



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Genetisk variasjon mellom og innen norske populasjoner av gran i to dalfører i Sør-Norge

Genetic variation among and within populations of Norway spruce in
two valleys in southern Norway

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 28 | 2021



Tore Skrøppa

Divisjon for skog og utmark/Avdeling for skoggenetikk og biomangfold

TITTEL/TITLE

Genetisk variasjon mellom og innen populasjoner av gran i to dalfører i Sør-Norge
Genetic variation among and within Norway spruce populations in two valleys in southern Norway

FORFATTER/AUTHOR

Tore Skrøppa

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
18.02.2021	7/28/2021	Åpen	117005	17/02743
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02766-9	2464-1162		13	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Det norske Skogfrøverk

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Frode Hjort

STIKKORD/KEYWORDS:

Picea abies, populasjoner, familier, klinal variasjon, høyde, tidlighet

Picea abies, populations, families, clinal variation, height, bud flush

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Genetikk og planteforedling

Genetics and forest tree breeding

SAMMENDRAG /SUMMARY:

Denne studien hadde til formål å karakterisere den genetiske variasjonen i fenologi og vekst mellom og innen granpopulasjoner fra ulike høydelag i to dalfører på Østlandet. Trær fra frø samlet inn på mortrær i naturlige populasjoner av gran (*Picea abies* (L. Karst)) på fem høydelag i Østerdalen og i tre høydelag i Hemsedal ble testet i to kortidsforsøk og i to feltforsøk sammen med trær fra frø fra handelsprovenienser og frøplantasjer. Målinger ble gjort av høyde og bedømmelser ble gjort av tidlighet, høstskudd og skader og feil. For høyde var det klare forskjeller mellom populasjonene. Trehøyde var sterkt korrelert med høydelag for populasjoner i samme dalføre; de mer lavereliggende populasjonene hadde best høydevekst på alle felt. I kortidsforsøket startet skuddskytingen litt senere i populasjonene fra de laveste høydelagene enn i de fra større høyder, mens forskjellene var mindre i feltforsøkene som hadde senere skuddskyting. For alle egenskaper var det store forskjeller mellom familier innen populasjoner. Denne variasjonen var noe mindre i populasjoner nærmere skoggrensa enn i de fra lavere høydelag.

Genetisk



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

The objective of this study was to characterize the genetic variation in phenology and growth among and within Norway spruce populations from different altitudes in two valleys in southern Norway. Seedlings from seed collected on trees in natural populations of Norway spruce (*Picea abies* (L. Karst)) at five altitudes in Østerdalen and three altitudes in Hemsedal were tested in two short-term trials and in two field trials together with trees from seed orchards and commercial provenances. Measurements were made of tree heights and assessments were made of bud flush, lammas growth and stem defects. Significant differences were present among populations for tree heights. This trait was strongly related to population altitude; trees from populations from the lowest altitudes were the tallest at all sites. Bud flush was initiated later on the trees from the populations from the lowest altitudes, but smaller differences were present in the field trials where shoot growth was initiated later in the summer. Substantial differences were present among families with populations for all traits. This variation was somewhat smaller in populations from the highest altitudes.

LAND: Norge
FYLKE: Østlandet

GODKJENT /APPROVED

Tor Myking

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Arne Steffenrem

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Innhold

1 Innledning.....	5
2 Materialer og metoder	6
2.1 Frøpartier og plantedyrking.....	6
2.2 Forsøk	6
2.3 Registreringer og målinger	7
2.4 Statistiske analyser	8
3 Resultater	9
3.1 Hogsmark.....	9
3.2 Markestad.....	10
3.3 Vibekkskaret	10
3.4 Høyås.....	11
3.5 Sammenhenger mellom egenskaper	11
4 Diskusjon og konklusjoner.....	12
Literaturreferanser.....	13

1 Innledning

Flere studier har demonstrert at grana (*Picea abies*) i Norge viser genetisk variasjon på flere nivåer: mellom landsdeler (provenienser), mellom populasjoner innen landsdeler og mellom trær fra samme populasjon (f. eks. Dietrichson 1969, 1973; Skrøppa 1982). Slik variasjon er vist for egenskaper som beskriver tilpasning til klimatiske forhold og for vekst- og kvalitetsegenskaper. Det har vært antatt at naturlig seleksjon har utviklet granpopulasjoner med ulik tilpasning til varierende temperaturklima og daglengder. Samtidig må en også regne med at lokale forhold med pollenflukt fra lavlandet mot høyereliggende områder, eller også motsatt, kan motvirke slike effekter av seleksjonen. I senere tid er det vist at klimatiske forhold under frømodningen kan påvirke tilpasningsegenskaper til grana (Johnsen mfl. 2009).

I en rekke forsøk er det vist at egenskaper som karakteriserer fenologi og vekst for granprovenienser endrer seg systematisk med temperatur og daglengdeforholdene i de geografiske områdene proveniensene kommer fra, at de viser en såkalt klinal variasjon i forhold til disse miljøfaktorene (Eriksson 2010). Dette vil igjen gi sammenhenger for egenskapene med breddegrader og høydelag. I to nylig publiserte studier er slike sammenhenger karakterisert for norske provenienser med opprinnelse mellom breddegradene 63°N til 66°19'N og høydelag mellom 33 til 470 m (Skrøppa & Steffenrem 2020) og for populasjoner i Trøndelag mellom høydelag 30 og 600 m fra to høydelagsgradienter (Skrøppa & Steffenrem 2019). Egenskaper som tidspunkt for skuddskyting om våren og trehøyde viste klare klinale sammenhenger med årlige gjennomsnittstemperaturer og med breddegrader og høydelag til populasjonene der frøet var sanket. Det er fortsatt uklart om tilsvarende klinale variasjonsmønstre er til stede for variasjonen for provenienser og populasjoner i de sørlige delene av landet. Resultater fra Sverige der det er påvist tydelig klinal variasjon med breddegrad mellom granprovenienser i de nordlige deler av landet, men ikke sør for breddegrad 60 (Danusevicius & Persson 1998), kan tyde på at dette ikke er tilfelle. I studien fra Trøndelag ble også variasjonen mellom familier innen populasjoner karakterisert. Det var generelt stor slik variasjon, større enn mellom populasjoner, men noe mindre variasjon innen populasjoner nær skoggrensa enn innen de fra lavere høydelag.

Formålet med denne studien var å karakterisere den genetiske variasjonen i fenologi og vekst mellom og innen granpopulasjoner fra ulike høydelag i to dalfører på Østlandet. Slik informasjon er viktig for foredlingsarbeidet, spesielt for inndeling i foredlingssoner, og for utvalg av populasjoner som skal inngå som enheter i bevaringen av granas genressurser.

2 Materialer og metoder

2.1 Frøpartier og plantedyrking

Det ble høsten 1992 gjort en innsamling av kongler i populasjoner av gran i høyereliggende strøk i Sør-Norge. I Hemsedal ble kongler sanket i tre bestand (populasjoner) i høydelagene 700, 800 og 900 m og i Østerdalen i fem bestand i høydelagene 500, 600, 700 800 og 900 m. (Tabell 1). Målet var å sanke kongler fra 15 trær i hvert bestand. Frøtrærne ble tilfeldig valgt blant trær med god vekst og uten skader og feil og med en minste avstand på 50 m. Avkom fra hvert mortre betegnes som en halv-søsken familie. Til sammen ble det frø som gav levedyktige planter til forsøk fra 113 familier.

Frøpartiene ble sådd våren 1995 på Hogsmark forsøksgård, Ås, sammen med frøpartier fra utvalgte handelsprovenienser. Hvert parti ble sådd i fire pottebrett som hvert ble tilfeldig fordelt i ett av fire gjentak. Plantene ble dyrket med standard behandling i planteskolen til alder to år. Høsten 1996 ble de satt på kjølelageret på Hogsmark. Det ble soppskader på kjølelageret og en del av plantene måtte kastes. For noen familier ble det derfor for få trær med i forsøkene.

2.2 Forsøk

Forsøk ble plantet våren 1997 på fire lokaliteter; Hogsmark, Ås; Markestad, Etnedal; Vibekkskaret; Atna; og Høyås, Selbu (Tabell 2). På grunn av skadene på kjølelageret og frasorteringen av skadde planter ble forsøkene betydelig redusert i omfang, både i antall trær og familier. Feltene på Markestad og Vibekkskaret, som er på skogsmark, ble prioritert med fullt antall planter av de partiene som ble valgt ut der og ble plantet i en-tre ruter og 30 gjentak med planteavstand 2 m. Resterende friske planter ble satt ut på dyrka mark på Hogsmark.

Forsøket på Hogsmark ble plantet med familier fra populasjonene 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13 og med partier fra provenienser og frøplantasjer. Av de to siste kategoriene hadde bare partiene fra frøplantasjene Eløy, Svenneby og Kaupanger et tilstrekkelig antall planter til at statistiske analyser kunne utføres på målinger i forsøket. Plantene ble satt ut i 14 gjentak i en-tre ruter og med flere planter for hvert parti i gjentakets dersom det var nok planter. Planteavstanden var 1 m.

På Markestad ble det plantet familier fra populasjonene 2, 5, 11, 12, proveniensene (Skogfrøverket 1996) B2, B4, B6, B7, C2, C4, C6 og frøplantasjene Svenneby, Kaupanger og Opsahl.

På Vibekkskaret ble det plantet familier fra populasjonene 1, 2, 3, 4 og 5, proveniensene A4, A6, B4, B7 og frøplantasjene Svenneby, Kaupanger og Opsahl.

I et korttidsforsøk på dyrka mark på Høyås, Selbu, ble planter fra alle familiene fra populasjonene 3 og 5 plantet våren 1997 sammen med 55 familier fra fire populasjoner fra høydelag 300 - 630 m i tidligere Sør-Trøndelag (Skrøppa og Steffenrem (2019)).

Tabell 1. Populasjoner, frøplantasjer og provenienser som inngår i forsøkene. Proveniensbetegnelse etter Skogfrøverket (1995).

Populasjon/ Frøplantasje årgang/ Proveniens	Lokalitet for populasjonene	Høydelag m	Breddegrad
1	Rena, Østerdalen	500	61°10'
2	Rena, Østerdalen	600	61°10'
3	Sollia, Østerdalen	700	61°45'
4	Sollia, Østerdalen	800	61°45'
5	Sollia, Østerdalen	900	61°45'
11	Hemsedal	700	60°45'
12	Hemsedal	800	60°45'
13	Hemsedal	900	60°45'
Eløy 1987		40 - 310	
Svenneby 1987		325 - 620	
Kaupanger 1983		700 - 925	
Opsahl 1989		450 - 850	
A4		350 - 450	
A6		550 - 650	
B2		150 - 250	
B4		350 - 450	
B6		550 - 650	
B7		650 - 750	
C2		150 - 250	
C4		350 - 450	
C6		550 - 650	

Tabell 2. Forsøkslokaliteter.

Sted	Høydelag m	Breddegrad
Hogsmark, Ås	85	59°40'
Markestad, Etnedal	560	60°50'
Vibekkskaret, Atna	400	61°42'
Høyås, Selbu	240	63°15'

2.3 Registreringer og målinger

I forsøket på Hogsmark ble høyde målt på trærne i 1999, 2002 og 2006. Samtidig ble det registrert skader og feil på stamme og skudd (dobbelstamme, gankvister, andre stammefeil). Registreringer av skuddskyting (tidlighet) ble gjort midt i mai 1999 og 2000 etter skalaen til Krutzsch (1973). Der indikerer verdien 3 at skuddet er omtrent 2 cm langt og høyere verdi at

skuddet er kommet lengre i skytingen. Forekomst av høstskudd ble bedømt høstene 2002 og 2006 etter en skala i fire klasser: ingen høstskudd; sprukken toppknopp og mindre enn 2 cm strekning av skuddet; høstskudd mellom 2 og 5 cm; høstskudd lengre enn 5 cm.

Høyde ble målt og skader ble registrert på Markestad høsten 2000. Skuddskyting ble registrert 16. juni 2003.

På Vibekkskaret ble det målt høyde og registrert skader høsten 2000. Skuddskyting ble registrert 23.6 2005.

På Høyås ble høyde målt høsten 2000, tidlighet ble registrert to år og målinger ble gjort av toppskuddet to ganger, en nær avslutning av strekningen og etter avsluttet strekningsvekst.

2.4 Statistiske analyser

Alle statistiske analyser ble gjort med statistikkprogrammet SAS (SAS Institute 2003).

I de statistiske analyse der familier inngår, ble familier med færre enn 8 målte eller registrerte trær utelatt.

For hver skade/feil og for høstskudd ble prosent antall trær i klassen beregnet utfra antall levende trær. For de fleste typer av skader var frekvensen av trær med skade så lav at statistiske analyser ikke var meningsfulle.

Variansanalyser er gjort for høyde innen hvert felt for å teste for forskjeller mellom populasjoner og familier innen populasjoner. For tidlighet ble variansanalyser utført på verdier transformert til «normal score» for å oppnå en tilnærmet normalfordeling. Middeltall for populasjoner blir allikevel presentert som gjennomsnittlig «Krutzsich-verdi». Pearson korrelasjonskoeffisienter ble beregnet for sammenhenger mellom samme egenskap målt flere ganger på ett felt og på flere felt og mellom forskjellige egenskaper.

Resultater fra statistiske tester blir rapportert med p-verdier.

3 Resultater

3.1 Hogsmark

I forsøket på Hogsmark var det liten avgang. Ti år etter planting var 92 % av trærne fortsatt i live. Middelhøyden var da 285 cm, med høyeste verdier for trærne fra frøplantasjefrø. Mellom populasjonene varierte middelhøyden fra 308 til 258 cm. Forskjellene mellom populasjonene innen de to dalførene var klart signifikante ($p < 0,001$), og med en sterk sammenheng med høydelag. Det var også klare forskjeller ($p < 0,0001$) mellom familier innen populasjoner, med inntil 100 cm i forskjell mellom middeltall for familiene. Det var noe mindre forskjeller mellom familiene i populasjonene i øvre høydelag.

Tabell 3. Middeltall på Hogsmark for populasjoner og frøplantasjer. Tallene for tidlighet viser midlere verdi etter Kruttsch-skalaen og de for høstskudd viser prosent antall trær med mer enn 2 cm lange høstskudd. Registreringene av dobbelstamme og gankvister er gjort i 2006.

Populasjon/ Frøplantasje	Høyde 2006 Cm	Tidlighet 1999	Høstskudd %	Trær med dobbel stamme %	Trær med gankvister %
1 Østerdalen 500 m	296	3,4	6,4	15,6	10,0
2 Østerdalen 600 m	277	3,4	2,7	15,0	14,3
3 Østerdalen 700 m	275	3,8	3,6	17,5	11,8
4 Østerdalen 800 m	273	3,6	2,0	18,9	11,6
5 Østerdalen 900 m	261	3,9	1,2	19,9	13,6
11 Hemsedal 700 m	281	3,8	1,5	20,3	14,9
12 Hemsedal 800 m	268	3,8	3,3	18,3	15,6
13 Hemsedal 900 m	258	3,8	3,5	27,9	14,0
Eløy	319	3,3	40,0	20,0	13,3
Svenneby	328	3,3	20,0	6,7	26,7
Kaupanger	323	2,1	3,3	6,7	10,0

Det var for tidlighet små, men signifikante ($p = 0,01$) forskjeller mellom populasjonene fra Østerdalen. Populasjonene fra 500 og 600 m startet skuddskytingen 2 – 3 dager senere enn de fra større høydelag. Mellom populasjonene fra Hemsedal var det ingen forskjeller. Det var betydelig variasjon mellom familier innen populasjoner ($p = 0,003$), med en største variasjonsbredde på en enhet på skalaen, tilsvarende 5 dager med rådende temperaturforhold. Forskjellene var litt større innen populasjonene fra lavere høydelag enn innen de fra større høyder. Trærne fra Kaupanger frøplantasje hadde betydelig senere skuddskyting enn de fra populasjonene og hadde i gjennomsnitt ti dager seinere skyting enn de fra populasjonene fra samme høydelag som foreldretrærne i denne plantasjonen kom fra.

I registreringene av høstskudd i 2002 hadde 25,4 % av trærne høstskudd med lengde mindre enn 2 cm og 7,3 % hadde høstskudd med mer enn 2 cm strekning. Det var variasjon mellom populasjoner for denne egenskapen (Tabell 3) med lavest frekvens av slike høstskudd for de fra øvre høydelag i Østerdalen. Trærne med frø fra frøplantasjene med kloner fra lavlandet eller midlere høydelag (Eløy og Svenneby) hadde betydelig større andel av trær med høstskudd enn de fra fjellskogen, mens andelen var lav for Kaupanger. Innen populasjonene hadde de fleste familier verdier mellom 0 og 10 %, mens noen få hadde opptil 20 % trær med høstskudd lengre enn 2 cm.

Det var ikke-signifikante forskjeller mellom populasjonene for andel trær med doble topper og gankvister (Tabell 3). Innen populasjoner var det store forskjeller mellom familiene, med procenter mellom 0 og 30 for både dobbelstammer og gankvister. Det var en betydelig andel trær med doble stammer for Eløy og med gankvister for Svenneby. Fra Kaupanger var det generelt lave procenter av trær med slike feil.

3.2 Markestad

Fire vekstsesonger etter planting var overlevelsen 85,3 % og middelhøyden var 53 cm. Det var størst avgang for trærne fra proveniens C2 og fra populasjonene, og de siste hadde laveste middelhøyder. Det var signifikante forskjeller i høyde både mellom ($p < 0,0001$) og innen ($p = 0,0002$) populasjoner, og med klare sammenhenger med høydelag både for populasjoner og for provenienser. De fra laveste høydelag hadde størst avgang og var høyest. Det var mindre forskjeller mellom populasjonene i tidlighet ($p = 0,05$), men klare forskjeller mellom familier ($p < 0,0001$). Provenienser og populasjoner fra størst høydelag hadde tidligst skyting.

Tabell 4. Middeltall på Markestad for populasjoner, frøplantasjer og provenienser. Tallene for tidlighet viser midlere verdi etter Krutzsch-skalaen.

Populasjon/ frøplantasje/ proveniens	Overlevelse 2000 %	Høyde 2000 Cm	Tidlighet 2003
2 Østerdalen 600 m	78,8	48	4,4
5 Østerdalen 900 m	84,9	42	4,6
11 Hemsedal 700 m	87,8	53	4,9
12 Hemsedal 800 m	91,7	47	4,8
Svenneby	93,3	60	4,9
Kaupanger	88,9	60	4,5
Opsahl	90,3	58	4,3
B2	90,0	66	4,9
B4	93,1	58	4,4
B6	96,7	52	4,6
B7	96,6	49	5,0
C2	76,7	61	4,5
C4	89,7	63	4,2
C6	92,9	60	4,8

3.3 Vibekkskaret

I Vibekkskaret var overlevelsen 83,1 % i 2000 og middelhøyden var 43 cm. Det var små forskjeller mellom de fem populasjonene for overlevelse, men store forskjeller for høyde ($p < 0,0001$). For tidlighet var det også her små forskjeller. Mellom familier innen populasjoner var det store forskjeller både for overlevelse, høyde og tidlighet ($p < 0,0001$). Variasjonsbredden innen populasjoner mellom familier for høyde var inntil 10 cm og for tidlighet inntil 0,7 enheter, tilsvarende 3-4 dager.

Tabell 5. Middeltall fra Vibekkskaret for populasjoner og frøplantasjer. Tallene for tidlighet viser midlere verdi etter Krutzsch-skalaen.

Populasjon/ frøplantasje	Overlevelse	Høyde	Tidlighet
	2000 %	2000 Cm	2005
1 Østerdalen 500 m	81,3	46	4,3
2 Østerdalen 600 m	77,2	41	4,3
3 Østerdalen 700 m	84,1	40	4,5
4 Østerdalen 800 m	81,0	37	4,3
5 Østerdalen 900 m	78,3	36	4,4
Svenneby	86,2	47	4,1
Kaupanger	83,3	42	4,1
Opsahl	86,7	45	4,1
A4	83,3	47	3,6
A6	86,7	41	4,3
B4	75,0	44	3,9
B7	93,3	41	4,5

3.4 Høyås

Seks år etter planting var middelhøyden 128 og 118 cm for populasjonene 3 og 5. Det var stor variasjon mellom familiene innen begge populasjoner med variasjonsbredder 26 og 16 cm. For tidlighet registrert fem år etter planting var midlere verdi 4,3 og 4,6 og med variasjonsbredde 1,4 og 1,2 enheter mellom familiene. Det var også klare forskjeller for avslutning av skuddstrekningen, målt som prosent oppnådd strekning 30. juni, både mellom og innen populasjoner. Trærne fra høydelag 700 m i Sollia hadde høyder omtrent lik de fra 500-600 m i Tydal, Trøndelag, og startet skuddskytingen i middel tre dager tidligere.

3.5 Sammenhenger mellom egenskaper

Det var godt samsvar mellom middeltallene i høydemålingene ved tre aldre på Hogsmark, med korrelasjonskoeffisienter på 0,90 for populasjoner og 0,75 for familier. Det var også samsvar mellom de to registreringene av tidlighet, med $r=0,74$ for populasjoner og $r=0,63$ for familier. På populasjonsnivå var det positiv sammenheng ($r=0,72$) mellom høstskuddprosent og høyde, men ikke for familiene. Det var for populasjoner en negativ korrelasjon mellom prosent trær med gankvister og høstskudd ($r=-0,72$), men heller ikke her for familier. Fordi det var lavest frekvens av doble stammer og gankvister i populasjonene fra de laveste høydelagene, som også hadde største høyde på Hoxmark, var det en negativ korrelasjon mellom prosentene med slike skader og høyde ($r=-0,68$ og $r=-0,63$), men ingen slike sammenhenger for familier.

På Markestad var det negativ sammenheng mellom overlevelse og tidlighet for de fire populasjonene med korrelasjonskoeffisient $r=0,86$, men ikke for familiene. På Vibekkskaret var det ikke slike sammenhenger.

Det var høye korrelasjoner ($r=0,95$) for populasjoner for høydene på Markestad og Vibekkskaret og høyden i 2006 på Hogsmark. For familier var korrelasjonene lavere (0,32 og 0,46), men den var $r=0,56$ for de 23 familiene som var felles i de to feltforsøkene. Det var også positive sammenhenger for 29 familier mellom høyder i Selbu og for Hogsmark og Vibekkskaret ($r=0,46$ og $r=0,45$), men ingen sammenheng med høydene på Markestad. Det var for de samme familiene sterkt samsvar med tidlighet registrert i Selbu og på de tre feltene på Østlandet ($r=0,52-0,69$).

4 Diskusjon og konklusjoner

Omfanget av denne forsøksserien ble redusert på grunn av skader på plantene under kjølelagring. For handelsproveniensen kan det derfor ikke gis pålitelige resultater fra korttidsforsøket på Hogsmark. I de to feltforsøkene ble målingene gjort i ung alder, og spesielt for høyde kan forskjellene mellom de forskjellige plantepartiene endre seg med alderen. For tidlighet derimot må resultatene kunne sies å være godt representative siden det i flere studier er vist godt samsvar for tidlighet registrert ved flere aldrer, også her. Det er også i ung alder denne egenskapen er viktigst siden frostskafer etter tidlig skyting inntreffer oftest når trærne er små.

Variasjon mellom provenienser i tidlighet er generelt størst på felt der skytingen starter tidlig, slik som på Hogsmark der det var skuddskyting fra midten av mai. Den var betydelig mindre på felt der det er sen vår med skyting etter midten av juni, slik som på Markestad og Vibekkskaret, trolig siden dette skjer ved en høyere temperatur. På alle felt var der klare forskjeller i tidlighet mellom familier.

For trehøyde var det klare forskjeller mellom populasjonene. Det var sterk sammenheng med høydelag for populasjoner i samme dalføre; de mer lavereliggende populasjonene hadde best høydevekst på alle felt. Disse resultatene samsvarer godt med de fra forsøk på tre lokaliteter i Hurdal der populasjoner fra høydelag 400 m etter 19 år hadde betydelig lavere høyder enn de fra høydelag under 200 m (Skrøppa upublisert). En sterk sammenheng mellom trehøyde og høydelag for populasjonen for materialer fra Trøndelag ble også påvist av Skrøppa og Steffenrem (2019). På Hogsmark var middelhøydene av de tre populasjonene fra høydelagene 600, 700 og 800 m i Østerdalen like, og de var heller ikke vesentlig forskjellige fra de fra Hemsedal. Dette bekrefter tidligere resultater fra Dietrichson (1973) som fant små forskjeller i høyde ved fire års alder mellom provenienser fra høydelag 650 -750 m eller fra breddegrader 59 til 61 i Sør-Norge. De samme proveniensenene hadde også like høyder etter 20 år i feltforsøk (Skrøppa upublisert). Dette viser at forskjeller mellom populasjoner i høydevekst først vises når de kommer fra svært ulike høydelag; de fra lavlandet med god vekst og de nær skoggrensa med svakere vekst. Disse forskjellene avhenger også av klimaforholdene på forsøkslokalitetene.

For alle egenskaper var det store forskjeller mellom familier innen populasjoner. Dette samsvarer med resultatene til Dietrichson (1969, 1973) for populasjoner fra høyereliggende områder på Østlandet, og med de fra Skrøppa mfl. (2021) og Solvin mfl. (2021) for populasjoner fra midlere høydelag. At disse forskjellene minskes noe i populasjoner nærmere skoggrensa, ble også vist for materialer fra Trøndelag (Skrøppa og Steffenrem 2019).

For høyde og overlevelse var det små forskjeller mellom de tre frøplantasjene Svenneby, Kaupanger og Opsahl. Trærne fra Svenneby hadde tidligst skuddskyting på to av feltene, mens de fra Kaupanger var betydelig senere på Hogsmark. Trærne fra frøplantasjefrø var på Hogsmark høyere enn de fra de andre partiene, mens det i de to feltforsøkene var små forskjeller mellom trærne fra frøplantasjene og provenienser fra samme høydelag. Derimot hadde de fra populasjonene dårligere overlevelse og var litt lavere enn trærne fra frøplantasjefrø.

Literaturreferanser

- Danusevicius, D. & Person, B. 1998. Phenology of natural Swedish populations of *Picea abies* as compared with introduced seed sources. *Forest Genetics* 5:211-220.
- Dietrichson, J. 1969. Growth rhythm and yield a related to provenance, progeny and environment. In: FAO IUFRO FO-FTB-69-2/3, 2nd World Consultation on Forest Tree Breeding, Washington 7-16 August 1969. 15 s.
- Dietrichson, J. 1973. Genetic variation among trees, stands, and provenances of Norway spruce in alpine southern Norway. IUFRO Norway spruce Working Party s2-2-11. Biri Norway. 11 s.
- Eriksson, G. 2010. *Picea abies*. Recent Genetic Research. Department of Plant Biology and Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 192 s.
- Johnsen, Ø.; Kvaalen; H.; Yakovlev, I.; Dæhlen O.G.; Fossdal C.G. & Skrøppa, T. 2009. An embryonic memory from time of embryo development affects climatic adaptation in Norway spruce. In: *Plant Cold Hardiness: from the laboratory to the Field* (Eds L. Gupta, M. Wiesniewski and K. Tanio. CAB International. Pp. 99-107.
- Krutzsch, P. 1973. Norway spruce development of buds. International Union of Forest Research Organizations, Vienna. Report IUFRO S2.02.11.
- SAS Institute 2003. SAS/STAT user's guide, version 6. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Skogfrøverket 1996. Sankeområder for skogfrø.
- Skrøppa, T. 1982. Genetic variation in growth rhythm characteristics within and between natural populations of Norway spruce. A preliminary report. *Silva Fennica* 16:160-167.
- Skrøppa, T.; Solvin, T.M. & Steffenrem, A. 2021. Diallel crosses in *Picea abies* III. Variation and inheritance patterns in nursery and short-term trials. (Sendes til publisering).
- Skrøppa, T. & Steffenrem, A. 2019. Genetic variation in phenology and growth among and within Norway spruce populations from two altitudinal transects in Mid-Norway. *Silva Fennica* 53 (1).
- Skrøppa, T. & Steffenrem, A. 2020. Variation among and within provenances of Norway Spruce from Central and North Norway. NIBIO Rapport 6 (10). 18 s.
- Solvin, T.M.; Skrøppa, T. & Steffenrem A. 2021 Diallel crosses in *Picea abies* IV. Can early testing predict long-term performance? (Sendes til publisering).

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.