



**NIBIO**  
NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

**NORSK  
GENRESSURSSENTER**  
genressurser.no

# Genetisk variasjon i norske skogtrær

## en oversikt over publiserte studier (1954-2019)

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 1 | 2020



Tore Skrøppa og Kjersti Bakkebø Fjellstad  
Divisjon for skog og utmark/Divisjon for kart og statistikk, NIBIO

**TITTEL/TITLE**

Genetisk variasjon i norske skogtrær – en oversikt over publiserte studier (1954-2019)

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Tore Skrøppa og Kjersti Bakkebø Fjellstad

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
13.01.2020	6/1/2020	Åpen	792030	17/01236
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-02483-5	2464-1162	59		

**OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:**

Norsk genressursenter

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Kjersti Bakkebø Fjellstad

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Skogtrær, treslag, genetisk variasjon

Forest trees, tree species, genetic variation

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Genetiske ressurser i skogtrær

Forest genetic resources

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Denne rapporten gir en kortfattet oversikt over publiserte arbeider vedrørende studier av genetisk variasjon i norske skogtrær. Her er bare tatt med originale arbeider som karakteriserer genetisk variasjon og genetiske prosesser som påvirker variasjonen. Arbeider som kun beskriver metodikk og teknikker er utelatt.

**LAND/COUNTRY:**

Norge

**FYLKE/COUNTY:**

Akershus

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

Ås kommune

**STED/LOKALITET:**

Ås

**GODKJENT /APPROVED**

Hildegunn Norheim

NAVN/NAME

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

Kjersti Bakkebø Fjellstad

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Denne rapporten gir en kortfattet oversikt over publiserte arbeider som beskriver studier av genetisk variasjon i norske skogtrær.

Her er bare tatt med originale arbeider som karakteriserer genetisk variasjon og genetiske prosesser som påvirker variasjonen i norske treslag. Arbeider som kun beskriver metodikk og teknikker er utelatt. Dette gjelder også fysiologiske studier som ikke karakteriserer den genetiske variasjonen i de fysiologiske prosessene. Oversiktsartikler, foredrag og mer populære publikasjoner som gir sammenfatninger av tidligere publiserte resultater, er heller ikke inkludert. Publikasjoner som presenterer resultater fra studier med kun utenlandske treslag eller provenienser, er utelatt.

Hvert arbeid er beskrevet i fire punkter i rekkefølge: tittel, materialer og forsøk, egenskaper målt og resultater/konklusjoner. For hvert treslag er publikasjonene ordnet etter tidspunkt (år) for publisering og forfatter. En fullstendig referanseliste er gitt til slutt.

Rapporten er utarbeidet etter ønske fra Norsk genressurscenter som også har finansiert oppdraget.

Ås, 13.01.20

Nina Sæther

Fagleder, Norsk genressurscenter, NIBIO

# Innhold

1	Innledning.....	5
2	Genetiske studier, 1954-2019 .....	6
2.1	Gran ( <i>Picea abies</i> ).....	6
2.1.1	Publikasjoner.....	7
2.2	Furu ( <i>Pinus sylvestris</i> ) .....	29
2.2.1	Publikasjoner.....	29
2.3	Bjørk ( <i>Betula</i> ).....	32
2.3.1	Publikasjoner.....	32
2.4	Barlind ( <i>Taxus baccata</i> ) .....	37
2.4.1	Publikasjon .....	37
2.5	Svartor ( <i>Alnus glutinosa</i> ) .....	38
2.5.1	Publikasjon .....	38
2.6	Alm ( <i>Ulmus glabra</i> ).....	40
2.6.1	Publikasjoner.....	40
2.7	Spisslønn ( <i>Acer platanoides</i> ).....	42
2.7.1	Publikasjoner.....	42
2.8	Bøk ( <i>Fagus sylvatica</i> ) .....	44
2.8.1	Publikasjon .....	44
2.9	Vintereik ( <i>Quercus petraea</i> ); sommereik ( <i>Quercus robur</i> ) .....	45
2.9.1	Publikasjon .....	45
2.10	Villeple ( <i>Malus sylvestris</i> ) .....	46
2.10.1	Publikasjon .....	46
2.11	Ask ( <i>Fraxinus excelsior</i> ).....	48
2.11.1	Publikasjon .....	48
2.12	Rogn ( <i>Sorbus aucuparia</i> ) .....	50
2.12.1	Publikasjon .....	50
	Referanser .....	51

# 1 Innledning

Dokumentasjon og karakterisering av våre genetiske ressurser er et viktig grunnlag for bevaring og bærekraftig bruk av ressursene. Forskning og studier av våre skogtre genetiske ressurser er utgangspunktet for å kunne ta gode valg både med hensyn på å bevare viktig genetisk variasjon og for å ta denne i bruk.

Vi har per i dag genetisk informasjon om 13 av våre hjemlige treslag. Av disse er gran, furu og bjørk de treslagene vi har mest informasjon om, med gran som dominerende treslag.

Genetisk variasjon sikrer skogtrærnes evne til fortsatt evolusjon og tilpasning til endrede klimatiske forhold, og er en forutsetning for foredling. Genetisk variasjon er også viktig for å sikre trærnes motstandskraft mot skader og sykdommer. For å sikre genetisk variasjon er det viktig å opparbeide god kunnskap om de genetiske ressursene vi har, for bevaring, samt bærekraftig bruk og utvikling.

De første studiene av genetisk variasjon i norske skogtrær ble utført av Tollef Ruden som studerte bjørk på starten av 1950-tallet. Siden den gang har det blitt publisert resultater fra veldig mange forskjellige studier, både kortsiktige og langsiktige. Denne rapporten gir en oversikt over hvilke treslag vi har genetisk kunnskap om, og hvilke studier som er utført fra 1950-tallet og fram til i dag.

Skogtrær viser stor variasjon i vekstrytme, tilvekst, virkeskvalitet og andre egenskaper. En del av denne variasjonen skyldes genetiske forskjeller mellom individer. Det aller meste av de genetiske studiene som er utført, er gjort for å bedømme variasjon i forhold til bruk og skogproduksjon. Andre studier er utført for bevaring og for å følge med på f.eks sykdommer i skogtrær.

Norske skoger er dominert av et lite antall arter som finnes over store deler av landet; gran, furu og bjørk. Disse tre artene utgjør tilsammen over 90 prosent av stående skogvolum i Norge. De fleste av de øvrige artene finnes i små og fragmenterte populasjoner.

Spesielt for Norge er at de fleste treslag her vokser på sin absolutte nordgrense. Marginale populasjoner kan inneholde genetiske variasjonsmønstre som ikke finnes andre steder i artens utbredelsesområde. Dersom slike populasjoner er truet, er det spesielt viktig å ha kunnskap om og bevare deres genetiske variasjon.

## 2 Genetiske studier, 1954-2019

### 2.1 Gran (*Picea abies*)

Gran (*Picea abies*) er et av de vanligste treslagene i Norge. Det er utbredt over store deler av Østlandet, Trøndelag og Nordland, og med spredte forekomster på Vestlandet og nord for Saltfjellet. Grana har lavt krav til sommervarme, er meget vinterherdig og utvikler seg best på dyp og næringsrik jord med frisk fuktighet. Formeringen skjer naturlig ved frø fra 30-40 års alder av, og vegetativt ved senkere i klimatisk marginale områder. Hvert år plantes det nå nesten 40 millioner granplanter. Den største delen av granfrøet kommer fra frøplantasjer. Gran er vårt viktigste tømmer treslag, og hvert år hogges omtrent 8 millioner m<sup>3</sup>. Mer enn halvparten går til sagtømmer og resten til massevirke.



Figur 1. Gran (*Picea abies*). Forsøk med avkom fra Svenneby frøplantasje i Etnedal. Foto Arne Steffenrem/NIBIO.

Gran er det treslaget i Norge som er best karakterisert genetisk, både når det gjelder provenienser, familier og kloner. Den genetiske forskningen startet opp ved Avdeling for planteforedling ved Det norske skogforsøksvesen, Ås, som også initierte foredlingsarbeidet med treslaget. Videre genetiske studier er blitt gjennomført ved skogforskningen gjennom de siste 50 årene og disse har vært grunnleggende for skogplanteforedlingen av gran som nå ledes av Skogfrøverket på Hamar.

### 2.1.1 Publikasjoner

#### Granas utbredelse og formvariasjon i Sør-Trøndelag (Ruden, 1958).

Materialer og forsøk: Landskogtakseringens materialer fra Sør-Trøndelag og fra Østfold.

Egenskaper målt: Bedømmelse av grein- og kongletyper.

Resultater /konklusjoner: Grana i de nordøstligste områdene i Sør-Trøndelag avviker fra grana i de sørlige områdene, i samme retning som trøndersk gran avviker fra gran fra utlandet.

#### Results from an 11-year old progeny test with *Picea abies* (L.) Karst in Southeastern Norway (Ruden, 1963).

Materialer og forsøk: 69 familier fra utvalgte trær, herav sju fra bestand med tysk opprinnelse, fem norske handelsprovenienser og seks tyske provenienser ble plantet i to feltforsøk (Siljan og Maarud) i 1955.

Egenskaper målt: Høyde etter sju år i felt, 11 år fra frø.

Resultater/konklusjoner: Avkom fra utvalgte trær vokste bedre enn de norske handelsproveniensene, men med betydelig variasjon mellom familiene. Trærne fra de tyske proveniensene og familiene med tyske mødre var høyest.

#### Some results from an anatomic investigation of Norway spruce provenances in four international Norway spruce tests of 1938 in Sweden and Norway (Dietrichson, 1963).

Materialer og forsøk: 1938 IUFRO forsøkene med gran i Leikanger, Norge, og Södra Bäcksjö, Bornsjön og Dönjält, Sverige. Fem norske provenienser var inkludert.

Egenskaper målt: Anatomiske studier av vekstavslutning (lignifisering) i årringene og bestemmelse av prosent seinved.

Resultater/konklusjoner: Provenienser fra Mellom-Europa hadde seinest vekstavslutning, minst andel seinved og hadde størst andel frostskaider i årringene. Provenienser fra Trøndelag hadde størst andel seinved.

#### Proveniensproblemet belyst ved studier av vekstrytme og klima (Dietrichson, 1964a)

Materialer og forsøk: Bestand, plantefelt og forsøk med gran og furu over store deler av Norge og Sverige.

Egenskaper målt: Skuddstrekning, vedanatomiske analyser, frostskaider, høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Det ble funnet stor variasjon både innen og mellom provenienser for de fleste egenskaper, men også betydelige samspill mellom materialer og miljøfaktorer. Øst-europeiske granprovenienser har i Skandinavia bedre tilpasningsevne enn de fra Vest-Europa og også bedre vedegenskaper.

#### Foreløpig melding om det internasjonale proveniensforsøket fra av 1938 i Vest-Norge (Venn, 1964).

Materialer og forsøk: 36 provenienser i planteskoleforsøk og 17 provenienser i feltforsøk i Leikanger.

Egenskaper målt: Overlevelse, tørrstoffinnhold, høyde.

Resultater/konklusjoner: De sørlige proveniensene overvintret i planteskolen like tilfredsstillende som de nordlige. I feltforsøket hadde de raskest voksende av de mellomeuropeiske proveniensene bedre vekst enn de fra Nordmøre og Trøndelag. Braunlage, Harz, synes å være en sikker proveniens på Vestlandet.

#### Bruk av innførte granprovenienser i Norge (Haugberg, 1964).

Resultater: Rapport fra en reise i Øst-Europa og noen foreløpige resultater fra Råstoffutvalgets proveniensforsøk.

#### Granproveniensspørsmålet belyst ved noen eksempler fra Råstoffutvalgets forsøk (Haugberg, 1967).

Materialer og forsøk: Ti serier med proveniensforsøk etablert i årene 1952 til 1966 på til sammen 38 forsøkslokaliteter. De fleste proveniensene var enten fra Norge eller fra Mellom-Europa.

Egenskaper målt: Avgang, høydevekst, skuddstrekning, frostskafer.

Resultater/konklusjoner: Provenienser fra alpeområdene er lite herdige mot vår- og høstfrost. De fra Harz kan være variable, men er mer herdige og med god vekst. De mellom-europeiske proveniensene er mindre herdige mot klimaskafer enn norsk gran og bare et fåtall har bedre høydevekst. Best vekst er det på seintskyttende provenienser fra de mer østlige deler av Europa. Skuddstrekningforløpet hos toppskuddet synes ikke å forteller noe særlig om proveniensenes herdighet om vinteren.

#### Broad sense heritability estimates of growth rhythm and height growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings of southern Norwegian origin (Dietrichson, 1967).

Materialer og forsøk: Familier fra 12 bestand i Sør-Norge og fra fire bestand i Trøndelag i planteskoleforsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Relativ skuddstrekning og vekstavslutning, vekstavslutning i kambiet, høyde.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon både mellom familier innen bestand og mellom bestand for alle egenskaper og høye estimater for arvbarheter på familienivå. Det ser ut til å være klinal variasjon i vekstavslutning mellom bestand på Østlandet.

#### Arvelige variasjoner hos gran (*Picea excelsa* (Lam Link (Ruden, 1968)).

Materialer og forsøk: Stiklinger av 260 kloner i forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Stamme- og kroneform, skader, greinvinkler, nåleegenskaper, høyde.

Resultater/konklusjoner: Undersøkelsen bekrefter at det er stor individuell genetisk variasjon hos de fleste egenskaper, både de som har forstlig betydning og slike som ikke har direkte praktisk betydning.

#### Klimaskafer, vekstrytme og høydeutvikling: resultater fra et 12 år gammelt granproveniensforsøk på Rødser i Aremark (Dietrichson, 1968a).

Materialer og forsøk: 8 provenienser plantet i forsøk i Aremark i 1958.

Egenskaper målt: Høydevekst, skuddstrekning, forvedningsgrad og frostskafer i kambiesonen i årringene gjennom tre år.

Resultater/konklusjoner: Det var klare forskjeller mellom proveniensene for alle egenskaper. Trærne fra den norske proveniensen hadde tidligst vekstavslutning, ingen frostskafer på høsten, men hadde litt skader av vårfrost.

#### The geographic variation of springfrost and growth cessation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (Dietrichson, 1969a).

Materialer og forsøk: 389 provenienser fra det internasjonale IUFRO 1964/68 forsøket i planteskole i Nord-Tyskland.

Egenskaper målt: Anatomisk studie av frostringer i årringen, lignifisering og årring bredder.

Resultater/konklusjoner: Det var betydelig variasjon mellom provenienser og klare sammenhenger for frostskafer og lignifisering med breddegrad og lengdegrad. Det var ingen sammenhenger med



høydelag i alpeområdet. Den sene vekststarten til de øst-europeiske proveniensene gjør de sterkt tilpasningsdyktige.

#### Growth rhythm and yield as related to provenance, progeny and environment (Dietrichson, 1969b).

Materialer og forsøk: 48 provenienser fra granområder i Europa og 60 familier fra norske bestand fra Østlandet og Trøndelag i korttidsforsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Tidlighet, høstskudd, strekningsavslutning og høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon mellom alle egenskaper, både mellom provenienser, bestand og familier innen bestand. Signifikante sammenhenger mellom vekstrytme og høyde for de norske familiene.

#### Ekspérimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.).

I. Virkningen av daglengde og varmekorhold (Magnesen, 1969).

II. Virkningen av ulike varmekorhold om høsten og perioder med lav natt-temperatur (Magnesen, 1971).

III. Virkningen av daglengde. Supplerende forsøk med 53 frøpartier (Magnesen, 1972).

Materialer og forsøk: Planter fra en norsk og fem mellom-europeiske provenienser ble dyrket første vekstsesong i klimastyrte vekstkammer med fire kombinasjoner av temperatur og daglengde. I supplerende forsøk ble det dyrket planter fra 51 mellom- og østeuropeiske og to norske provenienser under to daglengder tilsvarende 60°N og 48°N.

Egenskaper målt: Knoppsetting, plantehøyde, friskvekt og tørrvekt.

Resultater/konklusjoner: Planter av norsk opprinnelse avsluttet under alle behandlinger lengdeveksten tidligere og satte endeknopp før enn de av mellom-europeiske provenienser. Norske daglengdeforhold virket forsinkende på modningen hos alle provenienser fra Mellom-Europa, men ikke på høydevekstens opphør. Mellom-europeiske daglengdeforhold påskyndet høydevekstavslutning hos nordlige provenienser. Lav temperatur etter starten av knoppsettingen forsinket knoppdannelsen på alle provenienser. Startidspunktet for knoppsetting er i første rekke bestemt av daglengden, deretter betyr temperatur mest for knoppdannelsen, raskest under høy temperatur.

#### Et pollineringsforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) (Brøndbo, 1971).

Materialer og forsøk: Hunblomster på fire trær og på fem podninger av samme klon i et klonarkiv ble isolert og kunstig pollinert på fem dager.

Egenskaper målt: Prosent fulle frø.

Resultater/konklusjoner: Prosent fulle frø varierte med pollineringsdatoen og den mottakelige perioden strakte seg over 6-8 dager per klon. Best pollineringsresultat ble oppnådd i en 3-4 dagers periode.

#### Genetic variation among trees, stands and provenances of Norway spruce in alpine southern Norway (Dietrichson, 1973).

Materialer og forsøk: Familier fra tre bestand i hver av fem provenienser fra høydelag 620 – 750 m in Sør-Norge in planteskoleforsøk inntil alder 4 år.

Egenskaper målt: Knoppsetting, skuddstrekning, lignifisering, høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Variasjonen mellom bestand innen samme område var for høydevekst større enn den mellom proveniensene fra omtrent samme høydelag. Variasjonen mellom familier innen bestand var stor.

Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*):

I. Interaction of photoperiod and temperature (Heide, 1974a).

II. After-effects of photoperiod and temperature on growth and development in subsequent years (Heide, 1974b). *Physiol. Plant.* 31:131-139.

Materialer og forsøk: Planter fra fem provenienser ble dyrket i fytotron første år og deretter utendørs i planteskoleforsøk gjennom tre år.

Egenskaper målt: Skuddstrekning gjennom ukentlige målinger, tidlighet, diameter.

Resultater/konklusjoner: Kritisk fotoperiode for vekst avslutning første sesong var 21 timer for proveniens fra 64°N mot 15 timer for proveniens fra 47°N. Proveniens fra større høydeler hadde lengre kritisk fotoperiode enn den fra lavere fra samme breddegrad. Den fotoperiodiske effekten ble lettere modifisert av temperatur. Tidspunkt for skuddskyting andre vekstsesong var påvirket av daglengde og temperatur første vekstsesong, men med samspill mellom temperatur, fotoperiode og proveniens. De sydlige proveniensene hadde større frekvens av planter med høstskudd.

Resultater fra et avkomforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) fra Opsahl i Ringebu (Dietrichson & Haug, 1976).

Materialer og forsøk: 84 familier etter kontrollerte kryssninger fra 21 mortrær i Opsahl frøplantasje og kontrollprovenienser i planteskoleforsøk i Biri planteskole.

Egenskaper målt: Høyde og høstskudd ved alder fire år.

Resultater/konklusjoner: 25 % bedre vekst på familiene enn fra kontrollproveniensene. Positiv samvariasjon mellom høstskuddfrekvenser og høyde. To tredjedeler av den genetiske variansen var generelle kombinasjonseffekter.

Skadene på granskogen i vinter og valg av provenienser (Dietrichson & Skrøppa, 1977).

Materialer og forsøk: IUFRO forsøkene på Overud og Bjerkøy plantet 1968 og et forsøk med 148 kloner plantet 1964 på Haga, Mysen.

Egenskaper målt: Skader etter brunsvining med tap av nåler våren 1977.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon i skader mellom kloner og mellom provenienser, med minst skade på trær fra norske provenienser. Klimaskadene var sterkt arvelig betinget.

Proveniensforsøk med gran (*Picea abies*) fra ulike breddegrader i Nordland og Troms i perioden 1954-65 (Bergan, 1978).

Materialer og forsøk: 25 proveniensforsøk i Nordland og Troms anlagt i perioden 1954-65 med norske og noen få svenske og mellom-europeiske provenienser. Tre provenienser felles i alle forsøk: P1-Rana, L2-Snåsa, B5-Vang.

Egenskaper målt: Overlevelse, frostskaider, høydevekst.

Resultater/konklusjoner: For indre strøk av Nordland og Troms gir planter av frø fra bestand i Rana og Vefsn (P1) generelt bedre høyder og tilslag enn frø fra bestand i indre strøk av Nord-Trøndelag og Østlandet. For kyst- og fjordstrøkene i Nordland er det fordelaktig å bruke frø fra indre strøk av Nord-Trøndelag eller fra det indre Østlandsområdet 450-550 m.

Height growth and flushing of German x Norwegian provenance hybrids of Norway spruce (Skrøppa, 1979).

Materialer og forsøk: Familier etter kryssninger mellom norske og tyske foreldretrær, mellom norske foreldre trær og mellom tyske trær i forsøk på tre lokaliteter.

Egenskaper målt: Tidlighet og høyde ved alder åtte år.

---

Resultater/konklusjoner: Familier etter krysninger mellom norske og tyske trær hadde ved alder åtte år bedre vekst enn avkom etter krysninger mellom norske trær. Det var høy korrelasjon mellom frøvekt og høyde ved alder to år, men ikke med senere høyder.

#### Kan frøproduksjonen i granfrøplantasjene økes og bli forbedret ved kunstig massebestøvning (Dietrichson, m.fl. 1980).

Materialer og forsøk: En klon i Kaupanger frøplantasje kunstig bestøvet til forskjellige tidspunkter, til sammen 120 forsøksledd.

Egenskaper målt: Prosent fulle frø.

Resultater/konklusjoner: Kunstig bestøvning uten isolasjon økte ikke antall fulle frø i nevneverdig grad. Årsaken er at mottakeligheten for befruktning i hunblomstene kommer gradvis gjennom blomstringsperioden.

#### Proveniensforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) fra Tyskland og Norge (Walberg, G. 1980).

Materialer og forsøk: 18 forsøk med provenienser fra Tyskland og Norge anlagt i 1954/55.

Egenskaper målt: Høyde, høstskudd, skader.

Resultater/konklusjoner: Ved kysten har de nordtyske (Harz) proveniensene hatt best høydevekst, men i innlandet har de norske proveniensene bedre eller lik høyde enn de tyske. De nord-tysk proveniensene hadde mest høstskudd, de norske minst. Det var minst skader (dobbeltopp) på trærne fra de norske proveniensene.

#### Photoperiodical after-effects of parent plant environment on Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) seedlings (Bjørnstad, 1981).

Materialer og forsøk: Familier fra kloner i Lyngdal frøplantasje og fra de samme mortrærne i sitt naturlige nordlige bestand, i forsøk i fytotron og planteskole.

Egenskaper målt: Knoppsetting, høyde.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikante forskjeller i knoppsetting innen hvert par av familier. Frøplantasjeavkom var inntil tre uker forsinket i knoppsetting.

#### Some results from a 20 year-old cutting experiment with Norway spruce (Skrøppa, 1981).

Materialer og forsøk: Stiklinger fra 260 kloner formert fra åtte år gamle mortrær (orteter) fra familier og provenienser, plantet i et forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Høyde på foreldretrærne ved alder 7, 9, 11, 13, 15 og 22 år og høyde på klonene ved alder 4, 6, 8, 10 og 20 år og diameter ved alder 20 år.

Resultater/konklusjoner: Det var ingen signifikante korrelasjoner mellom høyde på kloner og høyde på orteter. Klonene med best høydevekst kunne identifiseres ved alder åtte år, men ikke ved alder fire år. Den beste seleksjonsmetoden for kloner synes å være forkasting av de dårligste familiene i avkomforsøk og deretter gjøre en klontest for å kunne identifisere de beste klonene.

#### Genetic variation in growth rhythm characteristics within and between natural populations of Norway spruce. A preliminary report (Skrøppa, 1982).

Materialer og forsøk: 36 provenienser og familier fra tre dialleler, en fra hvert bestand, i forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Ukentlig skuddstrekning i to år, ved alder seks og sju år fra frø.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon i parametere for skuddstrekning mellom provenienser og mellom familier fra samme bestand. Trær fra mellom- og østeuropeiske provenienser hadde lengre

vekstsesong enn de fra nordiske provenienser. Variasjon både for vekstrate og lengden på strekningsperioden.

*Selection of eight-year-old Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) plants in a progeny trial and mass production by cuttings (Dietrichson & Kierulf, 1982).*

Materialer og forsøk: 20 utvalgte kloner ble stiklingformert fem ganger og plantet i forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Høydevekst, skuddlengder og tidlighet.

Resultater/konklusjoner: Det var ingen signifikante korrelasjoner mellom orteter og middeltall for rameter for de tre egenskapene. Det var en lav repeterbarhet av resultatene over formeringsomgangene. Årsaker til dette ble diskutert.

*Veksttid og vekstrytme hos gran i Troms (Bergan, 1984).*

Materialer og forsøk: Provenienser P1, A5, B2; Hälsingland 62°N, 400-500 m; Västerbotten 64°N, 100-200 m.

Egenskaper målt: Strekningsveksten til toppskudd gjennom flere år.

Resultater/konklusjoner: Nordligste proveniens starter veksten litt før sydligste lavlandsproveniens (B2), ellers ganske små forskjeller mellom proveniensene.

*A critical evaluation of methods available to estimate the genotype x environment interaction (Skrøppa, 1984).*

Materialer og forsøk: Familier fra Opsahl frøplantasje plantet på ni feltforsøk.

Egenskaper målt: Høyde ved alder ni år.

Resultater/konklusjoner: Signifikant genotype x miljø samspill ble funnet. Viktigste årsak til samspillet var at det var svært stor miljøvariasjon og lite genetisk variasjon på tre av feltene. Samspillene hadde derfor lite praktisk betydning.

*Stem cracks in Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) (Dietrichson m.fl., 1985).*

Materialer og forsøk: Proveniensforsøk på 31 lokaliteter på Østlandet og to blokker med 200 provenienser i IUFRO 1964/68 forsøket på Bjerkøy.

Egenskaper målt: Frekvenser av trær med stammesprekker.

Resultater/konklusjoner: Stor proveniensvariasjon i frekvensen av trær med stammesprekker med lavest frekvens for norske provenienser.

*Successive bulk propagation of juvenile cuttings from full-sib families of Norway spruce (Johnsen, 1985).*

Materialer og forsøk: Seks fullsøsken familier dyrket i fytotron og formert ved stiklinger fra alder tre måneder flere ganger med 5-6 ukers mellomrom.

Egenskaper målt: Prosent rotsetting og antall stiklinger produsert for frøplanter og familier.

Resultater/konklusjoner: Det var stor variasjon i evne til å produsere stiklinger både mellom familier og frøplanter innen familier. Dette betyr at det kan bli en betydelig seleksjon dersom en bulk formerer stiklinger uten restriksjoner på antall fra familier og frøplanter.

*Flowering in Norway spruce seed orchards (Skrøppa & Tutturen, 1985).*

Materialer og forsøk: Seks frøplantasjer og et klonarkiv.

Egenskaper målt: Registering av hunn- og hannblomstring gjennom 10 år.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon i blomstring mellom lokaliteter, mellom år, mellom provenienser og mellom kloner innen en frøplantasje. En viss andel av klonene i en frøplantasje kan forventes å bidra lite til frøproduksjonen de fleste år. Forflytninger påvirker også blomstringen.

#### Genetics of the polycross. I. Experimental results from Norway spruce (Cheliak m.fl., 1986)

Materialer og forsøk: Frø fra de samme 13 krysningene med pollenblandinger utført i to år i Svenneby frøplantasje og 17 krysninger utført ett år.

Egenskaper målt: Isoenzymer ble analysert for fire loci med variasjon.

Resultater/konklusjoner: Det var ulike bidrag til neste generasjon fra de forskjellige fedrene i pollenblandingen.

#### Winter damage in the IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) (Skrøppa & Dietrichson, 1986a).

Materialer og forsøk: IUFRO forsøkene på Overud og Bjerkøy plantet 1968.

Egenskaper målt: Vinterskader 1977, 1980 og 1985, stammesprekker og høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Provenienser fra de vestlige deler av Mellom-Europa hadde mest skader og de fra Finland og Skandinavia hadde minst skader. Trær uten skader hadde hatt den dårligste høydeveksten før skadene inntraff og de med mest skader hadde hatt den beste høydeveksten.

#### Genetic variation and ortet/ramet relationship in a clonal test with *Picea abies* (Skrøppa & Dietrichson, 1986b).

Materialer og forsøk: 108 fullsøsken familier og 348 kloner formert fra 18 trær i hver av 52 av familiene, begge materialer plantet i forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Prosent rotsetting for stiklingkloner, greinvekst og høydevekst.

Resultater/konklusjoner: 40 % av variasjonen i rotsetting var genetisk. Greinvekst reduserte korrelasjoner mellom orteter og rameter både på klon- og familienivå. Familieinformasjon er viktig for seleksjon av orteter for å oppnå gevinst i seleksjon.

#### Temperaturens virkning på årringveksten hos ulike granprovenienser utplantet i forskjellige høydesoner på 69° N (Bergan, 1987).

Materialer og forsøk: Provenienser P1, A5, B2; Hälsingland 62°N, 400-500 m; Västerbotten 64°N 100-200 m.

Egenskaper målt: Bredden av vårved og sommerved, korrelert mot temperaturdata.

Resultater/konklusjoner: Det er forskjeller i andel sommerved (late wood) mellom provenienser, ikke noe slik veddannelse hos Harzgrana og lite hos proveniens B2.

#### Proveniens- og treslagsforsøk i Aust-Agder (Kaasen & Dietrichson, 1987).

Materialer og forsøk: Treslagsforsøk med seks provenienser gran og fem nord-amerikanske treslag plantet på tre lokaliteter i 1969.

Egenskaper målt: Tidlighet, skuddstrekning, høydevekst, stammefeil og skader.

Resultater /konklusjoner: Betydelige samspill mellom treslag og voksested. Store forskjeller mellom provenienser innen treslag. Gran er det beste treslaget til skogproduksjon.

**Screening early frost hardiness among progenies from Norway spruce seed orchards (Johnsen & Apeland, 1988).**

Materialer og forsøk: Sams plantepartier fra 12 frøplantasjer, fra halvsøsken familier i plantasjene og fra kontrollprovenienser testet i fryseforsøk.

Egenskaper målt: Herdighet mot høstfrost, knoppsetting, høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Det var små forskjeller mellom frøplantasjeplanter og provenienser for lavlandsmaterialene. For materialer fra større høydelag var materialene fra frøplantasjene mer skadet av høstfrost. Det var høy korrelasjon mellom knoppsetting og frostskaade for provenienser, men ikke mellom familier. Det var variasjon i frostherdighet mellom familier med god høydevekst i feltforsøk, noe som viser et høyt potensiale for seleksjon for begge egenskaper.

**The seed weight did not affect first year's bud-set in Picea abies (Skrøppa, 1988).**

Materialer og forsøk: Frø fra seks full-søsken familier separert i to klasser, lette og tunge frø og planter dyrket første vekstsesong.

Egenskaper målt: Knoppsetting etter første vekstsesong.

Resultater/konklusjoner: Det var ingen forskjeller i knoppsetting mellom planter fra de to frøklassene innen hver familie.

**The IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (Picea Abies) in Norway. Variation in mortality and height growth (Fottland& Skrøppa, 1989).**

Materialer og forsøk: 1100 provenienser i IUFRO forsøkene på Overud, Bjerkøy, Ilsvåg og Vats plantet 1968.

Egenskaper målt: Høydevekst og avgang 12-13 år etter planting.

Resultater/konklusjoner: Det var klare forskjeller mellom Vest- og Sørøst-Norge for høydevekst. Provenienser fra Øst-Europa og Skandinavia hadde bedre vekst i øst enn i vest. Provenienser fra vestlige deler av Mellom-Europa vokste bedre på Vestlandet enn på Østlandet. Det var stor variasjon mellom provenienser innen samme provenienssone.

**Freeze testing young Picea abies plants (Johnsen, 1989a).**

Materialer og forsøk: Familier fra frøplantasjer.

Egenskaper målt: Frostherdighet. Knoppsetting og høyde, frostskaader på nåler.

Resultater/konklusjoner: Metodikk for fryseforsøk ble utredet. Det var sammenhenger mellom plantehøyde, knoppsetting og skade. Frostskaader hadde negativ påvirkning på veksten i senere forsøk. Det var korrelasjoner mellom nåleskaader og overlevelse.

**Phenotypic changes in progenies of northern clones of Picea abies grown in a southern seed orchard. I. Frost hardiness in a phytotron experiment (Johnsen, 1989b).**

Materialer og forsøk: Familier fra kloner etter kontrollerte kryssninger i Lyngdal frøplantasje og fra de samme mortrærne i sitt naturlige nordlige bestand dyrket i fytotron og testet i fryseforsøk.

Egenskaper målt: Frostherdighet.

Resultater/konklusjoner: Avkommene fra Lyngdal frøplantasje var signifikant mer frostskaadet enn sine nordlige halvsøsken med størst forskjell innen de mest nordlige parene av familier.

Phenotypic changes in progenies of northern clones of *Picea abies* grown in a southern seed orchard.  
II. Seasonal growth rhythm and height in field trials (Johnsen, 1989c).

Materialer og forsøk: Familier fra kloner etter kontrollerte krysninger i Lyngdal frøplantasje og fra de samme mortrærne i sitt naturlige nordlige bestand dyrket i fytotron og testet i forsøk på Ås, Muan og Kvatningen.

Egenskaper målt: Skuddstrekning, høstskudd, lignifisering, høyde.

Resultater/konklusjoner: Avkommene fra Lyngdal hadde seinere skuddskyting, seinere avslutning av strekningen, høyere frekvens med høstskudd, seinere lignifisering og var 15 % høyere enn sine nordlige halvsøsken. Forskjellene var der inntil alder sju år.

Phenotypic changes in progenies of northern clones of *Picea abies* grown in a southern seed orchard.  
III. Climatic damage in a progeny trial (Johnsen m.fl., 1989).

Materialer og forsøk: Familier fra Lyngdal frøplantasje og provenienser i feltforsøk på Forsjord plantet 1981.

Egenskaper målt: Frostskader våren 1982.

Resultater /konklusjoner: Det var betydelig mer skade på planter fra frøplantasjen enn på de fra kontrollproveniensene. Fire år senere var det ingen forskjeller mellom de to gruppene i frekvens av skader og feil.

Proveniensforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) i Etnedal (Øistuen, 1989).

Materialer og forsøk: Planter fra fire provenienser, tre frøplantasjer og stiklinger ble plantet på fire felt i ulike høydelag i Etnedal.

Egenskaper målt: Avgang, høyde, tidlighet, skader etter to år i felt.

Resultater/konklusjoner: Plantene fra proveniens Sjøk og Kaupanger frøplantasje startet veksten først om våren. For høydevekst var rangeringen mellom provenienser forskjellig fra felt til felt. Generelt kunne ingen av materialene sies å være bedre enn de andre.

Diallel crosses in *Picea abies*. I. Variation in seed yield and seed weight (Skrøppa & Tho, 1990).

Materialer og forsøk: Familier fra fire fullstendige diallele krysninger.

Egenskaper målt: Prosent fulle frø og frøvekter.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon i frøvekter mellom mødre og liten variasjon mellom de samme trærne brukt som far. 75 % av variasjonen i 1000-frø vekst var mellom mødre. Frø fra kontrollerte krysninger var tyngre enn fra fri bestøvning på de samme mortrærne.

Nordnorske granprovenienser plantet under forskjellige jod- og klimaforhold i Nordland og Troms (Bergan, 1991).

Materialer og forsøk: Proveniensene P1, P2, P3-P4, O1, O1-2-3, O4-O5, Q1, Q2, R1 plantet på 20 felt i Nordland og Troms. Tre finske provenienser (br. gr. 66°10', 67°40', 68°26') plantet på fem felt.

Egenskaper målt: Overlevelse, skader og høydevekst.

Resultater/konklusjoner: P1-P2 (Rana) har best tilpasningsevne på ulike plantesteder. På frostutsatte lokaliteter er det ikke fordelaktig å bruke O4-O5 framfor P1 og P2. De finske proveniensene har til dels hatt høy overlevelse og god høydevekst, men resultatene tilsier ikke at disse bør foretrekkes framfor P1 og P2 fra Rana.

Within-population variation in autumn frost hardiness and its relationship to bud-set and height growth in *Picea abies* (Skrøppa, 1991.).

Materialer og forsøk: 12 full-søsken familier fra to naturlige bestand I frysetester første vekstsesong.

Egenskaper målt: Herdighet mot høstfrost, knoppsetting, høyde.

Resultater/konklusjoner: Stor variasjon i frostherdighet innen bestand. Ingen korrelasjon mellom herdighet og knoppsetting på familienivå. Knoppsetting kan ikke brukes til å predikere herdighet mot høstfrost.

Genetic variation in plagiotropic growth in a provenance hybrid cross with *Picea abies* (Johnsen & Skrøppa, 1992a).

Materialer og forsøk: Kloner formert som stiklinger fra 20 familier fra en faktoriell krysning mellom norske og østeuropeiske foreldre i Stange frøplantasje. Formering ble gjort gjennom to omganger og stiklinger ble plantet planteskoleforsøk.

Egenskaper målt: Greinvekst med måling av vinkel mot opprett vekst.

Resultater/konklusjoner: Det var variasjon i greinvekst, spesielt mellom familier av østeuropeisk opprinnelse, og mellom kloner innen familier. Kloner med god høydevekst var ikke blant de med mest greinvekst.

Possible influence of natural and artificial selection on autumn frost hardiness in *Picea abies* (Johnsen & Skrøppa, 1992b).

Materialer og forsøk: Familier fra krysninger i Stange frøplantasje i tidligtester etter dyrking i fytotron.

Egenskaper målt: Frostherdighet.

Resultater /konklusjoner: Det var små forskjeller i frostherdighet mellom familier av norsk og østeuropeisk opprinnelse, men stor familievariasjon innen gruppen av norske avkom.

Provenance variation in shoot growth components of Norway spruce (Skrøppa & Magnussen, 1993).

Materialer og forsøk: Trær fra 36 provenienser i forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Skuddstrekning, lignifisering, høyde.

Resultater/konklusjoner: Trær fra nordiske provenienser hadde tidligst vekststart og vekstavslutning, kortest strekningsperiode og minst høydetilvekst. Det var en negativ sammenheng mellom de tre siste egenskapene og proveniensenes høydelag. Dag for vekstavslutning og strekningsperiodens lengde var sterkt positiv korrelert med tilveksten.

Vekst og kvalitet av mellomeuropeiske og norsk granprovenienser plantet i Østfold (Skrøppa m.fl., 1993).

Materialer og forsøk: Registreringer ble gjort i 110 granbestand plantet i Østfold i 1965 med mellomeuropeiske og norske provenienser.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, gankvist, kvistmengde, stammeretthet og skader.

Resultater/konklusjoner: Plantefelt med mellomeuropeiske provenienser hadde 8,8 % høyere volum enn de med lokal proveniens. Av lokal proveniens hadde 30 % av trærne sagtømmerkvalitet, men bare 7 % av trærne fra de mellomeuropeiske proveniensene hadde samme kvalitet.



#### Male fertility variation and non-random segregation in pollen mix crosses of *Picea abies* (Skrøppa & Lindgren, 1994).

Materialer og forsøk: Frø fra familier etter krysninger med pollenblandinger på en nordlig og en sydlig lokalitet. Fryseforsøk med familiene.

Egenskaper målt: Isozym analyser for å bestemme fars bidrag i familiene. Fryseskader og plantehøyder.

Resultater/konklusjoner: Store forskjeller på fedrenes bidrag til neste generasjon i krysningene, både for forskjellige mødre og på de to krysningslokalitetene, noe som også stemte med resultater fra frysetester og plantehøyde. Ikke tilfeldig spaltning av hannlige gameter i en stor andel av krysningene med pollenblandinger.

#### Growth rhythm and hardiness of *Picea abies* progenies of high altitude parents from seed produced at low elevations (Skrøppa, 1994).

Materialer og forsøk: Planter i en 5 x 5 diallel av foreldre fra høyereliggende skog etter krysninger i lavlandet sammen med kontroller plantet i forsøk på Hoxmark, Ås.

Egenskaper målt: Skuddstrekning målt ukentlig ved alder ni og ti år fra frø og fryseforsøk.

Resultater/konklusjoner: Trærne fra krysninger gjort i lavlandet hadde ikke forventet vekstrytme og oppførte seg som de kom fra en lavlandsproveniens. Det var ikke-symmetrisk bidrag fra samme foreldre. I fryseforsøk fikk planter fra familiene mer skader enn de fra kontroller.

#### Effects of sexual reproduction at different latitudes on performance of the progeny of *Picea abies* (Skrøppa m.fl., 1994).

Materialer og forsøk: Planter fra kontrollerte krysninger utført både på en nordlig og en sørlig lokalitet i fryseforsøk med forskjellige temperaturer sammen med kontrollprovenienser.

Egenskaper målt: Fryseskader.

Resultater/konklusjoner: Planter fra krysninger på den sydlige lokaliteten var mer skadd enn planter fra samme fullsøsken familie fra den nordlige lokaliteten. Planter etter kontrollerte krysninger hadde mer skade enn de fra sammenlignbare kontroller.

#### Planter etter frø fra utvalgte granbestand (*Picea abies* (L.) Karst.) på forskjellige breddegrader plantet under ulik jord- og klimaforhold i Troms (Bergan, 1994a).

Materialer og forsøk: Planter etter frø fra 25 lokaliteter og fra 3 bestand innen 22 av lokalitetene, hovedsakelig i Sør- og Nord-Trøndelag og Nordland. Materialet ble plantet på ni felt i Troms, men ikke alle partiene er med på alle felt. En svensk proveniens fra br.gr. 66°45', 300 m er med på to av feltene.

Egenskaper målt: Overlevelse og høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Handelsproveniensen P1-Rana har etter 15-18 år og på ni felt like god høydeutvikling som beste nordligste bestand og er stabil over mange felt, det samme har den nord-svenske proveniensen på to felt. Sterkt sammenheng mellom høydevekstsum og breddegrad. Jo sydligere distrikter det anvendes frø fra, desto mer variable blir resultatene. Den nordlige svenske proveniensen avviker ubetydelig fra de nordligste norske.

#### Valg av treslag og provenienser for Nord-Norge (Bergan, 1994b).

Materialer og forsøk: Sammendrag av resultater fra proveniensforsøk i Nord-Norge.

Egenskaper målt: Overlevelse og høydevekst.

Resultater/konklusjoner: Planter fra P1-P2 Rana har hatt best tilpasningsevne på ulike plantesteder i Nordland og Troms. I ytre strøk av Helgeland er det mindre forskjeller i vekst og overlevelse mellom planter fra proveniensene P1-P2 og de fra indre strøk av Nord-Trøndelag (150-250 m) eller fra det indre Østlandsområdet (450-550 m). De få svenske og finske proveniensene som er testet utmerker seg ikke, men er ikke spesielt dårligere enn de norske.

#### Effects of plus tree selection and seed orchard environment on progenies of *Picea abies* (Johnsen & Østreng, 1994).

Materialer og forsøk: Familier fra utvalgte plusstrær i bestand og fra de samme klonene i Lyngdal frøplantasje, og fra andre trær i samme bestand ble testet i tidligteser første vekstsesong.

Egenskaper målt: Knoppsetting, herdighet mot høstfrost, høyde.

Resultater/konklusjoner: Det var i gjennomsnitt ingen forskjeller mellom avkom fra plusstrær i bestand og fra andre trær i samme bestand, men de første var klart forskjellige fra sine halvøsken fra frøplantasjen. De var litt høyere, satte seinere knopp og vbar mer skadet i fryseforsøk.

#### Seed cone abortion and full seed production in an indoor seed orchard with potted grafts of *Picea abies* (Johnsen m.fl. 1994a).

Materialer og forsøk: Podninger i pottesom ble flyttet inn i veksthus der hunblomster ble isolert og pollinert og senere flyttet utendørs der frø ble produsert. Noen podninger var året før behandlet med gibberellin 4/7.

Egenskaper målt: Antall aborter og kongler med normal utvikling.

Resultater/konklusjoner: Det var i veksthuset større frekvens av aborter i hunblomster som var isolert i poser enn de utenfor posene. Gibberellin behandlingen gav færre aborter enn varmebehandling alene.

#### Effects of heat treatment, timing of heat treatment and gibberellin A 4/7 on flowering in potted *Picea abies* grafts (Johnsen m.fl. 1994b).

Materialer og forsøk: Podninger i pottesom behandlet med varme og med gibberellin A4/7 gjennom injeksjoner i stamme og ved dusjing.

Egenskaper målt: Antall hann- og hunnblomster og skade på nåler.

Resultater/konklusjoner: Varme alene økte hann-blomstringen, men påvirket ikke antall hunnblomster i vesentlig grad. Injeksjoner av 2-10 mg gibberellin gav rikelig med hunnblomster og lite skader. Tidspunkt for behandlingen, sett i relasjon til utviklingen av toppskuddet, er viktig.

#### The timing of bud set in seedlings of *Picea abies* from seed crops of a cool versus a warm spring and summer (Kohmann & Johnsen, 1994).

Materialer og forsøk: Frøplanter fra frø høstet i to frøplantasjer i et varm og et kaldt frøår testet første vekstsesong.

Egenskaper målt: Endeknopdanning til plantepartiene og estimering av kritisk nattlengde.

Resultater /konklusjoner: Frøplanter fra det kalde frøåret gikk raskere i knopp enn de fra det varme året. Frøparter fra samme frøplantasje, men fra år med ulike temperaturforhold kan oppføre seg ulikt for adaptive egenskaper.

I. Høstfrosterdigheten på unge granplanter (*Picea abies* (L.) Karst) fra ulike frøpartier (Dæhlen, 1994).

II. Høstfrosterdigheten hos unge granplanter fra norske handelsprovenienser og frøplantasjer (Dæhlen m.fl., 1994).

Materialer og forsøk: Planter fra 30 norske provenienser og fra 15 frøplantasjeårganger ble dyrket og testet i fryseforsøk under induisert herding i klimakammer.

Egenskaper målt: Fryseskader.

Resultater/konklusjoner: Herdigheten økte fra sør mot nord, og 87 % av variasjonen kunne forklares ved proveniensens breddegrad og høyde over havet. Frø fra Lyngdal og Kaupanger frøplantasjer produserte mindre herdige planter enn sammenlignbare handelsprovenienser.

Sexual reproduction in a greenhouse and reduced autumn frost hardiness of *Picea abies* progenies (Johnsen m.fl., 1995).

Materialer og forsøk: Tolv par av fullsøsken familier etter krysninger og frømodning inne i veksthus i Biri planteskole og i en frøplantasje, dyrket i fytotron og testet etter første vekstsesong for frosterdighet.

Egenskaper målt: Herdighet mot høstfrost, høyde.

Resultater/konklusjoner: Det var ingen forskjeller i plantehøyde mellom avkommene fra frø fra veksthuset og fra frøplantasjen. De fra veksthuset var signifikant mer frostskaadet enn de fra frøplantasjen. Det var signifikante samspill mellom mødre og blomstringsmiljø, men ikke for fedre.

I. Frø frå Lyngdal frøplantasje til nordnorsk bruk? Vekstrytme og frosterdighet hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Epledal- og bestandsavkom i et nordlig miljø (Edvardsen, 1995).

II. Vekstrytme og frosterdighet i nordlige avkomforsøk med planter fra Lyngdal frøplantasje (Edvardsen m. fl., 1996).

Materialer og forsøk: Familier fra Lyngdal frøplantasje og provenienser plantet i to avkomforsøk i Nordland.

Egenskaper målt: Tidlighet og skuddstrekning ved alder 17 år, og fryseforsøk av kvister samlet inn vår og høst.

Resultater/konklusjoner: Trærne fra Lyngdal var forsinket både i vekststart om våren og vekst avslutning om sommeren sammenlignet med kontrolltrærne og var noe mer herdig enn kontrollene om våren og litt mindre herdig om høsten.

Influence of the female flowering environment on autumn frost hardiness of *Picea abies* progenies (Johnsen m.fl., 1996).

Materialer og forsøk: Fullsøsken familier ble generert i tre forskjellige forsøk: krysninger med pollen produsert i fytotron med daglengde og temperaturbehandlinger; krysninger med pollen produsert i fytotron med høy og lav temperatur alene; krysninger der mortrærne fikk tre behandlinger, en tidlig (mars) og en sen (mai) krysning i veksthus og en sen (mai) krysning utendørs. Planter dyrket i fytotron og testet i fryseforsøk ved slutten av første vekstsesong.

Egenskaper målt: Frostskader.

Resultater/konklusjoner: Det var ingen forskjeller i skader mellom avkom fra behandlingene under produksjonen av pollen i de to første forsøkene. I det tredje forsøket var avkommene fra den tidlige krysningen i veksthuset mindre herdig enn de fra den sene krysningen i veksthuset. De mest herdige avkommene var fra den sene krysningen utendørs.

#### Nattlengdereaksjonen til granplanter fra ulike provenienser og frøplantasjer (Kohmann, 1996).

Materialer og forsøk: Planter fra ulike frøpartier fra handelsprovenienser og frøplantasjer dyrket i tidligtester under ulike daglengder.

Egenskaper målt: Endeknoppdannelse til plantepartiene og estimering av kritisk nattlengde.

Resultater/konklusjoner: For sør-norske provenienser tilsvarende en forskjell på en breddegrad innen samme høydelaag ca. 20 min., mens den tilsvarende ca., 25. min. i Midt- og Nord-Norge. Frø fra frøplantasjer ble rangert etter nattlengdereaksjonen. Forfatteren mener at den kan brukes til å gi en bedre fastsetting av bruksområder for frøpartier fra plantasjene.

#### Diallel crosses in *Picea abies*. II. Performance and inbreeding depression of selfed families (Skrøppa, 1996).

Materialer og forsøk: Familier etter kryss- og selvbestøvninger i tre fullstendige dialleler i forsøk på Hoxmark, Ås

Egenskaper målt: Et stort antall egenskaper: spiring, høyde, høstskudd, densitet, vekstrytme.

Resultater/konklusjoner: Klare forskjeller mellom kryss- og selvbestøvede familier for de fleste egenskaper. Selvbestøvningsfamiliene hadde senere spiring, tidligere knoppsetting, en kortere periode med skuddstrekning og redusert høyde- og diametervekst. Det var store forskjeller i innavlsdepresjon mellom selvbestøvningsfamiliene.

#### Variation in basic density and its relationship to diameter and pilodyne penetration in provenances of Norway spruce (*Picea abies*) (Hysten, 1996).

Materialer og forsøk: 12 provenienser i IUFRO forsøkene på Overud, Bjerkøy, Ilsvåg og Vats plantet 1968.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, pilodynmåling, densitet.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikante forskjeller både i diameter og densitet mellom ulike soner og mellom provenienser innen soner. Norske og svenske provenienser hadde høyest densitet. Det var negativ sammenheng mellom densitet og diameter.

#### Genetic variation of wood density and its relationship with growth traits in young Norway spruce (Hysten, 1997).

Materialer og forsøk: 47 familier fra ti norske bestand plantet i feltforsøk i Etne i 1967.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, densitet i tidligved og seinved.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikant variasjon i total densitet mellom familier innen bestand med en arvbarhet på 0,37, og med høyest arvbarhet for densitet av seinved (0,78). Det var høye genetiske korrelasjoner mellom de to densitetskomponentene og total densitet og negative korrelasjoner mellom densitet og diameter. Seleksjon for høyde alene ville redusert densiteten med 3,7 %.

#### Age trends in genetic parameters of wood density in young Norway spruce ((Hysten, 1999).

Materialer og forsøk: 47 familier fra ti norske bestand plantet i feltforsøk i Etne i 1967.

Egenskaper målt: Densitet i tidligved og seinved i individuelle årringer.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikante forskjeller mellom familier for densitet i tidligved og seinved i de fleste årringer. Arvbarheten for densitet i årringene økte med avstand fra marg. De genetiske korrelasjonene mellom årringene for densitet var nær 1.0 fra årring 5.

Relationships between wood density components and juvenile height growth and growth rhythm traits for Norway spruce provenances and families (Skrøppa m.fl., 1999).

Materialer og forsøk: Femten provenienser og 45 familier plantet i korttidsforsøk på Hoxmark, Ås, og i feltforsøk i Etne.

Egenskaper målt: Høyde, skuddstrekning, høstskudd, densitet, tidligved og seinved.

Resultater/konklusjoner: Negative sammenhenger ble funnet for provenienser mellom densitet og høydevekst og vekstrytmegenskaper. For familiene var det lavere fenotypiske korrelasjoner mellom egenskapene, mens de genetiske korrelasjonene var negative og med lave verdier.

Provenances and families show different patterns of relationship between bud set and frost hardiness in *Picea abies* (Johnsen, & Skrøppa, 2000).

Materialer og forsøk: Provenienser og familier dyrket i fytotron under ulike nattlengder og lysintensitet.

Egenskaper målt: Knoppsetting og frostherdighet.

Resultater/konklusjoner: Det var effekt av fytotronbehandlingen for begge egenskaper, med høy korrelasjon for provenienser, svakere for familier. Det var nesten like stor variasjon mellom familiene som mellom proveniensene. Det var sterk sammenheng mellom knoppsetting og frostherdighet for proveniensene, men ikke mellom familiene.

Sammenhenger mellom provenienser kan ikke generaliseres til å gjelde også mellom familier.

Potential effects of temperature on early reproductive development and progeny performance in *Picea abies* (L.) Karst (Owens m.fl., 2001).

Materialer og forsøk: Kontrollerte kryssninger ble gjort på fire kloner som ble gitt seks ulike temperaturbehandlinger ved flytting inn og ut av veksthuset i Biri. Hunnblomster og kongler under utvikling ble samlet inn, ble fiksert og senere studert i mikroskop.

Egenskaper målt: Utviklingen av den hannlige gametofytten, befruktningen, proembryoer og tidlige embryoer ble klassifisert med bestemmelse av aborter som funksjon av temperaturbehandlingene og sammenlignet med kontroller under normale utetemperaturer.

Resultater/konklusjoner: Det ble ikke funnet unormal utvikling av den hannlige gametofytten under noen av temperaturbehandlingene. Det var høyere frekvens av aborter under høye temperatursommer. Observerte effekter av temperaturbehandling under frøproduksjon ser ikke ut til å komme av seleksjon under den seksuelle reproduksjonen.

Vekst og utvikling relatert til nattlengde for ulike provenienser og frøplantasjematerialer av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) (Kohmann, K. 2003).

Materialer og forsøk: Planter fra frøpartier fra 1987 og 1989 i Lyngdal frøplantasje og provenienser ble plantet i åtte feltforsøk, og også frysetestet, etter at de var test for kritisk nattlengde i vekstkammer.

Egenskaper målt: Kritisk nattlengde, tidlighet, skuddstrekning, frostskaade i fryseforsøk, avgang, høyde og skader i feltforsøk.

Resultater/konklusjoner: Materialet fra frøplantasjen hadde seinest skyting, og årgangen fra 1989 hadde seinere vekstavslutning enn 1987-årgangen. Ingen sammenheng mellom vekstavslutning og tidlighet, og mellom tidlighet og kritisk nattlengde. Det var en viss negativ sammenheng mellom avslutning av skuddstrekning og kritisk nattlengde, og en positiv korrelasjon mellom kritisk nattlengde og fryseskader og også med høyde på to sørligste forsøkene.

**Climatic adaptation in *Picea abies* progenies is affected by the temperature during zygotic embryogenesis and seed maturation (Johnsen m.fl., 2005a).**

Materialer og forsøk: Fullsøsken familier ble generert i fem uavhengige forsøk der morklonene fikk kortvarige og langvarige temperaturbehandlinger eller pollinering. Planter ble dyrket i fytotron og testet i fryseforsøk.

Egenskaper målt: Knoppsetting og frostherdighet og transkripsjonsnivå av tre fytokrom og et kitinase gen.

Resultater/konklusjoner: Frøproduksjon under lave temperaturer gav planter med tidlig knoppsetting og herdighetsutvikling om høsten. Planter fra frø produsert under høyere temperaturer hadde seinere utvikling og hadde lavest transkripsjonsnivå for de fire genene. Det var klar sammenheng mellom knoppsetting og fryseskader og døgngrad summen morklonen hadde fått fra proembryo til modent frø. Temperaturen har en epigenetisk effekt som har betydning for tilpasningsegenskaper til grana.

**Day length and temperature during seed production interactively affect adaptive performance of *Picea abies* progenies (Johnsen m.fl., 2005b).**

Materialer og forsøk: Tre fullsøsken familier ble generert ter kryssninger og frøproduksjon i fytotron i en 2 x 2 faktoriell kombinasjon av lang og kort dag og høy og lav temperatur. Planter ble dyrket i fytotron, i veksthus og i forsøk i planteskole og ble testet i fryseforsøk.

Egenskaper målt: Knoppsetting, frostherdighet, tidlighet, skuddstrekning.

Resultater/konklusjoner: Det var for alle egenskaper samspill mellom temperatur og daglengde. Avkom fra høy temperatur og kort dag og fra lav temperatur og lang dag, startet veksten senere på våren, stoppet veksten senere på sommeren, ble høyere og var mindre frostherdige om høsten enn sine fullsøsken fra lav temperatur og kort dag og fra høy temperatur og lang dag. Et epigenetisk minne, regulert av temperatur og daglengde, påvirker tilpasningen til grana.

**Freezing tolerance in two Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) progenies is physiologically correlated with draught tolerance (Blödner m.fl., 2005).**

Materialer og forsøk: To familier, en herdig og en lite herdig mot høstfrost, ble dyrket i rom med kontrollert klima og testet for toleranse mot skader etter behandling med tørkestress.

Egenskaper målt: Tørrstoffinnhold av røtter, stamme, nåler og greiner, tap av vanninnhold i vev, enzymaktivitet.

Resultater/konklusjoner: Den frostherdige familien hadde større toleranse mot vannstress enn den som var lite herdig.

**Granrustsoppen – Store angrep på Østlandet (Solheim & Skrøppa, T. 2005).**

Materialer og forsøk: To klonarkiv med kloner i Nord-Trøndelag angrepet av granrustsoppen. Klonene var fra forskjellige bestand.

Egenskaper målt: Registrering av rustangrep i fem klasser.

Resultater/konklusjoner: Det var klare variasjoner i rustangrep mellom bestand med fra 17 til 89 % skadde kloner. Det var også klare forskjeller mellom kloner fra samme bestand; enkelte kunne være helt fri for angrep, mens noen var sterkt angrepet av soppen.

**Resultater fra forsøk med avkom fra Kaupanger granfrøplantasje (Skrøppa m.fl., 2005).**

Materialer og forsøk: Fryseforsøk og avkomforsøk med materialer fra Kaupanger frøplantasje og kontrollprovenienser. Forsøk plantet i perioden 1979-1994.

Egenskaper målt: Knoppsetting, frostskaader, høydevekst, skuddskyting og skader.

Resultater/konklusjoner: For knoppsetting og frostherdighet etter første vekstperiode hadde planter fra frøplantasjefrø samme egenskaper som planter fra provenienser fra høydelag 300-400 m. I feltforsøk hadde de mindre avgang og bedre vekst enn trær fra provenienser fra høydelag over 500 m. De hadde mindre skader av vårfrost, men mer i ett tilfelle av høstfrost. Planter fra Kaupangerfrø anbefales framfor planter fra vanlig proveniensfrø på plantefelt over 500 m.

#### Utvikling og skader i plantefelt med granplanter fra Lyngdal frøplantasje og handelsprovenienser (Skrøppa m.fl., 2006a).

Materialer og forsøk: 103 plantefelt med takstflater i Sør- og Nord-Trøndelag og Helgeland og åtte kontrollfelt.

Egenskaper målt: Høyde, utvikling, høstskudd, skader.

Resultater/konklusjoner: Tilstanden i plantefelt med planter fra lyngdalfør og bestandsfrø var noenlunde lik, men med variasjon i resultatene for regioner og for egenskapene som ble studert.

#### Overlevelse, høydevekst og skader i forsøk med avkom og provenienser fra Lyngdal frøplantasje (Skrøppa m.fl., 2006b).

Materialer og forsøk: 19 forsøk med avkom fra Lyngdal frøplantasje og handelskontroller plantet i perioden 1977-1994 i fylkene Sør- og Nord-Trøndelag og Nordland.

Egenskaper målt: Avgang, høydevekst og skader.

Resultater/konklusjoner: Planter etter frø fra Lyngdal frøplantasje hadde lik eller mindre avgang og lavere frekvenser av skader enn de fra sammenlignbare handelsprovenienser, og hadde i de fleste tilfeller bedre høydevekst. Det var klare forskjeller mellom planter fra frø fra de ulike i avdelingene i plantasjonen. En betydelig gevinst kan oppnås om mortrær med avkom med dårlig vekst fjernes fra plantasjonen.

#### Effects of red, far-red and blue light in maintaining growth in latitudinal populations of Norway spruce (*Picea abies*) (Mølmann m.fl., 2006).

Materialer og forsøk: Planter dyrket fra tre provenienser fra ulike breddegrader.

Egenskaper målt: Knoppsetting og vekstavslutning.

Resultater/konklusjoner: Nordlige populasjoner krever annen farge og styrke på lyset enn sydlige populasjoner for å forhindre knoppsetting.

#### Analysis of gene expression during bud burst initiation in Norway spruce via ESTs from subtracted cDNA libraries (Yakovlev m.fl., 2006).

Materialer og forsøk: En familie med tidlig og en med sen skyting ble identifisert i forsøk i Skiptvedt, skudd ble samlet inn fire uker før antatt skyting og RNA ble ekstrahert.

Egenskaper målt: cDNA biblioteker ble etablert og sekvensert.

Resultater/konklusjoner: Genuuttrykket til 25 kandidatgen ble studert. Sen skyting synes ikke å komme av forsinket genaktivitet, men skyldes heller en aktiv transkripsjonsprosess. Dette tyder på at visse metabolske prosesser er slått på for å forhindre for tidlig skyting. Noen av kandidatgenene kan ha betydning som epigenetiske faktorer involvert i tidspunkt for skyting.

#### Field performance and early test performance of offspring from two Norway spruce seed orchards containing clones transferred to warmer climates (Skrøppa m.fl., 2007).

Materialer og forsøk: Familier og sams frøplantasjematerialer fra Lyngdal og Kaupanger frøplantasjer ble testet i tidligtester og feltforsøk sammen med sammenlignbare provenienser.

Egenskaper målt: Frostskader, knoppsetting, høyde, vekstrytme, skader.

Resultater/konklusjoner: Planter etter frø fra plantasjen hadde seinere knoppsetting, tidligere vekststart, seinere vekstavslutning og bedre høydevekst enn de fra frø høstet i skogen. Planter fra samme plantasje etter frø fra et kaldt og et varmt frøår oppførte seg som om de kom fra forskjellige provenienser. Klimaet under frøproduksjonen kan gi et viktig bidrag til proveniensforskjeller.

#### Variation in wood properties among five full-sib families of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) (Steffenrem m.fl., 2007).

Materialer og forsøk: To internodier ble tatt fra trær fra fem familier i et 28 år gammelt forsøk som ble saget til en feilfri vedprøve.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, årringbredde, andel seinved, densitet, fiberhelling, mikrofibrillvinkel, lignininnhold, bøyestivhet og bruddstyrke.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikant variasjon mellom familier for alle egenskaper, unntatt lignininnhold. Negative korrelasjoner mellom egenskapene viste at det ikke er tilstrekkelig å gjøre utvalg for densitet alene dersom ved- og styrkeegenskaper skal forbedres i foredlingen.

#### Genetic and environmental variation of intermodal and whorl branch formation in a progeny trial of *Picea abies* (Steffenrem m.fl., 2008a).

Materialer og forsøk: Ti halvsøsken familier i et forsøk ved alder 27 år fra frø.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, høstskudd, antall greiner og greindiameter i seks greinkranser og internodier.

Resultater /konklusjoner: Det var signifikant variasjon mellom familier for antall greiner for begge greintyper. Det var en sterk miljøkomponent for dimensjoner av greiner, men sterkere genetisk komponent for antall greiner.

#### Timing of bud set in *Picea abies* is regulated by a memory of temperature during zygotic and somatic embryogenesis (Kvaalen & Johnsen, 2008).

Materialer og forsøk: Frøplanter fra en familie fra kontrollert krysning og frøproduksjon i et varmt og kaldt miljø, familier fra bestand og provenienser ble formert ved somatisk embryogenese ble dyrket først i vekstkammer og vokste neste vekstsesong under naturlig lys.

Egenskaper målt: Knoppsetting og lengden på toppskuddet.

Resultater/konklusjoner: Tidspunkt for knoppsetting var avhengig av temperaturen under formingen: varme temperaturer førte til sein knoppsetting.

#### Genetic variation in branch characteristic and correlations with growth – implications for breeding and silvicultural practices (Steffenrem m.fl., 2008b).

Materialer og forsøk: Et 22 år gammelt avkomforsøk med familier plantet på to lokaliteter med ulike planteavstander og et 29 år gammelt avkomforsøk på en lokalitet.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, kvistdiameter, antall greiner i kransen, stammeretthet.

Resultater/konklusjoner: Kvistdiameter var betydelig påvirket av både bonitet og bestandstetthet. Antall greiner og stammeretthet var under sterkere genetisk kontroll. Stammeretthet hadde høyere arvbarhet enn vekst og kvistdiameter. Den genetiske korrelasjonen mellom vekst og kvistdiameter var sterk og positiv.



Climatic control of bud burst in young seedlings of nine provenances of Norway spruce (Søgaard m.fl., 2008).

Materialer og forsøk: Planter fra ni provenienser dyrket i fytotron under forskjellige kortdagsbehandlinger og temperaturer og lysforhold under hvileperioden.

Egenskaper målt: Knoppskyting.

Resultater/konklusjoner: Effekten av behandlinger hvileperioden var større enn forskjellene mellom provenienser. Tidspunkt for knoppskyting er sterkt påvirket av temperaturen under knoppsettingen, og disse effektene kan modifiseres av betingelsene under avherdingen.

Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen (Tollefsrud m.fl., 2008).

Materialer og forsøk: Fossilt granpollen og nåler fra trær fra 369 populasjoner for DNA analyser.

Egenskaper målt: DNA fra mitokondrier og identifikasjon av 28 mitokondrievarianter.

Resultater/konklusjoner: To adskilte grupper av gran ble identifisert; gran i Nord-Europa og gran i Mellom- og Sør-Europa. I den første er det bare en genetisk hovedgruppe som indikerer et refugium under istida, mens det i den andre ble funnet flere genetiske grupper. Grana spredte seg fra Russland gjennom Finland til Skandinavia, men også fra Baltikum til Sør-Sverige.

Does maternal environmental condition during reproductive environment induce genotypic selection in *Picea abies*? (Besnard m.fl., 2008).

Materialer og forsøk: Fullsøsken familier ble generert ved kryssninger og frøproduksjon under lav og høy temperatur, og en familie med stor og en med liten respons i adaptive egenskaper ble valgt ut til DNA mikrosatellit og AFLP analyser.

Egenskaper målt: Genkart basert mikrosatellitter på som dekket 66 til 78 % av genomet med 190 til 200 loci.

Resultater/konklusjoner: Det var ikke noe locus som var under sterk og systematisk seleksjon. Den epigenetiske effekten fra det maternelle miljøet under frøsettingen kunne ikke komme av seleksjon.

Vekst, produksjon og klimarelaterte skader i fem proveniensforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) på Østlandet (Granhus & Øyen 2009).

Materialer og forsøk: Fem forsøk med norske og mellom-europeiske provenienser plantet 1962-65.

Egenskaper målt: Avgang, tilvekst, skader og feil.

Resultater/konklusjoner: Østerrikske alpeprovenienser viste størst volumproduksjon, to harzprovenienser var mellom disse og de norske fra Sør- og Østlandet. Forskjellene mellom de beste norske og de mellom-europeiske proveniensene var ikke signifikante. Mellom en tredjedel og halvparten av trærne hadde skader, men det var ikke signifikante forskjeller mellom proveniensene for skadefrekvens. De beste mellom-europeiske proveniensene forventes å gi høyere økonomisk utbytte enn stedegen gran ved sluttavvirkning.

Genetic variation of wood quality traits and relationships with growth in *Picea abies* (Steffenrem m.fl., 2009).

Materialer og forsøk: Vedprøver ble tatt fra trær i halv-søsken familier i to avkomforsøk på høydelag 600-720 m ved alder 33 år fra frø.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, årringbredde, densitet, fiberhelling, mikrofibrillvinkel.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikant variasjon mellom familier for alle egenskaper og høye arvbarheter for vedegenskapene. Det var negative genetiske korrelasjoner mellom densitet og årringbredde og predikert bøyestivhet, men positiv for mikrofibrillvinkel. Bonitet og konkurranseforhold i bestandet hadde stor betydning for densitet og bøyestivhet, men ikke for mikrofibrillvinkel og fiberhelling.

Combined analysis of nuclear and mitochondrial structure of North European *Picea abies*. Tollefsrud m.fl. 2009).

Materialer og forsøk: DNA fra nåler fra trær i 37 autoktone populasjoner.

Egenskaper målt: Nukleære mikrosatellitter og mitokondriearianter.

Resultater/konklusjoner: Det var høy genetisk diversitet i mikrosatellittanalysene og lav grad av differensiering mellom populasjonene. To migrasjonsruter fra det russiske refugiet ble stadfestet. Det var en signifikant nedgang i diversitet for mikrosatellitter mot nord. Analysen av mitokondrie DNA viste at det har vært en sterkere genflyt langs den nordlige migrasjonsruten gjennom Finland enn langs den sørlige tvers over fra de baltiske land og inn i det sørlige Skandinavia.

Rapid change in adaptive performance from one generation to the next in *Picea abies* – Central European trees in a Nordic environment (Skrøppa m.fl., 2010).

Materialer og forsøk: Planter fra familier etter frø produsert i Norge fra tyske mortrær ble testet i tidlige tester sammen med frø fra norsk og tysk proveniens.

Egenskaper målt: Knoppsetting.

Resultater/konklusjoner: Planter etter frø fra de tyske mortrærne var mer lik planter fra norske enn de fra tyske provenienser. Dette er et eksempel på epigenetiske effekter som positivt kan påvirke tilpasningsevnen til naturlig foryngelse fra bestand med mellom-europeisk gran i Norge.

Differential gene expression related to an epigenetic memory affecting climatic adaptation in Norway spruce (Yakovlev m.fl., 2011).

Materialer og forsøk: Seks full-søsken familier etter krysninger og frøproduksjon innenfor og utenfor veksthuset i Biri planteskole ble dyrket og skudd ble tatt for RNA analyser.

Egenskaper målt: cDNA biblioteker ble etablert og sekvensert.

Resultater /konklusjoner: Åtte kandidatgen ble identifisert med ulike genuttrykk fra det varme og kalde miljøet under frøproduksjonen.

Glacial survival of boreal trees in northern Scandinavia (Parducci m.fl., 2012a).

Response to Comment on "Glacial survival of boreal trees in northern Scandinavia". (Parducci m.fl., 2012b).

Materialer og forsøk: Fossilt pollen og makrofossiler.

Egenskaper målt: DNA fra mitokondrier og kloroplaster.

Resultater /konklusjoner: En sjelden haplotype ble funnet som er unik for Skandinavia. Dette kan bety at bartrær overlevde siste istid på isfrie refugier i Skandinavia.

Temperature-dependent differential transcriptomes during formation of an epigenetic memory in Norway spruce embryogenesis (Yakovlev m.fl. 2014).

Materialer og forsøk: Somatiske embryoer med høyt epigenetisk minne for RNA analyser.

Egenskaper målt: cDNA biblioteker ble etablert og sekvensert.

Resultater/konklusjoner: Det ble funnet forskjeller i transkriptomer mellom genetisk identisk materiale som ble utviklet i embryogenese under ulike temperaturer. 35 transkript av gener ble uttrykt forskjellig under denne prosessen.

Variation in phloem resistance of Norway spruce clones and families to *Heterobasidion parviporum* and *Ceratosystis polonica* and its relationship to phenology and growth traits (Skrøppa m.fl., 2015a).

Materialer og forsøk: 40 kloner fra åtte familier i forsøk på Hoxmark, Ås, og foreldrene som podninger i en frøplantasje, ble inokulert med to sopper, rotkjuke og blåvedsopp.

Egenskaper målt: Reaksjonssoner etter inokulering med *H. parviporum* og *C. polonica*, vekstrytme, høyde.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikant variasjon i reaksjonssoner både mellom kloner og familier for begge sopper, men ingen korrelasjoner mellom dem. Ingen sammenhenger var til stede mellom reaksjonssoner og høydevekst og fenologi. Det var sterkt sammenheng mellom reaksjonssoner for avkom og farklon for begge sopper, men ikke for morklon og avkom.

Genetic variation, inheritance patterns and parent-offspring relationships after artificial inoculations with *Heterobasidion parviporum* and *Ceratosystis polonica* in Norway spruce seed orchards and progeny tests (Skrøppa m.fl., 2015b).

Materialer og forsøk: To serier med avkomforsøk, begge plantet på to lokaliteter.

Egenskaper målt: Reaksjonssoner etter inokulering med *H. parviporum* og *C. polonica*, vekstrytme, høyde.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikant variasjon i reaksjonssoner mellom familier for begge sopper med lave genetiske korrelasjoner mellom dem. I den ene serien var det positiv korrelasjon mellom farklon og avkom for *H. parviporum*, men ikke for morklon og avkom.

Selection in a provenance trial of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) produced a landrace with desirable properties (Skrøppa & Steffenrem, 2015).

Materialer og forsøk: 100 familier i en faktoriell krysning med norske og øst-europeiske foreldre i forsøk på Hoxmark, Ås og i Trysil.

Egenskaper målt: Høyde, skuddstrekning, frostskaade, høstskudd.

Resultater/konklusjoner: Det var mye større variasjon mellom avkom etter norske avlstrær enn mellom østeuropeiske trær som var utvalgt etter 25 år i Nord-Sverige. Dag for vekststart og for vekstavslutning hadde høyeste verdier for arvbarhet, høyest for gruppen av norske avkom. For de norske familiene var det sterke genetiske korrelasjoner mellom vekstrytmeegenskaper og frostskaade, høstskudd og høyde.

Genetic parameters for wood quality traits and resistance to the pathogens *Heterobasidion parviporum* and *Endoconidiophora polonica* in a Norway spruce breeding population (Steffenrem m.fl., 2016).

Materialer og forsøk: Halvsøsken familier i to avkomforsøk og foreldretrær som podninger i en frøplantasje.

Egenskaper målt: Reaksjonssoner etter inokulering med *H. parviporum* og *E. polonica*, høyde, diameter, densitet og fiberhelling.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikant genetisk variasjon for de fleste egenskapene, som hadde ulike verdier for estimatene av arvbarhet. Arvbarheten var høyest for densitet og fiberhelling. Det var

negativ genetiske korrelasjon mellom diameter og densitet, svak korrelasjon mellom reaksjonssoner for de to soppene og mellom disse og vekst- og vedegenskapene.

**The extent and meaning of hybridization and introgression between Siberian spruce (*Picea obovata*) and Norway spruce (*Picea abies*): cryptic refugia as stepping stones to the west? (Tsuda m.fl., 2016).**

Materialer og forsøk: DNA fra til sammen 1299 trær fra 102 populasjoner.

Egenskaper målt: Nukleære mikrosatellitter og mitokondrievarianter.

Resultater/konklusjoner: Analyser av den molekylære variasjonen viser at den viktigste hybridsonen mellom de to treslagene er i Uralfjellene, men også at det er genetiske varianter fra *P. obovata* i populasjoner av vanlig gran lengre vest. Det er også innkrysning fra *P. abies* i populasjoner av *P. obovata*. Det har vært trinnvis migrasjon fra *P. obovata* vestover gjennom spredte populasjoner av vanlig gran.

**Genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seed orchard crops: Effects of number of parents, seed year and pollen contamination (Sønstebo m.fl., 2018).**

Materialer og forsøk: DNA fra foreldretrær i to frøplantasjer og fra frø høstet i de to frøplantasjene i et år med stor og et år med svak frøproduksjon. I tillegg DNA fra frø høstet i 13 bestand fra det samme området foreldretrærne i frøplantasjen kom fra.

Egenskaper målt: 11 nukleære mikrosatellitter.

Resultater/konklusjoner: Forholdet mellom effektiv populasjonsstørrelse og det reelle antall foreldre varierte mellom 0,60 og 0,76 i frøpartiene fra frøplantasjene. Antall foreldrekloner i frøplantasjen hadde stor betydning for den genetiske diversiteten i frøpartier fra plantasjene, som bare var litt lavere enn i frøpartier fra frøavlsbestand eller naturlige populasjoner. Pollen fra nærliggende skog betyr mye for å opprettholde genetisk diversitet, spesielt når det er få foreldrekloner i frøplantasjen.

**Modelling the epigenetic response of increased temperature during reproduction on Norway spruce phenology (Solvin & Steffenrem, 2019).**

Materialer og forsøk: Trær fra 25 frøpartier fra granbestand fra forskjellige frøår og lokaliteter i Midt-Norge og Østlandet i forsøk i planteskole-, korttids- og feltforsøk.

Egenskaper målt: Knoppsetting, tidlighet, skuddstrekning, skader.

Resultater/konklusjoner: Planter fra frø høstet i varme frøår hadde senere knoppsetting, skuddskyting og vekstavslutning enn de fra kjøligere frøår. Regresjonsmodeller med klimatiske data under frøproduksjonen som forklaringsvariabler gir en god forklaring på variasjonen i disse egenskapene.

**Genetic variation in phenology and growth among and within Norway spruce populations from two altitudinal transects in Mid-Norway (Skrøppa & Steffenrem, 2019).**

Materialer og forsøk: Trær fra familier fra fire populasjoner i ulike høydelag fra breddegrad 63 og fra sju populasjoner i ulike høydelag fra breddegrad 64 ble testet i planteskole, i korttidsforsøk og i feltforsøk.

Egenskaper målt: Knoppsetting, tidlighet, skuddstrekning, høstskudd, skader, høyde og diameter.

Resultater/konklusjoner: Det var for populasjonene i begge gruppene en sterk sammenheng med gjennomsnittlig middeltemperatur, og også høydelag, for de fleste egenskapene, med tidligst skyting og vekstavslutning og laveste trehøyder for de fra øvre høydelag. Samtidig var det stor variasjon innen populasjoner for de samme egenskapene, med minst variasjon innen populasjonene fra øvre høydelag. Utvalg av familier i korttidsforsøkene gav gevinst i feltforsøkene når testen var i omtrent samme høydelag, men var ikke effektiv når familier fra høytliggende populasjoner ble testet i lavlandet.

## 2.2 Furu (*Pinus sylvestris*)

Furu (*Pinus sylvestris*) finnes utbredt over hele landet fra kysten til snaufjellet (1300 m o.h.) og har således lavt temperaturkrav for vekst og utvikling. Dertil er den vinterherdig og har relativt stor toleranse for sommerfrost. Furu utvikler seg best på middels gode boniteter og kan danne klimakssamfunn på tørr og mager mark. Der forholdene tillater det utvikler furu et dypt og godt rotsystem og er da meget stormsterk. Furu er et av de vanligste treslagene i Norge. Det meste av foryngelsen skjer naturlig, og det plantes 600-700.000 furuplanter hvert år, hovedsakelig basert på bestandsfrø fra naturbestand. Furu er vårt nest viktigste tømmerreslag etter gran, og årlig avvirkes det 2,5 millioner m<sup>3</sup>.

Det ble gjennomført genetiske studier av furu fram til 1990-tallet. Siden da har studier av furu nærmest vært fraværende, i tråd med at en valgte å fokusere skogplanteforedlingen på gran. I dag er det ny interesse for planting av furu og det vurderes å etablere et foredlingsprogram for treslaget.



Figur 2. Furu (*Pinus sylvestris*). Foto: Michael Angeloff/NIBIO

### 2.2.1 Publikasjoner

Børset, O. 1952. Forsøk med avkom fra en enkeltrær fra kystfuruskogen på Hvaler. Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen (Børset 1952) 11: 129-158.

Materialer og forsøk: Familier fra sju furutrær fra kystfuruskogen på Hvaler plantet i forsøk på Ås. Egenskaper målt: Kongleform, frøvekt, tretype, høyde, diameter.

Resultater/konklusjoner: Det var ingen vesentlige forskjeller på avkom fra krattformede og treformede trær.

#### Arvelige dvergformer av furu (*Pinus sylvestris* L.) fra Sjøk, Gudbrandsdalen (Ruden 1957).

Materialer og forsøk: Forekomst av dvergfuru og forsøk med trær fra frø høstet der.

Egenskaper målt: Karakterisering av tretyper, overlevelse.

Resultater/konklusjoner: Lav overlevelse i forsøk og en høy prosent av trær med misdannelse. Det bør ikke høstes frø til skogkultur i slike bestand.

#### En cytologisk analyse av Skjåkfurua. Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen (Aass, 1957).

Materialer og forsøk: 24 trær i forekomst av dvergfuru, cytologiske undersøkelser.

Egenskaper målt: Karakterisering av de ulike faser under reproduksjonen og sammenligninger med normale furutrær.

Resultater/konklusjoner: Ingen polyploider ble funnet, men det var mange avvik fra normal meiosis og unormalt mange diploide pollenkorn hos enkelte av de misdannede trærne.

#### Breeding for frost resistance (Dietrichson, 1961).

Materialer og forsøk: 23 provenienser i det internasjonale proveniensforsøket på Matrand plantet i 1940, med fem norske provenienser inkludert.

Egenskaper målt: Vekstavslutningen i årringene ble analysert i mikroskopiske studier.

Resultater/konklusjoner: Provenienser fra vestlige deler av Mellom-Europa hadde seinere vekstavslutning enn de fra Øst-Europa og Skandinavia. Dette kan vær en årsak til svakere vekst forårsaket av frostskafer om høsten.

#### The Selection Problem and Growth Rhythm (Dietrichson, 1964).

Materialer og forsøk: 380 trær fra 11 provenienser i det internasjonale proveniensforsøket på Matrand plantet i 1940, med fem norske provenienser inkludert.

Egenskaper målt: Frostskafer vår og høst i årringene ble analysert i mikroskopiske studier og ble korrelert mot høyde, stammeretthet, prosent seinved og prosent lignifisering.

Resultater/konklusjoner: De anatomiske egenskapene kunne i lineær regresjonsanalyse forklare 68 % av variasjonen i høydevekst. Prosent seinved og antall ulignifiserte årringer kunne forklare 44 % av variasjonen i stammeretthet. Anatomiske egenskaper kan si mye om trærnes vekstrytme.

#### Provenance and resistance to *Scleroderris lagerbergii* Gremmen (*Crumenula abietaina* Lagerb.) The international Scots pine provenance experiment of 1938 at Matrand Dietrichson, 1968).

Materialer og forsøk: 23 provenienser i forsøk i det internasjonale proveniensforsøket på Matrand plantet i 1940, med fem norske provenienser inkludert.

Egenskaper målt: Karakterisering av resistens 29 år etter planting.

Resultater/konklusjoner: Det var store forskjeller mellom provenienser i angrep og skade av furuas topp- og grentørkesopp, med mest angrep på vestlige og sørlige provenienser. Det var høy korrelasjon mellom vekstrytme, klimaskafer og soppangrep.

#### Vanlig furu eller contortafuru i Østlandets høyere liggende skoger (Dietrichson & Tutturen, 1983).

Materialer og forsøk: 12 felt med provenienser med furu plantet 1974 i Trysil, Atna og Tolga/Os, supplert med provenienser av contortafuru i 1975.

Egenskaper målt: Avgang 1975-1982, høyder 1982 på tre felt i Tolga/Os.

Resultater/konklusjoner: Det var store forskjeller i avgang mellom områder, felt innen områder og provenienser, med fra 26 til 90 % mellom felt. Contortafuru hadde en betydelig mindre avgang enn furu, omtrent halvparten så stor i Trysil og Atna, og de hadde større middelhøyde.

**Forsøk med furu av frøplantasjefrø, kontroller av vanlige handelsprovenienser og provenienser av contortafuru (Skrøppa & Haug, 1987).**

Materialer og forsøk: Ni forsøk med fire frøplantasjematerialer, fire provenienser og contortafuru plantet i 1979, 1980 og 1981 i Hedmark og Oppland.

Egenskaper målt: Avgang.

Resultater/konklusjoner: Contortafurua hadde betydelig mindre avgang enn vanlig furu og 12-25 % bedre høydevekst. Det var små forskjeller på furumaterialene fra frøplantasjene og fra proveniensene.

**Furu fra ulike breddegrader utplantet i et fjordstrøk i Troms (Bergan, 1988).**

Materialer og forsøk: Provenienser fra kyst- og innlandstrøk i Troms og Nordland og fra Nordmøre plantet i et forsøk i 1955.

Egenskaper målt: Overlevelse, frostskafer og høyde etter 30 år.

Resultater /konklusjoner: Det var store forskjeller mellom provenienser i overlevelse med best resultater fra de nordlige proveniensene. De sydlige proveniensene hadde mest frostskafer. Den nordlige proveniensen fra indre strøk er å foretrekke framfor den mer lokale i det aktuelle fjordstrøket.

**Overlevelse og vekst hos furu fra fjord- og innlandsstrøk kultivert i ulike klimaområder i Troms og Finnmark (Bergan, 1989).**

Materialer og forsøk: Provenienser fra kyst- og innlandstrøk plantet på 22 felt i Troms og Finnmark.

Egenskaper målt: Overlevelse og høyde.

Resultater/konklusjoner: Innlandsprovenienser kan med fordel plantes i distrikter fra innlandet og ut i de midtre fjordstrøk. Det er bare i de ytre fjordstrøk at kystproveniensene er like bra eller bedre enn innlandsproveniensen fra Målselv.

**Effects of the parent plant environment on full-sib families of Pinus sylvestris (Dormling & Johnsen, 1992).**

Materialer og forsøk: Åtte fullsøsken familier etter krysninger på tre lokaliteter i Sverige dyrket to vekstperioder i fytotron og testet i fryseforsøk.

Egenskaper målt: Frøvekt, høyde, frostskafer.

Resultater/konklusjoner: Frøet fra lokaliteten med best klima hadde høyest vekt. Plantene fra samme lokalitet var høyest begge vekstperioder. Forskjeller i frosthedighet første vekstperiode ble borte neste periode. Forskjellene i frøvekter kunne bara klorke en liten del av høydeforskjellene og ikke noen av forskjellene i herdighet.

## 2.3 Bjørk (*Betula*)

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 noen spredte forekomster i Saltdal og Pasvik. Den er fraværende i kyststrøk på Vestlandet.



Figur 3. Hengebjørk (*Betula pendula*). Foto: Dan Aamlid/NIBIO

### 2.3.1 Publikasjoner

Om valbjørk og en del andre unormale veddannelser hos bjørk. (Ruden, 1954).

Materialer og forsøk: Mer enn 100 valbjørktrær i Sør-Norge.

Egenskaper målt: Karakterisering av egenskaper i bark og stammeved.

Resultater/konklusjoner: Valbjørk har verdifulle egenskaper som gjør den velegnet til deler av møbelproduksjon og til kunstgjenstander.



I. Effects of photoperiod and temperature on growth and development of three latitudinal and altitudinal ecotypes of *Betula pubescens* Ehr. (Håbjørg, 1972).

II. Photoperiodic ecotypes in Scandinavian trees and shrubs. (Håbjørg, 1978).

Materialer og forsøk: Flere treslag og provenienser: *Alnus incana*; gråor, *Betula verrucosa*; hengebjørk, *B. pubescens*; bjørk, *Sorbus aucuparia*; rogn, *Acer platanoides*; spisslønn, *Salix caprea*; selje, *Corylus avellana*; hassel, *Ulmus glabra*; alm, fra ulike breddegrader og høydelag dyrket i veksthusforsøk ved ulike daglengder.

Egenskaper målt: Daglengdetilpasning målt ved vekstrytmeegenskaper, høydevekst, tørrstoffproduksjon.

Resultater/konklusjoner: Kritisk daglengde for vekststopp varierte sterkt mellom økotyper fra ulike breddegrader og høydelag, men var tilnærmet lik for identiske økotyper av ulike arter. Sterkt samspill mellom daglengde og økotype for høydetilvekst og tørrstoffproduksjon.

Breddegradsøkotyper av lavlandsbjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.). (Langhammer, 1981).

Materialer og forsøk: 122 familier fra norske og finske bestand med stor geografisk spredning testet i fem feltforsøk (Ås, Biri, Tynset, Verdalen). Ulikt antall familier i forsøkene.

Egenskaper målt: Vekstrytme i et forsøk på Ås. Høydevekst etter fem år i feltforsøkene.

Resultater/konklusjoner: De sydligste familiene hadde senest vekststart, men størst total høydevekst. Det var i feltforsøkene stor variasjon i høydevekst mellom familiene, og generelt ikke god sammenheng i høydevekst mellom opprinnelse og utplantingssted. Noen familier viste større toleranse for flytting enn andre.

Vekststudier av hengebjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.) i Norge (Langhammer, 1982).

Materialer og forsøk: 341 familier i hovedsak fra Østlandet i seks feltforsøk (Ås, Biri, Tynset, Verdalen; Kaupanger). Ulikt antall familier i forsøkene.

Egenskaper målt: Avgang, frostskafer og høydevekst etter fem-sju år i feltforsøkene.

Resultater/konklusjoner: Det er vanskelig å trekke klare konklusjoner om variasjonen mellom familiene relatert til opprinnelse, spesielt fordi ulike familier ble plantet i forsøkene. En gruppering av familiene i 15 og videre i sju områder viste ingen signifikante forskjeller i høydevekst mellom områdene, bortsett fra at familiene fra Trysil og Østerdal hadde svakest vekst. Det er gjort forsøk på å identifisere spesielle lokaliteter med gode mortrær.

Bjørkeprovenienser tåler flytting (Opdahl, 1991).

Materialer og forsøk: 140 familier av hengebjørk plantet i forsøk på Ås testet med 40 planter per familie. Norske provenienser fra breddegrader mellom 59 og 61,5 grader, finske og latviske. Inndelt i 12 geografiske områder. Samme materiale som er publisert tidligere av Langhammer. Målinger av høyder ved 5 års alder.

Resultater og konklusjoner: Bare klare forskjeller mellom finsk materiale og det fra Østerdalen. Det er forskjeller «Finland mot Norge» og «sør mot nord» innen Norge. Verken område eller nordlig breddegrad kan forklare forskjeller i høydeutvikling. Bjørka må sies å være plastiske ved flytting. Det skulle være tilstrekkelig med få bruksprovenienser av bjørk på Østlandet.

Vekstrytme hos hengebjørk (*Betula pendula* Roth.) (Skuterud, 1994).

Materialer og forsøk: Kloner av finsk materiale, norsk handelsfrø, familier fra norske avlstrær i feltforsøk og vekstkammer.

Egenskaper målt: Knoppsprett, innvintring.

Resultater/konklusjoner: Det var signifikante forskjeller mellom sortene både for i tidspunkt for knoppsprett og innvintring. Knoppsprett var i hovedsak styrt av temperatur. Tendens til at vekstperiodens lengde påvirket lengdetilveksten.

*Dormancy release and chilling requirement of latitudinal ecotypes of Betula pendula and B. pubescens (Myking & Heide. 1995).*

Materialer og forsøk: Provenienser fra Nord-Norge, Trøndelag og Danmark.

Egenskaper målt: Løvsprett ved ulike drivingstemperaturer og daglengder.

Resultater/konklusjoner: 0 - 5°C mest effektivt for hvilebryting, kortdagsbehandling om vinteren forsinket bryting av vinterhvile, kortest vinterhvile i nordligste proveniens (Pasvik), lengst i sydligste (Danmark). Vintertemperaturer opp til 12°C kan bryte fysiologisk vinterhvile.

*Utvalg av kloner av valbjørk (Betula pendula f. carelica) (Hodnebrog, 1996).*

Materialer og forsøk: Kloner fenotypisk utvalgt og etablert som podninger i klonbank.

Egenskaper målt: Bedømmelse av stammeform og vedkvalitet (masurved).

Resultater/konklusjoner: Ti gode kloner fra ulike steder i Sør-Norge ble valgt ut med tanke på videre masseformering og kommersialisering.

*Effects of constant and fluctuating temperature on time to budburst in Betula pubescens and its relation to bud respiration (Myking, 1997a).*

Materialer og forsøk: Proveniens fra Ås.

Egenskaper målt: Løvsprett ved ulike drivingstemperaturer og daglengder.

Resultater/konklusjoner: Ingen forskjell i antall døgngader for løvsprett mellom konstante og døgnlig fluktuerende drivingstemperaturer.

*Dormancy, budburst and impacts of climatic warming in coastal-inland and altitudinal Betula pendula and B. pubescens ecotypes (Myking, 1997b).*

Materialer og forsøk: Provenienser fra omtrent samme breddegrad, men fra forskjellige høydelag og avstand fra kyst (Sotra, Hardanger, Hallingdal, Venabu).

Egenskaper målt: Løvsprett og døgngader til løvsprett ved ulike hvilebrytende- og drivingstemperaturer og daglengder.

Resultater/konklusjoner: 5°C var mer effektiv hvilebrytende vintertemperatur enn 0 og 10°C, kort daglengde hemmer hvilebrytingen gjennom vinteren, senere løvsprett i kystprovenienser og provenienser ved tregrensen (Venabu) enn kontinentale og lavlandsprovenienser.

*Winter dormancy release and budburst in Betula pendula Roth and B. pubescens Ehrh. Ecotypes (Myking, 1999).*

Materialer og forsøk: Provenienser fra en breddegradsgradient, kyst – innlandgradient, og lavland – subalpin-gradient.

Egenskaper målt: Løvsprett, døgngader til løvsprett.

Resultater/konklusjoner: Nordlige provenienser har kortere vinterhvile en sørlige (dvs tidligere løvsprett), kystprovenienser lenger vinterhvile enn innlandsprovenienser. Korte daglengder om vinteren hemmer hvilebrytingen som fører frem mot løvsprett.

I. Effects of nitrogen stress and adaptive genetic variation in *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth. (Black-Samuelsson & Eriksson, 2002).

II. Genetic variability in two three species; *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth., with contrasting life-history traits (Eriksson m.fl., 2003).

Materialer og forsøk: Familier fra to norske og et svensk bestand i to feltforsøk og et forsøk i vekstkammer.

Egenskaper målt: Løvsprett, bladfarging, høyde og tilvekst i feltforsøkene; isoenzymer; biomasseegenskaper i vekstkammer under høy og lav nitrogenførsel (N).

Resultater/konklusjoner: Løvsprett var tidligst for den nordligste populasjonen fra Lillehammer som også hadde tidligst utvikling av bladfarging. Samspill var til stede mellom populasjoner og feltforsøk for disse egenskapene. Det var i feltforsøkene store forskjeller mellom familier innen populasjoner for alle egenskaper. Det var generelt større familievariasjon i hengebjørk enn i spisslønn. I vekstkammer var familievariasjonen i hengebjørk størst for høy N-behandling.

High autumn temperatures delays spring bud burst in boreal trees counterbalancing the effect of climatic warming (Heide, 2003).

Materialer og forsøk: Fire provenienser av dunbjørk og tre populasjoner av hengebjørk fra Nord-Norge, Trøndelag og Danmark i korttidsforsøk på Ås inntil ni års alder.

Egenskaper målt: Løvsprett, bladfelling, høyde, diameter.

Resultater/konklusjoner: Nordlige populasjoner stoppet veksten og felte bladene i august ved middeltemperatur 15°C, mens dette skjedde to måneder senere ved 15°C for proveniensene fra Danmark. Det var høy korrelasjon mellom temperatur om høsten og dager til løvsprett.

Comparative analyses of plastid and AFLP data suggest different colonization history and asymmetric hybridization between *Betula pubescens* and *B. nana* (Eidesen m.fl., 2015).

Materialer og forsøk: Det er samlet inn og analysert genetisk variasjon for 570 trær av *B. nana* og 332 trær av *B. pubescens* fra hele utbredelsen av disse treslagene.

Egenskaper målt: Molekylære nukleære AFLP markører er generert og analysert.

Resultater/konklusjoner: De to artene viste ulik differensiering i AFLP loci. *B. nana* viste en klar geografisk struktur, men det gjorde ikke *B. pubescens*. Det var en svakt økende genflyt fra *B. nana* til *B. pubescens* med stigende nordlig breddegrad. Forskjellene mellom de to artene i markørvariasjon kan forklares med ulike overvintrings- og koloniseringshistorier.

Genetisk variasjon mellom og innen norske populasjoner av hengebjørk (*Betula pendula*) (Skrøppa & Kohmann, 2018).

Materialer og forsøk: Frøpartier fra 15 familier fra hvert av 17 norske populasjoner og fra svensk og finsk bjørk ble testet i forsøk på 13 lokaliteter.

Egenskaper målt: Bladfelling, knoppsprett, skader og feil, høyde.

Resultater/konklusjoner: 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.

*Genetic variation and inheritance in a 9 x 9 diallel in silver birch (Betula pendula) (Skrøppa & Solvin, 2019).*

Materialer og forsøk: 72 full-søsken familier fra en full diallel plantet i forsøk på en lokalitet i Ås med målinger inntil alder 37 år.

Egenskaper målt: Høyde, diameter, knoppsprett, bladfelling og angrep av bjørkerust.

Resultater/konklusjoner: Det var genetisk variasjon mellom familiene for alle egenskaper og med hovedsakelig additiv genetisk variasjon. Familiene med best høydevekst kunne identifiseres ved seks års alder. Det var sterke sammenhenger mellom knoppsprett, bladfelling og rustangrep, og familiene med tidlig knoppsprett var høyest, hadde minst angrep av bjørkerust og senest bladfelling.

## 2.4 Barlind (*Taxus baccata*)

Barlind (*Taxus baccata*) tilhører barlindfamilien og er et nakenfrøet bartre. Barnålene er spisse, myke og flate. Det er særbu, som vil si at det er egne hann- og hunnplanter.

Barlind er helt i ytterkanten av sin utbredelse i Norge. Slike utkantpopulasjoner kan ha en spesiell genetisk variasjon. Vi har et internasjonalt ansvar for å ta vare på denne variasjonen. Barlind vokser langs kysten av Sør-Norge, litt inn i landet på Sør- og Østlandet og i kyststrøk fra Østfold til Møre og Romsdal. Arten er skyggetålende, men begrenset til områder med milde vintre og varme somre.



Figur 4. Barlind (*Taxus baccata*). Foto: Frank Vincentz

Egne verneområder er opprettet for å ta vare på barlind. Noen av disse er også definert som bevaringsområder for genetiske ressurser. Disse bevaringsområdene inngår i et europeisk samarbeid om bevaring av viktige genressurser hos skogtrær. Den største trusselen mot barlind er beitepress, spesielt fra hjort og rådyr. Selv om arten tåler å stå i skygge, er det også viktig å sørge for at områdene ikke gror igjen.

Barlind fra ulike steder i Norge er genetisk forskjellige på grunn av liten utveksling av pollen og frø. For å ta vare på den genetiske variasjonen er det viktig å bevare trær fra flere områder. Det er utarbeidet egne nasjonale verneplaner for barlind.

### 2.4.1 Publikasjon

I. Genetic variation in northern marginal *Taxus baccata* L. populations (Myking m.fl., 2009).

II. Applications for conservation (Myking m.fl., 2009).

Materialer: Nåler fra 13 populasjoner fra Vestlandet.

Egenskaper målt: Isoenzymer fra 13 loci.

Resultater/konklusjoner: Gjennomsnittlig observert og forventet heterozygotigrad var 0,143 og 0,150. En betydelig genetisk differensiering ble funnet ( $F_{st} = 0,166$ ), og tilsvarende liten genflyt mellom populasjonene. Fikseringsindeksen var høyest mellom de nordligste populasjonene ( $F_{is} = 0,119 - 0,226$ , mot gjennomsnitt 0,039), noe som tyder på betydelig innavl.

## 2.5 Svartor (*Alnus glutinosa*)

Det finnes to viltvoksende arter av or i Norge. Svartor (*Alnus glutinosa*) er varmekjær, mens gråor (*Alnus incana*) er mindre kresen og langt vanligere. Svartor har utbredelse på Østlandet nord til Mjøstraktene og Rendalen og i kystområdene fea svenskegrensen til Trondheimsfjorden.



Figur 5. Svartor (*Alnus glutinosa*). Foto: John Y Larsson/NIBIO

Or har inngått en byttehandel med bakterier i røttene: or får ekstra nitrogen fra bakteriene, og bakteriene får organisk næring tilbake. På grunn av denne nitrogenfikseringen plantes or til jordforbedrende tiltak for å øke vekst og produksjon hos andre arter.

Svartor brukes til møbler, paneler og dreiearbeider. Svartorvirket kalles «Nordens mahogni» fordi veden lett kan gjennomfarges og brukes til å imitere annen verdifull ved. Det er gjennomført noe skogplanteforedling på svartor i Norge.

### 2.5.1 Publikasjon

I. Genetisk variasjon mellom og innen populasjoner av svartor (Lexerød, 2000).

II. Proveniensforsøk med svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Garten.) i Norge (Kohmann & Lexerød, 2004).

Materialer og forsøk: Familier og bestandsprøver fra 20 bestand (populasjoner) av svartor fra Sør-Norge og i Nord-Trøndelag ble testet i ni proveniensforsøk og ett avkomforsøk.

Egenskaper målt: Knopp-, blad- og skuddutvikling, avgang, høyde og tilvekst.

Resultater/konklusjoner: Det var klare forskjeller mellom populasjonene i tidspunktet for vekststart, men denne forskjellen kunne ikke relateres til populasjonens geografiske opprinnelse. De nordlige populasjonene avsluttet imidlertid veksten som regel før de sørlige, og innlandspopulasjonene avsluttet som regel før de kystnære. Flytting av populasjonene nordover gav som regel god vekst, men ofte på bekostning av lavere overlevelse. Flytting nordfra og sørover vil gi herdige planter, men veksten må forventes å avta noe. I avkomforsøket var det forskjeller mellom familier innen populasjoner både for tidspunkt for vekststart og høydevekst, og for siste egenskap var andel av variasjon innen populasjoner tilnærmet lik den mellom populasjoner.

## 2.6 Alm (*Ulmus glabra*)

Edellauvtreet alm (*Ulmus glabra*) har en vid utbredelse i Norge og vandret inn for omkring 8000 år siden. Alm forekommer i dag helt til Beiarn i Nordland, der den vokser på sin absolutte nordgrense, og er vårt mest utbredte edellauvtre. I Sør-Norge er treslaget funnet over 900 moh, men er hovedsakelig knyttet til sørvendte lier i lavlandet på næringsrik jord.

I et begrenset område på Østlandet er alm rammet av en alvorlig sykdom, den såkalte almesjuken. Dette er en viktig årsak til at alm ble rødlistet i 2006. Gjennom årene har mye blitt gjort for å kartlegge og begrense utbredelsen av sykdommen.



Figur 6. Alm (*Ulmus glabra*). Foto: Hanne Hegre

### 2.6.1 Publikasjoner

Variation in leaf morphology and chloroplast DNA in *Ulmus glabra* in the northern suture zone: Effects of distinct glacial refugia (Myking & Yakovlev, 2006).

Materialer og forsøk: Blader og DNA fra trær i 16 populasjoner.

Egenskaper målt: DNA kloroplastmarkører (cp) og bladmorfologi egenskaper.

Resultater/konklusjoner: To unike cpDNA haplotyper ble funnet, men uten noen klar geografisk fordeling. Bladegenskapene viste gradienter i form fra vestlige til østlige og nordlige populasjoner.

Variation in phenology and height increment of northern *Ulmus glabra* populations - implications for conservation (Myking & Skrøppa, 2007).

Materialer og forsøk: Familier fra fem norske populasjoner ble testet i et forsøk nær Bergen.

Egenskaper målt: Løvsprett, vekstavslutning og høydevekst i vekstsesong fire og fem.



Resultater/konklusjoner: Løvsprett var tidligst i populasjonene fra innlandet og senest i de fra kysten. Tilvekst og dag for vekstavslutning var korrelert med breddegrad, og tilveksten avtok med økende breddegrad. Det var betydelig variasjon mellom familier innen populasjoner for fenologiegenskapene.

## 2.7 Spisslønn (*Acer platanoides*)

Spisslønn (*Acer platanoides*) tilhører lønnfamilien og er sambu, som betyr at planten har adskilte hannlige og hunnlige blomster. De langstilkede bladene sitter parvis motsatt på kvistene og har flere spisse, tydelige lapper med få tenner i blakkanten. . I Norge har spisslønn sin naturlige utbredelse på Østlandet, og på Sørlandet, og er i rask spredning på Vestlandet. Både der og fra Trøndelag og nordover har den spredd seg fra plantede forekomster.



Figur 7. Lønn (*Acer platanoides*). Foto: Dan Aamlid/NIBIO

### 2.7.1 Publikasjoner

I. Effects of nitrogen stress and adaptive genetic variation in *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth (Black-Samuelsson & Eriksson, 2002).

II. Genetic variability i two tree species, *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth, with contrasting life-history traits (Eriksson m.fl. 2003).

Materialer og forsøk: Familier fra to norske og et svensk bestand i to feltforsøk og et forsøk i vekstkammer.

Egenskaper målt: Løvsprett, bladfarging, høyde og tilvekst i feltforsøkene; isoenzymer; biomasseegenskaper i vekstkammer under høy og lav nitrogentilførsel (N).

Resultater/konklusjoner: Vekststart var tidligst for den nordligste populasjonen fra Lillehammer som også hadde tidligst utvikling av bladfarging. Samspill var til stede mellom populasjoner og feltforsøk for disse egenskapene. Det var i feltforsøkene store forskjeller mellom familier innen populasjoner for alle egenskaper. Det var generelt større familievariasjon i hengebjørk enn i spisslønn. I vekstkammer var familievariasjonen for spisslønn stor innen både høy og lav N-behandling.

## 2.8 Bøk (*Fagus sylvatica*)

Bøk (*Fagus sylvatica*) har relativt liten utbredelse i Norge. Den vokser hovedsakelig i Vestfold, med spredte forekomster på Sørlandet fra Telemark til Arendal. En isolert forekomst utenfor Bergen antas å stamme fra trær plantet i vikingtiden. Bøkeskoger er et ungt innslag i vår natur.



Figur 8. Bøk (*Fagus sylvatica*). Foto: Arne Steffenrem/NIBIO

Mye tyder på at bøk er et av treslagene som kan få økt utbredelsen nordover som følge av klimaendringene. I dag stopper den kontinuerlige utbredelsen av bøk i Sør-Sverige. I Norge har vi Europas nordligste utposter av bøk i Vestfold og i Hordaland.

Tre faktorer vil avgjøre om bøken vil klare å ekspandere nordover; om populasjonene har nok genetisk diversitet til raskt å kunne tilpasse seg og om bøken vil være i stand til å spre seg. Men størst betydning har selve rekrutteringen; om bøkenøttene som har blitt spredt klarer å spire, etablere seg og vokse opp til nye trær

### 2.8.1 Publikasjon

Myking, T., Yakovlev, I. & Ermland, G.A. 2011. Nuclear genetic markers indicate Danish origin of the Norwegian beech (*Fagus sylvatica* L.) populations established in 500-1,000 AD (Myking m.fl., 2011). Materialer og forsøk: DNA-markører fra trær i populasjoner av bøk i Norge, Danmark og England.

Egenskaper målt: Genetiske avstander mellom populasjoner av bøk ble estimert med DNA-markører, både nukleære og fra kloroplaste.

Resultater/konklusjoner: Markørdataene indikerer at de norske populasjonene av bøk opprinnelig kommer fra Danmark. Den genetiske variasjonen inn de norske populasjonene var bare litt lavere enn de i de engelske og danske populasjonene.

## 2.9 Vintereik (*Quercus petraea*); sommereik (*Quercus robur*)

Det finnes to arter av eik i Norge. Av disse er sommereik (*Q. robur*) den vanligste. Den vokser på Østlandet nord til Nes på Hedmark og er ellers vanlig i lavlandet i kyststrøk nord til Sogn. Vintereik (*Q. petraea*) er sterkere kystbundet enn sommereik. Eik er et varmekjært løvtre som trives best på dyp, næringsrik, frisk og moldrik jord. Vintereik kan også vokse på tørre steder.

Virket av eik benyttes til innredning og til møbler, og ble i tidligere tider brukt til skipsbygging. Gamle eiketrær er ofte majestetiske landemerker i landskapet og kan også være verdifulle biotoper for mange arter.



Figur 9. Sommereik (*Quercus robur*). Foto: Dan Aamlid/NIBIO'

### 2.9.1 Publikasjon

Genetisk variasjon mellom norske populasjoner av eik (Skrøppa et al., 2017).

Materialer og forsøk: 14 populasjoner fra Vest- og Aust-Agder og Vestfold, pluss tre danske populasjoner, en med norsk opprinnelse, i et feltforsøk ved Lillesand og i fem forsøk i Danmark.

Egenskaper målt: Overlevelse, høyde, stammeform og knoppskyting etter 15 år.

Resultater/konklusjoner: Det er klare forskjeller mellom populasjonene for avgang og høydevekst, med middelhøyder fra 3,7 til 5,7 m cm for populasjonene. Variasjon ble også funnet for mellom andel trær med rett stammeform. Trær med sein knoppskyting hadde dårligst stammeform. Det var ikke for alle egenskaper samsvar mellom resultatene fra Lillesand og fra de danske forsøkene.

## 2.10 Villeple (*Malus sylvestris*)

Villeple (*Malus sylvestris*) finnes spredt i små bestand eller som enkelttrær i et smalt belte langs kysten fra Østfold til Nord-Trøndelag. Trærne er relativt små, 8-10 m høye og frittstående. Treslaget trenger lys og åpen plass for å trives. Kartlegging har vist at hybridisering med hageeple er en trussel mot villeple i Norge. I tillegg er villeple knyttet til kulturlandskapet, og derfor også utsatt på grunn av gjengroing.

Studiene om villeplets status har ført til en oppgradering av villeplet på Norsk rødliste for arter 2015. Villeple vurderes som sårbar (VU) fordi den blir genetisk 'forurensset' i nokså stort omfang.



Figur 10. Villeple (*Malus sylvestris*). Foto: Per Arvid Åsen

### 2.10.1 Publikasjon

Registrering og genetisk karakterisering av villeple i Norge (Tollefsrud m.fl., 2014)

Materialer og forsøk: Mer enn 250 individer av villeple, hybrideple og hageeple fra Norge.

Egenskaper målt: DNA analyser basert på 11 mikrosatelitter, parametere for genetisk diversitet er beregnet og analysert. Morfologisk egenskaper er karakterisert.

Resultater/konklusjoner: Både de morfologiske og genetiske analysene viser at det er en høy andel hybridepler i Norge. Hybridandelen er høyere basert på de genetiske analysene enn de morfologiske, ca. 30 % av trærne som ser ut som villepler er hybridepler basert på DNA undersøkelsene. Villeplene har høy diversitet (fra 0,6 – 0,8). Villeplene i Norge er differensiert fra villeplene lenger sør i Europa, men analysene viser ingen nedgang i diversitet nordover. Det er lite genetisk differensiering mellom villepletrær innad i Norge, noe som tyder på at genflyten er god.

## 2.11 Ask (*Fraxinus excelsior*)

Ask (*Fraxinus excelsior*) vokser langs kysten fra Østfold til Sogn og Fjordane og spredt videre i Nord-Trøndelag. På Østlandet går ask litt inn i landet. I tidligere tider ble ask regnet som det mest verdifulle av alle europeiske treslag. Virket er seigt, elastisk og slitesterkt, med høy hardhet. Ask er et av våre vanligste edellauvtrær og et viktig levested for mange arter. Ask er blant annet mye brukt som prydtre i grøntanlegg og alleer.



Figur 11. Ask (*Fraxinus excelsior*). Askespire i resistensforsøk mot askeskuddsjuke. Foto: Erling Fløistad/NIBIO

Ask er nå truet i hele Europa på grunn av sykdomsangrep fra sopp som gjør at trærne kan dø fordi vanntransporten stopper opp. Askeskuddsyken ble registrert i Norge i 2008 og skyldes angrep av soppen askeskuddbeger. Soppen har spredd sykdommen raskt med vindbårne sporer til store deler av Sør-Norge.

Symptomene på askeskuddsjuke er blant annet visning av blader og unge skudd, tidlig bladfall og sår i barken. Aska skyter seint, og det er først når det er tid for at aska skal skyte at man kan registrere skuddvisningen. Både toppskudd og sideskudd visner og dør. Det jobbes nå med å finne motstandsdyktige trær blant askene i Norge.

### 2.11.1 Publikasjon

Genetic structure in the northern range margins of common ash, *Fraxinus excelsior* (Tollefsrud m.fl. 2016).

Materialer: Det ble samlet inn og analysert genetisk variasjon i materialer fra 42 populasjoner av ask (1099) trær, av disse var fra populasjoner fra 16 naturreservater i Norge (570 trær). I tillegg er det gjort finskala studer fra to populasjoner (til sammen 200 prøver).

Egenskaper målt: Den populasjonsgenetiske historien til ask er kartlagt både med maternelt nedarvet cpDNA og nukleære mikrosatelitter. I tillegg er det kartlagt romlige genetiske strukturer i to populasjoner.



Resultater/konklusjoner: Analyser av kloroplast mikrosatelitter viser at asken i Norge sannsynligvis stammer fra et overvintringsområdet i sør-øst Europa og at asken vandret inn til Norge langs en østlig innvandringsvei etter siste istid. Askepopulasjonene i Norge har altså størst likhet med asken i Sverige og Øst-Europa. Resultatene fra de nukleære mikrosatelittene viser at askebestandene i det nordlige utbredelsesområdet er genetisk forskjellige fra askebestand lenger sør i Europa, sannsynligvis som et resultat av en stegvis kolonisering fra sør-øst og nordover. Innad i Norge finner vi forskjeller mellom østlige og vestlige populasjoner, samtidig finner vi avtagende diversitet nordover. Vår nordligste populasjon i Trøndelag, Leksvik utgjør distinkt genetisk gruppe og er samtidig genetisk fattig. Mønsteret vi finner hos ask i Norge kan forklares med en genetisk flaskehals under etableringen av denne nordlige populasjonen.

Genetisk struktur er undersøkt i detalj i to norske populasjoner og sammenlignet med romlig genetisk struktur i to litauiske populasjoner der askeskuddsjuken har vært siden midten av 1990 tallet. Vi finner kun en svak genetisk struktur innad i populasjonene, et lavt slektskap mellom individene gjør det vanskelig å identifisere familier. Vi finner derimot en tydelig forskjell i romlig genetisk struktur mellom populasjonene fra Litauen og Norge. Mens vi i Litauen finner en signifikant romlig genetisk struktur (slektskapet mellom trær som vokser nært hverandre er sterkere enn mellom trær som er lengre unna hverandre), finner vi ingen romlig genetisk struktur i de norske plottene. Dette mønsteret kan skyldes at vi i Litauen har hatt en seleksjon som følge av askeskuddsjuken, mens vi ikke har hatt det i Norge enda.

## 2.12 Rogn (*Sorbus aucuparia*)

Rogn (*Sorbus aucuparia*) vokser over hele landet, både i lavlandet og opp i fjellskogen. Det finnes i tillegg tolv andre viltvoksende arter i rogn- og asalslekta i Norge. Flere av disse finnes ikke noe annet sted i verden. Disse har vi liten eller ingen genetisk informasjon om. Rogn- og asalslekta tilhører rosefamilien og står nære eple-, pære- og hagtornslektene.



Figur 12. Rogn (*Sorbus aucuparia*). Rognebæret er ikke et bær, men et eple i miniatyr; et såkalt bæreple. Fugl og rev er spesielt glade i fruktene som hos de norske artene er oransje til røde. Foto: Lars Sandved Dalen og Dan Aamlid/NIBIO

Rogn brukes mye til brensel. Rogneveden er slitesterk og har også vært mye brukt til trearbeider. Mange arter og sorter i slekta egner seg godt som prydrær. Vi innfører mange utenlandske arter til prydbruk, men kunne godt bruke de genetiske ressursene som ligger i våre egne arter mer.

Rognebær ble tidligere brukt som mat både til mennesker og husdyr. Bark av rogn ble i nødstider brukt som husdyrfôr. Rognebær brukes i dag fortsatt til syltetøy og gelé.

### 2.12.1 Publikasjon

Growth and morphology differ between wind-exposed families of *Sorbus aucuparia* (L.) (Sæbø og Johnsen 2000)

Materialer og forsøk: Familier etter fri bestøvning fra 78 mortrær fra seks bestand ble testet i forsøk inntil alder fem år.

Egenskaper målt: Høyde og diameter, antall stammer og greiner, tidspunkter for knoppsprett og bladfall, og skader.

Resultater/konklusjoner: Det var stor variasjon mellom familier innen bestand for de fleste egenskaper, med estimer av arvbarhet mellom 0,14 og 1,00. Mellom bestand var det små forskjeller. Det var ikke forskjeller mellom familier i forhold til morplantenes eksposisjon til vind.

# Referanser

- Aass, I. 1957. En cytologisk analyse av Skjåkfurua. Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen 14: 93-109.
- Bergan, J. 1978. Proveniensenforsøk med gran (*Picea abies*) fra ulike breddegrader i Nordland og Troms i perioden 1954-65. Norsk institutt for skogforskning, Avdeling for gjenvekst. Rapport 1/78 (Intern rapport). 32 s.
- Bergan, J. 1984. Veksttid og vekstrytme hos gran i Troms. Norsk institutt for skogforskning. Rapport 8/84:1-24.
- Bergan, J. 1987. Temperaturenens virkning på årringveksten hos ulike granprovenienser utplantet i forskjellige høydesoner på 69° N. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 40.3: 1-46.
- Bergan, J. 1988. Furu fra ulike breddegrader utplantet i et fjordstrøk i Troms. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 5/88.
- Bergan, J. 1989. Overlevelse og vekst hos furu fra fjord- og innlandsstrøk kultivert i ulike klimaområder i Troms og Finnmark. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 2/89.
- Bergan, J. 1991. Nordnorske granprovenienser plantet under forskjellige jod- og klimaforhold i Nordland og Troms. Norsk institutt for skogforskning. Rapport 6/91:1-68.
- Bergan, J. 1994a. Planter etter frø fra utvalgte granbestand (*Picea abies* (L.) Karst.) på forskjellige breddegrader plantet under ulik jord- og klimaforhold i Troms. Norsk institutt for skogforskning. Rapport 5/94:1-51.
- Bergan, J. 1994.b Valg av treslag og provenienser for Nord-Norge. Norsk institutt for skogforskning: Faglige emner innen primærproduksjonen i skogbruket i Nord-Norge. Red. Jarle Bergan, s. 81-91.
- Besnard, G., Achere, V., Jeandroz, S., Johnsen, Ø. et al. 2008. Does maternal environmental condition during reproductive environment induce genotypic selection in *Picea abies*? Ann. For. Sci. 65:
- Bjørnstad, Å. 1981. Photoperiodical after-effects of parent plant environment on Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) seedlings. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 36: 1-30.
- Black-Samuelsson, S., & Eriksson, G. 2002. Effects of nitrogen stress and adaptive genetic variation in *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth. Forest Genetics 9: 71-86.
- Blödner, C., Skrøppa, T., Johnsen, Ø. & Polle A. 2005. Freezing tolerance in two Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) progenies is physiologically correlated with draught tolerance. Journal of Plant Physiology 162: 549-558.
- Brøndbo, P. 1971. Et pollineringsforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 29: 63-77.
- Børset, O. 1952. Forsøk med avkom fra en enkeltrær fra kystfuruslogen på Hvaler. Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen 11: 129-158.
- Cheliak, W. M., Skrøppa, T. & Pitel, J. 1986. Genetics of the polycross. I. Experimental results from Norway spruce. Theor. Appl. Genet. 73: 321-329.
- Dietrichson, J. 1961. Breeding for frost resistance. Silvae Genetica 10: 172-179.
- Dietrichson, J. 1963. Some results from an anatomic investigation of Norway spruce provenances in four international Norway spruce tests of 1938 in Sweden and Norway. Proceedings World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. FAO/FORGEN 63-3/7.

- Dietrichson, J. 1964a. Proveniensiensproblemet belyst ved studier av vekstrytme og klima. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 19: 499-644.
- Dietrichson, J. 1964b. The Selection Problem and Growth Rhythm. *Silvae Genetica* 13: 178-184.
- Dietrichson, J. 1967. Broad sense heritability estimates of growth rhythm and height growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings of southern Norwegian origin. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 23: 201-221.
- Dietrichson, J. 1968a. Klimaskader, vekstrytme og høydeutvikling: resultater fra et 12 år gammelt granproveniensforsøk på Rødser i Aremark. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 25: 142-158.
- Dietrichson, J. 1968b. Provenance and resistance to *Scleroderma lagerbergii* Gremmen (*Crumenula abietaina* Lagerb.) The international Scots pine provenance experiment of 1938 at Matrand. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 25: 395-410.
- Dietrichson, J. 1968a. Klimaskader, vekstrytme og høydeutvikling: resultater fra et 12 år gammelt granproveniensforsøk på Rødser i Aremark. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 25.
- Dietrichson, J. 1969a. The geographic variation of springfrost and growth cessation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 27: 94-106.
- Dietrichson, J. 1969b. Growth rhythm and yield as related to provenance, progeny and environment. Proceedings World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. FAO/FORGEN 69-2/3.
- Dietrichson, J. 1973. Genetic variation among trees, stands and provenances of Norway spruce in alpine southern Norway. Report to IUFRO Norway spruce Provenance Working Group, Biri, Norway. 12 pp.
- Dietrichson, J. & Haug, G. 1976. Resultater fra et avkomforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) fra Opsahl i Ringeby. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 32.13: 457-482.
- Dietrichson, J. & Skrøppa, T. 1977. Skadene på granskogen i vinter og valg av provenienser. Skogeieren 1976 (6/7):10-12.
- Dietrichson, J., Tutturen, R. & Lien, E. 1980. Kan frøproduksjonen i granfrøplantasjene økes og bli forbedret ved kunstig massebestøvning. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 2/80: 1-26.
- Dietrichson, J. & Kierulf, C. 1982. Selection of eight-year-old Norway spruce (***Picea abies*** (L.) Karst.) plants in a progeny trial and mass production by cuttings. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 38.1:1-28.
- Dietrichson, J. & Tutturen, R. 1983. Vanlig furu eller contortafuru i Østlandets høyereliggende skoger. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 10/83:1-19.
- Dietrichson, J., Rognerud, P.A., Haveraaen, O., & Skrøppa, T. 1985. Stem cracks in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 38.21: 1-32.
- Dormling, I. & Johnsen, Ø. 1992. Effects of the parent plant environment on full-sib families of *Pinus sylvestris*. *Can. J. For. Res.* 22: 88-100.
- Dæhlen, A. G. 1994. Høstfrosterdigheten på unge granplanter (*Picea abies* (L.) Karst) fra ulike frøpartier. Hovedoppgave ved Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole. 40 s.
- Dæhlen, A. G., Johnsen, Ø. & Kohmann, K. 1995. Høstfrosterdigheten hos unge granplanter fra norske handelsprovenienser og frøplantasjer. Rapport fra Skogforsk 1/95:1-24.

- Edvardsen, Ø. 1995. Frø frå Lyngdal frøplantasje til nordnorsk bruk? Vekstrytme og frostherdighet hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Epledal- og bestandsavkom i et nordlig miljø. Hovedoppgave ved Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole. 52 s.
- Edvardsen, Ø., Johnsen, Ø. & Dietrichson, J. 1996. Vekstrytme og frostherdighet i nordlige avkomforsøk med planter fra Lyngdal frøplantasje. Rapport fra Skogforsk 9/96: 1-9.
- Eidesen, P.B., Alsos, I.G., Brochmann, C. 2015. Comparative analyses of plastid and AFPL data suggest different colonization history and asymmetric hybridization between *Betula pubescens* and *B. nana*. *Molecular Ecology* 24: 3993-4009.
- Eriksson, G., Black-Samuelsson, S., Jensen, M., Myking, T., Rusanen, M., Skrøppa, T., Vakkari, P. & Westergaard, L. 2003. Genetic variability i two tree species, *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth, with contrasting life-history traits. *Scand. J. For. Res.* 18: 320-331.
- Fottland, H. & Skrøppa, T. 1989. The IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea Abies*) in Norway. Variation in mortality and height growth. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 43.1: 1-30.
- Granus, A. & Øyen, B.H. 2009. Vekst, produksjon og klimarelaterte skader i fem proveniensforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) på Østlandet. *Forskning fra Skog og landskap* 05/09: 1-22.
- Haugberg, M. 1964. Bruk av innførte granprovenienser i Norge. Rapport fra en reise i Øst-Europa og noen foreløpige resultater fra Råstoffutvalgets proveniensforsøk. Stensiltrykk, Vollebekk. 88 s.
- Haugberg, M. 1967. Granproveniensspørsmålet belyst ved noen eksempler fra Råstoffutvalgets forsøk. I: Rapport om SSFFs Råstoffutvalgs virksomhet 1951-1965. Råstoffutvalget, SSFF, Oslo, s. 89-138.
- Heide, O. 1974a. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*). I. Interaction of photoperiod and temperature. *Physiol. Plant.* 30:1-12.
- Heide, O. 1974b. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*). II. After-effects of photoperiod and temperature on growth and development in subsequent years. *Physiol. Plant.* 31:131-139.
- Heide, O. M. 2003. High autumn temperatures delays spring bud burst in boreal trees counterbalancing the effect of climatic warming. *Tree Physiology* 23: 931-936.
- Hodnebrog, T. 1996. Utvalg av kloner av valbjørk (*Betula pendula f. carelica*). *Norsk landbruksforskning* 10: 101-106.
- Hylen, G. 1996. Variation in basic density and its relationship to diameter and pilodyne penetration in provenances of Norway spruce (*Picea abies*). *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 47.10: 1-22.
- Hylen, G. 1997. Genetic variation of wood density and its relationship with growth traits in young Norway spruce. *Silvae Genetica* 46: 55-60.
- Hylen, G. 1999. Age trends in genetic parameters of wood density in young Norway spruce. *Can. J. For. Res.* 29: 135-143.
- Håbjørg, A. 1972. Effects of photoperiod and temperature on growth and development of three latitudinal and altitudinal ecotypes of *Betula pubescens* Ehr. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 51.2. 17 s.
- Håbjørg, A. 1978. Photoperiodic ecotypes in Scandinavian trees and shrubs. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 57.33. 47 s.
- Johnsen, Ø. 1985. Successive bulk propagation of juvenile cuttings from full-sib families of Norway spruce. *Forest Ecology and Management* 11: 271-282.

- Johnsen, Ø. 1989a. Freeze testing young *Picea abies* plants. *Scand. J. For. Res.* 4: 351-367.
- Johnsen, Ø. 1989b. Phenotypic changes in progenies of northern clones of *Picea abies* grown in a southern seed orchard. I. Frost hardiness in a phytotron experiment. *Scand. J. For. Res.* 4: 317-330.
- Johnsen, Ø. 1989c. Phenotypic changes in progenies of northern clones of *Picea abies* grown in a southern seed orchard. II. Seasonal growth rhythm and height in field trials. *Scand. J. For. Res.* 4: 331-341.
- Johnsen, Ø., Dietrichson, J. & Skaret, G. 1989. Phenotypic changes in progenies of northern clones of *Picea abies* grown in a southern seed orchard. III. Climatic damage in a progeny trial. *Scand. J. For. Res.* 4: 343-350.
- Johnsen, Ø. & Apeland, I. 1988. Screening early frost hardiness among progenies from Norway spruce seed orchards. *Silvae Fennica* 22: 203-212.
- Johnsen, Ø. & Skrøppa, T. 1992a. Genetic variation in plagiotropic growth in a provenance hybrid cross with *Picea abies*. *Can. J. For. Res.* 22: 355-361.
- Johnsen, Ø. & Skrøppa, T. 1992b. Possible influence of natural and artificial selection on autumn frost hardiness in *Picea abies*. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 45.1: 1-12.
- Johnsen, Ø. & Østreng, G. 1994. Effects of plus tree selection and seed orchard environment on progenies of *Picea abies*. *Can. J. For. Res.* 24: 32-38.
- Johnsen, Ø., Dæhlen, O.G., Haug, G., Grønstad, B.S. & Rognstad, A.T. 1994a. Effects of heat treatment, timing of heat treatment and gibberellin A 4/7 on flowering in potted *Picea abies* grafts. *Scand. J. For. Res.* 9: 333-340.
- Johnsen, Ø., Dæhlen, O.G., Haug, G., Grønstad, B.S. & Rognstad, A.T. 1994b. Seed cone abortion and full seed production in an indoor seed orchard with potted grafts of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 9: 329-332.
- Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Haug, G., Apeland, I. & Østreng, G. 1995. Sexual reproduction in a greenhouse and reduced autumn frost hardiness of *Picea abies* progenies. *Tree Physiology* 15: 551-555.
- Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Junttila, O. & Dæhlen, O.G. 1996. Influence of the female flowering environment on autumn frost hardiness of *Picea abies* progenies. *Theor. Appl. Genet* 92.: 797-802.
- Johnsen, Ø. & Skrøppa, T. 2000. Provenances and families show different patterns of relationship between bud set and frost hardiness in *Picea abies*. *Can. J. For. Res.* 30: 1858-1866.
- Johnsen, Ø., Dæhlen, O.G., Østreng, G. & Skrøppa, T. 2005a. Day length and temperature during seed production interactively affect adaptive performance of *Picea abies* progenies. *New Phytologist* 168: 589-596.
- Johnsen, Ø., Fossdal, C.G., Nagy, N., Mølmann, J., Dæhlen, O.G. & Skrøppa, T. 2005b. Climatic adaptation in *Picea abies* progenies is affected by the temperature during zygotic embryogenesis and seed maturation. *Plant, Cell and Environment* 28: 1090-1102.
- Kaasen, T. & Dietrichson, J. 1987. Proveniensi- og treslagsforsøk i Aust-Agder. Rapport fra Norsk Institutt for skogforskning 8/87: 1-30.
- Kohmann, K. 1996. Nattlengdereaksjonen til granplanter fra ulike provenienser og frøplantasjer. Rapport fra Norsk Institutt for skogforskning 15/96: 1-15.
- Kohmann, K. 2003. Vekst og utvikling relatert til nattlengde for ulike provenienser og frøplantasjematerialer av gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Rapport fra skogforskningen 1/03: 1-20.

- Kohmann, K. & Johnsen, Ø. 1994. The timing of bud set in seedlings of *Picea abies* from seed crops of a cool versus a warm spring and summer. *Silvae Genetica* 43: 329-333.
- Kohmann, K. & Lexerød, N. 2004. Proveniensenforsøk med svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Garten.) i Norge. Rapport fra skogforskningen 3/04. 28 s.
- Kvaalen, H. & Johnsen, Ø. 2008. Timing of bud set in *Picea abies* is regulated by a memory of temperature during zygotic and somatic embryogenesis. *New Phytologist* 177: 49-59.
- 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.
- Lexerød, N. 2000. Genetisk variasjon mellom og innen populasjoner av svartor. Hovedfagsoppgave i skogskjøtsel, Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole. 73 s.
- Magnesen, S. 1969. Eksperimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.). 1. Virkningen av daglengde og varmekonforhold. Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon 14:1-50.
- Magnesen, S. 1971. Eksperimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.). 2. Virkningen av ulike varmekonforhold om høsten og perioder med lav natt-temperatur. Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon 14:223-269.
- Magnesen, S. 1972. Eksperimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.). 3. Virkningen av daglengde. Supplerende forsøk med 53 frøpartier. Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon 14:271-317.
- Myking T. 1997a. Effects of constant and fluctuating temperature on time to budburst in *Betula pubescens* and its relation to bud respiration. *Trees - Structure and Function* 12: 107-112.
- Myking T. 1997b. 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. & Heide, O.M. 1995. Dormancy release and chilling requirement of latitudinal ecotypes of *Betula pendula* and *B. pubescens*. *Tree Physiology* 15: 697-704.
- Myking, T. & Yakovlev, I.A. 2006. Variation in leaf morphology and chloroplast DNA in *Ulmus glabra* in the northern suture zone: Effects of distinct glacial refugia. *Scand. J. For. Res.* 21: 99-107.
- Myking, T. & Skrøppa, T. 2007. Variation in phenology and height increment of northern *Ulmus glabra* populations - implications for conservation. *Scand. J. For. Res.* 22: 369-374.
- Myking, T., Vakkari, P. & Skrøppa, T. 2009. Genetic variation in northern marginal *Taxus baccata* L. populations. Applications for conservation. *Forestry* 82: 529-539.
- Myking, T., Yakovlev, I. & Ersland, G.A. 2011. Nuclear genetic markers indicate Danish origin of the Norwegian beech (*Fagus sylvatica* L.) populations established in 500-1,000 AD. *Tree Genetics & Genomes* 7: 587-596.
- Mølmann, J.A., Junttila, O., Johnsen, Ø. & Olsen, J.E. 2006. Effects of red, far-red and blue light in maintaining growth in latitudinal populations of Norway spruce (*Picea abies*). *Plant, Cell and Environment* 29:166-172.
- Opdahl, H. 1991. Bjørkeproviensier tåler flytting. *Norsk skogbruk* 1991 (3) 24-25.

- Owens, J.N., Johnsen, Ø., Dæhlen, O.G. & Skrøppa, T. 2001. Potential effects of temperature on early reproductive development and progeny performance in *Picea abies* (L.) Karst. *Scand. J. For. Res.* 16: 221-237.
- Parducci, L; Jørgensen T; Tollefsrud, MM; Elverland, E; Alm, T; Fontana, SL; Bennett, KD; Haile, J; Matetovici, I; Suyama, Y; Edwards, ME; Andersen, K; Rasmussen, M; Boessenkool, S; Coissac, E; Brochmann, C; Taberlet, P; Houmark-Nielsen, M; Krog Larsen, N; Orlando, L; Gilbert, MTP; Kjær, KH; Alsos, IG & Willerslev, E. 2012. Glacial survival of boreal trees in northern Scandinavia. *Science* 335: 1083-1085.
- Parducci, L; Edwards, ME; Bennett, KD; Alm, T; Elverland, E; Tollefsrud, MM; Jørgensen T; Houmark-Nielsen, M; Krog Larsen, N; Kjær, KH; Fontana, SL; Alsos, IG; Willerslev, E. 2012. Response to Comment on “Glacial survival of boreal trees in northern Scandinavia”. *Science* 338: 742-a -742-b.
- Ruden, T. 1954. Om valbjørk og en del andre unormale veddannelser hos bjørk. *Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen* 12: 451-505.
- Ruden, T. 1957. Arvelige dvergformer av furu (*Pinus sylvestris* L.) fra Sjøk, Gudbrandsdalen. *Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen* 14: 413-443.
- Ruden, T. 1958. Granas utbredelse og formvariasjon i Sør-Trøndelag. Taksering av Norges skoger s. 109-129.
- Ruden, T. 1963. Results from an 11-year old progeny test with *Picea abies* (L.) Karst in Southeastern Norway. *World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. FAO/FORGEN 63-2a/9.*
- Ruden, T. 1968. Arvelige variasjoner hos gran (*Picea excelsa* (Lam Link)). *Forskning og forsøk i landbruket* 19: 365-392.
- Skrøppa, T. 1979. Height growth and flushing of German x Norwegian provenance hybrids of Norway spruce. *Proceedings of the IUFRO Joint Meeting of Norway spruce provenances and Norway spruce breeding, Bucharest: 468-474.*
- Skrøppa, T. 1981. Some results from a 20 year-old cutting experiment with Norway spruce. *Research Notes 32, Department of Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences: 105-115.*
- 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. 1984. A critical evaluation of methods available to estimate the genotype x environment interaction. *Studia Forestalia Suecica* 166: 3-14.
- Skrøppa, T. 1988. The seed weight did not affect first year's bud-set in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 3: 437-439.
- Skrøppa, T. 1991. Within-population variation in autumn frost hardiness and its relationship to bud-set and height growth in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 6: 353-363.
- Skrøppa, T. 1994. Growth rhythm and hardiness of *Picea abies* progenies of high altitude parents from seed produced at low elevations. *Silvae Genetica* 43: 95-100.
- Skrøppa, T. 1996. Diallel crosses in *Picea abies*. II. Performance and inbreeding depression of selfed families. *Forest Genetics* 3: 69-79.
- Skrøppa, T. & Tuttoren, R. 1985. Flowering in Norway spruce seed orchards. *Silvae Genetica* 34: 90-95.
- Skrøppa, T. & Dietrichson, J. 1986a. Genetic variation and ortet/ramet relationship in a clonal test with *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 1: 323-332.



- Skrøppa, T. & Dietrichson, J. 1986b. Winter damage in the IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddelelser fra Norsk institutt for Skogforskning 39(10): 161-183.
- Skrøppa, T. & Haug, G. 1987. Forsøk med furu av frøplantasjefrø, kontroller av vanlige handelsprovenienser og provenienser av contortafuru. Hedmark skogselskaps årsmelding 1986: 14-17.
- Skrøppa, T. & Tho, T. 1990. Diallel crosses in *Picea abies*. I. Variation in seed yield and seed weight Scand. J. For. Res. 5: 355-367.
- Skrøppa, T. & Magnussen, S. 1993. Provenance variation in shoot growth components of Norway spruce. *Silvae Genetica* 43: 298-304.
- Skrøppa, T., Martinsen, D. R. & Følstad, A. 1993. Vekst og kvalitet av mellomeuropeiske og norsk granprovenienser plantet i Østfold. Rapport fra Skogforsk 7/93: 1-20.
- Skrøppa, T., Nikkanen, T., Routsalainen, S. & Johnsen, Ø. 1994. Effects of sexual reproduction at different latitudes on performance of the progeny of *Picea abies*. *Silvae Genetica* 43: 298-304.
- Skrøppa, T. & Lindgren, D. 1994. Male fertility variation and non-random segregation in pollen mix crosses of *Picea abies*. *Forest Genetics* 1: 13-22.
- Skrøppa, T., Hysten, G. & Dietrichson, J. 1999. Relationships between wood density components and juvenile height growth and growth rhythm traits for Norway spruce provenances and families. *Silvae Genetica* 49: 13-22.
- Skrøppa, T., Kohmann, K., Johnsen, Ø. & Johnskås, R. 2005. Resultater fra forsøk med avkom fra Kaupanger granfrøplantasje. Rapport fra Skogforskningen 8/05: 1-18.
- Skrøppa, T., Sand, R. & Skaret, G. & Brede, H.C. 2006a. Utvikling og skader i plantefelt med granplanter fra Lyngdal frøplantasje og handelsprovenienser. Rapport fra Skogforskningen 3/06: 1-17.
- Skrøppa, T., Kohmann, K., Sand, R. & Skaret, G. 2006b. Overlevelse, høydevekst og skader i forsøk med avkom og provenienser fra Lyngdal frøplantasje. Rapport fra Skogforskningen 4/06: 1-29.
- Skrøppa, T., Kohmann, K., Johnsen, Ø., Steffenrem, A., & Edvardsen, Ø. 2007. Field performance and early test performance of offspring from two Norway spruce seed orchards containing clones transferred to warmer climates. *Can. J. For. Res.* 37: 515-522.
- Skrøppa, T., Tollefsrud, M. M., Sperisen, C. & Johnsen, Ø. 2010. Rapid change in adaptive performance from one generation to the next in *Picea abies* – Central European trees in a Nordic environment. *Tree Genetics & Genomes* 6: 93-99.
- Skrøppa, T. & Steffenrem, A. 2015. Selection in a provenance trial of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) produced a landrace with desirable properties. *Scand. J. For. Res.* 31:439-449. DOI: 10.1080/02827581.2015.1081983.
- Skrøppa, T., Solheim, H. & Hietala, A. 2015a. Variation in phloem resistance of Norway spruce clones and families to *Heterobasidion parviporum* and *Ceratosystis polonica* and its relationship to phenology and growth traits. *Scand. J. For. Res.* 30: 103-111.
- Skrøppa, T., Solheim, H. & Steffenrem, A. 2015b. Genetic variation, inheritance patterns and parent-offspring relationships after artificial inoculations with *Heterobasidion parviporum* and *Ceratosystis polonica* in Norway spruce seed orchards and progeny tests. *Silva Fennica* 49. DOI: 10.14214/sf.1191.
- Skrøppa, T., Fjellstad, K.B. & Hansen, J.K. 2017. Genetisk variasjon mellom norske populasjoner av eik. NIBIO rapport 3/69/2017. 18 s.

- Skrøppa, T. & Kohmann, K. 2018. Genetisk variasjon mellom og innen norske populasjoner av hengebjørk (*Betula pendula*). NIBIO Rapport 4 (3) 2018. 24 s.
- 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: DOI: 10.14214/sf.10076.
- Skrøppa, T., Solvin, T. 2019. Genetic variation and inheritance in a 9 x 9 diallel in silver birch (*Betula pendula*). *Scand J. For. Res.* 34:178-188.
- Skrøppa, T., Tollefsrud, M. M., Sperisen, C. & Johnsen, Ø. 2010. Rapid change in adaptive performance from one generation to the next in *Picea abies* – Central European trees in a Nordic environment. *Tree Genetics & Genomes* 6: 93-99.
- Skuterud, R. 1994. Vekstrytme hos hengebjørk (*Betula pendula* Roth.). Hovedoppgave, Institutt for skogfag. Norges landbrukshøgskole. 36 s.
- Solheim, H. & Skrøppa, T. 2005. Granrustsoppen – Store angrep på Østlandet. *Skogeieren* nr. 5 2005: 16-17.
- Solvin, T.M. & Steffenrem, A. 2019. Modelling the epigenetic response of increased temperature during reproduction on Norway spruce phenology. *Scand. J. For. Res.* 34:
- Steffenrem, A., Saranpää, P., Lundqvist, S-O. & Skrøppa, T. 2007. Variation in wood properties among five full-sib families of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Ann. For. Sci.* 64: 799-806.
- Steffenrem, A., Lindland, F. & Skrøppa, T. 2008a. Genetic and environmental variation of intermodal and whorl branch formation in a progeny trial of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 23: 290-298.
- Steffenrem, A., Kvaalen, H., Johnskås, R., Høibø, O.A., & Skrøppa, T. 2008b. Genetic variation in branch characteristic and correlations with growth in *Picea abies*– implications for breeding and silvicultural practices. Del av Ph.d-avhandling, Universitetet for miljø- og biovitenskap. 21 s.
- Steffenrem, A., Kvaalen, H., Høibø, O.A., Edvardsen, Ø.M. & Skrøppa, T. 2009. Genetic variation of wood quality traits and relationships with growth in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 24: 15-27.
- Steffenrem, A., Solheim, H. & Skrøppa, T. 2016. Genetic parameters for wood quality traits and resistance to the pathogens *Heterobasidion parviporum* and *Endoconidiophora polonica* in a Norway spruce breeding population. *Eur J Forest Res* 135:815-825.
- Sæbø, A., & Johnsen, Ø. 2000. Growth and morphology differ between wind-exposed families of *Sorbus aucuparia* (L.). *Journal of Arboriculture* 26: 255-263.
- Søgaard, G., Johnsen, Ø., Nilssen, J. & Junntila, O. 2008. Climatic control of bud burst in young seedlings of nine provenances of Norway spruce. *Tree Physiology* 28: 311-320.
- Sønstebø, J. H., Tollefsrud, M.M., Myking, T., Steffenrem, A., Nilsen A.E., Edvardsen, Ø.M., Johnskås, O.R., El-Kassaby, Y.A. 2018. Genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seed orchard crops: Effects of number of parents, seed year and pollen contamination. *Forest Ecology and Management* 411: 132-141.
- Tollefsrud, M.M., Kissling, R., Gugerli F., Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Cheddadi, R., van der Knapp, W.O., Lataowa, M., Terhürne-Berson, R. Litt, T., Geburek, T. & Brochmann C. 2008. Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen. *Molecular Ecology* 17: 4134-4150.
- Tollefsrud, M.M., Sønstebø, J.H., Brochmann, C., Johnsen, Ø., Skrøppa, T. & Vendramin, C.G. 2009. Combined analysis of nuclear and mitochondrial structure of North European *Picea abies*. *Heredity* 102: 549-562.

- Tollefsrud, M.M., Sønstebø, J.H. & Åsen, P.A. 2014. Registrering og genetisk karakterisering av villeple i Norge. Rapport fra Skog og landskap 18/14. 25 s.
- Tollefsrud, M.M., Myking, T., Sønstebø, J.H., Lygis, V., Hietala, A.M. & Heurtz, M. 2016. Genetic structure in the northern range margins of common ash, *Fraxinus excelsior* L. PLOS ONE 11(12) DOI:10.1371/journal.pone.0167104.
- Tollefsrud, M.M., Sønstebø, J.H. & Åsen, P.A. 2014. Registrering og genetisk karakterisering av villeple i Norge. Rapport fra Skog og landskap 18/14. 25 s.
- Tsuda, Y., Chen J., Stocks, M., Allmann, T., Sønstebø, J.H., Parducci, L., Semerikov, V., Sperisen, C., Politov, D., Ronkainen, T., Aliranta, M.V., Vendramin, G.G., Tollefsrud, M.M. & Lascoux, M. 2016. The extent and meaning of hybridization and introgression between Siberian spruce (*Picea obovata*) and Norway spruce (*Picea abies*): cryptic refugia as stepping stones to the west? *Molecular Ecology* 25: 2773-2780.
- Venn, A. 1964. Foreløpig melding om det internasjonale proveniensforsøket fra av 1938 i Vest-Norge. *Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon* 12:89-125.
- Walberg, G. 1980. Proveniensforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) fra Tyskland og Norge. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 59.25: 1-29.
- Yakovlev, I.A., Fossdal C.G., Johnsen, Ø, Junntila, O. & Skrøppa, T. 2006. Analysis of gene expression during bud burst initiation in Norway spruce via ESTs from subtracted cDNA libraries. *Tree Genetics and Genomes* 2: 39-52.
- Yakovlev, I.A., Asante, D.K.A., Fossdal C.G., Junntila, O. & Johnsen, Ø. 2011. Differential gene expression related to an epigenetic memory affecting climatic adaptation in Norway spruce. *Plant Science* 180: 132-139.
- Yakovlev, I.A., Lee, Y.K, Rötter, B., Olsen, J.E., Skrøppa, T., Johnsen, Ø. & Fossdal C.G. 2014. Temperature-dependent differential transcriptomes during formation of an epigenetic memory in Norway spruce embryogenesis. *Tree Genetics and Genomes* 10: 355-366.
- Øistuen, S. 1989. Proveniensforsøk med gran (*Picea abies* (L.) Karst.) i Etnedal. Hovedoppgave ved Institutt for skogskjøtsel, Norges landbrukshøgskole. 35 s.



**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 truede 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 fora.