

Kunnskapsgrunnlag for nye industritreslag i Norge

Skogplanteforedling, frøforsyning og skjøtsel i et klima i endring

Rapport nr. 37/2026

27.04.2026





Rapport: Kunnskapsgrunnlag for nye industritreslag i Norge: Skogplanteforedling, frøforsyning og skjøtsel i et klima i endring

Dato: 27.04.2026

Kontaktperson: Seksjonsleder: Trond Svanøe-Hafstad

Rapport-nr.: 37/2026

Forsidebilde: Hogst av sitkagran på kysten av Helgeland.
Foto: Gunnar Nygaard, Statsforvalteren i Nordland

Forfattere Gro Hysten, leder av utredningen (Landbruksdirektoratet)
Arne Steffenrem (NIBIO og Skogfrøverket)
Tor Myking (NIBIO)
Øyvind Meland Edvardsen (Skogfrøverket)
Heidi Yvonne Paulsen (Landbruksdirektoratet)

Forord

Landbruks- og matdepartementet har gitt Landbruksdirektoratet, Skogfrøverket og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) i oppdrag å styrke kunnskapsgrunnlaget om utenlandske treslag som kan være aktuelle som framtidige industritreslag under et endret klima. Oppdraget omfatter erfaringer med forflytning av genetisk materiale, frøforsyning og skogplanteformidling for de treslagene som ble vurdert i utredningen *Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset et framtidig klima* (Landbruksdirektoratet, 2024).

Denne rapporten oppsummerer historiske forsøksreier i Norge, tilgjengelig forskning og informasjon om tilgangen på nasjonale frødata, samt skogskjøtsel for utenlandske treslag. Vi vil takke Bernt-Håvard Øyen, Tore Skrøppa og Gisle Skaret for deres faglige innspill i arbeidet med sentrale tema om treslagenes tilpasning, variasjon og bruk. Vi vil videre takke Morten Walløe Tvedt for innspill knyttet til rettigheter og regulering av genetiske ressurser. Bidragene har vært viktige i arbeidet med kunnskapsgrunnlaget.

Høsten 2025 ble det gjennomført en spørreundersøkelse rettet mot utenlandske eksperter på fagområdene. Enkelte av respondentene ønsket full anonymitet, mens andre ønsket at institusjonen – men ikke personnavn – kunne krediteres. Andre igjen hadde ingen slike preferanser. For å sikre en enhetlig håndtering av personvern og anonymitet har vi derfor valgt ikke å oppgi respondentenes navn eller institusjon i denne rapporten.

Vi vil med dette rette en stor takk til alle fagpersonene fra Sverige, Finland, Danmark, Storbritannia, Frankrike, Tyskland, Tsjekkia, Canada og USA, som delte sine vurderinger, erfaringer og faglige perspektiver. Bidragene deres har vært avgjørende for å styrke kunnskapsgrunnlaget om hvordan de aktuelle treslagene responderer under ulike klimatiske forhold.

Formålet har vært å sammenstille tilgjengelig kunnskap som kan støtte framtidige vurderinger av hvilke utenlandske treslag som kan bidra til langsiktig skogproduksjon som sikrer råstofftilgang og klimatilpasning i norsk skogbruk.

Følgende fagpersoner har bidratt i utarbeidelsen av rapporten - nevnt i alfabetisk rekkefølge: Arne Steffenrem, (Det norske Skogfrøverk/ NIBIO), Gro Hylén og Heidi Yvonne Paulsen (begge fra Landbruksdirektoratet), Tor Myking (NIBIO) og Øyvind Meland Edvardsen (Det norske Skogfrøverk).

Steinkjer, 27.04.2026

Trond Svanøe-Hafstad
Leder av skogseksjonen i Landbruksdirektoratet

Innhold

Forord	3
Innhold	4
1 Sammendrag	7
2 Innledning	9
3 Oppdraget	11
3.1 Tildelingsbrev 2025	11
3.1.1 Landbruksdirektoratet	11
3.1.2 Skogfrøverket	11
3.1.3 NIBIO	11
3.2 Avgrensing av oppdraget	11
3.3 Material og metode	11
4 Treslagenes utbredelse og bruk i Norge	13
4.1 Sitkagran og lutzgran	13
4.2 Vrifuru	14
5 Erfaringer med utenlandske treslag i Norge	15
5.1 Innlandsskogbruk	15
5.1.1 Douglasgran	15
5.1.2 Europalerk	15
5.1.3 Sibirlerk	15
5.1.4 Vrifuru	16
5.2 Kystskogbruk	17
5.2.1 Sitkagran	17
5.2.2 Lutzgran	18
5.2.3 Edelgran	18
5.2.4 Hybridlerk	18
5.2.5 Douglasgran	18
5.3 Frøforsyning	19
5.3.1 Douglasgran	19
5.3.2 Lerk	20
5.3.3 Vrifuru	20
5.3.4 Sitkagran og lutzgran	20
5.3.5 Engelmannsgran	21
5.3.6 Edelgran	21
5.3.7 Optimalisering av sanking og tilvirking av frø	21
5.4 Foredlingsprogram og frøplantasjer	22
5.4.1 Sitkagran	23
5.4.2 Lutzgran	24
5.4.3 Vrifuru	25
5.4.4 Engelmannsgran	26
5.4.5 Sibirlerk	26

5.4.6	Europalerk, hybridlerk og douglasgran	26
5.5	Generell forskningsbasert kunnskap om bruk	26
6	Erfaringer fra utlandet	28
6.1	Skogplanteforedling	28
6.1.1	Douglasgran	28
6.1.2	Sibirlerk	29
6.1.3	Vrifuru	30
6.1.4	Sitkagran	31
6.1.5	Øvrige arter	32
6.1.6	Sammendrag	32
6.2	Frøforsyning	32
6.2.1	Douglasgran	32
6.2.2	Sibirlerk	34
6.2.3	Vrifuru	34
6.2.4	Sitkagran	35
6.2.5	Edelgran	35
6.2.6	Handel med skogsfrø mellom EU-land og Norge (informasjon hentet fra andre kilder): ...	36
6.3	Skogskjøtsel	36
6.3.1	Douglasgran	36
6.3.2	Sibirlerk	36
6.3.3	Vrifuru	37
6.3.4	Sitkagran	37
7	Foredlingsstrategier for nye industritreslag	38
7.1	Muligheter for gjenopptakelse og oppstart av foredlingsprogram	39
7.1.1	Sitkagran	39
7.1.2	Lutzgran	39
7.1.3	Vrifuru	40
7.1.4	Europalerk, sibirlerk, hybridlerk	41
7.1.5	Engelmannsgran, douglasgran og edelgran	41
7.2	Foredling for klimatilpasning og tørkestress	42
7.2.1	Hydraulisk sikkerhet eller sårbarhet	42
7.2.2	Måling av C-isotoper etter tørke	43
7.2.3	Fenotyping av generell helse og vekst i avkomforsøk	43
7.3	Begrensninger	43
8	Rettigheter til genetiske ressurser av innførte treslag	45
8.1	Genetiske ressurser	45
8.2	Internasjonalt rammeverk for tilgang og rettigheter til genetiske ressurser	45
8.3	Nordisk samarbeid om træs genetiske ressurser	45
8.4	Norsk lovverk og regulering av plantegenetisk og skoggenetisk materiale	45
8.5	Sertifisering av og handel med skoglig formeringsmateriale	47
8.6	Plantehelse og risiko ved import	47
9	Annet relevant lovverk i Norge	49

10 Vurderinger, anbefalinger og forutsetninger for gjennomføring	50
10.1 Vurderte tiltak og begrunnelse	50
10.2 Forutsetninger for gjennomføring.....	50
11 Referanseliste	51
Vedlegg 1 Questionnaire and answers about forest tree breeding	56
Questions	56
Answers	59
Douglasgran	59
Sibirlerk, edelgran, vrifuru,.....	68
Sitka spruce	77
Vedlegg 2 Questionnaire and answers about seed supply.....	84
Questions	84
Answers	86
Douglasgran	86
Sibirlerk.....	89
Vrifuru	90
Sitkagran.....	92
Edelgran	94
Vedlegg 3 Questions and answers about forest management and climate change	95
Questions	95
Answers	96
Douglasgran	96
Sibirlerk.....	98
Vrifuru	99
Sitkagran.....	100
Vedlegg 4 Questions and answers about forest production and harvest.....	101
Questions	101
Answers	102
Coast Douglas-fir, Sitka spruce and Lodgepole pine	102

1 Sammendrag

Denne rapporten bygger videre på rapporten *Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset et framtidig klima* (Landbruksdirektoratet 2025). Samlet gir de to rapportene et kunnskapsgrunnlag om utenlandske treslag som kan brukes i Norge i et klima i endring. Grunnlaget omfatter flere tiår med norske forsøk, tidligere foredlingsprogrammer, historiske data om frøforsyning, dagens frøbeholdning og erfaringer fra skjøtsel og produksjon, supplert med erfaringer fra fagmiljøer i ni andre land.

Klimaendringene forventes å gi økt risiko for vårfrost, tørke, skogskader og skogskadegjørere. Dette aktualiserer behovet for målrettet planteforedling. De aktuelle treslagene viser stor variasjon i vekst, frost- og tørketoleranse, noe som understreker betydningen av riktige valg av provenienser og tilgang på genetisk materiale som er tilpasset framtidige klimaforhold. Planteforedling vurderes derfor som en nødvendig forutsetning for å kunne ta i bruk nye industritreslag på en bærekraftig måte.

Internasjonale erfaringer viser at systematisk foredling kan gi betydelige gevinster i produksjon, kvalitet og klimatilpasning. I land som Storbritannia, Danmark, Sverige, Finland, Tyskland, Frankrike, Tsjekkia, USA og Canada, pågår foredlingsprogram med tydelige mål om økt volum, bedre stammeform og større toleranse for frost, tørke og sykdom. Disse foredlingsprogrammene legger også vekt på klimatilpasning gjennom assistert migrasjon og bevaring av høy genetisk variasjon.

Norge har tidligere hatt foredlingsprogram for sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière), lutzgran (*Picea × lutzii* Little), vrifuru (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon.), sibirlerk (*Larix sibirica* Ledeb.) og engelmansgran (*Picea engelmannii* Parry ex Engelm.). Disse foredlingsprogrammene ble i stor grad avsluttet på grunn av lav etterspørsel, men for noen av treslagene gir eksisterende avkomforsøk, frøplantasjer, klonarkiver og plantefelt et verdifullt utgangspunkt for å gjenoppta foredlingen, uten å måtte starte helt på nytt.

Nyere teknologiske verktøy, som genomiske markører, slektskapsanalyser og effektiv fenotyping, gir i dag andre muligheter for raskere, mer presis og kostnadseffektiv foredling, sammenlignet med tidligere. Metoder som "Breeding Without Breeding" gjør det mulig å utnytte eksisterende plantefelt som grunnlag for genetiske utvalg. Resistens mot tørkestress er nevnt som en særlig viktig egenskap for treslag som skal trives i et klima i endring. Det finnes genetisk variasjon for egenskapen, men metodene for testing og seleksjon er krevende og kostbar.

Frøforsyning er et annet sentralt tema i rapporten, og beskrives som en avgjørende forutsetning for å kunne ta i bruk nye industritreslag i større skala. Flere av treslagene har uregelmessige frøår og begrenset frøproduksjon i Norge, og mange av de tidligere frøplantasjene er avviklet. En eventuell satsing på utenlandske treslag vil dermed kreve import av frø i en tid framover. Erfaringer fra andre land viser både variasjoner i hyppigheten av frøår, og at klimaendringer allerede påvirker frøsetting og kongleutvikling for enkelte arter. Internasjonale fagmiljøer peker også på at markedstilgangen for frø kan være uforutsigbar, blant annet på grunn av konkurranse om frøressurser, plantesunnhetskrav og regulatoriske barrierer. For å kunne produsere skogplanter av utenlandske treslag, er det behov for en forutsigbar og nasjonalt forankret frøforsyning. Dette vil kreve både etablering av nye frøplantasjer og modernisering av produksjons- og behandlingsskapiteten.

Skogskjøtsel omtales også som en viktig del av kunnskapsgrunnlaget. Erfaringer fra norske forsøk viser at treslagene reagerer ulikt på tiltak som tynning, omløpstid, foryngelsesmetode og planteavstand. Den internasjonale spørreundersøkelsen bekrefter disse variasjonene og viser at skjøtselstilnæringer for de aktuelle treslagene varierer mellom land. Planting er den mest brukte foryngelsesmetoden, og flere land vurderer endringer i omløpstid og tynningsstrategi for å møte økt klimarisiko. Noen land anbefaler kortere omløpstider for å redusere risiko for tørke, skadedyr og stormskader, mens andre vurderer dagens praksis som tilstrekkelig. Bruk av treslagsblanding, justert plantetetthet og større oppmerksomhet på klimatilpasning trekkes fram som viktige tiltak.

Samlet viser rapporten at Norge har et godt utgangspunkt for å videreutvikle både foredling, frøforsyning og skjøtsel for nye industritreslag, men at dette krever målrettet innsats, tilgang på egnede arealer for frøplantasjer, feltforsøk og tilstrekkelig, langsiktig finansiering av forskning og utvikling innen fagfeltet. I

tillegg vil en oppskalering av bruk kreve en endring av norsk regelverk for utsetting av utenlandske treslag.

Den kombinerte kunnskapen fra norske forsøk og internasjonale erfaringer gir et solid grunnlag for å vurdere hvordan disse treslagene kan bidra til framtidig produksjon og verdiskaping i norsk skogbruk, som i økende grad må ta hensyn til klimaforandringer.

På bakgrunn av dette kunnskapsgrunnlaget drøfter rapporten hvilke tiltak som kan være aktuelle, og hvilke forutsetninger som må være oppfylt for en vellykket gjennomføring.

2 Innledning

Klimaendringer utfordrer norsk skogbruk og øker behovet for beredskap og langsiktig planlegging. Denne rapporten bygger videre på utredningen om *Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset et framtidig klima* (Landbruksdirektoratet 2024), og presenterer kunnskap om hvordan utvalgte treslag kan bidra både til klimatilpasning og fremtidig verdiskaping i det norske skogbruket. Fokus ligger på dagens kunnskapsgrunnlag om bruk av utenlandske treslag i Norge, samt erfaringer fra andre land knyttet til skogplantevedling, frøforsyning, skogskjøtsel og produksjonspotensial. Som en del av arbeidet gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant norske og internasjonale fagpersoner, for å innhente erfaringsbasert kunnskap om vedling, frøforsyning og skogskjøtsel for de aktuelle treslagene.

Gran (*Picea abies* (L.) H.Karst.) er Norges viktigste industritreslag. Klimaendringer, med økt risiko for tørke, stormskader og nye skadegjørere, gjør ensartede granbestand sårbare (VKM, 2022). Økt robusthet i skogen kan innebære endringer i treslagsfordeling. Slike endringer kan delvis skje ved naturlig foryngelse over tid, eller ved planting av frøplanter, som er vanlig etter slutthogst. Klimaforandringene fram mot 2100 forventes imidlertid å skje raskt, og det er usikkert om gran vil klare å tilpasse seg i samme tempo. Dette aktualiserer behovet for å vurdere utenlandske treslag i det norske skogbruket, ettersom flere av disse kan være bedre tilpasset fremtidens klima, ha høyere produksjonsevne og større potensial for verdiskaping enn dagens vanligste industritreslag.

Bruken av utenlandske treslag i Norge har en lang historie. Allerede på 1700-tallet ble arter som europalerk (*Larix decidua* Mill.) og edelgran (*Abies alba* Mill.) innført, først som prydtrær og forsøksobjekter. På 1800-tallet ble forsøkene mer systematiske, og treslag som sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière), douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) og svartfuru (*Pinus nigra* J.F.Arnold) ble plantet for å undersøke trærnes vekst og tilpasning. Etter andre verdenskrig fikk utenlandske treslag en sentral rolle i skogreisningen, særlig langs kysten, med mål om å øke virkesproduksjonen og å sikre fremtidige tømmerinntekter. Sitkagran og vrifuru (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon) ble prioritert, fordi de vokste raskere og tålte krevende miljø bedre enn gran. Disse erfaringene har gitt verdifull kunnskap om at riktig valg av genetisk materiale er avgjørende for klimatilpasning og produksjon. Tidligere proveniensforsøk og vedlingsarbeid har dokumentert stor variasjon mellom populasjoner når det gjelder vekst, overlevelse og toleranse for frost og tørke. Dette understreker betydningen av systematisk skogplantevedling for alle treslag som kan vurderes for framtidig bruk.

Frøforsyning er et særlig kritisk område i arbeidet med nye industritreslag. Flere av treslagene produserer frø uregelmessig, og tidligere frøplantasjer i Norge er i liten grad operative i dag. En langsiktig og nasjonal frøforsyning er derfor nødvendig for å sikre stabil tilgang på frø av høy genetisk og fysiologisk kvalitet, redusert importbehov og minimert risiko for spredning av planteskadegjørere.

Erfaringene fra andre land viser at frøplantasjer og målrettet vedling er grunnpilarer i en stabil skogproduksjon.

Denne rapporten tar utgangspunkt i treslagene som ble vurdert i utredningen *Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset et framtidig klima* (Landbruksdirektoratet, 2024). Treslagene som da ble vurdert var douglasgran, europalerk, sibirlerk (*Larix sibirica* Ledeb.), vrifuru, engelmansgran (*Picea engelmannii* Parry ex Engelm.), sitkagran, lutzgran (*Picea × lutzii* Little), edelgran og hybridlerk (*Larix marschlinii* Coaz).

Vi har innhentet erfaringer fra norske og utenlandske fagmiljøer om skogplantevedling, frøforsyning, skogskjøtsel og produksjonspotensial. Målet er å sammenstille et kunnskapsgrunnlag som kan støtte strategiske valg i det norske skogbruket, og som legger til rette for langsiktig robusthet, økt produksjon og verdiskaping. Ved å kombinere historiske erfaringer om utenlandske treslag, internasjonal kunnskap og moderne plantevedlingsteknologi, kan norsk skogbruk styrke sin klimatilpasning og sikre råstofftilgangen til både industrien og det grønne skiftet som vi står overfor framover.



Foto:
Douglasgran og
bøk i blanding,
Silkeborg i
Danmark. Øyvind
Meland
Edwardsen,
Skogfrøverket

3 Oppdraget

Landbruks- og matdepartementet (LMD) har gitt Landbruksdirektoratet, Stiftelsen Det norske Skogfrøverk (Skogfrøverket) og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) i oppdrag å styrke kunnskapsgrunnlaget om treslag som kan være aktuelle som framtidige industritreslag i et endret klima

3.1 Tildelingsbrev 2025

I dette kapittelet gjengir vi oppdragsteksten slik den framgår av tildelingsbrevene til de tre institusjonene. Kapittelet omtaler også avgrensningen av oppdraget og hvilke material og metoder som er brukt i arbeidet.

3.1.1 Landbruksdirektoratet

Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset fremtidens klima del 2. Det skal gjennomføres et utredningsarbeid som skal innhente kunnskap og erfaringer fra land som i sin treindustri bruker treslag som kan egne seg som norsk industritre i et endret klima. Kunnskapsgrunnlaget skal omfatte erfaringer med forflytning av genetisk materiale, frøforsyning og aktuelle foredlingsstrategier for de treslagene som er anbefalt i utredningen om «Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset et framtidig klima». Arbeidet skal utføres sammen med Skogfrøverket og NIBIO. Landbruksdirektoratet skal lede arbeidet.

3.1.2 Skogfrøverket

Som følge av klimaendringene vil det være nødvendig med nye strategier i skogbruket som tar høyde for hastigheten og omfanget av endring. Det er behov for å finne og teste nye plantematerialer og industritreslag som takler og utnytter endrede vekstbetingelser og nye forvaltningsregimer. Behovet for assistert migrasjon kan øke, og det er forventet behov for et like høyt eller høyere produksjonsvolum av skogfrø i årene som kommer. Skogfrøverket anmodes om å samarbeide med NIBIO og Landbruksdirektoratet for å møte disse utfordringene.

3.1.3 NIBIO

NIBIO bidrar med faglig kunnskap og forskning i samarbeid med Skogfrøverket og Landbruksdirektoratet i utredningsarbeidet. Dette omfatter blant annet erfaringer med genetisk materiale, frøforsyning og foredlingsstrategier for treslag som kan egne seg som industritre i et endret klima. Gjennom samarbeid sikres et godt kunnskapsgrunnlag for framtidige beslutninger i skogbruket.

3.2 Avgrensning av oppdraget

Denne utredningen vurderer ikke treslagenes påvirkning på naturmangfoldet. Slike vurderinger ligger utenfor oppdraget. Arbeidsgruppen har hatt som hovedmål å sammenstille relevant fagkunnskap om skogplantebredning, frøforsyning og produksjonspotensial, som grunnlag for strategiske og langsiktige valg i norsk skogbruk, i lys av klimaendringene.

3.3 Material og metode

Arbeidet bygger på et omfattende datagrunnlag, som er basert på eksisterende forskning, historiske forsøksreiser i Norge og informasjon om tilgjengelige frømengder av de utenlandske treslagene hos Skogfrøverket på Hamar. Det ble også gjennomført en spørreundersøkelse høsten 2025, rettet mot internasjonale fagpersoner, om deres erfaringer med bruken av de aktuelle treslagene i arbeid med planteforedling og frøforsyning og skogskjøtsel i andre land.

Bruk av historiske forsøk og tidligere foredlingsmateriale: Rapporten bygger på en gjennomgang av omfattende norske historiske forsøksreiser, inkludert kombinerte proveniens- og avkomforsøk for sitkagran, lutzgran, vrifuru og sibirlerk etablert fra 1960-tallet og framover. Disse forsøkene har gitt informasjon om treslagenes vekst, herdighet og variasjon mellom provenienser og familier, og utgjør et viktig grunnlag for vurdering av foredlingsmuligheter.

Erfaringer fra norske fagpersoner: I arbeidet har vi innhentet erfaringer fra norske fagpersoner som har arbeidet med utenlandske treslag. Dette gjelder særlig forskere som har hatt ansvar for etablering og oppfølging av norske proveniens- og avkomforsøk. Deres vurderinger har bidratt til å belyse sentrale fagtema og avdekke forhold som ikke er tilstrekkelig beskrevet i publisert forskning.

Spørreundersøkelse blant internasjonale fagmiljøer: For å styrke kunnskapsgrunnlaget, gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant internasjonale fagpersoner med kompetanse innen skogplantevedling, frøforsyning, skogskjøtsel og skogproduksjon. Undersøkelsen ble sendt til eksperter i Sverige, Finland, Danmark, Storbritannia, Tyskland, Tsjekia, Frankrike, Canada og USA, og gir et oppdatert bilde av foredlings- og frøforsyningssystemer som finnes for de aktuelle treslagene. Resultatene danner et viktig supplement til erfaringer fra norske fagmiljøer.

Formålet var å samle inn erfaringsbasert kunnskap om:

- eksisterende foredlingsprogrammer
- frøforsyning og frøproduksjon (herunder frøår, frøkilder, eksporttilgjengelighet og regulatoriske barrierer)
- vurderinger av klimatilpasning, herunder i hvilken grad treslagene påvirkes av tørke, frost, skadedyr og sykdommer
- skogskjøtsel, inkludert anbefalinger om omløpstid, tynning og foryngelsesmetoder

Spørsmålene var standardiserte og delt inn i tematiske blokker (skogplantevedling, frøforsyning og skogskjøtsel og produksjon), og kombinerte forhåndsdefinerte svaralternativer med mulighet for å gi utdypende kommentarer.

Respondentene beskrev forholdene i eget land eller egen region, noe som gjør at besvarelsene reflekterer forskjeller i klimaforhold, foryngelses- og skjøtelsespraksiser samt i organisering av vedling og frøforsyning. Hele spørreskjemaet og alle originalbesvarelser er gjengitt i vedlegg til rapporten.

Internasjonale kilder: I tillegg til spørreundersøkelsen er det hentet inn kunnskap fra internasjonale foredlingsprogram, dokumenterte frøplantasjer, vitenskapelig litteratur og internasjonalt kontaktnettverk hos NIBIO, Skogfrøverket og nordiske og europeiske forskningsmiljøer. Disse kildene har bidratt med faglig innsikt om foredlingsstrategier, genetisk variasjon, frøtilgjengelighet og skogskjøtsel i land som allerede bruker de aktuelle treslagene i stor skala.

Datagrunnlag for treslagenes utbredelse: I rapporten viser vi flere steder treslagenes forekomstareal, slik den er registrert av Artsdatabanken. Forekomstarealet er beregnet etter en standardisert IUCN-metode, som kort fortalt er summen av alle ruter på 2x2 km der arten er registrert, uavhengig av hvor mange individer som finnes i hver rute (Artsdatabanken, 2026). Produksjonsarealer, som for eksempel plantefelt, inngår ikke i Artsdatabankens beregning av forekomstareal (Artsdatabanken, 2026). Utbredelsen av produksjonsarealene / plantefeltene har tradisjonelt blitt beregnet som summen av plantefelt estimert fra plantesalg, som ofte er betydelig mindre enn estimert forekomstareal. Et eksempel på dette er vrifuru, som har et kjent forekomstareal på 916 km² og mest sannsynlig forekomstareal på 3 000 km² (Artsdatabanken, 2026, 2023a), mens utbredelsen (summen av plantefelt) er beregnet til 60 km² (Nygaard et al., 2015). Vi snakker altså om to komplementære metoder som estimerer to forskjellige arealtyper (forekomstareal/ spredingsareal versus utbredelse av plantefelt), som derfor gir forskjellige resultater. I det følgende bruker vi konsekvent *forekomstareal* for å referere til Artsdatabankens metode, mens *utbredelse* refererer til summen av plantefelt estimert fra planteslag.

4 Treslagenes utbredelse og bruk i Norge

I dag er det kun tre av de ni utvalgte utenlandske bartreslagene, omtalt i rapporten *Egnede industritreslag for skogbruket tilpasset et framtidig klima* (Landbruksdirektoratet, 2024), som har kommersiell interesse for det norske skogbruket: sitkagran, lutzgran og vrifuru. De seks resterende treslagene edelgran, douglasgran, europalerk, sibirlerk, hybridlerk og engelmansgran, har liten utbredelse. Som skogdannende treslag er de stort sett brukt i mindre plantefelt og forsøksfelt, med sikte på å undersøke produksjon i norske klimatiske forhold.

4.1 Sitkagran og lutzgran

Utbredelse: Sitkagran er det utenlandske treslaget som har størst utbredelse i Norge, og sitkagrana finnes hovedsakelig langs kysten fra Rogaland i sør til Troms i nord. Ifølge Øyen og Nygaard (2020) utgjør arealet som er tilplantet med sitkagran i Norge 482 km². Lutzgran er en naturlig hybrid mellom sitkagran og kvitgran (*Picea glauca* (Moench) Voss). Plantefelt med lutzgran utgjør ca. 50 km², og finnes stort sett på Vestlandet og i Nordland (Øyen og Nygaard, 2020 hvor arten ble plantet på grunn av dens høye vind- og salttoleranse (Stabbetorp & Aarrestad, 2012). Kjent forekomstareal for sitkagran og lutzgran samlet er oppgitt til 6 876 km², som tilsvarer om lag 0,6 prosent av Norges skogareal, ref. kap. 3.3 (Artsdatabanken, 2023b).

Artsdatabanken omtaler sitkagran og lutzgran sammen, fordi de har svært like egenskaper og det er ofte vanskelig å skille dem fra hverandre i felt. Det har også vært usikkerhet rundt identiteten til det plantede materialet, da frø fra Nord-Amerika kan inneholde grader av hybridisering, fra ren sitkagran til hybridene lutzgran – uten at dette nødvendigvis har vært kjent ved import av frø. Hybridene lutzgran er fertile og kan krysse tilbake med sitkagran. I Nord-Amerika finnes det en bred hybridsoner der hybridiseringen inntreffer gradvis, fra nærmest ren kvitgran i kontinentale strøk, til nærmest ren sitkagran i oseaniske områder (Hamilton & Aitken, 2013). Dette gjør at grensen mellom artene er uklar, og innebærer at taksonet må anses som vanskelig å avgrense (Stabbetorp & Aarrestad, 2012).

Stående volum: Stående volum for sitkagran, lutzgran og andre utenlandske granarter (*Picea* sp.) er ifølge data fra Landsskogtakseringen (referanseår 2021) beregnet til 11,45 millioner kubikkmeter med bark, noe som tilsvarer 1,1 prosent av alt stående volum i Norges skoger.¹

Avvirkning: I 2025 ble det avvirket 168 486 kubikkmeter tømmer av sitkagran/lutzgran², som tilsvarer 0,02 prosent av all tømmeravvirkning i Norge (Landbruksdirektoratet, 2026). I 2025 ble det solgt sitkagrantømmer for ca. 112 millioner kroner (Figur 1).

Avsetning: Sitkagran kan godkjennes som konstruksjonsvirke i Norge gjennom styrkesortering i henhold til standarden for visuell sortering NS-INSTA 142, eller maskinsorteres i henhold til innstillinger i standarden NS-EN 14081-4 (Bramming et al., 2009).

Per 2019 var det ingen store sagbruk i Norge som utnyttet sitkagran som ressurs (Fylkesmannen i Nordland, 2019), og det har heller ikke vært mulig å finne informasjon om hvorvidt sitkagran blir skåret på norske sagbruk i dag.

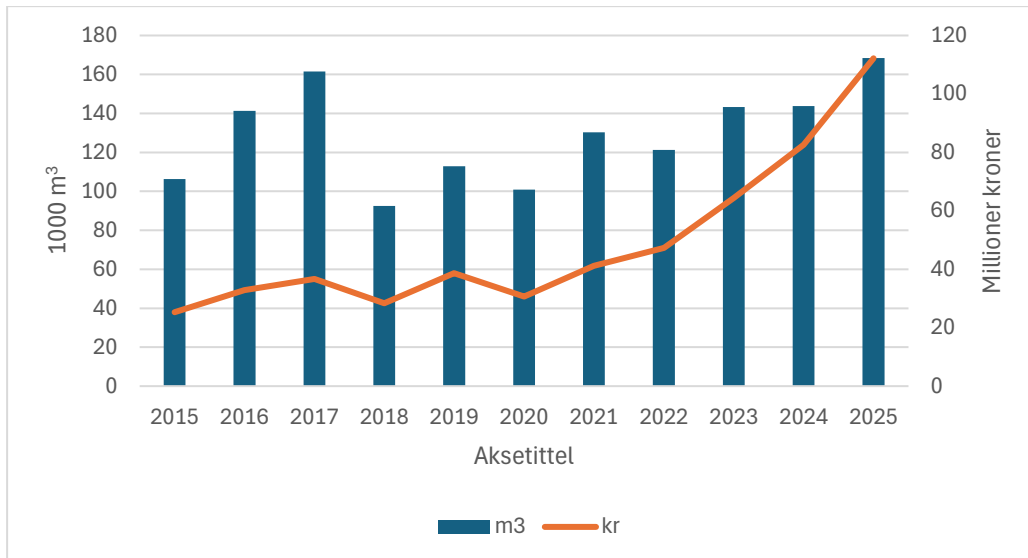
Bedriften Nordpall i Hadsel kommune har planer om å bruke lokalt sitkagrantømmer til pallproduksjon (Nordfra, 2024).

Store mengder sitka-sagtømmer eksporteres sjøveien, fra hele norskekysten til Tyskland og Danmark (Norsk Skogbruk 2018, Norsk Skogbruk 2023a).

Den sitkagrana som hittil har vært hogd i Helgelandsregionen har stort sett blitt fliset opp og benyttet som reduksjonsmiddel i smelteovnene til Elkem Salten. Høsten 2023 ble det eksportert sagtømmer av sitkagran fra Helgeland til Asia (Norsk skogbruk, 2023b) og i 2025 ble det eksportert tømmer fra Skorpa til Sverige (Helgelands blad, 2025).

¹ Data fra Landsskogtakseringen, periode 2019 – 2023 (referanseår 2019) Utarbeidet av Landbruksdirektoratet.

² Antall kubikkmeter av sitkagran/lutzgran er oppgitt på forespørsel til Landbruksdirektoratet.



Figur 1 Avvirkning av sitkagrantømmer angitt i antall tusen kubikkmeter, og samlet pris angitt i millioner kroner på høyre akse. Avvirket volum inkluderer alt innmålt industrivirke (sag-, masse-, energi- og vrakvirke). Kilde: Landbruksdirektoratet.

4.2 Vrifuru

Utbredelse: Utbredelsesarealet med vrifuru i Norge er beregnet til omtrent 60 km², hvorav rundt 40 km² finnes på Østlandet, hovedsakelig av innlandsformen, var. *latifolia* (Nygaard et al., 2015). Dette innebærer at vrifuru er det utenlandske treslaget som det er plantet nest mest av i Norge, etter sitkagran. Tallene gjelder tilplantet areal, og ikke spredning ved naturlig foryngelse. Kjent forekomstareal er beregnet til 916 km², og potensielt utbredelsesområde omfatter alle fylker nord til Troms, trolig med noe ulik fordeling på de to varietetene (Artsdatabanken, 2018b).

I Norge er det plantet en del vrifuru i noen høyreliggende områder i Innlandet og sør i Trøndelag, blant annet rundt Røros. Ellers i landet er det langt mellom skogbestandene med vrifuru (Viken Skog, 2022).

Stående volum: Stående volum av vrifuru er ifølge data fra Landsskogtakseringen (referanseår 2021) beregnet til 1,67 millioner kubikkmeter, noe som tilsvarer 0,2 prosent av alt stående volum i Norges skoger.

Avvirkning og avsetning: Det finnes ikke offisiell statistikk over avvirkning av vrifuru som en egen kategori, verken for salg til privatpersoner eller industri.

5 Erfaringer med utenlandske treslag i Norge

I dette kapittelet oppsummer vi erfaringer med bruk av utenlandske treslag i Norge, basert på resultater fra forsøk gjennom flere tiår i både innlands- og kystskogbruket.

5.1 Innlandsskogbruk

Innlandsskogbruket kjennetegnes av kontinentale klimaforhold med store temperaturvariasjoner, tørre somre og kalde vintre, som gir gode forutsetninger for produksjon, men som samtidig stiller strenge krav til hardighet og frosttoleranse. Dette har gjort innlandet til et viktig område for omfattende uttesting av utenlandske treslag, der de påfølgende underkapitlene omtaler erfaringene og vurderer hvordan ulike materialer responderer på disse vekstvilkårene.

5.1.1 Douglasgran

Douglasgran har, sett med norske øyne, en sørlig utbredelse. Dette er årsaken til en gjennomgående sein vekstavslutning, som kan gi opphav til modningsbetingete frostskader om høsten. Særlig provenienser fra delstatene Washington og Oregon i USA har vist seg å være lite hardføre i Norge (Magnesen, 1992). Problemer med høstfrostskaader er avtagende med proveniensenes nordlighet, høyde over havet og særlig avstand fra kysten. Spesielt innlandsprovenienser fra British Columbia i Canada regnes som tilstrekkelig hardføre for norske forhold (Magnesen, 1992). Motsatt er nettopp provenienser fra innlandet og øvre høydelag følsomme for vårfrost. Dette er trolig mer kritisk i dagens og fremtidens klima, enn høstfrostisiko. Ved valg av materialer for etablering av skog i dag ville vi derfor lagt mest vekt på materialer som tåler vårfrost. Det ser ellers ut til at lavlandsprovenienser fra dalbunner har større hardighet mot sein vårfrost enn provenienser fra lisider i nærheten, noe som kan bety at hardighet mot høstfrostskaader og vårfrostskaader kan la seg kombinere (Magnesen, 1992). Douglasgran regnes ellers som et treslag som passer best i blanding med andre treslag (Madsen et al., 2013).

5.1.2 Europalerk

Det er begrenset med kunnskap om proveniensvariasjon i klimatilpasning for europalerk for innlandet. Bare få provenienser av europalerk er undersøkt systematisk, og kun for vestnorske forhold (Magnesen, 1992), som gir få holdepunkter for å gi anbefalinger for bruk av treslaget i innlandsstrøk, ut over at provenienser fra stor høyde over havet er sterkest mot høstfrost (Magnesen, 1992).

Produksjonsdata fra målinger i bestand med europalerk finnes i databasen *Langsiktige feltforsøk* ved NIBIO. I 16 felt er produksjonen målt til mellom 0,5 og 1,5 m³/ daa/ år.

5.1.3 Sibirlerk

En frøplantasje med sibirlerk ble i perioden 1967- 69 anlagt av Oppland og Hedmark skogselskaper på Jønsberg i Stange. Arealet var på fem dekar og inneholdt 22 kloner fra utvalgte bestand fra høydelag 400 – 600 moh. i Nordland, Sør-Trøndelag, Hedmark og Oppland. I årene 1975-1983 ble det høstet 69 kg frø i plantasjonen.

I 1964 ble det anlagt en seks dekar stor frøplantasje på Sønsterud. Frøplantasjonen ble etablert med seks avlstrær utvalgt i Norge, men med opprinnelse i Jenisej og Raivola i Russland. Det er gjort krysninger og sanket frø til forsøk, fra både Sønsterud og Jønsberg. I et planteskoleforsøk i 1978 hadde planter fra Jønsberg det første året bedre høydevekst enn planter fra handelsfrø av japanlerk (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière) og europalerk. Det finnes ingen resultater fra målinger i plantefelt med dette materialet, og frøplantasjene er avviklet.

Produksjonen i NIBIOs langsiktige feltforsøk i Nordland og Troms er på 0,5-1,0 m³/daa og år. I Nord-Norge er det blitt plantet en del sibirlerk av den såkalte Raivola-proveniensen (G. Skaret pers. medd., 2025), som har vist god tilpasning, god stammeform og høy tilvekst.

5.1.4 Vrifuru

Forsøk med provenienser av vrifuru er blitt utført fra 1960-tallet (Tabell 1), hovedsakelig med innlandsformen (var. *latifolia*). Proveniensenene i de første forsøkene kom fra breddegrader sør for 56°N, hovedsakelig fra de canadiske provinsene British Columbia og Alberta, men også fra deler av USA lenger sør. Tidlige målinger, inntil åtte års alder, viste at de nordligste proveniensenene fra breddegrad 54-56°N, fra de indre områdene i Canada, hadde best overlevelse og høydevekst på indre strøk av Østlandet. I tre forsøksfelt på Sørlandet hadde vrifurua etter 16 år bedre høydevekst enn fem andre treslag (gran, kvitgran, svartgran, fjelledelgran og douglasgran). På ett felt hadde imidlertid vrifurua stor avgang og krokete stammeform.

Tabell 1 Forsøk med vrifuru på Sørlandet, Østlandet og i Nord-Norge. Kortidsforsøk er plantet på jordbruksmark.

Forsøkstype	Antall felt	Etablert år	Lokaliteter/ region	Antall provenienser/ familier	Litteratur
Planteskole	1	1966	Reiersøl	61/10	Dietrichson, 1970
Kortidsforsøk	1	1969	Hogsmark	61/10	Dietrichson, 1970
Feltforsøk	7	1969	Østlandet, Trøndelag	37	Skrøppa og Dietrichson, 1978
Feltforsøk	3	1969	Agder	6	Kaasen og Dietrichson, 1987
Feltforsøk	10	1973	Hedmark	4-58	Køhn, 1978
Feltforsøk	1	1977	Trysil	5 + AØ6	
Kulturforsøk	18	1975-78	Gravberget	14 + B5 +B350	Skrøppa, 1992
Kulturforsøk	10	1976-77	Østlandet	6 – 14 +A6	
Kortidsforsøk med provenienser og familier	6	1982-83	Trysil, Kvatninga, Andselv	60/683	Skrøppa og Dietrichson, 1987
Avkomforsøk	1	1988	Rendalen	14/108	Skrøppa, 2013
Feltforsøk	1	1982	Rognan	10/30	Edvardsen og Lauritzen, 1993

I forsøk med provenienser fra breddegrader mellom 55°N og 61°N, som ble plantet senere på indre Østlandet, hadde proveniensenene fra den nordlige sonen litt mindre høydevekst, men bedre overlevelse 12 – 14 år etter planting, bedre stammeform, litt færre dobbeltopper og noe mindre skader enn proveniensenene fra den sydlige sonen. Vrifurua hadde høyere overlevelse, 30 prosent bedre høydevekst og færre trær med skader enn kontrollprovenienser av furu (*Pinus sylvestris* L.).

I kortidsforsøkene i Trysil, Kvatninga og Andselv, med 683 familier fra 60 populasjoner, var det godt samsvar mellom proveniensenenes høydevekst i Trysil og Kvatninga, og proveniensenene fra 54–58°N vokste best. I Andselv derimot, var proveniensenene fra breddegrad 62–64°N høyest, og de sydligste proveniensenene hadde høyest avgang. For adaptive egenskaper, som skuddskyting, lignifisering og

skader, var det en klar sammenheng med populasjonens breddegrad på alle forsøksfeltene. For alle egenskaper var det stor variasjon mellom familier innen bestand.

I avkomforsøket i Rendalen med familier fra 14 populasjoner fra breddegradene 62°02' og 63°40' og høydelag 420–830 m i Yukon, Canada, var det 23 år etter planting stor variasjon mellom familier i avgang, høyde og diameter. Imidlertid var gjennomsnittlig avgang for familiene 8,7 prosent, mens den var 61,2 prosent for kontrollmaterialet av furu. Vrifurumaterialet hadde middelhøyde på 460 cm, mens den var 280 cm for furua.

I feltforsøket på Rognan, med ti provenienser og avkom fra Yukon, var vrifuru etter ni års vekst i gjennomsnitt over 30 prosent høyere enn den lokale furuproveniensen. Den beste proveniensen var 116 cm høyere enn den lokale furuproveniensen. Det var lite variasjon i høydevekst mellom de ulike nordlige proveniensene, men det var variasjon i ulike kvalitetsegenskaper.

Oppsummert viser omfattende proveniensforsøk at vrifuru med opphav fra nordlige og kontinentale deler av Nord-Amerika har best klimatilpasning i indre deler av Østlandet. Provenienser fra 54–56° nordlig breddegrad, særlig fra indre deler av British Columbia, samt fra høydelag på om lag 800–1000 moh. i Alberta, har gjennomgående vist god herdighet og tilfredsstillende vekst under disse forholdene (Dietrichson, 1970, Skrøppa og Dietrichson, 1978). Tilsvarende var proveniensene fra breddegrad 62–64°N høyest og hadde mindre avgang i Andselv ved Bardufoss i Nord-Norge. Vi ser altså et positivt samsvar mellom proveniensenes breddegrad og hvilken breddegrad de egner seg best i Norge.

Denne konklusjonen støttes også av at kystnære provenienser og provenienser fra lavere høydelag (under ca. 900 moh.) i midtre deler av British Columbia har vist usikker eller svak klimatilpasning på indre Østlandet. Tilsvarende har provenienser med opphav i indre deler av USA gjennomgående hatt dårligere vekst og overlevelse enn materialer med opprinnelse de canadiske provinsene British Columbia og Alberta.

Forsøkene viser videre at vrifuru kan ha betydelig bedre overlevelse og vekst enn vanlig furu, forutsatt at det velges egnede provenienser. En viktig forutsetning er at vrifuru etableres på godt drenerte, gjerne tørre, og næringsfattige boniteter, der arten viser særlig god tilpasning. Samlet sett indikerer resultatene at det finnes et betydelig potensial for videre foredling av vrifuru, basert på dokumentert genetisk variasjon og tidligere forsøksmateriale.

5.2 Kystskogbruk

Kystskogbruket fra Rogaland til Troms preges av et mildt og fuktig klima med lang vekstsesong, høy nedbør og betydelig vindeksponering. Dette er forhold som gir gode produksjonsmuligheter, men som samtidig stiller særskilte krav til robusthet og klimatilpasning. Dette har bidratt til omfattende bruk og testing av utenlandske bartrær i kystsonen. De påfølgende underkapitlene omtaler erfaringer med utenlandske treslag og vurderer hvordan frøforsyning og proveniensvalg kan sikre framtidig produksjon og stabilitet under slike vekstvilkår.

5.2.1 Sitkagran

Materialer fra områder fra 54°N og nordover langs den amerikanske vestkysten er best egnet til skogproduksjon i kyststrøk i Norge. Provenienser fra 54–55°N har best vekst, med avtakende vekst med økende nordlig opphav. Samtidig øker herdighet mot frost med materialenes nordlighet. På klimatisk utsatte lokaliteter langs kysten eller i stor høyde over havet har de nordligste proveniensene hatt minst skader og best høydevekst (Magnesen, 2001). I Nord-Norge er det vært best erfaringer med materialer fra Seward-området i Alaska (Gisle Skaret, pers. medd., 2025).

Bruksområde for sitkagran i Norge er primært i ytre kyststrøk på Vestlandet, der treslaget kan plantes opp til 200–250 moh. Sitkagran kan også plantes i nedbørsrike områder i midtre og indre strøk, i indre strøk opp til 400–600 m. I vintermilde kyststrøk i Trøndelag og Nordland kan sitkagran også brukes. Se Magnesen (2001) for mer informasjon om aktuelle provenienser.

Sitkagran fra norske bestand og frøplantasjer har i forsøk vist like gode eller bedre egenskaper for spiring, overlevelse og vekst enn importerte provenienser (Magnesen, 2001). Det finnes i dag ingen

norske frøplantasjer med sitkagran, men frø fra norske bestand kan anbefales brukt. Det finnes fremdeles en god, gjenværende beholdning av frø fra både Kaupanger og Honganvik frøplantasjer. Sitkagran er meget stormsterk når den står på mark med god jorddybde (Fraser & Gardiner 1967; Nicoll et al., 2006).

5.2.2 Lutzgran

Lutzgran har først og fremst blitt mye plantet i kyst- og fjordstrøkene i Nord-Norge, der erfaringene er svært gode. Lutzgran har vært foretrukket framfor sitkagran i nordlige strøk av Nordland og Troms fordi den er mer vinterherdig (Øyen et al., 2009). Det er ingen nåværende proveniensforsøk verken på Vestlandet eller i Nord-Norge. Treslaget er imidlertid testet i treslagsforsøk flere steder på Vestlandet, i høydelag opp til 500 moh. og i produksjonsforsøk i Nord-Norge. Høydeveksten i forsøkene på Vestlandet har for lutzgran vært omtrent som sitkagran og kvitgran fra samme område, men betydelig mindre enn for sørligere provenienser av sitkagran (Magnesen, 2001). I Nord-Norge er det etablert et stort antall genetiske forsøk og en del av disse forsøkene inneholder også provenienskontroller. I Nord-Norge er det proveniensen fra Seward i Alaska som har vært foretrukket ved import (Gisle Skaret, pers. medd., 2025), men det sankes også frø fra norsk kulturskog med hybridene.

5.2.3 Edelgran

Edelgran tåler forflytninger godt, i likhet med gran. Proveniensforsøk er anlagt i overgangen 1800-1900-tallet i tidl. Hordaland fylke med materialer fra Slovakia, Polen og Schwarzwald i Tyskland. Blant disse proveniensene ble det ikke observert sikre forskjeller, som tyder på at proveniensene har noenlunde samme krav til klimaet. Anbefalte materialer på Vestlandet sør for Stadt er de samme proveniensene som for vanlig gran, mens det i Møre og Romsdal anbefales edelgran fra høydelag 1100-1300 moh. i opprinnelseslandet (Magnesen, 2001). Edelgran er mer motstandsdyktig mot rotråte enn vanlig gran, men er samtidig mer utsatt for vindskader (Nedkvitne, 1966) og ikke minst for skader påført av hjortevilt. Skadeinsektet edelgranlus (*Dreyfusia* sp.) kan også være et stort problem for edelgran på Vestlandet (Artsdatabanken, 2018a).

5.2.4 Hybridlerk

Fra 1970-tallet har hybridlerk, som er en krysning mellom europalerk og japanlerk, etter hvert overtatt som den mest plantede lerken i lavlandet i Sør-Norge, særlig i Rogaland og vest i Agder (Øyen, 2006, Bernt Håvard Øyen, pers. medd., 2025). Det har ikke blitt etablert forsøk med hybridlerk i Vest-Norge, med unntak av noen få forsøk i Rogaland og Vestland der hybridlerk i de fleste forsøkene kun ble brukt til supplering i proveniensforsøk med europalerk (Robak, 1982). Hybridlerken, som i disse forsøkene var fra andregenerasjonsfrø, viste seg så godt som fri for lerkerekreft (*Lachnellula* ssp.). Med hensyn på stammekvalitet og tilvekst var hybridlerken på linje med gjennomsnittet av europalerk (Robak, 1982, Magnesen, 2001). I mangel av utprøving og forsøksresultater, må eventuelle anbefalinger om bruk av hybridlerk i dag avgrenses til de områdene i Sørvest-Norge der treslaget er plantet og funnet egnet til bruk. På Vestlandet kan beskyttede områder, spesielt i midtre- og indre strøk, være aktuelle for hybridlerk og japanlerk (Øyen, 2005). Skal anbefalingene for japanlerk følges, bør hybridlerk bare brukes opp til 200 moh. og sør for Stad (Magnesen, 2001).

5.2.5 Douglasgran

Forsøksmateriale av douglasgran, i alt 51 provenienser fra delstatene Washington og Oregon i USA, ble fra ca. 1870 plantet ut i områdene som i dag er fylkene Vestland og Rogaland samt i vestre deler av Agder. Konklusjonen fra forsøkene er at douglasgran ikke er egnet i ytre strøk, og passer best i lavere høydelag i indre kyst- og fjordstrøk. Det er kystformen grønn douglas (var. *menziesii*) og grå douglas (var. *caesia*) [en overgangsform mot den blå innlandsformen, var. *glauca*], som er aktuelle for bruk på Vestlandet. Det beste materialet å bruke kommer fra minst 700-800 moh. i den canadiske provinsen British Columbia og fra minst 1000 moh. i den amerikanske delstaten Washington (Magnesen, 2001). Hjortevilt har ellers vist seg å gjøre mye skade i ungskog av douglasgran (Østgård, 2012).

5.3 Frøforsyning

Det er varierende erfaring med import, sanking og tilvirking av frø fra de ni utenlandske treslagene som er behandlet i denne rapporten. I det følgende redegjør vi for import, sanking og tilvirking av frø i Skogfrøverkets regi fra 1981 og frem til i dag, samt for frøpartier som ble overtatt i 1981 fra Norsk institutt for skogforskning (NISK) sin avdeling på Stend.

NISK hadde inntil 1978 ansvar for sanking og tilvirking av frø på Vestlandet, og inntil 1981 ansvar for import av alle utenlandske treslag. Statistikken gir et godt bilde over proveniensbruken av de utenlandske treslagene, men omfatter ikke frøpartier importert til- eller tilvirket på Stend, som var sluttet solgt ved overtagelsen i 1981. Tabell 2 viser mengden frø tilgjengelig på lager og for salg.

Tabell 2 Frøpartier importert eller sanket og tilvirket av Skogfrøverket fra 1981 og på lager per 31.12.2025. Norsk institutt for skogforskning stod for all import av frø av utenlandske treslag frem til 1981 (og også sanking og tilvirking på Vestlandet frem til 1978), da Skogfrøverket overtok dette ansvaret. Eldre frøpartier som Skogfrøverket overtok fra Stend, inngår også i oversikten. Tabellen viser mengden frø tilgjengelig for salg i perioden, men frøpartier med dårlig kvalitet eller andre mangler kan ha blitt vraket.

Frøpartier importert eller tilvirket av Skogfrøverket fra 1981 samt eldre frøpartier fra Vestlandet overtatt i 1981		Antall frøpartier			Antall kg frø			På lager
Treslag	Latinsk navn	Bestand	Frøplant	Sum	Bestand	Frøplant	Sum	31.12.25
Douglas (alle f.)	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	14	0	14	32,6	0,0	32,6	2,5
Europalerk	<i>Larix decidua</i>	6	0	6	14,8	0,0	14,8	0,0
Sibirlerk	<i>Larix sibirica</i> (+sukaczewii)	24	25	49	100,2	163,2	263,4	0,0
Hybridlerk	<i>Larix x marschlinsii</i>	5	6	11	100,2	15,3	115,5	0,0
Vrifuru, kystform	<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	9	9	18	22,6	53,5	76,1	0,3
Vrifuru, innlandsf.	<i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i>	32	3	35	412,2	5,3	417,5	0,2
Sitkagran	<i>Picea sitchensis</i>	26	0	26	934,5	0,0	934,5	1,4
Sitkagran (norsk)	<i>Picea sitchensis</i> (norsk)	59	24	83	1 188,7	270,0	1 458,7	50,8
Lutzgran	<i>Picea x lutzii</i>	15	1	16	477,5	0,0	477,5	0,0
Engelmanngran	<i>Picea engelmannii</i>	29	13	42	131,7	10,8	142,5	0,0
Edelgran (vanlig)	<i>Abies alba</i>	7	1	8	144,2	18,7	162,9	0,0
Sum		226	82	308	3 559,3	536,7	4 096,0	55,1

Skogfrøverket har per 31.12.2025 lite frø av utenlandske treslag på lager, med unntak av frø for juletreproduksjon og det som er høstet i forbindelse med avvikling av sitkagranfrøplantasjene i Honganvik (Sauda) og Kaupanger (Sogndal). Det skyldes liten etterspørsel, blant annet på grunn av de strenge bestemmelsene for bruk av utenlandske treslag til skogbruksformål (Øyvind Meland Edvartsen, pers. medd., 2026).

5.3.1 Douglasgran

Av **douglasgran** er det importert mindre mengder frø fra delstaten Washington i USA og provinsen British Columbia i Canada. Det er også sanket og tilvirket frø fra norske bestand på Vestlandet. Fra Washington er det hovedsakelig tatt inn frø av kystformen (var. *menziesii*), og fra Canada er det hovedsakelig tatt inn frø av innlandsformen (var. *glauca*).

5.3.2 Lerk

Av lerkeartene har sibirlerk vært mest benyttet i Norge. Frø av sibirlerk er importert både fra finske frøplantasjer og bestand, samt fra russiske bestand. I tillegg er det høstet og tilvirket frø av sibirlerk fra norske bestand og frøplantasjer. Fra frøplantasjen på Sønsterud ble det tilvirket 82,5 kg frø, mens fra frøplantasjen på Jønsberg ble det tilvirket 64,8 kg frø.

Europalerk har vært lite benyttet fra 1981, men det er likevel tatt inn frø av europalerk fra tyske, danske og sveitsiske provenienser. I tillegg er det tilvirket frø av europalerk høstet i norske bestand på Vestlandet.

Hybridlerk har vært benyttet en del i perioder, men utfordringer med hybridiseringen i frøplantasjene har ført til begrenset tilgang på frø. Det er frø av hybridlerk fra danske frøplantasjer og bestand som er benyttet, da danskene har lengst erfaring med hybridplantasjer.

5.3.3 Vrifuru

Vrifuru har vært brukt i stort omfang i Sverige. Også i Norge ble det brukt en del vrifuru, særlig i Innlandet. Her er det provenienser av innlandsformen var. *latifolia* som har vært brukt til skogproduksjon. Frø fra innlandsformen er stort sett hentet fra British Columbia og Yukon i Canada. Frøplantasjen på Braset i Hamar ble etablert med materiale fra disse områdene, etter at proveniensene var testet i forsøk i Hedmark og i Nordland. Det ble høstet beskjedne 5,3 kg frø i frøplantasjen på Braset, på grunn av lav etterspørsel, og frøplantasjen er nå avviklet.

Kystformen, var. *contorta*, er bedre egnet i det maritime klimaet og særlig til leplanting. Kystformen av vrifuru som er benyttet i Norge i dag stammer i hovedsak fra importert frø fra Juneau og Skagway i Alaska. På Taraldsøy i Etne kommune på Vestlandet ble det etablert en frøplantasje med materiale etter utvalg på Island. Denne frøplantasjen var en gave fra det norske skogbruket til Skogselskapet på Island, og alt frø som ble tilvirket der, til sammen 53,5 kg, ble solgt for bruk på Island.

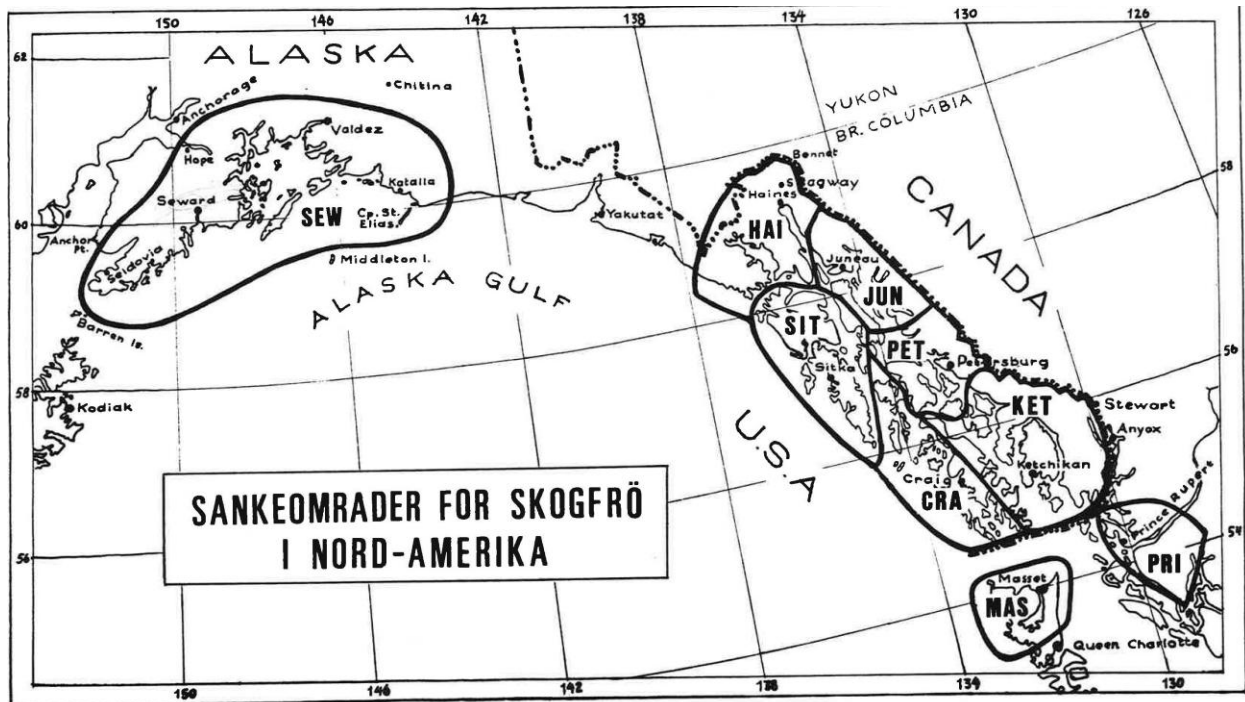
Til sammen er det solgt 1 111 kg frø av vrifuru siden 1961 i Norge (statistikk fra Skogfrøverket).

5.3.4 Sitkagran og lutzgran

Det er lang erfaring med sitkagran og lutzgran i Norge. I perioden 1961 til 1980 ble det solgt 5 519 kg frø av sitkagran (inkludert lutzgran). I snitt utgjorde dette seks prosent av alt salg av bartrefrø på denne tiden (Skogbrukets fremtidige skogfrøforsyning 1981). Totalt ble det solgt 6 456 kg frø av sitkagran i Norge fra 1961 til 2025. Det importerte frøet er provenienser fra Alaska, slik som Seward, Petersburg, Juneau og Sitka. Importen av sitkagranfrø fra Alaska var så viktig at det ble utarbeidet egne sankeområdekart og proveniensbetegnelser til formålet (Figur 2).

Det pågikk også stor sanking og tilvirkning av sitkagranfrø fra norske bestand på Vestlandet og i Nord-Norge. Fra de norske frøplantasjene Honganvik og Kaupanger kom det 106,69 kg frø. Det ble også sanket og tilvirket 42,7 kg frø fra den nevnte islandske sitkagranfrøplantasjen på Taraldsøy. Dette frøet ble solgt til Island.

Lutzgran ble hovedsakelig hentet fra bestand i sankeområde Seward i Alaska. Noe frø er også sanket i norske bestand, først og fremst i Vesterålen og Trøndelag. Til sammen 636 kg frø av lutzgran ble solgt i perioden fra 1961 til 2025 (statistikk fra Skogfrøverket)



Figur 2 Norske sankeområder for skogfrø i Nord-Amerika anvendt for sitka- og lutzgran. Kilde: Skogfrøverket.

5.3.5 Engelmansgran

Engelmansgran har vært lite brukt i Norge. Det ble etablert frøplantasjer i Kaupanger (Sogndal) og på Stein (Hole). Frø fra disse plantasjene, til sammen 10,8 kg, har i hovedsak vært tiltenkt juletreformål. Importert frø kommer i hovedsak fra Colorado og New Mexico i USA, eller fra British Columbia i Canada. I British Columbia og Alberta hybridiserer engelmansgran med kvitgran, *Picea glauca*, og mot kysten med sitkagran. I denne sonen i Canada omtales derfor disse hybridkompleksene som "interior spruce".

5.3.6 Edelgran

Edelgran har vært lite brukt i Norge, men det er importert frø fra Tyskland, Romania og Danmark. Det er også sanket mindre mengder frø i norske bestand av edelgran.

5.3.7 Optimalisering av sanking og tilvirking av frø

Optimalisering av sanking og tilvirking av frø er viktig for å oppnå god kvalitet og holdbarhet på frøet, samtidig som kostnadene holdes nede i frøproduksjonen. Det kan også gi en mer arealeffektiv produksjon av frø i frøplantasjer.

Skogfrøverkets produksjonslinje er tilpasset klenging og rensing av store volum av gran- og furufrø, herunder også sitkagran, lutzgran, engelmansgran og vrifuru. Dersom større volum av douglasgran, edelgran og arter av lerk skal tilvirkes i fremtiden, kan det kreve oppgraderinger av renseutstyr og større kapasitet for stratifisering av frø.

Tabell 3 viser ulike egenskaper som er viktig å ta hensyn til i forbindelse med planlegging av frøforsyningen. Egenskapene varierer blant annet med treslag, proveniens, geografi, modningsår, renseteknologi og forhold under innhøstingen. Ved optimalisering og erfaring kan det oppnås bedre resultater enn det som er antydnet her, for eksempel høyere frøutbytte, bedre og raskere spiring, bruk av lavere lagringstemperatur og lengre holdbarhet på lager.

Tabell 3 Frøegenskaper ved de ulike treslagene viktig for planlegging i frøforsyningen.

Frøegenskaper ved de ulike treslagene viktig for planlegging i frøforsyningen									
Treslag	Solitær ¹	Bestand ²	Periodisitet ³	Sankeperiode ⁴	Frøutbytte kg/hl ⁵	Tusenkorvvekt (g) ⁶	Spireevne % ⁷	Stratifisering ⁸	Frølagring ⁹
Edelgran (vanlig)	30	40-70	3-4	Sept.–okt.	3,0-4,5	16-38	30-50	5°C/3-6 uker	-10°C/7-9%
Europalerk	15	20-40	3-5(10)	Okt.–mars	0,5-3,5	130-260	30-60	5°C/3 uker	-10°C/5-6%
Sibirlerk	15	20-40	3-5	Okt.–mars	0,5-2,5	75-120	40-90	5°C/3 uker	-10°C/5-6%
Hybridlerk	15	20-40	Uregelm.	Okt.–mars	0,5-1,0	150-270	40-80	5°C/3 uker	-10°C/5-6%
Sitkagran	20	30-40	3-4	Sept.–okt.	0,7-3,0	340-460	70-95	5°C/3 uker	-10°C/5-6%
Lutzgran	20	30-40	3-5	Sept.–okt.	0,7-2,0	300-420	80-95	5°C/3 uker	-10°C/5-6%
Engelmanngran	20	30-40	2-3	Sept.–okt.	0,7-2,0	260-640	50-95	5°C/3 uker	-10°C/5-6%
Vrifuru	15	20-40	1-2	Okt.-flere årg.	0,4-0,7	200-380	80-95	5°C/3 uker	-5°C/5-6%
Douglasgran	15	25-50	4-8	Sept.–okt.	0,5-1,5	65-150	80-95	5°C/3 uker	-5°C/5-6%

¹ Solitære (enkeltstående) trær setter kongler tidligere enn trær i bestand². ³ Antall år mellom hvert gode frøår. ⁴ Perioden på året når det er mulig å sanke kongler og frø, fra frøet er modent til konglene slipper frøet. På vrifuru (særlig innlandsformen) kan flere årganger av kongler sankes uten tap av kvalitet. ⁵ Frøutbytte målt som kg frø pr hl kongler. ⁶ Vekt (g) av 1000 frø. ⁷ Andel spire frø med normale frøplanter etter 21 dager. ⁸ Frø med frøhvile må stratifiseres for å bryte frøhvilen slik at frøet spirer optimalt. ⁹ Anbefalt temperatur og vanninnhold ved langtidslagring av frø for å bevare kvalitet og spireevne.

5.4 Foredlingsprogram og frøplantasjer

For de fleste treslag som har stor samfunnsøkonomisk betydning, og som forynges ved planting eller såing, etableres det frøplantasjer for å sikre stabil tilgang på frø av høy genetisk og fysiologisk kvalitet. Frøplantasjene etableres da med utvalgte foreldretrær, eller kloner. Disse kan testes i varierende grad gjennom et foredlingsprogram, slik at egenskapene for produksjonsskogbruk bedres.

Hovedmålet med skogplanteforedling altså er altså økt produksjon og verdiskaping. I Norge har det vært initiert og drevet foredlingsprogram for flere av treslagene vi omtaler i denne rapporten. De fleste av programmene er blitt "satt på vent" eller nedlagt i perioder der etterspørselen etter frø har vært lav. Før vi oppsummerer foredlingsaktiviteten i Norge og ser på mulighetene for videreføring eller gjenopptakelse, gir vi en kort innføring i metodikken for skogplanteforedling.

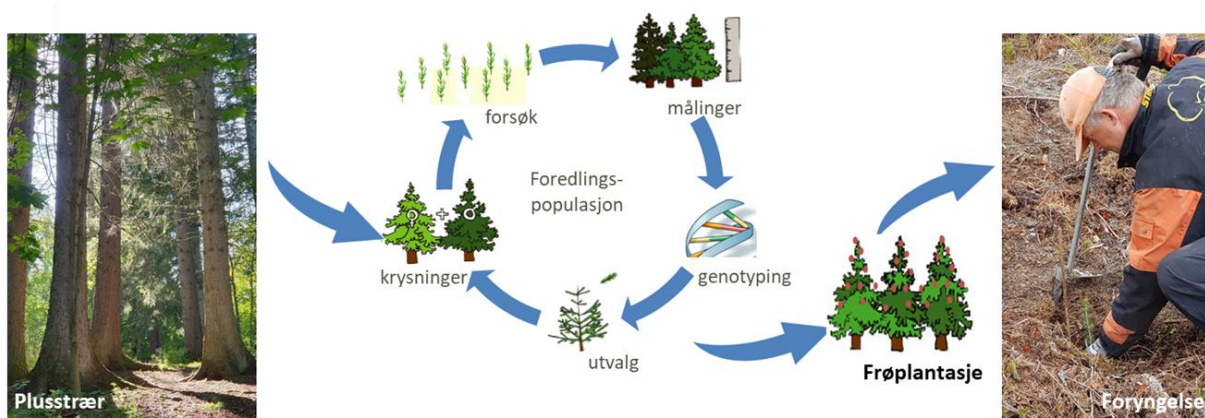
Foredlingsprogrammer må starte med et godt vitenskapelig og/eller erfaringsmessig grunnlag om treslagenes tilpasning og produksjon i våre miljøer. Dette starter ofte med treslags- og proveniensforsøk der materialenes grunnleggende tilpasning vurderes opp mot lokale og kjente treslag og provenienser. Proveniensforsøkene kan i seg selv være framtidige frøkilder, men for oppformering av godt genetisk materiale i større skala, og over lengre tid, bør det etableres frøplantasjer. Dersom ikke forsøk foreligger, kan også skogbestand der treslagene over tid har vist god tilpasningsevne og produksjon være utgangspunkt for videre frøproduksjon og foredling.

Grunnlaget for skogplanteforedlingen er trærnes naturlige genetiske variasjon. Det er høy genetisk variasjon for de fleste egenskaper, og variasjonen for hver enkelt egenskap er gjerne knyttet til svært mange gener, der hvert gen har liten effekt. Vi vet som regel ikke hvilke gener som er involvert, hvilken funksjon de har, eller hvor stor betydning de har. Vi kan derfor si at det er kvantitative genetiske

egenskaper der gjentakende utvalg fra svært mange familier og individer gir en gradvis forbedring i egenskapene. Ved foredling for kvantitative egenskaper, egenskaper som er styrt av mange gener og samtidig påvirket av miljøet, er vi avhengig av å observere og måle et veldig stort antall trær.

Foredlingsprogram i skogbruket, grunnlaget for frøplantasjene, starter vanligvis med utvalg av et basismateriale som gjerne er såkalte plusstrær (Figur 3). Plusstrærne er da valgt ut på bakgrunn av trærnes vekst og kvalitet (fenotypen), vurdert der trærne står, i sammenligning med skogbestandet for øvrig. Veien videre kan i enkleste form være etablering av plantefelt med frøprøver fra godt tilpassede individer som skjottes fram til frøkilder. Dette kalles «frøplanteplantasjer». Vanligst er likevel at plusstrærne podes direkte i førstegenerasjons frøplantasjer og i klonarkiver, i påvente av videre testing og sikring av den genetiske ressursen.

Frøprøver av plusstrærne blir testet i avkomforsøk, der evaluering gjennom mange år gir grunnlag for utvalg til nye “testede” frøplantasjer og videre foredling. Avanserte foredlingsprogram gjennomfører kontrollerte krysninger for å skape påfølgende generasjoner. Da er det god kontroll på slektskap og mulighet for å sikre at de beste familiene blir representert i påfølgende generasjoner. Metodene i skogplanteforedlingen er beskrevet i Skogfrøverkets strategi for skogplanteforedling og frøforsyning 2010-2040 (Skogfrøverket 2024).



Figur 3: Illustrasjon som viser foredlingsprogram fra plusstreutvalg til frøplantasje og ny kulturskog. Krysningene som illustreres kan også være åpen pollinering. Genotyping er aktuelt der gode verktøy er tilgjengelige. Foredlingscyklusen kan imidlertid også gjennomføres helt uten genotyping, dersom en har god kontroll på slektskap gjennom krysningene. Kilde: Skogfrøverket.

Gjennomføringen av foredlingsprogram for treslagene vi omtaler i denne rapporten varierer mye. Forutsetningen for det tidligere foredlingsarbeidet har trolig vært at treslagene skulle brukes i monokulturer, og det har vært en klar orientering mot å teste treslag fra Nord-Amerika. En viktig faktor for hvorvidt det har lyktes å etablere gode forsøk kan være knyttet til om treslaget er utsatt for beiting av hjortedyr. Omfanget av foredlingsarbeidet har i mange tilfeller ikke hatt rom for høye kostnader ved å etablere solide viltgjerdene rundt forsøkene. I denne rapporten er det spesielt treslagene sitkagran, lutzgran og vrifuru som har vært enklest å teste under disse omstendighetene. I tillegg vet vi at også forsøk med kvitgran, engelmansgran og svartor ikke er spesielt utsatt for beiting. Lerkeartene og øvrige lauvtrær er utsatt for beiteskader. Sannsynligvis er også douglasgran utsatt for beiteskader.

5.4.1 Sitkagran

Det ble startet opp et foredlingsprogram for sitkagran ved plusstreutvalg i perioden 1968–1972 i plantede bestand på Vestlandet og i Nord-Norge. På Vestlandet, fra 58.3-63°N, ble det valgt 135 plusstrær som ble podet i Honganvik sitka-frøplantasje (Sauda). I Nord-Norge, fra 65-68°N, ble det valgt 35 plusstrær som ble podet i Kaupanger sitka-frøplantasje (Sogndal). Begge frøplantasjene er i dag hogd, men Skogfrøverket har frø av god kvalitet på lager. Det ble etablert avkomforsøk på Vestlandet med familier

fra frøplantasjene. NIBIO har data fra disse, men vi er ukjent med hvorvidt avkomforsøkene fortsatt eksisterer i felt.

I Nord-Norge har det vært gjennomført omfattende testing av familier og stiklinger av både sitkagran og lutzgran i kombinerte forsøk, etablert i perioden 1986–1997 (Skaret, 2005). Oppfølgingen av forsøkene har vært nedprioritert siden 2000-tallet, da etterspørselen etter frø sank. Mange av forsøkene står trolig fortsatt. Selv om det kan være vanskelig å finne fram til og koble de opprinnelige sortene til enkelttrær, kan de tjene som grunnlag for erfaringsinnhenting. Det eksisterer også papirprotokoller og datafiler etter målinger, som kan gi nyttig grunnlag for å forstå treslagenes variasjon i tilpasnings- og produksjonsevne. Skogfrøverket har mottatt det som eksisterer av data og dokumentasjon fra disse forsøkene.



Foto: Kaupanger sitka-frøplantasje. Øyvind Meland Edvardsen, Skogfrøverket

5.4.2 Lutzgran

Lutzgran er en hybrid mellom sitkagran og kvitgran, og treslagene må sees i sammenheng ved vurdering av videre foredlingsarbeid. Gisle Skaret, som da var ansatt hos Helgeland Skogselskap og Fylkesmannen i Nordland, gjennomførte i en tjueårsperiode fra 1986 omfattende foredlingsarbeid i Nord-Norge, spesielt på lutzgran. Arbeidet omfattet innsamling av plusstrær, krysninger og etablering av mange forsøk (Skaret, 2005).

En viktig del av materialene fra denne perioden danner grunnlaget for det som i dag er frøplanteplantasje og klonarkiv med lutzgran på Råvoll i Hadsel kommune i Nordland. Frøplanteplantasjen ble etablert fra et avkomforsøk med kontrollerte krysninger mellom plusstrær med ren sitkagran i Norge og pollen fra ren kvitgran fra Canada og Alaska. Familiene, som er rene hybrider med 50 prosent innslag av hver art, har prestert svært godt i forsøk over hele Nord-Norge, sammenliknet med handelsproveniensen av lutzgran fra Seward i Alaska. Frøplanteplantasjen og klonarkivet, på totalt tolv dekar, skal kunne produsere frø til

om lag 300 000–400 000 planter årlig for Nord-Norge. Skogfrøverket overtok tidlig på 2000-tallet driften av materialet og har skjøttet arealene videre for frøproduksjon og genressursbevaring.

Det finnes fortsatt mange mindre avkomforsøk med lutzgran i felt, men som for sitkagranforsøkene er disse ikke blitt fulgt opp siden 2000-tallet, og det kan være vanskelig å kople individ til riktig proveniens.

5.4.3 Vrifuru

Det var tidligere svært stor interesse for vrifuru, og treslaget er testet i forsøk over hele landet. I flere tilfeller var vrifuru plantet som kontroll i avkomforsøk med furu, der vrifurua var mindre attraktiv som elgbeite enn furu, og dermed ble dominerende treslag i forsøket etter en tid (Tore Skrøppa, pers. medd., 2025)

I foredlingsøyemed er en forsøksserie etablert fra 1981 til 1990 spesielt interessant. I serien testet NISK (nå NIBIO) 683 familier fra 60 provenienser i korttidsforsøk i Trysil, Namsos og Målselv. Frøprøvene ble samlet inn av NISK og svenske Skogforsk, fra de canadiske provinsene British Columbia, Yukon og Alberta i 1978. Skogfrøverket valgte ut 108 familier, som ble plantet ut i en frøplanteplantasje i Hamar, samt i tre langtids-feltforsøk Stor-Elvdal, Rendalen og Trysil. To av avkomforsøkene gjenstår og inngår i Skogfrøverkets bevaring av eldre forsøk. Med provenienser og familier av samme materiale, ble det i 1982 også plantet et forsøksfelt på Rognan i Saltdal kommune. Forsøket er nå nedlagt, men ga god informasjon om proveniensbruk for nordlige områder (Edwardsen & Lauritzen, 1993). Materialet ble også plantet i Sverige, der det utgjør en betydelig del av grunnlaget for foredlingspopulasjonen som nå finnes hos Skogforsk. For treslaget finnes det også data fra en rekke andre genetiske forsøk som nå er nedlagt (Skrøppa, upublisert notat 2024).



Foto: Korttidsforsøk med vrifuru plantet i Målselv i Troms i 1981. Forsøk med de samme familiene ble plantet i Namsos og Trysil, og en del av familiene inngår i fortsatt eksisterende langtidsforsøk i Rendalen og Trysil. Bildet er tatt i 1986 eller '87 av en ansatt ved NISK

5.4.4 Engelmansgran

Det har inntil nylig stått en frøplantasje av engelmansgran i Kaupanger i Sogndal, men denne er nå hogd og kun noen kloner er bevart av Skogfrøverket for frøproduksjon til juletre dyrking. Det finnes også proveniensforsøk som kan utgjøre grunnlag for utvalg av nytt basismateriale. Som tidligere nevnt, hybridiserer engelmansgran med kvitgran (*P. glauca*) i innlandsstrøk av USA og Canada, og treslaget omtales da som hybridkomplekset "interior spruce". Provenienser testet i Norge kan derfor ha varierende hybridandel.

5.4.5 Sibirlerk

I Nord-Norge ble det rundt år 2000 etablert store avkomforsøk av sibirlerk etter enkelttreutvalg i Sibir, anført av Gisle Skaret. Omfattende elgbeiting og bygging av ny E6 bidro til at store deler av disse feltene gikk ut, og ingen av de gjenværende feltene er lenger i god forfatning. Imidlertid ble det samme materialet plantet ut i store forsøk i Nord-Sverige og Finland. Disse forsøkene eksisterer fortsatt og er grunnlag for store foredlingsprogram der (Karlmann, 2010). I Sverige ansees sibirlerk som "innenlandsk" treslag. Selskapet Sveaskog har nylig investert i en ny frøplantasje med foredlet sibirlerk utenfor Umeå. Etableringen hadde oppstart i 2024, og er den største på 60 år (Svea skog, 2024).

En godt kjent proveniens i Norge er den mye brukte "Raivola", som er omtalt mer utfyllende under kapittel 6 *Erfaringer fra utlandet*. Frø fra den finske proveniensen «Lassima», en frøplantasje etablert med utvalg fra Raivola-proveniensen, er mye brukt i Nord-Norge.

5.4.6 Europalerk, hybridlerk og douglasgran

På 1950- og 60 tallet ble det valgt ut 52 plusstrær av europalerk i Sør-Norge. Det er ukjent om disse ble podet inn i et trearkiv eller frøplantasje, men materialet er uansett ikke tilgjengelig i dag. Hybridlerk-frøplantasjer er i drift i Sverige og Danmark, men ikke i Norge. Douglasgran har kun vært prøvd i proveniensforsøk i Norge, og det har ikke blitt foretatt enkelttreutvalg for frøplantasjer eller vært forsøkt å etablere foredlingsprogram.

5.5 Generell forskningsbasert kunnskap om bruk

Vi har, i tillegg til egen kunnskapsinnhenting, vært i kontakt med tidligere seniorforskere på NIBIO, Tore Skrøppa og Bernt-Håvard Øyen, for en kort vurdering av sentrale tema i rapporten, samt for å avdekke tema som eventuelt ikke er tilstrekkelig belyst i eksisterende forskning. Dette gjengis i avsnittene under.

Målrettet forflytning av utenlandske treslag i Norge for å ta høyde for klimaendringer: Alle dyrkningsforsøk som ble utført med utenlandske treslag med sikte på skogbruksformål i Norge hadde blant annet som mål å studere klimatilpasning for ulike provenienser der treslagene ble testet. Slike forsøk har vært etablert både i skogreisingsstrøkene på Vestlandet og i Nord-Norge, men også på Sørlandet og Østlandet for innlandstreslagene (se kapittel 5.1-5.4).

Proveniensvariasjon i klimatilpasning kom da i tillegg til for eksempel studier av produksjon, overlevelse og sykdomsresistens. Det var imidlertid ingen av disse forsøkene som ble etablert spesifikt for å studere tilpasninger til klimaendringer, som er et sentralt fokus i denne rapporten med hensyn på forventede klimaendringer.

Overlevelse, vitalitet og produksjon for utenlandske treslag: Et gjennomgående resultat er utstrakt variasjon i disse egenskapene, både mellom treslag og mellom provenienser innen treslag. Dette gir et godt utgangspunkt for å velge egnede materialer for spesifikke geografiske områder, også med tanke på klimaendringer. Mange har påpekt en betydelig produksjonsmessig gevinst ved forflytning av provenienser fra sør mot nord, men dette må avveies mot økt risiko for klimaskader ved for sen vekstavslutning.

Det er viktig å være oppmerksom på spesielle værforhold gjennom året (vårfrost, sommerfrost, høstfrost, uttørking om vinteren) som kan påvirke de aktuelle treslagene negativt. På grunn av tidlig knoppsskyting kan problemer med vårfrost tilta. Forsommertørke kan føre til tørkestress. Effekten av økt årsnedbør

(+15- 20 prosent) er en faktor som har fått lite oppmerksomhet. Dette kan føre til forsumpning og drukning, særlig i kyststrøkene.

Oppsummert påpeker verken Skrøppa eller Øyen vesentlige problemer med vekst/ produksjon, klimatilpasning, skader eller sykdommer for de utenlandske treslagene som i denne rapporten vurderes aktuelle som industritreslag. Dersom rapporten blir fulgt opp med utlegging av forsøksserier for utenlandske treslag, blir det viktig å utforske grenser for vellykket forflytning, både nordover og i høyden (assistert forflytning), ettersom vi vet lite om dette og fordi denne kunnskapen er kritisk med hensyn til klimatilpasningen. Dette vil særlig gjelde for douglasgran og japanlerk. En strategi for disse treslagene blir å inntil videre unngå for store forflytninger og frostutsatte voksesteder.

6 Erfaringer fra utlandet

For å styrke kunnskapsgrunnlaget om treslag som kan være aktuelle som industritreslag for framtidig norsk skogbruk i et endret klima, gjennomførte vi en spørreundersøkelse rettet mot internasjonale fagpersoner med kompetanse innen skogplanteforedling, frøforsyning, skogskjøtsel og produksjon. Bakgrunnen for undersøkelsen er forventede endringer i utbredelsen og vitaliteten til norsk gran og furu, samt behovet for bedre å forstå hvordan utenlandske treslag responderer på ulike klimatiske og skoglige forhold i andre land.

Respondentene delte sine erfaringer med bruk av de utenlandske treslagslagene som kan være aktuelle å ta i bruk i Norge framover, dersom konsekvensene av klimaendringene blir utfordrende for våre stedege industritreslag (Landbruksdirektoratet, 2024). Vi ba respondentene om å oppgi informasjon om foredlingsprogrammer, produksjon av skogfrø og om deres vurderinger av aktuell skogskjøtsel, med særlig vekt på at klimaendringer blant annet påvirker vekstsesongens lengde, forekomst av skadedyr og sykdommer, samt treslagenes sårbarhet for abiotisk stress. Denne kunnskapen gir verdifulle innspill til vurderinger av hvilke strategier og treslag som kan være aktuelle for skogbruk og treindustri i Norge framover.

I dette kapittelet presenterer vi en tematisk oppsummering av hovedfunnene i prosatekst, mens spørsmålene og de fullstendige svarene er gjengitt på originalspråket (engelsk), i vedleggene til denne rapporten.

Avsnittet om skogplanteforedling er også supplert av annen litteratur i tillegg til spørreundersøkelsene, og er henvist til med referanser.

6.1 Skogplanteforedling

6.1.1 Douglasgran

Douglasgran har blitt svært viktig i europeisk skogbruk, spesielt i Frankrike, der treslaget dekker over 420 000 hektar. Årlig avvirkes rundt 2 millioner kubikkmeter, med forventet økning til 6 millioner kubikkmeter per år (FCBA, 2017). Douglasgran har vært plantet siden 1960-tallet, både på tidligere landbruksjord og som erstatning for andre treslag. Treslaget er populært grunnet rask vekst, god helse og trevirkets holdbarhet. Trevirke av douglasgran benyttes til konstruksjoner, gulv, panel, møbler og i produkter til utendørs bruk, og har også betydning for papirindustrien. Samlet gjør dette douglasgran til et verdifullt og fleksibelt treslag for skogbruk og industri på kontinentet.

Av de tre variantene av douglasgran, er foredlingsprogram i hovedsak etablert for kystvarianten (var. *menziesii*) i Mellom-Europa. I Sverige er det også foredlingsaktivitet for innlandsvarianten (var. *glauca*). I Canada utvikles dessuten foredlingspopulasjoner på grunnlag var. *caesia*, såkalt «Fraser River douglas fir», som er en mellomvariant mellom *menziesii* og *glauca*. Den har vist seg tilstrekkelig herdig og produktiv, både i lavlandet og i indre strøk. Det er mulig at denne varianten også er blandet inn i europeiske programmer, da alle de tre variantene hybridiserer fritt med fertile avkom.

USA og Canada: Langs vestkysten av Nord-Amerika, fra California i USA til British Columbia i Canada, har douglasgran vært gjenstand for systematisk foredling siden 1950-tallet (Government of British Columbia, 2026). Foredlingsarbeidet og foredlingsforskningen i denne regionen har hatt gode ressurser og ligget langt fremme i utvikling av kunnskap om genetik og foredlingsteori, som har vært – og er – viktig for utviklingen av foredlingsprogram i hele verden.

Foredlingsprogrammet er basert på plusstretvalg fra naturskog. Programmet er nå inne i tredje generasjon, med fjerde generasjon under utvikling. Hovedmålet er å øke volumproduksjonen uten å redusere trevirkets densitet og styrke. Andre sekundære foredlingsmål er senere knoppsprett, bedre stammeform og seleksjon for redusert forekomst av høstskudd, dobbeltopp og gankvist. Det pågår også screening for sykdomsresistens, blant annet mot nålesykdommen «Swiss needle cast» (*Nothophaeocryptopus gaeumannii*) samt testing av trær i marginale og krevende miljøer med sikte på å sikre robusthet i fremtidens klima. Frøplantasjer i lavlandet inneholder nå tredje generasjons utvalg, med

forventet genetisk gevinst på 25–30 prosent i volum ved endt omløp. Det arbeides også med å krysse ulike populasjoner med sikte på å finne de mest hardføre familiene for fremtidige frøplantasjer.

I de amerikanske delstatene Oregon og Washington alene plantes 55 millioner planter årlig, der 90 prosent av frøet kommer fra frøplantasjer. Bestandsfrø benyttes i hovedsak bare i regioner utenfor bruksområde til frøplantasjene, der investering i foredling ikke har vært prioritert. Vegetativ oppformering omfatter ikke et betydelig volum av foryngelsesmaterialet.

Strategier for tilpasning til klimaendringer omfatter assistert forflytning og å opprettholde høy genetisk variasjon i foryngelsesmaterialet, men verken i Oregon eller Washington stilles det formelle krav til antall foreldre i frøplantasjene eller antall kloner i klonblandinger.

Frankrike: De franske foredlingsprogrammene har vært drevet av institusjoner som FCBA technological institute, National Research Institute for Agriculture, Food and Environment (INRAE) og Office National des Forêts (ONF). Siden 1980-tallet har det vært etablert åtte franske frøplantasjer, men disse nærmer seg nå slutten av sin produktive levetid (FCBA, 2016, 2017). For å sikre fornyelse og videre forbedring, er prosjektet «Douglas Avenir» etablert. Dette prosjektet har som mål å utvikle nye varianter som møter dagens og fremtidens krav til kvalitet, tilpasningsevne og konkurransevne.

En omfattende serie proveniens- og avkomforsøk har gjort det mulig å kartlegge både familie- og proveniensvariasjon, og å velge ut de beste kombinasjonene for frøplantasjer. Hovedmålet er stabil og tilfredsstillende volumproduksjon, men det legges også vekt på stammeform, grentykkelse, andel kjerneved og densitet, samt motstandsdyktighet mot biotiske og abiotiske stressfaktorer (FCBA, 2016, 2017).

En undersøkelse blant aktører i verdikjeden viser at alle egenskapskategorier er viktige for foredlingsmålet, men at det er særlig stor interesse for grentykkelse og form, samt for treets evne til å tåle klimatiske utfordringer. Det er også et ønske om både spesialiserte og allsidige varianter, avhengig av region og brukergruppe. Produktiviteten anses som tilfredsstillende, og det er derfor mulig å prioritere forbedring av andre egenskaper uten å gå på bekostning av volumvekst (FCBA, 2016, 2017).

Storbritannia, Tsjekia, Tyskland, Danmark og Sverige: Respondentene rapporterer at det finnes eller har eksistert foredlingsprogrammer for douglasgran i Storbritannia, Tsjekia, Tyskland, Danmark og Sverige. Disse landene har tilgang på foredlet frø fra frøplantasjer etablert med plusstrær fra vellykkede skogbestand, proveniensforsøk eller avkomforsøk i Europa. Det etableres stadig nye frøplantasjer, og Danmark og Sverige som samarbeider tett, har frøplantasjer etablert med avkomtestede plusstrær og kloner valgt fra avkomforsøkene. I Storbritannia er det også aktivt foredlingsprogram på kystvarianten av douglasgran, men frøplantasjene er i hovedsak fortsatt etablert etter utestet plusstretutvalg. Der dekkes 20 prosent av frøbehovet for douglasgran fra franske frøplantasjer. Utenfor Frankrike ser det ut til at Danmark og Sverige har de mest aktive foredlingsprogrammene med nye krysninger og avkomtesting.

De viktigste foredlingsmålene er volum, stammeform, frosttoleranse, kvistdiameter, kvistvinkel, densitet og sykdomsresistens. Det er også søkelys på klimatilpasning, med strategier som assistert migrasjon og økt genetisk variasjon.

Andelen foryngelse med planter fra frøplantasjer varierer fra 0 til 100 prosent, avhengig av region og tilgang på foredlet materiale. Noen områder i Europa er fortsatt helt avhengige av importert frø, særlig bestandsfrø fra delstaten Washington i USA og foredlet frø fra Frankrike. Utfordringer knyttet til tilgang på forbedret materiale skyldes blant annet manglende tilgang på klimatilpasset basismateriale, manglende investeringer, logistiske utfordringer og miljøhensyn.

6.1.2 Sibirlerk

Sibirlerk plantes først og fremst i **Sverige og Finland**, der det også er aktive foredlingsprogram. En grunding beskrivelse av treslagets genetikk, planteforedling og bruk finnes i Karlman (2010).

Foredlingsarbeidet i Sverige og Finland omfatter både kontrollerte kryssinger, avkomtesting og etablering av frøplantasjer. I Finland produseres frø i seks frøplantasjer, der mange er etablert med Raivola-proveniensen som utgangspunkt (Markku Haapanen, pers. medd., 2025). Raivola er en kjent lerkeskog som ble etablert på 1730-tallet på det karelske neset i dagens Russland, med frø fra populasjoner i Sibir

og muligens fra europeiske deler av Russland. Plantingen ble initiert under Peter den stores reformperiode, for å produsere tømmer til den russiske marinen. I Finland dekket hele frøbeholdningen for sibirlerk fra de nevnte, seks frøplantasjene.

I Nord-Sverige drives foredlingsprogrammet i hovedsak med bakgrunn i en stor svensk-norsk innsamling av frøprøver fra plusstrær i Sibir på slutten av 1990-tallet (Karlman, 2010).

Raivola-lerken er viktig fordi den viste svært god produksjon og klimatilpasning i nordiske forhold, og derfor ble brukt både som frøkilde og referanseproveniensen i forskning og skogbruk. Viktige foredlingsmål for treslaget er volum, stammeform, frosttoleranse og densitet.



Foto: "Søylehall" med sibirlerk i feltforsøk i Målselv, Troms. Arne Steffenrem, Skogfrøverket / NIBIO

6.1.3 Vrifuru

Vrifuru har en sentral rolle i skogbruket i Canada og USA og det drives uavhengige foredlingsprogram i provinsene British Columbia og Alberta, samt i det nord-vestlige USA. Foredlingsprogrammene startet på 1970-tallet og har gjennomført flere generasjoner. Målet er å produsere hurtigvoksende skog med god virkeskvalitet, god stammeform, sykdomsresistens og tilstrekkelig genetisk variasjon.

I Nord-Sverige plantes det ca. 8 millioner planter og avvirkes ca. 2 millioner m³ av vrifuru årlig. Skogforsk har et velutviklet og aktivt foredlingsprogram som har lagt grunnlag for andregenerasjons frøplantasjer. Ellers i Europa er vrifuru mindre utbredt i skogproduksjonen.

Foredlingsprogrammet i Sverige er basert både på plusstreutvalg fra naturskog i opprinnelsesområdet, og utvalg fra vellykkede plantefelt, proveniensforsøk og avkomforsøk i Sverige. En betydelig del av basismaterialet er antagelig samlet inn fra opprinnelsesområdet innen nordiske samarbeidsprosjekter.

Hovedmålene i foredlingsarbeidet er økt volumproduksjon, bedre stammeform, gunstig kvistsetting, mindre gankvist og krok, og resistens mot sykdom. Sekundære egenskaper er virkets stivhet og herdighet mot frost. Viktig strategi for tilpasning til klimaendringer er assistert forflytning.

6.1.4 Sitkagran

Sitkagran er en viktig økologisk og industriell art i kystnære områder av Nord-Amerika. På grunn av store utfordringer med skader av snutebillearten "white pine weevil" (*Pissodes strobi*), har treslaget trolig ikke blitt satset på i foryngelsen i den grad treslagets produksjonsevne og industrielle nytte skulle tilsi. Store arealer, der sitkagran kunne vært det foretrukne treslaget, er i stedet blitt forynget med douglasgran. Foredlingsprogrammene arbeider derfor med å styrke motstandskraften mot angrep fra dette skadeinsektet.

I Europa er det trolig foredlingsprogrammet i Storbritannia som har kommet lengst i utviklingen av plantemateriale med svært god vekst og gjennomgående god kvalitet. Der er det etablert frøplantasjer med avkomtestede kloner, og materialet oppformerer i tillegg vegetativt som klonblandinger. Det har foregått mye forskning rundt foredlingsprogrammene der og et sammendrag finnes i heftet "Super Sitkas for the 90s" (Rook, 1992).

Også i Danmark er foredlingsprogrammet aktivt, med etablering av testede frøplantasjer og videre avkomtesting, slik at det er etablert frøplantasjer med avkomtestede kloner. Også i Danmark har det foregått utstrakt genetisk forskning på sitkagran, både knyttet til tilpasning, produksjon og virkeskvalitet, som har hatt stor betydning for å forstå treslagets egenskaper under nordiske forhold (Jensen, Kjær og Roulund, 1996; Hansen og Roulund, 1997).

Opprinnelsen til foredlingspopulasjonene i både Storbritannia og Danmark er plusstreutvalg fra plantefelt med utenlandske frøkilder, proveniensforsøk og familieforsøk med materiale hentet fra den naturlige utbredelsen.



Foto: Sitkaplante i foryngelse på kysten av Oregon, der snutebillearten "white pine weevil" har forårsaket skade på toppskuddet, slik at det er blitt dobbelttopp. Skogforvalteren har derfor beskåret trærne, slik at én topp blir herskende. Arne Steffenrem, Skogfrøverket / NIBIO

Foredlingsmålene i Europa er i hovedsak økt volumproduksjon, bedre stammeform og densitet. Det utføres også testing av tømmerets stivhet. Ellers er god klimatilpasning som gir mindre forekomst av gankvist og økt frostherdighet, samt resistens mot sykdom, sekundære mål i foredlingen. I Storbritannia foregår også arbeid med å finne familier og frøkilder med bedre resistens mot tørkestress.

Både i Storbritannia og Danmark er det i hovedsak foredlet plantemateriale som brukes ved foryngelser. I Storbritannia dekkes ca. 80-90 prosent av frøforsyningen av frøplantasjer, som tilsvarer 60–70 millioner planter årlig.

6.1.5 Øvrige arter

For hybridlerk, europalerk, japanlerk og edelgran, rapporteres det om varierende grad av foredlingsaktivitet, med vekt på volum, stammeform, frosttoleranse og densitet. Utfordringer og målsettinger ligner på de som er beskrevet for over for de dominerende artene, men omfanget av aktivitetene er ofte mindre.

I Danmark dekkes 100 prosent av frøbehovet til 800 000 planter av edelgran årlig fra frøplantasjer, som er etablert etter plusstreutvalg. Foredlingsmålene ved utvalg er i hovedsak volum, stammeform og herdighet mot frost, mens sekundære mål er densitet, kvistsetting og mindre gankvist.

6.1.6 Sammendrag

De europeiske foredlingsprogrammene for douglasgran, sibirlerk, vrifuru og sitkagran er i kontinuerlig utvikling, med økende vekt på klimatilpasning, sykdomsresistens og kvalitetsegenskaper. Erfaringene viser betydningen av langsiktig satsing, genetisk testing og samarbeid mellom forskningsmiljøer og næring.

For å møte fremtidens utfordringer er det avgjørende å sikre fornyelse av frøplantasjer, styrke genetisk variasjon og tilpasse foredlingsmålene til både produksjons- og miljøhensyn.

I spørreundersøkelsen er herdighet mot tørkestress nevnt som sekundære foredlingsmål for treslagene douglasgran, edelgran og sitkagran.

6.2 Frøforsyning

Dette kapitlet oppsummerer svarene fra spørreundersøkelsen om frøforsyning for fem treslag: douglasgran (kystvarianten, var. *menziesii*), sibirlerk, vrifuru, sitkagran og edelgran. For hvert treslag har respondentene besvart spørsmål om frøår, eventuelle klimaeffekter, betydningen av skadedyr og sykdommer på kongler og frø, hovedkilder for frø, produksjonskapasitet i frøplantasjer, markedstilgjengelighet og eksportmuligheter samt regulatoriske, plantehelsemessige og administrative barrierer. Resultatene viser betydelig variasjon mellom land og treslag, både når det gjelder frøproduksjonens regelmessighet og i hvilken grad klimaendringer allerede påvirker frøsetting og frøtilgang.

6.2.1 Douglasgran

Douglasgran er stedegent treslag på vestkysten av USA, og er innført til Danmark, Tyskland og Storbritannia. Fagfolk i disse landene har besvart spørsmål om dette treslaget i spørreundersøkelsen.

Douglasgran i **USA** har rikelige frøår med ett til to års mellomrom. Klimaendringenes effekt på frøsetting vurderes som ikke kjent. Skadedyr og sykdommer kan enkelte år begrense frøforsyningen, særlig på grunn av konge- og frøspisende insekter.

Hovedkilden til frø er frøplantasjer, og overskuddsfrø kan i enkelte tilfeller være tilgjengelige for handel eller eksport. Regulatoriske krav kan på ulike nivåer påvirke handelen. I tillegg kan beskyttede rettigheter knyttet til genetisk materiale med høy verdi begrense hvor mye frø som gjøres tilgjengelig for markedet.

Frøbårne sykdommer er kjent, men de regnes ikke som et stort problem for produksjon av frøplanter av douglasgran.

I **Danmark** forekommer frøår for douglasgran regelmessig, typisk hvert tredje til femte år. To av respondentene kjenner ikke til om klimaendringer påvirker frøsettingen, mens én melder at klimaet allerede har en viss påvirkning. Skadedyr og sykdommer anses generelt ikke å være et stort problem for frøtilgangen, selv om de kan begrense avlingene enkelte år.

Frøforsyningen kommer hovedsakelig fra frøplantasjer, og i noen tilfeller også fra bestand. Rapportert produksjonskapasitet varierer mellom 20 og 100 kg frø per hektar per år. Frø er regelmessig tilgjengelig for salg og eksport. Eksportvolumet er rapportert til å ligge på rundt 20–30 kg årlig, i de tilfellene der tall er oppgitt.

Handelen påvirkes av nasjonale eller regionale lover og forskrifter, i tillegg til plantehelseregler både nasjonalt, i EU og i importland. Ett svar peker også på mangel på en etablert eller velfungerende sertifiseringsmyndighet som en administrativ barriere. Sykdommer på frø som kan påvirke småplanteproduksjon er kjent, men anses ikke som et stort problem.

Annen informasjon som ikke er oppgitt i svarene på spørreundersøkelsen:

I Danmark er handel med skogfrø regulert av dansk lov og EU-regler, blant annet i *Bekendtgørelse om skovfrø og -planter* (Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2020). Denne regulerer markedsføring, produksjon, import og eksport av forstlig formeringsmateriale, herunder skogsfrø, kongler og annet formeringsmateriale fra arter som står på lista i det danske regelverket, hvor også douglasgran inngår.



Foto: Jan-Ole Skage (Skogfrøverket) beundrer grovvokst douglasgran ved arboretet i Hørsholm, Danmark. Arne Steffenrem, NIBIO/Skogfrøverket

Tyskland rapporterer hyppige og rikelige frøår for douglasgran, med intervaller på ett til to år. Det er ikke kjent effekter av klimaendringer.

Skadedyr og sykdommer vurderes ikke til å påvirke frøproduksjonen, men enkelte år er mengden frø så lav at innhøsting ikke gjennomføres av økonomiske årsaker.

Frøanking skjer hovedsakelig i bestand, enten naturlig forynget eller plantet, og frøavlingene er kun tilgjengelige på hjemmemarkedet. Regulatoriske krav anses som det viktigste hinderet for handel. Det finnes ingen kjente frøbårne sykdommer.

I **Storbritannia** varierer frekvensen av frøår for douglasgran fra hvert tredje til hvert sjuende år. Det rapporteres at klimaendringer påvirker frøsettingen allerede nå. Skadedyr og sykdommer vurderes ikke som en utfordring for frøtilgangen.

Frøforsyningen skjer både fra frøplantasjer og bestand, og frøproduksjonen er anslått til mellom 0 og 5 kg per hektar og år. Frø brukes primært innenlands, men overskudd kan være tilgjengelig for eksport. Det oppgis at dårlige frøår i Nord-Amerika, særlig som følge av tørke, påvirker det globale markedet for douglasgranfrø.

Handelsbarrierene består av nasjonale og EU-baserte regler samt krav fra importland. En administrativ utfordring er mangelen på en etablert eller fungerende sertifiseringsmyndighet. Det britiske markedet beskrives som svært konkurransepreget, og etterspørselen etter frø er høyere enn tilbudet. Storbritannias uttreden fra EU, *brevit*, har gjort det vanskeligere å importere douglasgranfrø fra Frankrike. En av respondentene rapporterer at dersom frø blir tilgjengelig, kan eksport fra Storbritannia til EØS skje gjennom et irsk datterselskap.

Det er ikke rapportert kjente frøbårne sykdommer som utgjør et problem i produksjonen av frøplanter.

Annen informasjon som ikke er oppgitt i svarene fra spørreundersøkelsen: Handel med skogfrø er regulert i Storbritannia. Etter *brevit* videreførte landet store deler av EU-reglene, men driver nå regelverket selvstendig, administrert av Forestry Commission i England, Wales og Skottland, mens regelverket forvaltes av egne myndigheter i Nord-Irland (Forestry Commission, 2024). Storbritannia har et fullstendig system for kontroll, registrering, sertifisering og sporbarhet av skoglig formeringsmateriale (FRM).

6.2.2 Sibirlerk

I **Sverige** forekommer frøår for sibirlerk uregelmessig, vanligvis hvert sjette til sjuende år eller sjeldnere. Klimaendringer forventes ikke å påvirke frøsettingen, og det er ikke observert problemer med blomstring eller kongleproduksjon som følge av klimaendringer.

Skadedyr og sykdommer på kongler og frø anses ikke som et problem.

Hovedkilden til frøforsyning er frøplantasjer, med anslått produksjonskapasitet på 1 kg frø per hektar og år. Overskuddsfrø kan være tilgjengelig for handel og eksport, anslått til omtrent 1 kg årlig. Regulatoriske forhold er den eneste barrieren som nevnes.

6.2.3 Vrifuru

I **USA** forekommer frøår på vrifuru regelmessig, med tre til fem års mellomrom. Respondentene beskriver at klimaendringer påvirker frøår og frøforsyning nå, i hele det vestlige USA. Skogbrann nevnes også til å ha betydelig innvirkning. Skadedyr og sykdommer kan enkelte år begrense frøhøstingen, og det finnes mange skadedyr som angriper kongler i de vestlige deler av landet. Det oppgis at klimaendringer påvirker insektenes livssykluser og dermed frøproduksjonen.

Hovedkilden til frøforsyning er innsamling fra bestand, både naturlige og plantede. Overskudd av frø kan være tilgjengelig på markedet, og det anslås at rundt 500 kg per år kan eksporteres. Handelsreguleringer påvirkes av både nasjonale og statlige lover og forskrifter.

Når det gjelder plantehelse, gjelder eksisterende krav nasjonalt, i EU og i importland. Administrativt pekes det på at det ikke finnes en etablert eller fungerende skogsertifiseringsmyndighet, noe som i seg selv utgjør en barriere. Mulige løsninger omfatter nøye utforming av regelverk, og det oppgis at screening for planteskadegjørere er viktig, men kan være en barriere dersom land ikke tillater kjemisk behandling.

Når det gjelder sykdommer som potensielt kan infisere frøpartier, er slike kjent, men ikke et problem i praksis. Soppsykdommen *Fusarium circinatum* forekommer ikke i det nordvestlige USA, men finnes

andre steder i landet, og har vært et alvorlig problem i deler av EU. Frøleverandører kan teste for patogenet og behandle frø med preparatet Thiram, samt benytte andre plantevernmidler.

Canada rapporterer at frøår for vrifuru av ønsket kvalitet forekommer regelmessig, hvert tredje til femte år. Effekt av klimaendringer på frøår og frøforsyning er ikke kjent. Skadedyr og sykdommer anses ikke som et problem for frøforsyningen.

Frøforsyningen kommer hovedsakelig fra frøplantasjer med en anslått produksjonskapasitet på 40 kg per hektar og år. Frø er regelmessig tilgjengelig for handel og eksport, med et eksportvolum på rundt 25 kg årlig. Administrative barrierer nevnes som utfordringer.

Sverige rapporterer for vrifuru rikelige frøår, med mellom ett til to års mellomrom. Klimaendringer forventes ikke å påvirke frøsettingen. Skadedyr og sykdommer kan begrense frøhøstingen enkelte år, men uten at konkrete arter nevnes.

Frø kommer hovedsakelig fra frøplantasjer, og anslått produksjonskapasitet er 4 kg per hektar og år. Frø kan tidvis være tilgjengelig for handel og eksport, men det foreligger ikke et eksportvolum. Plantehelseforskrifter fungerer som regulatoriske barrierer, og det er ikke rapportert frøbårne sykdommer.

6.2.4 Sitkagran

Fra **Danmark** rapporteres det at sitkagran har rikelige frøår, normalt med ett til to års mellomrom. Det er ikke kjent om klimaendringer påvirker regulariteten i frøår. Skadedyr og sykdommer anses ikke som et problem. Frøbårne sykdommer er kjent, men er ikke et betydelig problem.

Hovedkilden til frøforsyning er frøplantasjer, men den gjennomsnittlige produksjonskapasiteten er ikke oppgitt. Frø er regelmessig tilgjengelige for handel og eksport. Det er ikke gitt estimat for hvor mye frø som kan eksporteres årlig. Plantehelseforskrifter er nevnt som handelsbarrierer.

For sitkagran i **Storbritannia** rapporterer respondentene at det forekommer rikelige frøår med ett til to års mellomrom. Ett svar beskriver at klimaendringer allerede påvirker frøsettingen. Det rapporteres om tap av rameter i frøplantasjer som følge av ekstreme tørkeperioder, samt at abortering av frø i kongler kan forekomme i varme og tørre sesonger. Det er også rapportert at avlingene kan øke i enkelte år.

Begge kilder vurderer at skadedyr og sykdommer ikke er et problem for frøtilgangen, men noen arter nevnes: *Leptoglossus*, *Dendroctonus micans* samt angrep av bladlus (div. arter) om våren.

Frø stammer hovedsakelig fra frøplantasjer, og produksjonskapasitet er anslått til 60-70 kg frø per hektar og år. Overskuddsfrø kan være tilgjengelige for handel eller eksport, med anslått eksportvolum på henholdsvis 150 og 250 kg per år.

Handelsbarrierer inkluderer regulatoriske, plantehelsemessige og administrative forhold. Eksport til EØS kan likevel skje via irsk datterselskap, noe som i praksis fjerner barrierer for europeiske kunder.

6.2.5 Edelgran

For edelgran i **Danmark** forekommer frøår regelmessig, med ett til to års mellomrom. Klimaendringer forventes ikke å påvirke frøforsyningen.

Skadedyr og sykdommer anses ikke som et problem for frøforsyningen. Kjente frøbårne sykdommer rapporteres, men de anses ikke som et praktisk problem.

Frøene kommer hovedsakelig fra frøplantasjer, og den estimerte gjennomsnittlige produksjonskapasiteten i plantasje er 200 kg frø per hektar og år. Frø er regelmessig tilgjengelige på markedet, og eksportvolumet er anslått til omtrent 100 kg frø per år. Administrative forhold, særlig knyttet til manglende sertifiseringsmyndighet, utgjør den viktigste barrieren.

6.2.6 Handel med skogsfrø mellom EU-land og Norge (informasjon hentet fra andre kilder):

Handel med skogsfrø mellom EU-land og Norge er regulert av Rådskonferansen 1999/105/EF om markedsføring av forstlig formeringsmateriale, som har vært gjeldende siden år 2000 (Council of the European Union, 1999). Direktivet fastsetter at frø kun kan omsettes dersom de kommer fra godkjent grunnmateriale, er sertifisert i én av fire kvalitetskategorier (source identified, selected, qualified eller tested), og er korrekt merket, dokumentert og sporbare. Det kreves også at leverandører er offisielt registrert, og at frøene oppfyller EUs krav til plantesunnhet. Disse kravene gjelder fullt ut også for handel til Norge gjennom EØS-avtalen. EU arbeider for tiden med å erstatte direktivet med en ny og modernisert FRM-forordning (forest reproductive material). Forslaget til forordningen ble lagt fram av EU-kommisjonen 5. juli 2023 (European Commission, 2023). Forordningen skal styrke sporbarhet, krav til bærekraftsegenskaper, tilpasning til klimaendringer og sikre tilstrekkelig FRM-tilgang i krisesituasjoner. Den nye forordningen er foreløpig ikke vedtatt, men er i aktiv forhandling mellom Europaparlamentet, Rådet og Kommisjonen. Parlamentet vedtok sin posisjon i april 2024, og Rådet godkjente sitt forhandlingsmandat i juni 2025. Endelig vedtak forventes tidligst i løpet av 2026.

6.3 Skogskjøtsel

Dette kapitlet oppsummerer svarene fra spørreundersøkelsen om skogskjøtsel og klimaforandringer for fire treslag: douglasgran (kystvarianten, var. *menziesii*), sibirlerk, vrifuru og sitkagran. Datagrunnlaget omfatter omløpstid, tynning, foryngelsesmetode og planteavstand. Spørsmålene og svarene, som hvert land har gitt for de ulike treslagene, er oversatt til norsk og gjengitt i tabeller i vedlegget.

6.3.1 Douglasgran

Danmark: Det anbefales kortere omløpstid. Planting foretrekkes som foryngelsesmetode, men med større avstand enn dagens praksis. Informasjon om tynningsregime er ikke oppgitt. Douglasgran brukes hovedsakelig i blandingsskog.

Tyskland: Informasjon om omløpstid er ikke oppgitt. Naturlig foryngelse foretrekkes, fordi det oppgis å gi bedre tilpasning til miljø og klima, gi bedre vekst, samtidig som naturforyngelse er mindre utsatt for hjorteviltskader. Tynning skjer når bestandet er blitt ca. ti meter høyt. Da velges framtidstrær med krav om minst fire ulike treslag for spredning av klimarelatert risiko. Douglasgran brukes derfor hovedsakelig i blandingsskog. Ved planting bør avstanden være som ved dagens praksis.

Storbritannia oppgir at omløpstiden forblir som nå, men det er ikke mulig å spesifisere dagens omløpstid, fordi dette varierer mellom regioner og avhenger av om skogen drives som ensaldrede bestand eller ikke.

Det foreligger ikke informasjon om foryngelsesmetode. Tynningsinngrep avhenger av skogbehandlingen, men er ofte gunstig. Ved planting finnes ingen standard for avstand, men planteavstand tilpasses lokale forhold og målet for utviklingen av bestandet. Douglasgran brukes både i homogene bestand og i blandingsskog.

USA forventer kortere omløpstid på grunn av usikkerhet knyttet til skoghelse, angrep av skadegjørere og økt skogbrannfare. Foryngelse bør skje ved planting, og det anbefales hyppigere tynninger. Anbefalt planteavstand er som ved dagens praksis. Douglasgran brukes hovedsakelig i homogene bestand.

6.3.2 Sibirlerk

For **Sverige** anbefales uendret omløpstid for sibirlerk fremover. Foryngelse ved planting foretrekkes fremfor direkte såing, da dette gir bedre utnyttelse av frø. Planteavstand anbefales som i dag. Videre vurderes hyppigere tynning som fordelaktig, da dette gir bedre vekst over tid. I Sverige brukes sibirlerk hovedsakelig i monokulturer.

I **Finland** anbefales fremdeles uendret omløpstid, men man ser for seg at omløpstiden kan bli kortet ned i fremtiden, på grunn av risiko knyttet til klimaendringer. Det presiseres likevel at behovet for redusert

omløpstid er mindre for sibirlerk enn for andre arter av bartrær, da lerk har stor toleranse for ulike klimaforhold.

Planting foretrekkes som foryngelsesmetode, på grunn av bedre utnyttelse av frø ved planteproduksjon enn ved såing. Man anbefaler større avstand enn dagens praksis. For tynning anbefales sjeldnere inngrep, fordi det er liten etterspørsel etter tynningsvirke med små dimensjoner. Sibirlerk plantes i homogene bestand.

6.3.3 Vrifuru

Informasjon foreligger kun for **Sverige**, der omløpstiden fremover anbefales å være den samme som i dag. Planting foretrekkes som foryngelsesmetode, og med samme avstand som i dag. Det anbefales sjeldnere tynningsinngrep og at tynning av vrifuru blir begrenset til tette bestand. Vrifuru brukes både i rene bestand og i blandingsskog.

6.3.4 Sitkagran

Storbritannia anbefaler kortere omløpstid for sitkagran enn i dag, da dette reduserer risikoen for biotiske og abiotiske skader. Standard omløpstid er 40 år, men 25–30 år er også mulig, på grunn av forventet varmere og fuktigere vekstsesong i fremtiden.

Planting foretrekkes som foryngelsesmetode, for å utnytte gevinsten som er utviklet i foredlingsprogrammet. Anbefalinger om tynningsregime for sitkagran spriker. Selv om tettere planteavstand gir bedre stammeform og greinkvalitet, krever det tynning, som er lite lønnsomt. I praksis er derfor tynning relativt sjelden. Sitkagran brukes hovedsakelig i ensartede bestand.

7 Foredlingsstrategier for nye industritreslag

Som nevnt tidligere, har det vært initiert og drevet foredlingsprogram i Norge for flere av treslagene som omtales i denne rapporten. Dersom foredlingspopulasjonen er bevart gjennom avkomforsøk, plantefelt med det foredlede materialet, frøplantasjer, klonarkiver eller frø på lager, kan foredlingsprogrammene videreføres uten at man går helt tilbake til nye utvalg av basismateriale. På den måten kan man spare mye tid.

Dersom en skal lykkes med et foredlingsprogram i Norge, må det aktuelle treslaget produsere godt fysiologisk frø relativt ofte. Det er også en fordel om treslaget er enkelt å pøde i frøplantasjer og klonarkiver. Dersom feltforsøk krever inngjerding mot beiting av hjortedyr, økes kostnadene betydelig. Det vil derfor være relativt enkelt å drive foredlingsprogram for sitkagran, lutzgran, engelmansgran og vrifuru, som produserer rikelig med frø, er enkle å pøde, og der forsøk ikke krever inngjerding. Til sammenligning krever bestand av både lerk, douglasgran og edelgran solide viltgjerder, for at feltforsøk skal kunne lykkes. Det er usikkert hvordan frøproduksjonen for douglasgran vil bli i Norge.

Nordisk samarbeid vil i mange tilfeller være hensiktsmessig for videre vurdering av foredlingsprogrammer, spesielt for vrifuru, lerkartene, edelgran, engelmansgran og douglasgran. Et godt eksempel er vrifuru, der det norsk-svenske samarbeidet med innsamlinger av basispopulasjonen som grunnlag for forsøksserier i Norge også utgjør en stor del av grunnlaget for foredlingspopulasjonen som nå finnes hos Skogforsk i Sverige. Det samme gjelder sibirlerk.

Nylig implementert teknologi for genotyping og fenotyping har i betydelig grad økt fleksibiliteten ved gjenopptakelse av eldre foredlingsprogrammer. For treslag der standardiserte SNP-brikker (brikker med faste markører for enkelt nukleotider) er utviklet, er det i dag enkelt å beregne slektskapet presist mellom ethvert individ i et plantefelt eller forsøk, uten å ha forutgående kunnskap om materialet. SNP-brikker er utviklet for gran (Bernhardsson et al., 2021), furu (Kastally et al., 2022, Barcala et al., 2024), kyst- (var. *menziesii*) og innlandsvarianten (var. *glauca*) av douglasgran (Howe et al., 2020), og fem europeiske furuarter (Perry et al., 2020), og kan sannsynligvis også brukes på nært beslektede treslag. Slektskapsmatriser kan dermed gi grunnlag for kvalifiserte utvalg gjennom det vi gjerne kaller «avl-uten-avl», eller «Breeding Without Breeding» (BWB). Se nærmere beskrivelse av metoden i Skogfrøverket (2024). Gjennom hurtig fenotyping, for eksempel med Lidar-scanning fra droner, kan vi utnytte ensaldrede plantefelt som allerede finnes i skogen, og som gjerne er kommet langt ut i omløpet, som avkomforsøk. BWB sparer oss for en del av de kostbare og tidkrevende stegene ved etablering av tradisjonelle foredlingsprogram. Metoden ble første gang lansert av forskere i Tsjekia og Canada (El-Kassaby og Lstibůrek, 2009, Lstibůrek m.fl., 2011), og nesten samtidig av et dansk miljø som jobbet med juletrær (Hansen og McKinney, 2010). I Norge har Skogfrøverket og NIBIO samarbeidet med disse miljøene for å utvikle metoden videre til praktisk bruk. Metoden er i dag fullt iverksatt i foredlingsprogrammet for furu.

Genomisk seleksjon er en form for utvalg for kvantitative egenskaper der man i stor grad baserer seg på genomiske data. Metoden er godt utviklet innen husdyravl og for flere matplanter, og gjør det mulig å selektere blant genotypedede individer som ennå ikke er fenotypet – ofte langt tidligere enn i tradisjonelle foredlingsprogram. Grunnlaget er genomiske prediksjonsmodeller som utvikles ved å både genotype og fenotype et stort antall individer med varierende slektskap. Når utvalget skal gjennomføres i påfølgende generasjoner, brukes modellen til å forutsi individenes framtidige prestasjon utelukkende basert på de genomiske dataene. Metoden kan være effektiv når den anvendes innenfor den populasjonen modellen er utviklet for. Likevel er den avhengig av gode og kostnadseffektive fenotypemetoder for å sikre høy kvalitet på prediksjonsmodellen. I tilfeller der slike fenotypemetoder mangler, vil genomisk seleksjon i seg selv ikke effektivisere foredlingsarbeidet.

7.1 Muligheter for gjenopptakelse og oppstart av foredlingsprogram

7.1.1 Sitkagran

Det finnes mange store og produktive plantefelt med godt tilpasset sitkagran langs hele kysten på Vestlandet og i Nord-Norge. Disse plantefeltene er et godt utgangspunkt for nytt plusstreutvalg og etablering av frøplantasjer. Sitkagrana blomstrer ofte, og dermed vil det være enkelt å samle frøprøver til avkomtesting fra plusstrærne. En må kunne forvente en betydelig sikrere klimatilpasning og produksjonsheving gjennom utvalg fra allerede eksisterende populasjoner i Norge.

Eksisterende lokaliteter der frø fra Honganvik og Kaupanger frøplantasje er brukt i foryngelsen kan være utgangspunkt for nye utvalg videreføring av foredlingspopulasjonen av sitkagran. Det mest effektive vil være å utvikle "avkomforsøk" av disse plantefeltene med BWB-metoden. Dette forutsetter at vi har et effektivt verktøy for genotyping. Dagens SNP-brikke for vanlig gran skal kunne brukes på sitkagran, men det er foreløpig ikke testet. BWB-metoden vil sikre et mer presist utvalg og full kontroll på slektskap.

Siden Honganvik var en stor frøplantasje med 135 kloner, vil plantefeltene holde høy genetisk variasjon og ha lite slektskap. Dette er et godt og variert grunnlag for et fremoverrettet utvalg, hvor risiko for stor grad av slektskap reduseres mellom de utvalgte kandidattrærne. Plantefelt fra Kaupanger frøplantasje, en frøplantasje etablert med færre kloner, vil sannsynligvis ha mye høyere slektskap. I begge populasjoner vil genomisk slektskapsanalyse styrke utvalgene og redusere faren for mye slektskap.

7.1.2 Lutzgran

Skogfrøverket vil følge opp eksisterende materialer i frøplanteplantasjen og klonarkivet på Råvoll for genressursbevaring og frøsanking.

Materialene på Råvoll danner også et godt grunnlag for videre foredling av lutzgran, men det er noe usikkerhet om hvordan foredlingsprogrammet skal struktureres for å håndtere hybridvariasjonen. Erfaringer fra hybridprogram med andre treslag må derfor legges til grunn. Fra Gisle Skarets utprøvinger av treslag og provenienser i Nord-Norge finnes det gjenværende forsøk med kvitgran med god produksjon og tilpasning. Fra disse er det mulighet for å sanke pollen, dersom en ønsker å satse på et nytt foredlingsprogram med kontrollerte krysninger der en har kontroll på hybridvariasjonen.

Over hele Nord-Norge finnes store arealer som er foryngnet med godt tilpasset lutzgran i god produksjon og med høy kvalitet. Disse skogene er etablert med bestandsfrø fra Alaska med høy genetisk variasjon, og er et godt utgangspunkt for videre plusstreutvalg.



Foto: Tynning i lutzgran i Hadsel i Vesterålen. Arne Steffenrem Skogfrøverket / NIBIO

7.1.3 Vrifuru

Det gjenstår to avkomforsøk med 108 familier av vrifuru på Østlandet. Disse vil være et godt utgangspunkt for videre foredlingsarbeid, både for Østlandet og nordover i landet, da en del av materialet har opprinnelse nord til Yukon i Canada. Forsøkene er godt definert med familiestruktur (halvsøsken) og utvalget videre vil derfor ikke kreve ytterligere kontroll av slektskap gjennom genotyping.

Det finnes ingen SNP-brikke spesifikt utviklet for genotyping av vrifuru. Én felles brikke er imidlertid utviklet for fem europeiske furuarter, av Perry et al., (2020), og kan være aktuell å teste på vrifuru. Vrifuru er også mye plantet som vanlige plantefelt, både i Innlandet og nordover, og vellykkede plantefelt kan være utgangspunkt for utvalg av nytt basismateriale.



Foto: Plantefelt av vrifuru i Hedmark.
Per Holm Nygaard, NIBIO

7.1.4 Europalerk, sibirlerk, hybridlerk

Det er gjort forsøk på å starte foredlingsprogram for europalerk og sibirlerk i Norge, men det finnes ikke i dag noen norsk foredlingspopulasjon, verken gamle frøplantasjer eller avkomforsøk, som kan videreføres. Det finnes imidlertid mange plantefelt med europalerk og sibirlerk som kan være utgangspunkt for utvalg til nye førstegenerasjons frøplantasjer og dermed være basismateriale for videre avkomtesting.

Frø av hybridlerk produseres gjerne i frøplantasjer med bare én klon av den ene arten og flere kloner av den andre. Frøet sankes på den ene klonen for å opprettholde hybridandelen (avkom etter selvpollinering kan sorteres vekk). Vi har i dag ingen erfaring med hvilke kloner av disse artene som bør krysses for å få gode hybrider til skogproduksjon i Norge.

7.1.5 Engelmansgran, douglasgran og edelgran

Engelmansgran er plantet i juletefelt, til skogreising på Vestlandet og opp mot fjellet i Innlandet og i Nord-Norge. Slike felt kan være et godt utgangspunkt for nytt utvalg til frøplantasjer og som

basismateriale for videre avkomtesting. Noen kloner fra frøplantasjen i Kaupanger er forsøkt bevart i juletreforedlingen.

Douglasgran og edelgran er etablert i noen få, små bestand, spredt på Østlandet og Vestlandet. Det er imidlertid usikkert om disse viser god klimatilpasning og høy nok genetisk variasjon til å være grunnlag for utvalg til frøplantasjer eller basispopulasjon til foredling.

Felles for engelmansgran, douglasgran og edelgran, er at etablering av frøforsyning og foredling bør starte med nye plantefelt som skjøttes fram til å bli frøkilder. Proveniensen til disse feltene vil trolig ha stor sannsynlighet for god klimatilpasning og det beste vil da være om frøkildene er nordiske.

7.2 Foredling for klimatilpasning og tørkestress

Selv om hovedmålet med skogplanteforedlingen er økt produksjon, gjerne evaluert som høyde- og diametervekst, er det grunnleggende viktig at god klimatilpasning og god kvalitet ligger til grunn. Med introduksjon av nye treslag og provenienser, og med samtidige endringer i klimaet, er det derfor viktig at materialenes prestasjon testes i de miljøene der de skal brukes i skogproduksjonen. Vi har i dag gode metoder for evaluering av avkomforsøk for de fleste av egenskapene. Metodene skal også øke materialenes evne til å tåle miljøvariasjoner, siden testingen foregår over relativt store miljøgradienter. I lys av klimaendringene må vi likevel forvente at det blir nødvendig å etablere metoder for evaluering av et større spenn av egenskaper, i den operasjonelle foredlingen.

Av de egenskapene som kan være en utfordring for sikker skogproduksjon i møte med klimaendringer, er trolig toleranse for tørkestress den viktigste, ukjente faktoren. Genetisk utvalg for økt toleranse for tørkestress er en ny og utfordrende problemstilling for nordisk skogbruk.

Trærnes evne til å tåle perioder med tørkestress avhenger av mange faktorer, både fysiologiske og miljømessige, fra tilpasning av vannforbruk under respirasjonen, toleranse for oppstått tørkestress og evne til å hente seg inn etter tørke. Tørkestress vil dessuten forløpe forskjellig hos unge planter og eldre trær, i barmasse og i stamme, og vil kunne gi forskjellige endringer i både fysiologi og morfologi, som redusert radiell tilvekst, endret forhold mellom strukturelle elementer i veden, variasjon i hydrauliske egenskaper og i kjemisk sammensetning (Eldhuset et al., 2013; Jyske et al., 2010; Larson, 1963; Trujillo-Moya et al., 2018). Det er fortsatt mye som er uklart, både når det gjelder faktorenes betydning og samspillet mellom dem, og ikke minst hvordan de er genetisk styrt.

Det er funnet genetisk variasjon for tørkestress, eller egenskaper som gjenspeiler tørkestress, hos de fleste treslag som har vært studert (oppsummert i Climent et al., 2024), også hos gran. Trujillo-Moya et al. (2018) fant store forskjeller i granproveniensen endring i årringstruktur etter tørkeperioder. Hayatgheibi et al. (2021) observerte forhøyet arvbarhet for høydevekst i et avkom- og klonforsøk med gran som var synlig stresset av tørke. Forsøksfeltet bidro samtidig til sterke genotype-miljø-samspill i en forsøksserie, ettersom de andre forsøkene ikke var plantet på like tørkeutsatt grunn. Det er derfor sannsynlig at det eksisterer betydelig genetisk variasjon for egenskaper knyttet til tørkestress, som med gode metoder kan utnyttes i planteforedlingen.

Som for alle andre egenskaper knyttet til vekst, helse og tilpasning, er det også her snakk om typisk kvantitative egenskaper, der avkomtesting av store antall familier og avkom er den eneste metoden for progresjon i foredlingen. Tørkestresset må derfor oppstå naturlig eller induisert i avkomforsøk som er planlagt for genetisk testing, eller i skogbestand som kan omformes til forsøk, slik at en kan måle hvordan trærne responderer og henter seg inn etter tørken. Eventuelt kan det gjennomføres målinger på egenskaper som vi vet er knyttet til tørkestress, enten på individene i skogen, eller i dedikerte laboratorieforsøk. Utfordringen med dagens kunnskap og metoder, som diskuteres under, er at hver måling er kostnadskreven. Effektiv foredling krever derfor en betydelig innsats innen forskning og utvikling, for å utvikle metodene som kreves.

7.2.1 Hydraulisk sikkerhet eller sårbarhet

Tørkestress og dødelighet hos eldre trær har ofte vært knyttet til hydraulisk sikkerhet. Det er trærnes evne til å unngå brudd i vanntransporten, for eksempel ved kavitering eller embolisme, når vannstrengen i stammen blir strukket under kraftig tørkestress. Når vannstrengen blir brutt, kan deler av stammen miste

evnen til å lede vann, og treet kan over tid bli svekket eller dø. Det er sterke indikasjoner på at dette er knyttet til vedstruktur, der høy veddensitet gir sterkere resistens i både douglasgran og gran (Rosner et al., 2008; Rosner et al., 2007; Rosner et al., 2014). Det betyr at en i skogplanteforedlingen må være oppmerksom på den negative genetiske korrelasjonen mellom vekst og densitet (Hannrup et al., 2004; Hysten, 1997; Steffenrem et al., 2016), slik at intens foredling for vekst ikke reduserer densiteten. Hydraulisk sikkerhet kan måles direkte, ved å utsette vannstrengen i vedprøver for sterkt undertrykk og måle når vannstrengen brytes (Rosner et al., 2007). Metoden krever imidlertid stammeprøver, der mye arbeid må legges i hver prøve for gode resultater. Metoden er i dag ikke gjennomførbar i større foredlingsprogram.

7.2.2 Måling av C-isotoper etter tørke

Ved tørkestress vil trærnes mekanismer for å spare på vannet, gjennom å variere evapotranspirasjonen, reguleres gjennom åpning og lukking av spalteåpningene i blader og nåler. Dette gir variasjon i forholdet mellom karbonisotoper som avsettes i veden under trærnes vekst (Aranda et al., 2010; Ducrey et al., 2008). Slike målinger er mye brukt for å studere tørkestress i begrensede studier, men metoden er for kostnadskrevenende for operasjonell bruk i et foredlingsprogram i dag.

7.2.3 Fenotyping av generell helse og vekst i avkomforsøk

Ved tradisjonell skogplanteforedling etableres gjerne serier à fire avkomforsøk, med de samme familiene og eventuelt klonene, over et spenn av miljø innen relevant bruksområde. Det vil være store forskjeller mellom- og innen lokalitetene, hvorvidt tørkestress kan oppstå. Selv i de tørreste periodene vil det være store arealer med tilstrekkelig grunnvannsig til at tørkestress aldri oppstår. Andre arealer blir lettere tørre. Dersom en skal lykkes med foredling for økt tørkeresistens må en altså klare å fordele forsøkene på mer eller mindre tørkesvak mark, og helst karakterisere tørkepotensialet, slik at man vet at det er et visst tørkestress på deler av materialet. Hayatgheibi et al. (2021) foreslår å utnytte informasjon om genotype-miljøsammspill i vekst som oppstår i forsøksserier plantet over varierende miljøforhold der en har tydelige indikasjoner på enkeltfelter som er sterkt påvirket av tørkestress. Likevel kan det være mange andre årsaker til slikt sammspill, som ofte oppstår ved variasjon i overlevelse, for eksempel ved frost (Skrøppa et al., 2023).

Dersom variasjon i tørkestress oppstår i yngre forsøk, gjerne under 15-20 års alder, vil det være mulig å fenotype trærnes helse under- og etter perioder med tørkestress, og dermed oppnå statistisk grunnlag for å velge den "sunneste" delen av plantematerialet til framtidig frøproduksjon. Gjentakende utvalg gjennom flere generasjoner vil da bidra til at populasjonen gradvis tilpasses et mer tørkestresset miljø. Til forskjell fra målinger av høyde- eller diametervekst, er det imidlertid vanskelig å si noe om effekten av utvalget. En stor fordel med evaluering av yngre forsøk er at foredlingsssyklusen går mye fortere, og det vil gå raskere å utvikle et bedre materiale.

I dagens foredlingsprogram følges avkomforsøk vanligvis opp til trærne er 15-20 år gamle. Etter den tid tar skogeier over skjøtselen av forsøksfeltene, og mange av dem kan miste sin verdi som forsøk, fordi eventuelle tynninger, anlagte driftsveier, hogst av nabobestand og fjerning av merkestolper gjør det vanskelig å orientere seg i forsøksfeltene. Dersom en ønsker å evaluere tørkestress i eldre skog, må også forsøkene følges opp over lengre tid. Da vil lengre og gjentakende perioder med tørkestress påvirke overlevelse og produksjon, og kanskje bidra til endringer i rangering av familier og kloner over tid. Denne informasjonen kan utnyttes til å velge den sunneste og mest produktive delen av plantematerialet til framtidig frøproduksjon. Også her vil det være vanskelig å kvantifisere effekten av utvalget. Foredlingsssyklusen vil ta lang tid, og det vil ta lengre tid å utvikle et bedre materiale.

7.3 Begrensninger

Foredlingsprogram er arealkrevenende, både for avkomtesting i feltforsøk, klonarkiver og frøplantasjer. Spesielt det siste er en begrensning i Norge, der gode arealer til frøproduksjon bør ligge på tidligere dyrket mark i lavlandet. Dette er arealer der matproduksjonen er prioritert. Det vil ikke være mulig å etablere effektiv frøforsyning uten god tilgang på egnede arealer.

Etablering av feltforsøk vil i dag være begrenset av forskrift om utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål, som er diskutert i Landbruksdirektoratets rapport nr. 53/2024.

Mange av treslagene som er diskutert i rapporten er også utsatt for beiteskader av hjortedyr. Feltforsøk må derfor gjerdes inn, hvilket øker kostnadene betydelig.

For gran, furu og douglasgran finnes det i dag effektive, standardiserte, genomiske ressurser, som kan brukes til å øke effektiviteten og fleksibiliteten i foredlingsprogrammet. Det utvikles nå en ny SNP-brikke for genotyping av eik. Det bør testes om disse verktøyene fungerer på nært beslektede treslag (arter) av gran, furu og douglasgran. For treslag der slike verktøy ikke foreligger, er det vanskeligere å utnytte moderne foredlingsmetodikk.

Dagens foredlingsmetoder er effektive for å bedre vekst, synlige kvalitetsegenskaper og tilpasning til vekstsesongens lengde. Det må imidlertid utvikles bedre og sikrere metoder for å utvikle økt tørketoleranse.

8 Rettigheter til genetiske ressurser av innførte treslag

8.1 Genetiske ressurser

Genetiske ressurser omfatter alt genetisk materiale av faktisk eller potensiell verdi (Walløe Tvedt, 2010), slik vi finner det i for eksempel husdyrraser, sorter og kloner av kulturplanter og i skogstrær. Genetiske ressurser er avgjørende for tilgangen til livsnødvendige produkter og råvarer, i produksjon av alt fra matvarer og medisiner, til tekstilfiber og byggematerialer, og for skogbruk og treindustri.

Globalt er derfor genetiske ressurser en pilar for samfunnet og for store deler av den økonomiske aktiviteten. På samme måte er tilgang til de genetiske ressursene avgjørende for å kunne bruke dem til ulike nytteformål, og internasjonale avtaler slår fast at goder som stammer fra bruken av genetiske ressurser skal deles (Nordic Council of Ministers, 2024).

8.2 Internasjonalt rammeverk for tilgang og rettigheter til genetiske ressurser

Konvensjonen for biologisk mangfold (CBD) og Nagoyaprotokollen (NP) under CBD, er internasjonale avtaler som regulerer tilgang og rettigheter til genetiske ressurser, hvordan tradisjonell kunnskap knyttet til disse kan utveksles og brukes til fellesskapets beste, og krav om fordeling av de goder som følger av anvendelsen av genetiske ressurser.

CBD og NP legger opp til at land skal regulere situasjonen der en forsker eller et selskap fra et annet land ønsker å bruke genetiske ressurser. Landene skal legge til rette for tilgang til genetiske ressurser og skal kunne kreve en rettferdig del av utbytte fra bruken av dem.

Internasjonalt følges skoggenetiske ressurser opp gjennom egne prosesser og handlingsplaner under FNs organisasjon for ernæring og landbruk, FAO, blant annet gjennom rapportene "State of the World's Forest Genetic Resources" (SOW-FGR) (FAO, 2026), "Global Forest Resource Assessment" (FAO, 2025) og "State of the World's Forests" (FAO, 2024).

8.3 Nordisk samarbeid om træs genetiske ressurser

De nordiske landene er dominert av boreal skog, den russiske taigaens vestlige utløper. Langvarig skogpolitisk og skogfaglig samarbeid har dannet grunnlaget for en enkel og ubyråkratisk utveksling av genetiske ressurser for skogstrær. I sin tur har dette blitt ansett som viktig for skogbruket i Norden, ettersom det sikrer tilgang til frø og foredlingsmaterialer på tvers av landegrensene (Myking et al., 2012), for eksempel i situasjoner med underskudd på egnet skogfrø innenfor egne landegrenser. Tradisjonelt har denne handelen primært vært knyttet til gran og furu.

Ettersom den rettslige statusen for skogstrærnes genetiske ressurser ikke er fastlagt i flere av landene har det samtidig vært en viss usikkerhet til om fremtidig utvikling kunne påvirke den frie utvekslingen negativt. Dette gjorde at NordGen Skog ønsket å vurdere situasjonen. I en rapport ble det konkludert med at det ikke ble ansett nødvendig å foreta noen rettslige skritt for å sikre videreføring av den etablerte praksisen, men heller følge den rettslige utviklingen på feltet (Myking et al., 2012).

8.4 Norsk lovverk og regulering av plantegenetisk og skoggenetisk materiale

I Norge finnes rundt 30 arter av naturlig hjemmehørende treslag. **Naturmangfoldloven** regulerer tilgang til genressurser fra naturen i Norge, og forutsetter at bruk av utenlandsk genmateriale bare kan skje i tråd med bestemmelser i opphavslandet til det genetiske materialet. Naturmangfoldloven slår også fast at genetisk materiale fra naturen er en felles ressurs som tilhører fellesskapet i Norge og forvaltes av staten, i tråd med internasjonalt vedtatte prinsipper.

For **ville genetiske ressurser**, slår naturmangfoldloven fast følgende i kapittel VII, § 57:

Genetisk materiale fra naturen er en felles ressurs som tilhører fellesskapet i Norge og forvaltes av staten. Utnyttingen skal være til mest mulig gagn for miljø og mennesker i både nasjonalt og internasjonalt perspektiv, der det også legges vekt på en hensiktsmessig fordeling av fordelene ved utnytting av genetisk materiale og slik at urfolks og lokalbefolkningers interesser ivaretas.

Bestemmelser om **genetiske ressurser fra andre land** er nedfelt i naturmangfoldloven § 60:

Innførsel for utnytting i Norge av genetisk materiale fra en stat som krever samtykke for uttak eller utførsel, kan bare skje i samsvar med slikt samtykke. Den som rår over materialet, er bundet av de vilkår som er satt for samtykket. (...)

Når genetisk materiale, eller tradisjonell kunnskap knyttet til slikt materiale, fra et annet land utnyttes i Norge i forsknings- eller næringsøyemed, skal det følge med opplysninger om hvilket land det genetiske materialet eller kunnskapen er mottatt eller hentet fra (leverandørland). Hvis nasjonal rett i leverandørlandet krever samtykke til uttak av biologisk materiale eller bruk av tradisjonell kunnskap, skal det følge med opplysning om slikt samtykke er innhentet og om det foreligger gjensidig avtalte vilkår.

Hvis leverandørlandet er et annet land enn opprinnelseslandet for det genetiske materialet eller den tradisjonelle kunnskapen, skal det også følge med opplysning om opprinnelsesland. Med opprinnelsesland menes det landet der materialet ble hentet ut fra sine naturlige omgivelser og for tradisjonell kunnskap det landet der kunnskapen ble utviklet. Hvis nasjonal rett i opprinnelseslandet krever samtykke til uttak av genetisk materiale eller bruk av tradisjonell kunnskap, skal det følge med opplysning om slikt samtykke er innhentet og om det foreligger gjensidig avtalte vilkår. Er opplysningene etter dette leddet ukjent, skal det opplyses om dette. (...)

Bestemmelser om genetiske ressurser fra andre land er relevant for de utenlandske treslagene som omtales i denne rapporten, ettersom disse har opprinnelse i Canada, USA og Sentral-Europa. Imidlertid går import av frø langt tilbake i tid. Innførsel av sitkagran og douglasgran startet rundt 1870, vrifuru fra 1890, mens frøimport av edelgran og europalerk begynte i henholdsvis 1745 og 1790. I stor grad er frøene som er brukt i Norge hentet direkte fra opprinnelseslandene, men i noen tilfeller er leverandørlandet et annet enn opprinnelseslandet.

En rekke land har etablert foredlingsprogrammer med utgangspunkt i importert skogfrø, for eksempel Norge med fjelledelgran (juletreproduksjon), Sverige med vrifuru, Tyskland og Frankrike med douglasgran og Skottland med sitkagran. I disse tilfellene har altså genetiske ressurser fra et annet land dannet grunnlaget for varig økonomisk virksomhet i de respektive landene. Under norsk lovgivning er de genetiske ressursene som ligger til grunn fortsatt å regne som «genetisk materiale fra naturen», selv om de har sitt opphav i et annet land, og slik sett er regulert av naturmangfoldloven. Skogstrærnes genetiske ressurser er ikke lengre «fra naturen» når de har blitt foreldet gjennom et foredlingsprogram. Det er imidlertid et mer åpent spørsmål hvorvidt skog som er plantet som en del av skogplanteforedling, kan sies å være «fra naturen» (Walløe Tvedt, 2010).

Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD) fra 1993 markerer et *før og etter*, hva gjelder tilgang og rettigheter til genetiske ressurser, også for skogstrær. Dette innebærer at all import av skogfrø som har funnet sted før 1993 ikke er omfattet av reguleringene som gjennomfører CBD i nasjonal lovgivning. Både USA og Europa har dessuten besluttet at deres genetiske ressurser er fritt tilgjengelige. Felles for alt kjøp av frøvare er at det ligger en kontrakt til grunn for kjøpet. Hvilke begrensninger som gjelder for frøvare som er innkjøpt avhenger av hva som er regulert av kontrakten. Videre kan immaterielle rettigheter få betydning for hvilke rettigheter andre har til frøvare som er et resultat av planteforedling, eller som er et resultat av anvendelse av en patentert foredlingsmetode. Dette betyr at kontrakter eller immaterielle rettigheter *kan* påvirke bruk skoglige genressurser importert til Norge.

Bakgrunnen for denne utredningen er at klimaendringer kan gjøre en rekke utenlandske treslag aktuelle å benytte i norsk skogbruk, i et helt annet omfang om noen tiår enn nå, inkludert etablering av foredlingsprogram for treslag som douglasgran, sitkagran og vrifuru. Som en forberedelse på denne mulige utviklingen anbefaler vi derfor at **i) kontraktene** som ligger til grunn for kjøp av skogfrø, særlig etter 1993, undersøkes med hensyn på mulige begrensninger på bruk, spesielt foredling. Her er det viktig å være klar over at Canada har et mer rigid regime for tilgang og rettigheter til genetiske ressurser enn

hva som er tilfelle i USA og Europa. Vi anbefaler videre at **ii)** det ved **fremtidig import av skogfrø** sikres kontraktsmessig at det ikke ligger begrensninger på bruk av frømaterialiet for etablering av foredlingsprogram i Norge.

Nasjonal tiltaksplan for bevaring og bærekraftig bruk av genetiske ressurser for mat og landbruk (LMD, 2023) slår fast at nasjonale genressurser omfatter raser, sorter, varianter, genotyper og populasjoner innen husdyr, kulturplanter og skogstrær som stammer fra norsk natur eller er tilpasset gjennom avl, foredling eller naturlig seleksjon til norsk klima, driftsformer, bruksområde og liknende, som har kulturhistorisk betydning og/eller potensiell betydning for næring og matsikkerhet i Norge, og som er utviklet i Norge eller importert til Norge før 1950. Genressurser hos utenlandske treslag er dermed ikke omfattet av nasjonal tiltaksplan for bevaring og bærekraftig bruk av genetiske ressurser for mat og landbruk.

I Norge har det vært etablert flere frøplantasjer og foredlingsprogram for utenlandske treslag, for eksempel sitkagran, lutzgran, engelmansgran, vrifuru, sibirlerk og fjelledelgran (*Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt.) og nobelgran (*Abies procera* Rehder). I de fleste tilfellene er det gjort utvalg i norske bestand etablert med handelsfrø (sitkagran, engelmansgran og nobelgran). I noen tilfeller er det hentet pollen for kryssinger (lutzgran) og frø for proveniens- og avkomforsøk (vrifuru og fjelledelgran), som senere har dannet grunnlag for foredlingsprogram. De fleste av disse foredlingsprogrammene ble igangsatt før 1993, da konvensjonen om biologisk mangfold (CBD) ble vedtatt. I noen tilfeller er det gjort etter 1993, men uten at det fra eksportør er gitt begrensninger i bruken av det genetiske materialet.

8.5 Sertifisering av og handel med skoglig formeringsmateriale

I Norge reguleres handel og markedsføring av skoglig formeringsmateriale (frø, planter, vevsformert) av lov om skogbruk og forskrift om skogfrø og skogplanter, med underliggende retningslinjer. OECD-regelverket (OECD Forest Seed And Plant Scheme) for sertifisering og handel ligger til grunn for den norske forskriften. For EU-land er det derimot Forest Reproductive Material- direktivet (FRM-direktivet - Council Directive 1999/105/EC) som regulerer produksjon og handel med frø og planter. OECD-regelverket og FRM-direktivet i EU bygger på samme prinsipper, og handel med mellom EU og OECD-land er derfor relativt uproblematisk når det gjelder krav til sertifisering. Det kan imidlertid i enkelte land og enkelte stater, for eksempel i USA, være utfordringer med at det ikke finnes regionale myndigheter som vil eller kan utstede sertifikater. Fra slike land og regioner kan det derfor være problematisk å importere skoglig formeringsmateriale. Noen land sertifiserer også bare arter som står oppført på en basisliste. OECD-regelverket har vært lite gjenstand for endringer og har derfor en forutsigbar form. I EU pågår det nå en revidering av FRM-direktivet, men det kommer trolig ikke til å avvike vesentlig fra OECD sitt regelverk på områder av betydning for handel.

I dag utgjør ikke regelverk for sertifisering en stor hindring for handel med skogfrø- og skogplanter til Norge, selv om det kan være utfordrende fra enkelte stater i USA. Skogfrøverket og Kontrollutvalget for skogfrøforsyningen (NIBIO) er utnevnte myndigheter i Norge for forvaltning av OECD-regelverket.

8.6 Plantehelse og risiko ved import

Klimaendringer og en stadig økende handel med planter og biologisk materiale fører til en økt risiko for innførsel og spredning av plantesykdommer og skadeinsekter. I Norge er det Mattilsynet som forvalter regelverket for plante helse, som er hjemlet i Matloven og forskrift om plante helse. Regelverket er særlig strengt for planter og treprodukter som kan inneholde smittebærende emner, som det ikke er ønskelig å få innført til Norge. Rødbandsjuka (*Mycosphaerella pini/ Dothistroma septosporum*), furuvednematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) og asiatiske løvtrebukk (*Anoplophora glabripennis*) er eksempel på arter det er spesielt viktig å hindre innførsel eller spredning av i Norge. Ved import av planter til Norge skal forsendelsen derfor følges av et plantesunnhetssertifikat. For frø er det oftest unntak fra krav om plantesunnhetssertifikat, da det er langt lavere risiko for å få innført skadelige sykdommer og insekter i frø, enn med planter. For eksport til EU kreves det normalt plantesunnhetssertifikat for både frø og planter. Det kan oppstå utfordringer ved handel av både frø og planter dersom en art blir definert som karanteneskadegjører. Dette har vært en problemstilling ved eksport av furufrø til EU, da det ikke bare

kreves inspeksjon av frø- og planter, men også overvåking av produksjonsstedet i flere år, noe som for eksempel er utfordrende ved handel av frø som er sanket i skogen. Det gjelder soppen *Fusarium circinatum*, som forårsaker kreft på furuarter og douglasgran.

For en langsiktig frøforsyning av utenlandske treslag er det usikkerhet knyttet til eventuelle regelverk for sertifisering og særlig plantehelse, en risiko som best håndteres ved å etablere nasjonale programmer for frøforsyning for de treslagene som kan være aktuelle industritreslag for fremtiden. Det bør etterstrebes mest mulig nasjonal produksjon og minst mulig import av plantemateriale, for å redusere risikoen for innførsel og spredning av sykdommer.

9 Annet relevant lovverk i Norge

Naturmangfoldlovens **forskrift om fremmede organismer** (Lovdata, 2015) har som formål å hindre innførsel, utsetting og spredning av fremmede organismer som medfører, eller kan medføre, uheldige følger for naturmangfoldet. Forskriften gjelder ikke ved utsetting av norske treslag eller ved utsetting av treslag som reguleres av **forskrift om utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål** (Lovdata, 2012). De siste par årene har det funnet sted to høringer for foreslåtte endringer i forskrift om fremmede organismer. I sin tilråding til endring i forskrift om fremmede organismer, datert 03.02.2026, slår Miljødirektoratet fast følgende, angående utsetting, omsetting og import av utenlandske treslag til skogbruksformål (Miljødirektoratet, 2026).

Miljødirektoratet ser at en utilsiktet følge av forslaget som ble sendt på høring er at en rekke treslag som det gis tillatelse til utsetting av i skogbruk og pyntegrønt- og juletreproduksjon etter forskrift om utsetting av utenlandske treslag til skogbruksproduksjon, ikke kan innføres og omsettes. Dette var ikke intensjonen bak forslaget. For å unngå denne følgen, tilrår Miljødirektoratet at det tas inn et eget unntak i forbudsbestemmelsene om at forbudet for de aktuelle artene ikke gjelder innførsel og omsetning til bruk som reguleres av forskrift om utenlandske treslag.

10 Vurderinger, anbefalinger og forutsetninger for gjennomføring

På bakgrunn av det samlede kunnskapsgrunnlaget i rapporten, presenterer vi i dette kapitlet vurderinger og anbefalinger om videre utvikling av foredling, frøforsyning og skjøtsel for industritreslag i et klima i endring. Videre beskriver vi forutsetninger og rammebetingelser som må være til stede for en vellykket gjennomføring av aktuelle tiltak.

10.1 Vurderte tiltak og begrunnelse

Dersom norsk regelverk for utsetting av utenlandske treslag endres, slik at nye industritreslag kan bidra til produksjon av skogråstoff i et klima i endring, peker rapporten på flere sentrale tiltak:

- Gjenopptakelse og videreutvikling av foredlingsprogrammer, særlig for sitkagran, lutzgran og vrifuru, som allerede viser god produksjonsevne og klimatilpasning i Norge.
- Videre utredning av produksjons- og klimapotensialet for douglasgran, europalerk og sibirlerk, gjennom proveniensforsøk, ettersom disse treslagene kan bli mer aktuelle i et varmere klima.
- Styrking av forskning og foredling, med særlig vekt på egenskaper som vekst, frost- og tørketoleranse, med sikte på å redusere klimarisiko og å sikre stabil skogproduksjon over tid.
- Etablering av en mer forutsigbar, nasjonalt forankret frøforsyning, blant annet gjennom nye frøplantasjer og styrket kapasitet for frøproduksjon, rensing og behandling, for å understøtte en eventuell oppskalering av bruken av nye industritreslag.

10.2 Forutsetninger for gjennomføring

En videre satsing på nye industritreslag forutsetter at flere faglige, forvaltningsmessige og praktiske forhold er avklart og ivaretatt. Følgende forutsetninger bør legges til grunn:

- Tilgang på egnede arealer for frøplantasjer, avkomtester og proveniensforsøk, slik at foredling og kunnskapsoppbygging kan gjennomføres over tid.
- Tilstrekkelig kunnskap om produksjon av plantemateriale i planteskoler og videre skjøtsel av nye industritreslag, herunder foryngelsesmetoder, planteavstand, tynningspraksis og omløpstid, basert på både norske og internasjonale erfaringer.
- Videre kunnskapsutvikling om miljøeffekter, herunder undersøkelser av forskjeller i naturmangfold mellom plantefelt med utenlandske og innenlandske bartreslag, samt klimaendringenes betydning for naturmangfoldet i barskog.
- Et langsiktig og koordinert samarbeid mellom forvaltning, forskningsmiljøer og skognæring, med tydelige roller og ansvar.
- Forutsigbare rammevilkår og tilstrekkelig, langsiktig finansiering av forskning og foredling, samt tilhørende infrastruktur for produksjon og behandling, samt systemer for overvåking og kunnskapsoppfølging.
- Et oppdatert regelverk for utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål, som balanserer hensynet til naturmangfold med skogproduksjon, klimatilpasning og skogens klimabidrag.

11 Referanseliste

- Aranda, I., Alia, R., Ortega, U., Dantas, A. K., & Majada, J. (2010). Intra-specific variability in biomass partitioning and carbon isotopic discrimination under moderate drought stress in seedlings from four *Pinus pinaster* populations. *Tree Genetics & Genomes*, 6(2), 169-178. <https://doi.org/10.1007/s11295-009-0238-5>
- Artsdatabanken (2018a). Edelgran (*Abies alba*). I: Fremmedartsbasen 2018. Hentet fra: <https://artsdatabanken.no/fab2018/N/152> (Lest: 24. april 2026)
- Artsdatabanken, (2018b): *Pinus contorta* vrifuru. Fremmedartslisten 2018. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/538> (Lest: 24. april 2026)
- Artsdatabanken, (2023a). *Pinus contorta*. Fremmedartslisten 2023. Tilgjengelig fra: <https://lister.artsdatabanken.no/fremmedartslista/2023/2617> (Lest: 24. april 2026)
- Artsdatabanken, (2023b): Sitkagran. Fremmedartslisten 2023. Tilgjengelig fra: <https://lister.artsdatabanken.no/fremmedartslista/2023/2618> Lest: 24. april 2026)
- Artsdatabanken, (2026a): Sentrale begreper i risikovurdering. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/node/764198> (Lest: 24. april 2026)
- Barcala, M. E., van der Valk, T., Chen, Z. Q., Funda, T., Chaudhary, R., Klingberg, A., Fundova, I., Suontama, M., Hallingbäck, H., Bernhardsson, C., Nystedt, B., Ingvarsson, P. K., Sherwood, E., Street, N., Gyllensten, U., Nilsson, O., & Wu, H. X. (2024). Whole-genome resequencing facilitates the development of a 50K single nucleotide polymorphism genotyping array for Scots pine (*L.*) and its transferability to other pine species. *Plant Journal*, 117(3), 944-955.
- Bernhardsson, C., Zan, Y. J., Chen, Z. Q., Ingvarsson, P. K., & Wu, H. X. (2021). Development of a highly efficient 50K single nucleotide polymorphism genotyping array for the large and complex genome of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) by whole genome resequencing and its transferability to other spruce species. *Molecular Ecology Resources*, 21(3), 880-896.
- Bramming, Jan og Sandland Knut Magnar. (2009). Sitkagran. Fokus på tre Nr. 49. Norsk Treteknisk Institutt, *Trefokus*.
- Climent, J., Alía, R., Karkkainen, K., Bastien, C., Benito-Garzon, M., Bouffier, L., De Dato, G., Delzon, S., Dowkiw, A., Elvira-Recuenco, M., Grivet, D., González-Martínez, S. C., Hayatgheibi, H., Kujala, S., Leplé, J. C., Martín-Sanz, R. C., de Miguel, M., Monteverdi, M. C., Mutke, S., Cavers, S. (2024). Trade-offs and Trait Integration in Tree Phenotypes: Consequences for the Sustainable Use of Genetic Resources. *Current Forestry Reports*, 10(3), 196-222. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40725-024-00217-5>
- Council of the European Union. (1999). Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material. Official Journal of the European Communities, L 11, 17–40. Tilgjengelig fra: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/105/oj/eng> (Lest: 24. april 2026)
- Dietrichson, J. (1970). Geografisk variasjon hos *Pinus contorta* Dougl. En undersøkelse med sikte på treslagenes bruk i Norge. *Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen* 28: 111-130.
- Dietrichson J. (1984). *Pinus contorta* i Trøndelag. Upublisert notat. NISK. 4 s.
- Ducrey, M., Huc, R., Ladjal, M., & Guehl, J. M. (2008). Variability in growth, carbon isotope composition, leaf gas exchange and hydraulic traits in the eastern Mediterranean cedars *Cedrus libani* and *C. brevifolia*. *Tree Physiology*, 28(5), 689-701. <https://doi.org/DOI 10.1093/treephys/28.5.689>
- Edvardsen, Ø. M., Lauritzen, B. (1993). Et proveniensforsøk i Nordland med *Pinus contorta* f. *latifolia*. Semesteroppgave, Nord-Trøndelag Distriktshøgskole, Seksjon for skogbruksfag.
- Eldhuset, T. D., Nagy, N. E., Volarik, D., Borja, I., Gebauer, R., Yakovlev, I. A., & Krokene, P. (2013). Drought affects tracheid structure, dehydrin expression, and above- and belowground growth in 5-year-old Norway spruce. *Plant and Soil*, 366(1-2), 305-320. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1432-z>
- El-Kassaby, Y. A., & Lstiburek, M. (2009). Breeding without breeding. *Genetics Research*, 91(2), 111-120.
- European Commission. (2023). Proposal for a regulation on the production and marketing of forest reproductive material (COM(2023) 415 final). Tilgjengelig fra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023PC0415> (Lest: 24. april 2026)
- FAO. (2024). The State of the World's Forests. Tilgjengelig fra: <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-the-worlds-forests/en> (Lest: 24. april 2026)

- FAO. (2025). Global Forest Resources Assessment. Tilgjengelig fra: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/en> (Lest: 24. april 2026)
- FAO. (2026). Forest genetic resources assessments. Tilgjengelig fra: <https://www.fao.org/forest-genetic-resources/assessments/en/> (Lest: 24. april 2026)
- FCBA. (2016). Essais FCBA sur la génétique du Douglas. FCBA INFO septembre 2016. Tilgjengelig fra: fcbainfo_2016_35_douglas_marin_chaumet.pdf (Lest: 24. april 2026)
- FCBA. (2017). Analyse des souhaits de la filière en matière de création variétale de Douglas. FCBA INFO, 25_août 2017. Tilgjengelig fra: https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2020/07/fcbainfo-2017-25-analyse-filiere-creation_varietale-douglas-chaumet.pdf. (Lest: 24. april 2026)
- Forestry Commission. (2024). Marketing forest reproductive material for forestry purposes. GOV.UK. Tilgjengelig fra: <https://www.gov.uk/guidance/marketing-forest-reproductive-material-for-forestry-purposes> (Lest: 24. april 2026)
- Fraser, A.I. & Gardiner, J.B.H. (1967). Rooting and stability in Sitka spruce. *Forestry Commission Bulletin* No. 40.
- Fylkesmannen i Nordland. (2019). Regionalt skog- og klimaprogram for Nordland 2019-2022. Landbruks- og reindriftsavdelingen. 9/2019. Tilgjengelig fra: https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-nordland/dokument-fmno/landbruk-og-mat-dokumenter/skogbruk-dokumenter/regionalt-skog-og-klimaprogram2019_2022_nordland.pdf (Sett: 03.03.2026)
- Government of British Columbia. (2026). Coastal Douglas-fir tree breeding. Tilgjengelig fra: <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/forestry/managing-our-forest-resources/tree-seed/forest-genetics/tree-breeding-improvement/coastal-douglas-fir> (Lest: 24. april 2026)
- Hansen, J. K., & Roulund, H. (1997). Genetic parameters for spiral grain, stem form, pilodyn and growth in 13 years old clones of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). *Silvae Genetica*, 46(2-3), 107-113.
- Hamilton, J.A. & Aitken, S.N. (2013). Genetic and morphological structure of a spruce hybrid (*Picea sitchensis* × *P. glauca*) zone along a climatic gradient. *American Journal of Botany* 100: 1651-1662
- Hannrup, B., Cahalan, C., Chantre, G., Grabner, M., Karlsson, B., Le Bayon, I., Jones, G. L., Müller, U., Pereira, H., Rodrigues, J. C., Rosner, S., Rozenberg, P., Wilhelmsson, L., & Wimmer, R. (2004). Genetic parameters of growth and wood quality traits in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19(1), 14-29.
- Hayatgheibi, H., Haapanen, M., Lundstromer, J., Berlin, M., Karkkainen, K., & Helmersson, A. (2021). The Impact of Drought Stress on the Height Growth of Young Norway Spruce Full-Sib and Half-Sib Clonal Trials in Sweden and Finland. *Forests*, 12(4). https://doi.org/ARTN_498.10.3390/f12040498
- Howe, G. T., Jayawickrama, K., Kolpak, S. E., Kling, J., Trappe, M., Hipkins, V., Ye, T., Guida, S., Cronn, R., Cushman, S. A., & McEvoy, S. (2020). An Axiom SNP genotyping array for Douglas-fir. *Bmc Genomics*, 21(1).
- Helgelands Blad. (2025). Sitka skal frå Skorpa til Sverige. Tilgjengelig fra: <https://www.hblad.no/2025/nyheter/naeringsliv/sitka-skal-fra-skorpa-til-sverige/> (Lest: 24. april 2026)
- Hylen, G. (1997). Genetic variation of wood density and its relationship with growth traits in young Norway spruce. *Silvae Genetica*, 46(1), 55-60.
- Jensen, J. S., Kjaer, E. D., & Roulund, H. (1996). A progeny trial with domesticated *Picea sitchensis* (Bong) in Denmark. *Silvae Genetica*, 45(2-3), 85-90.
- Jyske, T., Holtta, T., Makinen, H., Nojd, P., Lumme, I., & Spiecker, H. (2010). The effect of artificially induced drought on radial increment and wood properties of Norway spruce. *Tree Physiology*, 30(1), 103-115.
- Kaasen T. og Dietrichson J. (1987). Treslags- og proveniensforsøk i Aust-Agder. *Rapport Norsk institutt for skogforskning*, 8/87: 1-20.
- Karlman, L. (2010). Genetic Variation in Frost Tolerance, Juvenile Growth and Timber Production in Russian Larches (*Larix Mill.*) - Implications for use in Sweden [Swedish University of Agricultural Sciences]. Phd-thesis. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). Umeå. 91 s.
- Kastally, C., Niskanen, A. K., Perry, A., Kujala, S. T., Avia, K., Cervantes, S., Haapanen, M., Kesalahti, R., Kumpula, T. A., Mattila, T. M., Ojeda, D. I., Tyymi, J. S., Wachowiak, W., Cavers, S., Karkkainen, K., Savolainen, O., & Pyhajarvi, T. (2022). Taming the massive genome of Scots pine with PiSy50k, a new genotyping array for conifer research. *Plant Journal*, 109(5), 1337-1350.
- Köhn, F. (1978). Survival and early growth of *Pinus contorta* Dougl. in the Norwegian IUFRO-trials of 1970/73. Paper presented at the IUFRO Working Parties Meeting, Vancouver BC, August 1978. 11s.

- Landbruksdirektoratet. (2024). Egnede industritreslag for skogbruket -Tilpasset et framtidig klima. Landbruksdirektoratet. Rapport 53/2024. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/rapporter/egnede-industritreslag-for-skogbruket> (Lest: 24. april 2026)
- Landbruksdirektoratet. (2026). Tømmeravvirkning og priser. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/utviklingstrekk-i-skogbruket/tommeravvirkning-og-priser> (Lest: 24. april 2026)
- Larson, P. R. (1963). The indirect effect of drought on tracheid diameter in red pine. *Forest Science*, 9(1), 52-62.
- Lovdata. (2012). Forskrift om utsetting av fremmede organismer. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-05-25-460> (Lest: 24. april 2026)
- Lovdata. (2015). Forskrift om skogfrø og skogplanter. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-19-716> (Lest: 24. april 2026)
- LMD. (2023). Nasjonal tiltaksplan for bevaring og bærekraftig bruk av genetiske ressurser for mat og landbruk. Fastsatt av Landbruks- og matdepartementet 06.12 2023. Tilgjengelig fra: www.regjeringen.no/contentassets/5321a9dcd2f64157bc12e93e900286b3/nasjonal-tiltaksplan-for-genressurser-for-mat-og-landbruk-final.pdf (Lest: 24. april 2026)
- Lstiburek, M., Ivankova, K., Kadlec, J., Kobliha, J., Klapste, J., & El-Kassaby, Y. A. (2011). Breeding without breeding: minimum fingerprinting effort with respect to the effective population size. *Tree Genetics & Genomes*, 7(5), 1069-1078.
- Madsen, P., Solberg, S., Finne, E. (2013). Douglasgran – et robust treslag mot klimaendringer og med verdifullt virke. *Norsk skogbruk*
- Magnesen, S. (1992). Treslagenes og proveniensenes betydning for skogskader: En litteraturstudie fra en ca. 100 årig epoke i norsk skogbruk. *Rapport fra Skogforsk 7/92*: 46 s.
- Magnesen, S. (2001). Forsøk med ulike bartreslag og provenienser i Vest-Norge. *Aktuelt fra skogforskningen* 1/01. 20 s.
- Miljødirektoratet. (2026). 102 fremmede arter kan bli forbudt – truer norsk natur. Miljødirektoratet foreslår forbud mot 102 fremmede arter som kan skade norsk natur. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2026/februar-2026/102-fremmede-arter-kan-bli-forbudt/> (Lest: 24. april 2026)
- Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. (2020). Bekendtgørelse om skovfrø og -planter (BEK nr. 1725 af 26/11/2020). Tilgjengelig fra: <https://www.retsinformation.dk/api/pdf/217734> (Lest: 24. april 2026)
- Myking, T., Walløe Tvedt, M. Meland Edvardsen, Ø., Hallingback, H., Olrik, D.C., Proschowsky, GF., Rusanen, M., Black-Samuelsson, S. og Skrøppa, T. (2012). Access and right to forest genetic resources in the Nordic region. Current station and future perspectives. *TemNord* 2012:520, 27 s.
- Nedkvitne, K. (1966). Dyrking av edelgran *Abies alba* Mill., i Vest-Norge. En vurdering av dyrkingsverdien til *Abies alba* for skogbruket i Vest-Norge. *Meddelelse Fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon*, 12: 127-219.
- Nicoll, B.C., Gardiner, B.A., Rayner, B. & Peace, A.J. (2006). Anchorage of coniferous trees in relation to species, soil type and rooting depth. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 203–216.
- Nordfra.no. (2024). Nordpall vil utnytte sitkagrana med etablering av lokalt sagbruk i Hadsel. Tilgjengelig fra: <https://www.nordfra.no/nordpall-fra-hadsel-vil-utnytte-sitkagrana/> (Lest: 24. april 2026)
- Nordic Council of Ministers. (2024). Access and Rights to Genetic Resources 2023 – The Kalmar II Declaration. Nordic Genetic Resource Centre (NordGen), 2024. Tilgjengelig fra: <https://www.norden.org/en/publication/access-and-rights-genetic-resources-2023-kalmar-ii-declaration>. (Lest: 24. april 2026)
- Norsk Skogbruk. (2018). Vesterålen: Nærmere et lokalt sitka-sagbruk? Publisert 4. oktober 2018. Tilgjengelig fra: <https://www.norsk-skogbruk.no/industri/vesteralen-naermere-et-lokalt-sitka-sagbruk/130116> (Lest: 24. april 2026)
- Norsk Skogbruk. (2023a). AT Skogs driftsapparat vokser. Publisert 28. april 2023. Tilgjengelig fra: <https://www.norsk-skogbruk.no/drift-og-maskiner/at-skogs-driftsapparat-vokser/100816> (Lest: 24. april 2026)
- Norsk skogbruk. (2023b). Lekterdrift får sitkatømmer fra Helgeland til Asia, 27. oktober. Tilgjengelig fra: <https://www.norsk-skogbruk.no/drift-og-maskiner/lekterdrift-far-sitkatommer-fra-helgeland-til-asia/122046> (Lest: 24. april 2026).

- Nygaard, P.H., Nyeggen, H. & Støtvig, S. (2015). Vrifuru i Hedmark *Oppdragsrapport fra Skog og landskap 01/2015*: 1-24.
- Perry, A., Wachowiak, W., Downing, A., Talbot, R., & Cavers, S. (2020). Development of a single nucleotide polymorphism array for population genomic studies in four European pine species. *Molecular Ecology Resources*, 20(6), 1697-1705.
- Robak, H. (1982). Det internasjonale erkeproveniensforsøk av 1944/45 i Vest-Norge. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 36 (14): 1-45.
- Rook, D. A. (Ed.). (1992). Super Sitkas for the 90s. Forestry Commission, UK.
- Rosner, S., Klein, A., Müller, U., & Karlsson, B. (2007). Hydraulic and mechanical properties of young Norway spruce clones related to growth and wood structure. *Tree Physiology*, 27, 1165-1178.
- Rosner, S., Klein, A., Müller, U., & Karlsson, B. (2008). Tradeoffs between hydraulic and mechanical stress responses of mature Norway spruce trunk wood. *Tree Physiology*, 28(8), 1179-1188.
- Rosner, S., Svetlik, J., Andreassen, K., Borja, I., Dalsgaard, L., Evans, R., Karlsson, B., Tollefsrud, M. M., & Solberg, S. (2014). Wood density as a screening trait for drought sensitivity in Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 44(2), 154-161.
- Skaret, G. (2005). Skogplanteledning i Nord-Norge. Fylkesmannen i Nordland. 32 s.
- Skogbrukets fremtidige skogfrøforsyning. (1981). Fagutvalget for skogfrøplantasjene desember, 1981. Upublisert.
- Skogfrøverket. (2024): Strategi for skogplanteledning og frøforsyning 2010-2040. Revidert. 21 s. Tilgjengelig fra: www.skogfroverket.no (Lest: 03. mars 2026)
- Skrøppa, T. (1992). *Pinus contorta* i Gravberget – Revisjon 1988/89. Upublisert notat NISK. 6 s.
- Skrøppa, T. (2013). Foreløpige resultat om forsøk med *Pinus contorta* i Fiskvik, Rendal, plantet 1990. Upublisert notat Skog og landskap, 1 s.
- Skrøppa, T. og Dietrichson, J. (1978). Overlevelse og tilvekst i unge proveniensforsøk med *Pinus contorta* i det indre Øst-Norge. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning*, 34.3.
- Skrøppa, T. og Dietrichson, J. (1987). Tidligtesting av contortafuru. Sluttrapport nr. 666. NLVF. Upublisert. 14 s.
- Skrøppa, T., Steffenrem, A., Haug, G., & Steffenrem, A. (2023). Field trial performance of Norway spruce families from Opsahl Seed Orchard. (NIBIO rapport 9/23, 22 s.) Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/11250/3054112> (Lest: 03. mars 2026)
- Stabbetorp, O. & Aarrestad, P.A. (2012). Sitkagran / Lutzgran *Picea sitchensis* / *Picea × lutzii* Artsdatabankens faktaark 216: 3A
- 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. *European Journal of Forest Research*, 135(5), 815-825. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10342-016-0975-6>
- Svea skog. (2024). Sveaskog satsar på sibirisk lårk – ny frøplantage utanför Umeå. Tilgjengelig fra: <https://www.sveaskog.se/skogen-pa-djupet/varierat-skogsbruk/varierat-skogsbruk--satsning-pa-sibirisk-lark/> (Lest: 24. april 2026)
- Trujillo-Moya, C., George, J. P., Fluch, S., Geburek, T., Grabner, M., Karanitsch-Ackerl, S., Konrad, H., Mayer, K., Sehr, E. M., Wischnitzki, E., & Schueler, S. (2018). Drought Sensitivity of Norway Spruce at the Species' Warmest Fringe: Quantitative and Molecular Analysis Reveals High Genetic Variation Among and Within Provenances. *G3-Genes Genomes Genetics*, 8(4), 1225-1245. <https://doi.org/10.1534/g3.117.300524>
- Viken skog. (2022). Furu som ikke fant seg til rette på Gran. Tilgjengelig fra: <https://www.viken.skog.no/aktuelt/artikler/furu-som-ikke-fant-seg-til-rette-pa-gran> (Lest: 24. april 2026)
- VKM (2022): *Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem*. Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species (CITES) of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM Report 2022:15. *Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM)*, Oslo, Norway.
- Walløe Tvedt, M. (2010). Norsk genressursrett. Rettslige betingelser for innovasjon innenfor bio- og genteknologi. *Cappelen Damm AS*. 380 s.

- Østgård, Å. (2012). Felt 2.61 Auestad i Rogaland. Douglas. Norsk institutt for Skog og landskap. Intern sluttrapport. 4 s.
- Øyen, B. H. (2005). Larix in Norwegian forestry – a review. Norsk institutt for skogforskning. Intern rapport. 40 s.
- Øyen, B. H. (2006). Lerk (*Larix*) i Norge – del I. Dyrkningshistorien. *Aktuelt fra skogforskningen*, 2/06. 16 s.
- Øyen, BH, Andersen, H.L., Myking, T., Nygaard, P.H., Stabbetorp, O.E. (2009). Økologiske egenskaper for noen utvalgte introduserte bartreslag i Norge. *Viten fra Skog og landskap*, 01/09. 40 s.
- Øyen, B.-H. and Nygaard, P.H. (2020). Impact of Sitka spruce on biodiversity in NW Europe with a special focus on Norway – evidence, perceptions and regulations. *Scandinavian journal of forest research* 35: 117–133.

Vedlegg 1 Questionnaire and answers about forest tree breeding

Questions

A. Forest tree breeding

Are you involved in forest tree breeding?

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known

If yes, questions on forest tree breeding will appear. If no or not known, you will be directed to Seed supply.

B. Are there any ongoing, or have there been any tree breeding programs for this tree species in your region? Mandatory fields are marked with an asterisk *

With tree breeding program we refer to selection activities for the establishment of seed orchards or vegetatively propagated forest reproductive material (FRM).

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known

C. Production of FRM for end-user market: Please give a rough percentage estimate of the propagation method for unimproved and improved FRM for this species.

- i) Seed orchard – Estimate in percent
- ii) Unimproved FRM (e.g. seed from stands) - estimate in percent
- iii) Vegetative propagation – estimate in percent

D. At which level do you consider the front of the breeding program for the species?

Please indicate which level of improvement is available for FRM on the market. Multiple replies possible.

Level of improvement	Seed orchards	Vegetative reproduction
1 st generation: Parents are phenotypically selected plus-trees		
1.5 th generation: Parents are selected after progeny testing		
2 nd generation: Parents are selected from progeny trials (progenies from the 1.5 th)		
3 rd generation: Parents are selected from families from 2 nd generation		
Advanced generations		

E. Considering the area-wise availability of improved FRM: How large a proportion of the productive forest area in your region has access to improved FRM of this species?

Slide-bar from 0 – 100 % - (estimate in percent)

F. How many million seedlings of this species are produced in nurseries annually in your region?

Approximate figure

G. What is the reason for some areas not having access to improved FRM? Multiple replies possible.

Investments not prioritized in these areas	
Lack of climatically adapted populations for these areas	
Logistical breeding issues such as access to suitable areas for seed orchards or qualified personnel	
Environmental concerns (for introduced species)	
Other, please specify	

H. What is the base material for establishment of the breeding population for this species? Multiple replies possible.

Plus-tree selection in natural forests	
Plus-tree selection in planted stands of local origin	
Plus-tree selection in planted stands of transferred origin	
Selections from provenance trials	
Selections from family trials	
Others, please specify	

I. Target traits and secondary traits for selections in the breeding program

Primary traits are defined as those directly ranked for or included in the breeding index. Secondary traits are those for which individuals with the poorest performance are culled (i.e., removed) during selection. Please indicate in the table.*

	Primary	Secondary	Not relevant
Volume*			
Stem form*			
Wood density*			
Branch diameter or number of branches*			
Ramicorns / spike knots*			
Lammas shoots / second flush late in growing season*			
Phenology (either flushing or growth cessation)*			
Phenology: growth cessation*			
Frost tolerance*			
Drought tolerance*			
Pathogen resistance*			

Please specify other if relevant:.....

J. Are there current breeding and regeneration strategies for adaptation to climate change?*

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known
- iv) Not relevant

K. Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of parents in seed orchards?

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known
- iv) Not relevant

If yes, please provide a number:

L. Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of clones in vegetatively propagated FRM?

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known
- iv) Not relevant

If yes, please provide a number:

M. General references to literature of breeding strategy regarding these questions

N. Please provide reference to literature if available:

Answers

Douglasgran

a) Forest tree breeding: Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and *P. menziesii* var. *glauca*)

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	Country (n=3)	Country (n=1)	Region of a Country (n=1)	Country (n=2)	Country (n=1)	Country (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>) (n=1)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>) (n=3)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>) (n=1)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>) (n=1)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>) (n=2)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Are you involved in forest tree breeding?	Yes (n=1)	Yes (n=3)	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=2);	Yes (n=1)	Yes (n=1)
Are there any ongoing, or have there been any tree breeding programs for this tree species in your region?	Yes (n=1)	Yes (n=3)	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=2)	No (n=1)	Yes (n=1)
Are there ongoing breeding activities that include:	Yes (n=1)	Yes (n=3)	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=2)	-	-
✓ controlled crosses?	-	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)	-	-	-
✓ progeny testing?	-	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)
✓ establishment of new seed orchards?	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)

b) **Forest tree breeding:** Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and *P. menziesii* var. *glauca*)

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Production of FRM for end-user market: Please give a rough percentage estimate of the propagation method for unimproved and improved FRM The proportion of regeneration is supplied by plants from:							
• Seed orchards	✓ 0 (n=1)	✓ 60 (n=2) ✓ 95 (n=1)	✓ 30 (n=1)	✓ 90 (n=1)	✓ 5 (n=1), ✓ 15 (n=1)	✓ 0 (n=1)	✓ 40 (n=1)
• Unimproved FRM (e.g. seed from stands):	✓ 100 (n=1)	✓ 5 (n=1) ✓ 40 (n=2)	✓ 70 (n=1)	✓ 10 (n=1)	✓ 95 (n=1) ✓ 85 (n=1)	✓ 100 (n=1)	✓ 60 (n=1)
• Vegetative production:	-	✓ 0 (n=3)	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)

c) **Forest tree breeding:** Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and Coast Douglas-fir, *P. menziesii* var. *glauca*)

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ US (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Do you have breeding activities on the level of:							
1st generation: Parents are phenotypically selected plus-trees.	-	-	-	-	-	-	-
• Seed orchards	✓ (n=1)	✓ (n=3)	-	-	✓ (n=2)	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-	-	-	-	-
1.5 th generation: Parents are selected after progeny testing							
• Seed orchards	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-	-	✓ (n=1)
• Vegetative propagation	-	-	-	-	-	-	-
2 nd generation: Parents are selected from progeny trials (progenies from the 1.5 th)							
• Seed orchard	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-	-	-	-	-
3 rd generation: Parents are selected from families from 2 nd generation:							
• Seed orchards	-	-	-	✓ (n=1)	-	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-	-	-	-	-
Advanced generations							
• Seed orchards	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-	-	-	-	-

d) Forest tree breeding: Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *glauca*)

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	(n=1)	(n=3)	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=1)	(n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Considering the area-wise availability of improved FRM: How large a proportion of the productive forest area in your region has access to improved FRM of this species?	✓ 1 (n=1)	✓ 100 (n=3)	✓ 30 (n=1)	✓ 80 (n=1)	✓ 50 (n=1) ✓ 100 (n=1)	✓ 1 (n=1)	✓ 30 (n=1)
How many million seedlings of this species are produced in nurseries annually in your region?	✓ 0.19 (n=1)	✓ 0 (n=1) ✓ 1 (n=2)	✓ 0.2 (n=1)	✓ 55 (n=1)	✓ 7 (n=1) ✓ 10 (n=1)	✓ 0.03 (n=1)	✓ 0.50 (n=1)
What is the reason for some areas not having access to improved FRM?							
• Investments not prioritized for geographical areas	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Lack of climatically adapted populations for these areas	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• Logistical breeding issues such as access to suitable areas for seed orchards or qualified personnel	-	-	-	-	-	-	-
• Environmental concerns (for introduced species)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	-	-	✓ (n=1)
• Other, please specify	-	All regions have access - if seedlings are available. (n=1)	-	-	Limited supply. Most material is imported:~60% from Washington: ~20% from French improved sources. ~20% from UK seed stands.(n=1)	-	-

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
• Other, please specify	-	I'm not aware of any limitations in Denmark. (n=1)	-	-	Orchards are being established now but are not yet productive (n=1);	-	-
Other, please specify	-	-	-	-	Choice (n=1)	-	-

e) **Forest tree breeding:** Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii*) and Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *glauca*)

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓	✓
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
What is the base material for establishment of the breeding population for this species?							
• Plus-tree selection in natural forests	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	-	-
• Plus-tree selection Plus-tree selection in planted stands of local origin	-	-	-	-	-	-	-
• Plus-tree selection in planted stands of transferred origin	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	-	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)
• Selections from provenance trials	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	✓ (n=1)
• Selections in family trials	-	✓ (n=3)	-	-	✓ (n=1)	-	-
• Other, please specify	-	-	-	-	-	-	-

f) **Forest tree breeding:** Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and *Coast Douglas-fir* (*P. menziesii* var. *glauca*))

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Which traits are included in your breeding goal for this species? Please indicate if it's a primary or secondary goal (not relevant if not included in goal)						If there was a breeding program, the main focus would be on improving frost tolerance, volume growth and pathogen resistance	
Volum							
• Primary	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)
• Secondary	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Not relevant	-	-	-	-	--	✓ (n=1)	-
Stemform							
• Primary	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	-	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)
• Secondary	-	-	-	✓ (n=1)	-	-	-
• Not relevant	-	-	-	-	-	✓ (n=1)	-
Wood density							
• Primary	-	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	-	-	✓ (n=1)	-	-
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Branch diameter or number of branches							
• Primary	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)
• Secondary	-	✓ (n=2)	-	-	-	-	-
• Not relevant	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-
Ramicorns / spike knots*							
• Primary	-	-	✓ (n=1)	-	-	-	✓ (n=1)

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
• Secondary	✓ (n=1)	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-
• Not relevant	-	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-
Lammas shoots / second flush late in growing season*							
• Primary	-	-	-	-	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Phenology (either flushing or growth cessation)							
• Primary	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• Not relevant	✓ (n=1)	-	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-
Frost tolerance*							
• Primary	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• Not relevant	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-
Drought tolerance*							
• Primary	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	-	-	✓ (n=1)	-	-
• Not relevant	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Pathogen resistance*							
• Primary	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• Not relevant	✓ (n=1)	-	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-
Other							
• Primary	-	✓ Health is first priority. (n=1)	-	-	✓ (n=1)	-	-
• Secondary	-	-	✓ (n=1)	upper stem sinuosity, wood stiffness (n=1)	✓ Branch angle (n=1)	-	-
• Not relevant	-	✓ (n=2)	-	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)

g) Forest tree breeding: Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and *Coast Douglas-fir* (*P. menziesii* var. *glauca*).

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Are there current breeding and regeneration strategies for adaptation to climate change?							
• Yes	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-	-	-
• If yes, please provide a brief description of the strategies.	-	Genetic variation (n=1)	-	Assisted migration (n=1) Genetic variation (n=1)	-	-	-
• No	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	(n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Not known	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• Not relevant	-	-	-	-	-	-	-
Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of parents in seed orchards?							
• Yes	-	✓ (n=2)	-	-	-	-	-
• If yes, please provide a number	-	✓ 30 (n=1) ✓ 30 (n=1)	-	-	-	-	-
• No	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-
• Not known	-	-	✓ (n=1)	-	-	-	✓ (n=1)
• Not relevant	-	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)	-	-

h) Forest tree breeding: Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii* and *Coast Douglas-fir* (*P. menziesii* var. *glauca*).

Main question	Country						
	Czech Republic	Denmark	Sweden	US	United Kingdom	Finland	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>)
Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of clones in vegetatively propagated FRM?							
• Yes	-	✓ (n=1)	-	-	-	-	-
• If yes, please provide a number	-	✓ 20 (n=1)	-	-	-	-	-
• No	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)	-
• Not known	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-	-	-	-
• Not relevant	-	✓ (n=1)	-	-	✓ (n=2)	-	✓ (n=1)
General references to literature of breeding strategy regarding these questions	-	-	-	-	-	Not relevant due to the lack of a breeding program (n=1)	-

Sibirlerk, edelgran, vrifuru,

a) Forest tree breeding: Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	Country (n=1)	Country (n=1)
Are you involved in forest tree breeding?	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=1)
Are there any ongoing, or have there been any, tree breeding programs for this tree species in your region?			
• Yes	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• No	-	-	-
• Not known	-	-	-
Are there ongoing breeding activities that include:	Yes (n=1)	Not known (n=1)	Yes (n=1)
• controlled crosses	-	-	✓ (n=1)
• progeny testing	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• establishment of new seed orchards	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)

b) Forest tree breeding: Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Production of FRM for end-user market: Please give a rough percentage estimate of the propagation method for unimproved and improved FRM The proportion of regeneration is supplied by plants from:			
• Seed orchards	✓ 100 (n=1)	✓ 100 (n=1)	✓ 90 (n=1)
• Unimproved FRM (e.g. seed from stands):	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)	✓ 10 (n=1)
• Vegetative production:	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1)

c) **Forest tree breeding:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Do you have breeding activities on the level of	-	-	-
1st generation: Parents are phenotypically selected plus-trees.			
• Seed orchards	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Vegetative propagation	-	-	-
1.5 th generation: Parents are selected after progeny testing			
• Seed orchards	✓ (n=1)	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-
2 nd generation: Parents are selected from progeny trials (progenies from the 1.5 th)			
• Seed orchard	-	-	✓ (n=1)
• Vegetative propagation	-	-	✓ (n=1)
3 rd generation: Parents are selected from families from 2 nd generation:			
• Seed orchards	-	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-
Advanced generations			
• Seed orchards	-	-	-
• Vegetative propagation	-	-	-

d) **Forest tree breeding:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	(n=1)	(n=1)	(n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Considering the area-wise availability of improved FRM: How large a proportion of the productive forest area in your region has access to improved FRM of this species?	✓ 100 (n=1)	✓ 100 (n=1)	✓ 50 (n=1)
How many million seedlings of this species are produced in nurseries annually in your region?	✓ 0.2 (n=1)	✓ 0.8 (n=1)	✓ 8.0 (n=1)
What is the reason for some areas not having access to improved FRM?			
• Investments not prioritized for geographical areas	-	✓ (n=1)	-
• Lack of climatically adapted populations for these areas	-	-	-
• Logistical breeding issues such as access to suitable areas for seed orchards or qualified personnel	-	-	-
• Environmental concerns (for introduced species)	-	-	-
• Other, please specify	-	-	-
• Other, please specify	-	-	-
Other, please specify	-	-	✓ Legal restriction

e) **Forest tree breeding:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
What is the base material for establishment of the breeding population for this species?			
• Plus-tree selection in natural forests	-	-	✓ (n=1)
• Plus-tree selection Plus-tree selection in planted stands of local origin	-	-	-
• Plus-tree selection in planted stands of transferred origin	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• Selections from provenance trials	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Selections in family trials	-	-	✓ (n=1)
• Other, please specify	-	-	-

f) **Forest tree breeding:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Which traits are included in your breeding goal for this species? Please indicate if it's a primary or secondary goal (not relevant if not included in goal)			
Volume			
• Primary	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Secondary	-	-	-
• Not relevant	-	-	-
Stem form			
• Primary	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Secondary	-	-	-
• Not relevant	✓ (n=1)	-	-
Wood density			
• Primary	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=1)	-
• Not relevant	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
Branch diameter or number of branches			
• Primary	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
• Secondary	-	✓ (n=1)	-
• Not relevant	-	-	-
Ramicorns / spike knots			
• Primary	-	-	✓ (n=1)
• Secondary	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-
• Not relevant	-	-	-
Lammas shoots / second flush late in growing season*			
• Primary	-	-	-
• Secondary	-	-	-

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Phenology (either flushing or growth cessation)			
• Primary	-	-	-
• Secondary	-	-	-
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Frost tolerance*			
• Primary	-	✓ (n=1)	-
• Secondary	-	-	✓ (n=1)
• Not relevant	✓ (n=1)	-	-
Drought tolerance*			
• Primary	-	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)	-
• Not relevant	✓ (n=1)	-	✓ (n=1)
Pathogen resistance*			
• Primary	-	-	✓ (n=1)
• Secondary	✓ (n=1)	-	-
• Not relevant	-	✓ (n=1)	-
Other			
• Primary	-	-	-
• Secondary	-	-	✓ (n=1)
• Specify	-	-	✓ Stiffness
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)	-

g) **Forest tree breeding:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Are there current breeding and regeneration strategies for adaptation to climate change?			
• Yes	-	-	✓ (n=1)
• No	✓ (n=1)	-	-
• Not known	-	✓ (n=1)	-
• Not relevant	-	-	-
If yes, please indicate type of strategies.			
• Assisted migration	-	-	✓ (n=1)
• Genetic variation	-	-	-
• Planting season - spring	-	-	-
• Planting season - autumn	-	-	-
• Directional selection - budburst	-	-	-
• Directional selection - drought resistant	-	-	-
• Other?	-	-	-
Please provide a brief description of the strategy	-	-	-

h) **Forest tree breeding:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), European silver fir (*Abies alba* Mill.) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex. Loudon).

Main question	Country		
	Finland	Denmark	Sweden
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex. Loudon)
Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of parents in seed orchards?			
• Yes	-	✓ (n=1)	-
• If yes, please provide a number	-	✓ 30 (n=1)	-
• No	✓ (n=1)	-	-
• Not known	-	-	✓ (n=1)
• Not relevant	-	-	-
Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of clones in vegetatively propagated FRM?			
• Yes	-	-	-
• If yes, please provide a number	-	-	-
• No	✓ (n=1)	-	-
• Not known	-	-	-
• Not relevant	-	✓ (n=1)	✓ (n=1)
General references to literature of breeding strategy regarding these questions	-	-	-

Sitka sprucea) **Forest tree breeding:** Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière).

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	Country (n=3)
Are you involved in forest tree breeding?	✓ Yes (n=1)	✓ Yes (n=3)
Are there any ongoing, or have there been any tree breeding programs for this tree species in your region?		
• Yes	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• No	-	-
• Not known	-	-
Are there ongoing breeding activities that include:	✓ Yes (n=1)	✓ Yes (n=3)
• controlled crosses	-	✓ (n=3)
• progeny testing	✓ (n=1)	✓ (n=3)
• establishment of new seed orchards	✓ (n=1)	✓ (n=2)
Production of FRM for end-user market: Please give a rough percentage estimate of the propagation method for unimproved and improved FRM		
The proportion of regeneration is supplied by plants from:		
• Seed orchards	✓ 93 (n=1)	✓ 20 (n=1) ✓ 80 (n=1) ✓ 90 (n=1)
• Unimproved FRM (e.g. seed from stands):	✓ 7 (n=1)	✓ 0 (n=1) ✓ 5 (n=1) ✓ 5(n=1)
• Vegetative production:	✓ 0 (n=1)	✓ 80 (n=1) ✓ 15 (n=1) ✓ 5 (n=1)

b) **Forest tree breeding:** Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière).

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).
Do you have breeding activities on the level of		
1st generation: Parents are phenotypically selected plus-trees.		
• Seed orchards	✓ (n=1)	✓ (n=3)
• Vegetative propagation	-	✓ (n=2)
1.5 th generation: Parents are selected after progeny testing		
• Seed orchards	✓ (n=1)	✓ (n=3)
• Vegetative propagation	-	✓ (n=3)
2 nd generation: Parents are selected from progeny trials (progenies from the 1.5 th)		
• Seed orchard	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Vegetative propagation	-	✓ (n=1)
3 rd generation: Parents are selected from families from 2 nd generation:	-	-
• Seed orchards	-	-
• Vegetative propagation	-	-
Advanced generations	-	-
• Seed orchards	-	-
• Vegetative propagation	-	-

c) **Forest tree breeding:** Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière).

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Number of answers	(n=1)	(n=3)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).
Considering the area-wise availability of improved FRM: How large a proportion of the productive forest area in your region has access to improved FRM of this species?	✓ 100 (n=1)	✓ 100 (n=3)
How many million seedlings of this species are produced in nurseries annually in your region?	✓ 0 (n=1)	✓ 0 (n=1) ✓ 60 (n=1) ✓ 70 (n=1)
What is the reason for some areas not having access to improved FRM?		
• Investments not prioritized for geographical areas	-	-
• Lack of climatically adapted populations for these areas	-	-
• Logistical breeding issues such as access to suitable areas for seed orchards or qualified personnel	-	-
• Environmental concerns (for introduced species)	-	-
• Other, please specify	✓ All areas have accesses	✓ Not relevant (n=1)
• Other, please specify	-	✓ Generally, no problem with supply (n=1)
• Other, please specify	-	✓ Choice all areas have access in theory (n=1)
What is the base material for establishment of the breeding population for this species?		
• Plus-tree selection in natural forests	-	✓ (n=1)
• Plus-tree selection Plus-tree selection in planted stands of local origin	-	-
• Plus-tree selection in planted stands of transferred origin	✓ (n=1)	✓ (n=3)
• Selections from provenance trials	-	✓ (n=2)
• Selections in family trials	-	✓ (n=1)
• Other, please specify	-	-

e) **Forest tree breeding:** Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière).

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).
Which traits are included in your breeding goal for this species? Please indicate if it's a primary or secondary goal (not relevant if not included in goal)		
Volume		
• Primary	✓ (n=1)	✓ (n=3)
• Secondary	-	-
• Not relevant	-	-
Stem form		
• Primary	✓ (n=1)	✓ (n=3)
• Secondary	-	-
• Not relevant	✓ (n=1)	-
Wood density		
• Primary	✓ (n=1)	✓ (n=2)
• Secondary	-	✓ (n=1)
• Not relevant	-	-
Branch diameter or number of branches		
• Primary	-	✓ (n=2)
• Secondary	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Not relevant	-	-
Ramicorns / spike knots		
• Primary	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Lammas shoots / second flush late in growing season*		
• Primary	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Phenology (either flushing or growth cessation)		
• Primary	-	-
• Secondary	✓ (n=1)	✓ (n=2)
• Not relevant	-	✓ (n=1)
Frost tolerance*		
• Primary	✓ (n=1)	-
• Secondary	-	✓ (n=3)
• Not relevant	-	-
Drought tolerance*		
• Primary	-	-
• Secondary	-	✓ (n=2)
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)
Pathogen resistance*		
• Primary	-	-
• Secondary	-	✓ (n=1)
• Not relevant	✓ (n=1)	-
Other		
• Primary	-	✓ (n=1)
• Specify other if relevant	-	✓ Modulus of elasticity is evaluated (but it's difficult)
• Secondary	-	✓ (n=1)
• Specify other if relevant	-	✓ Branching angle. Micro fibril angle using acoustic velocity and density as proxies. ✓ Work being done on genetic potential for pest resistance and drought tolerance in the breeding population and in populations outside the breeding population with the intention of finding resistance in other populations (in house and with Oxford University)
• Not relevant	✓ (n=1)	✓ (n=1)

f) **Forest tree breeding:** Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière).

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Number of answers	✓ (n=1)	✓ (n=3)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).
Are there current breeding and regeneration strategies for adaptation to climate change?		
• Yes	-	✓ (n=3)
• No	✓ (n=1)	-
• Not known	-	-
• Not relevant	-	-
If yes, please indicate type of strategies.		
• Assisted migration	-	-
• Genetic variation	-	✓ (n=2)
• Planting season - spring	-	-
• Planting season - autumn	-	-
• Directional selection - budburst	-	✓ (n=1)
• Directional selection - drought resistant	-	✓ (n=1)
• Other?	-	✓ (n=1)
• Please provide a brief description of the strategy		✓ Planting tests on marginal sites ✓ Research work on drought responses (not operationalized)

g) **Forest tree breeding:** Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière).

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Number of answers	(n=1)	(n=3)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière).
Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of parents in seed orchards?		
• Yes	-	✓ (n=1)
• If yes, please provide a number	-	✓ 50 (n=1)
• No	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Not known	-	✓ (n=1)
• Not relevant	-	-
Genetic diversity: Are there any minimum requirements for the number of clones in vegetatively propagated FRM?		
• Yes	-	-
• If yes, please provide a number	-	-
• No	-	✓ (n=1)
• Not known	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• Not relevant	-	✓ (n=1)
General references to literature of breeding strategy regarding these questions	-	https://www.forestresearch.gov.uk/research/tree-improvement/breeding-and-production-of-conifers/breeding-and-production-of-conifers-selected-populations/breeding-and-production-of-conifers-sitka-spruce/ https://www.coniferbreedingcoop.co.uk/our-projects/sitka-spruce/ (n=1)
General references to literature of breeding strategy regarding these questions	-	Tend to aim for a minimum of 40 parents in a seed orchard but not enforced. Guidance on number of parents to deploy at landscape scale (or in SE, which is not happening) but not enforced. Numbers of copies of clones in VP scheme are generally limited by the productivity of plants in clonal hedges. (n=1)

Vedlegg 2 Questionnaire and answers about seed supply

Questions

Seed supply

Are there knowledge about seed supply for this tree species?

If yes – questions on Seed supply will appear. If no or not known, you will be directed to Forest management and climate.

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known

a. Crop regularity

Approximate regularity of crops of desired quality*

- i) Abundant: Every 1-2 years or so
- ii) Regular: 3-5 years intervals
- iii) Infrequent: 6-7 years intervals or more

Do you consider climate change to have an effect on seed crop regularity and seed supply?

- i) Yes, at the present time
- ii) Yes, in the future
- iii) No effect is expected
- iv) Effect is not known

Optional: Please provide any additional information you consider relevant:

b. Crop pests and diseases

Significance of pests and diseases on cones and fruits to seed supply*

- i) Not considered a problem for seed supply
- ii) Can limit seed harvests certain years
- iii) Prone to disease and major limit to seed supply

Name major pests and diseases, and if climate change may affect distribution and impact on seed supply?

c. Seed sources

Major sources for seeds collections*

- i) Mainly collected from stands (natural or planted)
- ii) Seed orchards in combination with stand collections
- iii) Mainly seed orchards

Please provide estimated mean production capacity in orchards (kg/ha/year).....

d. Seed availability

Market availability on seed crops or whether it is only targeted to internal use (company/province/state/national)

- i) Intended for home market only
- ii) Surplus of seeds may be available for trade/export
- iii) Regularly available for trade/export

Please provide an estimate of how much seeds are/may be available for export (kg pr year).....

e. Trade barriers

Barriers that affect or can potentially affect trade and export.

- i) Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations)
- ii) Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country)
- iii) Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc)

Name types of barriers and potential solutions to overcome them?.....

f. Seedborne pests and diseases

Pests and diseases that are known to potentially infect seed lots and harm seedling production*

- i) Not known
- ii) Known, but not a major issue
- iii) Prone to diseases, seed treatment necessary

Name known diseases and any established and effective types of treatments.....

Answers

Douglasgran

a) Seed supply: Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii*)

Main question	Country			
	Denmark	Germany	US	United Kingdom
Country	Denmark (n=3)	Germany (n=1)	US (n=1)	United Kingdom (n=2)
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=3)	County (n=1)	Region of a Country (n=1)	Country (n=2)
Tree species	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=3)	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=1)	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=1)	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=2)
Are there knowledge or experience about seed supply for this tree species?	Yes (n=3)	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=2);
Crop regularity: Approximate regularity of crops of desired quality	Regular: 3-5 years intervals (n=3)	Abundant: Every 1-2 years or so (n=1)	Abundant: Every 1-2 years or so (n=1)	Infrequent: 6-7 years intervals or more (n=1); Regular: 3-5 years intervals (n=1)
Do you consider climate change to have an effect on seed crop regularity and seed supply?	Effect is not known (n=2). Yes, at the present time (n=1)	Effect is not known (n=1)	Effect is not known (n=1)	Yes, at the present time (n=2)
Optional: Please provide any additional information you consider relevant: Comments:	-	As <i>Pseudotsuga menziesii</i> is still coping relatively good with the changing climate, we do not see substantial effects on seed crop regularity. (n=1)	-	Bad seed years in North America related to drought affect the competitive global market for Douglas fir seed (n=1) Less frequent cropping (n=1)
Crop, pest and diseases: Significance of pests and diseases on cones and fruits to seed supply	Not considered a problem for seed supply (n=2).	Not considered a problem for seed supply (n=1).	Can limit seed harvests for certain years (n=1).	Not considered a problem for seed supply (n=2)
Name major pests and diseases, and if climate change may affect distribution and impact on seed supply? Comments:	Can limit seed harvests for certain years (n=1)	Due to the climate of a specific year, a harvest might be possible but still not be done due to little seed crop availability (critical amount of harvest is not met, so seed companies anticipate low	Cone and seed eating insects (n=1)	-

Main question	Country			
	Denmark	Germany	US	United Kingdom
		profit and are not signing contracts). (n=1)		
Major sources for seeds collections	Mainly seed orchards (n=2); Seed orchards in combination with stand collections (n=1)	Mainly collected from stands (natural or planted) (n=1)	Mainly seed orchards (n=1)	Seed orchards in combination with stand collections (n=1); Mainly collected from stands (natural or planted) (n=1)
Please provide estimated mean production capacity in orchards (kg/ha/year). Comments:	20 (n=1) 100 (n=1)	-	-	0 (n=1) 5 (n=1)
Seed availability: Market availability on seed crops or whether it is only targeted to internal use (company/province/state /national)	Regularly available for trade/export (n=2); Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1)	Intended for home market only (n=1)	Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1)	Intended for home market only (n=1); Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1)
Please provide an estimate of how much seeds are/may be available for export (kg pr year). Comments:	30 (n=1) 20 (n=1)	-	-	0 (n=1)
Trade barriers Barriers that affect or can potentially affect trade and export.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=2) ✓ Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=2) ✓ Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc.) (n=1) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=1). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=1) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc) (n=2)
Name types of barriers and potential solutions to overcome them?: Comments:	-	This is only an assumption as we only have a contract with a seed-trading and breeding company and do not harvest or trade seeds on ourselves. Seeds are certified. Given the local / regional demand of seeds and plants, trade within the EU is likely. (n=1)	Proprietary interest in high value genetic material may limit some seed from being made available. (n=1)	Major barrier is that the market is highly competitive and demand outstrips supply. Brexit has made it harder to obtain French seed (n=1); When seed becomes available can be exported to EEA through our Irish company (n=1) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=1)

Main question	Country			
	Denmark	Germany	US	United Kingdom
				✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=1)
Seedborne pests and diseases: Pests and diseases that are known to potentially infect seed lots and harm seedling production	Known, but not a major issue (n=3)	Not known (n=1)	Known, but not a major issue (n=1)	Not known (n=2)
Name known diseases and any established and effective types of treatments	-	-	-	-
Comments:				

Sibirlerka) **Seed supply:** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.)

	Country
Main question	Sweden
Country	Sweden (n=1)
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) (n=1)
Are there knowledge or experience about seed supply for this tree species?	Yes (n=1)
Crop regularity: Approximate regularity of crops of desired quality y	Infrequent: 6-7 years intervals or more (n=1)
Do you consider climate change to have an effect on seed crop regularity and seed supply?	No effect is expected (n=1)
Optional: Please provide any additional information you consider relevant: Comments:	We haven't seen problems with flowering and cone production due to climate change. (n=1)
Crop, pest and diseases: Significance of pests and diseases on cones and fruits to seed supply	Not considered a problem for seed supply (n=1)
Name major pests and diseases, and if climate change may affect distribution and impact on seed supply? Comments:	-
Major sources for seeds collections	Mainly seed orchards (n=1)
Please provide estimated mean production capacity in orchards (kg/ha/year). Comments:	1
Seed availability: Market availability on seed crops or whether it is only targeted to internal use (company/province/state/national)	Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1)
Please provide an estimate of how much seeds are/may be available for export (kg pr year). Comments:	1
Trade barriers Barriers that affect or can potentially affect trade and export.	Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=1)
Name types of barriers and potential solutions to overcome them? Comments:	-
Seedborne pests and diseases: Pests and diseases that are known to potentially infect seed lots and harm seedling production	Not known (n=1)
Name known diseases and any established and effective types of treatments Comments:	-

Vrifuru

a) **Seed supply:** Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon)

Main question	Country		
	Canada	Sweden	US
Country	Canada (n=1)	Sweden (n=1)	US (n=1)
Please indicate the regional level your response refers to.	Region of a Country (n=1)	Country (n=1)	Region of a Country (n=1)
Tree species	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex Loudon) (n=1)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex Loudon) (n=1)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex Loudon) (n=1)
Are there knowledge or experience about seed supply for this tree species?	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=1)
Crop regularity: Approximate regularity of crops of desired quality	Regular: 3-5 years intervals (n=1)	Abundant: Every 1-2 years or so (n=1)	Regular: 3-5 years intervals (n=1)
Do you consider climate change to have an effect on seed crop regularity and seed supply?	Effect is not known (n=1)	No effect is expected (n=1)	Yes, at the present time (n=1)
Optional: Please provide any additional information you consider relevant:	-	-	Climate change is definitely impacting cone mast events throughout the western United States, as is wildfire. (n=1)
Crop, pest and diseases: Significance of pests and diseases on cones and fruits to seed supply	Not considered a problem for seed supply (n=1)	Can limit seed harvests certain years (n=1)	Can limit seed harvests certain years (n=1)
Name major pests and diseases, and if climate change may affect distribution and impact on seed supply.			There are many cone pests in western USA forests, and yes, we believe climate change affects insect life cycles and thus, seed production. (n=1)
Major sources for seeds collections	Mainly seed orchards (n=1)	Seed orchards in combination with stand collections (n=1)	Mainly collected from stands (natural or planted) (n=1)
Please provide estimated mean production capacity in orchards (kg/ha/year). Comments:	40 (n=1)	4 (n=1)	-
Seed availability: Market availability on seed crops or whether it is only targeted to internal use (company/province/state/national)	Regularly available for trade/export (n=1)	Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1)	Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1)

Main question	Country		
	Canada	Sweden	US
Please provide an estimate of how much seeds are/may be available for export (kg pr year). Comments:	25	-	500
Trade barriers Barriers that affect or can potentially affect trade and export.	✓ Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc.) (n=1)	✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=1)	✓ Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=1) ✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=1) ✓ Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc) (n=1)
Name types of barriers and potential solutions to overcome them? Comments:	-	-	There is no broad "forest certification" authority in the USA, but that can be overcome with careful wording of regulations; screening for pathogens is important but can also be a barrier - where countries are open to chemical treatment as a solution, pathogen exclusion can work more effectively (n=1)
Seedborne pests and diseases: Pests and diseases that are known to potentially infect seed lots and harm seedling production	Known, but not a major issue (n=1)	Not known (n=1)	Known, but not a major issue (n=1).
Name known diseases and any established and effective types of treatments Comments:	-	-	In the northwestern US, fusarium circinatum does not exist, but it does in other parts of the USA and has been a serious problem in parts of the EU. Seed suppliers are able to not only test for it, but treat seeds with Thiram to reduce infection. There are additional pesticides for this disease as well. (n=1)

Sitkagran

b) Seed supply: Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.))

Main question	Country	
	Denmark	United Kingdom
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	Country (n=2)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière) (n=1)	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière) (n=2)
Are there knowledge or experience about seed supply for this tree species?	Yes (n=1)	Yes (n=2);
Crop regularity: Approximate regularity of crops of desired quality	Abundant: Every 1-2 years or so (n=1)	Abundant: Every 1-2 years or so (n=2)
Do you consider climate change to have an effect on seed crop regularity and seed supply?	Effect is not known (n=1)	Effect is not known (n=1); Yes, at the present time (n=1)
Optional: Please provide any additional information you consider relevant:	-	There have been losses of ramets in seed orchards related to extreme droughts, and abortions of seed from cones can happen in hot/dry seasons. (n=1). Crops becoming more frequent (n=1)
Crop, pest and diseases: Significance of pests and diseases on cones and fruits to seed supply	Not considered a problem for seed supply (n=1)	Not considered a problem for seed supply (n=2) Leptoglossus is present but not yet known to me a major issue. Dendroctonus micans can be a problem if not controlled (n=1); Spring aphid attack (n=1)
Name major pests and diseases, and if climate change may affect distribution and impact on seed supply.:		Leptoglossus is present but not yet known to me a major issue. Dendroctonus micans can be a problem if not controlled (n=1); Spring aphid attack (n=1)
Major sources for seeds collections	Mainly seed orchards (n=1)	Mainly seed orchards (n=2)
Please provide estimated mean production capacity in orchards (kg/ha/year). Comments:	-	60-70 kg pr ha and year
Seed availability Market availability on seed crops or whether it is only targeted to internal use (company/province/state/national)	Regularly available for trade/export (n=1)	Surplus of seeds may be available for trade/export (n=1); Regularly available for trade/export (n=1)
Please provide an estimate of how much seeds are/may be available for export (kg pr year).	-	150 (n=1) 250 (n=1)

Country		
Main question	Denmark	United Kingdom
<p>Trade barriers Barriers that affect or can potentially affect trade and export.</p>	<p>✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=1)</p>	<p>✓ Regulatory barriers (national/state/provincial laws and regulations) (n=2) Not sure (n=1); We can export to our Irish company and distribute within the EEA from there. Effectively no barrier for European customers. (n=1) ✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=1) ✓ Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc) (n=1)</p>
<p>Name types of barriers and potential solutions to overcome them? Comments:</p>	<p>-</p>	<p>Not sure (n=1). We can export to our Irish company and distribute within the EEA from there. Effectively no barrier for European customers. (n=1) ✓ Phytosanitary barriers (existing phytosanitary regulations national/EU/import country) (n=1). ✓ Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc) (n=1)</p>
<p>Seedborne pests and diseases: Pests and diseases that are known to potentially infect seed lots and harm seedling production</p>	<p>Known, but not a major issue (n=1)</p>	<p>Not known (n=2)</p>
<p>Name known diseases and any established and effective types of treatments Comments:</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

Edelgran**Seed supply:** European silver fir (*Abies alba* Mill.)

	Country
Main question	Denmark
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)
Tree species	European silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.) (n=1)
Are there knowledge or experience about seed supply for this tree species?	Yes (n=1)
Crop regularity: Approximate regularity of crops of desired quality y	Abundant: Every 1-2 years or so (n=1)
Do you consider climate change to have an effect on seed crop regularity and seed supply?	No effect is expected (n=1)
Optional: Please provide any additional information you consider relevant: Comments:	-
Crop, pest and diseases: Significance of pests and diseases on cones and fruits to seed supply	Not considered a problem for seed supply (n=1)
Name major pests and diseases, and if climate change may affect distribution and impact on seed supply? Comments:	-
Major sources for seeds collections	Mainly seed orchards (n=1)
Please provide estimated mean production capacity in orchards (kg/ha/year). Comments:	200
Seed availability: Market availability on seed crops or whether it is only targeted to internal use (company/province/state/national)	Regularly available for trade/export (n=1)
Please provide an estimate of how much seeds are/may be available for export (kg pr year). Comments:	100 (n=1)
Trade barriers Barriers that affect or can potentially affect trade and export.	Administrative barriers (no established or functional designated authority for certification etc) (n=1)
Name types of barriers and potential solutions to overcome them? Comments:	-
Seedborne pests and diseases: Pests and diseases that are known to potentially infect seed lots and harm seedling production	Known, but not a major issue (n=1)
Name known diseases and any established and effective types of treatments Comments:	-

Vedlegg 3 Questions and answers about forest management and climate change

Questions

Climate change will affect factors such as e.g. the length of the growing season, pests and diseases, water supply and susceptibility to abiotic stress. Please indicate how this should affect the management options below.

Is knowledge about these factors available?

- i) Yes
- ii) No
- iii) Not known

If yes, the respondent is guided to the following questions Please indicate how this should affect the management options.....

- a) Rotation time
 - i) same as now
 - li) shorter
 - iii) longer

Please indicate the current rotation time and explain why it should differ from the present rotation time, if applicable.....

b) Artificial regeneration (planting and direct seeding) versus natural regeneration

- i) Planting is preferable
- ii) Direct seeding is preferable
- iii) Natural regeneration is preferable

Why is this considered preferable?.....

c) Thinning

- i) No thinning needed
- ii) More frequent thinning
- iii) Less frequent thinning

Why is this considered preferable?.....

d) If regeneration is done by planting, should the spacing between trees be:

- i) Same spacing as now
- ii) Wider than current practice
- lii) Closer than current practice

Why is this considered preferable?

e) Is the species used in mainly monocultures or mixed-species forests?

- i) Mainly monocultures
- ii) Mainly mixed-species forests
- iii) Both are relevant

Answers

Douglasgran

a) **Forest management and climate change: Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii*)** (n= antall responder fra hvert land)

Main question	Country			
	Denmark	Germany	US	United Kingdom
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	County (n=1)	Region of a Country (n=1)	Country (n=1)
Tree species	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=1)	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=1)	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=1)	<i>Coast Douglas-fir (P. menziesii</i> var. <i>menziesii)</i> (n=1)
Climate change will affect factors such as e.g. the length of the growing season, pests and diseases, water supply and susceptibility to abiotic stress. Please indicate how this should affect the management options below:				
Is knowledge about these factors available?	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=1)	Yes (n=1)
Rotation time	Shorter (n=1)	Same as now (n=1)	Shorter (n=1)	Same as now (n=1)
Please indicate the current rotation time and explain why it should differ from present rotation time, if applicable.	-	-	Greater uncertainty about forest health, insect risk, mortality; greater wildfire risk (n=1)	Not possible to answer, it depends on the country and the region, whether the forests are grown in even-aged rotations or not. I would recommend you rather consider climate impacts (e.g. drought tolerance) because this would rather result in "no rotation". (n=1)
What is preferable: Artificial regeneration (planting and direct seeding) versus natural regeneration	Planting is preferable (n=1)	Natural regeneration is preferable (n=1)	Planting is preferable (n=1)	It depends on the silviculture. (n=1)
Why is this considered preferable?	-	The adaption to soils, elevation, exposition and the given but changing climate appears to be better with natural regeneration. Especially the root-growth is not interrupted which guarantees a very vital growth in the first years. Planted trees are regulary	-	It depends on the silviculture. This question is not well considered. Doug fir is used in a lot of different systems. Planting and natural regeneration are possible. (n=1)

Main question	Country			
	Denmark	Germany	US	United Kingdom
		much more endangered for deer-inflicted damages. Given a functional wildlife-management (hunting), there is no need for fences and we save the investment for the planting itself. (n=1)		
Thinning	More frequent thinning (n=1)	No thinning needed (n=1)	More frequent thinning (n=1)	This question is not well considered (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?:	-	Thinning is going on naturally and gradually. At a height of approximately 10 meters we start electing future trees and make sure, that they survive. We also desire to have at least 4 different tree-species within the future trees that form the future stands so we have enough tree species left if one or the other does not survive the changing climate. (n=1)	-	Doug fir is used in a lot of different systems and moreover thinning is almost always beneficial in forestry, fore even-aged forests the upfront costs are why it doesn't often happen (or the stability window has been missed). (n=1)
If regeneration is done by planting, what should the spacing between trees be:	Wider than current practice (n=1)	Same spacing as current practice (n=1)	Same spacing as current practice (n=1)	What is the current practice? (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	-	The only thing we have to adapt is the cleaning between the planted trees. Given the effects of climate change - both protected and unprotected, intervals must be shorter. (n=1)	-	Spacing depends on management objectives and where planting occurs, there are a range of spacings that are often locally optimised for the intended purpose.
Is the species used in mainly monocultures or mixed-species forests?	Mainly mixed-species forests (n=1)	Mainly mixed-species forests (n=1)	Mainly monocultures (n=1)	Both are relevant (n=1)

Sibirlerk**a) Forest management and climate change: Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) (n= antall respondenter fra hvert land)**

Main question	Country	
	Finland	Sweden
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	Country (n=1)
Tree species	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) (n=1)	Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) (n=1)
Climate change will affect factors such as e.g. the length of the growing season, pests and diseases, water supply and susceptibility to abiotic stress. Please indicate how this should affect the management options below.		
Is knowledge about these factors available?	Yes (n=1)	Yes (n=1)
Rotation time	Same as now (n=1)	Same as now (n=1)
Comments: Argue why it should differ from present rotation time	In my opinion, rotation times of planted forests should generally be shortened in the future to reduce various risks that are connected to the aging of trees and the ecological side effects of continuously warming climate. However, as larch is known to be a flexible and vigorous tree species that thrives in many climates, I don't think the need to cut rotation times applies to larch as much as to other conifers (n=1)	
What is preferable: Artificial regeneration (planting and direct seeding) versus natural regeneration	Planting is preferable (n=1)	Planting is preferable (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	Limited seed supply (direct seeding), absence of natural stands (natural generation) (n=1)	Why is this considered preferable? Better usage of seeds and the standard method for re-generation is planting. (n=1)
Thinning	Less frequent thinning (n=1)	More frequent thinning (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	Thinnings of larch stands are in general problematic since there is little demand by wood industry for small-sized fibre wood. (n=1)	For better growth over time. (n=1)
If regeneration is done by planting, what should the spacing between trees be?	Wider than current practice (n=1)	Same spacing as current practice (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	My opinion only - see the above reason. (n=1)	
Are the species used in mainly monocultures or mixed-species forests?	Mainly monocultures (n=1)	Mainly monocultures (n=1)

Vrífuru

a) **Forest management and climate change:** Lodgepole pine (*Pinus contorta Douglas ex Loudon*) - (n= antall responder fra hvert land)

	Country
Main question	Sweden
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)
Tree species	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta Douglas ex Loudon</i>) (n=1)
Climate change will affect factors such as e.g. the length of the growing season, pests and diseases, water supply and susceptibility to abiotic stress. Please indicate how this should affect the management options below.	
Is knowledge about these factors available?	Yes (n=1)
Rotation time	Same as now (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	-
What is preferable: Artificial regeneration (planting and direct seeding) versus natural regeneration	Planting is preferable (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	Extended nursery practices (n=1)
Thinning	Less frequent thinning (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	Preferred to have in dense stands, normal pine regime is fine. Bred tree will be possible to have in sparse spacing (n=1).
If regeneration is done by planting, what should the spacing between trees be?	Same spacing as current practice (n=1)
Comments: Why is this considered preferable?	-
Is the species used in mainly monocultures or mixed-species forests?	Both are relevant (n=1)

Sitkagran

a) Forest management and climate change: Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière (n= antall responder fra hvert land)

	Country
Main question	United Kingdom
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=2)
Tree species	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière) (n=2)
Climate change will affect factors such as e.g. the length of the growing season, pests and diseases, water supply and susceptibility to abiotic stress. Please indicate how this should affect the management options below.	
Is knowledge about these factors available	Yes (n=2);
Rotation time	Shorter (n=2)
Comments: Why is this considered preferable?	It depends on owner, market, site, genetics. 40 years is standard rotation, but 25-30 years is possible. Shorter rotations would reduce exposure to catastrophe (n=1) sub 30 year on the best sites. Higher rainfall in the west and warmer temperatures will enhance speed of growth. (n=1)
What is preferable: Artificial regeneration (planting and direct seeding) versus natural regeneration	Planting is preferable (n=2)
Comments: Why is this considered preferable?	Planting is more effective. (n=1); Latest crosses and orchards can be used (n=1)
Thinning	More frequent thinning (n=1); Less frequent thinning (n=1)
Why is this considered preferable?	Thinning is quite rare as it's not very economic. However, foresters are complaining that survival of improved material is too high. (n=1) Speed of growth is limiting timing of thinning (n=1)
If regeneration is done by planting, what should the spacing between trees be:	Same spacing as current practice (n=2)
Why is this considered preferable?	Different opinions are available. Tighter spacing may improve form and branching but would then require thinning. On the other hand, wider spacing might compensate for the lack of self-thinning. (n=1) To maintain natural pruning and best silvicultural practice for the species (n=1)
Are the species used in mainly monocultures or mixed-species forests?	Mainly monocultures (n=2)

Vedlegg 4 Questions and answers about forest production and harvest

Questions

We are interested in knowing about current production, potential future production, current harvest volume and potential future harvest volume of this tree species

Is such data available?

- Yes
- No
- Not know

What is the current production of this species in m³/ha?

What do you expect the future production level to be in m³/ha?

What is the current area covered by this species (if any) (ha)?

What is the expected future area covered by this species in hectare?

What is the current harvested volume in m³?

What do you expect the future harvest level to be in m³?

Answers

Coast Douglas-fir, Sitka spruce and Lodgepole pine

- a) **Forest production and harvest:** Coast Douglas-fir (*P. menziesii* var. *menziesii*), Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière and Lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon).

Main question	Country			
	Germany	United Kingdom	Sweden	Canada
Please indicate the regional level your response refers to.	Country (n=1)	County (n=2)	Country (n=1)	Region of a Country (n=1)
Tree species	Coast Douglas-fir (<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>) (n=1)	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière (n=2)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex Loudon) (n=1)	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Douglas ex Loudon) (n=1)
We are interested in knowing about current production, potential future production, current harvest volume and potential future harvest volume of this tree species Is such data available?				
• Yes	✓ (n=1)	✓ (n=2)	✓ (n=1)	✓ (n=1)
• No	-	-	-	-
• Not know	-	-	-	-
What is the current production of this species in m ³ /ha?		-	-	-
What do you expect the future production level to be in m ³ /ha?	-	-	-	-
What is the current area covered by this species (if any) (ha)?	✓ 585 (n=1)	✓ 700 000 (n=1)	-	-
What is the expected future area covered by this species in hectare?	✓ 596 (n=1)	✓ 500 000 (n=1)	-	-
What is the current harvested volume in m ³ ?	✓ 11 4641 (n=1)	-	-	-
What do you expect the future harvest level to be in m ³ ?	✓ Higher than today	✓ Lower than today (n=1) ✓ Higher than today (n=1)	✓ About the same as today (n=1)	✓ Higher than today (n=1)

LANDBRUKSDIREKTORATET

POSTADRESSE:

Postboks 56, 7701 Steinkjer

TELEFON:

78 60 60 00

E-POST:

postmottak@landbruksdirektoratet.no

LANDBRUKSDIREKTORATET OSLO

BESØKSADRESSE:

Innspurten 11 D, 0663 Oslo

LANDBRUKSDIREKTORATET ALTA

BESØKSADRESSE:

Løkkeveien 111, 9510 Alta

LANDBRUKSDIREKTORATET STEINKJER

BESØKSADRESSE:

Skolegata 22, C-bygget, 7713 Steinkjer

www.landbruksdirektoratet.no