

Skogfrøverkets Strategi for skogplanteforedling 2010-2040

En bærekraftig frøforsyning for verdiskaping i skogbruket

Innledning

Skogfrøverkets styre nedsatte i 2006 en arbeidsgruppe med mandat å utrede og foreslå en ny foredlingsstrategi for skogbruket. Arbeidsgruppen har bestått av: Øyvind Meland Edvardsen, (leder), Arne Steffenrem og Odd Ragnar Johnskås fra Skogfrøverket og fra Nibio og tidligere Skog og landskap Øystein Johnsen, Tor Myking og Harald Kvaalen. Strategigruppen har underveis vært forsterket med flere personer avhengig av de ulike temaer som ble vært behandlet under møtene.

En workshop på Gardermoen med spesielt inviterte representanter fra skognæringen ble holdt i 2009. Fem sentrale områder i strategien ble behandlet gjennom gruppearbeid og drøftet i plenum. Anbefalinger fra workshopen ble deretter innarbeidet i strategidokumentet. Skogfrøverkets styre behandlet utkastet til strategi og dokumentet ble så sendt ut i en bred høringsprosess (95 mottagere) i næring, forvaltning, forskning og interesseorganisasjoner. Det ble mottatt 24 svar og uttalelsene var nesten utelukkende positive til strategiutkastet.

Strategi for skogplanteforedling er presentert for Landbruks- og matdepartementet og forslaget har ligget til grunn for både Skogfrøverkets prioriteringer og offentlige bevilgninger og politikk selv om finansiering av strategien først kom endelig på plass i 2016. Skogplanteforedling har dessuten fått en svært sentral rolle i den offentlig skog- og klimapolitikken, bl.a. gjennom Meld.St.6 (2016-2017) Verdier i vekst og regjeringens bioøkonomistrategi «Kjente ressurser - uante muligheter»

Strategi for skogplanteforedling 2010-2040 er nå oppdatert med utgangspunkt i høringssvar og ny kunnskap fra forskningsrådsprosjekter som WoodRes (Breeding Norway spruce for beneficial wood properties and resistance), SustBreed (Sustainable breeding in Norway spruce), Woven (Wood formation under varying environmental conditions), samt flere prosjekter finansiert av Utviklingsfondet for skogbruk, Skogbrukets verdiskapingsfond og Skogtiltaksfondet som bl.a. Klimatilpasset gran i Midt-Norge og Toppskader og stammekvalitet i unge granbestand. Mulighetene med etablering av foredlingsentre er også utredet i et eget forprosjekt finansiert av Innovasjon Norge.

Strategi for skogplanteforedling ble vedtatt av Skogfrøverkets styre den 30.05.2017. Den vil danne grunnlag for Skogfrøverkets rullerende handlingsplaner og bør revideres hvert 10. år.

Øyvind Meland Edvardsen, Strategigruppen

Innhold

Proseszen.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Innhold	2
Overordnede mål	3
Strategien i korte trekk.....	3
Hvilke frø- og plantematerialer krever fremtiden?.....	4
Frøforsyning til et aktivt skogbruk	4
Økt lønnsomhet og sikker frøforsyning for juletrenæringen.....	5
Treslag i foredlingen.....	5
Frøplantasjene etableres fra en stor foredlingspopulasjon.....	5
Foredlingssoner.....	7
Foredlingspopulasjonen for gran	7
2. foredlingsyklus	9
Foredlingsmålene	10
Foredlingspopulasjonen deles inn i sub-populasjoner	11
Avkomtesting i større geografiske områder	12
Foredling og frøforsyning for et bærekraftig skogbruk.....	12
Foredling for gran og fjelledelgran til juletre	13
Foredlingsmålene for juletre.....	14
Foredlingspopulasjoner for juletre	14
Rask fremgang i juletreforedling.....	15
Foredling og frøforsyning furu	15
Målsetninger for furuprojekt.....	15
Frøplantasjer	16
Arealer for frøplantasjer, klonarkiv og avkomforsøk.....	17
Prognoser for frøproduksjon i frøplantasjer	17
Effektiv infrastruktur for skogplanteforedling	18
Sentre for intensivt foredling.....	18
Biobank.....	18
Forenklet foredling med genetiske markører	18
Breeding without Breeding (BWB)	18
Foredlingsdatabasen	19
Verktøy i foredlingen.....	19
Bedre veiledning for bruk av foredlede materialer	19
Kompetanse og rekruttering	19
Nordisk samarbeid	20
Forskning og innovasjon.....	20
Finansiering av foredling og frøplantasjer	21
Finansiering av foredlingsforskning, utvikling og innovasjon	21

Overordnede mål

Skogplanteforedling er i vid forstand frøforsyning fra frøplantasjer etablert i det norske foredlingsprogrammet.

NORSK SKOGPLANTEFOREDLING SKAL:

- BIDRA TIL EN MER AREALEFFEKTIV PRODUKSJON AV KVALITETSTØMMER AV GRAN MED FORMÅL OM Å ØKE SKOGBASERT VERDISKAPNING FOR SKOGEIER, SKOGINDUSTRI OG SAMFUNN
- VÆRE BÆREKRAFTIG OG OPPRETTOLDE EN HØY GENETISK VARIASJON I FOREDLINGSPOPULASJONEN OG PLANTEMATERIALET SOM BENYTTES I SKOGBRUKET
- GI GRANSKOGER MED HØYT OPPTAK AV CO₂ OG SOM ER ROBUST FOR KLIMAENDRINGER
- BIDRA TIL EN SUNN OG KOSTNADSEFFEKTIV PRODUKSJON AV JULETREKVALiteter AV FJELLEDELGRAN

Strategien i korte trekk

1. Skogfrøverket skal være en ledende aktør i nordisk skogplanteforedling på gran og fjelleedelgran og forsyne skogbruket med et bedre frø- og plantemateriale for tømmerproduksjon og juletre dyrking. Dette skal bidra til økt lønnsomhet i næringen.
2. De generelle foredlingsmålene er klimatilpasning, produksjon og kvalitet, men foredlingsmålene kan vektles forskjellig i ulike foredlingssoner og populasjoner
3. Det er et langsiktig mål om full frødeknning fra frøplantasjer for gran og fjelleedelgran
4. Det søkes etablert et prosjekt for å teste og øke tilgang på foredlet furufrø
5. Granforedlingen skal fylle en viktig funksjon i klimapolitikken og levere produktive og robuste frø- og plantematerialer for økt binding av CO₂
6. Det etableres sentre for avansert foredling og en biobank for oppbevaring av foredlingsmaterialer
7. Foredlingen og frøplantasjene skal bidra til en bærekraftig forvaltning av granskogens genetiske variasjon
8. Det skal etableres veiledningsverktøy for optimal bruk av ulike frøplantasjematerialer og provenienser gitt et klima i endring
9. Forskningsbehov for å nå foredlingsmålene avklares i en egen forsknings og innovasjonsstrategi i samarbeid med Nibio
10. Nordisk samarbeid skal styrkes slik at foredlingen kan dra gjensidig nytte av forskning og veiledning på tvers av landegrensene
11. Det skal arbeides målrettet med kompetanseheving og rekruttering til foredling og foredlingsforskning
12. Skogfrøverket skal være foretrukket valg for informasjon og veiledning i tråd med en formidlingsstrategi.
13. Robuste finansieringskilder er en forutsetning for gjennomføring av foredlingsstrategien

Hvilke frø- og plantematerialer krever fremtiden?

Frø- og plantematerialer for skogproduksjon i fremtidens klima må være robust for store miljøvariasjoner og samtidig tilpasset en lengre vekstsesong. Det vil gi grunnlag for høy skogproduksjon og effektiv utnyttelse av det økte vekstpotensialet klimaendringene gir på våre breddegrader. I foredlingen betyr dette at utvalg for økt fenotypisk plastisitet gjennom testing av genotyper over store miljøgradienter blir viktig. Med en tidligere vår følger også økt risiko for vårfrost og plantene må derfor ikke ha for tidlig knoppsprett. Den genetiske diversiteten i materialene vi planter må fortsatt være høy slik at skogen er robust for sykdommer og nye patogener som vil komme i fremtiden.

Skogplanteforedlingen skal fylle to behov som verktøy i klimapolitikken:

1. God tilpasning til fremtidens klima for å redusere risiko for skader knyttet til klimatisk stress, sykdommer og skadeinsekter
2. Full utnyttelse av klimaets produksjonspotensial for rask oppbygging av karbonlagrene i tømmerkog.

Vi kjenner i dag ikke eksakt hva som blir styrken i eller konsekvensen av framtidige klimaendringer. Mål og tiltak i strategien må derfor vurderes løpende etter hvert som klimaendringer erfares og ny kunnskap erverves.

Frøforsyning til et aktivt skogbruk

[FLERE BILDER / ILLUSTRASJONER]

Skogplanteforedling bruker den genetiske variasjonen hos våre treslag til å framskaffe plantematerialer som gir økt produktivitet og bedre kvalitet i skogen. Samspillet mellom planteforedlernes utvalg og naturlige prosesser skal gi en frøforsyning med langsiktige positive effekter på inntektene fra skogen til skogeier, virkesforsyningen til industri, og oppbyggingen av CO₂-lagrene i skog. Samtidig skal foredlingspopulasjonen forvaltes slik at mange generasjoner etter oss kan basere sitt foredlingsarbeid og skogbruk på den samme genetiske ressursen.

Foredlingsarbeidet skal gi «generelle» plantematerialer som gir økt produktivitet over hele landskapet. Samtidig vil det i de mest produktive områdene sør på Østlandet og på Vestlandet være behov for større vektlegging av viktige egenskaper med hensyn på trelastkvalitet.

Arbeidet med foredlingspopulasjonen skal gi nye generasjoner med bedre foreldretrær til frøplantasjene. I frøplantasjene vil fri bestøvning, med noe innblanding av pollen fra omkringliggende skog, sikre stor genetisk variasjon i plantematerialene som brukes i skogen.

Frøplantasjer er bærebjelken i frøforsyningen til skogbruket. Målsetningen er at frøplantasjer etablert med de til enhver tid beste individene fra foredlingsprogrammet skal gi full frødekning for produksjon av 50 millioner granplanter årlig.

Økt lønnsomhet og sikker frøforsyning for juletrenæringen

[FLERE BILDER/ILLUSTRASJONER]

Norsk juletreproduksjon er en viktig nisjenæring med stort utviklingspotensial i et norsk og europeisk marked. Norsk gran og fjelledelgran har gode juletreegenskaper og er godt tilpasset dyrking i det norske klimaet. Skogplanteforedlingen skal gi planter med høyere juletreutbytte basert på definerte standarder for form, farge og barkkvalitet.

Lang erfaring med dyrking av gran og fjelledelgran, og i den senere tid systematisk utvalg og testing av provenienser for juletreformål, har gitt et svært godt utgangspunkt for foredling. Vi kan nå velge fine individer fra de beste proveniensene både for et langsiktig foredlingsprogram og for å etablere frøplantasjer. For juletrenæringen vil frøplantasjene etter hvert utgjøre bærebjelken i en forutsigbar frøforsyning. Det gjelder særlig fjelledelgran hvor tilgangen til frø fra USA og Canada ventes å bli vanskeligere. Det vil satses spesielt på fjelledelgran i foredlingen og for å trygge langsiktig frøtilgang av ønskede provenienser.

Treslag i foredlingen

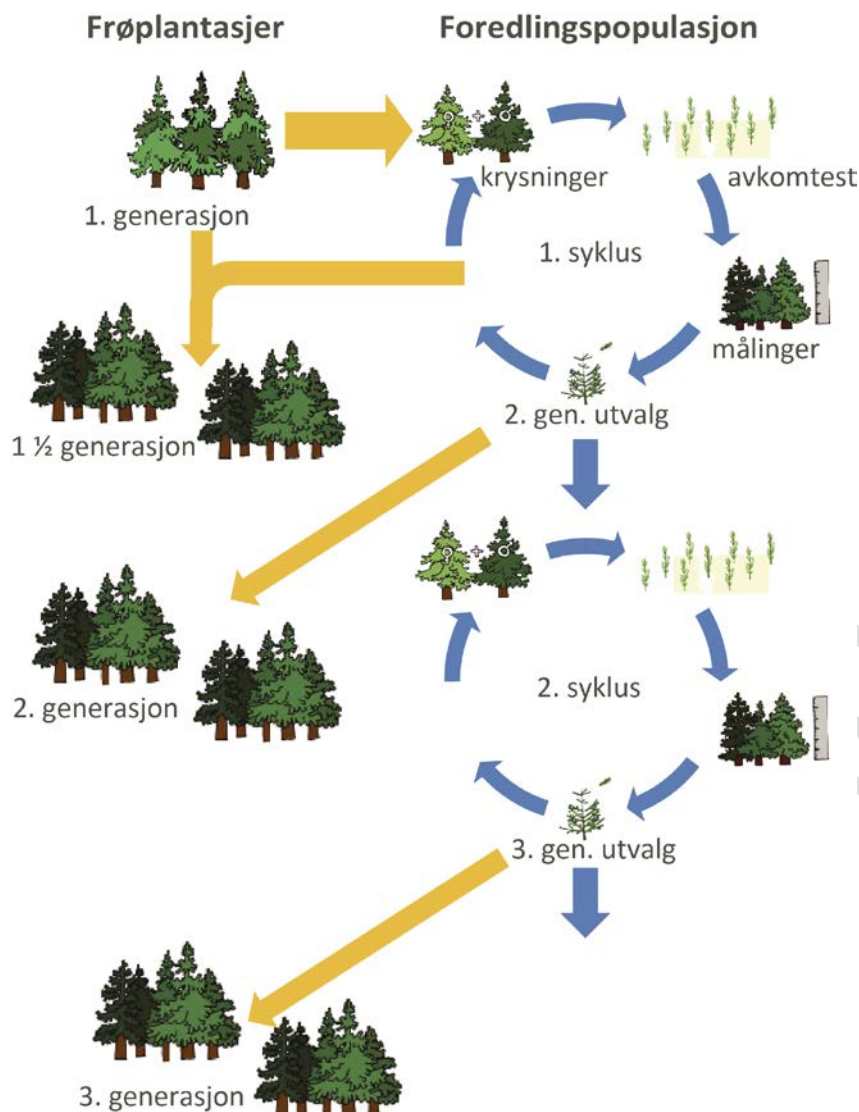
For norsk gran og fjelledelgran skal det drives en langsiktig og målrettet foredling og frøavl i et nasjonalt foredlingsprogram med sikte om full frødeknning innenfor treslagets utbredelses eller bruksområde.

For furu, lavlandsbjørk og svartor er frøbehovet i dag lavt, men det skal arbeides langsiktig for å etablere en god frøforsyning og en god veiledning, men ikke nødvendigvis et nasjonalt foredlingsprogram. Det er aktuelt å teste svenske furumaterialer og avtale tilgang til frø. Frøplantasjer kan etableres med utgangspunkt i eksisterende avlsmaterialer og materialer fremskaffet gjennom avkom- og proveniensforsøk. Det skal derfor legges økt fokus på furu i strategiperioden.

For andre treslag, der det tidligere har vært foredlingsaktivitet, skal frøplantasjer, klonarkiver, avkom- og proveniensforsøk tas vare på slik at vi kan fortsette frøproduksjonen og bruke materialene til fremtidig forskning og foredling. Det gjelder treslagene sitka- og lutzgran, engelmansgran, contortafuru, sibirsk lerk og nobelgran.

Frøplantasjene etableres fra en stor foredlingspopulasjon

Foredlingsprogrammet vi har for gran følger vanlige tradisjonelle strategier for skogplanteforedling. Gangen i foredlingsarbeidet er skissert i Figur 1. Foredlingen for gran startet på 1950- og 60-tallet ved å velge ut fenotypisk gode trær, eller såkalte pluss-trær. Disse ble podet inn i klonarkiver og 1. generasjons frøplantasjer. Etter hvert ble det gjort kryssinger for etablering av avkomforsøk, og dermed oppstart av første foredlingsssyklus. Resultatene brukes nå til å fornye frøplantasjene som «1 ½ generasjons» frøplantasjer med et bedre utvalg av de opprinnelige plussstrærne, eller som «2. generasjons» frøplantasjer der materialene velges ut fra avkomforsøk.



Figur 1: Typisk struktur i et foredlingsprogram med masseproduksjon av foredlet frø i frøplantasjer.

Det er naturlig å skille mellom «Foredlingspopulasjon» og «Frøplantasjer» (Figur 1). I foredlingspopulasjonen skal gjentatte krysninger generere ny genetisk variasjon som etter testing og utvalg skal gi økt genetisk gevinst. Når frøplantasjer fornyes eller etableres vil det være basert på det som til enhver tid er de beste testede individene. Frøplantasjene skal forvaltes med hensyn på effektiv frøproduksjon, mens den genetiske ressursen blir forvaltet i foredlingspopulasjonen. Denne omfatter et stort antall avkomforsøk og klonarkiver.

Klimatilpasning og genetisk gevinst vil være avhengig av foredlingspopulasjonens opphav, seleksjonen innen foredlingspopulasjonen, samt geografisk lokalisering av frøplantasjene. Vi vil bruke alle faktorene for å sikre klimatilpasset frøforsyning for alle bruksområder også under framtidige klimascenario. Spesielt viktig er den kunnskapen vi har om *epigenetikk*, kunnskapen om hvordan temperaturen under frømodningen påvirker granas vekstrytme og klimatilpasning, når vi bestemmer hvor vi skal lokalisere nye frøplantasjer. I tillegg må det selvfølgelig også tas hensyn til innblanding av pollen fra omkringliggende skog.

Foredlingssoner

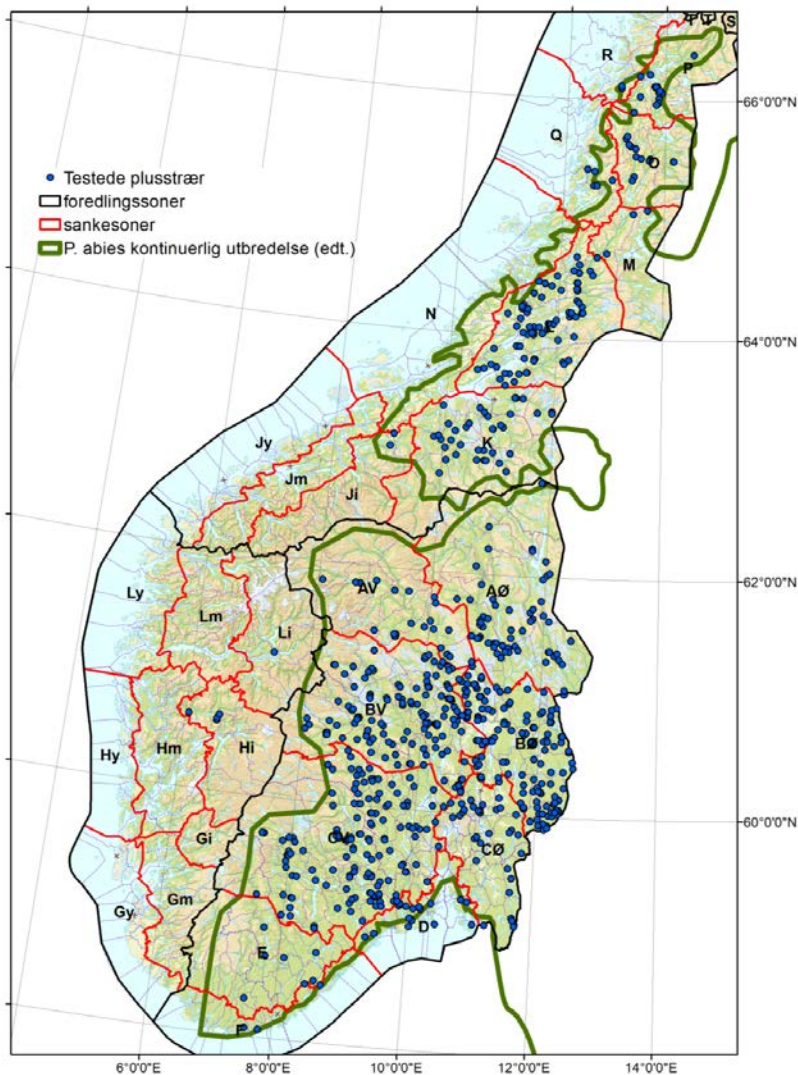
Landet deles inn i 8 foredlingssoner (Tabell 2). Dette er i hovedsak en organisatorisk inndeling av landet basert på granas innvandrings- og populasjonshistorie samt godt kjent klimavariasjon. Foredlingsprogrammet vil legge ulike prioriteringer til grunn i sonere. I tillegg til foredlingssonene G1 – G7, skal det også etableres en foredlingspopulasjon for sone G0 for å ta hensyn til et scenario med 2-4 graders økning i gjennomsnittstemperatur for sonene G1 og G4. Denne populasjonen kan det bli aktuelt å benytte om 20-40 år. Foredlingszone G0 etableres med materialer fra Baltikum eller Hviterussland. I gjentatte forsøk hele sørlige deler av Norden viser disse å være best tilpasset de kritiske faktorene vi forventer ved klimaendringer på 2-4 grader: de har senere vekststart på våren og er mindre sårbare for veksttrykmefforstyrrelser (høstskudd) på høsten.

Tabell 2. Foredlingssoner for gran.

Foredlingszone	Region	Høydelag
G 0	G1 og G4, ved 2-4 °C økning i temperatur	0 - 250
G 1	Indre Østland, Sørland og Oslofjord	0 - 350
G 2	Indre Østland	350 - 650
G 3	Indre Østland	650 - 950
G 4	Vestlandet	0 - 350
G 5	Trøndelag-Helgeland	0 - 250
G 6	Trøndelag-Helgeland	250 - 550
G 7	Nordre-Nordland, Troms og Finnmark	0 - 250

Foredlingspopulasjonen for gran

Utgangspunktet er den store foredlingspopulasjonen for gran som representerer hele utbredelsesområdet (Figur 2). Denne deler vi inn i mindre sub-populasjoner som er av håndterlig størrelse i det praktiske arbeidet. Ved å ha flere sub-populasjoner som dekker de aktuelle klimasoner, har vi også en beredskap for eventuelle framtidige klimaendringer.



Figur 2: Kartet viser opprinnelsen til de testede plusstrærne. De fleste ble valgt ut som suverene individer i ellers flotte granbestand. Disse er nå kandidater til å bli opphav til generasjoner i den langsiktige foredlingspopulasjonen. Plusstrærne har opprinnelse fra 0-900 m o.h. og breddegrad 58 – 67°N. Dette, i tillegg til stor genetisk variasjon for øvrig, gir en bred variasjon i tilpassing til klima- og daglengde.

De fleste avkomforsøkene i 1. foredlingscyklus har nå nådd en alder der data for hvert enkelt avkom gir et godt grunnlag for å beregne avlsverdier for de opprinnelige pluss-trærne. De beste foreldretrærne vil da inngå som «grunnleggere» til den langsiktige foredlingspopulasjonen enten gjennom at deres avkom velges fra avkomforsøk, eller at de selv inngår i nye kryssinger i 2. foredlingscyklus. En oversikt over foredlingspopulasjonen i 1. og 2. foredlingscyklus er gitt i tabell 1.

De aller beste pluss-trærne, eller deres avkom, blir podet i store antall og gjort til frøprodusenter i nye frøplantasjer for kommersielt skogfrø. Når disse etableres med testede og utvalgte plusstrær blir de «1 ½ generasjons» frøplantasjer, mens når de etableres med avkom fra avkomforsøk blir de «2. generasjons» frøplantasjer. I de fleste tilfellene vil generasjonene bli kombinert slik at plantasjen får en best mulig gjennomsnittlig avlsverdi. Dette forutsetter imidlertid at ikke beslektede trær plasseres i nærheten av hverandre.

Genetisk variasjon i foredlingspopulasjonen er grunnlaget skogplanteforedlingen. Forvaltningen av populasjonen er viktig for å opprettholde utviklingsmulighetene gjennom foredling på lang sikt, samtidig som genetisk diversitet i frøpartiene som leveres til skogbruket opprettholdes. Fram til nå har de fleste frøplantasjene inneholdt svært mange foreldretrær (>100) og de har hatt en nøkkelrolle i forvaltningen av foredlingspopulasjonen siden de samtidig har fungert som arkiver for genetiske materialer i påvente av fullført testing og utvalg. Når foredlingsgevinsten skal økes betyr det at frøplantasjene vil inneholde færre foreldre. Et faktisk klontall mellom 30-40 i frøplantasjene vil gi en god balanse mellom genetisk vinst og diversitet. Vi skiller derfor mellom «foredlingspopulasjon» og «frøplantasjer» i fortsettelsen. Frøplantasjene er den mest effektive metoden for å framstille store mengder foredlet frø og de må derfor driftes effektivt for det. Samtidig må foredlingspopulasjonen forvaltes og utvikles videre basert på et mye større antall individer enn de som brukes i frøplantasjene. Disse oppbevares i avkomforsøk og klonarkiver.

2. foredlingssyklus

I foredlingspopulasjonen gjennomføres krysninger og avkomtesting for å få fram nye generasjoner med foredlet materiale. Målet er at hver generasjon med foredling skal gi høyere genetisk gevinst. For å oppnå rask fremgang er det nødvendig med et effektivt test- og utvalgsregime. Detaljene for dette arbeidet beskrives i «Strategi for 2. foredlingssyklus gran.

Resultatene fra 1. foredlingssyklus blir brukt til å velge *beste avkom fra de beste familiene* (fra plusstrærne). Karakteristisk for 2.- og påfølgende foredlingssykluser er at vi er begrenset til å gjøre utvalg *innen familier*. Vi kan ikke lenger velge vekk store mengder familier da dette vil redusere den genetiske diversiteten i foredlingspopulasjonen sterkt. Ved et balansert «innen-familie-utvalg» sikrer vi nærmest alle utvalgte foreldre fra 1. foredlingssyklus er representert med etterkommere i påfølgende generasjoner. Dette vil gi et minimalt tap av genetisk diversitet utover i foredlingssyklusene.

Effektivt «innen-familie-utvalg» krever gode avkomforsøk som grunnlag for nøyaktige utvalg. De beste avkomforsøkene får vi ved å replikere individene vi tester som kloner ved stiklingformering. Da kan vi teste de samme genotypene i mange miljøer, og avlsverdiene vil bli nøyaktig beregnet. Klonreplikerte avkomforsøk vil derfor være bærebjelken i store deler av 2. foredlingssyklus. I tillegg må krysningsarbeidet effektiviseres gjennom bruk av veksthus for å indusere hyppigere blomstring i foredlingspopulasjonen.

Tabell 1: Oversikt over foredlingspopulasjonen som inngår i 1. og 2. foredlingsyklus fordelt på foredlingssonene.

	Pluss-trær (F0) 1. foredlingsyklus		Plan for utvalg av F1 (2. generasjon) 2. foredlingsyklus		
	Totalt utvalg 1946 - 1998	Testede 1975 - 2015	Antall avlstrær	Fra eksisterende avkomforsøk	Fra nye avkomforsøk eller BWB
G0	0	0	100	0	100
G1	2867	1222	250	200	50
G2	957	418	200	100	100
G3	755	199	200	100	100
G4	350	15	100	0	100
G5	1337	834* ¹	150	150	0
G6	763	477	100	100	0
G7	282	208*	50	50	0
Tot	7311	3165	1150	750	400

Foredlingsmålene

Foredlingsmålene skal være langsiktig definert, men kan vektas ulikt mellom foredlingssoner og foredlingspopulasjoner. De store skogregionene vil være representert av flere subpopulasjoner og det gir muligheter for å foredle for forskjellige egenskaper innen regionen.

Produksjon er et overordnet foredlingsmål. På Vestlandet og deler av Sør-Norge kan det imidlertid være aktuelt å prioritere kvalitet fremfor høy vekst på de mest produktive arealene. I lavlandet i Sør-Norge vil det gjøres utvalg for mer sentskytende materialer som er mindre utsatt for frostskafer og høstskudd. Tilpasning til klima må ligge som en forutsetning i alle foredlingssoner, men kan være spesielt viktig i fjellskog.

Foredlingen skal bidra til:

Produksjon og CO₂-binding	<ul style="list-style-type: none">• økning i skogarealets gjennomsnittlige produktivitet på 20 % eller mer• økt binding av CO₂ fra atmosfæren på mer enn 20 %
Kvalitet	<ul style="list-style-type: none">• mer formstabil virke til trelast• mindre skader og feil• bedre stammeform• uendret eller bedre styrkeegenskaper for trelast• sterkere resistens mot rotråte (når teknologien er moden)
Klimatilpasning	<ul style="list-style-type: none">• bedre overlevelse i foryngelsen• større geografiske bruksområder for frø og planter• mer robuste foryngelsesmaterialer i en fremtid med et mer ustabil klima• dynamiske verktøy for valg av frøkilder ved raske klimaendringer

Styrke og formstabilitet for trelast forbedres gjennom å unngå individer med dårlig kvistsetting og høy grad av vridning vekst fra foredlingspopulasjonen. Densiteten skal holdes uendret eller økes ved gitt årringbredde. Fortsatt vil skogskjøtselen være avgjørende for kvaliteten siden regulering av tetthet er viktig for både årringbredde og kvistutvikling.

Alle trær som velges ut til foredlingspopulasjonen vil i fortsettelsen bli undersøkt for rotråte nederst i stammen. Ingen trær med råte vil bli tatt med videre. Men det finnes i dag ingen effektive metoder for å øke resistensen mot rotråte i foredlingspopulasjonen gjennom avkomtesting.

Avkomtestingen skal bidra til at vi har kontroll med en del av de andre viktige egenskapene som vi *ikke foredler direkte* for. I mange tilfeller er dette kvalitetsegenskaper som vi bare overvåker. Vi skal være sikre på at utvalget vi gjør virkelig øker den totale verdien av neste generasjon tømmerkog eller juletreplantasje.

Hvilke egenskaper som er viktig for kvalitet på trevirket kan endres i strategiperioden. I foredlingen er det viktig å vektlegge universelle egenskaper som antas å være viktige uansett hva endringer i byggeforskrifter og målreglement krever.

Foredlingspopulasjonen deles inn i sub-populasjoner

Norske granbestand utgjør en stor genetisk gruppe som er en del av den sammenhengende granpopulasjonen vi har fra Ural-fjellene i Russland øst til Voss i vest. Til Norge innvandret grana etter siste istid fra et refugium i Russland. Ny forskning gir sterke indikasjoner på at det også var små populasjoner av gran i Norge under istiden og at vi finner igjen genvarianter fra disse populasjonene i dagens granpopulasjon. Den norske foredlingspopulasjonen utgjør i dag **ca. 5500 fenotypisk** utvalgte pluss-trær (avlstrær) som

enten er oppbevart som kloner i klonarkiv og frøplantasjer, eller som familier i avkomforsøk eller frøplanteplantasjer. Siden begynnelsen av 1970-tallet er det gjort ulike typer kryssninger og etablert avkomforsøk med ca 3400 av pluss-trærne.

Den totale foredlingspopulasjonen for gran i Norge skal være på ca 1200 individer i overgangen mellom hver generasjon. Av disse har vi allerede grunnlagsmaterialet testet for 900 individer. Grunnlagsmaterialet for de resterende 300 vil bli testet i nye avkomforsøk nær fremtid. Det er da den resterende foredlingspopulasjonen eller nye utvalg fra eldre kulturskog som blir testet.

For å ivareta den opprinnelige variasjonsstrukturen hos gran deles populasjonen inn i 24 sub-populasjoner á 50 ubeslektede individer basert på tilpasning til klima og geografisk opprinnelse. Det vil kun foregå kryssninger innen sub-populasjonene og slektskapet innen disse vil øke for hver generasjon. Men strukturen bidrar til å redusere faren for utilsiktet tap av genetisk variasjon. Frøplantasjene settes sammen av ubeslektede individer fra flere sub-populasjoner der det ikke skal være slektskap mellom populasjonene.

Avkomtesting i større geografiske områder

Avkomtestingen vil være knyttet til populasjonenes tiltenkte bruksområde. Samtidig skal nærliggende populasjoner testes med en viss overlapp som muliggjør flytting av materialer mellom populasjonene dersom det er hensiktsmessig. Det vil alltid være en målsetning at materialene skal brukes der de er best egnet. Testingen i ny foredlingsssyklus skal spres godt geografisk.

Foredlingspopulasjonene vil bli podet opp i trearkiver for de respektive foredlingsssonene. Alle individer vil bli bevart i minst to ulike trearkiver i tillegg til de pottede arkivene som brukes under kryssninger.

Foredling og frøforsyning til et bærekraftig skogbruk

Langsiktig foredling over mange generasjoner er avhengig av at genetisk variasjon ivaretas i foredlingspopulasjonen. Foredlingspopulasjonen er en genetisk ressurs som må forvaltes slik at en unngår uheldige effekter av tilfeldig tap av genetisk variasjon på grunn av lav populasjonsstørrelse (genetisk drift), eller tap av genetisk variasjon som følge av seleksjon av enkelte genvarianter. Et forskningsprosjekt (SustBreed) ble derfor gjennomført i forkant av oppdateringen av strategisk plan for å kartlegge effektene av valgene vi gjør i skogplanteforedlingen.

Noen resultater og tilpasninger som i følge SustBreed prosjektet bidrar til bærekraftighet i foredling og frøforsyning:

- Strukturering av foredlingspopulasjonen i sub-populasjoner vil føre til at forskjellige variasjonsmønstre bevares i de ulike sub-populasjonene, slik at det blir liten endring i den totale genetiske variasjonen i landskapet. Bevaring av genetisk variasjon er derfor avhengig av at det er flere sub-populasjoner for hver foredlingsssone.
- For å sikre høy genetisk variasjon i frøpartier fra frøplantasjer er det viktig at et forsvarlig antall ubeslektede foreldre fra flere sub-populasjoner benyttes i hver

enkelt frøplantasje (figur 2). Det er en stor fordel om frøplantasjene settes sammen av et ulikt sett av foreldre.

- I norske frøplantasjer kan vi regne med ca 20% fremmedpollinering fra omkringliggende skog. Dette vil bidra til å opprettholde høy genetisk variasjon i frøpartiene.
- Sammensetningen av foreldretrær i frøplantasjene skal avveies i forhold til bruksområdet for frøplantasjen. For store bruksområder, der andelen frøplantasjefrø er høyt og få andre plantasjer dekkes samme område, skal det tas med flere kloner i frøplantasjene.
- Det er ikke de samme foreldretrærne som bidrar mest til frøpartiene hvert år. Frø fra ulike årganger santes og brukes om hverandre for å utnytte forskjellen i variasjon mellom år.
- Kravet til genetisk variasjon vil være mindre ved spisset foredling for typiske nisjeprodukter slik som juletre dyrking, frøpartier med spesielle egenskaper og stiklingformert foryngelsesmateriale.
- Frøplantasjer med ca 60 kloner produserer frøpartier med tilsvarende genetisk variasjon som frøpartier sanket i naturskog.
- Gitt tilpasninger som ovenfor så vil et faktisk klontall på 30-40 gi en god balanse mellom foredlingsgevinst og genetisk variasjon i de fleste frøplantasjer

Det bør også nevnes at fredningsområder, nøkkelbiotoper, gjensatte randsoner og evighetstrær m.v. bidrar til det genetiske mangfoldet.

Figur 3. Genetisk variasjon i frøplantasjer, bestand og naturlige populasjoner

Foredling for gran og fjelledelgran til juletre

Det er sterke tradisjoner for bruk av norsk gran som juletre og det er ventet at gran fortsatt vil stå sterkt som juletre i Norge. Det er etablert svært gode materialer for produksjon av juletrær (kloner fra Stange frøplantasje) som en sideeffekt av den tradisjonelle skogplanteforedlingen. Disse materialene bør etableres i en egen frøplantasje eller stiklingsprogram for juletrær og er et godt utgangspunkt for et spissforedlingsprogram for juletrær.

Fjelledelgran har både gode juletreegenskaper og er godt tilpasset dyrking i det norske klimaet. I sitt naturlige utbredelsesområde har treslaget stor geografisk spredning og ofte lokalisert i mindre populasjoner. Vi finner derfor stor genetisk variasjon mellom populasjoner i egenskaper som tilpasning til klima og morfologi. Det er også stor variasjon innen populasjonene, men det er nødvendig å være spesielt oppmerksom på innavlsproblematikk. Lang erfaring med dyrking av fjelledelgran i Norge, og i den senere tid systematisk utvalg og testing av provenienser, har gitt et svært godt utgangspunkt for foredling. Vi kan nå velge fine individer fra de beste proveniensene både for et langsiktig foredlingsprogram og for å etablere frøplantasjer.

Figur 4: Kart som utbredelse av fjelledelgran og viktige proveniensområder og lokaliteter

Foredlingsmålene for juletre

Foredling på gran og fjelledelgran vil ha følgende målsetninger:

- Foredlet frø skal bidra til klimatilpassede materialer for rask og sikker etablering av produksjonsfelter
- Foredlet frø skal gi et høyere juletreutbytte basert på definerte standarder for; form, farge og barkkvalitet
- Etableringen av frøplantasjer skal gi en sikrere tilgang til frø enn ved import og sanking i norske bestand
- Foredlingen skal gi grunnlag for masseformering av de beste sortene gjennom stiklinger eller somatisk embryogese
- Foredlingen skal bidra til planter med økt motstandsdyktighet mot patogener som reduserer kvaliteten på produksjonen, med målsetning om redusert bruk av sprøytemidler

Foredlingspopulasjoner for juletre

Strategien anbefaler et foredlingsprogram med utgangspunkt i proveniensmaterialer fra Oregon og Washington i USA og British Columbia og Yukon i Canada. Forskning og erfaring viser at det er i disse områdene man finner de beste proveniensene av fjelledelgran for juletre dyrking i Norge.

Red Mt/Wind-River (Washington, US), Grassie Mt, Duffey Lake og Upper Fraser/Spring Mt (BC, Canada), samt noen kjente norske provenienser som sannsynligvis har opprinnelse fra Wind River området i det sørlige Washington er gode provenienser for foredlingen. For Nord-Norge er det testede Yukon- og nordlige British Columbia provenienser som kan være aktuelle. Andre provenienser under utprøving kan også være aktuelle og nye proveniensmaterialer som anskaffes bør etableres i forsøk. Genotyper fra disse kan vurderes inkludert i foredlingsprogrammet.

Tabell 3: Foredlingspopulasjoner fjelledelgran

Regioner	Lokaliteter	Soner	Utgangsmaterialer
Kaskadene i Washington og Oregon	Red Mt/ Wind River	Indre strøk, men ikke særlig utsatt for klimaskader	Juletrefelt og proveniensforsøk
Indre deler av British Columbia	Spring Mt. Upper Fraser	Områder særlig utsatt for klimaskader	Juletrefelt og proveniensforsøk
Ytre deler av British Columbia/ Vancouver Island	Grassie Mt. Duffey Lake	Kystnære strøk og områder lite utsatt for vårfrost	Juletrefelt og proveniensforsøk
Norge	Norske bestand	Indre strøk, men ikke særlig utsatt for klimaskader	Norske kjente bestand, juletrefelt og proveniens- og avkomforsøk
Nordlige British Columbia/Yukon		Nord-Norge	Proveniensforsøk

Det skal etableres foredlingspopulasjoner basert på utvalg på Vestlandet, Østlandet, Midt-Norge og Nord-Norge.

Rask fremgang i juletreforedling

En viktig forskjell mellom skogplanteforedling og foredling for juletrær er varigheten av foredlingscyklusen. Foredlingen kan bli svært effektiv da forsøk som sluttmåles etter 8-10 år gir et svært presist bilde av genotypen i forhold til de egenskapene som er viktige for juletreproduksjon. Bruk av genetiske markører for å opprette stamtavler blir også svært viktig når det gjelder foredling på fjelledelgran da det må gjøres utvalg blant planter som kan være nært beslektet. Vi vil gjøre utvalg i kjente og egnede bestand av fjelledelgran og i etablerte juletreplantinger med handelsfrø fra de utvalgte proveniensene.

Foredling og frøforsyning furu

Planting eller såing av furu blir en stadig mer aktuell foryngelsesmetode når skogbruket ønsker å gjøre nytte av gevinsten ved bruk av foredlet plantemateriale i form av større volum og bedre kvalitet, på kortere tid. Treslaget utgjør fra 20 - 50 % av avirkningen i de store skogfylkene på Østlandet.

Det er viktig for Skogfrøverket å etablere en solid forsyning av furufrø av høy genetisk kvalitet. Det er estimert et plantebehov på ca 3,5 millioner planter i året etter forespørsler til Skogeierandelslag bare i Hedmark og Oppland. I tillegg kommer et behov for frø til direkte såing. I Sverige utgjør planting av furu ca. 65% av foryngelsen i Sverige nord for 60°N (presentasjon av Skogsstyrelsen for NordGen i 2012). Skogfrøverket har de siste fem årene dekket kun 22% av behovet for furufrø til produksjon av planter og for direkte såing i skogen. Hele 78% er frøplantasjefrø og planter som importeres fra Sverige for bruk i Hedmark, det aller meste for direkte såing.

Dersom en forutsetter at ca 60 % av furuhogstene i Norge skal plantes vil det kreve 7 – 10 millioner planter årlig avhengig av planteforband.

Skogfrøverket har i dag ikke noe foredlingsprogram for furu og bare eldre frøplantasjer for furu i Nord-Trøndelag. Denne strategien foreslår at det etableres et furuprosjekt med formål å bedre tilgangen på foredlet furufrø på innlandet.

Målsetninger for furuprosjekt

Hovedmålsettingen til prosjektet er å sikre frøforsyning tilsvarende 5-10 millioner furuplanter årlig. Det fremtidige frøbehovet bør analyseres nærmere enn i undersøkelsen som er lagt til grunn her.

Prosjektet kan gjennomføres i fire trinn:

1. For umiddelbar dekning av behov for bestandsfrø; vurdere hvordan vi kan organisere sankingene nasjonalt for å bli mer effektive i å sikre frølagrene.
2. For umiddelbar dekning av behov for foredlet frø; samarbeide med forskningsmiljøene i Sverige og Finland om å utvide eksisterende forflytningsfunksjoner etablert for svenske og finske frøplantasjer med sikte på å

forutsi optimal anvendelse i Norge. Der mulig skal data fra norske proveniensforsøk legges til analysene slik at gyldigheten av modellene kan valideres. Analysene må sammenstilles med potensiell frøproduksjon fra aktuelle plantasjer slik at Skogfrøverket kan henvende seg til eierne av frøplantasjene for å undersøke tilgang på frø.

3. For kortsiktig (4 – 15 år) dekning av frøbehovet; basert på analysen i 2, teste frøkilder fra svenske frøplantasjer og norsk bestandsfrø over et bredt spenn av forsøkslokaliteter i Sør- og Midt-Norge. Dette gjøres i samarbeid med skogandelslagene i landsdelene slik at vi etablerer et system med forsøksverter.
4. For langsiktig (>15 år) dekning av frøbehovet; basert på utvalg gode norske furubestand og evt. innkjøpte svenske avlsmaterialer (podekvist), etablere en foredlingspopulasjon med sub-populasjoner i form av frøplantasjer (som også fungerer som klonarkiver) på et nettverk av lokaliteter slik at frøbehovet i Sør- og Midt-Norge.

Utvalg kan gjøres fra eksisterende forsøk og eksisterende klonarkiver hvis mulig. Ved eventuelt overskudd av frø i forhold til måltallet for planting gir det gode muligheter for direkte såing i skogen som er foretrukket foryngelsesmetode for furu. I prosjektperioden bør det også arbeides for finansiering av en permanent foredlerstilling for furu ved Skogfrøverket.

Frøplantasjer

I frøplantasjene skal foredlingsfremskrittet i foredlingspopulasjonen realiseres ved masseproduksjon av foredlet frø. Strategien legger til grunn at 100 % av frøforbruket ved planting av 50 millioner granplanter årlig skal dekkes av frøplantasjene.

Frøplantasjene settes sammen av individer på tvers av sub-populasjonene. Dette er de individene som viser seg egnet i det geografiske området og høydelaget som frøplantasjen skal forsyne med frø. Bruk av individer fra flere sub-populasjoner vil sikre tilstrekkelig genetisk variasjon og minimalisere faren for innavl. Siden foredlingsmålene kan variere mellom populasjonene får vi også fleksibilitet i foredling, og større spennvidde i egenskaper i velge fra når vi skal sette sammen frøplantasjene. Det vil i utgangspunktet være de individene med høyest total avlsverdi, når alle egenskaper i foredlingsmålet er vektlagt, som brukes i frøplantasjene. Fordelingen av avlsmaterialet i frøplantasjen (frøplantasjedesign) vil variere og defineres nærmere i planene for det enkelte anlegg.

Grana tilpasser seg raskt klimaendringer ved at embryoet i frøet programmeres av temperatur og daglengde på det stedet og året frøet dannes. Denne effekten kalles epigenetikk. Frø produsert på samme mørte i et varmt klima vil gi planter med en sørligere vekstrytme enn planter etter frø produsert i et kaldere klima. Hvor frøplantasjene etableres er derfor viktig for å optimalisere foryngelsesmaterialenes tilpassing til klima og vekstsesongens lengde. I utgangspunktet ser det ut til å være optimalt at frøet produseres *litt* lenger sør, eller i et *litt* varmere klima, enn der plantene skal brukes. Dette for å oppnå

bedre hardighet mot frost om våren, som har vært den viktigste årsaken til frostskafer de siste tiårene, og samtidig være forberedt på en oppvarming av klimaet generelt. Det må imidlertid unngås at sen og dårlig hardighetsutvikling om høsten fører til økt risiko for frostskafer høst og vinter.

Arealer for frøplantasjer, klonarkiv og avkomforsøk

Skogfrøverket forvalter i dag en portefølje av frøplantasjer og klonarkiver for ulike treslag som totalt omfatter 48 anlegg på 27 ulike eiendommer og til sammen 2283 dekar. Skogfrøverket er eier av én av disse eiendommene. De øvrige eiendommene eies av regionale Skogselskap, av private grunneiere eller er offentlig eid. Hvis vi ser bort fra verdien av frøproduksjon representerer disse anleggene over 50 års investeringer i systematisk foredlingsarbeid. Disse verdiene er dårlig sikret. I mange tilfeller er det ønskelig å overholde anleggene utover leieperioden fordi man fortsatt kan forvente frøproduksjon, eller det er ønskelig å fornye deler av anlegget midt i leieperioden. Det er ingen sikkerhet for at leieavtalene kan forlenges og potensiell frøproduksjon går da tapt. Skogfrøverket er som leietaker heller ikke høringsinstans ved offentlige arealinngrep. Leiekostnadene er betydelige og gir store, forpliktende faste kostnader. Jordleie er en lite tilfredsstillende ordning.

Denne strategien anbefaler at det erverves grunn for anlegg av nye frøplantasjer, og at det forhandles om kjøp av eksisterende anlegg. Jordleie er en lite tilfredsstillende ordning og muligheten for å inngå avtaler med 40-50 års varighet anses som vanskeligere i dag enn tidligere. Det er ønskelig med ekspropriasjonstilgang for frøplantasjedrift i lovverket, men ekspropriasjonshjemmel må betraktes som en siste utvei (sikkerhetsventil).

Gjennom hele planperioden skal det anlegges mange arealkrevende forsøksserier. Det er svært viktig at avkomforsøkene etableres på homogene og godt arronderte foryngelsesfelt. Det bør arbeides langsiktig for å få avtaler med større private skogeiere, Statskog og allmenninger som forsøksverter. Det er nødvendig for at foredlingen skal få mest mulig pålitelige forsøksresultater for beregning av avlsverdier.

Prognoser for frøproduksjon i frøplantasjer

Som grunnlag for å analysere den langsiktige frøproduksjonen i eksisterende anlegg og behovet for nye anlegg, har Skogfrøverket utarbeidet produksjonsmodeller for alle frøplantasjer fordelt på foredlingssoner. Frøproduksjon er omregnet til produksjon av skogplanter. Modellene er godt egnet for å beregne det langsiktige arealbehov for nye frøplantasjer i et langsiktig perspektiv.

Det ble etablert mange frøplantasjer i Norge i 60 årene og midt på 80-tallet. Disse har gitt god frøforsyning fram til nå, men vil gradvis gå ut av produksjon. Det tar 15-20 år fra en plantasje etableres til den kan produsere frø, og det er derfor viktig at vi har nye frøplantasjer i produksjon etter hvert som produksjonen minker i de gamle anleggene.

I Frøplantasjeprogram 2014-2018 er seks nye anlegg under etablering og det vil sørge for økt tilgang på frø fra rundt 2035. For å opprettholde frøforsyningen og oppnå et nivå for produksjon av 50 millioner planter årlig, må et nytt etableringsprogram i gang fra rundt år 2022. Denne strategien legger opp til etablering av ca 1150 dekar nye frøplantasjearealer i perioden 2022 – 2045. I tillegg må det etableres trearkiver for oppbevaring av genetisk materiale. Behovet for arkivarealer vil anslagsvis være 10 % av behovet for frøplantasjearealer.

Figur 5. Produksjonskapasitet skogplanter med utgangspunkt i frø fra eksisterende frøplantasjer, plantasjer under etablering i frøplantasjeprogram 2014-2018 og fra fremtidige behov av nyanlegg etter 2018

Tabell 4 Antall dekar nyetablering og reetablering i perioden 2020 – 2045

Bestandsfrø vil alltid være en viktig buffer/reserve for å sikre frøforsyningen hvis det av ulike årsaker ikke kan skaffes nok frøplantasjefrø i forhold til etterspørselen som kan variere sterkt selv på kort sikt.

Effektiv infrastruktur for skogplanteforedling

Sentre for intensivert foredling

Moderne planteforedling krever infrastruktur som forenkler de praktiske oppgavene til planteforedleren, korter ned tiden det tar å teste nye materialer, og effektivt håndterer foredlingspopulasjonen. Sentraliserte funksjoner i foredlingen skal derfor etableres på Hoxmark (Ås), Biri (Gjøvik) og Kvatninga (Overhalla). Feltforsøkene vil fortsatt bli etablert på lokaliteter som er mer representative for materialenes tiltenkte bruksområde.

Biobank

Foredlingspopulasjonen vil alltid være i endring. Derfor er det viktig å beholde referansematerialer i form av DNA- og frøprøver i en sentralisert biobank. Denne skal etableres i Skogfrøverkets lokaler på Hamar og vil bestå av fasiliteter for preparering av prøver for lagring og analyse, lagring og katalogisering av materialer i biobanken

Forenklet foredling med genetiske markører

Bruk av stamtavler basert på DNA er et nytt verktøy som gir fordeler ved blant annet; lavere kostnader ved utvalg neste generasjon avls- og frøproduksjonspopulasjon, lettere å unngå innavl, bedre kontroll ved identifisering av avlstrær til frøplantasjene og lettere å avdekke hvilke foreldre som gir spesielt gode avkom

Breeding without Breeding (BWB)

BWB kombinerer anvendt bruk av DNA-markører med moderne teknologi for rask og sikker høydemåling av enkelttrær, f.eks. ved bruk av droner, for å identifisere kandidater til foredlingspopulasjonen. Metoden er utviklet for å kunne gjøre utvalg fra vanlig kulturskog

med nesten like høy nøyaktighet som ved utvalg gjennom avkomtesting og er godt beskrevet. Dette alternativet er relevant i alle foredlingssoner der det er behov for å øke størrelsen på foredlingspopulasjonen raskt.

Foredlingsdatabasen

Foredlingsprogrammet omfatter flere hundre tusen individer. Databasen over disse inneholder all nødvendig informasjon om de opprinnelige pluss-trærne og deres etterkommere som er testet eller som skal testes i avkomforsøk. Informasjonen omfatter vekst, skader, kvalitetsegenskaper, slektskapsforhold og avlsverdier for hvert enkelt tre. For treslag med lavere prioritet inneholder databasen først og fremst meta-data som er nødvendig for å sikre og holde oversikt over materialene. Måledata for disse treslagene beholdes som egne datafiler, kart og protokoller. Geografiske koordinater skal foreligge i databasen for alle forsøksfelt, uansett prioritet. All tilgjengelig informasjon skal også skannes og lagres digitalt.

Verktøy i foredlingen

Teknologiutviklingen innen geografiske informasjonssystemer (GIS), fjernmåling og generell IKT gir gode muligheter for å forbedre og effektivisere registrering og datainnsamling i skogplantevedlingen. Fra å *kjenne til* teknologien til å *utvikle og bruke* den effektivt kreves det en implementeringsfase. Det er et hovedmål å implementere metodikk og verktøy som effektiviserer foredling og frøplantasjeforvaltning i den operasjonelle driften av foredlingen.

Bedre veiledning og formidling

Skogfrøverkets veiledningsfunksjon for valg av frø- og plantematerialer av gran (www.skogfroverket.no) skal videreutvikles og baseres på mer dynamiske forflytningsfunksjoner med mulighet for å tilpasse til de meste aktuelle klimascenariene. Den skal gi informasjon om genetisk gevinst og materialenes egenskaper (kvalitet, klimatilpasning). Etter hvert som nye frøkilder blir tilgjengelig skal disse testes etter standard rutiner slik at vi kan gi bedre veiledning til planteprodusenter og plantekjøpere. Det skal lages frøkildebeskrivelser for hver enkelt frøplantasje. Skogfrøverkets hjemmesider og integrerte sosiale nettverk skal videreutvikles til å bli det foretrukne stedet for veiledning og formidling av informasjon. **Disse og andre tiltak blir en del av Skogfrøverkets formidlingsstrategi.**

Kompetanse og rekruttering

Planteforedling er en kunnskapsbasert aktivitet der den praktiske gjennomføringen henger sterkt sammen med kunnskap om biologiske prosesser, forsøksmetodikk og genetisk teori. Skogfrøverket og NIBIO holder i dag hovedmassen av kompetansen innen planteforedling på skogtrær i Norge. Kompetansen er nødvendigvis svært variert, og den enkelte planteforedler og forsker utfyller hverandre godt. Samarbeidet mellom NIBIO og Skogfrøverket er derfor nødvendig for å ha en gruppe der lang praktisk foredlingserfaring, tradisjon og vitenskap utnyttes til fulle.

I planteforedlergruppen skal eksisterende kompetanse videreutvikles og styrkes. Samtidig må rekruttering av nytt teknisk og vitenskapelig personell prioriteres. Yrket skal kunne tilby muligheter for god faglig utvikling og konkurransedyktige økonomiske betingelser.

Nordisk samarbeid

Foredlingen på gran i Norden har samsvarende foredlingsprogram i forhold til både metode og strukturering av foredlingspopulasjoner. Utveksling av genetiske materialer, foredlingsmetodikk, kompetanse og systemer for veiledning er viktig, og denne strategien skal legge til rette for økt samarbeid mellom foredlingsorganisasjonene i Norden. Samarbeidet forutsetter imidlertid selvstendige foredlingsprogram og foredlingspopulasjoner som også vil gjøre de nasjonale foredlingsprogrammene mer robuste på lang sikt. Det bør også undersøkes muligheter for samarbeid om foredling og testing av furu. Samarbeid om andre treslag kan også være aktuelle, som f.eks fraser og koreaedelgran i juletreforedlingen.

Forskning og innovasjon

Vårt mål med foredlingsforskningen er å gjøre utvalget av foreldre som kommer med i foredlingspopulasjonene sikrere. Vi må bli i stand til å velge foreldre som gir avkom med generelt god ytelse over flere klimaområder, og vi må kunne foredle for både vekst, kvalitet og klimatilpasning. Innenfor dette området er det fortsatt mange ubesvarte spørsmål, og nye uventede problemer kan oppstå som følge av klimaendringer. Skogplanteforedling og genetisk forskning er gjensidig avhengig av hverandre. Noen viktige foredlingsmål som kan bli en realitet, men som fortsatt krever betydelig forskningsinnsats er

- Avl-uten-avl (BWB). På kort sikt blir det nå viktig å etablere foredlingspopulasjoner basert på utvalg fra eldre kulturskog ved bruk av BWB-strategien. Det gjenstår imidlertid å implementere denne effektivt i praktisk foredling.
- Fenotyping. De mest kostbare operasjonene i foredlingsprogrammet er knyttet til måling av avkomforsøk. Det må derfor utvikles metoder for raskere og mer kostnadseffektiv fenotyping av enkeltrær i feltforsøk.
- Resistens eller økt forsvarsevne overfor rotråte. Identifikasjon av gener, deres genuttrykk og deres varianter som styrker forsvaret eller gir resistens. Finne frem til bedre og sikrere testmetoder som identifiserer genetisk variasjon i unge planters og trærns forsvær.
- Fenotypisk plastisitet. Vi må kunne identifisere og bruke foreldre som gir avkom som vokser godt, gir kvalitetsvirke, og friske trær i et bredt spekter av klimatiske forhold. Vi må kunne mer om hvilke gener, og genvarianter, som styrer vekst, hvile og frostherdighet. Vi må også ha en mer effektiv identifisering av de beste materialene.
- Virkeskvalitet. Vi må etablere bedre metoder for måling av virkeskvalitet på stående trær i feltforsøk. Vi må også forsterke kunnskapen om miljøets og genetikkens effekt på vekst og virkeskvalitet.
- Vekting av egenskaper i en foredlingsindeks. Vi må bli bedre i stand til å koble målbare overlevelse, vekst og kvalitetsegenskaper opp mot verdien av tømmeret og sluttproduktet.

Foredlingsmål og forskningsbehov nedfelles i Skogfrøverkets strategi for forskning og innovasjon.

Finansiering av foredling og frøplantasjer

Skogplanteforedling og frøplantasjedrift har et langt tidsperspektiv og finansieringen av foredlingsprogrammet forventes å variere i planperioden. Det blir viktig å beholde en grad av fleksibilitet i foredlingsprogrammet, men samtidig ha en sikkerhet for at de grunnleggende funksjonene beholdes slik at foredlingen er robust over tid. Det betyr at foredlingen til enhver tid må ha et økonomisk grunnlag for å sikre genetisk gevinst, tilgang til foredlet frø og opprettholder genetisk variasjon i foredlingspopulasjonene og frøplantasjefrøet.

Finansieringsstruktur ved programperiodens start (2016)

Grunnfinansiering foredling og frøplantasjer

-Landbruks- og matdepartementet i forvaltningsavtale med Skogfrøverket

Finansiering av foredling som klimatiltak

-Landbruks- og matdepartementet

Brukerfinansiering foredling og frøplantasjer

-30% påslag på grunnpris foredlet frø utgjør planteprodusentenes bidrag til foredling

-65% påslag på grunnpris foredlet frø utgjør plantekjøpernes bidrag til foredling (fremforhandlet og skal synliggjøres i 5 øre økt plantepreis)

Prosjektfinansiering frøplantasjer

-Frøplantasjeprogrammet 2014-2018 finansieres med sentralt og fylkesinntrukne rentemidler

Det vil styrke foredlingsprogrammet å ha finansieringskilder som kan virke i motfase slik at det ikke blir for store svingninger. Sviktende finansiering kan føre til at deler av foredlingsprogrammet må legges ned eller at det ikke lenger kan anses som like robust i forhold til krav om fremtidig genetisk variasjon.

Det er ønskelig å få etablert et fond for foredling som kan benyttes i år hvor behovene er store eller når grunnfinansiering og eller brukerfinansiering er på et lavt nivå.

Finansiering av foredlingsforskning, utvikling og innovasjon

Foredlingsforskning er langsiktig, men den kan også splittes opp i kortsiktige prosjekter av 3 - 4 års varighet. Dette krever at prosjektene gir resultater som blir brikker i en langsiktig og planlagt utvikling. Mye av forskningen har en anvendt karakter, og kan dermed finansieres som *brukerstyrte prosjekter eller Innovasjonsprosjekter for Næringslivet*, hvor bruker er Skogfrøverket, Skogeiernes organisasjoner, Fylkesmennene eller skogindustri. Forskning som går på grunnleggende prosesser, slik som karakterisering av hvordan gener kontrollerer viktige biologiske og økonomiske egenskaper, må finansieres med utgangspunkt i *forskerstyrte prosjekter* med brukermedvirkning. Det krever at det finnes egnede forskningsprogrammer hvor det er mulig å søke finansiering.

Skogplanteforedlingen skal derfor ha en «Forskings og innovasjonsstrategi» som synliggjør forskningsbehovene for Norges Forskningsråd, Skogtiltaksfondet, Verdiskapingsfondet og Utviklingsfondet for skogbruk. Foredlingsforskningen i Norge må i tillegg ha som mål å styrke sitt engasjement og nettverk i prosjekter finansiert av EUs rammeprogram.

Deler av Skogfrøverkets inntekter fra salg av frø er øremerket skogplanteforedling og kan dermed stilles som brukerfinansiering og egeninnsats i forsknings- og innovasjonsprosjekter eller for å initiere samarbeid om foredlings- og forskningsaktivitet på tvers av landegrensene. Det settes også av et fast årlig beløp for å dekke kostnader til nordisk samarbeid.