

ARBETSRAPPORT 1203-2024

Scenario Förädling – ett komplement till SKA22

Curt Almqvist, Per-Erik Wikberg, Ulfstand Wennström och Thomas Kraft



Granympar ympade 2022 till en ny fröodling för zon G5.

Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Inledning	6
Material och metoder	7
Scenarioberäkningar	9
Heurekasystemet	10
Resultat	10
Diskussion	12
Slutsatser	13
Erkännanden	13
Referenser	13



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts i februari 2024 av Johan Sonesson, Seniorforskare. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 7 juni 2024.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

SKA22 publicerades i oktober 2022. Denna arbetsrapport ska ses som en känslighetsanalys och komplement till de rapporter som Skogsstyrelsen publicerat om SKA22.

Bakgrunden till arbetsrapporten är att det sätt som SKA22 tog med effekterna av skogsträdsförädling och användning av förädlat skogsodlingsmaterial bara tar hänsyn till nu existerande produktionskapacitet av förädlat frö och inte att förädlingen fortgår och att ny fröproduktionskapacitet tillkommer.

Uppsala och Umeå, 2024-02-01

Författarna

Summary

This report should be seen as a sensitivity analysis and a complement to the reports on SKA22 published by the Swedish Forest Agency. SKA22 is a nationwide forest impact analysis carried out by the Swedish Forestry Agency on behalf of the government and in collaboration with SLU.

In the SKA22 analyses, the calculations only considered the production of improved seeds from existing seed orchards. As a complement to SKA22, new calculations also consider the continuation of breeding activities, which generates material with higher genetic gains, and the establishment of new seed orchards with this material. The scenario we call Breeding shows significant effects during the second half of the SKA22 study period, 2020-2120.

If the effects of continued breeding and the continued establishment of new seed orchards are included, timber production in Sweden in the Breeding scenario is estimated to be 9 million m³ standing volume higher per year at the end of the study period, 2120, than in the Today potential scenario presented in SKA22.

Sammanfattning

Denna arbetsrapport ska ses som en känslighetsanalys och ett komplement till de rapporter som Skogsstyrelsen publicerat om SKA22.

I SKA22-analysen togs bara hänsyn till produktionen av förädlat frö i nu existerande fröodlingar. Som ett komplement till SKA22 har nya beräkningar gjorts där hänsyn tas till att förädlingen drivs vidare och genererar material med högre genetisk vinst och att nya fröodlingar med detta material etableras. Scenariot vi kallar Förädling visar på avsevärda effekter under den andra halvan av studietiden i SKA22, vars studietid är 2020–2120.

Tas effekterna av fortsatt förädling och fortsatt anläggning av nya fröodlingar med beräknas virkesproduktionen i Sverige i scenario Förädling bli 9 miljoner m³sk högre per år i slutet av studietiden, 2120, än i scenariot Dagens potential som presenteras i SKA22.

Inledning

I Skogliga konsekvensanalyser 2022, SKA22, användes beslutsstödsystemet Heureka RegVis (Lämås m.fl. 2023) i scenarieberäkningarna. I Heureka RegVis styrs effekten av att i sådd och plantering använda förädlad material i två steg. Först anges hur stor andel av planterad och sådd areal som ska föryngras med förädlad material och därefter vilken tillväxtökning som förväntas (procentuell ökning av medeltillväxten vid dess kulmination), per trädslag.

I SKA22 gjordes skattningarna av arealandelen och tillväxtökning på prognoser av framtida tillgång på förädlad tall- och granfrö med ledning av informationen i Almqvist och Wennström (2020) (Skogsstyrelsen 2022). Prognoserna i Almqvist och Wennström (2020) baseras på de fröodlingar som är etablerade idag, vilket leder till en underskattning av tillväxten under senare delen av studieperioden givet att arbetet med skogsträdsförädling fortsätter som planerat och att nya fröodlingar anläggs. De värden som användes presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. I SKA22 använd andel (%) av planterad och sådd areal som föryngrades med förädlad material och vilken tillväxtökning (%) som beräknas, uppdelat i föryngringsperiod, landsdel och trädslag (SKA22-rapport 2022/8, Tabell 5-1).

	Period						
	2020- 2024	2025- 2029	2030- 2034	2035- 2039	2040- 2044	2045- 2049	2050- 2120
N Norrland							
Gran, genetisk vinst (%)	10	11	16	20	20	20	20
Gran, andel förädlad (%)	70	80	60	60	60	60	60
Tall, genetisk vinst (%)	12	14	16	20	22	22	22
Tall, andel förädlad (%)	80	85	85	80	80	80	80
S Norrland							
Gran, genetisk vinst (%)	12	14	19	20	21	21	21
Gran, andel förädlad (%)	85	90	95	80	80	80	80
Tall, genetisk vinst (%)	15	16	18	20	21	21	21
Tall, andel förädlad (%)	100	100	100	100	100	100	100
Svealand							
Gran, genetisk vinst (%)	9	13	15	19	21	21	21
Gran, andel förädlad (%)	80	80	80	60	70	70	70
Tall, genetisk vinst (%)	13	16	19	20	22	22	22
Tall, andel förädlad (%)	95	85	90	80	60	60	40
Götaland							
Gran, genetisk vinst (%)	14	16	19	21	21	21	21
Gran, andel förädlad (%)	35	40	40	70	80	80	80
Tall, genetisk vinst (%)	13	17	20	20	21	21	21
Tall, andel förädlad (%)	80	85	100	95	75	75	75

Almqvist och Wennström (2020) beskriver produktionskapacitet och genetisk vinst i existerande fröodlingar nu och under tidsperioden fram till 2060 med syftet att vara ett underlag för att prioritera vid anläggning av nya fröodlingar. Genetisk vinstnivå och hur väl existerande fröodlingar täcker behovet är en viktig del i beslutsunderlaget. Den andra delen i beslutsunderlaget är när förädlingsprogrammet har nytt material med högre genetisk vinst att använda vid anläggning av nya fröodlingar (Högberg & Ugglå 2021, Rosvall m.fl. 2001).

Skogsträdsförädlingen fortgår och levererar kontinuerligt nya testade genotyper med bättre genetiska egenskaper som kan användas vid anläggning av fröodlingar. De stora markägande skogsbolagen och organisationerna har höga ambitioner vad gäller att anlägga nya fröodlingar med målet om full behovstäckning samt att så snabbt som möjligt ta till vara de genetiska framstegen i skogsträdsförädlingen och omsätta dem i ny produktionskapacitet i nya fröodlingar. Detta arbete samordnas i arbetsgruppen FyrO national och i dagsläget är omfattningen på de planerade nya fröodlingarna som ska anläggas de närmaste 10–15 åren drygt 330 ha för tall och 220 ha för gran (Personlig kommunikation Ulfstand Wennström, sekreterare i arbetsgruppen FyrO national).

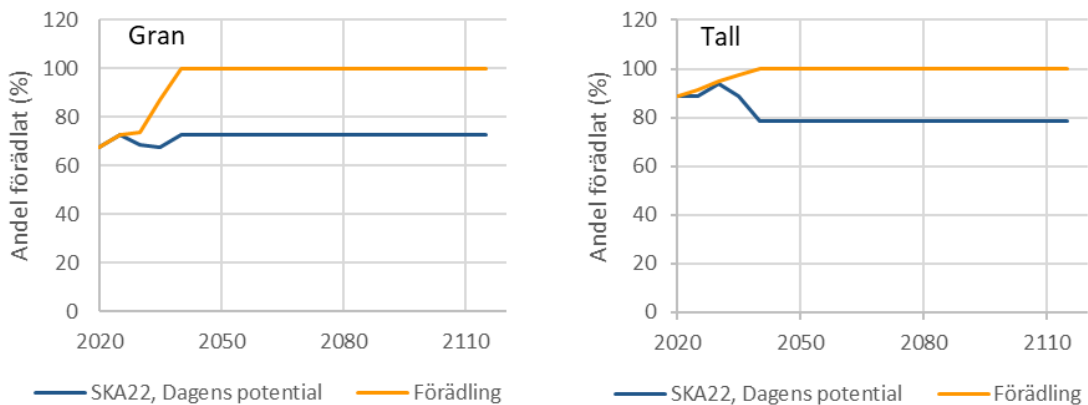
Syftet med denna rapport är att presentera resultaten från ett alternativt scenario, kallat *Förädling*, som tar hänsyn till att skogsträdsförädlingen fortsätter och att nya fröodlingar anläggs. Detta scenario jämförs med scenariot Dagens potential i SKA22.

Material och metoder

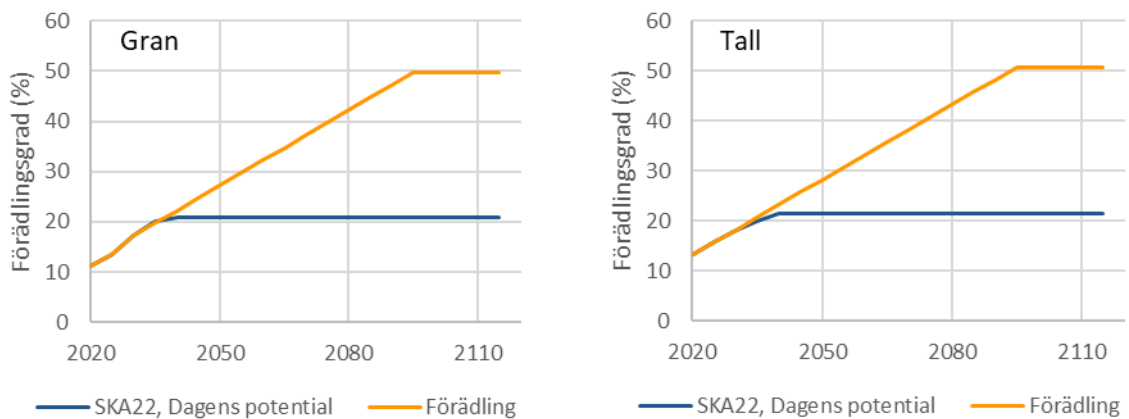
Andelen (%) av planterad och sådd areal som föryngrades med förädlad material och vilken tillväxtökning (%) som det förädlade skogsodlingsmaterialet beräknas ge i scenario Förädling visas i Tabell 2. Tabell 1 och 2 börjar skilja sig åt från tidsperiod 2030–34. Dels kan de existerande fröodlingarna hållas i produktion längre än vad som antogs i Almqvist och Wennström (2020), dels kommer från denna tid de första av de nya fröodlingarna ha uppnått en så hög produktion att de påverkar tabellvärdena. Skillnaden mellan de två tabellerna ökar därefter för varje tidsperiod. Skillnaderna på landsnivå i andel planterad och sådd areal och det förädlade materialets genetiska nivå visas i Figur 1 och 2. Ökningen av den genetiska vinsten i scenario Förädling är satt till 0,5 procent per år, 2,5 procent per femårsperiod (upp till att den genetiska vinsten är cirka 50 procent), vilket är en utjämnning och förenkling baserad på vinstberäkningarna i Högberg och Ugglå (2021).

Tabell 2. I scenario Förrädling använd andel (%) av planterad och sådd areal som förnygrades med förädlat material och vilken tillväxtökning (%) som beräknas, uppdelat i förnygringsperiod, landsdel och trädslag.

	Period																			
	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045-2049	2050-2054	2055-2059	2060-2064	2065-2069	2070-2074	2075-2079	2080-2084	2085-2089	2090-2094	2095-2099	2100-2120			
N Norrland																				
Gran, genetisk vinst (%)	10	11	16	18.5	21	23.5	26	28.5	31	33.5	36	38.5	41	43.5	46	48.5	48.5			
Gran, andel förädlat (%)	70	80	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Tall, genetisk vinst (%)	12	14	16	18.5	21	23.5	26	28.5	31	33.5	36	38.5	41	43.5	46	48.5	48.5			
Tall, andel förädlat (%)	80	85	85	92.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
S Norrland																				
Gran, genetisk vinst (%)	12	14	19	21.5	24	26.5	29	31.5	34	36.5	39	41.5	44	46.5	49	51.5	51.5			
Gran, andel förädlat (%)	85	90	95	97.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Tall, genetisk vinst (%)	15	16	18	20.5	23	25.5	28	30.5	33	35.5	38	40.5	43	45.5	48	50.5	50.5			
Tall, andel förädlat (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Svealand																				
Gran, genetisk vinst (%)	9	13	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	47.5			
Gran, andel förädlat (%)	80	80	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Tall, genetisk vinst (%)	13	16	19	21.5	24	26.5	29	31.5	34	36.5	39	41.5	44	46.5	49	51.5	51.5			
Tall, andel förädlat (%)	95	95	95	97.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Götaland																				
Gran, genetisk vinst (%)	14	16	19	21.5	24	26.5	29	31.5	34	36.5	39	41.5	44	46.5	49	51.5	51.5			
Gran, andel förädlat (%)	35	40	40	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Tall, genetisk vinst (%)	13	17	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	50	52.5	52.5			
Tall, andel förädlat (%)	80	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	



Figur 1. Andel (%) av planterad och sådd areal som förnyrades med förädlat material i scenario SKA22, Dagens potential och i scenario Förädling för tall och gran. Medelvärden för hela Sverige.



Figur 2. Det förädlade materialets genetiska nivå i scenario SKA22, Dagens potential och i scenario Förädling.

Scenarioberäkningar

Förutom när det gäller förädlingsnivåer och andel förädlat frö var scenariot Förädling identiskt med scenariot Dagens potential i SKA22. Skötselinställningarna syftade till att efterlikna de senaste årens markägarbeteende enligt Riksskogstaxeringen och Skogsstyrelsen. Avverkningsnivån sattes till högsta hållbara, det vill säga ungefär 100 procent av nettotillväxten på ej avsatt produktiv skogsmark. Avsättningarna (formella och frivilliga) efterliknande den aktuella situationen 2020 och hänsyn lämnad vid slutavverkning inkluderade både befintlig samt framtida hänsyn. En viss naturvårdande skötsel simulerades på den avsatta arealen. Simuleringarna gjordes för fem beräkningsområden: norra och södra Norrland samt Svealand nedan gränsen för fjällnära skog, Götaland samt ovan gränsen för fjällnära skog.

Riksskogstaxeringens data från 2016–2020 utgjorde startläge för simuleringarna.

Heureka systemet

Simuleringsverktyget Heureka Regvis syftar till att besvara frågor av typen ”vad händer om ...” utifrån olika antaganden om framtiden. De viktigaste modellerna är empiriska och bygger på Riksskogstaxeringens data och Hugins ungskogsinventering (Fridman m.fl. 2014, Elfving 1982, Lämås m.fl. 2023).

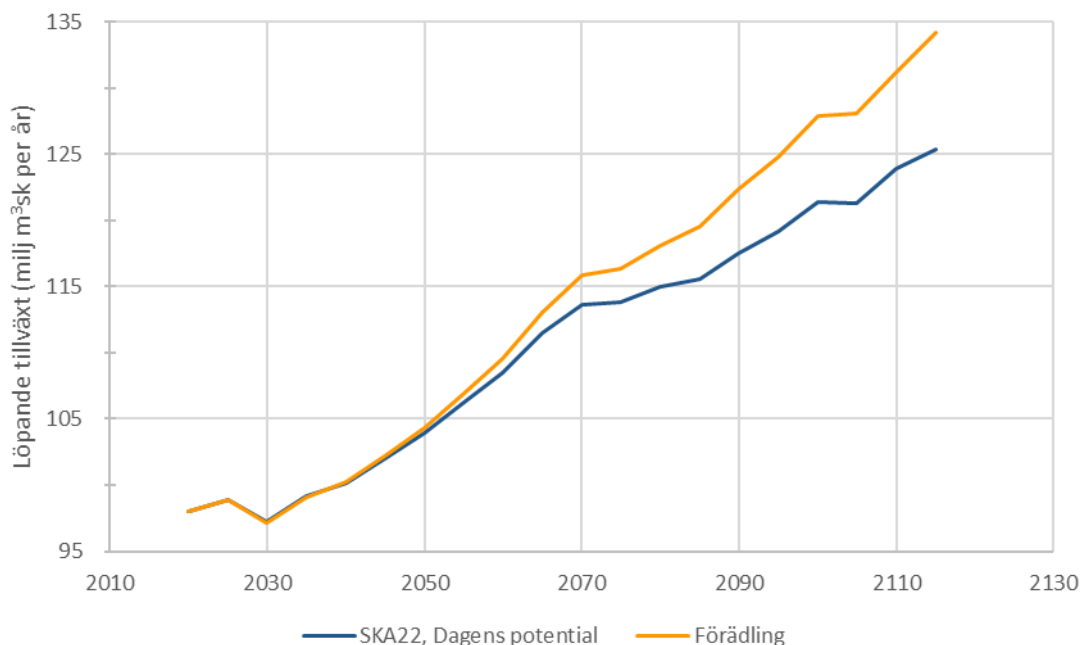
Modellerna för ungskogens etablering och utveckling bygger på Hugins ungskogsinventering. En trädlista med cirka 2 m medelhöjd simuleras som funktion av ståndortsegenskaper och föryngringsmetod och etableras ett antal år efter föryngringstidpunkten. I nästa steg simuleras huvudstammarnas medelhöjdsutveckling som funktion av SIS (ståndortsindex). Vid röjning kan användaren välja att gynna olika trädslag och i det här fallet gynnades föryngringsträdslaget. Skador och avgångar simuleras med funktioner baserade på Hugins ungskogsinventering (Näslund 1986).

I styrtabeller anges andel plantering, sådd, naturlig föryngring respektive extensiv föryngring i tre olika fuktighetsklasser. Andelar av föryngringsträdslagen tall, gran, björk och contorta anges dels i fuktighetsklasser, dels i SI-klasser. Andelar markberedning, bränning och ingen markberedning anges per fuktighetsklass, dels för areal föryngrad med sådd/plantering, dels för areal naturlig föryngring. Antalet plantor per hektar styrs som funktion av SIS.

Andel av plantering och sådd som ska förädlas med förädlat material styrs av tabell med angivna andelar för tall, gran respektive contorta. Angiven tillväxtökning avser som nämnts tidigare procentuell ökning av medeltillväxten vid dess kulmination. För att nå angiven tillväxtökning justeras SIS (ståndortsindex). De enskilda trädens höjd vid etableringen justeras med avseende på angiven förädlingsgrad. Höjdutvecklingen påverkas av angiven förädlingsgrad och när medelhöjden nått ungefär 7 m sker en övergång till etablerad fas där i första hand grundytetillväxten simuleras. Den snabbare ungskogstillväxten leder till ett förbättrat förhållande mellan storlek och ålder för de enskilda träden vid övergången mellan ungskogsfas och etablerad fas, vilket i sin tur leder till en ökad tillväxt även i etablerad fas. Även i den etablerade fasen sker en justering av SIS. I etablerad fas påverkas inte utfallet lika mycket av SIS som i ungskogsfasen, men en justering är ändå nödvändig för att förädlingseffekten inte ska ebba ut.

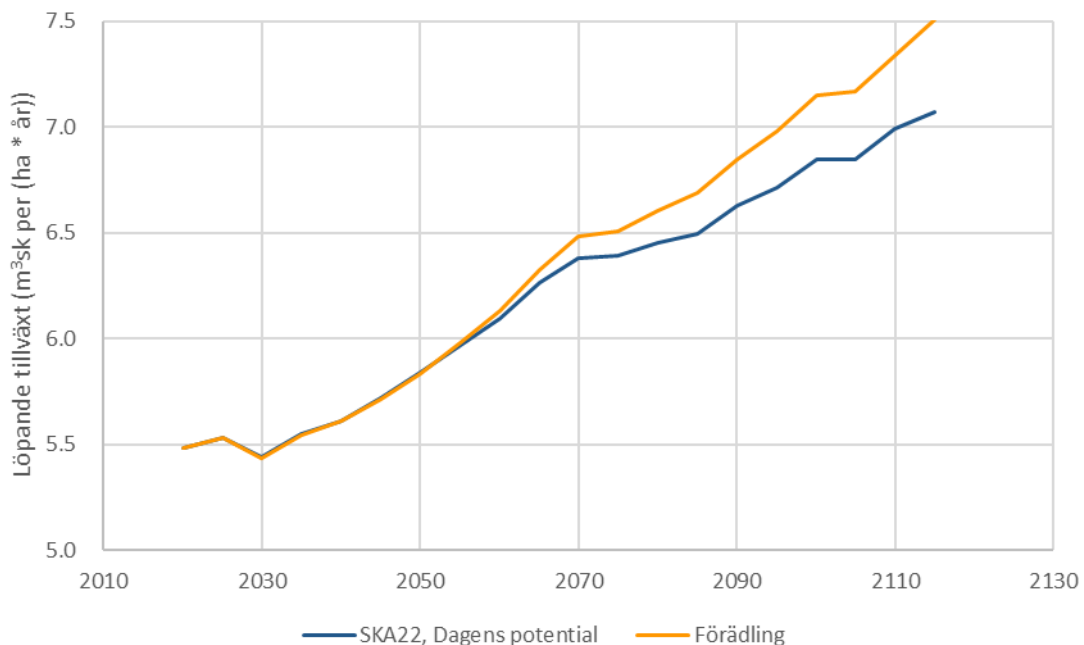
Resultat

Skillnaderna i den löpande tillväxten, i m³sk per år, över tid och ökningen i scenario Förädling jämfört med scenario SKA22, Dagens potential, i hela landet visas i Figur 3. Under studieperioden ökar den årliga tillväxten från dagens 98 miljoner m³sk per år till 125 miljoner m³sk per år i scenario SKA22, Dagens potential, och till 134 miljoner m³sk per år i scenario Förädling. I slutet av studieperioden är den löpande tillväxten 8,8 miljoner m³sk per år högre i scenario Förädling än i scenario SKA22, Dagens potential.



Figur 3. Löpande tillväxt, miljoner m³sk per år, i scenario SKA22, Dagens potential, och i scenario Förädling för hela Sverige.

Bryter man ner resultaten i löpande tillväxt från landsnivå till per hektar ser skillnaderna ut som visas i Figur 4. Under studieperioden ökar den årliga tillväxten från dagens 5,5 m³sk per hektar och år till 7,1 m³sk per hektar och år i scenario SKA22, Dagens potential, och till 7,5 m³sk per hektar och år i scenario Förädling. I slutet av studieperioden är den löpande tillväxten per hektar och år omkring 0,43 m³sk eller 6,1 procent högre i scenario Förädling än i scenario SKA22, Dagens potential.



Figur 4. Löpande tillväxt, m³sk per hektar och år, i scenario SKA22, Dagens potential, och i scenario Förädling, medeltal för hela Sverige.

Diskussion

Scenarier över långa tidsrymder riskerar alltid att slå fel, så också detta komplement till SKA22. Oförutsedda effekter av till exempel nya skadegörare kan göra att de förutsättningar som analyserna baseras på kullkastas. Detta är dock gemensamt för både det här presenterade scenariot Förädling och de scenarier som presenterades i SKA22. Även effekter av ett förändrat klimat kan vara felhanterade här och i SKA22. Rätt hanterat kan dock användande av förädlad skogsodlingsmaterial hjälpa till att motverka de negativa effekterna av ett förändrat, varmare klimat och ge träden bättre möjligheter att utnyttja de framtida förutsättningarna för tillväxt. Detta sker genom att använda kunskap om den variation i anpassning som finns inom trädarter och förflytta dem så att de klarar de nya klimatiska förutsättningar som kommer att råda i framtiden, så kallad assisterad migration (Leites & Benito-Garzon 2023). Modeller för assisterad migration används vid urval av genetiskt material till de nya fröodlingarna som nu samordnas i arbetsgruppen FyrO national.

Det finns även andra problem med hur förädlingseffekten hanteras i beräkningarna i Heureka RegVis, som till exempel hur förädlingseffekten på redan etablerat material skattas och att det inte görs någon justering för naturlig förnyring av förnyringsträdslaget. Det finns även indikationer på att Heureka underskattar ungskogsutvecklingen. Effekterna av dessa problem i beräkningarna påverkar här jämförda scenarier på ett likartat sätt, varför beräknade skillnader ändå torde vara giltiga. Förhoppningsvis kommer dessa problem att kunna åtgärdas till nästa gång en SKA-beräkning ska göras.

Under den första delen av studietiden är det inga skillnader mellan Förädling och SKA22, Dagens potential. Detta var helt väntat då fröproduktionen under denna tid baseras på idag redan existerande fröodlingar. Skillnaderna uppkommer därför under den senare delen av studietiden då SKA22 antar att inga nya fröodlingar anläggs och att den genetiska vinsten därmed förblir konstant över tid. Skillnaderna i tillväxt blir avsevärda under den andra halvan av studietiden då effekterna av den fortsatta förädlingen och av nya fröodlingar med högre genetisk vinst slår igenom och vid slutet av studietiden är den årliga tillväxten på landsnivå omkring 9 miljoner m³sk högre per år i scenario Förädling än i scenario SKA22, Dagens potential. Detta visar på vikten av att även fortsättningsvis ha höga ambitioner vad gäller skogsträdsförädling och anläggning av nya fröodlingar.

Slutsatser

Tas effekterna av fortsatt förädling och fortsatt anläggning av nya fröodlingar med beräknas virkesproduktionen i Sverige bli 9 miljoner m³sk högre per år (det vill säga drygt 7 procent högre) i slutet av studietiden, 2120, än i scenariot med SKA22, Dagens potential, som inkluderar det sätt SKA22 hanterade förädlingens effekt på tillväxten.

Erkännanden

Arbetet har utförts med finansiellt stöd från Holmen, SCA, Stora Enso, Sveaskog och Södra.

Referenser

- Almqvist C. & Wennström U. 2020. Förädlat skogsodlingsmaterial 2020–2064. Tillgång och behov av förädlat frö samt utvecklingen av den genetiska vinsten över tiden. Arbetsrapport 1066–2022. Skogforsk.
- Elfving B. 1982. Hugin's ungskogstaxering 1976–1979. SLU, Projekt HUGIN, rapport nr 27.
- Fridman J., Holm S., Nilsson M., Nilsson P., Ringvall A.H. & Ståhl G. 2014. Adapting National Forest Inventories to changing requirements – the case of the Swedish National Forest Inventory at the turn of the 20th century. *Silva Fennica* vol. 48 no. 3 article id 1095. 29 p.
- Högberg K.-A. & Uggla C. 2021. Framtida fröplantager av tall och gran. Arbetsrapport 1082, Skogforsk.
- Leites L. & Benito-Garzón M. 2023. Forest tree species adaptation to climate across biomes: Building on the legacy of ecological genetics to anticipate responses to climate change *Global Change Biology* 00:1-20 doi:10.1111/gcb.16711

- Lämås T., Sängstuvall L., Öhman K., Lundström J., Årevall J., Holmström H., Nilsson L., Nordström E.-M., Wikberg P.-E., Wikström P., & Eggers J., 2023. The multi-faceted Swedish Heureka forest decision support system: context, functionality, design, and 10 years experiences of its use. *Front. For. Glob. Change* 6:1163105. doi: 10.3389/ffgc.2023.1163105
- Rosvall O., Jansson G., Andersson B., Ericsson T., Karlsson B., Sonesson J. & Sterner L-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Redogörelse 1, 2001. Skogforsk.
- Skogsstyrelsen 2022. Skogliga konsekvensanalyser 2022 – material och metod. Tekniskt underlag. Rapport 2022/8. Skogsstyrelsen.