

Prognoser for granfrøproduksjon i norske frøplantasjer fra 2020



Marte Friberg Myre¹, Arne Steffenrem^{1,2}, Øyvind Meland Edvardsen¹, Frode Hjorth¹

¹ Stiftelsen Det norske Skogfrøverk, ² NIBIO

Utgiver: Stiftelsen Det norske Skogfrøverk, Hamar, 2021

ISBN 978-82-692435-0-5

Innhold

Sammendrag	3
Bakgrunn.....	3
Forventet gevinst ved bruk av frøplantasjefrø.....	4
Genetisk diversitet.....	5
Frøbehov	6
Produksjonsmodell for norske frøplantasjer	9
Oversikt og status for norske granfrøplantasjer	12
Avtaler og kontrakter for arealer til granfrøplantasjer og trearkiv per 2020.....	13
Frøplantasjeprogram 2014 – 2018	13
Prognoser for frøproduksjon	14
Regionale modeller for frøproduksjon	14
Sone G1 sør, Sør-Norge og Øst-Norge rundt Oslofjorden 0 – 350 moh.	15
Sone G1 nord, Øst-Norge, 0 – 350 moh.....	15
Sone G2, Øst-Norge 350 – 650 moh.	16
Sone G3, Øst-Norge 650-850 moh.....	17
Sone G4, Vestlandet.....	18
Sone G5 sør, Trøndelag 0- 250 moh.	18
Sone G5 nord, Namdalen og Helgeland 0- 250 moh.	19
Sone G6 sør og nord, Trøndelag og Helgeland over 250 moh.	20
Sone G7, Nord-Norge nord for Saltfjellet.....	21
Plan for etablering av frøplantasjer 2020-2050	22
Arealbehov	22
Strategier for arealanskaffelser	23
Referanser	23
Vedlegg.....	24

Sammendrag

Strategi for skogplanteforedling 2010-2040 definerer målsettinger for skogplanteforedlingen og for den langsiktige frøforsyningen. Strategien legger til grunn at 100% av frøforbruket ved planting av 50 millioner granplanter årlig skal dekkes av frøplantasjene. Denne rapporten dokumenterer behovsgrunnlaget og planen for fornying av norske granfrøplantasjer fra 2020 og framover. Dokumentasjonen omfatter modellen brukt for prognosene, analyse av frøbehovet og arealbehov for nye frøplantasjer. Analysene og planen som beskrives i denne rapporten er et verktøy for å oppnå målsettingene i Strategi for skogplanteforedling 2010-2040.

Bruk av foredlet plantemateriale er et effektivt tiltak for høyere skogproduksjon og verdiskapning for norsk skogbruk. Høyere skogproduksjon gir også økt CO₂ opptak som understøtter nasjonale mål satt i klima- og skogpolitikken. Den genetiske gevinsten som oppnås gjennom skogplanteforedlingen, må balanseres med høy genetisk variasjon. Genetisk variasjon er viktig for god skoghelse og for å opprettholde mulighet for videre evolusjon og utvikling. Genetisk variasjon er også grunnlaget for at vi i fremtiden fortsatt skal ha mulighet for effekt av videre foredlingsarbeid. For å sikre høy genetisk variasjon i plantematerialet som skal plantes ut i skogen, har Skogfrøverket normer for klontall og hvordan frøplantasjene skal settes sammen. Skogplanteaktiviteten har vært jevnt økende de siste 15 årene, og i 2019 ble det plantet 43,5 millioner granplanter i Norge. Salget av frøplantasjefrø var i 2019 hele 92% av det totale salget av granfrø. Takket være gode frøår i 2015 og 2019 er det svært god tilgang på frøplantasjefrø i hele Sør-Norge, med unntak for Vestlandet. Det er også god tilgang på bestandsfrø i de fleste sankeområder og høydelag. I Trøndelag er det god tilgang på frøplantasjefrø for bruk i lavereliggende skog. For høyereliggende skog i Trøndelag er det fortsatt meget god tilgang på bestandsfrø. Tilgangen på godt frø for Nord-Norge er imidlertid kritisk, både i forhold til kvalitet og mengde.

Prognosene for frøproduksjon baseres på erfaringsdata fra frøplantasjenes produksjon i nyere tid. Skogfrøverket har god kunnskap om hvor godt plantasjene ble utnyttet og sanket i frøårene 2006, 2008, 2015 og 2019. Plantasjene ser ut til å være mest produktive i alderen 20-40 år, og produksjonen opprettholdes godt fram mot 50 års alder. Forventet frøproduksjon per dekar i den mest produktive fasen er på rundt 0.4 kg/da/år.

Tilgangen på frøplantasjefrø varierer i dag mye mellom regioner. I de lave og midlere høydelag på Østlandet (0 – 650 m o.h.) vil det være god tilgang på frø fra eksisterende plantasjer i mange år, og vi vil ha full frødekning i hele perioden dersom planen for etablering av nye frøplantasjer følges. For høyere høydelag på Østlandet (over ca. 650 m), kan det ifølge analysen bli noe underdekning av foredlet frø i en periode mellom 2040 og 2050. For Vestlandet har vi ikke hatt produktive frøplantasjer, og det er behov for alternative frøkilder i mange år framover. Dersom planen for etablering av nye frøplantasjer lykkes, vil nye plantasjer for Vestlandet produsere frø til 1.5 millioner planter årlig fra 2035 med en gradvis økning til 5 millioner i 2050. For lavlandet i Trøndelag og på Helgeland kan nå 70% av frøbehovet dekkes med foredlet frø, og det vil være full frødekning rundt år 2040. I mellomtiden suppleres frøbehovet med bestandsfrø. For høyereliggende områder i Trøndelag og Nord-Norge (over 250 m o.h.) vil frøforsyningen etter hvert skje med sinking av kongler i frøplanteplantasjer. Ifølge analysen vil vi ha full frødekning av frø fra slike plantasjer rundt 2035-2040.

For å oppnå målene i strategien må den langsiktige etableringsplanen for frøplantasjer følges. Vi må da etablere omkring 1500 dekar med nye granfrøplantasjer i perioden 2022 til 2050. Dette krever store investeringer i arealanskaffelse og praktisk etableringsarbeid. Det krever også at det kontinuerlige foredlingsarbeidet følger planen i foredlingsprogrammet.

Bakgrunn

Formålet med skogplanteforedlingen er å utvikle stadig bedre foryngelsesmaterialer for verdiskaping, CO₂-lagring og robusthet i skogproduksjonen (SKOGFRØVERKET 2017). I Norden blir store mengder

frø til skogbruket med foredlingsgevinst produsert i frøplantasjer. Strategi for skogplanteforedling legger derfor til grunn at 100% av frøforbruket ved planting av 50 millioner granplanter årlig skal dekkes av frøplantasjene.

Foredlingspopulasjonen av gran er i all hovedsak etablert på bakgrunn av pluss-tre utvalg gjort i eldre naturskog. Utvalget, som startet sent på 1940-tallet og fortsetter fram til i dag, er blitt podet i klonarkiver og frøplantasjer. Utvalget fordeler seg på syv foredlingssoner fra 58 til 68°N, og høydelag fra 0 til 1200 m o.h. Fra 1970-tallet er familier fra ca. 3800 av pluss-trærne blitt testet i avkomforsøk i første foredlingscyklus. Gjennom testingen har vi fått kunnskap om trærnes avlsverdi målt som vekst, kvalitet og klimatilpasning. I tillegg etableres en åttende foredlingsone for avlstrær med østeuropeisk opphav for tilpasning til framtidsklimaet i lavlandet på Østlandet. Når foredlingscyklusen er fullført skal den beste fjerdedelen velges som grunnlag for den nye foredlingspopulasjonen på minst 1100 individer (SKOGFRØVERKET 2017). Nye frøplantasjer etableres fortløpende for å opprettholde frøproduksjonen, og der brukes de beste avlstrærne etter hvert som materialene testes.

De første frøplantasjene ble etablert tidlig på 1960-tallet, i en periode med intensiv frøplantasjeetablering som varte fram til 1980-tallet. De eldste plantasjene har passert produktiv alder og er avvirket. Noen av disse er fornyet. For å opprettholde en langsiktig og tilstrekkelig høy frøproduksjon for alle regioner i landet, må frøplantasjer fornyes kontinuerlig. Fornyingen kan skje enten på samme areal som avvirkede plantasjer eller på helt nye arealer. Denne rapporten dokumenterer grunnlaget og planen for fornying av norske granfrøplantasjer fra 2020 og framover. Dokumentasjonen omfatter modellen brukt for prognosene, analyse av frøbehovet og arealbehov for nye frøplantasjer.

Forventet gevinst ved bruk av frøplantasjefrø

Pluss-tre utvalget ble i hovedsak gjort i gammel naturforynget skog. Bestandene var gjerne vurdert som spesielt pene i forhold til tømmerets synlige kvalitet. Pluss-trærne skulle være de største og aller peneste. Utvalget var usikkert siden bestandene var svært heterogene både i alder, vokseforhold og skjøtsel. Men både upubliserte analyser ved Skogfrøverket og NIBIO, og litteratur fra våre naboland med tilsvarende foredlingsprogram på gran og furu, tilsier at frøplantasjer etablert med førstegenerasjons pluss-trær (1g) skal kunne gi en produksjonsøkning mellom 10 og 15 % (HAAPANEN *et al.* 2015; HAAPANEN *et al.* 2016; JANSSON *et al.* 2017; LIZINIEWICZ AND BERLIN 2019). Den siste rapporten fra Finland tyder nå på at gevinsten kanskje er enda høyere, helt opp mot 20 % (HAAPANEN 2020). Når disse plantasjene nå etter hvert avvikles etableres de med et testet utvalg av pluss-trærne. Dette kalles 1.5g frøplantasjer, og det forventes at foredlingsgevinsten ligger noe høyere enn hos de utestede frøplantasjene. Etter hvert vil en større del av plantasjene inneholde 2. generasjonsmaterialer (2g), gjerne i kombinasjon med de beste materialene fra 1.5g. Fra ca. 2035 og utover vil 3g plantasjer etableres.

Kategoriene for genetisk gevinst 1g, 1.25g, 1.5g, 2g, 2.5g og 3g er definert i EU-prosjektet B4EST (Berlin, Steffenrem, Raffin, Bianchi, Nervo and Faccioto [vedlegg 1]) der det ble foreslått et felles internasjonalt system for kategorisering av foredlet plantemateriale. I denne rapporten er kategoriene brukt for å definere de norske frøplantasjenes forventede genetiske gevinst når disse etableres med selekterte kloner.

1g: Frøplantasjer som hovedsakelig inneholder utestede pluss-trær fra naturlig eller skjøttet skog, med lokal eller ukjent (men tilpasset) opphav. I denne kategorien tilhører våre eldre frøplantasjer.

1.5g: Frøplantasjer som inneholder mer enn 50 % testet og selekterte pluss-trær. Kan også inneholde en andel 2g hvis plantasjen er selektert for andre egenskaper enn vekst.

2g: Frøplantasjer som hovedsakelig inneholder 2. generasjonsutvalg fra avkomforsøk.

2.5g: Frøplantasjer som inneholder 2. generasjonsutvalg der utvalget er blitt testet gjennom klonreplikert avkomtesting eller ny runde med avkomforsøk.

2g og 2.5g definerer mønsteret for videre avansement i foredlingsgrad.

I tillegg vil vi sannsynligvis operere med kategori 1.25g som ligger mellom 1g og 1.5g. Dette er frøplantasjer etablert med en blanding av 1 og 1.5g. Kategorien vil også brukes for 1.5g plantasjer etablert etter forsiktig seleksjon (lav seleksjonsintensitet) og ofte dermed inneholder en større andel kloner med moderate avlsverdier.

Frøplantasjer, slik vi kjenner dem, er etablert med podninger av det beste avlsmaterialet. Alternativ kan foredlet frøproduksjon skje i *frøplanteplantasjer* som etableres med frøplanter med opphav fra avlsmaterialet. I praksis tar det lenger tid fra disse etableres ved planting til frøproduksjon siden grana må nå en viss alder før den begynner reproduksjonen. Frøplanteplantasjene defineres i de samme kategoriene som foreldrepopulasjonen, men genetisk gevinst justeres i henhold til det forventede bidraget på farssiden. Avkom fra fri pollinering av 1g foreldre er forventet å få ca. 75 % av den genetiske gevinsten til foreldrene (gevinsten reduseres med en faktor på 0.75). Dersom frøplanteplantasjen tynnes genetisk (basert på utvalgsriterier) til 50 % av tretallet øker gevinsten til 100 % av foreldregenerasjonen. Ved tynning ned til 25 % av tretallet vil genetisk gevinst øke til 1.5g plantasjer. Frøplanteplantasjer som etableres etter fullsøskenkrysninger eller pollen-mix krysninger vil få den samme genetiske gevinsten som gjennomsnittet av foreldrene.

Genetisk diversitet

Den naturlige granskogen som foredlingspopulasjonen er valgt ut fra, har sitt genetiske opphav fra et istidsrefugium i nærheten av Moskva (TOLLEFSRUD 2008) og muligens et ukjent vestlig refugium (PARDUCCI *et al.* 2012). Den strekker seg som en kontinuerlig populasjon med sterk genflyt, og dermed lav grad av genetisk differensiering, fra Uralfjellene til Norge (TOLLEFSRUD 2008). Dette medfører at tilpasningsegenskaper følger miljøgradientene gradvis (klinal variasjon) (DÆHLEN *et al.* 1995) og vi er ikke kjent med spesiell lokal tilpasning utover dette i Norge. Det er imidlertid stor genetisk variasjon for tilpasningsegenskaper innen bestand (SKRØPPA 1991; JOHNSEN AND ØSTRENG 1994; SKRØPPA AND STEFFENREM 2019).

I tillegg har vi en foredlingspopulasjon for skogreisningsstrøkene på Vestlandet (G4) og Nord-Norge nord for Saltefjellet (G7). Populasjonen for G4 er etablert gjennom pluss-tre utvalg i bestand på Vestlandet med opphav fra Østlandet og Mellom-Europa. Populasjonen for G7 er etablert med materialer fra naturskog på Helgeland. I tillegg etableres det en foredlingspopulasjon som skal være bedre tilpasset klimaendringene sør i Norge gjennom utvalg fra Østeuropeiske provenienser (G0).

Genetisk variasjon i produksjonsskogen er viktig av mange årsaker. For skogeier er det viktig at trærne har forskjellig genetisk forutsetning for å motstå abiotisk og biotisk stress slik at f.eks. en soppsykdom eller frostepisode ikke ødelegger hele avlingen. Noen få trær vil imidlertid svekkes og dø, men dette er en del av den naturlige dynamikken i skogen. På lengre sikt er det også viktig at bestandene som forynges inneholder høy genetisk variasjon slik at potensialet for fortsatt evolusjon ikke svekkes. Av samme grunn er det viktig at foredlingsprogrammet opprettholder høy genetisk variasjon i foredlingspopulasjonen slik at potensialet for effekt av foredling skal opprettholdes over generasjoner i uoverskuelig framtid.

Det kan være et motsetningsforhold mellom genetisk variasjon og effekt fra foredlingen. Dersom en setter sammen frøplantasjene av færre av det beste foreldrene, så vil den genetiske gevinsten bli høyere. I skogplante foredlingen er derfor antall foreldre som bidrar til frøpartiene i en frøplantasje det kritiske i forhold til genetisk variasjon i frøpartiene. Foredlingspopulasjonen som «forsyrer» frøplantasjene med gode foreldre vil uansett omfatte nok genetisk variasjon for å opprettholde potensialet for evolusjon.

En studie av to norske frøplantasjer (SØNSTEBØ *et al.* 2018) viste at frøpartier fra en 1. generasjons frøplantasje med 60 kloner inneholder tilsvarende genetisk variasjon, målt som allelisk rikhet, som frøpartier fra skog etablert etter naturlig foryngelse (før planting var aktuelt). En tilsvarende frøplantasje med 25 kloner viste litt lavere genetisk variasjon, men fortsatt på nivå med flere av naturbestandene. Ingen av disse frøplantasjene viste genetisk differensiering fra den mer naturlige skogen i de områdene der frøet brukes. Tilsvarende resultater ser en i Sverige nord for breddegrad 61 der den genetiske strukturen i foredlingspopulasjonen gjenspeiler den genetiske variasjonen i naturskog (ANDROSIUK *et al.* 2013).

Endringer i miljø, klimaendringer og sammensetning og tilpasning hos patogen som forårsaker sykdom tilsier at den genetiske variasjonen må være dynamisk i endring. Utvikling har alltid skjedd, og må skje videre. Dette gjelder både i naturlige populasjoner og i foredlingspopulasjonen. For det aktive skogbruket er det derfor viktig at den genetiske variasjonen opprettholdes slik at seleksjon kan foregå både i foredlingspopulasjonen og bestandene som etableres fra denne.

Skogfrøverket har derfor normer for hvor mye genetisk variasjon frøplantasjene må omfatte (SKOGFRØVERKET 2017). Frøplantasjer som etableres for å dekke store regioner skal inneholde minst 40 kloner. Mindre frøplantasjer som etableres med formål om å bedre mer spesifikke egenskaper som virkeskvalitet, resistens mot råte, eller mer sentskytende plantemateriale mot vårfrost, vil inneholde andre kloner og øke diversiteten i en region. Disse kan derfor etableres med 30 kloner.

Frøbehov

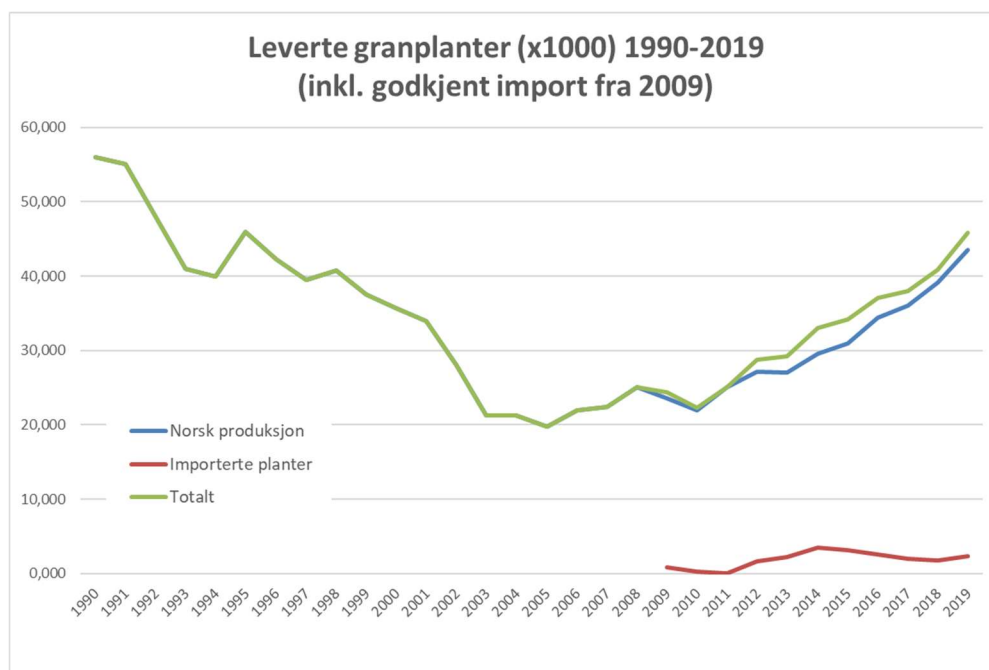
Strategi for skogplanteforedling 2010 – 2040 legger til grunn at 100% av frøforbruket ved planting av 50 millioner granplanter årlig skal dekkes av frøplantasjene. Målsettingen for frøplantasjenes bruksområde i Tabell 1 er beregnet på bakgrunn av plantetallene i perioden 2004 - 2012 og justert opp til politiske målsetninger på 50 millioner planter.

Tabell 1: Forventet årlig plantetall beregnet for bruksområdene når det plantes 50 millioner planter på landsbasis.

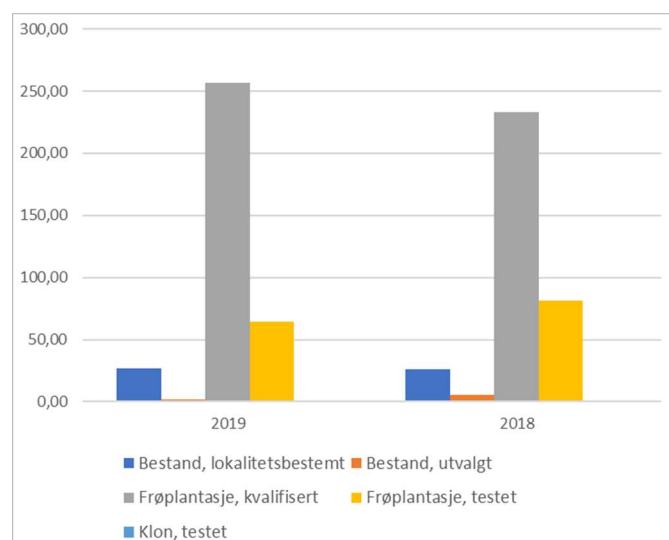
Bruksområde	Forventet plantebehov
G1n	11 000 000
G1s	8 000 000
G2	10 000 000
G3	7 000 000
G4	5 000 000
G5n	1 500 000
G5s	5 500 000
G6n	250 000
G6s	1 500 000
G7	170 000
Totalt Norge	50 000 000

Forholdet mellom plantetallene i nærliggende bruksområder i Tabell 1 endres over kortere og lengre tidsrom. Nyere tall fra 2020 og 2021 viser at frøsalget indikerer større bruk av G1sør-materialer enn G1nord. Likevel, det plantes ca. 18 millioner planter årlig til sammen i G1 og siden bruksområdene overlapper vil tidsmessige variasjoner i hogst, planteaktivitet og valg av frøkilder ikke være kritisk for den totale frøforsyningen. Det samme gjelder forholdet mellom høydelagene da også bruksområdene til G1, G2 og G3 overlapper.

Etterspørselen etter frø har variert over tid og svinger i takt med skogplanteaktiviteten. Figur 1 viser leverte skogplanter fra 1990 fram til 2019. Den fallende etterspørselen etter skogplanter fra 1990 kommer etter en nokså stabil periode på 1970- og 1980 tallet. På 1950- og 1960 tallet var imidlertid etterspørselen rekordhøy med over 100 millioner skogplanter produsert i Norge. Samtidig som etterspørselen etter skogplanter går kraftig ned på 1990 tallet og frem til bunnåret i 2005 minsker også plantingen av furu og andre treslag (Figur 1). Gran er dominerende i kulturskogbruket. Andelen furu har imidlertid tatt seg opp noe i senere år i form av import av foredlet materiale for planting og direkte såing. Nedgangen i skogplantingen på 1990-tallet skyldes i hovedsak dårligere lønnsomhet i skogbruket og endrede rammevilkår for skogplanting. Et paradigmeskifte kom i skogbruket etter frøåret i 2006. Samtidig som nye partier med frøplantasjefrø av svært høy kvalitet kom på markedet fikk skogbruket også økende forståelse for betydningen av å bruke et foredlet plantemateriale. I løpet av ett år økte salget av foredlet granfrø fra en andel på 32% i 2006 til 56% i 2007. Andelen frøplantasjefrø har deretter økt jevnt.



Figur 1: Leverte skogplanter (x 1000) i perioden 1990-2019, Norsk produksjon og importerte planter



Figur 2: Frøsalg av gran (kg) i 2018 og 2019 fordelt på frøkilder

Salget av frøplantasjefrø var i 2019 hele 92% av det totale salget av granfrø (Figur 2). Andelen frø som kommer fra testede frøplantasjer eller testede særplukkinger er økende, men tilgangen vil variere en del da de nyere testede frøplantasjene fortsatt er i en tidlig produktiv fase, samtidig som særplukkinger oftest vil utgjøre en mindre mengde frø.

Frøplantasjene er svært viktige for skogbrukets frøforsyning. Ikke bare på grunn av behovet for foredlet frø, men også

fordi det er en svært rasjonell og effektiv metode i frøforsyningen.

Det er svært god tilgang på frøplantasjefrø i hele Sør-Norge, med unntak for frøplantasjer spesifikke for Vestlandet (Tabell 2). Det er også god tilgang på bestandsfrø i de fleste sankeområder og høydeler, hvor 2006 årgangen utgjør hovedtyngden av dette frøet. I Trøndelag er det god tilgang på frø fra Undeslås for bruk i lavereliggende skog. For høyereliggende skog er det fortsatt meget god tilgang på bestandsfrø, hovedsakelig frø av 2006 årgangen. Tilgangen på godt frø for Nord-Norge er kritisk, både i forhold til kvalitet og mengde. Sinking av gran i Nord-Norge må ha høyeste prioritet.

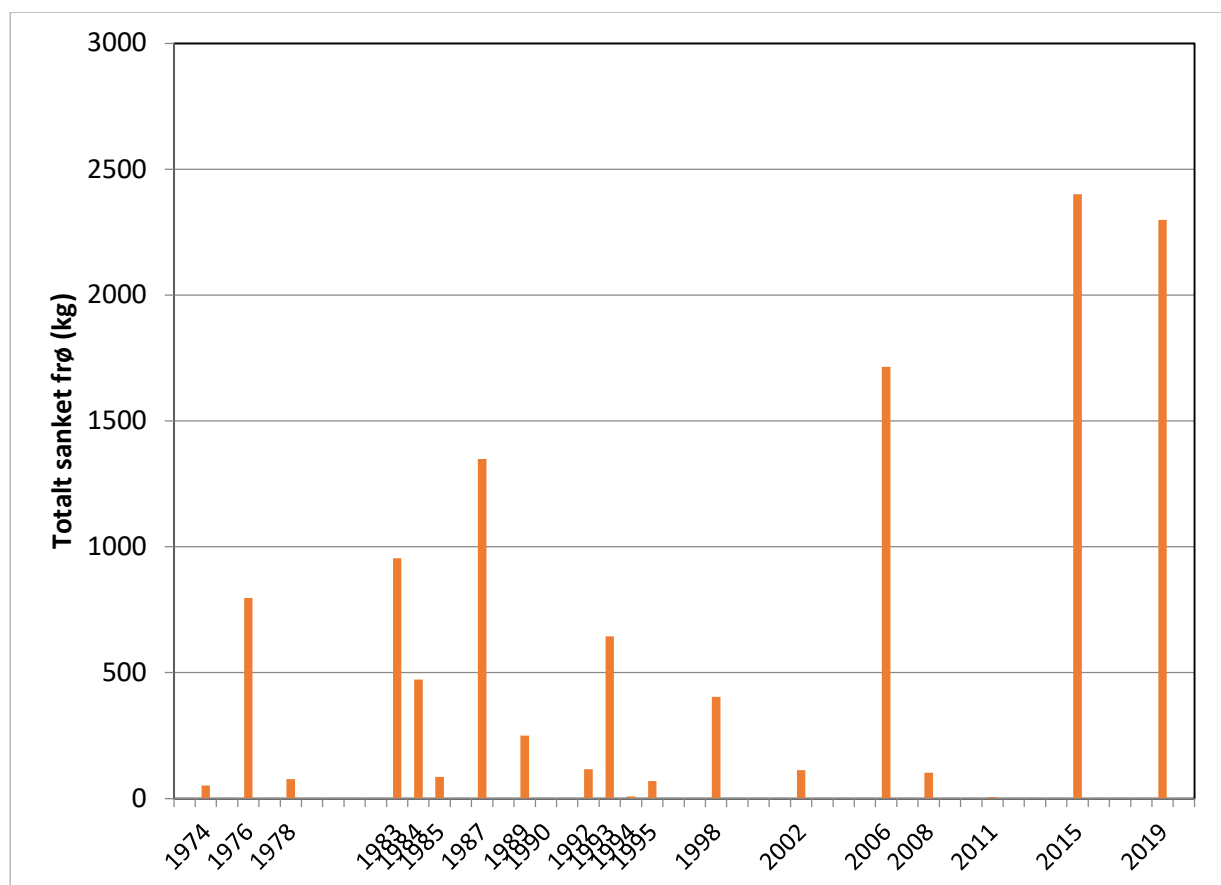
Tabell 2: Frøbeholdning, frøsalg og frødeknning for gran pr 2020 (inkl. frøhøst 2019 og eks frøsalg 2020)

Frøbeholdning, frøsalg og frødeknning for Gran									2020, inkl. sesongens tilvirkning og før salgstart
Bruksområder	Frøplantasje	Frøsalg(kg)	Frøsalg(kg)	Andel(%)	Lager >89%	2019/20	Lager	Frødekn. FPL	Kommentar
Foredlingssoner	Sankeområder	2018	2018 + 20%	FPL	28.11.2019	Tilvirkning	2020	20% salgøkn.	
Lavere høydeler Sone G1	FPL Sanderud	46,4	55,7	100 %	818,1	562,1	1380,2	17,9	Bestandsfrøreserve av høy kvalitet. FPL brukes også på Vestlandet
	FPL Huse	17,9	21,5		2,1	0,0	2,1		
	Bestandsfrø A1-3	0,0	0,0		15,1	0,0	15,1		
	Bestandsfrø B1-3	0,0	0,0		328,9	0,0	328,9		
Sør-Norge Lavere høydeler Sone G1 kystnær	FPL Kilen	27,0	32,4	100 %	385,6	81,5	467,1	16,1	Bestandsfrøreserve av høy kvalitet. FPL brukes også på Vestlandet
	FPL Bastøy	6,5	7,8		135,3	295,1	430,3		
	FPL Jordtveitmonen	31,5	37,8		146,0	214,0	360,0		
	Bestandsfrø C1-3	0,0	0,0		374,6	0,0	374,6		
	Bestandsfrø E1-3	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		
	Bestandsfrø D1-2	0,0	0,0		23,3	0,0	23,3		
	Bestandsfrø F1-2	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		
Østlandet Midlere høydeler Sone G2	FPL Drogseth	15,4	18,5	100 %	0,0	305,8	305,8	12,1	Bestandsfrøreserve av høy kvalitet
	FPL Svenneby	0,0	0,0		0,0	235,3	235,3		
	FPL Romedal	30,5	36,6		24,7	0,0	24,7		
	FPL Hallen	3,3	4,0		11,8	135,1	146,9		
	Bestandsfrø A4-6	0,0	0,0		93,2		93,2		
	Bestandsfrø B4-6	0,0	0,0		274,2	32,9	307,1		
	Bestandsfrø C4-6	0,0	0,0		187,4		187,4		
								Meget tilfredsstillende	
Østlandet Høyere høydeler Sone G3	FPL Kaupanger frostherdig	51,2	61,4	96 %	138,2	746,7	884,9	10,8	Bestandsfrøreserve av høy kvalitet
	FPL Kaupanger sams	32,5	39,0		90,4	109,0	199,3		
	FPL Opsahl	0,5	0,6		7,7	0,0	7,7		
	Bestandsfrø A7-9	1,0	1,2		51,2		51,2		
	Bestandsfrø B7-9	2,6	3,1		120,2	33,3	153,4		
	Bestandsfrø C7-9	0,0	0,0		13,9		13,9		
Vestlandet Sone G4	Årøy	12,6	15,1	100 %	0,0	13,0	13,0	4,2	Undeslås, Huse, Sanderud, Jordtveitmoen og Kaupanger sams har også bruksområde Vestlandet. Nye Oberharz partier avventer test.
	Walsrode Oberharz	9,1	10,9		96,3	0,0	96,3		
	Im2, Sogn og fjordane	0,0	0,0		8,5	0,0	8,5		
	Im1, Møre og Romsdal	0,0	0,0		11,5	0,0	11,5		
	Gi, Rogaland	0,0	0,0			7,7	7,7		
								Mindre tilfredsstillende FPL situasjon	
Midt-Norge Lavere hlg Sone G5 (G6)	Undeslås	26,7	32,0	71 %	103,4	182,6	286,0	8,9	Bestandsfrøreserve av god kvalitet
	Bestandsfrø K1-3	3,5	4,2		87,2	0,0	87,2		
	Bestandsfrø L1-3	6,1	7,3		239,9	0,0	239,9		
	Bestandsfrø N	0,0	0,0		2,9	0,0	2,9		
	Bestandsfrø M1-2	1,5	1,8		0,0	0,0	0,0		
Midt-Norge Høyere hlg Sone G6	Bestandsfrø K4-6	2,5	3,0		39,5	0,0	39,5	11,2	Ingen frøplantasjer for området
	Bestandsfrø L4	0,0	0,0		12,7	0,0	12,7		
	Bestandsfrø M3-4	3,2	3,8		24,5	0,0	24,5		
									Meget tilfredsstillende bestand
Nord-Norge	Lyngdal, Epledal	2,8	3,4	25 %	28,6	19,8	48,4	14,4	Mindre tilfredsstillende (Lyngdal lav kvalitet)
Lavere hlg, G5(G7)	Bestandsfrø O1,P1, Q1, R1, W	8,5	10,2		30,9	0,0	30,9	3,0	Kritisk bestand, 1970 Reserve
Høyere hlg, G6(G7)	Bestandsfrø, O2-3, P2	3,3	4,0		0,0	0,0	0,0	0,0	Kritisk bestand, 1970 Reserve
Juletrekloner		0,5	0,6		3,5	20,2	23,7	39,4	Svært tilfredsstillende
Sum			415,8	91 %	3 931,2	2993,8	6925,1		

Produksjonsmodell for norske frøplantasjer

Siden Skogfrøverket begynte å utvikle detaljerte prognoser for frøplantasjeproduksjon av frø i 2015, er det utviklet to produksjonsmodeller for granfrøplantasjene, modell 2015 og modell 2020.

Den første modellen (modell 2015), som var grunnlag for planleggingen fram til 2018, ble beregnet fra volumet av frøpartier registrert i Skogfrøverkets frølagerdatabase ved innlegging på lager. Tallene omfattet alle sankinger i frøplantasjer tilbake til 1974 (Figur 3). På bakgrunn av frøplantasjenes areal ble produksjonsevnen beregnet til å variere fra 0.25 kg da år ved 20 års alder til 0.35 kg ved 30-40 år. Etter dette falt produksjonsevnen. Tallgrunnlaget var imidlertid usikkert da kg sanket frø ikke nødvendigvis gjenspeilte faktisk frøproduksjon. Mange plantasjer ble underoptimalt utnyttet da det i en periode var svak etterspørsel etter foredlet frø. Enkelte plantasjer ble også satt i karantene på grunn av usikkerheten rundt «ettereffektene» av å produsere frø i et varmere klima enn bruksområdet (BJØRNSTAD 1981; SKRØPPA *et al.* 2007; JOHNSEN *et al.* 2009). Informasjon om den faktiske tilgjengelige frømengde i plantasjene fantes imidlertid ikke. En justering av produksjonen ble derfor skjønnsmessig gjennomført basert på planteforedlernes minne om hvor stor andel av konglene som ble plukket de enkelte årene. Denne justeringen ble nødvendigvis unøyaktig og kunne bare gjøres for noen av plantasjene.



Figur 3: Sanket frø (kg) i norske granfrøplantasjer beregnet fra 1974 til 2019.

I 2020 hadde vi imidlertid mer erfaringsdata fra frøplantasjenes produksjon i nyere tid, der vi hadde kunnskap om hvor godt plantasjene ble utnyttet og sanket i frøårene 2006, 2008, 2015 og 2019 (Tabell 3). Anslaget over hvor stor andel av frøet som ble sanket er også i disse årene gjort skjønnsmessig, men siden dette er mye nærmere i tid vurderer vi disse til å være gode.

Tabell 3: Frøankinger i frøplantasjene fra 2006 til 2019. Siden sankingene noen ganger var begrenset av sankekvoter er også omtrentlig andel av konglene sanket angitt.

Frøplantasje	Etablering	Totalt areal	Frøår	Kg frø	Andel sanket
Kilen	1991	130	2006	130.13	0.65
Kilen	1991	130	2015	477.29	1
Kilen	1991	65.5	2019	81.5	0.75
Sanderud	1991	212	2006	560.66	0.77
Sanderud	1991	212	2015	791.27	0.8
Sanderud	1991	157	2019	562	0.5
Bastøy	1989	144	2006	0	0
Bastøy	1989	144	2015	151.37	0.2
Bastøy	1989	70	2019	295.07	1
Jortveitmoen	2001	95	2015	263.15	1
Jortveitmoen	2001	95	2019	214.01	0.75
Svenneby I	1971	70	2006	171.44	1
Svenneby I	1971	48	2019	143.73	1
Svenneby II	2006		2015	0	0
Svenneby II	2006	100	2019	91.6	1
Hallen II	2005		2015	65.66	
Hallen II	2005	47	2019	108.87	1
Undesløs	1992	48	2006	142.97	0.89
Undesløs	1992	48	2015	111.52	0.7
Undesløs	1992	48	2019	182.61	1
Kaupanger FH	1992	87.5	2008	101	1
Kaupanger FH	1992	87.5	2015	289.33	1
Kaupanger FH	1992	87.5	2019	746.65	1
Kaupanger sams	1973	44	2015	169.49	1
Kaupanger avd 5	1973	30	2019	108.99	1
Drogset	1971	45	2006	330.91	1
Drogset	1971		2015	0	0
Drogset	1971	93	2019	305.81	1
Epledal	1974	30	2019	19.77	1
Romedal	1977	40	2006	115.96	1
Romedal	1977	40	2015	82.47	1
Totalt				6815	0,8

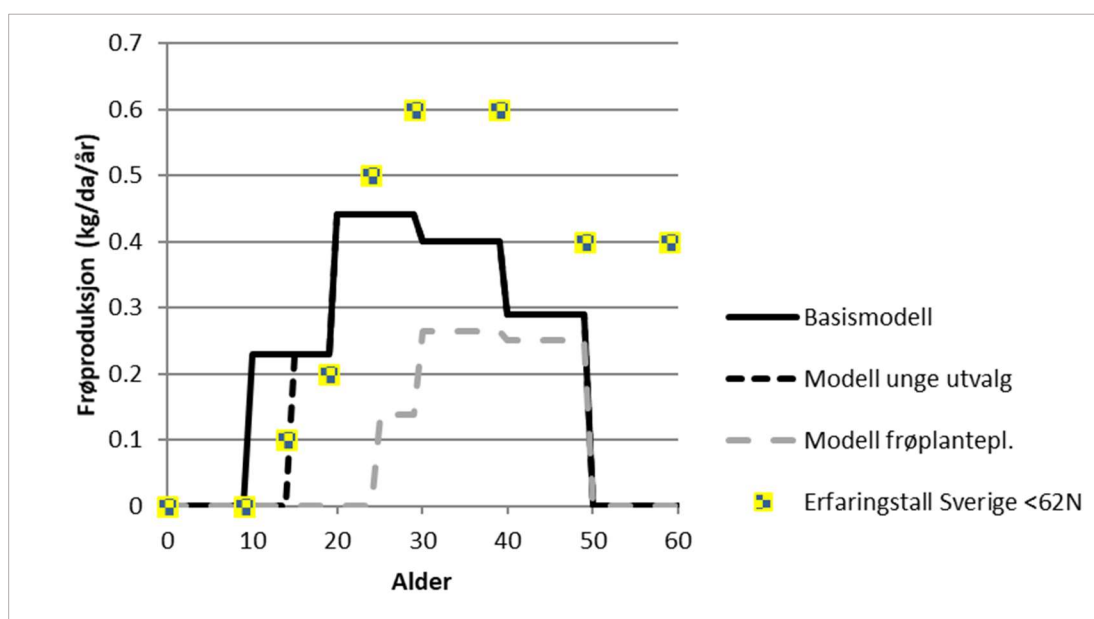
Det var til dels omfattende konglesykdommer i alle frøårene 2006, 2015 og 2019. På Sanderud ble det f.eks. i 2019 beregnet at 25 % av konglene var angrepet av lokkrust. Frøårene vurderes som «normale» i forhold til sykdom som reduserer frøavlingene. Omfanget av soppskader blir registrert for hver frøplantasje ved innhenting av kongleprøver i frøår.

Basert på verdiene i Tabell 3, er gjennomsnittlig frøproduksjon presentert i aldersklasser på 10 år i Tabell 4 og Figur 4. Denne viser at det ikke var sanking i plantaser yngre enn 10 år, mens plantasjene ser ut til å være mest produktive i alderen 20-40 år. De holder fortsatt et høyt nivå fram mot 50 år, men sankinger da er gjerne gjort i forbindelse med avvirkning av plantasjen. Datagrunnlaget for revideringen av modellen omfatter ikke plantaser eldre enn 50 år. I den fasen er det uansett bare

aktuelt å sanke ved avvirkning av plantasjen. I alderen 10-30 år gir korrigeringene (diskutert over) noe utslag, mens alt tilgjengelig frø er blitt sanket i plantasjer eldre enn 30 år.

Tabell 4: Observert og korrigert gjennomsnittlig frøproduksjon i norske plantasjer i alderklasser på 10 år etter etablering i kg da⁻¹ år⁻¹. Det var ingen produksjon i plantasjer yngre enn 10 år.

Alder (år)	Antall	Frøprod observert kg da ⁻¹ år ⁻¹	Frøprod korrigert kg da ⁻¹ år ⁻¹
10-20	11	0.20	0.23
20-30	10	0.34	0.44
30-40	4	0.40	0.40
40-50	6	0.29	0.29



Figur 4: Forventet frøproduksjon i norske frøplantasjer presentert som "Basismodell", "Modell for unge utvalg" og "Modell for frøplanteplantasjer". Punkter markert i blå og gul indikerer erfaringstall for svenske frøplantasjer sør for breddegrad 62 (ALMQVIST et al. 2010).

Frøplantasjene er på sitt mest produktive i alderen 20 – 40 år. Ut fra de norske erfaringstallene kan en da forvente ca 0.4 kg frø pr. da og år. I Sverige vurderes produksjonspotensialet å være noe høyere (Almqvist et al. 2010). Dette kan skyldes bedre klimatiske forhold for frøproduksjon, men også forskjellige vurderinger og vektlegging av datagrunnlag. Det er uansett viktig å være bevisst store årvisse forskjeller på frøproduksjonen på grunn av f.eks. lokkrust i alle nordiske land.

Regionale prognoser for frøproduksjon beregnes i et verktøy laget i MS Excel på bakgrunn av produksjonsmodellen, samt parametere som forventet antall planter pr. kg/frø (120 000), eksisterende frølager og fysiologisk holdbarhet (vanligvis 30 år) og forventet forbruk av foredlet frø i henhold til plantetall i bruksområdet. Planteutbyttet av en gitt frømengde vil variere fra frøparti til frøparti med fysiologisk tilstand på frøet, planteskolenes dyrkningsmetoder, etc. Vår vurdering er at ca. 120 000 planter pr kg er et relevant gjennomsnitt med normale frøpartiers fysiologi og svinnet i planteskolen tatt i betraktning.

Oversikt og status for norske granfrøplantasjer



Figur 5: Aktive frøplantasjer for gran pr. 5.2.2021

Per 31.12.2020 forvalter Skogfrøverket 17 anlegg for produksjon av granfrø fordelt på 15 ulike eiendommer (Tabell 5). Samlet produktivt areal for disse frøplantasjene er 1087 dekar.

Det er stadig endringer i frøplantasjene. Noen går ut av produksjon på grunn av alder eller fordi leieavtalene løper ut, noen tynnes eller reduseres i areal og nye plantasjer etableres.

I forbindelse med frøåret i 2019 ble plantasjene Drogset I, Svenneby I, Kaupanger sams og Epledal i Lyngdal sluttavvirket. Vi vil imidlertid ha frølager fra disse anleggene i lang tid framover.

Tabell 5: Granfrøplantasjer i ulike faser. Plantasjer avvirket i 2019 er med i oversikten siden disse inngår i lagerbeholdningen.
* årstall for ferdig etablert plantasje (80% levende podninger).

Sone	Anlegg	Etablerings år*	Kategori generasjon	Kommentar	Antall dekar
G1	Bastøy	1984	I	produktiv, redusert areal 2019	50
	Hogsmark	2020	I,5	i etablering	40
	Jortveitmoen	1996	I	produktiv, tynnet 2019	103
	Kilen	1986	I	produktiv	103
	Sanderud I - Midt	1986	I	produktiv, tynnet 2019	89
	Sanderud II - Sør	2000	I,25	produktiv	76
	Sanderud III – Nord	2022	I,5	i etablering	55
G2	Drogset II	2008	I,5	produktiv	29
	Drogset I	1966	I	hogd 2019	84
	Hallen II	2000	I,25	produktiv	47
	Svenneby I	1966	I	hogd 2019	45
	Svenneby II	2001	I,25	produktiv	91
	Svenneby III	2018	I,5	ny	66
G3	Kaupanger avd 5	1968	I	hogd 2019	26
	Kaupanger Frostherdig	1987	I,25	produktiv, redusert areal 2019	64
	Skavhaugen	2020	I,5	ny	76
G4	Granvin	2022	I,25	i etablering	77
G5	Lyngdal Epledal	1969	I	hogd 2019	30
	Munkrøstad	2018	I,5	ny	49
	Røra	2020	I,5	ny	24
	Undesløs	1992	I,5	produktiv, tynnet 2019	48

Avtaler og kontrakter for arealer til granfrøplantasjer og trearkiv per 2020

Skogfrøverket forvalter totalt 25 ulike leieavtaler for arealer til plantasjer og trearkiv, 20 av disse er for gran (Tabell 6). Skogfrøverket er grunneier av kun én av eiendommene som benyttes i virksomheten, men det er et klart ønske å eie disse arealene. Det er gjort forsøk på erverv av eiendommer i forbindelse med forlengelse av leieavtaler og ved inngåelse av nye avtaler for plantasjeetableringer, men dette har vist seg vanskelig å få til. Leieavtaler har begrenset varighet, og det kan ikke planlegges frøhøsting eller bevaring av avlsmateriale fra anlegg lengre enn leieavtalens varighet.

Tabell 6: Leieavtaler for aktive frøplantasjer og trearkiv for gran.

Anlegg	Avtaletype	Utløpsdato
Bastøy	50 års leieavtale	31.12.2032
Drogset	60 års jordleieavtale	31.12.2073
Granvin	50 års jordleieavtale	31.12.2066
Hallen	50 års leieavtale, tinglyst	31.12.2066
Hogsmark	50 års jordleieavtale, tinglyst	31.12.2067
Høgåsen arkiv	40 års jordleieavtale	31.12.2048
Jortveitmoen	30 års jordleieavtale	31.12.2029
Kaupanger	Avviklingsavtale	31.12.2023
Kilen	50 års leieavtale, tinglyst	31.12.2066
Kvatningen og Kråkholtan arkiv	50 års jordleieavtale	31.12.2063
Lyngdal	10 års jordleieavtale	31.12.2025
Munkrøstad	50 års jordleieavtale, tinglyst festegrunn	31.12.2063
Røra	Kjøpekontrakt inngått i 2014, tinglyst	
Sanderud og Braset	40 års jordleieavtale	31.12.2056
Skavhaugen	50 års jordleieavtale, tinglyst	31.01.2064
Skjørholmsskogen arkiv	10 års jordleieavtale	31.12.2027
Spjutnes arkiv	50 års jordleieavtale	31.12.2063
Svenneby	60 års jordleieavtale, tinglyst	31.12.2074
Undesløs	50 års jordleie	31.12.2027
Namsos	50 års jordleieavtale	31.12.2070

Frøplantasjeprogram 2014 – 2018

I 2014 ble prosjekt «Frøplantasjeprogram 2014-2018» etablert for å komme i gang med anleggelse av plantasjer som kunne dekke det mest prekære behovet for foredlet frø av gran i midlere- og høyereliggende strøk på Østlandet, på Vestlandet og i Midt-Norge inkludert Helgeland. I tillegg til fem granfrøplantasjer omfatter prosjektet én plantasje for fjelledelgran (Tabell 7). Disse anleggene skulle etter planen etableres i perioden 2014-2018. Prosjektperioden ble etter hvert utvidet til 2019.

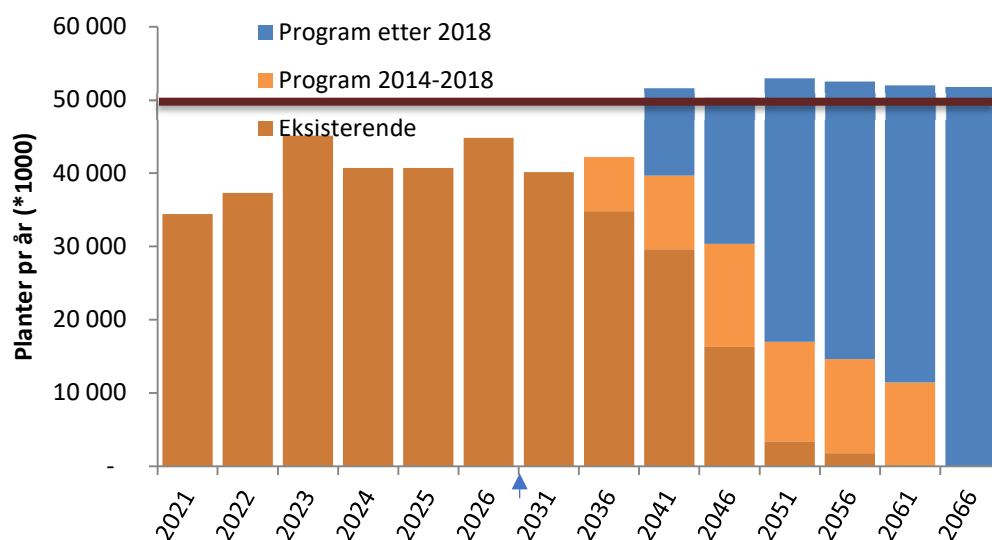
Alle anleggene i Frøplantasjeprogram 2014-2018 regnes nå som etablert, det vi si at 80% av planlagt treantall på arealet består av levende podninger. Unntaket er Granvin der etablering av arkiv er prioritert. Frøplantasjen i Granvin vil trolig være ferdig etablert i 2025.

Tabell 7: Frøplantasjer som inngikk i prosjekt Frøplantasjeprogram 2014-2018

Anleggsnavn	Sone	Areal i dekar
Svenneby III	G2	66
Skavhaugen	G3	76
Granvin	G4	77
Munkrøstad	G5	49
Røra	G5	24
Huse	Fjelledelgran	41

Prognoser for frøproduksjon

Strategi for skogplanteforedling legger til grunn at 100% av frøforbruket ved planting av 50 millioner granplanter årlig skal dekkes av frøplantasjene. Frøproduksjonen er omregnet til produksjon av skogplanter i den visuelle framstillingen av prognosene for enkelt å kunne sammenlikne med den strategiske målsettingen (Figur 6).



Figur 6: Prognose for dagens eksisterende plantasjer, plantasjer etablert i program 2014-2018 og i nye frøplantasjer som må etableres i nytt program fra 2020. Referanselinjen angir den strategiske målsettingen om frøforsyning til produksjon av 50 millioner planter pr. år. Legg merke til at x-aksen angir årvisse klasser de første 5 årene, for så å vise 5-års klasser fram til 2066.

Regionale modeller for frøproduksjon

Den strategiske målsettingen er full frødekning av foredlet frø for hele landet. Tilgangen på frøplantasjefrø varierer i dag mye mellom regioner. Vi har frøproduksjonsprognoser for de enkelte regionene i landet slik at nye frøplantasjer kan dimensjoneres etter det forventede frøbehovet i regionen.

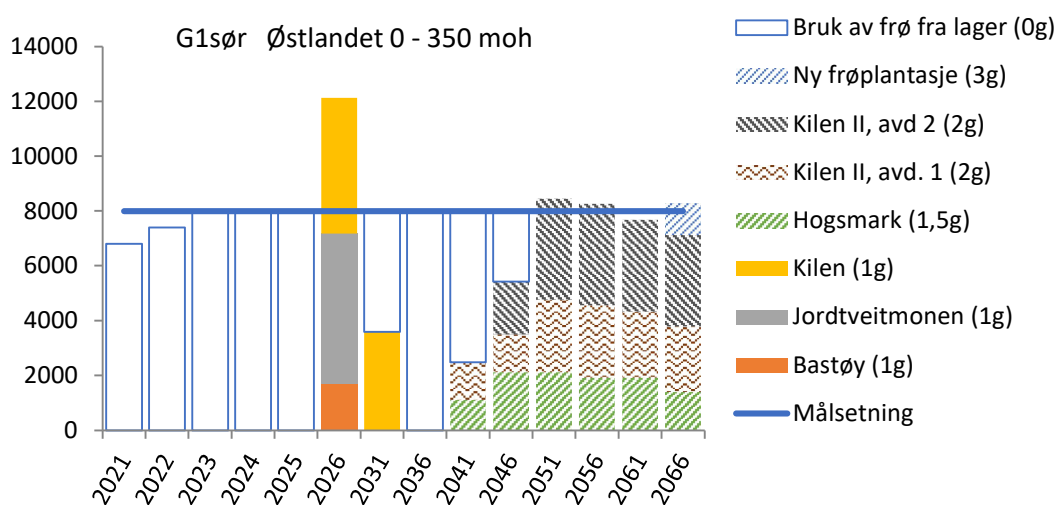
Regionene for frøplantasjer er i hovedsak basert på foredlingssonene. Men frøplantasjene består av utvalgte foreldre testet for å produsere klimatilpasset foryngelsesmateriale frø til et bestemt bruksområde. Bruksområdene for hver enkelt frøplantasje kan altså defineres noe forskjellig fra foredlingssonene og i de fleste tilfellene er bruksområdene noe snevrere enn selve foredlingssonen. I denne rapporten har vi derfor delt foredlingssonene G1, G5 og G6 i sørlig og nordlig region, siden disse sonene spenner over mange breddegrader med fotoperiodiske og klimatiske forskjeller.

Prognosene som presenteres under viser forventet planteproduksjon fra frø høstet i eksisterende og nye frøplantasjer. Frøplantasjer med skraverter felter er nye plantasjer som er planlagt for å kunne nå

målsettingen i strategi for skogplanteforedling (Skogfrøverket 2017). Disse er ved publisering av rapporten ikke etablert. Referanselinjene angir forventet plantebehov i regionen ved et nasjonalt plantetall på 50 millioner planter.

Sone GI sør, Sør-Norge og Øst-Norge rundt Oslofjorden 0 – 350 moh.

Regionen er skilt fra den nordlige delen av GI for å skape plantematerialer som er mer tilpasset de kystnære strøkene med mildere vintre og tidlig vår. I denne regionen er nok vårfrost et større problem enn i andre regioner. Store arealer på høye boniteter gir også utfordringer med høstskudd og dermed større risiko for dobbeltopper og gankvist. Enkelte områder er i framtiden spådd å være mer utsatt for tørke enn i dag. Foredlingsmålene i regionen er derfor rettet mot senere vekststart om våren, lavere frekvens av høstskudd og stammefeil, og høyere densitet (når det er praktisk mulig å måle). Under disse restriksjonene skal produksjon optimaliseres.



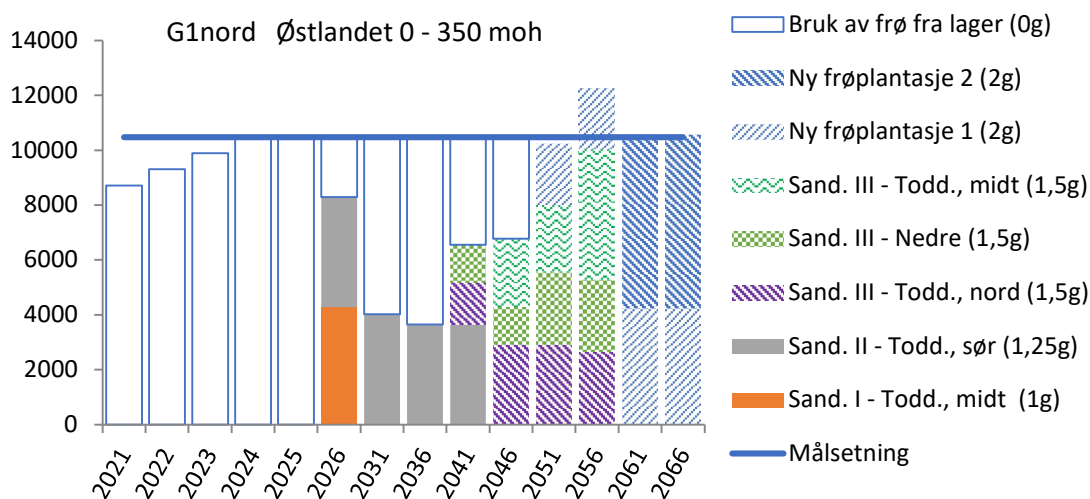
Figur 7: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for bruksområdet G1sør.

Det ble sanket svært mye frø fra plantasjene for denne sonen i både 2015 og 2019. Frødekningen for denne sonen vil være tilfredsstillende fram mot 2040 med frø fra eksisterende plantasjer, og i hele perioden dersom etableringsplanen følges (Figur 7).

Vi har imidlertid kun én nyetablert frøplantasje for denne sonen, mens de tre eksisterende plantasjene Bastøy, Kilen og Jordtveitmoen alle nærmer seg avviklingsalder. Det tar 15 – 20 år fra etablering av en ny frøplantasje starter, til man kan forvente første frøhøst. Dette innebærer at vi allerede i 2025 må være godt i gang med etablering av nye frøplantasjer for denne sonen for å sikre den langsiktige frøproduksjonen. Det planlegges for gradvis oppbygging av ny frøplantasje på eiendommen Kilen etter hvert som de eldre delene av dette anlegget avvikles og sankes.

Sone GI nord, Øst-Norge, 0 – 350 moh.

Regionen omfatter nordre deler av foredlingszone GI som ligger mer i innlandet. Den nordligere beliggenheten vil naturlig nok gi en noe annen fotoperiodisk påvirkning sammenlignet med den sørlige regionen. Her vil det være mer markerte overganger mellom vekstsesong og høst, vinter og vår. Likevel vil en del av utfordringene både med vårfrost, høstskudd og tørke, som en ser i GI sør, også være gjeldende her. Foredlingsmålene i regionen er derfor rettet mot høyere produksjon, lavere frekvens av høstskudd og stammefeil, og høyere densitet (når det er mulig å måle).



Figur 8: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for bruksområdet G1nord.

Det ble sanket svært mye frø i Sanderud frøplantasje i 2015 og 2019. Frødekningen for denne sonen vil være tilfredsstillende fram mot 2040 med frø fra eksisterende frøplantasjer og i hele perioden om etableringsplanen følges (Figur 8).

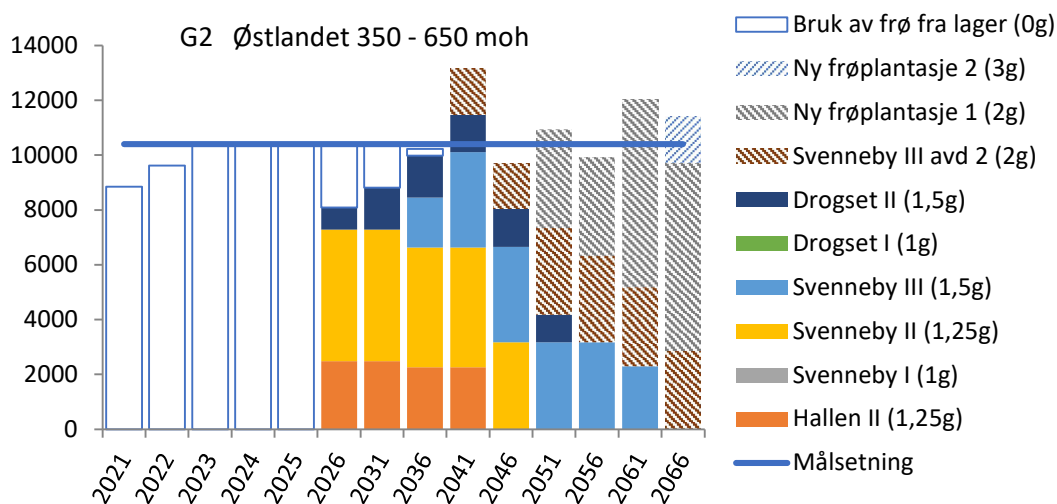
Leieavtalen for eiendommen Sanderud utløper i 2056. For å være sikret et nytt omløp frøplantasje innenfor leieperioden, startet vi opp med reetablering av deler av arealet i 2020. Dette vil bli Sanderud III og denne plantasjen vil gradvis utvides etter hvert som vi avvirker Sanderud I og II. På sikt må det jobbes for å finne arealer som kan erstatte Sanderud, eventuelt forlenge leieavtalen eller kjøpe arealene som leies på Sanderud.

Sone G2, Øst-Norge 350 – 650 moh.

Foredlingssone G2 kunne også vært delt inn i et sørlig og nordlig område. Men områder >350 m nødvendigvis ligger et stykke nord på Østlandet og de fotoperiodiske forskjellene innen sonen er ikke så store som i G1. Derfor anser vi det ikke som nødvendig å dele regionen for prognosenes skyld. Allikevel vil frøplantasjer som Hallen etableres med materialer som er vurdert for å være mest egnet i sørlige og lavere deler av sonen (mindre herdige), mens Drogset etableres med materialer som nok er optimale brukt høyere og lenger nord i sonen (mer herdige). Frøplantasjene beliggenhet vil også gi en betydelig effekt på plantenes klimatilpasning da Hallen ligger i et betydelig varmere område enn Svenneby og spesielt Drogset. Regionen karakteriseres med senere vår og tydelig overgang til høst, snødekke om vinteren og sjelden tørke på sommeren. Vårfrost ansees som et mindre problem, mens høstskudd oppstår også her på de mest frodige lokalitetene i de lavereliggende delene av sonen. Foredlingsmålene er derfor rettet mot produksjon og reduksjon av høstskudd og stammefeil. Tilstrekkelig herdighet forutsettes i alt utvalg.

For frøplantasjesone G2 viser prognosene god frøtilgang fra eksisterende frøplantasjer fram mot 2046 og i hele perioden om etableringsplanen følges (Figur 9). I 2015 var det ikke frøsetting i plantasjer for denne sonen, og frøtilgangen var da kritisk lav. I 2019 var det imidlertid god frøsetting i frøplantasjene på Drogset, Svenneby og Hallen. Det ble da sanket så mye som det var mulig i disse plantasjene.

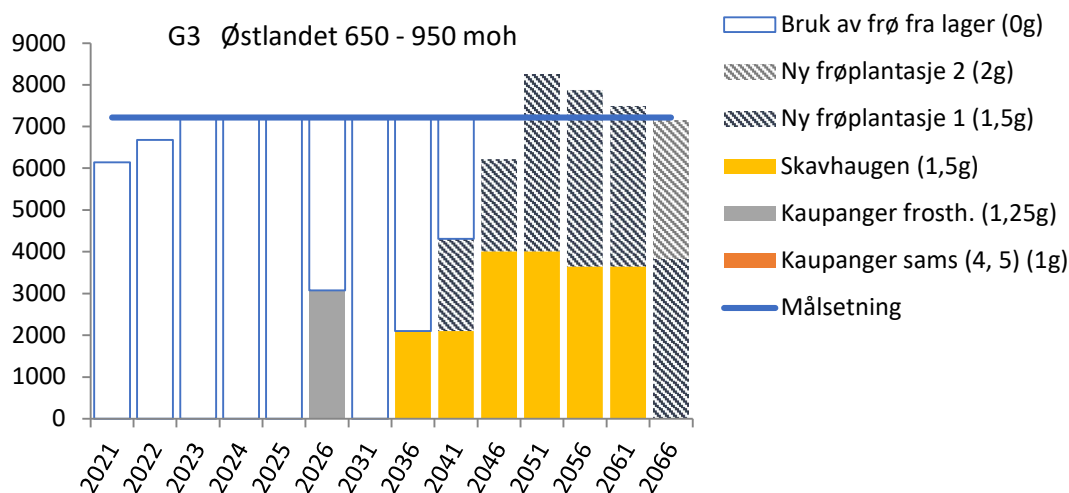
Etter avvirking av Svenneby I i 2019 ble dette arealet umiddelbart klargjort for etablering av ny frøplantasje. Dette vil bli Svenneby III, avdeling 2.



Figur 9: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for foredlingsone G2.

Sone G3, Øst-Norge 650-850 moh.

Foredlingsone G3 dekker høyereliggende områder på Østlandet der overgangen mellom vekstsesong og høst er tydelig, det er snødekke om vinteren, og våren kommer sent men brått. Her er det ikke større utfordringer med vårfrost. Det er imidlertid viktig av materialene avslutter veksten og utvikler hardighet tilstrekkelig tidlig slik at de er robuste mot høstfrost og en lang vinter. Foredlingsmålene er derfor rettet mot produksjon under forutsetning av tilstrekkelig hardighet. Det legges stor vekt på stamme-feil ved evalueringer og utvalg.



Figur 10: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for foredlingsone G3.

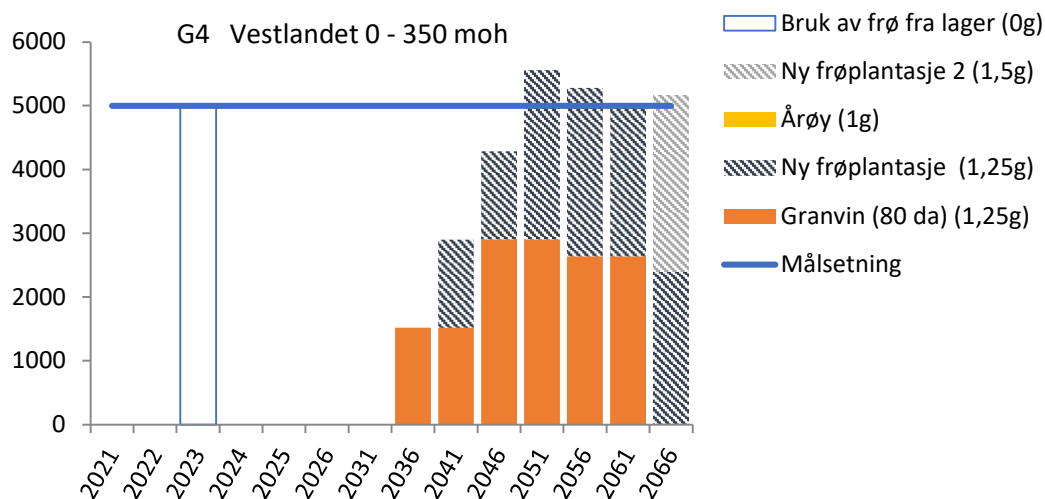
Den langsiktige frøforsyning for denne sonen har vært bekymringsfylt lav og sårbar siden vi i dag har kun Kaupanger frøplantasje (Figur 10). Det var imidlertid svært god blomstring i Kaupanger både i 2015 og 2019, og det ble sanket så mye som det var mulig begge årene. Deler av anlegget ble sluttavvirket i 2015 og resten av den eldste delen av plantasjen ble hogd i forbindelse med sinking i 2019. Gjenværende del er nå Kaupanger Frostherdig. Denne avdelingen skal også avvikles ved neste frøår på grunn av alder og utløp av leieavtale. Etableringen av Skavhaugen frøplantasje startet i 2015 som en del av frøplantasjeprogram 2014-2018. Denne plantasjen skal erstatte Kaupanger. Det haster også med å komme i gang med enda en frøplantasje for denne sonen, og anlegget bør være ferdig etablert allerede

i 2025. Selv om etableringsarbeidet har planlagt framdrift, kan det bli mangel på foredlet frø for G3 en periode mellom 2040 og 2050 i forhold til strategisk målsetting.

Sone G4, Vestlandet

Plantebehovet for Vestlandet, der grana i hovedsak er etablert gjennom skogreising, er beregnet gjennom dialog med Fylkesmennenes landbruksavdeling i området, og satt til 5 millioner planter i året. Plantebehovet vil imidlertid avhenge av andelen av avvirkede arealer som forynges ved planting, og hvor stor grad furuhogster forynges med gran.

Regionen karakteriseres med et atlantisk oseanisk klima med ustabile snøfattige vintre, tidlig vår, sjelden tørke i vekstsesongen og sene høster. Bonitetene er generelt svært høye. Det er sjelden utfordring med vår eller høstfrost. Det er imidlertid større utfordringer knyttet til plantenes hardighet mot uttørking og slitasje gjennom vinteren da temperaturene svinger mye og snø sjelden beskytter plantene. Plantematerialene må derfor utnytte vekstsesongen og samtidig utvikle tilstrekkelig hardighet for å tåle påkjenningene gjennom vinteren. Det legges også større vekt på kvalitet, spesielt densitet, i denne regionen der vekstforholdene er svært gode.



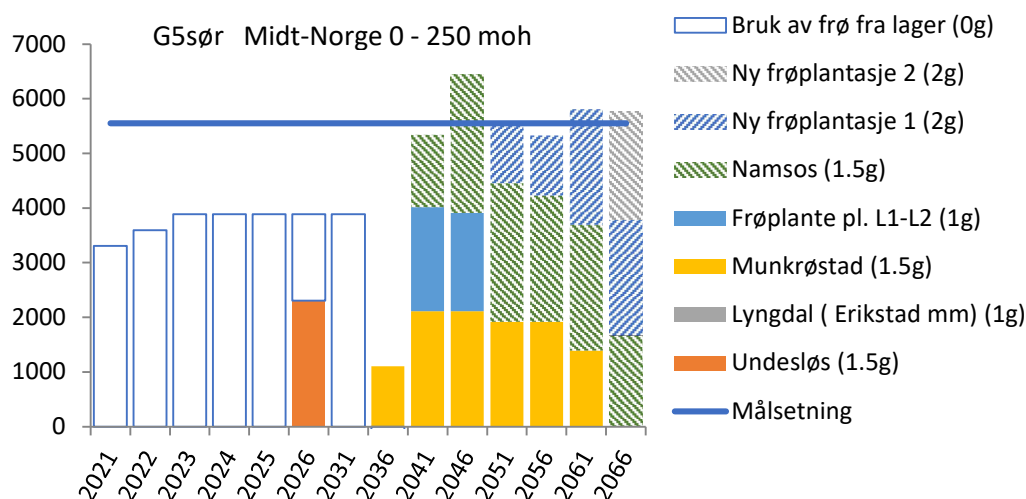
Figur 11: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for foredlingssone G4.

For Vestlandet har det vært kun én granfrøplantasje. Årøy er en skyggefull lokalitet og plantasjen har gitt lite frø. Frøplantasjen ble sluttavvirket i 2019 på grunn av at leieavtalen løp ut. Det er gjort et smalere utvalg av avlsmaterialet i Årøy basert på nye virkestekniske undersøkelser. Utvalget podes nå opp i nytt arkiv og i ny frøplantasje i Granvin (Figur 11). For å dekke langsiktig frøbehov må det etableres enda en frøplantasje for Vestlandet. Det er svært vanskelig å finne egnede arealer for dette formålet og etableringen vil bli forsinket i forhold til planen. Det vil derfor være behov for alternative frøkilder for Vestlandet i lang tid framover.

Sone G5 sør, Trøndelag 0- 250 moh.

Foredlingssone G5 er delt i ett sørlig og nordlig område på grunn av de store fotoperiodiske forskjellene. Erfaringene tilsier også de klimatiske forholdene varierer raskere med økende høyde over havet slik at høydelaget er begrenset til 250 m. Som på Vestlandet er utfordringene gjerne knyttet til ungplantenes hardighet for å tåle vinteren, mens vår eller høstfrost sjelden er et problem. Foredlingsmålene er derfor rettet mot økt produksjon under forutsetning av god klimatilpasning. Stammefeil som dobbeltopper og gankvist unngås i utvalg.

I foredlingssonene G5, G6 og G7 ble det på begynnelsen av 2000-tallet etablert et stort antall frøplanteplantasjer. Frøproduksjonen i frøplanteplantasjene og avkomforsøkene er vi usikre på. Grana vil ikke være kjønnsmoden før 25 -30 år etter utplanting, og full frøproduksjon vil den ikke nå før flere tiår senere. I denne regionen kan vi ikke forvente hyppige frøår hos gran. I tillegg ligger mange av anleggene på midlere boniteter høyt i terrenget og det kan kanskje bare forventes én frøhøst i anleggets levetid.



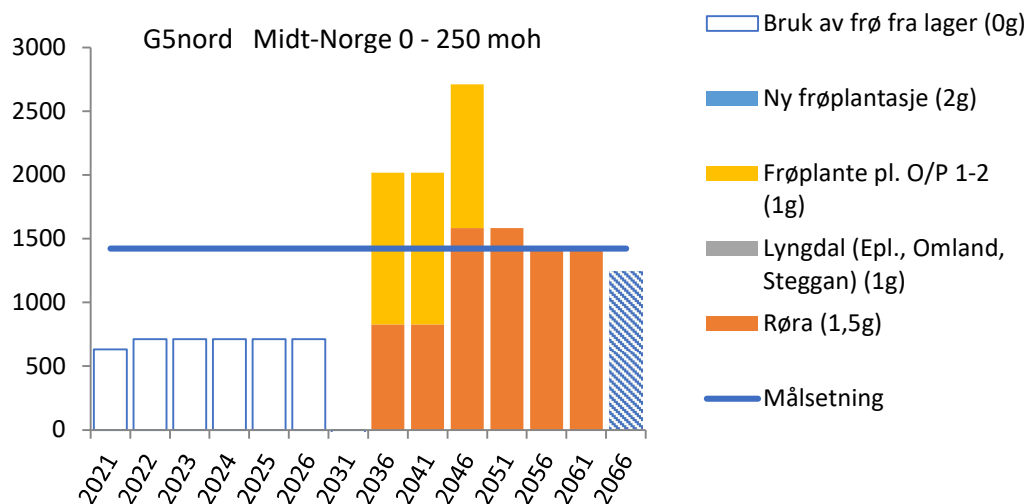
Figur 12: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for bruksområde G5sør.

For Trøndelag vil det ikke være tilfredsstillende dekning av foredlet frø før om 20 år, og deler av frøbehovet må dekkes av bestandsfrø (Figur 12). Det ble sanket mye frø i Undesløs frøplantasje i både 2015 og 2019, men dette er likevel ikke tilstrekkelig for å dekke et langsiktig behov. Undesløs frøplantasje ble etablert i perioden 1986-1991 og det må forventes avtagende produksjonen i plantasjen på grunn av alder. Munkrøstad frøplantasje er en helt ny frøplantasje etablert i 2018 og etablering av ny plantasje i Namsos vil starte opp i 2021.

Sone G5 nord, Namdalen og Helgeland 0- 250 moh.

Nordlige deler av G5 deler de samme klimatiske utfordringene som de sørlige. Men de fotoperiodiske forskjellene er relativt store, slik at plantematerialer for dette nordlige området må utvikle herdighet raskere på sensommeren. Foredlingsmålene er rettet mot økt produksjon under forutsetning om tilstrekkelig herdighet. Stammeifeil som dobbelttopper og gankvist unngås i utvalg.

En betydelig andel av den langsiktige frøproduksjonen er forventet fra frøplanteplantasjer. Prognosene for disse er mer usikre. Men når Røra frøplantasje kommer i full produksjon om 10-15 år vil denne dekke mye av frøbehovet i dette området (Figur 13).

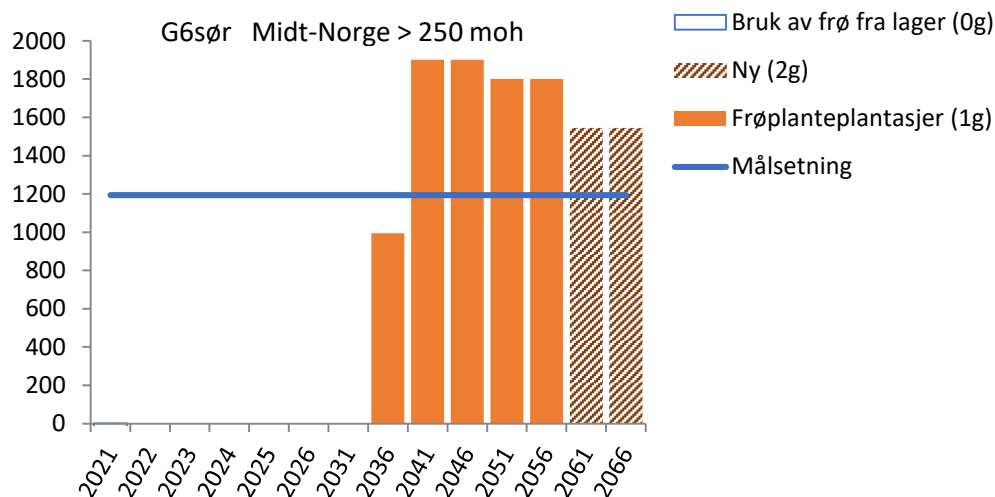


Figur 13: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for bruksområdet G5nord.

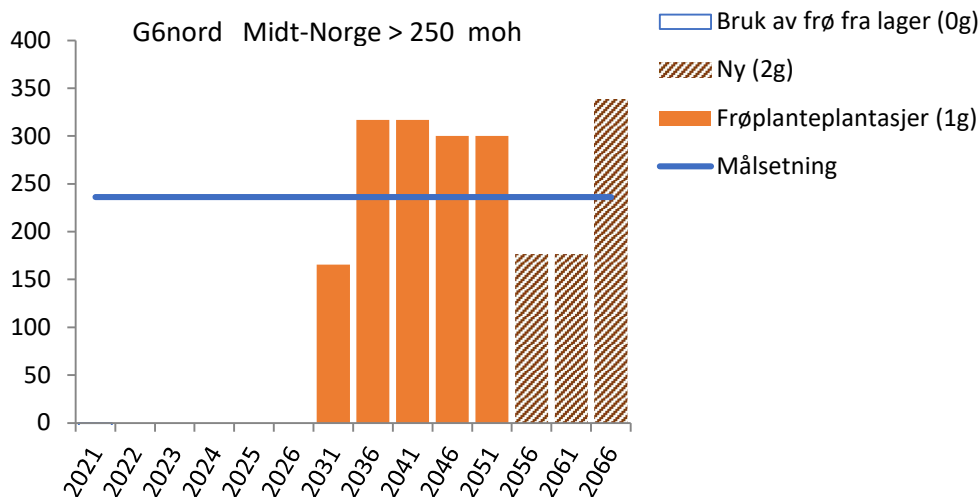
Sone G6 sør og nord, Trøndelag og Helgeland over 250 moh.

Foredlingssone G6 deles også inn i et nordlig og sørlig område omtrent ved overgangen fra Trondhjemsfjord-området til Namdalen. De klimatiske faktorene er relativt like, men de fotoperiodiske forskjellene er store. Foredlingsmålene er rettet mot økt produksjon under forutsetning av god klimatilpasning. Stammefeil som dobbeltopper og gankvist unngås i utvalg. Det er i dag ikke bruk av foredlet frø i dette området.

En betydelig andel av den langsiktige frøproduksjonen er forventet fra frøplanteplantasjer. Prognosene for disse er mer usikre (Figur 14 og Figur 15).



Figur 14: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for bruksområdet G6sør.

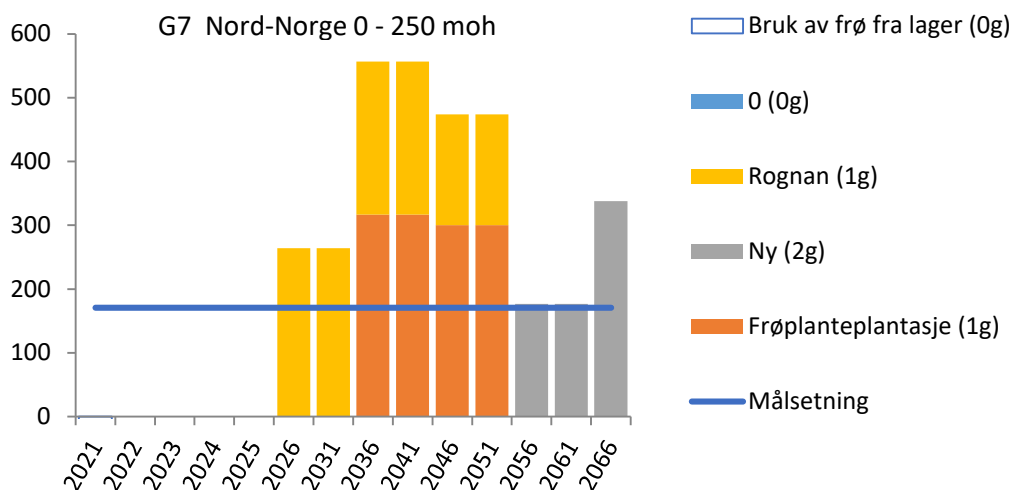


Figur 15: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for bruksområde G6nord.

Sone G7, Nord-Norge nord for Saltfjellet

Foredlingssone G7 er også langstrakt med betydelig fotoperiodiske forskjeller. Gran som produksjonstreslag er introdusert gjennom skogreisningen, selv om det finnes enkelte innslag av gran fra den svenske og finske utbredelsen i øst. Det er også enkelte små spontane forekomster nord i Nordland. Bruken av gran er begrenset til indre fjordstrøk i Nordland og Troms. Her har en god erfaring med å bruke relativt tidlig herdige lavlandsprovenienser fra Helgeland slik som P1 og P2. Foredlingspopulasjonen for er derfor etablert med utgangspunkt i denne sankesonen.

Frøproduksjonen nordover er vanskelig å forutse siden det kan være lang tid mellom gode frøår. Et klonarkiv på Rognan inngår i prognosene som potensiell frøplantasje dersom kvaliteten på frøet blir bra (Figur 16). I tillegg er det etablert frøplanteplantasjer i Troms. Frøbehovet kan også delvis dekkes fra frøplantasjer etablert for G5nord og G6nord.



Figur 16: Prognose for potensiell planteproduksjon (*1000) fra frøplantasjer for foredlingssone G7.

Plan for etablering av frøplantasjer 2020-2050

Arealbehov

De regionale modellene for frøproduksjon er grunnlag for en plan for etablering og dimensjonering av nye frøplantasjer (Tabell 8).

Tabell 8: Beregnet areal (dekar) med nye frøplantasjer som må etableres i hver sone for å oppnå strategisk målsetting om frøproduksjon. Tabellen angir årstallet da frøplantasjene skal være ferdig etablert som en «milepæl». Første investeringsår vil komme 3-4 år i forkant av dette.

Sone		Gen.	År ferdig etablert								Totalsum	
			2022	2025	2027	2030	2035	2040	2045	2050		
G1 nord	Sand. III - Nedre	1,5		50							50	
	Sand. III - Todd., midt	1,5				90					90	
	Ny frøplantasje 1	2					80				80	
	Ny frøplantasje 2	2							230		230	
G1 nord Totalt				50		90	80		230		450	
G1 sør	Kilen II, avd. 1	2		50							50	
	Kilen II, avd 2	2			70						70	
	Ny frøplantasje	3								40	40	
G1 sør Totalt				50	70					40	160	
G2	Svenneby III avd 2	2		60							60	
	Ny frøplantasje 1	2					130				130	
	Ny frøplantasje 2	3							60		60	
G2 Totalt				60			130		60		250	
G3	Ny frøplantasje 1	1,5		80							80	
	Ny frøplantasje 2	2							120		120	
G3 Totalt				80						120	200	
G4	Ny frøplantasje	1,25		50							50	
G4 Totalt				50							50	
G5 nord	Ny frøplantasje	2								60	60	
G5 nord Totalt										60	60	
G5 sør	Namsos	1,5		60							60	
	Ny frøplantasje 1	2					50				50	
	Ny frøplantasje 2	2							90		90	
G5 sør Totalt				60			50		90		200	
G6 nord	Ny frøplantasje	2						8			8	
G6 nord Totalt								8			8	
G6 sør	Ny frøplantasje	2							70		70	
G6 sør Totalt									70		70	
G7	Ny frøplantasje	2						8			8	
G7 Totalt								8			8	
Totalsum				60	290	70	90	260	16	300	370	1456

I modellene er det lagt inn nye frøplantasjer for hver region med den arealstørrelse som må til for å oppnå den strategiske målsettingen for frøproduksjon. Fra modellene kan vi trekke ut hvor store arealer med nye plantaser vi trenger i hver region, og når de enkelte plantasjene må være i produksjon for at vi skal ha stabil og tilstrekkelig stor frøforsyning for hele landet.

Planlagte plantaser som må etableres på arealer vi ikke allerede har anskaffet, kalles «Ny frøplantasje». I G6 og G7 vil det da trolig være snakk om nye frøplanteplantaser.

Strategier for arealanskaffelser

Skogfrøverket drifter per i dag 1087 dekar med frøplantasjearealer for gran på 15 ulike eiendommer. Arealer til frøplantaser for andre treslag, for trearkiv og forsøksfelt er ikke inkludert i dette. Til sammen forvalter vi 25 ulike jordleieavtaler. Skogfrøverket eier kun én av eiendommene som benyttes til frøplantasjevirkosomhet. De øvrige eiendommene eies av regionale skogselskap, private grunneiere eller det offentlige. Bak hver frøplantasje ligger det 50 års investeringer i systematisk foredlingsarbeid, samt omfattende etableringskostnader. Disse verdiene vurderes som dårlig sikret på leide arealer. 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 mulig frøproduksjon går da tapt. Leiekostnadene er betydelige og gir store, forpliktende faste kostnader samt avviklingskostnader ved leieperiodens utløp. Strategi for skogplantevedling 2010-2040 anbefaler at Skogfrøverket eier egne plantasjearealer, og det arbeides derfor for kjøp av grunn både i nye og eksisterende plantaser.

Referanser

- Almqvist, C., U. Wennström and B. Karlsson, 2010 Förädlad skogsodlingsmaterial 2010-2050, pp. 59 in *Redogörelse från Skogforsk*. Skogforsk.
- Androsiuk, P., A. Shimono, J. Westin, D. Lindgren, A. Fries *et al.*, 2013 Genetic status of Norway spruce (*Picea abies*) breeding populations for northern Sweden. *Silvae Genetica* 62: 127-136.
- Bjørnstad, Å., 1981 Photoperiodical after-effects of parent plant environment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings. *Rep. Norw. For. Res. Inst.* 36: 1-30.
- Dæhlen, A. G., Ø. Johnsen and K. Kohmann, 1995 Høstfrosthærdighet hos unge granplanter fra norske provenienser og frøplantaser (Autumn frost hardiness in young seedlings of Norway spruce from Norwegian provenances and seed orchards). *Rapp. Skogforsk* 1/95: 1-24.
- Haapanen, M., 2020 Performance of genetically improved Norway spruce in one-third rotation-aged progeny trials in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 35: 221-226.
- Haapanen, M., J. Hynynen, S. Ruotsalainen, J. Siipilehto and M. L. Kilpeläinen, 2016 Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. *European Journal of Forest Research* 135: 997-1009.
- Haapanen, M., G. Jansson, U. B. Nielsen, A. Steffenrem and L. G. Stener, 2015 The status of tree breeding and its potential for improving biomass production - A review of breeding activities and genetic gains in Scandinavia and Finland, pp. 56, edited by L. G. Stener. Skogforsk, Sweden, Uppsala.
- Jansson, G., J. K. Hansen, M. Haapanen, H. Kvaalen and A. Steffenrem, 2017 The genetic and economic gains from forest tree breeding programs in Scandinavia and Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 32: 273-286.
- Johnsen, Ø., H. Kvaalen, I. Yakovlev, O. G. Dæhlen, C. G. Fossdal *et al.*, 2009 An Epigenetic Memory From Time of Embryo Development Affects Climatic Adaptation in Norway Spruce, pp. 99-107 in *Plant Cold hardiness – from Laboratory to the Field*, edited by I. Gusta, M. Wisiewski and K. Tanio. CABI Publ., Cambridge.
- Johnsen, Ø., and G. Østreng, 1994 Effects of Plus Tree Selection and Seed Orchard Environment on Progenies of *Picea kochabies*. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 32-38.
- Liziniewicz, M., and M. Berlin, 2019 Differences in growth and areal production between Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) regeneration material representing different levels of genetic improvement. *Forest Ecology and Management* 435: 158-169.
- Parducci, L., T. Jørgensen, M. M. Tollefsrud, E. Elverland, T. Alm *et al.*, 2012 Glacial Survival of Boreal Trees in Northern Scandinavia. *Science* 335: 1083-1086.
- Skogfrøverket, 2017 Skogfrøverkets strategi for skogplantevedling 2010-2040 (revidert 2017), pp. 22. Stiftelsen det norske Skogfrøverk, www.skogfroverket.no.
- Skrøppa, T., 1991 Within-population variation in autumn frost hardiness and its relationship to bud-set and height growth in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 6: 353-363.

- Skrøppa, T., K. Kohmann, Ø. Johnsen, A. Steffenrem and Ø. M. Edvardsen, 2007 Field performance and early test results of offspring from two Norway spruce seed orchards containing clones transferred to warmer climates. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 515-522.
- Skrøppa, T., and A. Steffenrem, 2019 Genetic variation in phenology and growth among and within Norway spruce populations from two altitudinal transects in Mid-Norway. *Silva Fennica* 53.
- Sønstebø, J. H., M. M. Tollefsrud, T. Myking, A. Steffenrem, A. E. Nilsen *et al.*, 2018 Genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seed orchard crops: Effects of number of parents, seed year, and pollen contamination. *Forest Ecology and Management* 411: 132-141.
- Tollefsrud, M. M., 2008 Phylogeography, diversity and hybridization in Norway spruce inferred from molecular markers combined with pollen records, pp. 34 pp. in *Faculty of Mathematics and Natural Sciences*. University of Oslo Oslo.

Vedlegg

Vedlegg I: Common system for characterizing FRM for the different species case-studies. Milepælrapport fra Horizon2020-prosjektet “Adaptive BREEDING for productive, sustainable and resilient FORESTs under climate change” (B4EST).