



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

**NORSK
GENRESSURSSENTER**
genressurser.no

Genetisk variasjon mellom og innen norske populasjoner av hengebjørk (*Betula pendula*)

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 3 | 2018



Tore Skrøppa og Ketil Kohmann

Divisjon for skog og utmark, Avdeling for skoggenetikk og biomangfold

TITTEL/TITLE

Genetisk variasjon mellom og innen norske populasjoner av hengebjørk (*Betula pendula*)

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Tore Skrøppa og Ketil Kohmann

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
15.01.2018	4/3/2018	Åpen	10314	18/00057
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02023-3	2464-1162	24		

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ahmed A. Siyad

STIKKORD/KEYWORDS:

Hengebjørk, feltforsøk, genetisk variasjon

Silver birch, field trials, genetic variation

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Genetikk, genetiske ressurser

Genetics, genetic resources

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Frøpartier ble samlet inn fra 15 trær i hver av 17 populasjoner av hengebjørk (*Betula pendula*) i fem fylker på Østlandet. Feltforsøk for å teste forskjeller mellom populasjoner ble plantet på 14 lokaliteter på Østlandet, Sørlandet, Vestlandet og i Sør- og Nord-Trøndelag, og to forsøk ble etablert for å å teste forskjeller mellom familier innen populasjoner. Plantematerialer fra svensk og finsk foredling var også med i forsøkene. Bedømmelser ble gjort av skader og stammefeil, og høyder ble målt. For andel trær med skader og feil kunne det ikke påvises signifikante forskjeller mellom materialtypene. For høyde var det klare samspill mellom landsdeler og proveniensregioner. I feltforsøkene på Østlandet og Sørlandet, alle sør for breddegrad 59, hadde trærne fra populasjonene fra Telemark best vekst, mens de fra Hedmark hadde dårligst. På Vestlandet var trærne fra Vestfold og Telemark høyest, mens det i Trøndelag var populasjonene fra Hedmark, Oppland og Buskerud som hadde største høyder. Det var forskjeller i høyde mellom populasjoner innen proveniensregioner med noen populasjoner som spesielt utmerket seg. Mellom familier innen populasjoner var det klare forskjeller både for skader og feil og for høyde. Trærne fra svensk foredling hadde på alle felt bedre høydevekst og på noen felt mindre andel trær med feil og skader enn de fra de norske populasjonene.

Resultatene fra denne studien viser at det er stor genetisk variasjon både innen og mellom populasjoner av hengebjørk. Plantematerialer kan flyttes, men fra ulike proveniensregioner til forskjellige landsdeler. Svensk foredlet materiale har vokst bedre enn materialer fra norske populasjoner, og bruk av slike materialer kan være aktuelt dersom det ikke satses på norsk foredling av treslaget.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Seed lots were collected from 15 mother trees in each of 17 populations of silver birch (*Betula pendula*) from five counties in Norway. Field trials to test for differences among populations were planted at 14 sites, and two trials were established to study variation within populations. Materials from birch breeding programs in Sweden and Finland were also included in the trials. Assessments were made of injuries and stem damage, and tree heights were measured. No significant differences were found among the materials for mortality and damages. For height, there were strong interactions between provenance regions and trial sites. Differences were present among populations within provenance regions, and some populations were the tallest at several sites. Considerable variation was found among families with populations both for damage and height. Trees from the Swedish tree breeding program had at all sites better height growth than those from the Norwegian populations and at some sites lower frequencies of damage.

The results from this study demonstrate large genetic variability both within and among populations of silver birch. Plant materials can be transferred, but seed sources from different provenance regions should be used in different parts of the country. Trees from seed lots from birch breeding in Sweden are superior to those from local populations and such materials could be planted as long as there is no tree breeding program for this species in Norway.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Hele landet

GODKJENT /APPROVED



TOR MYKING

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



KJERSTI BAKKEBØ FJELLSTAD

Forord

Kartlegging av genetisk variasjon og bruk av genetisk kunnskap er et av satsingsområdene i forvaltningen av skogtrærnes genetiske ressurser i Norge. Dette er viktig både for bevaring og for bærekraftig bruk og utvikling av de genetiske ressursene. Norsk genressurscenter ønsker å sette fokus på lauvtrærne og på økt bruk av lauvtrevirke i Norge, for utvikling og utnyttelse av lauvtre genetiske ressurser. Viktig for dette arbeidet er økt informasjon om aktuelle frøkilder av lauvtrær til etablering av plantefelt for skogproduksjon.

Hengebjørk er et treslag som det er stor interesse for. En forsøksserie med dette treslaget ble etablert i 1991 etter en frøinnsamling i 1989, og målinger ble utført i forsøkene de neste seks årene. I denne rapporten presenteres resultater fra disse forsøkene.

Tore Skrøppa var ansvarlig for innsamlingen av frøpartiene i 1989, og Ketil Kohmann ledet arbeidet med utplanting og målinger i forsøkene. Analyser av data, skriving av tekst og redigering av rapporten er gjort av Tore Skrøppa. Arne Steffenrem har laget figurene. Jan-Ole Skage, Tor Myking og Arne Steffenrem har kommet med innspill i kvalitetssikringen av rapporten.

Mange medarbeidere ved Norsk institutt for bioøkonomi har deltatt i etablering av forsøk og målinger i disse. Det har også samarbeidspartnere ved planteskoler, fra skogbruksetaten i flere fylker og fra lokale skogselskap. Flere av disse partnerne har også bidratt med økonomisk støtte. Vi vil takke alle som har bidratt i arbeidet og med finansiering.

Analyser av data og utarbeiding av rapporten er finansiert av midler bevilget til genressursarbeidet i Norge og tildelt av Landbruksdirektoratet, med egeninnsats fra Norsk genressurscenter, NIBIO og Stiftelsen Det norske Skogfrøverket.

Ås 15.01.2018

Kjersti Bakkebo Fjellstad

Prosjektleder

Innhold

Forord	4
1 Innledning	6
2 Materialer og metoder	8
2.1 Frøpartier av hengebjørk.....	8
2.2 Planteproduksjon	8
2.3 Forsøk	10
2.4 Registreringer og målinger	11
2.5 Statistiske analyser	12
3 Resultater	13
3.1 Variasjon I planteskole og feltforsøk	13
3.1.1 Bladfall.....	13
3.1.2 Knoppskyting.....	13
3.1.3 Overlevelse, skader og feil	14
3.1.4 Høyde	15
3.1.5 Produksjonsflater i Trøndelag	16
3.2 Variasjon i familieforsøket på Sanderud	17
3.2.1 Overlevelse, skader og feil	17
3.2.2 Høyde	17
3.2.3 Sammenhenger mellom Sanderud og feltforsøkene	18
3.3 Utvalg av populasjoner og familier.....	19
4 Diskusjon og konklusjoner	21
Litteraturreferanser	23

1 Innledning

Bjørka regnes å være blant de første treslagene som innvandret til Norge etter siste istid og vokser over hele landet. Av de tre bjørkeartene; hengebjørk (*Betula pendula*), bjørk (*B. pubescens*) og dvergbjørk (*B. nana*), er hengebjørka den som er mest produktiv og som best kan utnyttes i industrien. Den har derfor også størst interesse i kulturskogbruket, men er også et viktig treslag i landskapet og plantes ofte til landskapsformål, spesielt i veianlegg. Hengebjørka vokser i lavlandet i Sør-Norge nord til Trøndelag, og har noe spredte forekomster i Saltdal og Pasvik. Den er fraværende i kyststrøk på Vestlandet. Landskapet rundt Mjøsa og Ringerike regnes ofte som et optimumsområde for hengebjørka (Langhammer 1982, Børset 1985,).

En rekke studier er gjort for å karakterisere variasjon mellom provenienser i fenologi og vekst i hengebjørk (Johnsson 1977; Håbjørg 1978; Stener 1997; Worrell mfl. 2000; Eriksson mfl. 2003; Viherhä-Arnio 2009) og variasjon mellom familier fra utvalgte trær (Raulo & Koski 1977; Langhammer 1981, 1982; Opdahl 1991; Stener & Jansson 2005). Studiene viser at det er en systematisk sammenheng mellom vekstrytmeegenskaper og proveniensens breddegrad; nordlige populasjoner har tidligst knoppskyting og har også tidligst vekstavslutning og kortest vekstperiode. Vekstrytmen kan ha betydning for både overlevelse, tilvekst og skader når provenienser flyttes. Forsøk viser at lang forflytting sør- eller nordover reduserer tilveksten, men også at korte forflyttinger, mindre enn 200 km nord eller sør, ikke påvirker høydeveksten i særlig grad (Johnsson 1977; Raulo & Koski 1977, Stener 1997). I motsetning til disse resultatene, som var fra forsøk ved alder inntil 10 år, fant Viherhä-Arnio & Velling (2008) at også kort flytting sørover (1-2 breddegrader) hadde negativ effekt på volum ved alder 22 år. I disse forsøkene lokalisert ved 60 og 63°N hadde trær fra provenienser fra sørlige Finland høyest volumproduksjon ved flytting to breddegrader nordover, mens de fra Estland og nordlige Latvia hadde høyest volumproduksjon i det sørlige Finland sammen med avkom fra utvalgte finske avlstrær. Andel trær med skader og feil på stammen økte systematisk ved flytting fra sør mot nord. I Norge er det ikke publisert resultater fra feltforsøk med populasjoner, men Langhammer (1981, 1982) rapporterte høyder ved fem års alder i fem forsøk med et stort antall familier etter fri bestøvning i bestand i hovedsak fra breddegrad 59–62 i Sør-Norge. Han fant små effekter av forflytting i dette området, men i forsøket på Tynset i høydelaag 500 m hadde familiene fra lavlandet fra 60°-61°N svakere vekst enn de mer nordlige og de fra øvre høydelaag. I forsøk i Verdal vokste enkelte sørlige familier bedre enn den stedegne proveniensen. I disse forsøkene var det stor variasjon mellom familier, og denne variasjonen var langt større enn den mellom geografiske områder på Østlandet. Noen familier syntes å ha større toleranse overfor forflytning enn andre. I forsøkene til Langhammer (1982) var det også med partier fra frø høstet i Finland og i Latvia. Disse var blant de som hadde best høydevekst, og også i forsøk i Verdal ble finske familier rangert høyest.

Genetiske parametere for vekst og vekstrytme i hengebjørk ble estimert av Wang & Tigerstedt (1993) i to forsøk i Finland med full-søsken familier. For høyde og diameter ble det funnet relativ liten variasjon mellom familiene, mens variasjonen var betydelig større for knoppsprett og vekstavslutning. Det var sterke sammenhenger mellom tilvekst og vekstrytmeegenskapene. I en studie av tre populasjonen av hengebjørk (Öland, Ås og Lillehammer) plantet på forsøk nær Århus, Danmark og Ås, Norge, ble det funnet signifikante forskjeller mellom familier innen populasjoner for tidspunkt for knoppsprett, for bladfarging om høsten og for høyde ved tre års alder (Eriksson mfl. 2003). For høyde var det forskjeller mellom populasjoner bare i forsøket i Danmark. Resultater fra tre forsøk i Litauen med familier etter fri bestøvning fra populasjoner i Litauen og Sverige er beskrevet av Eriksson (2011). Signifikante effekter av både familier og samspill mellom familier og forsøkslokaliteter ble funnet både for fenologiegenskaper og høyde. Tidspunkt for knoppsprett hadde høyest additiv genetiske varians.

Den genetiske variasjonen som er påvist mellom familier av hengebjørk, viser at det er et stort potensiale for å oppnå gevinster i høyde- og diametertilvekst ved foredling i treslaget (Koski & Rousi 2005, Stener & Jansson 2005). Blomstring i ung alder gjør det mulig å få kortere tidsintervall mellom foredlingsgenerasjoner enn for bartrærne, og samtidig kan unge bjørketrær produsere frø i veksthus. Utvalg for vekstegenskaper kan gjøres i avkomforsøk ved alder 8-10 år, fordi høye korrelasjoner er funnet mellom disse ved ulike aldre (Stener & Jansson 2005). Det er også vist lavt samspill mellom genotype og miljø, noe som viser at plantematerialet fra samme foredlingsprogram kan benyttes over store geografiske områder. Det er utviklet nye metoder for klonformering av bjørk, men Koski & Rousi (2005) anbefaler at foredling av bjørk bør gjøres med tradisjonelle metoder gjennom kryssninger og avkomforsøk og deretter frøproduksjon på utvalgte materialer.

Planter av hengebjørk etter en frøinnsamling i 17 populasjoner på Østlandet ble i 1991 plantet i flere forsøk i Sør-Norge sammen med planter fra forskjellige frøpartier fra svensk og finsk foredling (Kohmann 1999). Denne rapporten presenterer resultater fra analyser av høydemålinger og registreringer av overlevelse, vekst og skader i disse forsøkene. Den gir en beskrivelse av genetisk variasjon innen og mellom populasjoner av hengebjørk på Østlandet når de plantes i ulike landsdeler. Sammenligninger gjøres mellom de norske bestandsmaterialene og svensk og finsk foredlet bjørk. Det gis anbefalinger om bruk av materialene og for foredling av norsk hengebjørk.

2 Materialer og metoder

2.1 Frøpartier av hengebjørk

Det ble i 1989 gjort en innsamling av frø fra 15 trær i hver av 17 populasjoner av hengebjørk (*Betula pendula*) i Sør-Norge. Frøtrærne ble tilfeldig valgt blant trær med god vekst og med en minste avstand på 50 m. Avkom fra hvert mortre vil i hovedsak være halv-søsken og betegnes som en familie. Populasjonene kom fra et område mellom 59 og 61°N (Tabell 1, Figur 1) og fra høydelag mellom 30 og 230 m. De kan grupperes i fire proveniensområder; 1: Vestfold (fire populasjoner), 2: Telemark (tre populasjoner), 3: Buskerud/Oppland (seks populasjoner) og 4: Hedmark (fire populasjoner).

Seks frøpartier ble mottatt fra det svenske foredlingsprogrammet med hengebjørk. De var fra separat frøsanking fra seks mortrær i frøplantasjen «Sävar 3», med frø produsert i veksthus i Sävar, ved 63°54'N, og med geografisk opprinnelse fra 58°45'N til 59°50'N. Det svenske materialet betegnes som populasjon 21.

Fra Finland var seks frøpartier med kjent opprinnelse tilgjengelige; tre familier fra finsk foredlet materiale, som betegnes som populasjon 22, og to partier fra utvalgte bestand fra 60°15'N og 61°40'N, som betegnes som populasjon 23. Det var også med en familie fra et utvalgt mortre fra 61°41'N og en familie av ukjent opprinnelse.

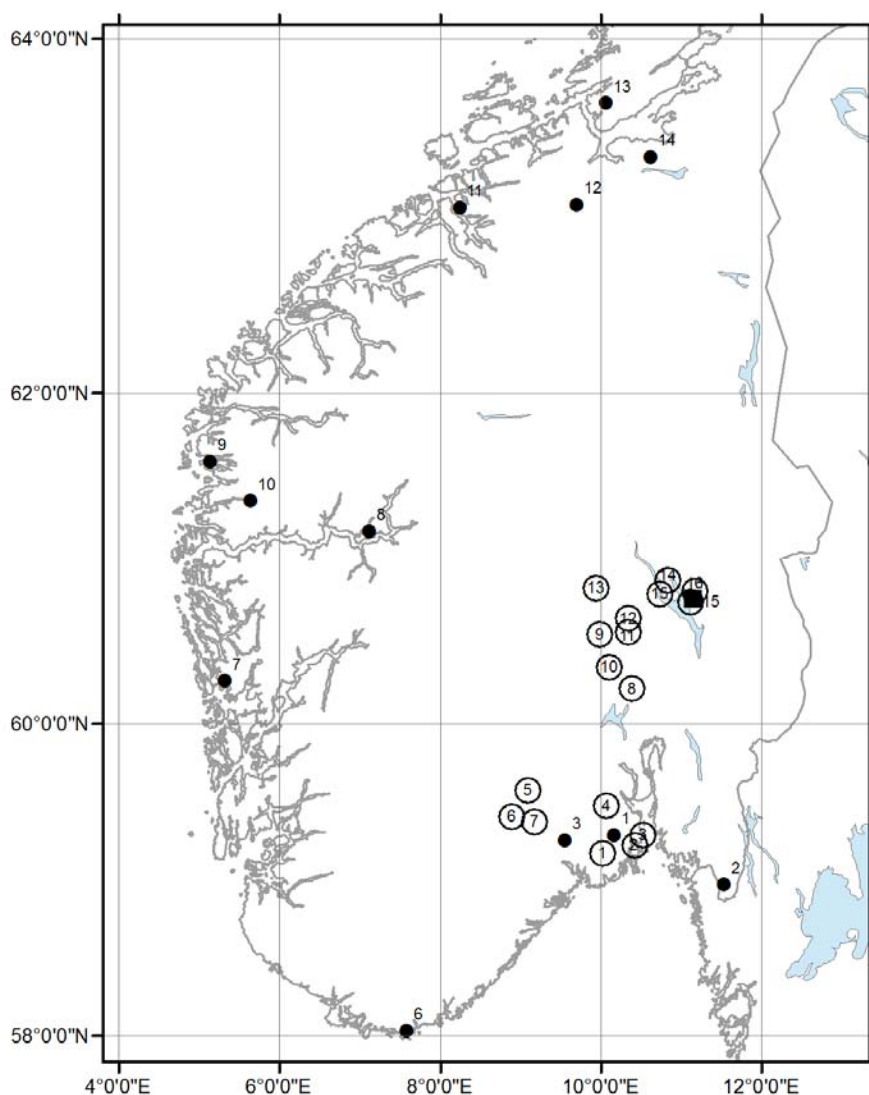
Det totale materialet omfatter 268 frøpartier. De vil i noen sammenhenger bli betegnet som sorter.

2.2 Planteproduksjon

Frøpartiene ble våren 1990 sådd i pottedbrettet M60 (500 planter/m²) i Torp planteskole, Vestfold. Spiringen ble gjort i veksthus der brettene stod til plantene var 10-15 cm høye. Deretter ble de satt på friland. Vanning og gjødsling ble gjort etter standard rutiner i planteskolen. Høsten 1990 ble plantene sortert og pakket ferdig til utplanting til de forskjellige forsøkene. De ble overvintret i kartonger på kjølelager ved -2 °C.

Tabell 1. Norske populasjoner og svenske og finske materialer som er med i forsøkene. Midlere lengde- og breddegrader er oppgitt for de svenske og finske materialene.

	Sted, kommune	Breddegrad	Lengdegrad	Høydelag M
1	Fritzøehus Park, Larvik	59° 02'	10° 01'	55
2	Agerup, Nøtterøy	59° 11'	10° 25'	50
3	Slagentangen, Tønsberg	59° 18'	10° 31'	30
4	Grette, Hof	59° 29'	10° 04'	190
5	Melås Bru, Notodden	59° 35'	9° 05'	30
6	Hegna Camping, Seljord	59° 25'	8° 53'	100
7	Gullhaugane, Sauherad	59° 23'	9° 10'	100
8	Kleggerud, Jevnaker	60° 13'	10° 23'	170
9	Myrbakken, Ringerike	60° 33'	9° 59'	160
10	Fjøsvika gård, Ringerike	60° 21'	10° 06'	190
11	Grime gård, Søndre Land	60° 34'	10° 20'	170
12	Ringlia skole, Søndre Land	60° 39'	10° 20'	180
13	Persmoen, Nordre land	60° 50'	9° 56'	160
14	Ås, Ringsaker	60° 53'	10° 50'	230
15	Senstad, Ringsaker	60° 48'	10° 44'	180
16	Nashaug, Hamar	60° 49'	11° 10'	230
17	Arstad, Stange	60° 45'	11° 07'	200
S-21	Svensk foredlet	59° 40'	13°10'	
S-22	Finsk foredlet	60° 40'	24°10'	
F-23	Finsk bestandsfrø	61° 30'	26°25'	



Figur 1. Populasjonene vist som nummererte ringer og forsøkslokalitetene som fylte punkter. Forsøkslokalitet 15 Sanderud er markert med svart firkant som delvis dekker populasjonene 16 og 17.

2.3 Forsøk

To typer av forsøk ble etablert våren 1991 med dette plantematerialet. Det ble plantet 14 forsøksfelt, de fleste på skogsmark i de sørlige deler av Østlandet og Sørlandet, på Vestlandet og i Sør- og Nord-Trøndelag, inkludert Nordmøre. Informasjon om forsøkslokalitetene er gitt i Tabell 2, og feltene vises på kartet i Figur 1. Disse forsøkene hadde som hovedformål å undersøke om det er forskjeller mellom proveniensområder og populasjoner og om det er samspill mellom landsdeler og ulike genetiske materialer. På hver lokalitet ble det plantet fire trær i hver rute i 15 gjentak (blokker). De fire trærne var fra samme familie, og alle populasjoner var i hvert gjentak representert med en familie, slik at alle familier var representert i hvert forsøk. I tillegg ble det i alle blokker plantet en rute med hver av de svenske og finske sortene. Planteavstand var 1 m, men var 1,25 m på ett felt (Rissa).

Feltforsøkene kan grupperes i tre landsdeler: Østlandet sør og Sørlandet (seks felt), Vestlandet (fire felt) og Nordmøre, Sør- og Nord-Trøndelag (fire felt). De vil her bli betegnet som: Østlandet, Vestlandet og Trøndelag. To av feltene i første landsdel ble tidlig skadet av elgbeiting og hadde stor

avgang. De ble derfor lagt ned to år etter planting, og de tidlige målingene fra disse feltene er derfor ikke analysert. De vises derfor ikke på kartet i Figur 1 eller i oversikten i Tabell 2.

To forsøk ble plantet med formål å karakterisere variasjonen mellom familier innen populasjoner. I disse ble alle familier fra de norske populasjonene plantet i en 4-tre rute i hvert av åtte gjentak (blokker) som også inneholdt de svenske og finske sortene. Planteavstand var 1 m. Det ene feltet, Sanderud, Stange, ble plantet på dyrka mark og med gode vekstforhold for bjørka, mens det andre, Svingerud, Ringerike, var på skogsmark. Det siste feltet viste seg å ha fuktig jordbunn med dårlige vekstbetingelser for bjørk, og med dårlig vekst og mye skader som resultatet. Resultater fra målinger på dette feltet tas derfor ikke med her. I feltet på Sanderud ble trærne i tre av blokkene avstandsregulert i juni 1995.

Tabell 2. Geografiske parametere og overlevelse og middelhøyder etter seks år for feltforsøkene og familieforsøket på Sanderud.

Forsøk	Breddegrad	Lengdegrad	Høydelag m	Overlevelse %	Middelhøyde cm
Feltforsøk					
1 Andebu	59° 18'	10° 10'	50	88	288
2 Prestebakke	58° 59'	11° 57'	150	78	370
3 Kulten	59° 16'	9° 53'	50	79	293
6 Skeie	58° 27'	7° 13'	250	77	179
7 Stend	60° 16'	5° 19'	100	91	409
8 Kaupanger	61° 11'	7° 14'	50	79	407
9 Brandsøy	61° 36'	5° 08'	50	92	350
10 Osen	61° 22'	5° 38'	50	84	317
11 Megarden	63° 04'	8° 15'	50	79	310
12 Meldal	63° 02'	9° 42'	150	88	268
13 Rissa	63° 39'	10° 028'	50	85	374
14 Øydal	63° 21'	10° 37'	160	84	345
Familieforsøk					
15 Sanderud	60° 46'	11° 09'	175	94	478

2.4 Registreringer og målinger

I Torp planteskole ble det høsten 1990 foretatt en klassifisering av plantepartiene i bladfellingsklasser fra 1 til 5, der klasse 1 var planter som ikke hadde startet bladfelling, mens klasse 5 var planter som hadde kastet alle blader. Denne klassifiseringen ble gjort på plantebrett nivå og med varierende antall brett per sort; to, tre eller fire.

På ett felt, 12 Meldal, Trøndelag, ble det gjort registrering av knoppsskyting på alle levende trær 30. april 1993 i følgende fem klasser:

1. liten lukket knopp
2. sterkt svullet knopp
3. åpen knopp, noe rødt synlig
4. begynnende museøre, grønt synlig
5. museører folder seg ut.

Feltet på Stend ble tynnet i 1997. På dette feltet ble det observert en dårlig kroneutvikling gjennom flere år, og sommeren 2001 ble det gjort registrering av skader på de gjenstående 422 trærne. Disse registreringene ble gjort i fire klasser: dødt eller døende tre; sterk skade, 50 – 90 % død krone; mindre skade, glissen krone og tørre geinspisser; normalt utviklet krone.

På to av feltene i landsdelen Trøndelag (Halsa og Rissa) var det skader etter vinteren 2002, og disse skadene ble for hvert tre registrert i tre klasser: glissen topp; tørr topp; dødt tre. Begge feltene var blitt regulert til lavere treantall, Rissa i 1997 og Halså i 2000.

Målinger av høyde i dm ble i feltforsøkene gjort av hvert tre etter to og seks vekstsesonger i 1992 og 1996. Samtidig ble det registrert skader og feil av ulike typer og årsaker: mekanisk, insekt, sopp, stammeretthet, dobbelttopp, frost og andre skader. Hver skadetype eller feil ble registrert i to eller tre klasser. I forsøket på Sanderud ble slike registreringer gjort etter to og fire vekstsesonger, og høydemålinger ble gjort etter to, fire og seks år.

På tre av feltene i Trøndelag (Halsa, Rissa og Øydal) ble det merket opp to flater, hver på 400 m², der det er gjort målinger av høyde og diameter og beregning av volum. Disse tre feltene er blitt tynnet en eller to ganger etter 1997.

2.5 Statistiske analyser

Alle statiske analyser ble utført med statistikkprogrammet SAS (SAS Institute 2003).

For registreringene av bladfelling og knoppskyting ble variansanalyser utført på verdier transformert til «normal score» for å oppnå en tilnærmet normal fordeling.

I feltforsøkene ble prosent levende trær beregnet etter to og seks år. Variansanalyser for å teste forskjeller ble gjort basert på vinkeltransformerte prosenttall. For hver skade/feil og klasse ble prosent antall trær i klassen beregnet utfra levende trær. For de fleste typer av skader var frekvensen av trær med skade så lav at statistiske analyser ikke var meningsfulle. Av skadetyperne som ble registrert, var det spesielt dobbel topp og dobbel stamme som inntraff så hyppig at statistiske analyser kunne gjøres. I tillegg ble det på noen felt gjort registrering av sterk slengete vekst, og frostskaider og buskvekst som sannsynligvis skyldtes frost. Her gis det resultater fra analyser av skader registrert to og seks år etter planting. Pearson korrelasjonskoeffisienter ble beregnet for sammenhenger mellom samme egenskap målt på ulike felt og mellom forskjellige egenskaper.

Variansanalyser ble gjort for høyde etter to og seks år og for høydetilvekst i feltforsøkene for å teste forskjeller mellom populasjoner, proveniensområder, landsdeler og forsøkslokaliteter og for eventuelle samspill mellom disse faktorene.

I forsøket på Sanderud ble variansanalyser gjort for de samme egenskapene som ble analysert for feltforsøkene, og sammenhenger mellom egenskaper målt på Sanderud og de andre feltene ble analysert.

Resultater fra statistiske tester blir rapportert med p-verdier.

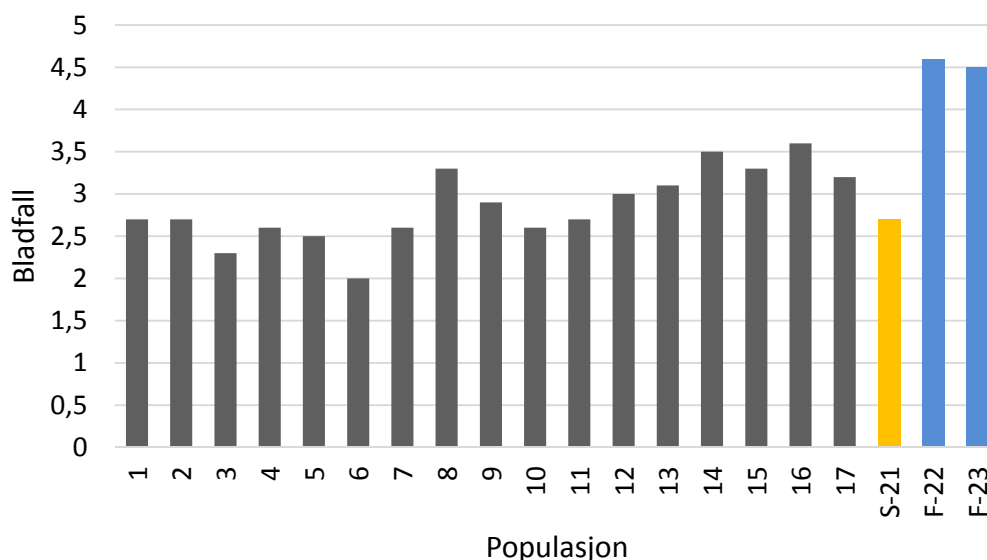
3 Resultater

3.1 Variasjon I planteskole og feltforsøk

3.1.1 Bladfall

I variansanalysen av de norske materialene var det ganske små, men allikevel signifikante forskjeller i bladfelling mellom proveniensområder ($p=0.0005$), mellom populasjoner innen områder ($p<0.0001$) og mellom familier innen populasjoner ($p<0.0001$), se Figur 2. Plantene etter frø fra området øst for Mjøsa (Hedmark) var de tidligste til å felle bladene og de fra Telemark de seneste, men med små forskjeller mellom Telemark og Vestfold. Forskjellene mellom populasjoner innen proveniensområder var mindre, mens de mellom familier innen populasjon kunne være ganske store, fra en til to klasser, noe som i tid anslås til å være fra en til to uker.

De finske sortene felte bladene tidligst, betydelig tidligere enn alle de norske familiene og tidligere enn de svenske, som felte bladene omtrent samtidig med de norske populasjonene fra Telemark, Vestfold og Oppland/Buskerud.



Figur 2. Gjennomsnittlig verdi for bladfall for de 17 norsk populasjonene og de svenske og finske sortene.

3.1.2 Knoppskyting

Det var små forskjeller mellom sortene i registreringen av knoppskyting i Meldal, der 72 % av trærne ble registrert i klasse 3: «åpen knopp, noe rødt synlig». Trærne fra de to proveniensregionene Buskerud/Oppland og Hedmark hadde litt tidligere skyting enn de fra Telemark og Vestfold, og disse forskjellene var signifikante ($p=0.002$). Det var ikke signifikante forskjeller mellom populasjoner innen proveniensområder. De svenske og finske sortene hadde i gjennomsnitt knoppskyting samtidig med de tidligste av de norske populasjonene.

3.1.3 Overlevelse, skader og feil

Overlevelsen etter seks år varierte fra 77 % til 92 % (Tabell 2) mellom feltene. Det var på feltene på Østlandet 4-5 % større overlevelse for populasjonen fra Telemark og Vestfold enn de fra de andre fylkene, men forskjellene mellom de fire proveniensområdene var ikke signifikante i variansanalysen. Det var heller ikke signifikante forskjeller mellom populasjoner innen områder. Mellom felt innen landsdeler var det signifikante forskjeller mellom feltene, men ikke mellom de tre landsdelene. Det var små forskjeller i overlevelse mellom de norske, svenske og finske materialene.

To år etter planting ble det registrert frostskafer på siste toppskudd på de tre feltene Meldal, Rissa og Øydal i Trøndelag, på henholdsvis 13 %, 13 % og 17 % av plantene. Det var 3-4 % lavere andel trær med slike skader av de svenske og finske sortene, men disse forskjellene var ikke signifikante. Det var ingen sammenhenger mellom registreringene av bladfall og prosent planter med skader.

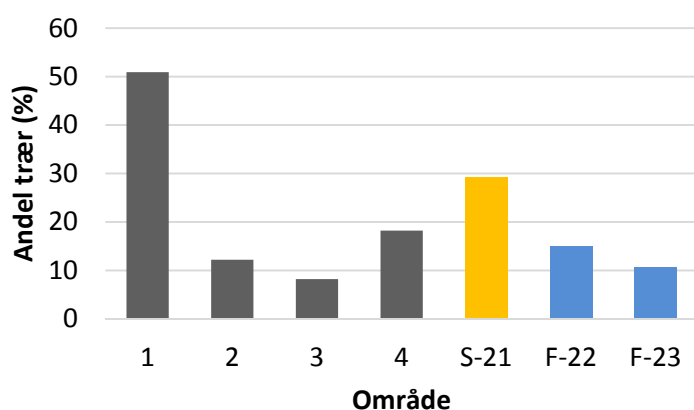
For andel trær med dobbel topp og dobbel stamme, registrert i 1996, var det store forskjeller mellom landsdelene, med hhv. 5 % trær med slike skader i feltene på Østlandet, 33 % på Vestlandet og 34 % i Trøndelag. Det var også signifikante forskjeller ($p=0.001$) mellom felt innen områdene på Vestlandet, med variasjon fra 21 til 45 %, og i Trøndelag, med variasjon fra 28 til 41 %. Det var ikke signifikante forskjeller i skader mellom proveniensområdene og heller ikke mellom populasjoner innen områder. De svenske og finske materialene hadde andel trær med skader likt med de norske.

På de fire feltene på Vestlandet og det på Halså ble en stor del av trærne bedømt til å ha dårlig stammeform med slengete vekst med gjennomsnittlig prosent trær med slike feil fra 54 til 79 %. Selv om det på enkelte felt var forskjeller mellom populasjoner på inntil 30 %, var det i variansanalysen over feltene ikke signifikante forskjeller mellom populasjonene eller mellom proveniensområdene. På tre av de fem feltene var det en betydelig lavere andel trær med slike feil i det svenske materialet enn middel av de norske populasjonene.

På tre felt (Skeie, Brandsøy og Osen) ble henholdsvis 22 %, 10 % og 13 % av trærne bedømt til å ha buskvekst etter flere typer skader i 1996. Det var ikke forskjeller mellom proveniensregioner eller populasjoner for denne egenskapen. Derimot var det betydelig lavere andel trær med slik skade for de svenske familiene med prosenttall 9, 2 og 4 på de tre feltene, mens ikke for de finske sortene. Det var ingen sammenhenger mellom registreringene av knoppsskyting og skadefrekvensene.

Etter bedømmelsen av kroneutvikling i forsøket på Stend ble bare 22 % av trærne bedømt til å ha en normal kroneutvikling. Det var betydelig variasjon mellom proveniensområdene for denne egenskapen, som vist i Figur 3. Populasjonene fra Vestfold utmerket seg med 51 % av trærne med normal krone, en betydelig høyere andel enn de fra de andre områdene og svenske og finske materialer. Disse forskjellene var signifikante ($p<0.0001$) ved en kji-kvadrat test.

Skaderegistreringene etter vinteren 2002 på to felt i Trøndelag viste at 22 % av trærne hadde dødd eller fått synlige skader på feltet i Rissa, og 27 % av trærne på Halså. Det var få trær igjen etter tynning fra hver populasjon, og prosent trær med skader ble derfor beregnet for hvert norsk proveniensområde, for svensk foredlet materiale og for foredlet og fra bestand for finsk materiale. Det var 10-15 % færre trær fra Vestfold som hadde skader enn fra de andre landsdelene, men disse forskjellene var ikke signifikante. Derimot var det klart signifikante forskjeller mellom svensk foredlet bjørk og den norske ($p=0.006$), med 12 % trær med skader for de svenske mot 26 % for de norske i gjennomsnitt over de to feltene. Det var ikke forskjeller mellom de to finske materialene, og de hadde i gjennomsnitt 5 % flere trær med skader enn de norske.

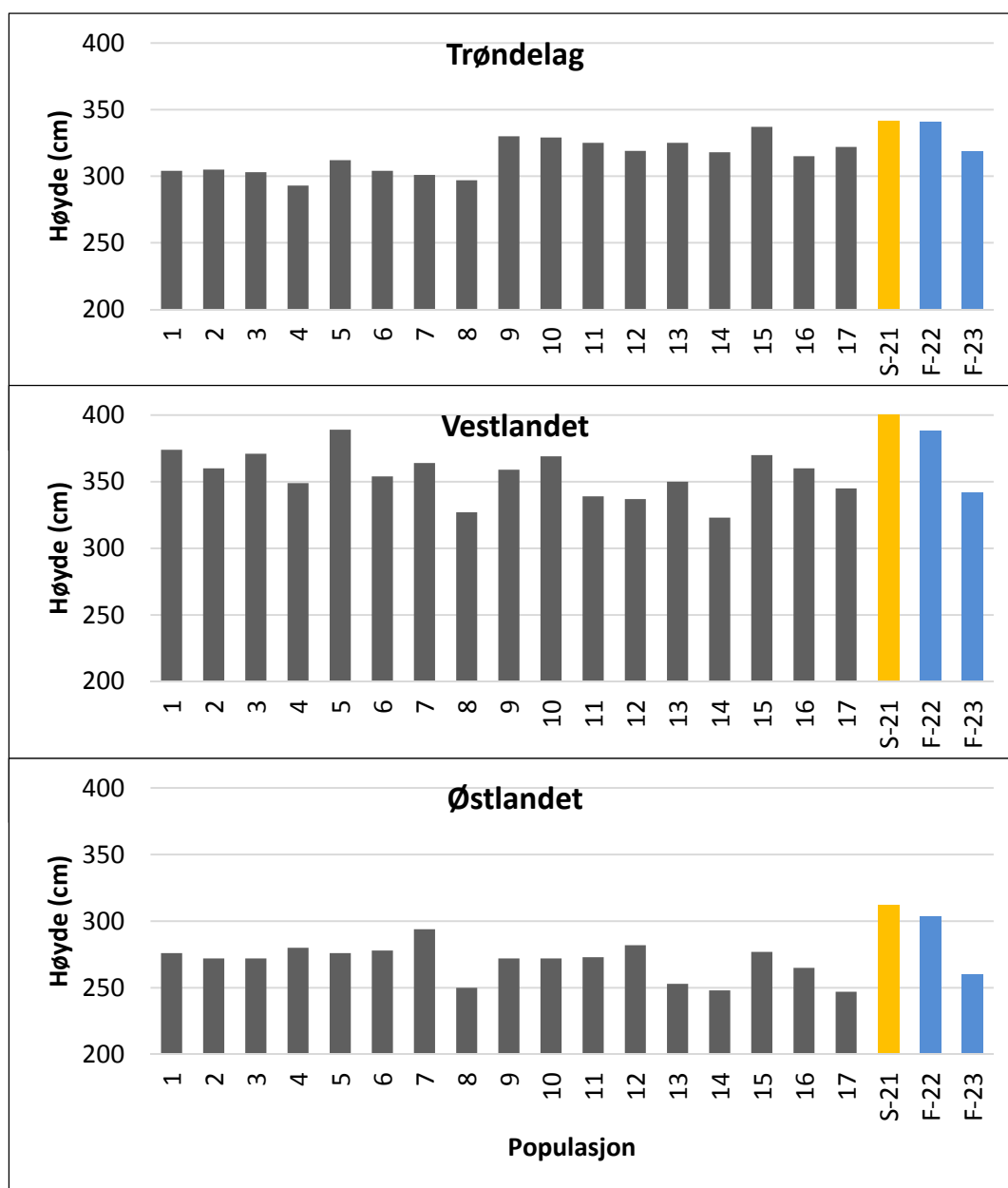


Figur 3. Andel trær med normal kroneutvikling ved alder 20 år i forsøket på Stend i middel for de norske proveniensområdene og de svenske og finske sortene.

3.1.4 Høyde

Middelhøyden på feltene seks år etter planting varierte fra 179 cm til 409 cm, med de høyeste tallene for de fire feltene på Vestlandet og de laveste på Østlandet, som vist i Tabell 2. I en samlet variansanalyse for alle feltene var det ikke signifikante forskjeller mellom landsdeler og mellom proveniensområder, men for samspill mellom disse to faktorene ($p < 0,0001$). Det var også klare forskjeller mellom felt innen landsdeler og mellom populasjoner innen proveniensområder. De klare samspillene mellom landsdeler og proveniensområder og populasjoner vises i Figur 4. På Østlandet hadde trærne fra populasjonene fra Telemark gjennomsnittlig best høydevekst, mens de fra Hedmark hadde dårligst. Det var her små forskjeller mellom populasjonene fra Vestfold og betydelig større innen de andre proveniensområdene. På Vestlandet hadde trærne fra Vestfold og Telemark gjennomsnittlig omtrent lik og best høydevekst, mens de fra de to andre proveniensområdene var lavere. I gjennomsnitt av høyde over de fire feltene på Østlandet og på Vestlandet var det for de 17 populasjonene signifikant sammenheng ($r = 0,53$). På feltene i Trøndelag var resultatene motsatt. Trærne fra Vestfold og Telemark var i gjennomsnitt lavest, og de fra Buskerud/Oppland og Hedmark hadde best høydevekst. Noen av populasjonene var blant de med dårligst høydevekst i minst to landsdeler, og en populasjon (8 Kleggerud) var en av de med lav høyde i alle tre landsdeler. To av populasjonene (9 Myrbakken og 15 Senstad) utmerket seg ved å være blant de med god høydevekst i alle tre landsdeler. Innen hver av landsdelene Østlandet og Trøndelag var det mindre forskjeller i rangeringen av populasjonene fra felt til felt, mens disse forskjellene var større på Vestlandet. Konklusjonene ble de samme som ovenfor når de statistiske analysene ble basert på høydetilvekst i siste fire-årsperiode.

Trærne fra det svenske og det finske foredlingsprogrammet var på alle felt høyere enn de fra de norske populasjonene, som vist i Figur 4. Disse forskjellene, som i middel var mellom 9 til 16 %, var klart signifikante ($p < 0,001$). Det var ikke signifikante forskjeller mellom foredlet bjørk fra Sverige og Finland. Derimot var den foredlete bjørka fra Finland klart høyere enn den fra de to finske bestandene, som ikke var forskjellige fra de norske populasjonene. I middel for de tre landsdelene var det ikke signifikante forskjeller mellom de svenske familiene, men det var signifikante samspill både mellom familier og landsdeler og mellom familier og felt innen landsdeler. Den samme type variasjon ble funnet for de finske familiene.



Figur 4. Middelhøyder ved alder seks år i hver landsdel for trærne fra de 17 norske populasjonene og de svenske og finske sortene.

3.1.5 Produksjonsflater i Trøndelag

På feltene Halså, Rissa og Øydal ble det gjort en eller to tynninger på produksjonsflatene slik at treantallet ved siste måling i 2014 eller 2015 var henholdsvis 133, 180 og 100 trær pr. dekar. I Tabellene 3 og 4 er vist prosent antall trær ved anlegg av forsøket og ved siste måling og midlere volum av gjenstående trær for hver av materialgruppene norske populasjoner, svenske foredlete familier og finsk bjørk. Trærne av svensk foredlet bjørk har på to av feltene en større andel trær enn ved planting, mens de norske har en tilsvarende mindre andel. Den finske bjørka har samme treantall etter tynning som ved planting. I gjennomsnitt pr. tre har trærne av svensk opprinnelse 18, 47 og 51 % større volum enn de norske på de tre feltene. Den finske foredlete bjørka har fra 18 til 32 % større volum enn den fra bestandsfrø, men i denne beregningen er treantallet i hver gruppe lavt. Med ett

unntak stod det igjen trær fra alle de norske populasjonene på hver av de tre flatene etter siste tynning. I gjennomsnitt på de tre feltene var det i perioden 2005 -2015 en løpende tilvekst på omtrent 1,5 m³ per dekar og år.

Tabell 3. Prosent andel trær for tre materialgrupper på produksjonsflate på tre felt i Trøndelag.

Materialgruppe	Andel trær ved planting %	Halsa etter tynning %	Rissa etter tynning %	Øydal etter tynning %
Norske populasjoner	57	48	58	49
Svensk foredlet	20	29	20	27
Finsk	23	22	22	24

Tabell 4. Gjennomsnittlig volum per tre i liter for tre materialgrupper på produksjonsflatene på tre felt i Trøndelag.

Materialgruppe	Halsa	Rissa	Øydal
Norske populasjoner	144	151	210
Svensk foredlet	212	228	248
Finsk	128	187	214

3.2 Variasjon i familieforsøket på Sanderud

3.2.1 Overlevelse, skader og feil

Det var høy overlevelse på feltet med en variasjon i prosent levende trær fra 92 til 97 % etter seks år i de fem blokkene som ikke var avstandsregulert. Det var derfor liten variasjon mellom familier og populasjoner.

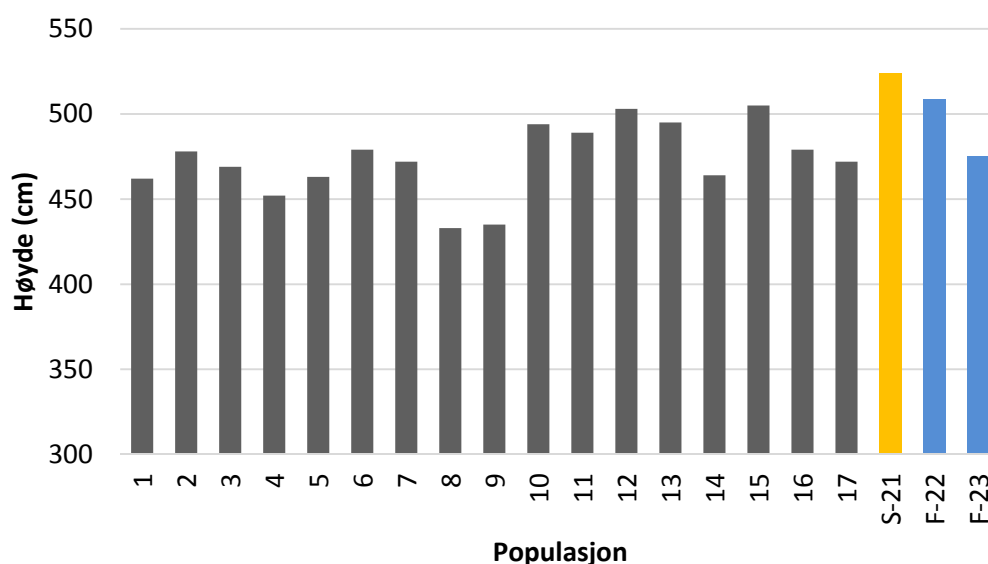
Bedømmelse av skader ble gjort to og fire vekstsesonger etter planting i 1992 og 1994. I 1992 ble 23 % av trærne bedømt til å ha dobbel topp eller dobbelt stamme, mens tilsvarende tall for nye skader var 27 % i 1994. Det var begge år 3-4 % lavere andel trær med slike skader fra Buskerud/Oppland og Hedmark enn de fra Vestfold og Telemark, men disse forskjellene var ikke signifikante. Det var signifikante forskjeller mellom populasjoner innen områder for skader i 1992 ($p < 0,0001$), men ikke i 1994 ($p = 0,23$). Mellom familier fra samme populasjon var det begge år betydelige forskjeller i prosent trær med skader ($p < 0,005$). I en populasjon varierte skadeprosenten fra 3 til 34 % i 1992, mens den i de fleste var mellom 10 og 45 %. De svenske familiene en skadeprosent som var 6 % lavere enn de norske i 1992 og 13 % ($p = 0,01$) lavere i 1994. De finske sortene hadde samme skadefrekvens som de norske materialene begge år. Det var også variasjon i skadeprosenter mellom de seks familiene fra svensk foredling.

3.2.2 Høyde

To vekstsesonger etter planting var middelhøyden på feltet på Sanderud 90 cm, mens den var 269 cm etter fire år og 475 cm etter seks år i 1996. I variansanalyser var det for høyde etter fire og seks år signifikante forskjeller ($p < 0,0001$) mellom populasjoner innen områder og mellom familier innen populasjon ($p < 0,0001$). Forskjellene mellom populasjoner og mellom norsk, svensk og finsk bjørk er vist i Figur 5. Innen proveniensområder var det var størst variasjon (73 cm) mellom de sju populasjonene fra Buskerud/Oppland og minst forskjell mellom de tre fra Telemark. Mellom proveniensområdene var det ikke signifikante forskjeller, med 466 cm for den med lavest verdi

(Vestfold) og 485 cm for den med høyest (Hedmark). Innen populasjoner var forskjellen mellom familie med laveste og største høyde 86 cm i den med minst variasjon (populasjon 12) og 230 cm in populasjonen med størst variasjon (populasjon 9). Uttrykt med varianskomponenter var variansene mellom populasjoner innen område og mellom familier innen populasjon like store. Estimater for arvbaheten for høyde ved alder seks år var 0,25. Analyser av data for høydetilvekst for de siste to eller fire siste årene gav samme resultater som for høyde ved alder seks år. Det var sterke sammenhenger mellom høyden ved to års alder og tilvekst i senere perioder både på populasjon- og familienivå. Populasjoner og familier som hadde størst høyder etter to år, var generelt de høyeste også etter seks år. Det var på begge nivåer signifikante negative korrelasjoner mellom prosent trær med skader og høyde; de med høye skadeprosenter hadde lavere høyder.

Trærne fra svensk foredlet bjørk var i gjennomsnitt 50 cm (11 %) høyere enn de norske populasjonene (Figur 5), og de fra det finske foredlingsprogrammet bare litt lavere enn de svenske. Trærne fra finske bestand hadde samme middelhøyde som de fra de norske populasjonene.



Figur 5. Middelhøyder ved alder seks år i familieforsøket på Sanderud for trærne fra de 17 norske populasjonene og de svenske og finske sortene.

3.2.3 Sammenhenger mellom Sanderud og feltforsøkene

For de 17 populasjonene var det både for overlevelse og skader lave og ikke-signifikante korrelasjonskoeffisienter mellom prosenttallene på Sanderud og de fra de 12 feltforsøkene.

For høyde ved seks års alder var det ikke signifikante korrelasjonskoeffisienter for populasjoner mellom Sanderud og feltforsøkene på Østlandet og Vestlandet. Derimot var det sterkere sammenhenger mellom høyde på Sanderud og på feltene i Trøndelag. Figur 6 viser sammenhengene mellom høyde på Sanderud og middel over de fire feltene i hver landsdel. Med unntak av en populasjon med lav middelhøyde på Sanderud og stor høyde i Trøndelag er det svært godt samsvar for denne landsdelen. Figuren viser også at populasjonene fra områdene 3 og 4 (Buskerud/Oppland og Hedmark) har god høydevekst i Trøndelag, men med ett unntak (8 Kleggerud). Populasjonene fra Hedmark (område 4) har i alle tre landsdeler den beste sammenheng mellom høydevekst på Sanderud og i feltforsøkene.

I hvert feltforsøk ble det bare plantet fire trær fra hver norske familie og i samme rute, noe som gir en stor forsøksfeil på middeltallet for familien på hvert felt. Det ble derfor beregnet middeltall for hver familie for hver landsdel og for alle feltene, og disse ble sammenlignet med familiemiddel fra Sanderud. Korrelasjonskoeffisienten ble estimert til $r=0,34$ ($p<0,001$) mellom totalt middel og det fra Sanderud, og med samme verdi for middel av feltene i Trøndelag. For de to andre landsdelene var sammenhengen svakere.

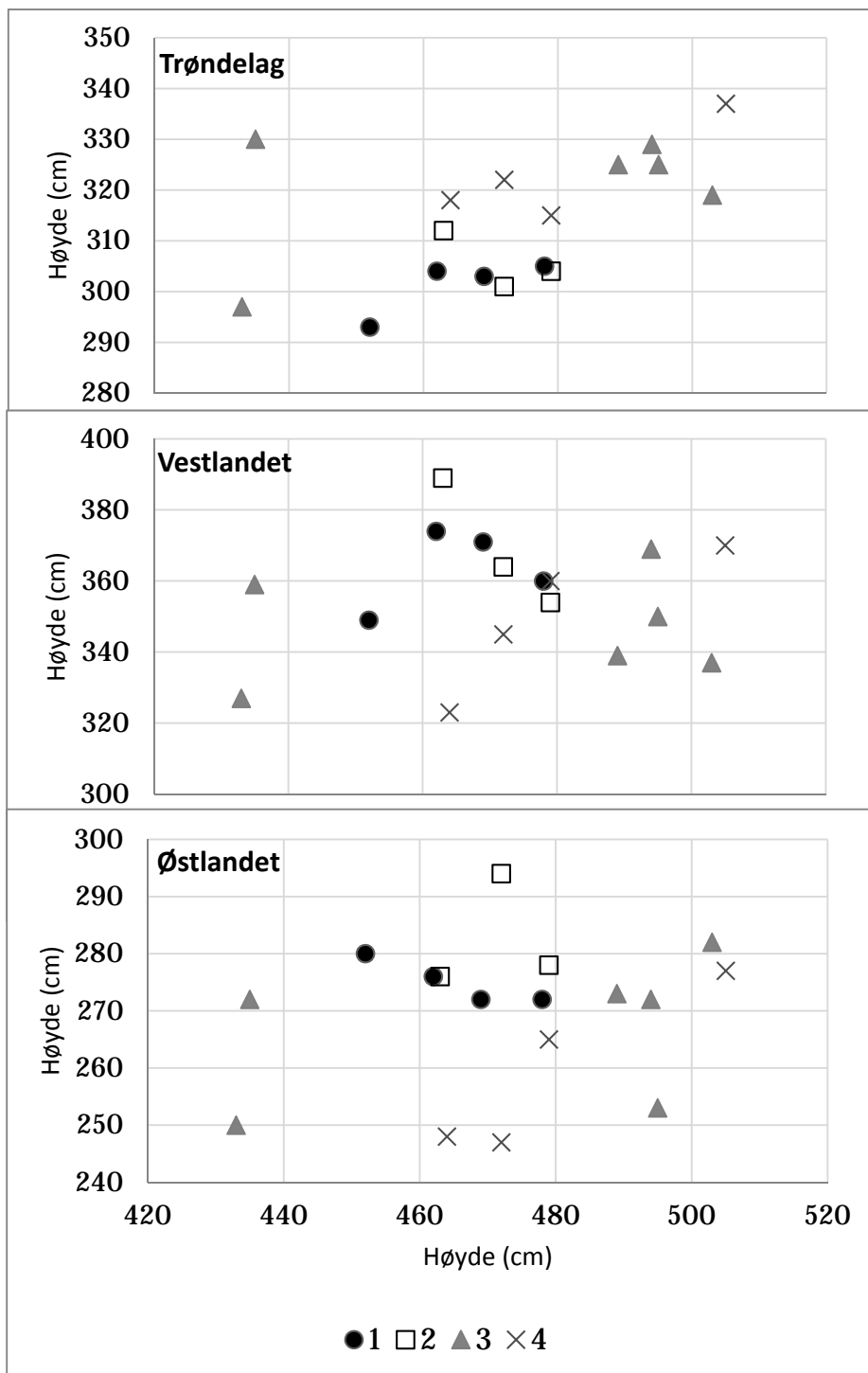
3.3 Utvalg av populasjoner og familier

Populasjon 15 (Senstad) med størst middelhøyde på Sanderud var 6 % høyere enn middel av de norske populasjonene. Senstad hadde også størst høyde i Trøndelag, 8 % over middel. Populasjon 7 (Gullhaugane) som hadde størst middelhøyde på Østlandet, var 11 % over middelet her, og det samme var populasjon 5 (Melås Bru) med største middelhøyde på Vestlandet. Dette viser at det ikke er noen av populasjonene som generelt har best høydevekst over hele landet, og at utvalg for god vekst må være basert på forsøk innen den enkelte landsdel.

Største middelhøyder hadde familiene fra svensk foredling, med mellom 10 og 18 % bedre høydevekst i de tre landsdelene og på Sanderud enn de norske trærne.

Et utvalg av 25 familier (10 %) som hadde best høydevekst på Sanderud viste at de var 22 % høyere enn middel av alle de norske familiene på dette feltet. De samme familiene var 5 % over det totale middel av alle familiene over alle feltforsøkene, og henholdsvis 8, 1 og 5 % over middel i landsdelene Østlandet, Vestlandet og Trøndelag.

De utvalgte 25 familiene kom fra 11 av de 17 populasjonene, men fem av disse var representert med bare en familie. Tre populasjoner: 10, 15 og 16, var representert med fire eller fem familier.



Figur 6. Sammenhenger mellom middelhøyder i hver landsdel for de 17 populasjonene mot middelhøyde på Sanderud. Proveniensiomsrådene, vist med symbolene nederst i figuren, er 1: Vestfold, 2: Telemark, 3: Buskerud/Oppland og 4: Hedmark.

4 Diskusjon og konklusjoner

Resultatene fra denne forsøksserien med hengebjørk viser den betydelige variasjonen som finnes i dette treslaget både mellom proveniensområder, mellom populasjoner innen område og mellom familier innen samme populasjon. Et samspill mellom plantermateriale og miljø viser at materialer fra ulike proveniensområder ikke er like godt tilpasset og gir like god vekst i alle landsdeler. En tredje hovedkonklusjon er at planteforedling med bjørk kan gi store gevinster; trærne etter frø fra svensk og finsk foredling hadde betydelig bedre høydevekst, og hadde på flere felt og år også mindre andel trær med skader og feil enn de fra norske populasjoner.

Populasjonene fra Hedmark og Oppland/Buskerud kommer fra det som er blitt betegnet som et optimumsområde for hengebjørk i Norge (Langhammer 1982, Børset 1985). De kommer fra høyereliggende og mer innlandspregete områder enn de fra Telemark, og spesielt de fra Vestfold. Dette kan ha gitt ulike tilpasninger til klimaforholdene og medført genetiske forskjeller i vekstrytme, spesielt forårsaket av ulik respons på temperaturutviklingen om våren (Myking 1997, 1999). Dette synes å ha gitt negative effekter ved flytting fra innlandet og sørover til lokaliteter nærmere kysten. Historie og alder til populasjonene, som kan ha betydelig betydning for den genetiske variasjonen, er ikke kjent.

Feltforsøkene ligger i tre landsdeler, her betegnet som Østlandet, Vestlandet og Trøndelag. De fire feltene på Østlandet ligger alle opptil 2 breddegrader lengre sør for opprinnelsen til populasjonene i proveniensområdene 3 og 4 (Figur 1). De 10 populasjonene herfra er derfor i disse forsøkene flyttet betydelige avstander sørover og også nærmere kysten. Det var uheldig at forsøket med familier som ble plantet på skogsmark på Ringerike, i proveniensområde 3, var mislykket og måtte nedlegges. Det er derfor bare forsøket på Sanderud, på dyrka mark, som ligger i proveniensområdene 3 og 4. Av feltene på Vestlandet ligger ett i Kaupanger i indre fjordstrøk, men de tre andre er mer kystnære. Det er også betydelige klimatiske forskjeller mellom feltene i Trøndelag, der feltet i Halså ligger nærmest kysten og er mest utsatt for vind. De miljømessige forskjellene mellom feltene kommer til uttrykk i variasjonen mellom feltene i overlevelse, andel trær med skader og feil og høydevekst.

Samspillet mellom landsdeler og proveniensområder viser at ulike materialer bør plantes i de tre landsdelene. På de sørlige delene av Østlandet og på Sørlandet bør plantene komme fra frø fra Vestfold og Telemark og ikke fra Oppland/Buskerud og Hedmark. De samme materialene er også de med best vekst på Vestlandet og bør plantes her. I Trøndelag bør frø komme fra Oppland/Buskerud og Hedmark, men her mangler vi sammenligninger med materialer fra Trøndelag. Resultatene fra Sanderud indikerer at den lokale bjørka er den som bør plantes i innlandsområdet. Disse anbefalingene stemmer i noen grad med de som tidligere er gitt av Langhammer (1982) og Opdahl (1991) som begge anbefalte bruk av bjørkematerialer over større områder. Deres resultater er allikevel ikke helt sammenlignbare siden de var basert på enkeltfamilier og forsøk i andre landsdeler enn de som inngår i denne forsøksserien. En flytting av materialer nordover med inntil tre breddegrader fra Hedmark til Trøndelag er noe lengre enn svenske og finske anbefalinger (Stener 1997, Viherä-Aarnio & Velling 2008).

Den betydelige variasjonen i høydevekst som er funnet mellom populasjoner innen hvert område indikerer at ikke alle bestand gir planter med like gode egenskaper. Det vil derfor lønne seg å velge materialer høstet i bestand som har vært testet eller som en har gode erfaringer med.

På feltene på Vestlandet vokste bjørkeplantene godt de første årene, men etter hvert avtok veksten og mange av trærne fikk stammefeil og skader. Dette ble spesielt synlig etter bedømmingen av krontutviklingen i feltet på Stend. Lignende observasjoner er gjort i andre plantefelt med hengebjørk i kystområdene på Vestlandet der det er observert mye skader og utglissing av krona når trærne når 6-8 meters høyde (Jan-Ole Skage, personlig informasjon). Dette tyder på at klimaet i kystnære strøk på Vestlandet sannsynligvis er uegnet for hengebjørk. Det er betegnende at populasjonene fra kysten av

Vestfold hadde minst andel trær med slike skader på Stend. Også på feltene i Halså og Rissa hadde populasjonene fra Vestfold færrest trær med skader etter registreringene i 2002.

I forsøket på Sanderud var det stor variasjon mellom familier innen populasjoner både for skader og for høyde, men med betydelige forskjeller i variasjonsbredden mellom populasjonene. Stor variasjon mellom familier innen populasjoner av hengebjørk fra Ås og Lillehammer er tidligere vist av Eriksson mfl. (2003). Hengebjørka er et treslag som er spredt over store områder på Østlandet og med en betydelig spredning av både pollen og frø. Det vil derfor være en stor genflyt over områder, noe som gir stor variasjon innen populasjoner. Trass i dette var det altså store forskjeller mellom populasjonene, spesielt for høyde, med like varianskomponenter mellom populasjoner innen områder og innen populasjoner. Dette variasjonsmønsteret ligner mye på det som er funnet for gran og furu og karakteriserer den store tilpasningsevnen disse treslagene har (Eriksson 2011).

Den store genetiske variasjonen mellom familier innen bestand på Østlandet viser at det er et stort potensiale for foredling også for norsk hengebjørk, slik som det tidligere er demonstrert for bjørk i Finland (Koski & Rousi, 2005) og i Sverige (Stener & Jansson 2005). Materialer til en slik foredling kan en få i de forsøkene fra 1991 som fortsatt finnes; Sanderud for Østlandet, Kaupanger for Vestlandet og Rissa og Øydal for Sør-Trøndelag. Her kan det gjøres utvalg av individer i familier og populasjoner som er testet på flere lokaliteter. Ulike materialer bør velges for disse tre landsdelene, og for Østlandet bør det skilles mellom materialer til indre strøk og mer kystnære områder. Et mindre kostbart alternativ er å sanke frø i disse feltene, eventuelt med identifikasjon og utvalg av trærne det sannes frø fra. Frøanking er i en viss utstrekning gjort på Sanderud.

På alle felt har trærne fra familiene fra svensk foredling hatt bedre høydevekst og på de fleste felt mindre andel trær med feil og skader. At disse forskjellene også holder seg over tid, ble vist med resultatene etter målingene på produksjonsflatene på feltene Halså, Rissa og Øydal. Det bør undersøkes om produksjonen av frø i veksthus i frøplantasjen «Sävar 3» kan ha påvirket egenskapene til dette plantematerialet. Et alternativ til et norsk foredlingsprogram for hengebjørk kan være å bruke plantematerialer fra svensk bjørkeforedling i Norge.

Hengebjørka vokser over store områder og i store populasjoner med genflyt mellom populasjonene. De genetiske ressursene til treslaget blir derfor godt bevart gjennom naturlige utvikling og tilpasning, og det er ikke behov for noe spesielt program for bevaring av de genetiske ressursene, som også var konklusjonen til Myking og Skrøppa (2001).

Litteraturreferanser

- Børset, O. 1985. Skogskjøtsel. Bind 1. 494 s.
- Eriksson, G. 2011. *Betula pendula* and *Betula pubescens*. Recent Genetic Research. Uppsala Biocenter, Department of Plant Biology and Forest Genetics, SLU, Uppsala, Sweden. 117 s.
- Eriksson, G; Black-Samuelsson, S; Jensen, M; Myking, T; Rusanen, M; Skrøppa, T; Vakkari P & Westergaard, L. 2003. Genetic variability in two tree species, *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth, with contrasting life-history traits. Scand. J. For. Res. 18: 320-331.
- Håbjørg, A. 1978. Photoperiodic ecotypes in Scandinavian trees and shrubs. Meld. Nor. Landbrukshøgsk. 57.33: 1-47.
- Johnsson, H. 1977. Syd- och nordflytning av björkprovenienser. Föreningen Skogsträdsförädling, Institutet för skogsförbättring, Uppsala. Årsbok 1976: 48-61.
- Kohmann, K. 1999. Bred Finnish and Swedish birch families have superior height growth in Norway. Aktuelt fra skogforskningen 2/99, s. 22.
- Koski, V. & Rousi, M. 2005. A review of the promises and constraints of breeding of silver birch (*Betula pendula* Roth) in Finland. Forestry 78: 187-198.
- Langhammer, Å. 1981. Breddegradsøkotyper av lavlandsbjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.). Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 60.1. 12 s.
- Langhammer, Å. 1982. Vekststudier av hengebjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.) i Norge. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 61.1. 43 s.
- Myking, T. 1997. Dormancy, budburst and impacts of climatic warming in coastal-inland and altitudinal *Betula pendula* and *B. pubescens* ecotypes. In: H. Lieth and M.D. Shwartz (eds.): Phenology in Seasonal Climates I. Bachhuys Publishers, Leiden 12: 51-66.
- Myking, T. 1999. Winter dormancy release and budburst in *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. ecotypes. Phyton 39: 139-146.
- Myking, T. & Skrøppa, T. 2001. Bevaring av genetiske ressurser hos norske skogstrær. Aktuelt fra skogforskningen 2/01. 44 s.
- Opdahl, H. 1991. Bjørkeprovenienser tåler flytting. Norsk skogbruk 1991 (3):24-25.
- Raulo, J. & Koski, V. 1977. Growth of *Betula pendula* Roth progenies in southern and central Finland. Comm. Inst. For. Fenn. 90:1-39.
- Stener, L.G. & Jansson, G. 2005. Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeney testing of phenotypically selected trees. Scand. J. For. Res. 20:292-303.
- Stener, L.G. 1997. Förflytning av björkprovenienser i Sverige. Redogörelse nr 3, Skogforsk. 30 s.
- Viherä-Arnio, A. 2009. Effects of seed origin latitude on the timing of height growth cessation and field performance of silver birch. Dissertations Forestales 87, Helsinki. 47 s.
- Viherä-Arnio, A. & Velling, P. 2008. Seed transfers of silver birch (*Betula pendula*) from the Baltic to Finland – Effect on growth and stem quality. Silva Fennica 42:735-751.
- Wang, T. & Tigerstedt, P.M.A. 1993. Variation in growth rhythm among families and correlations between growth rhythm and growth rate in *Betula pendula* Roth. Scand. J. For. Res. 8:489-497.
- Worrell, R., Cundall, E.P., Malcolm, D.C. & Ennos, R. 2000. Variation among seed sources of silver birch in Scotland. Forestry 73:419-435.



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

**NORSK
GENRESSURSSENTER**
genressurser.no

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

Norsk genressurssenter er etablert av Landbruks- og matdepartementet som en enhet ved NIBIO.

Norsk genressurssenter skal bidra til å overvåke status og sikre bærekraftig bruk og bevaring av de nasjonale genetiske ressursene i husdyr, nytteplanter og skogtrær. Senteret har et spesielt ansvar for å følge opp landbrukets truende genetiske ressurser eller genetiske ressurser som har liten økonomisk verdi i dag. Disse kan ha egenskaper av verdi for morgendagens landbruksproduksjon.

Norsk genressurssenter er et rådgivende organ for Landbruks- og matdepartementet og følger opp nasjonalt genressursarbeid i nordiske og internasjonale foretak.