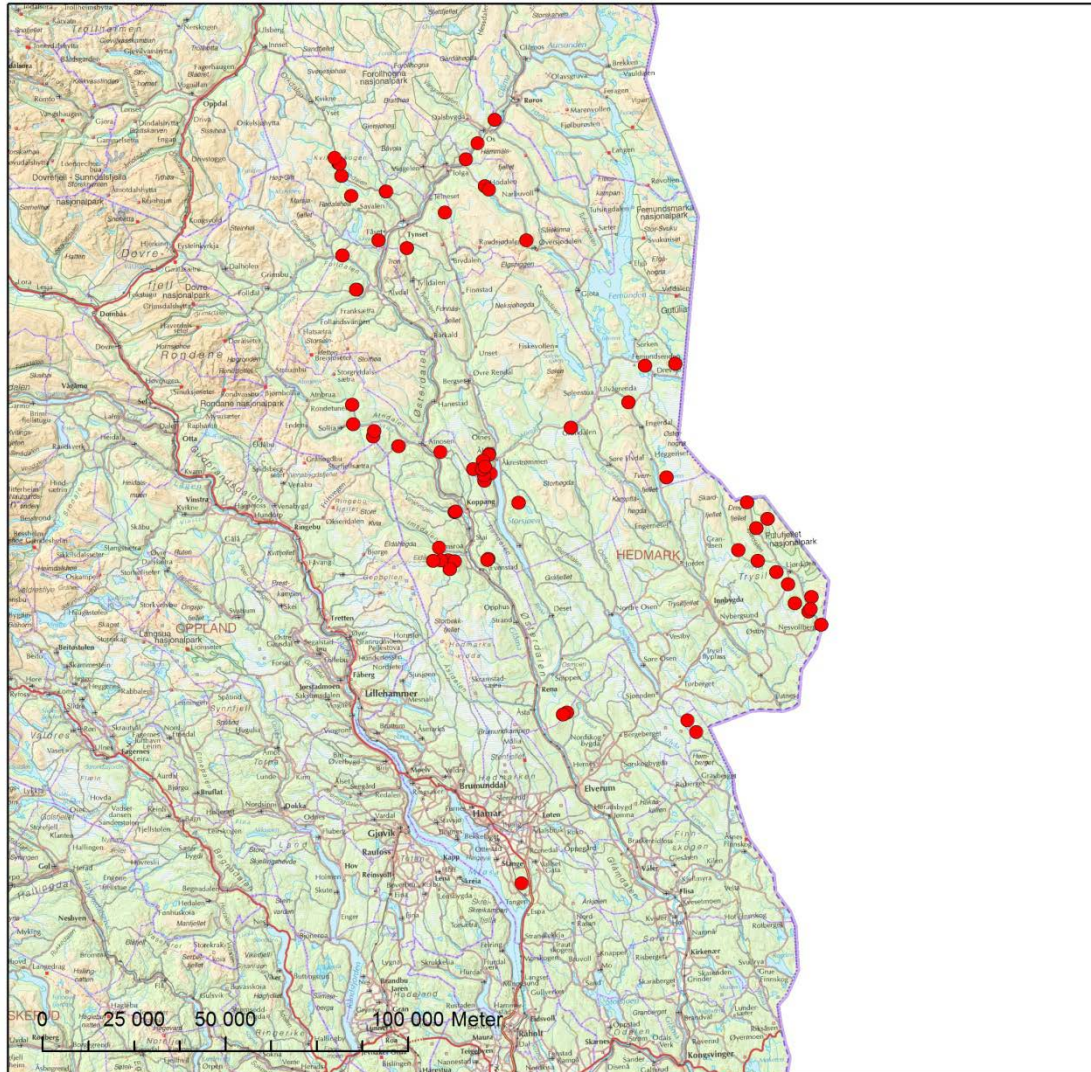
2. MATERIALE OG METODER

Vrifuru (Kontortafuru) (*Pinus contorta*)

Det finnes fire underarter, *contorta*, *murrayana*, *latifolia* og *bolandri*. Det er underarten *latifolia* som er plantet i Hedmark. Underarten *contorta* har blitt plantet i mindre omfang på næringsfattig jord i kyststrøkene på Vestlandet. Vrifuru har sitt naturlige utbredelsesområde i nordvestlige deler av USA og Canada. Treslaget har egenskaper som furu, men er noe mer skyggetålende, og kan danne svært tette bestand (Smithers 1961). De tette bestandene skyldes blant annet rikelige frøår med 2-3 års mellomrom, men hvor en stor andel av konglene forblir lukkede og sitter på greinene i mange tiår. På denne måten akkumuleres store mengder frø som kan frigjøres ved skogbrann. Temperaturer over 50 °C får konglene til å sprekke opp, hvoretter frøene spres på brent mark som er et gunstig spireleie. Foryngelser med tetthet opp til 1.2 Mill per ha ved 5 års alder og 250 000 levende stammer per ha ved 70 år er kjent fra USA (Smithers 1961). Vrifuru er et nøysomt og hardført treslag som har raskere vekst enn furu, og kan produsere 20-40 % mer enn furu på samme lokalitet avhengig av bonitet (Øyen et al. 2009).

2.1. Feltarbeidet

I samarbeid med fylkesmannen, kommuner og aktuelle grunneiere ble det valgt ut felter i Hedmark. I alt 68 felter med vrifuru er undersøkt (Fig. 1). Feltene ligger i kommunene Os, Tolga, Tynset, Alvdal, Rendalen, Stor-Elvdal, Åmot, Engerdal, Trysil, Våler og Stange. Det var et ønske å få god geografisk fordeling på feltene i Hedmark, slik at en dekket både nord-sør gradienten og ulike høydeler. De fleste av feltene er likevel lokalisert til de kommunene som har størst areal med vrifuru.



Figur 1. Kartet viser lokaliseringen av de 68 undersøkte feltene i vrifuru i Hedmark.

For å teste ut metodikk og tidsforbruk, ble en pilotstudie gjennomført i 2013. To felter ved Gravberget i Våler kommune ble valgt ut. På grunnlag av erfaringene fra 2013, ble metodikken justert for å spare tid, og dermed rekke over flere felter. Resultatene fra 2013 og 2014 presenteres derfor separat, og forskjeller i metodikk mellom de to registreringsårene er beskrevet nedenfor.

Undersøkelsen i 2013 ble utført i tidligere proveniensforsøk i Gravberget i Våler. Dette var proveniensforsøk D75, plantet i 1975, og C76, plantet i 1976, med ti provenienser av vrifuru og to provenienser av vanlig furu for sammenligning. En oversikt over proveniensene er vist i tabell 1. Proveniensene av vrifuru er alle fra det sørlige utbredelsesområdet i British Columbia (BC) (Skrøppa 1992).

Tabell 1. Provenienser av vrifuru og furu brukt i forsøkene D75 og C76.

S.nr	Treslag	Stat	Lokalitet	Bredde-grad	Lengde-Grad	Høyde o. havet
8271	Vrifuru	BC	Moberly Lake	55° 47'	121° 35'	790-945
8272	Vrifuru	BC	Sundown Creek	55° 41'	212° 20'	610-760
8273	Vrifuru	BC	East Pine	55° 20'	120° 40'	1130
8274	Vrifuru	BC	Lone, Prairie	55° 37'	121° 24'	760-915
8275	Vrifuru	BC	Sundance Lake	55° 41'	121° 20'	610-760
8276	Vrifuru	BC	Jackfish Lake	55° 52'	121° 25'	610-760
8277	Vrifuru	BC	Mile 81	56° 37'	121° 19'	760-790
8278	Vrifuru	BC	Ardell	56° 09'	121° 41'	460-550
8279	Vrifuru	BC	Mile 101	56° 45'	121° 44'	825-885
8280	Vrifuru	BC	Hudson Hope	56° 03'	121° 52'	520-550
B350	Furu	Norge	Løten (plantasje)			
B5	Furu	Norge				450-550

Forsøkene er plantet med en proveniens i hver rute. Furu B5 er plantet bare i forsøk D75. Vrifuru og furu B5 er uten gjentak, mens furu B350 har to gjentak i D75 og tre gjentak i C76.

Det ble lagt ut systematisk minimum fire prøveflater i hver rute. På hver prøveflate ble det telt tre med relaskop, og på hvert fjerde relaskop tre ble det målt diameter, trehøyde og høyde til nederste grønne gren. I tillegg ble det registrert skader og feil på prøvetrærne: Krok, slengkrok, langkrok, gankvist, dobbelttopp, dobbelstammer, skeive trær, stammebrekk, stammesår, kvaeutflod og føyre. I tillegg til vrifuru, var det også spredte innslag av gran, furu og bjørk i noen av vrifururutene. Disse ble telt og kubert som vrifuru. I fururutene ble andre treslag telt og kubert som furu. Det ble også gjort en skjønnsmessig, samla vurdering av virkeskvaliteten for trærne i hver rute på en skala slik: God, middels god eller dårlig kvalitet.

I 2014 ble det for felter opp til 3 dekar lagt ut 1- 2 prøveflater, mens det for større felter ble lagt inntil 10 prøveflater avhengig av størrelsen på feltet. Prøveflatene ble lagt systematisk. På hver prøveflate ble grunnflatesum målt med relaskop, og det grøvste treet ble høydemålt med Vertex og diametermålt med pi-bånd. Relaskopfaktor ble valgt etter tetthet og dimensjon i feltet. Relaskopsum ble korrigert på prøveflater med stigning $\geq 20\%$. Alder i brysthøyde på overhøydreet ble bestemt ved telling av greinkranser fra toppen eller ved boring. Der det var mulig, ble alder over bakken bestemt ved å telle kvistkranser helt ned. I de tilfeller hvor dette ikke var mulig er det gjort en skjønnsmessig vurdering. Tidligere svenske undersøkelser har anslått alder opp til brysthøyde til 4-7 år på midlere boniteter og 6-9 år på svakere boniteter (Remröd 1977). Alder er i vår undersøkelse er derfor treets totalalder.

Stammekvaliteten for relaskoptrærne ble skjønnsmessig vurdert, ved å prøve å anslå andel skur, massevirke og energivirke ved framtidig slutthogst. Hva slags skader og feil som var årsak til nedklassing fra skurkvalitet, ble notert for hver prøveflate. Tynningsbehovet for hele bestandet ble også vurdert, dvs. behovet for tynning i dag. Andre treslag i noen av rutene var furu, gran og bjørk. Disse treslagene er telt med i relaskopet, men trærne er ikke målt eller kvalitetsvurdert. Arealet av hvert felt er funnet enten ved hjelp av flyfoto, skogbruksplan eller skjønnsmessig vurdert i felt. Myr eller annen uproduktiv mark er skilt ut.

I tillegg til engangsundersøkelsene med relaskopanalyser inngår et forskningsfelt fra databasen langsiktige feltforsøk ved Skog og landskap. Forsøket ble anlagt i Stange prestegårdsskog i 1948. Feltet ble tilplantet med vrifuru i 1930 med proveniens fra Alberta i Canada nær Calgary, 52°N og 1050 moh. Forsøket er seinere revidert i 1952, 1955, 1958, 1961, 1964, 1967, 1972, 1977, 1986, 1992 og 2014. På dette feltet er det målt

høyde og diameter på alle trærne, og volum er beregnet etter funksjon fra Bauger (1995). Feltet er spesielt verdifullt fordi det viser utvikling i vrifuru over en lengre periode.

2.2. Spredning av foryngelse

Det ble utført registrering av foryngelse med høyde over 0,5 m ved visuell inspeksjon rundt feltene. Forekomst av foryngelse ble posisjonsbestemt med håndholdt GPS med presisjon på ca. 10 meter. Minste avstand mellom to planter for at skal regnes som 2 forekomster ble satt til 3 meter. Avstand til bestandskant ble anslått i felt, og seinere beregnet i GIS. Høyde, alder og skader ble registrert. I de tilfellene hvor det var gruppevis foryngelse på samme voksested, ble høyde og alder registrert på det høyeste treet i foryngelsesgruppa. Veikantforyngelse og småplanter mindre enn 0,5 m inngår ikke i registreringene, men er notert som merknad. Foryngelse på mindre forstyrta mark slik som i skitraseer og lignende er likevel tatt med. For noen få av feltene var det usikkerhet knyttet til hva som var frøkilden til foryngelsen, men også i disse tilfellene ble spredningen målt som avstand til nærmeste kant.

2.3. Beregninger

Stående volum for vrifuru er regnet ut ved hjelp av grunnflateveid middelhøyde og grunnflatesum på hver prøveflate. I 2013 ble middelhøyden beregnet som gjennomsnittet av høyden til relaskoptrærne. I 2014 ble middelhøyde funnet ved å redusere overhøyde med funksjonen $0,96 * OH - 0,58$ (Remröd 1977). Volum ble regnet ut ved hjelp av bestandsvolumfunksjon for furu (Brantseg 1959), som gir kubikkmeter pr. hektar med bark. Bestandsvolumet er beregnet som middelet av volumet på prøveflatene.

I 2013 ble skade- og feiltyper registrert for hvert prøvetre, mens i 2014 ble skade- og feiltyper registrert på den enkelte prøveflate. For 2013 er skade- og feilprosenten regnet på grunnlag av alle prøvetrær i feltet, mens i 2014 er det beregnet prosentandel av prøveflater med feil og skader i hvert felt.

3. RESULTATER

3.1. Resultater fra 2013

Geografiske data, areal og alder for feltene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Lokalitet, areal og alder for undersøkte vrifurufelt i 2013.

Felt	UTM Øst	UTM Nord	Sone	HOH (m)	Areal (daa)	Alder (år)
D75	344459	6769986	33 V	510	55	39
C76	346405	6766743	33 V	520	50	38

Middeltall for vrifuru og furu vist i tabell 3. I alt 84 prøveflater i vrifuru og 25 prøveflater i furu er registrert. Vrifuru hadde ca. 50 % større stående volum enn furu. Andel gran, furu og bjørk var til sammen 3,5 % av grunnflatesummen i vrifururutene. I fururutene var til sammen 15 % av grunnflatesummen andre treslag, herav mest gran. Fururutene hadde også hatt tydelig større avgang av planter enn vrifururutene. Skader og feil viste et ganske likt bilde mellom treslaga, men den totale andelen prøvetrær med feil eller skader var litt mindre i furu.

Kvaliteten ble vurdert å være middels i alle proveniensruter, unntatt proveniens 8279 i felt D75 som ble vurdert som dårlig.

Tabell 3. Middeltall for felt D75 og C76 fordelt på treslag.

Treslag	Vrifuru	Furu
Stående volum (m ³ /ha)	185	115
Grunnflateveid middelhøyde (m)	15,2	12,0
Høyde til nederste grønne gren (m)	6,1	4,1
Grunnflateveid middeldiameter (cm)	18,4	18,0
Grunnflatesum (m ² /ha)	24,6	18,4
Antall vrifuru (% av grunnflatesum)	96,5	0
Antall furu (% av grunnflatesum)	1,0	84,6
Antall gran (% av grunnflatesum)	2,2	13,6
Antall bjørk (% av grunnflatesum)	0,3	1,8
<i>Sum treslagsfordeling (%)</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
*Antall stammebrekk, levende (% av grunnflatesum)	3,9	0
Antall rotvelt, levende (% av grunnflatesum)	1,5	0,4
Antall prøvetrær med minst 1 feil eller skader (%)	89	75
**Krok (% av antall prøvetrær)	35	30
Slengkrok (% av antall prøvetrær)	26	28
Langkrok (% av antall prøvetrær)	26	12
Gankvist (% av antall prøvetrær)	21	25
Dobbeltopp over 6 m (% av antall prøvetrær)	11	6
Kløft under 6 m (% av antall prøvetrær)	7	7
Flerstammet (% av antall prøvetrær)	5	3
Gamal toppbrekk, ny topp (% av antall prøvetrær)	2	0
Treet står skeivt (% av antall prøvetrær)	3	0
Stammesår (% av antall prøvetrær)	1	1
Kvæutflod (% av antall prøvetrær)	1	0
Føyre (% av antall prøvetrær)	1	3

**) Stammebrekk er ikke med i prøvetreutvalget. **) Ulike kroktyper (f.eks. rotkrok eller tverrkrok) som ikke er sleng- eller langkrok.*

3.2. Resultater fra 2014

Det undersøkte arealet i 2014 var totalt ca. 1400 dekar, fordelt på 66 plantefelt. Middeltall for alle felt er vist i tabell 4. Totalt 242 prøveflater ble lagt ut. Gjennomsnittlig stående volum var 102 m³ ha⁻¹. Størst grunnflatesum og stående volum hadde et 78 år gammelt felt på Tynset med henholdsvis 60 m² ha⁻¹ og 511 m³ ha⁻¹, mens et felt i Engerdal hadde minst

grunnflatesum og volum, bare 3,5 m² ha⁻¹ og 24 m³ ha⁻¹. Feltet på Kvikne med 511 m³ ha⁻¹ har et lite areal (0,7da), og kanteffekt har sannsynligvis bidratt til stor produksjon her. Men alt ved 43 år alder ble det på dette feltet målt 240 m³ ha⁻¹ (Køhn et al, 1973). Et såfelt i Trysil hadde den minste middelhøyden med 4,8 m, mens et felt i Rendalen hadde den største middelhøyden med 23,2 m. Aldersvariasjonen varierte fra 20 til 87 år.

Skurtømmerandelen varierte fra 0 til 80 % mellom feltene, der feltene i Rendalen og i Stange hadde den høyeste skurandelen. Massevirkeandelen varierte mellom 15 og 84 %, mens energivirke varierte mellom 0 og 32 %. Analyse viste en negativ sammenheng mellom skurtømmerandel og høyde over havet, dvs. lavere skurandel med økende høyde. Det ble og påvist en negativ sammenheng mellom volum og høyde over havet. Skade- og feilprosent er satt opp etter fallende frekvens, og gir et bilde av hvor vanlige de enkelte skadene og feilene var i feltene. Kvist og krok var de vanligste feila, men også gankvist, langkrok, sleng og dobbeltopp var det ganske mye av.

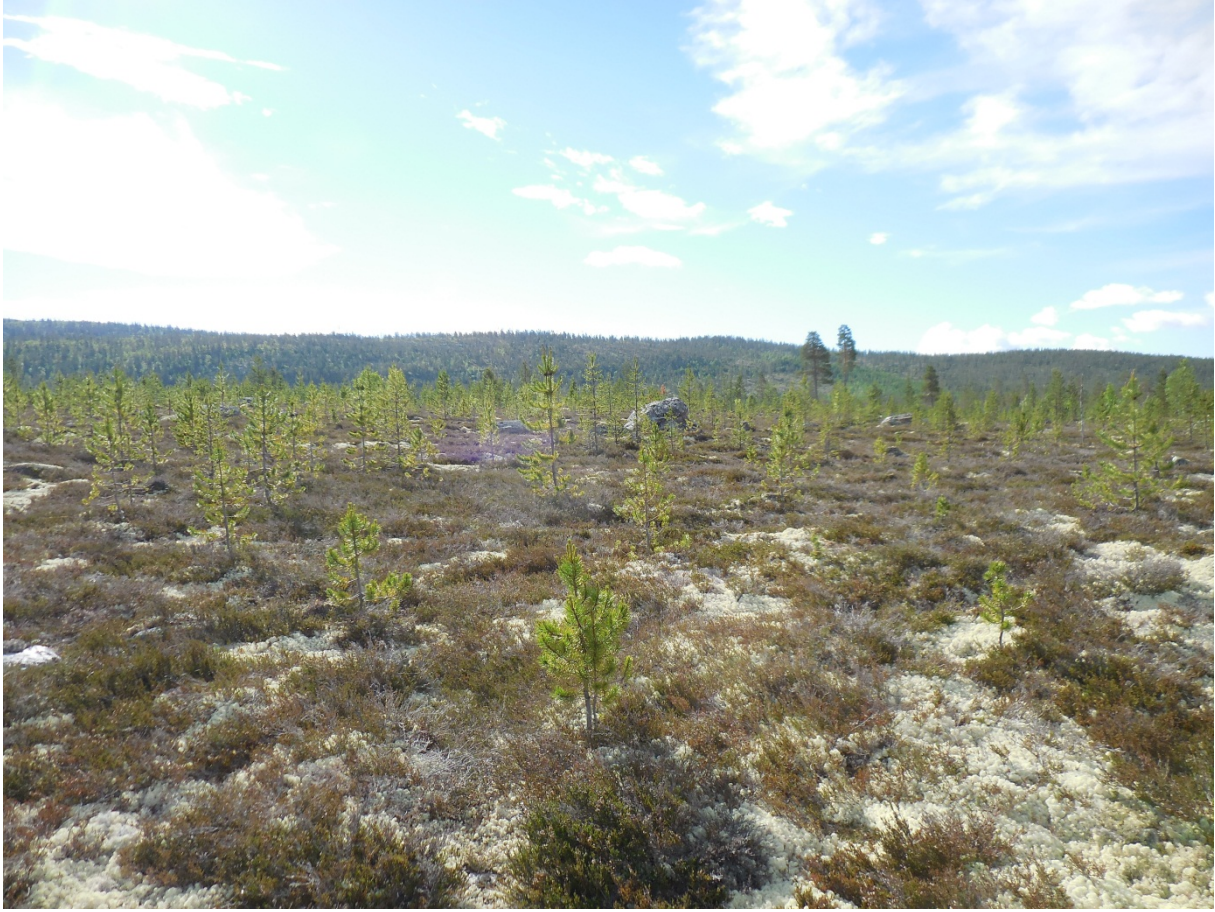
Innblandete treslag utgjorde i gjennomsnitt 7 % av grunnflatesummen. Av disse treslaga utgjorde furu 44 %, gran 28 og bjørk 28 %. Et felt i Trysil hadde størst innslag av andre treslag, med 59 % tillegg til grunnflatesummen. De andre treslaga hadde for det meste betydelig mindre høyde enn vrifuru det betyr at volum for disse treslaga er prosentvis mindre.

Tabell 4. Middeltall for alle felt i 2014. Alle mål og prosenter gjelder vrifuru.

	Middel
Areal (daa)	21,4
Volum (m ³ /Ha)	101,9
Grunnflatesum (m ² /Ha)	15,8
Middelhøyde (m)	10,6
<i>Kvalitet:</i>	
Skur (%)	30,6
Massevirke (%)	63,9
Energivirke (%)	5,4
<i>Skader og feil (% av antall prøveflater):</i>	
Kvisttykkelse og – mengde (%)	66
*Krok (%)	61
Gankvist (%)	52
Langkrok (%)	46
Sleng (%)	40
Dobbeltopp (%)	37
Flerstammet (%)	23
Stammesår (%)	15
Toppbrekk (%)	3
Stammebrekk (%)	2
Føyre (%)	2

*) Ulike kroktyper (f.eks. rotkrok eller tverrkrok) som ikke er sleng- eller langkrok. Ofte sammen med gankvist.

Middeltall for hvert felt er vist i tabell 5. Det var utført tynning i 6 felt, delvis tynning i 1 felt og avstandsregulering i 3 felt. I to andre felt var det tatt ut noe bjørk. Seks felt er vurdert å kunne ha et tynningsbehov med hensyn til kvalitet på framtidstræne.



Figur 2. Vrifuruplanting ved Galten i Engerdal. 15 år gammelt felt med 3 meter planteavstand, på gammel vindfallflate, der det først ble planta furu som mislyktes.

Tabell 5. Hovedtall for hvert felt i 2014. Alle mål og prosenter er middeltall for feltet, og gjelder vrifuru.

Felt	Kommune	UTM øst	UTM nord	HOH (m)	Areal (daa)	Alder	Middel-høgde (m)	Grunn-flatesum (m ² /ha)	Stående volum (m ³ /ha)	Skur (%)	Massevirke (%)	Energivirke (%)	Tynningsbehov
*1	Tynset	602316	6909456	635	1	75	21,8	40	419	40	55	5	Nei
2	Tynset	602333	6909525	635	3	40	11,2	22	126	10	70	20	Nei
3	Tynset	591852	6899731	715	43	26	7,2	5,7	31	34	63	3	Nei
4	Tynset	586168	6915222	580	1	45	16,2	41,2	327	40	60	0	Nei
5	Tynset	584122	6901881	560	4	52	15,4	17,3	132	47	53	0	Ja
6	Tynset	574008	6919554	685	7	22	6,1	11,8	48	28	72	0	Nei
7	Tynset	573168	6922924	685	13	33	9,5	15,3	79	35	63	2	Ja
8	Tynset	573467	6922846	685	13	25	6,3	9	40	16	79	5	Nei
9	Alvdal	574205	6897746	775	2	27	8,8	22	105	45	55	0	Ja
10	Alvdal	574253	6897716	765	3	24	7,9	16	72	45	55	0	Nei
11	Alvdal	578092	6888350	855	1,5	30	12,1	23	140	30	70	0	Nei
12	Alvdal	578005	6888429	860	7	21	6,6	8,7	41	17	83	0	Nei
13	Tolga	613254	6916723	775	20	24	5,0	5,8	30	29	71	0	Nei
14	Tolga	614268	6915729	775	3	30	8,6	29	134	18	75	7	Nei
15	Tolga	624642	6901822	725	5	32	8,2	15,5	72	33	67	0	Nei
16	Tynset	576589	6914049	750	5	40	11,8	25,1	150	30	67	3	Nei
17	Tynset	572069	6924419	715	0,7	78	17,3	60	511	30	60	10	Nei
19	Os	611261	6928407	600	2	36	11,3	20,3	117	20	75	5	Nei
20	Os	615860	6934902	750	7	41	13,7	24,7	166	22	71	7	Nei
21	Tolga	607960	6923978	595	3	22	6,7	13	55	20	75	5	Nei
22	Rendalen	622486	6829958	630	100	34	10,9	12,3	71	40	57	3	Nei
23	Engerdal	350192	6867368	700	30	38	9,5	8,5	47	33	67	0	Nei
24	Engerdal	344998	6836604	760	15	25	6,6	10,2	45	40	60	0	Nei
25	Engerdal	652460	6857528	680	23	29	8,5	10,5	55	51	49	0	Nei
26	Engerdal	657003	6867558	690	25	28	5,6	3,5	24	6	84	10	Nei
**27	Stor-Elvdal	589641	6845512	650	89	28	10,7	13,3	76	33	61	6	Nei
*28	Rendalen	614768	6837962	430	2	60	23,2	26,7	289	70	30	0	Nei

*29	Rendalen	613091	6835969	580	5	55	18,9	20,8	185	72	28	0	Nei
30	Rendalen	612998	6837430	615	5	45	14,3	14,7	102	57	43	0	Nei
31	Rendalen	610057	6839156	645	5	58	21,4	34	344	27	65	8	Nei
32	Rendalen	636767	6850627	675	10	31	9,3	11,8	61	36	62	2	Nei
33	Rendalen	614483	6843354	530	1,5	35	12,6	35,2	222	45	50	5	Ja
34	Rendalen	614234	6843109	585	10	33	11,7	25,5	151	33	62	5	Nei
35	Rendalen	612676	6841509	675	20	23	6,7	12,5	54	16	75	9	Nei
36	Rendalen	612387	6839233	700	100	25	8,4	7,1	39	31	68	1	Nei
37	Rendalen	613274	6839878	605	15	25	9,0	9,7	51	36	58	6	Nei
38	Stor-Elvdal	582667	6848188	805	51	28	8,0	14	65	12	74	14	Nei
**39	Stor-Elvdal	582894	6849640	720	46	29	9,7	11,3	61	26	72	2	Nei
40	Stor-Elvdal	601032	6843864	490	1,5	38	12,2	18	111	45	55	0	Nei
*41	Stor-Elvdal	577204	6851554	580	11	37	16,7	16,7	131	35	63	2	Nei
**42	Stor-Elvdal	576933	6856883	580	5	28	10,0	8,7	49	15	80	5	Nei
43	Stor-Elvdal	604953	6827500	470	25	22	10,7	14,3	81	47	53	0	Nei
44	Stor-Elvdal	605160	6827562	420	5	36	15,0	20,5	149	43	57	0	Ja
*45	Stor-Elvdal	600673	6817685	425	1,5	51	22,3	14	139	60	40	0	Nei
46	Stor-Elvdal	603221	6814212	585	15	21	8,9	15,6	76	5	77	18	Nei
47	Stor-Elvdal	601261	6814231	745	50	28	10,2	23,6	126	10	73	17	Nei
48	Stor-Elvdal	599109	6814055	805	5	21	5,9	11	45	0	72	28	Nei
*49	Stor-Elvdal	604952	6813985	605	15	30	12,3	15,1	8,9	37	58	5	Nei
50	Stor-Elvdal	603634	6811778	625	15	24	6,4	5,2	30	18	78	4	Nei
51	Stor-Elvdal	614184	6814706	645	10	30	10,3	17	93	27	63	10	Nei
52	Stor-Elvdal	613948	6814381	625	15	27	10,5	14,7	82	19	78	3	Nei
53	Åmot	635671	6772559	615	60	20	6,4	7,5	36	14	60	26	Nei
54	Åmot	634556	6771978	555	60	25	8,7	13	64	6	61	33	Nei
55	Trysil	362600	6814962	640	10	30	9,0	8,8	49	9	63	28	Nei
56	Trysil	367686	6811519	590	6	30	8,5	8	42	39	60	1	Nei
57	Trysil	372449	6807999	600	40	29	8,6	6,1	37	39	61	0	Nei
58	Trysil	366292	6827755	630	5	25	8,3	6,9	38	17	74	9	Nei
59	Trysil	368159	6820433	525	130	25	8,2	6,1	34	29	69	2	Nei

60	Trysil	375371	6804399	635	5	31	9,5	11,3	61	27	70	3	Nei
61	Trysil	371379	6822715	680	40	26	8,0	5,1	30	30	66	4	Nei
62	Trysil	381420	6800373	560	8	25	4,8	5,3	28	33	67	0	Ja
63	Trysil	380295	6796472	525	10	30	10,1	13	69	46	54	0	Nei
64	Trysil	376803	6799100	580	40	29	9,7	8,5	48	26	72	2	Nei
65	Trysil	380900	6797037	415	5	30	10,7	7,3	44	20	70	10	Nei
66	Trysil	383337	6792557	420	100	34	11,7	18,5	111	48	51	1	Ja
*67	Stange	623286	6725760	275	3	87	24,6	21,5	238,6	75	15	0	Nei

*) Tynna **) Avstandsregulert

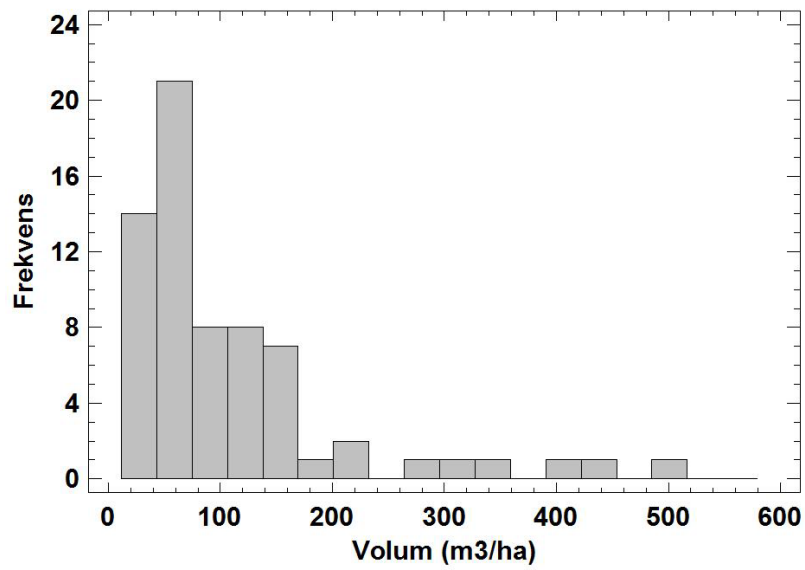
En direkte sammenligning mellom furu og vrifuru er gjort i det ene feltet i Tynset, felt nr. 4, vist i tabell 6. Det ble lagt 1 prøveflate i hvert treslag. Furudelen er totalt ca. 3 dekar, men vi valgte å bruke bare ca. 1 dekar av dette, som ligger nærmest vrifurudelen. Feltet viser lik grunnflatesum, middelhøgde og stående volum for treslaga. Vrifurua er likevel om lag 25 år yngre enn furua, og vrifurua har derfor større produksjon om alderen hadde vært den samme. Kvaliteten er ganske lik, men furua har størst oppkvisting og burde ut fra tettheten ha vært tynna. Bonitet(H40) for furu viser F14 for furudelen og F20 for vrifurudelen, som betyr en middeltilvekst på 50 % høyere for vrifuru enn furu i dette feltet.

11

Tabell 6. Resultat for vrifuru (felt 4) og furu (felt 69).

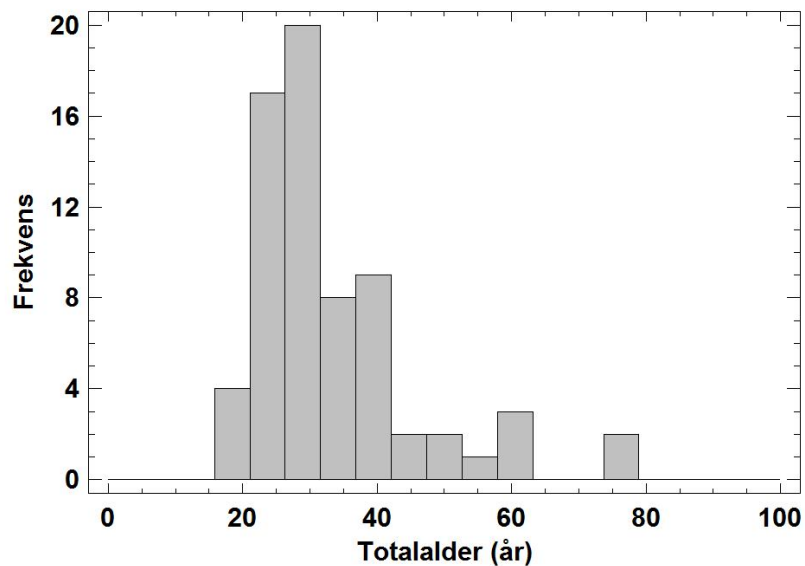
Felt	Treslag	Kommune	UTM Øst	UTM Nord	HOH (m)	Areal (daa)	Alder	Middelhøgde (m)	Grunnflatesum (m ² /Ha)	Stående volum (m ³ /Ha)	Skur (%)	Massevirke (%)	Vrak (%)
4	Vrifuru	Tynset	586168	6915222	580	1	45	16,2	41,2	327	40	60	0
69	Furu	Tynset	586185	6915199	580	1	70	16,6	41,2	336	35	60	5

Volumfordelingen på feltene er vist i figur 3a.



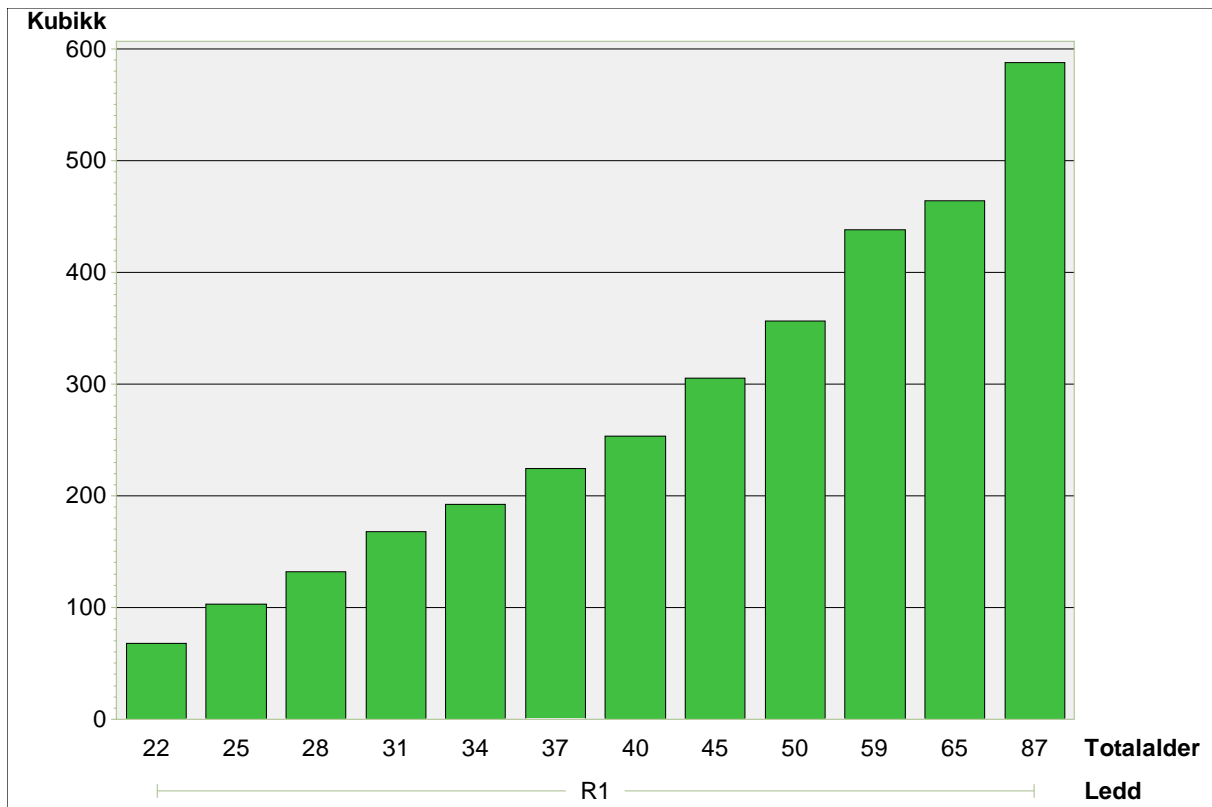
Figur 3a. Antall felter fordelt på stående volum ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) for hele materialet.

Aldersfordelingen på feltene er vist i figur 3b.

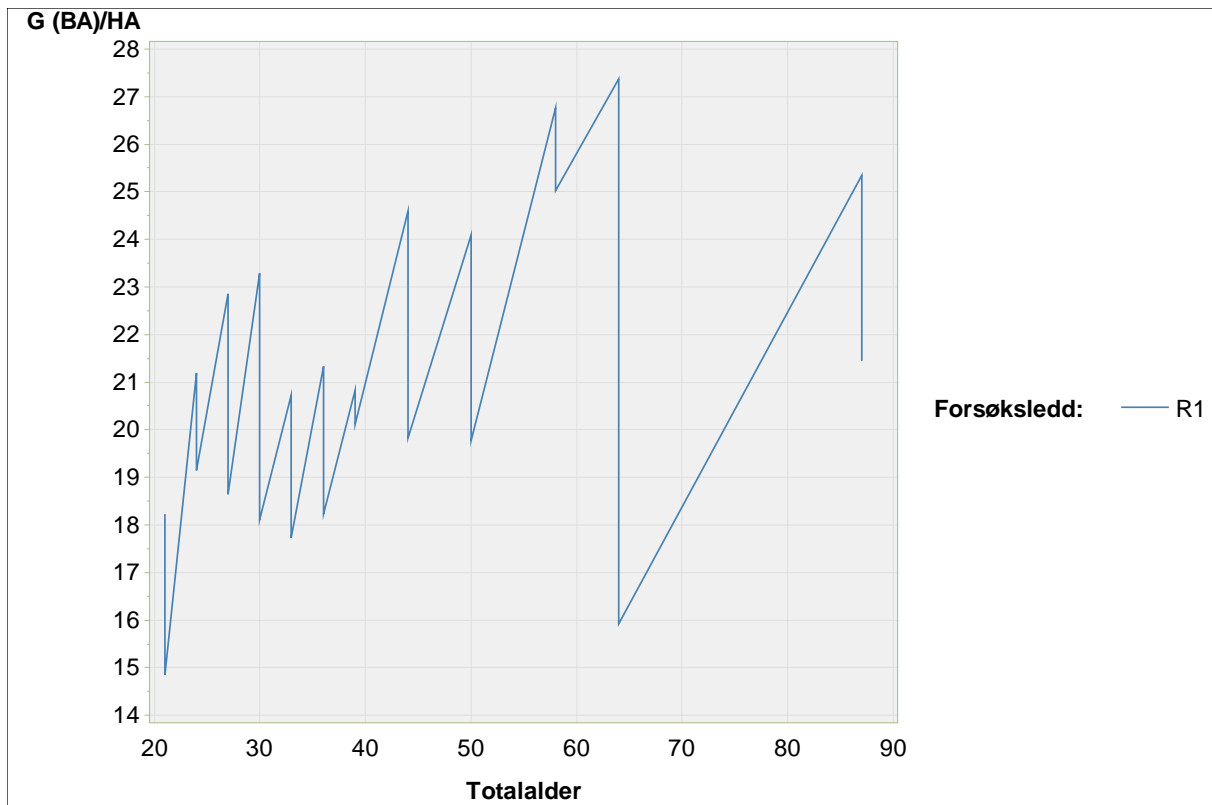


Figur 3 b. Antall felter fordelt på totalalder for hele materialet.

Utviklingen i totalproduksjon i forsøksfeltet i Stange er vist i figur 3c og utviklingen i grunnflatesum er vist i figur 3d. Feltet har vært fulgt opp med uttak av skadde og mindreverdige trær. I 1987 ble feltet utsatt for omfattende stormskade og ble vurdert nedlagt. Revisjonsresultatene fra 1992 og 2014 er sterkt påvirket av vindfellingene i 1987. Utviklingen illustrerer at vrifuru har gode produksjonsmuligheter.



Figur 3c. Utvikling av totalproduksjon i vrifuru ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) fra feltet i Stange prestegårdskog.

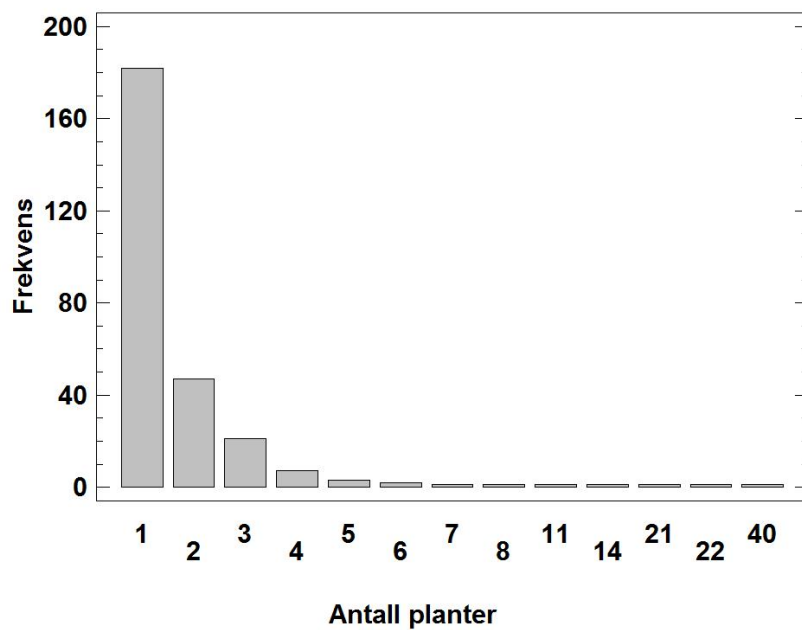


Figur 3d. Utvikling av grunnflatesum i vrifuru ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) fra feltet i Stange prestegårdskog fra 1948 til 2014.

Kvaliteten på bestandet er beskrevet som meget god med rette fine stammer og god oppkvisning. Av skader og feil nevnes sterk tendens til å danne dobbeltopp og at elg og rådyr har ødelagt en del trær. Fra feltdagboka ved langsiktige feltforsøk kommenteres: «Det skal også nevnes at det har vært en god del konglesetting de siste årene, men ingen småplanter er registrert.»

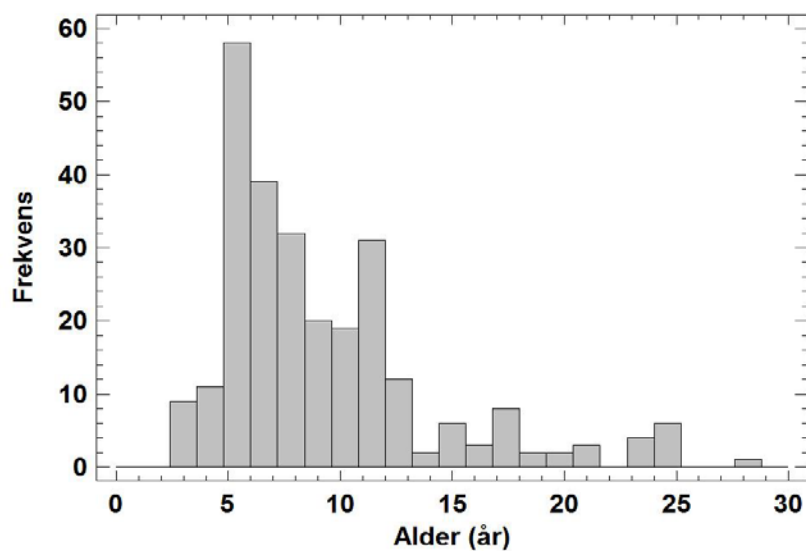
3.3. Foryngelse av vrifuru

Det ble funnet naturlig foryngelse av vrifuru ved i alt 25 av de undersøkte feltene. Det ble funnet 264 forekomster av foryngelse, med totalt 512 planter i skogsmarka rundt feltene. Lengste spredningsavstand ble målt til 150 meter fra kant. Antall planter per forekomst er vist i figur 4a. Foryngelsen besto for det meste av enkeltplanter, bare unntaksvis ble det funnet større foryngelsesgrupper. For noen grupper har vi indikasjoner på at det har vært forstyrrelser med blottlegging av mineraljord tilbake i tid.



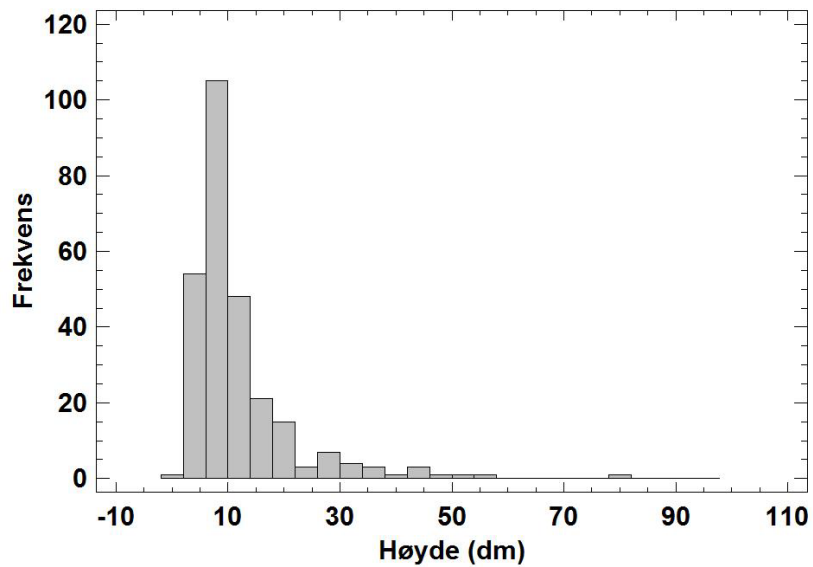
Figur 4a. Antall planter per foryngelsesforekomst fra de undersøkte feltene.

Aldersfordelingen på foryngelsen er vist i figur 4b. Hovedtyngden av småplantene har en alder fra 5 til 12 år.



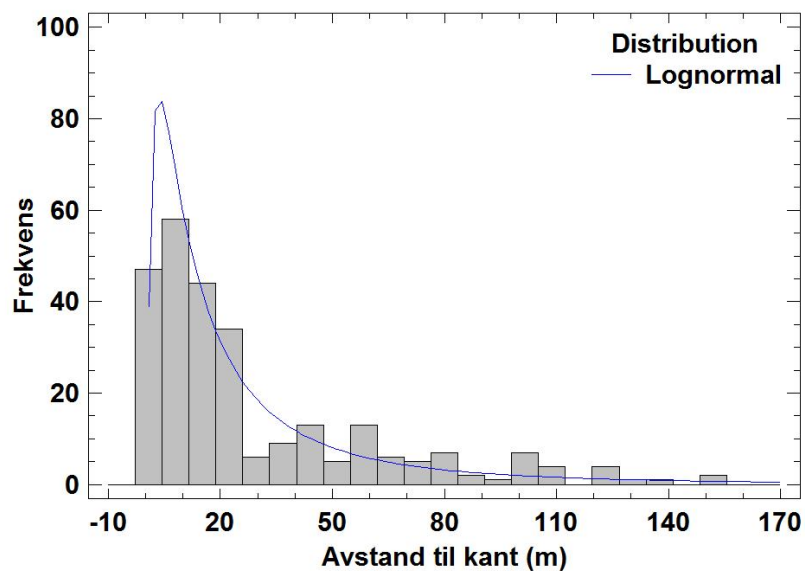
Figur 4b. Aldersfordelingen på foryngelsen av vrifuru fra de undersøkte feltene.

Høydefordelingen er vist i figur 4c. Størstedelen av plantene hadde høyde rundt 1 m.



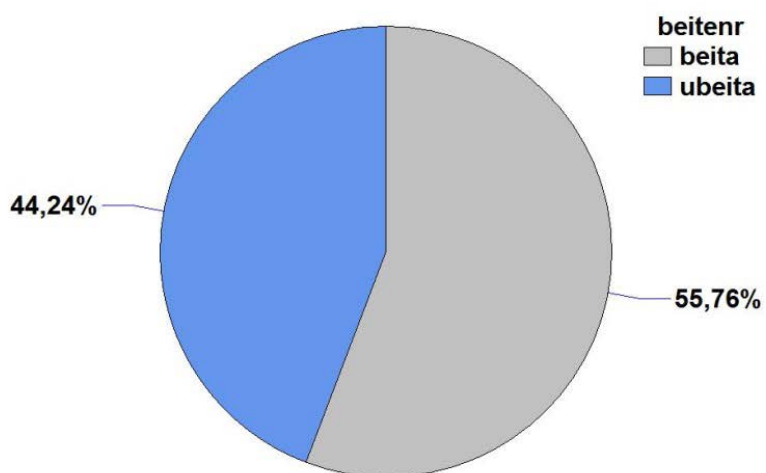
Figur 4c. Høydefordelingen på foryngelsen fra de undersøkte feltene.

Spredningsavstand fra foryngelsesforekomst til nærmeste bestandskant er vist i figur 4d. Det er innenfor en avstand på 30 meter til kant en finner det meste av foryngelsen. Det ble observert 11 tilfeller av foryngelse mer enn 100 meter fra bestandskant.



Figur 4d. Spredningsavstand fra foryngelsesforekomst til nærmeste bestandskant av vrifuru for de undersøkte feltene.

Kvaliteten på foryngelsen var ofte dårlig med sterk til moderat beitede planter. Beitestatus for hele materialet er vist i figur 4e.



Figur 4e. Beiteskader på registrert foryngelse fra feltene.



Figur 5. Naturlig foryngelse av vrifuru (rødt) på feltet i Stor-Elvdal hvor lengste spredningsavstand fra kant (grønn) ble målt.



Figur 6. Ved felt nr. 27, sør for Friisvegen, Stor-Elvdal. Forynging i glissen ungskog av gran.

4. DISKUSJON

4.1. Produksjon

Plantingene med vrifuru i problemområdene på kjølskogen har vært vellykkede med tanke på at store arealer er satt i produksjon (Fig.2), og at treslagsskifte til vrifuru har medført en bonitetsøkning. Fra figurene 3a og 3b ser en at det er stor variasjon mellom feltene med hensyn til alder og produksjon. Noen av de eldste feltene har et stående volum på 400-500 m³ ha⁻¹. Hvis en tar utgangspunkt i de 54 feltene med alder fra 20-40 år (Fig. 3a og 3b) står det i gjennomsnitt 70 m³ ha⁻¹. Med et totalareal på ca. 6000 ha står det grovt regnet i dag 420 000 m³ med vrifuru i Hemark. Med utgangspunkt i svenske produksjonstabeller for vrifuru (Hägglund et al. 1979) skulle dette uten tynning ved hogstmodenhetsalder på 65 år gi 216 m³ ha⁻¹. Satsingen på vrifuru i Hedmark vil gi et framtidig totalt volum på 1.3 millioner m³. Svenske undersøkelser har vist at økningen er størst på svake boniteter (Hägglund et al. 1979). Mange av feltene er fortsatt unge og utgjør et heterogent materiale. I de tilfellene hvor det er foretatt sammenligning med plantet furu og naturlig forynget furu, viser vrifuru seg overlegen med inntil 50 % høyere produksjon. Svenske undersøkelser på et større materiale fra Sverige og Finland har dokumentert 30-40 % høyere volumproduksjon avhengig av bonitet og omløpstid (Hägglund et al. 1979, Andersson et al. 2001).

4.2. Kvalitet og skader

En subjektiv kvalitetsbedømmelse i de undersøkte feltene viste gjennomgående lav skurandel, men et stort potensiale for masse- og energivirke. Høyere biomasseproduksjon på svake boniteter gjør treslaget interessant med tanke på økt karbonbinding i skog. Blant feltene var det flere felter som viste at vrifuru kunne gi svært god kvalitet på riktig voksested og ved god skjøtsel. Eksempler på slike felt er feltene til Burchardt i Rendalen og feltet i Stange prestegårdskog. Felles for feltene med høyest kvalitet er at de er tynnet. Det betyr at mindreverdige trær er tatt ut før undersøkelsen. Med vrifuruas sterke vekstkraft og evne til å «reparere» skader kan kvaliteten i mange av feltene fortsatt bedre seg. Mange av de registrerte feilene og skadene kan klassifiseres som klimabetingede slik som sleng, ulike typer krok, stammebrekk, dobbelttopp (Fig.7 og 8). Slike skader er ofte et uttrykk for dårlig stabilitet, og dette er nok den mest negative erfaringen vi har med vrifuru. På grunn av den svake stabiliteten bør det utvises forsiktighet ved tynningsinngrep. Framtidige lokaliteter for etablering av vrifuru bør vurderes nøye med tanke på vind og snøforhold.



Figur 7. Nierbua i Åmot. 25 år gammelt bestand med svært lav framtidig skurtømmerandel. Stammebrikk på grunn av snø og vind.

Dårlig stabilitet ble tidligere satt i sammenheng med kulturmetoden hvor det spesielt ble fokusert på rotsnurr. Sterk ungdomsvekst resulterer i en periode med et ugunstig topp-rot forhold og lavere andel stammebiomasse som gjør trærne ustabile, men eldre bestand antas å være like stormfaste som furu (Andresson et al. 2001). Det er indikasjoner på at områder med finjord i form av siltjord er dårlig egnet for vrifuru med hensyn til kvalitet (Hägglund et al. 1979).

Tidligere proveniensforsøk er oppsummert av Dietrichson (Norsk forstmannsforenings temakonferanse, 1985) og av Skrøppa (1992). Forsøkene viste at kvaliteten på plantingene var mer et resultat av voksestedets egenskaper enn av proveniens. Men det anbefales bruk av nordlige provenienser, og fra Gravberget-forsøkene blir provenienser nord for 60°N anbefalt. Blant de undersøkte feltene hvor proveniens er kjent, finnes det eksempler på god kvalitet selv blant sørlige provenienser, men dette materialet gir ikke grunnlag for å konkludere om proveniensvalg.

En annen type skader er skader av dyr (Fig 8a og 8b). Feiing, barkskrelling og beiting ble registrert i mange av feltene. Både elg, hjort og rådyr er registrert som skadegjørere. Med økende bestander av hjort er det fare for mer barkskrelling i vrifuru. Barkstrukturen til vrifuru gjør den mer utsatt enn furu.



Figur 8a. Kråkberget i Åmot med stor beite- og feieskade i ytterkanten av plantefeltet.



Figur 8b. Halvsætra i Stor-Elvdal med store beiteskader på planta vrifuru i ytterkanten av feltet.

4.3. Foryngelse og spredning

Risikoen for spredning av naturlig foryngelse til omliggende natur, med påfølgende negative effekter på naturens mangfold, er hovedinnvendingen mot bruken av fremmede treslag. Også for vrifuru er det uttrykt skepsis på grunn av spredningsfare (Hansson 2010), men hittil er bare sporadiske undersøkelser foretatt (Nyström 1989, Nygaard et al. 1999). Denne undersøkelsen skiller seg fra tidligere undersøkelser i omfang, og ved at feltene er valgt ut på forhånd uten kjennskap til om de fantes foryngelse eller ikke. Tidligere spredningsundersøkelser hvor man ønsket å kvantifisere spredningsavstand og intensitet har fokusert på felter hvor man på forhånd kjente til at det fantes foryngelse. Et slikt utvalg vil gi et overestimat for mengden spredning.

Foryngelsen til skogsmark rundt kulturfeltene av vrifuru var begrenset, og vil ikke kunne utnyttes i skogbrukssammenheng. For 43 av de undersøkte feltene ble det ikke funnet spredning til skogsmark. For de 25 feltene med foryngelse ble det observert 264 forekomster med til sammen 512 planter. I tre av feltene med foryngelse ble det registrert mer enn 35 planter. Dette var felt i Stor-Elvdal, Rendalen og Trysil. For feltet i Trysil gjelder det at mye av foryngelsen er knyttet til skiløype og linje-trase, og feltet gis derfor ikke noen videre omtale her. De to andre feltene er henholdsvis 28 og 55 år gamle. Det er litt overaskende at et 28 år gammelt felt har sterkest spredning av foryngelse, men tidligere undersøkelser fra Sverige har vist at vrifuru kan produsere spiredyktige frø alt fra 10 års alder (Nystöm 1989). Samtidig viser resultatet at alder ikke har vært begrensende for produksjon av frø på de undersøkte

feltene. Det er og interessant å registrere at det ikke har vært noen økning i etablert foryngelse over tid rundt de eldste feltene av vrifuru i Norge slik man kunne frykte. Spredningsundersøkelsen bekrefter tidligere undersøkelser som viser at vrifuru har liten evne til å etablere seg på skogsmark med naturlig vegetasjon (Nyström 1989, Nygaard et al. 1999). Lengste registrerte spredningsavstand var 150 meter, men bare 11 planter hadde etablert seg mer enn 100 m fra kant. Det bør og bemerkes at foryngelsen blir hardt beitet, og bare få planter utvikler seg til større trær. I denne undersøkelsen ble det funnet 3 trær med høyde over 5 meter og 5 trær over 25 år. Våre registreringer så langt tyder på at vrifuru ikke kan sies å utgjøre noen stor risiko, og at den foryngelsen som etableres er håndterbar med enkle skjøtselstiltak.

LITTERATUR

Andersson, B., Engelmark, O. Rosvall, O & Sjöberg, K. 2001. Environmental impact analysis of lodge pole pine introduction in Sweden. *Forest Ecology and Management* Vol 141 (1-2) pp. 1-154.

Brantseg, A. 1959. Bestandsvolumfunksjon for furu med bark. I: *Handbok for planlegging i skogbruket*. NLH. 1987. 223 s.

Bauger, E. 1995. Funksjoner og tabeller for kubering av stående trær. Furu, gran og sitkagran på Vestlandet. Rapport fra Skogforsk 16/95.

Gederaas, L., Moen, T.L., Skjelseth, S. & Larsen, L.-K. (red.) *Fremmede arter i Norge- med norsk svarteliste 2012*. Artsdatabanken, Trondheim.

Hagem, O. 1931. Forsøk med vestamerikanske træsleg. *Meeddr Vestland. Forstl. ForsStn.* 4 (12), 220 pp.

Hansson, P. 2010. Kan självföryngrad contortatall bli ett problem? Främmande trädslag-
möjlighet eller hot. Uppsala 6.-7. oktober 2010.

Hägglund, B. Karlsson, C., Remröd, J. Siren, G. 1979. Contortatallens produktion i Sverige och Finland. *Prosjekt Hugin Rapport nr 13*.

Køhn, F., Aasen, L.P. & Dietrichson, J. 1973. *Pinus contorta i Norge*. Norsk institutt for skogforskning.

Norsk forstmansforenings temakonferanse, 1985. *Contorta i norsk skogbruk*.

Nygaard, P.H., Skre, O. & Brean, R. 1999. Naturlig spredning av utenlandske treslag. *Oppdragsrapport frå Norsk institutt for skogforskning (NISK)19/99*.

Nyström, B 1989. Spontan självföryngring av contortatall. *Institutet för Skogsförbättring, Skogsträdsförädlingsinformation 1988/89 Nr 2*.

Remröd, J. 1977. En produktionsmodell för contortatall i norra och mellersta Sverige.-
Sveriges Skogvårdsförbunds Tidskrift, häfte 1, 1977.

Skrøppa, T. 1992. *Pinus contorta i Gravberget – revisjon 1988/89*. Foreløpig notat. Seksjon skogbehandling, Norsk institutt for skogforskning. 6 s.

Smithers, L.A., 1961. Lodgepole pine in Alberta- Canada, department of Forestry, *Bulletin* 127.

Øyen, B.-H., Andersen, H.L., Myking, T., Nygaard, P.H. & Stabbetorp, O. 2009. Økologiske egenskaper for noen utvalgte introduserte bartreslag i Norge. *Viten fra Skog og landskap* 01/09.