

REDOGÖRELSE

FRÅN SKOGFORSK NR. 3 2010



Förädlat skogsodlingsmaterial 2010-2050

TILLGÅNG OCH BEHOV AV FÖRÄDLAT FRÖ SAMT FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER
FÖR ATT MINIMERA BRIST OCH MAXIMERA GENETISK VINST

Improved forest regeneration material 2010-2050
SUPPLY AND NEEDS, AND MEASURES TO MINIMIZE SHORTAGE
AND MAXIMIZE GENETIC GAIN

Curt Almqvist, Ulftand Wennström & Bo Karlsson



Curt Almqvist, Skog Dr i skogsgenetik, förädlare med ansvar för förädlingen av tall i Mellansverige. Jag ägnar mig också åt forskning kring blomning hos barrträd och effektivare plantageskötsel.



Bo Karlsson, Skog Dr i skogsgenetik, chef för Skogforsks forskningsstation Ekebo. Programledare för Skogsträdsförädling Södra Sverige.



Ulfstand Wennström, Fil Dr i skogsskötsel, forskar om skogssådd, fröbehandling och produktion av frö i fröplantager.

ABSTRACT

The use of improved planting stock is an effective way to increase wood production and thereby longterm harvest potential. This report examines the present production of material from seed orchards for the main tree species in Swedish forestry (Norway spruce and Scots pine) and predicts the seed supply until 2050 for Sweden's different seed utilization zones. We also analyze the effect of various measures to increase the seed production in existing and planned seed orchards. The results show that the most severe shortage of improved seeds is in, and will remain in Norway spruce, while the situation for Scots pine is better. The results also show that for most of the seed utilization zones new seed orchards, not included in present plans, need to be established around 2020 to counteract a seed shortage situation after 2040. By adopting more intensive seed orchard management practises, time to full supply of material from seed orchards can be shortened considerably and genetic gain of the seed crop can be increased.

Ämnesord: Fröförsörjning, fröplantager, förädlingsvinst, genetisk vinst.

Redaktör: Mats Hannerz

Formgivning: Inger Petré

Figurer och tabeller: Ingegerd Hallberg

Ansvarig utgivare: Jan Fryk

Översättning: Leslie Walke

Omslagsbild: Tallplantage T7 Skeppsholmen Foto: Curt Almqvist

REDOGÖRELSE

Förädlat skogsodlingsmaterial 2010–2050

TILLGÅNG OCH BEHOV AV FÖRÄDLAT FRÖ SAMT FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER
FÖR ATT MINIMERA BRIST OCH MAXIMERA GENETISK VINST

Improved forest regeneration material 2010-2050
SUPPLY AND NEEDS, AND MEASURES TO MINIMIZE SHORTAGE
AND MAXIMIZE GENETIC GAIN

Curt Almqvist, Ulfstand Wennström & Bo Karlsson

Förord

År 2008 togs ett Regeringsbeslut (Jo2008/1883) om att ge Skogforsk ett uppdrag vars syfte var ”att ta fram riktlinjer för vilket förnygringsmaterial som ska rekommenderas på olika marker ur produktions- och miljöperspektiv samt att beskriva hur tillgången på förädlad plantmaterial kan öka”.

Som en del av uppdraget gjordes denna omfattande analys av nuvarande och framtida försörjning av förädlad frö i Sverige. I rapporten beskrivs tillgången på frö från fröplantager i förhållande till behovet för plantproduk-

tion under perioden fram till 2050. Dessutom analyseras hur den genetiska nivån förändras i takt med att nya plantager tas i anspråk, samt hur tillgången till förädlad material kan förbättras genom åtgärder i fröplantagerna eller alternativa förökningsmetoder.

Skogforsk, december 2010

Curt Almqvist, Ulfstand Wennström och Bo Karlsson

Innehåll

Förord	2	Resultat och diskussion	26
Sammanfattning	5	Olika plantproducenters profil i material- användning	26
Summary	6	Balanser för granplantagefrö fram till år 2050	27
Bakgrund	7	Över- och underskott av plantagefrö för gran i hela Sverige fram till år 2050 vid normal intensitet på plantageskötseln	27
Syfte	7	Åtgärder för att lindra obalanser – vad kan göras på kort sikt?	30
Historisk tillbakablick	8	Möjlighet till ökad genetisk vinst i respektive plantagezon för gran	30
1936 – startår i sverige	8	Zonvis behovstäckning och genetisk vinst för gran	31
De första plantagerna – EttO	8	Plantagezon G1-G8-9S	31-39
Andra omgången – TvåO	8	Balanser av tallplantagefrö fram till år 2050	40
Tredje omgången – TreO	8	Över- och underskott av plantagefrö för tall i hela Sverige fram till år 2050 vid normal intensitet på plantageskötseln	40
Urval – korsning– testning	8	Effekter på kort sikt av produktionshöjande åtgärder i fröplantagerna	42
Förädlingens organisation	10	Vilken genetisk vinst kan uppnås i respektive plantagezon för tall	43
Sveriges indelning i fröplantagezoner	10	Zonvis behovstäckning och genetisk vinst för tall	43
Plantproduktion och skogsodlingsmaterialets härkomst	11	Plantagezon T1-T20	44-55
Material och metoder	12	Hinder för att använda produktionshöjande åtgärder i fröplantager och vegetativ förökning	56
Analys av försörjningsläget	12	Intensivare plantageskötsel	56
Olika plantproducenters profil i material- användning	12	Blomningsstimulering	56
Förädlingseffekter	12	Insektskontroll	56
Plantagevis fröproduktion	14	Kombination av produktionshöjande åtgärder för realistisk maximal produktion	25
Beräkning av underskott av plantagefrö	20	Åtgärder för att utnyttja begränsade fröpartier effektivare	25
Åtgärder för att höja produktionen i fröplantager	21	Maximal genetisk vinst som kan uppnås i respektive zon under olika tidsperioder	25
Intensivare plantageskötsel	21		
Blomningsstimulering	21		
Insektskontroll	22		
Kombination av produktionshöjande åtgärder för realistisk maximal produktion	25		
Åtgärder för att utnyttja begränsade fröpartier effektivare	25		
Maximal genetisk vinst som kan uppnås i respektive zon under olika tidsperioder	25		
		Slutsatser	58
		Referenser	59

Contents

Preface	2	Results and discussion	26
Summary in Swedish	5	Types of plant producers and seed use	26
Summary in English	6	Balances for spruce seeds from seed orchards until 2050	27
Background	7	Surplus and deficit of spruce seeds from seed orchards in Sweden until 2050 under normal seed orchard management intensity	27
Aim	7	Measures to counteract imbalances – in the short term	30
Historical review	8	Potential for greater genetic gains for spruce in each seed orchard zone	30
1936 – forest tree breeding begins in Sweden	8	Needs by zone and genetic gains for spruce	31
The first batch of seed orchards – EttO	8	Seed orchard zones G1-G8–9S	31-39
Second batch – TvåO	8	Balances for pine seeds from seed orchards until 2050	40
Third batch – TreO	8	Surplus and deficit of pine seeds from seed orchards in Sweden until 2050 under normal seed orchard management intensity	40
Selection – crossing – testing	8	Short-term effects of production-enhancing measures in seed orchards	42
Organisation of forest tree breeding	10	Genetic gains that can be achieved for pine in each seed orchard zone	43
Seed orchard zones in Sweden	10	Needs by zone and genetic gains for pine	43
Plant production and origin of forest tree reproductive materials	11	Seed orchard zones T1-T20	44-55
Materials and methods	12	Barriers to production-enhancing measures in seed orchards and plant propagation	56
Analysis of current supply	12	More intensive seed orchard management	56
Types of plant producers and seed use	12	Flower stimulation	56
Breeding effects	12	Insect control	56
Seed production by seed orchard	14	Propagated plants	56
Calculation of seed deficits	20	Seeds from seed orchards in other countries	57
Measures to increase production in seed orchards	21	Conclusions	58
More intensive management of seed orchards	21	References	59
Flower stimulation	21		
Insect control	22		
Combination of production-enhancing measures for realistic maximum production	25		
Measures for utilizing limited quantities of seeds more effectively	25		
Maximum genetic gain that can be attained in each zone over different time period	25		

Sammanfattning

Användning av förädlat plantmaterial är ett effektivt sätt att öka skogsproduktionen och därmed på sikt avverkningsmöjligheterna i Sveriges skogar. Skogsägarnas vilja att använda förädlat plantmaterial är idag hög. En ökad användning av förädlade plantor begränsas i stället av tillgången på förädlat frö.

En analys av fröförsörjningen visar att det i första hand råder brist på granfrö. I dagsläget är det bara en av nio granplantagezoner som har ett betydande överskott av förädlat frö. I de nordligaste plantagezonerna, samt i Götaland och mildare områden i Svealand råder ett kraftigt underskott. På cirka 10 års sikt är läget något bättre men långt ifrån tillfredsställande. Det är först omkring 2030 som tillgången motsvarar behovet i hela landet. Försörjningsbalanserna bygger på ett förlängt utnyttjande av de äldsta fröplantagerna med relativt låga förädlingsvinster, vilket innebär att den framtida virkesproduktionen blir lägre jämfört med om plantageutbyggnaden hade varit mer ambitiös.

Försörjningsläget för gran kan på kort sikt förbättras betydligt med relativt enkla och välkända metoder. Intensivare plantageskötsel, blomningsstimulering och bekämpning av fröförstörande insekter ökar fröproduktionen till en låg marginalkostnad. Åtgärderna begränsas av hinder som tillgång till godkända preparat och

ekonomi. Godkännande av ett preparat för blomningsstimulering är angeläget, men det är i dagsläget oklart om ett sådant kommer att ges.

För att täcka återstående brist på förädlat granfrö och för att uppnå högre produktion i skogen är vegetativ uppförökning av högförädlade fröpartier en realistisk möjlighet. Plantproduktionskostnaden är hög men kalkyler visar att den är ekonomiskt försvarbar tack vare den höga merproduktion som kan uppnås.

För tall visar analysen att det endast är de två nordligaste plantagezonerna som har brist på plantagefrö idag. Andra delar av landet har full behovstäckning eller till och med ett överskott. Omkring år 2020 kommer även de nordligaste tallzonerna att ha full behovstäckning. Med produktionshöjande insatser i plantagerna för dessa zoner kan behovstäckningen uppnås några år tidigare.

Analysen bygger på produktion i befintliga fröplantager och i de som anläggs inom den nationella planen för den tredje omgången fröplantager. Den visar tydligt att akut brist på förädlat frö från fröplantager kommer att uppstå igen för tall i början av 2040-talet och för gran i mitten av 2040-talet. Det är därför viktigt att redan nu påbörja planeringen av fortsatt plantageanläggning. Fröplantageuppbyggnad bör vara en kontinuerlig verksamhet som följer förädlingens framsteg.

Summary

The use of improved plant breeding stock is an effective way to increase wood production and thereby long-term harvest potential in Swedish forests. Today, forest owners are very aware of, and are very willing to use, improved plant breeding stock, but greater utilization is limited by the supply of improved seeds.

An analysis of seed supply shows that the primary shortage involves seeds of Norway spruce. Currently, only one of nine spruce orchard zones has a significant surplus of improved seeds. In the most northerly seed orchard zones, and in Götaland and milder parts of Svealand, there is a major deficit. The situation will improve somewhat in the slightly longer term, but it is still far from satisfactory. Not until around 2030 will supply meet needs throughout the country. The supply balances are based on extending the utilization time of the oldest seed orchards with relatively low improvement gains, so future wood production will be lower than if the programme for new seed orchards had been more ambitious.

In the short term, the supply of Norway spruce seeds can be significantly improved with relatively simple and well-known methods. Seed production can be increased at low marginal cost through more intensive orchard management, stimulation of flowering and control of seed-destroying insects. These measures are limited by obstacles such as access to approved substances and

financial constraints. Approval of a substance to stimulate flowering is urgent, but it is currently uncertain whether such approval will be granted.

In order to meet the shortage of improved Norway spruce seeds, and to attain higher wood production, vegetative propagation of highly improved seed batches is realistic. The plant production cost is high, but calculations show that it would be viable because of the increased production that can be attained.

For Scots pine the analysis shows that, at present, the only shortage of orchard seeds for plant production is in the two most northerly orchard zones, while other parts of the country completely cover needs or even have a surplus. Around 2020 the northernmost zones for Scots pine will completely meet needs. If production-enhancing measures are implemented in the seed orchards in these zones, needs could be met a few years earlier.

The analysis is based on production in existing seed orchards and in those that are being set up in the national plan for the third stage of seed orchards. The analysis shows clearly that there will be another acute shortage of improved Scots pine seeds from orchards at the start of the 2040s and of Norway spruce seeds in the mid-2040s. It is therefore important to set up new seed orchards already now. This should be done continually in line with advances in plant breeding.

Bakgrund

Under hela skogsträdsförädlingens historia har fröplantager varit det mest använda sättet att omsätta förädlingens vinster till skogsodlingsmaterial, såväl i Sverige som i övriga världen. För barrträdsarter är det i stort sett det enda sättet att producera förädlade plantor, även om det för vissa arter finns andra metoder att tillgå.

I "Förädlingsutredningen" (Skogforsk, 1995) uppmärksammades dels att skogsträdsförädling är ett mycket lönsamt och effektivt sätt att öka skogsproduktionen, dels att fröbrist hotar i framtiden. Ett av de konkreta och operativa förslagen var att "Intressenterna i södra Sverige tar initiativ till operativ samverkan för att på bästa sätt lösa försörjningen med förädlad frö för denna del av landet". I Hannerz m.fl. (2000) gjordes en genomgång av Sveriges fröplantager och en analys av framtida fröförsörjning. Analysen pekade på att det behövdes en nyanläggning av både tall- och granfröplantager för att trygga den framtida fröförsörjningen och höja den genetiska nivån i det producerade plantagefröet. Med dessa analyser som grund drog planeringen av den tredje omgångens fröplantager för hela Sverige igång och den sjösattes i början av 2000-talet (Remröd m.fl., 2003). Tio år senare är den i full gång.

Vikten av att utnyttja skogsträdsförädlingens framsteg för att öka skogsproduktionen uppmärksammades i rapporten från Oljekommissionen (Anon., 2006), och senare i regeringens skogspolitiska proposition (Anon., 2007). I Skogligen konsekvensanalys 2008 (Anon., 2008) väntas effekten under 2050-talet av att använda förädlad material bli ca 3 miljoner m³sk/år och i början av 2100-talet ca 10-12 miljoner m³sk/år, jämfört med om oförädlad material använts.

År 2009 kom 81% av alla tallplantor från svenska fröplantager. För gran var motsvarande andel 56 %. Andelen plantor från plantagefrö har ökat med tiden och kan förväntas öka ytterligare i takt med att nya plantager med bättre genetiskt material börjar producera frö. Fröplantager kommer under lång tid framöver att vara det dominerande sättet att producera skogsodlingsmaterial för det svenska skogsbruket.

Syfte

Syftet med denna utredning var att beskriva tillgången på förädlad skogsodlingsmaterial för gran och tall i Sverige för tiden 2010-2050 per fröplantagezon, samt att uppskatta hur bristen på förädlad material på kort sikt kan minskas eller undvikas. På kort sikt avses tiden fram till omkring 2030 då plantagerna i det pågående plantageanläggningsprogrammet TreO bedöms nå full produktion. På längre sikt måste nya plantager anläggas. Ett ytterligare syfte var att belysa hur förädlingsvinsten varierar beroende på hur länge de olika plantageomgångarna utnyttjas.

Historisk tillbakablick

Redan år 1787 framförde tysken F. A. L. von Burgsdorf idén om att använda speciella planteringar med vegetativt förökat material för produktion av skogsfrö.

Den första dokumenterade fröplantagen anlades runt 1880 av holländare på Java. Trädslaget var *Cinchona ledgeriana* och ur dess bark utvanns kinin, som används vid tillverkning av malariamedicin.

Den första europeiska fröplantagen var en hybridlärkplantage som anlades i Skottland 1931.

1936 – Startår i Sverige

Jägmästaren Torsten Örtenblad på Domänverket argumenterade redan i slutet av 1800-talet för växtförädling av skogsträd, men det skulle dröja till 1936 innan Föreningen för växtförädling bildades och den första verksamheten kunde starta i Ekebo i Skåne.

Från början koncentrerades arbetet på urval av plusträd i gamla naturbestånd. De egenskaper som plusträdsurvalet baserades på var volymproduktion, sundhet och kvalitetsegenskaper, men även veddensiteten vägdes in i begränsad omfattning vid urvalet.

De första plantagerna – EttO

Den första svenska fröplantagen med tall anlades 1949 i Drögsnäs vid Brunsberg i Värmland. Det var starten på ett omfattande program för tall- och granfröplantager. Fram till mitten av 1970-talet hade 574 ha tall- och 234 ha granfröplantager anlagts. Den första omgången fröplantager kommer i fortsättningen att refereras till som EttO-plantager.

Antalet plusträd i EttO-plantagerna ansågs dock vara en för liten bas för långsiktig förädling. Därför påbörjades under 1980-talet en andra omgång urval av plusträd. Denna gång valdes de oftast i bra kulturbestånd som var 20-50 år gamla.

Urvalskriterierna var även denna gång volymproduktion, sundhet, kvalitetsegenskaper och densitet.

Andra omgången – TvåO

Under 1980-talet började en andra omgång tall- och granfröplantager anläggas (TvåO). Till dessa användes framför allt de nya plusträden, men också en del av de tidigare utvalda plusträden som hunnit bli testade i

avkommeförsök. I norra Sverige valdes också en del härdisiga plusträd ut efter frystester av unga avkommor från plusträden.

I den andra omgången fröplantager hade det fram till 1999 anlagts 350 ha tall- och 230 ha granfröplantager.

Tredje omgången – TreO

I början av 2000-talet var förädlarna klara med avkommebedömningen av de flesta plusträd från första och andra urvalet. Resultaten användes för att välja ut de bästa plusträden till förädlingspopulationerna.

Skogsbruket påbörjade i början av 2000-talet det s.k. TreO-programmet, d.v.s. en tredje omgång fröplantager. I dessa ingår de plusträd vars avkommor gått bäst i avkommetesterna, samt ett urval av bra avkommor i den följande förädlingsgenerationen.

Urval – korsning – testning

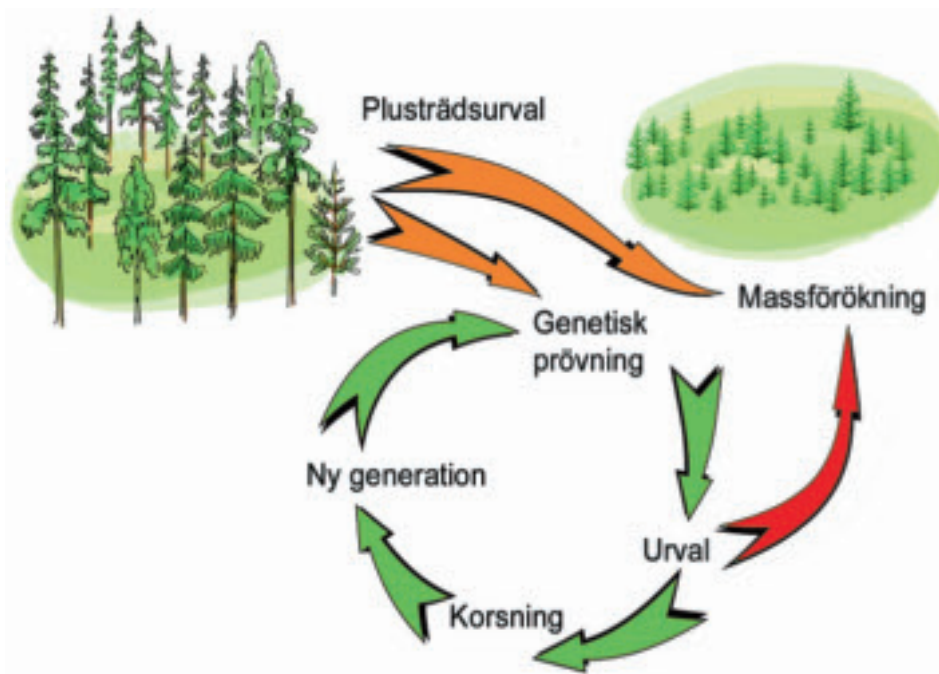
Skogsträdsförädling börjar med att man i skogen väljer ut ett antal plusträd som uppvisar goda egenskaper (se figur 1). Vid urvalet bedöms trädens fenotyp, d.v.s. deras visuella egenskaper. Dessa är ett resultat av både miljön och arvet. De utvalda träden testas sedan för att ta reda på om de goda egenskaperna nedärvs till avkomman eller om de enbart berodde på att trädet råkat växa på en speciellt gynnsam ståndort.

De genetiskt bästa träden väljs ut och utgör den framtida förädlingspopulationen, i vilken man genom upprepad korsning, testning och urval upprepar förädlingsgeneration efter generation.

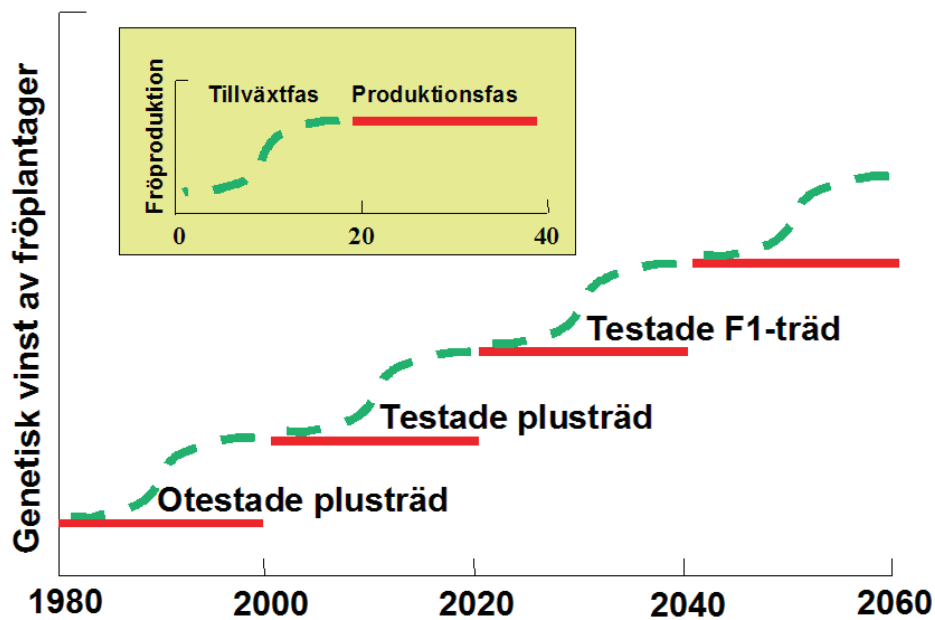
I varje generation väljs de bästa individerna ut till massförökning, vilket oftast sker i fröplantager. Fröet från fröplantagerna används i plantskolorna för produktion av plantor för praktisk skogsodling. Om plantagerna ger ett överskott av frö kan det också användas för skogssådd.

Förädlingsarbetet har fullgjort en cykel på cirka 20 år, (figur 1). Fröplantager har en livslängd av upp mot 40 år och deras produktionsfas ligger 15-20 år efter framstegen i förädlingspopulationerna.

De nya plantagerna i TreO-programmet kommer att ge framtida skogar med upp mot 25 % högre produktion än vad lokalt beståndsför skulle ge. Detta är mer än dubbelt så hög förädlingsvinst som den från första och andra omgångarnas fröplantager (se figur 2).



Figur 1. Fördlingscykeln: Urval – korsning – testning – nytt urval o.s.v. Illustration: Anna Marconi.



Figur 2. Nya fröplantager synkroniseras med fördlingspopulationer i en 20-årig cykel. Fördlingsarbetet har en cykeltid på omkring 20 år. En fröplantage har en etablerings- och tillväxtfas på cirka 15-20 år och en produktionsfas på 20-25 år. Genom att för en plantagezon alltid ha plantager i både produktionsfas och tillväxtfas kan fördlingsframstegen tillgodogöras så snabbt som möjligt. F1-träd är avkommor efter korsningar i den första generationen plusträd.

Förädlingens organisation

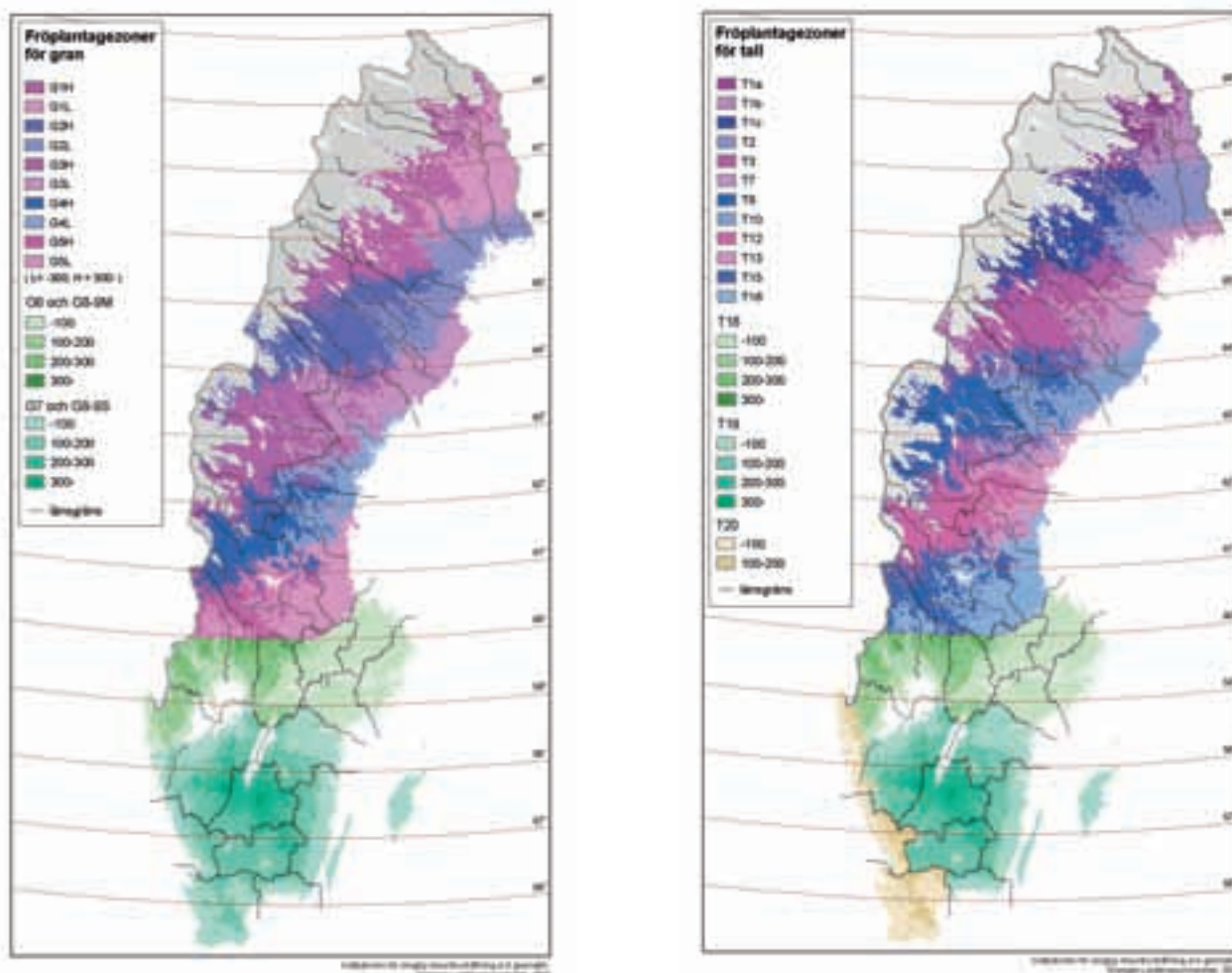
Den operativa förädlingen av huvudträdslagen gran och tall drivs i ett gemensamt program av Skogforsk, på uppdrag av skogsnäringen. Finansieringen sker genom ett gemensamt basanslag från skogsnäringen och staten (genom forskningsrådet Formas). Det innebär att alla träd i Skogforsks förädlingsprogram är tillgängliga för de svenska intressenter som vill anlägga fröplantager.

Sveriges indelning i fröplantagezoner

En plantagezon är ett fröförsörjningsområde med liknade klimatiska förhållanden där ett och samma frömaterial med lämplig klimatanpassning kan användas. Den nuvarande zonindelningen reviderades inför utbyggnaden av

den tredje omgången fröplantager, TreO (Rosvall, 2003). Efter revisionen är Sverige indelat i nio plantagezoner för gran (G1-G7, G89m, G89s) och tretton plantagezoner för tall (T1-T20, där några tidigare använda zonnummer inte längre används).

Två typer av zonindelning förekommer. I norr begränsas zonerna av latitud och höjd över havet. De norrländska zonerna är därmed inte geografiskt helt sammanhängande. Längs t.ex. en bergssluttning avlöser olika altitudzoner varandra. I södra och mellersta Sverige är zonerna däremot mer sammanhängande geografiska områden även om lokalklimatiska förhållanden också där ska beaktas i första hand. Gränsen mellan det nordliga och sydliga zonsystemet går i princip vid "Limes Norrlandicus". De geografiska kartorna presenteras i figur 3.



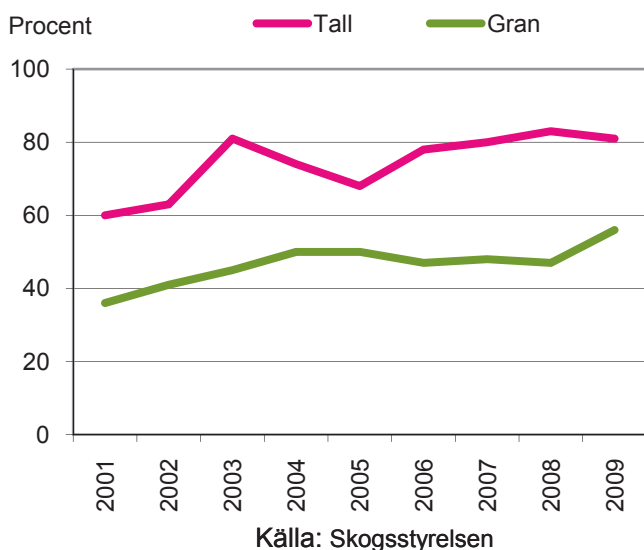
Figur 3. Geografiska kartor över fröplantagezoner frö gran och tall.

Plantproduktion och skogsodlingsmaterialalets härkomst

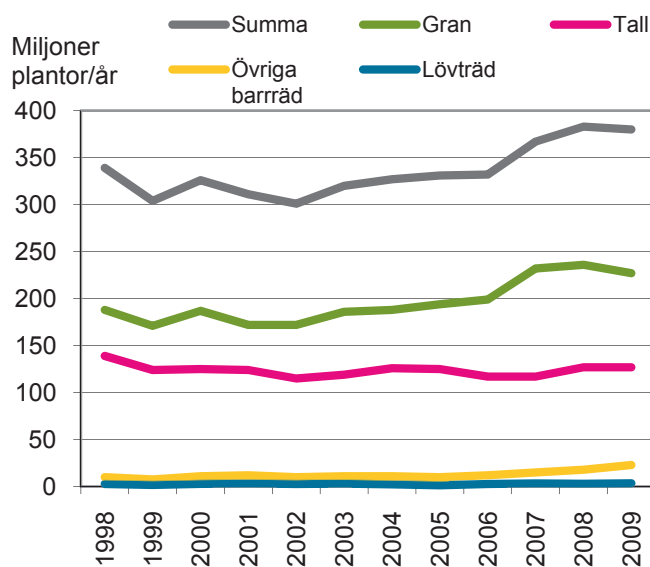
Skogsstyrelsen samlar sedan 1998 årligen in uppgifter över antalet levererade skogsplanter av olika trädslag från Sveriges plantproducenter. Sedan 2001 har även uppgifter över skogsodlingsmaterialalets härkomst insamlats.

Den totala användningen av skogsplanter i Sverige har under 2000-talet legat på i medeltal 338 miljoner planter per år (se figur 4). Gran var det mest planterade trädslaget med i medeltal 199 miljoner planter årligen. Av tall planterades i medeltal 122 miljoner planter. Av övriga barrträdsdrag planterades 13 miljoner per år. Största trädslag här är contortatall. För lövträdsdragen planterades i medeltal knappt 3 miljoner planter.

Andelen av plantorna som kommer från plantagefrö har under perioden 2001-2009 legat relativt stabilt för både gran och tall. Knappt 50 % av gran och omkring 75 % av tallplantorna härrör från plantagefrö (se figur 5). Mängden planter som härrör från plantagefrö har dock ökat över tiden (figur 6).

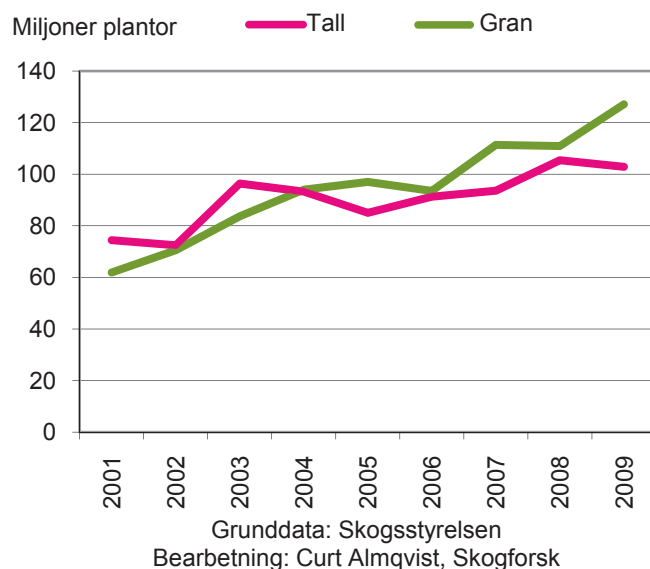


Figur 5. Procent svenskt plantagefrö i plantproduktionen i Sverige åren 2001-2009 för gran och tall.



Källa: Skogsstyrelsen

Figur 4. Försäljning av skogsplanter i Sverige åren 1998-2009 fördelade på trädslag.



Figur 6. Miljoner planter från svenskt plantagefrö i plantproduktionen i Sverige åren 2001-2009 för gran och tall.

Material och metoder

Analys av försörjningsläget

Olika plantproducenters profil i materialanvändning

I syfte att studera skillnader i användningen av plantagefrö i plantproduktionen mellan ägarkategorier beställdes från Skogsstyrelsen plantstatistiken och statistiken för materialhärkomst uppdelat på ägarkategorierna bolagsplantaskolor och privata plantaskolor. Då Skogsstyrelsen lovat uppgiftslämnarna sekretesskydd för inlämnade uppgifter och antalet aktörer på plantmarknaden är relativt litet kunde inte en mer detaljerad uppdelning erhållas. I gruppen bolagsplantaskolor ingår Svenska skogsplantor AB, Bergvik Skog Plantor AB, Holmen Skog AB, SCA Skog AB – Norrplant, Orsa besparingskog, Sundins Skogsplantor AB och Wallons skogsplantor AB (numera en del av Svenska Skogsplantor AB). Övriga plantproducenter placerades i gruppen privata bolag.

Förädlingseffekter

Förädlingsvinster i teori & praktik

Tillväxteffekter av förädling anges i procent ökad medelproduktion vid produktionsoptimal omloppstid (när löpande tillväxten och medeltillväxten är lika). De är skattningar grundade på resultat från unga försök men verifierade med data från äldre parcellförsök (se Jansson m.fl., 1998; Rosvall m.fl., 2001; Westin & Sonesson, 2005; Jansson 2007).

Fröplantagevinster

Förädlingsvinsten utgår från de som framräknats för befintliga och planerade fröplantager i Rosvall m.fl. (2001). Fortsatt förädling beräknas ge ca 10 procentenheter tillväxtökning vart 20:e år räknat på utgångsläget (figur 2). Valet att räkna med procentenheter i stället för ränta på ränta, baseras till viss del på att den marginella genetiska vinstökningen för tillväxt är avtagande på lång sikt och att andra egenskaper än volymproduktion kan komma att öka i betydelse, t.ex. veddensitet. För närvarande går förädlingen snabbare och vinsten är något högre för gran än för tall, men i ett längre perspektiv strävar tallförädlingen mot att snabba upp sina metoder. Den ytterligare möjliga selektionsvinsten om +2- 3 % genom urval i fler än en förädlingspopulation för att bygga nya fröplantager inkluderas inte, då det också finns några faktorer som kan tänkas reducera vinsten, t.ex. urval för fler egenska-

per än tillväxt samt osäkerhet om den s.k. fröplantageeffekten.

Andersson m.fl. (2007) skattade den långsiktiga produktionsvinsten för det ursprungliga visuella fenotypurvalet av plusträd i skogen till ca 10 % på basis av kontrollerade korsningar (ingen bakgrundspollinering). Hela effekten anses dock inte bero på urval. Ibland används begreppet ”fröplantageeffekt” för att inkludera olika tillväxtkomponenter när effekten av fröplantager redovisas. Här nämns fyra komponenter:

- En ”genetisk urvalseffekt” (*selektionseffekt*), som är teoretiskt beräknad till 6 % vid visuellt plusträdsurval i skogen, alternativt den vinst som uppkommer vid urval med ledning av avkommeprovning.
- En ”utkorsningseffekt” (*heterosis*) som är 2 % och uppkommer genom att plusträden i en fröplantage är mer obesläktade i jämförelse med träden i ett bestånd.
- En ”fröeffekt” som är 2 % och uppmätt som en empirisk restpost som sannolikt beror på större vitalitet i de större fröerna. Effekten kan också bero på att urvalseffekten i praktiken är större än den teoretiskt beräknade.
- En negativ inkorsningseffekt som varierar till följd av olika grad av bakgrundspollinering med oförädlad pollen.

Den genetiska potentialen hos träden i de äldsta fröplantagerna är därmed $6 + 2 + 2 = 10$ % och i yngre plantager med testade träd kan den t.ex. vara $16 + 2 + 2 = 20$ %. Bakgrundspollineringen minskar i betydelse när plantagens egen pollenproduktion med tiden ökar i mängd. Den uppskattas i en fullt producerande plantage till 40 %, vilket reducerar urvalsvinsten med en faktor 0,8. I de äldsta plantagerna sjunker selektionsvinsten då från 6 % till 4,8 % och hela plantagefröeffekten blir 8,8 % eftersom utkorsnings- och fröeffekten inte reduceras. Bakgrundspollineringen är större i unga än i äldre plantager.

Bakgrundspollineringen för både tall och gran har för det här arbetet skattats som en funktion av fröplantagens ålder (figur 7). Som grund för skattningen ligger verkliga observationen av pollenförekomst i en mängd tallfröplantager, främst norrländska (Rosvall & Wennström, 2008). Vi antar att en pollenproduktion på över 25 kg/ha ger 40 % bakgrundspollinering. Bakgrundspollineringen

åren 11–19 efter plantageanläggningen har skattats med funktionen.

$$y = 1 - 0,6 \times (0,13932 \cdot p^2 - 0,142285 \cdot p + 0,33264)/25$$

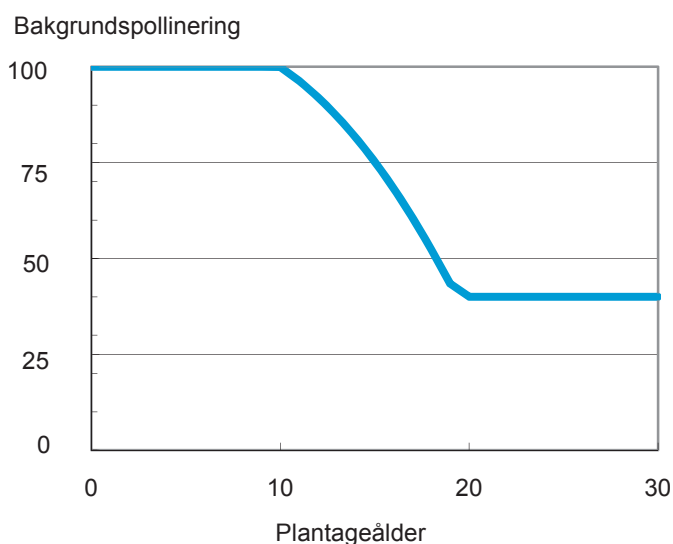
där p är plantagens ålder.

Uppskattning av fröbehov per plantagezon

Fröbehovet uppskattades med ledning av Rosvall (2003). Där prognostiserades det framtida plantbehovet inklusive hjälpplantering till 196 miljoner tallplantor och 217 miljoner granplantor, eller totalt 413 miljoner plantor. Traditionellt skogsbruk beräknades bli tillämpat på 20,4 miljoner ha med 19 % självföryngring och med 108 års omloppstid. Det gav en årsyta för plantering om 154 000 ha. Areal fördelningen för plantering av tall och gran baserades på Riksskogstaxeringens uppdelning enligt bonitetsvisande trädslag. Den årliga föryngringsarealen bör öka i framtiden när omloppstiden minskar och därmed kan plantbehovet komma att öka.

Beräkning av frötillgång per plantagezon

Skattad skörd från respektive plantage har fördelats på en eller flera plantagezoner och sammanställts zonvis över tiden.



Figur 7. Bakgrundspollineringen i tall och granfröplantager som en funktion av plantagens ålder.

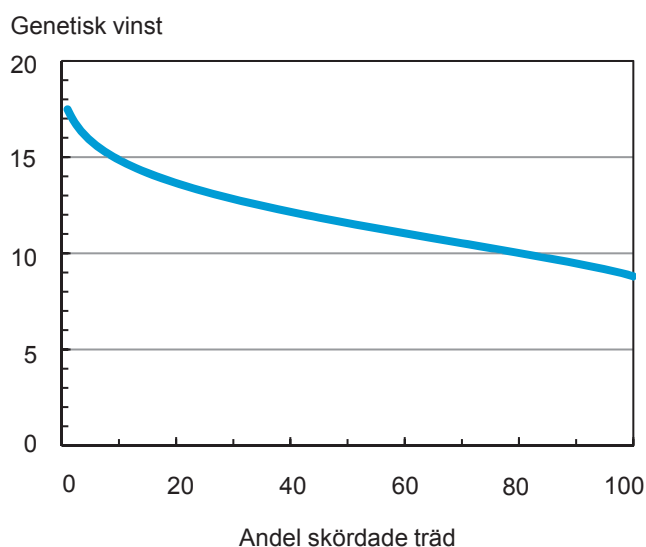
Omräkning av fröproduktion till plantproduktion

Diagrammen i resultatdelen har försetts med dubbla y-axlar, en med enheten kilo frö per år och en med enheten miljoner plantor per år. För omräkning från kilogram frö till plantantal har de omräkningstal som angavs i Rosvall (2003) använts. För gran innebär det 115 000 plantor per kilo frö och för tall i zon T19 och T20 110 000 plantor per kilo frö. För övriga tallzoner beräknas ett kilo frö ge 130 000 plantor.

Beräkning av genetisk vinst i plantagematerialen över tiden per fröplantagezon.

Genetisk vinst per zon är vägd mot kilo skördat frö från respektive plantage som ingår i zonen. Vid beräkningen av genetisk vinst har bakgrundspollineringsvariation över tiden beaktats (figur 7).

Vid överskott av frö i en zon har möjligheten att särplocka från de bästa plantagerna eller från de bästa träden inom plantager inte beaktats. En grov skattning är att särplockning av den bättre hälften av träden i en plantage ger ca 3 procentenheter högre genetisk vinst (figur 8).



Figur 8. Genetisk vinstökning som en funktion av andelen skördade träd vid särplockning i en fröplantage anlagd med fenotypurvalda (otestade) plusträd efter bakgrundspollinering.

Plantagevis fröproduktion

Förväntad skörd för varje plantage har beräknats med hjälp av tillgänglig skördestatistik, intervjuer med plantageansvariga och besök i plantagerna.

En prognos för förväntad skörd i en normalplantage och hur den förändras över tiden har sammanställts med ledning av tillgänglig skördestatistik. En tallplantage når sitt produktionsmaximum vid 20-30 års ålder medan en granplantage når maximum efter 25-40 år (tabell 1). Plantager belägna norr om 62:a breddgraden beräknas ge lägre avkastning än plantager belägna söder därom. Medelproduktionen fördelat på generationstiden för förädlingspopulationerna, d.v.s. 20 år, väntas bli 9,5 och 11,0 kg/ha år för tallplantager i norra respektive södra Sverige och 5,6 och 6,7 kg/ha år för granplantager i norra respektive södra Sverige.

Plantagers livslängd är satta till 60 år för EttO-, 50 år för TvåO- och 40 år för TreO-plantager. Det finns flera orsaker till att vi räknar med att de nya generationerna plantager har kortare livslängd: dels överhålls äldre plantager eftersom det råder brist på frö, dels växer plantager med hög förädlingsvinst snabbare. Dessutom är de senare anlagda plantagerna planterade med ett tätare förband, vilket ger högre arealproduktion men kortare livslängd. Undantag i beräknad livslängd har helt eller delvis gjorts för sju plantager vars avveckling är tidigarelagd för att ge plats åt nya TreO-plantager (tabell 2 och 3).

I samråd med plantageansvariga har en individuell

justering gjorts av enskilda plantagers produktionsförmåga (tabell 2 och 3). Vid beräkning av de enskilda fröplantagernas produktionsförmåga korrigerades ”normalproduktionen” för två faktorer: ålder och produktion. Faktorn ”ÅlderF” korrigerar för plantagens ungdomsutveckling. Plantage T10 Västerhus ges t.ex. korrektionsfaktorn -3, därför att plantagen har utvecklats snabbare än normalplantagen och kommer i produktion 3 år tidigare. Ålderskorrigeringen påverkar inte längden av den produktiva fasen, T10 Västerhus i exemplet ovan kommer också att avvecklas 3 år tidigare. Med faktorn ”ProdF” korrigeras plantagens produktionsförmåga enligt en relativ skala. Värdet 1,0 motsvarar produktionen i en ”normalplantage”. Plantage 433 Tällby gavs t.ex. faktorn 1,40, vilket innebär att den förväntade skörden är 40 % högre än normalplantagen. I produktionsfaktorn vägs även effekter in av slutenhet och/eller improduktiva delar av marken.

För att kunna beräkna hur fröproduktionen kan påverkas genom aktiva åtgärder som intensiv skötsel, blomningsstimulering och insektsbekämpning har ytterligare tre variabler lagts till i modellen. Värdet 1,0 motsvarar ingen åtgärd eller ingen effekt, värdet 1,2 motsvarar en 20 % ökning av fröproduktionen till följd av åtgärden. Faktorerna är multiplikativa, d.v.s. ger ränta på ränta. Om vi exempelvis dubblar kottskörden med en skötseåtgärd i en granplantage ger en insektsbekämpning lika stor procentuell effekt som om skörden varit liten.

Tabell 1.

Förväntad årlig normal arealproduktion frö (kg/ha) i EttO-, TvåO- och TreO-plantager av tall och gran. Värdena bygger på statistik och avser rätt lokaliserade och väl skötta fröplantager.

Ålder	Tall		Gran	
	>62°	<62°	>62°	<62°
1-5	0	0	0	0
6-9	1,0	1,0	0	0
10-14	3,0	4,0	0	1,0
15-20	5,0	8,0	2,0	2,0
21-24	8,0	10,0	5,0	5,0
25-30	8,0	8,0	5,0	6,0
31-40	6,0	6,0	5,0	6,0
41-60	4,0	4,0	4,0	4,0
Totalt åren 0-40	189	220	112	133

Tabell 2.

Översikt av tallplantager med rikslängdsnummer (RL-nr): "arbetsnummer", där zonnamn används för nyare TvåO och TreO-plantager (Nr), plantagenamn (Namn), plantageomgång, genetisk vinst vid 100 % intern pollinering (Vinst), produktiv areal (Areal), produktiv- (Anl.År) och avecklings- (Avv. År), korrigerings faktor för anläggningssår (ÅlderF), fröproduktion (ProfF) samt fördelning av skörd på olika tallzoner (T1...T20).

RL-Nr	Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst %	Area	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProfF	T1 %	T2 %	T3 %	T6 %	T7 %	T10 %	T12 %	T13 %	T15 %	T16 %	T18 %	T19 %	T20 %	
1	1	Skaholma	EttO	10	14,0	1959	2012	0	0,85			25	75										
4	4	Skatan	EttO	10	10,0	1958	2012	0	0,85				100										
10	10	Östteg	EttO	10	6,8	1960	2020	0	0,85				75			25							
18	18	Brån	EttO	10	3,8	1961	2021	0	0,60						50		50						
22	22	Asång	EttO	10	7,0	1958	2018	0	1,00							100							
24	24	Long	EttO	10	10,0	1970	2030	0	0,25										100				
28	28	Solvarbo	EttO	10	9,0	1960	2020	0	0,70							100							
29	29	Gränäs	EttO	10	14,0	1960	2012	0	0,75							50				50			
36	36	Yttermyra	EttO	10	10,0	1963	2023	0	1,00										100				
40	40	Dömle	EttO	10	10,0	1965	2025	0	1,00											50	50		
42	42	Pårp	EttO	10	20,0	1963	2023	0	1,00											25	75		
45	45	Saleyby	EttO	10	10,0	1963	2023	0	1,00												50	50	
59	59	Albjershus	EttO	10	8,0	1963	2023	0	1,00														100
98	98	Skogsgård	EttO	10	5,0	1964	2024	0	0														100
123	123	Klocke	EttO	10	16,0	1970	2030	0	0,75			100											
125A	125	Våge	EttO	15	2,5	1969	2029	0	1,10														
125B	125	Våge	EttO	9	10,5	1969	2029	0	1,10														
129	129	Pattorp	EttO	10	14,2	1970	2030	0	0,25							100							
401	401	Hortlax	EttO	10	4,0	1965	2025	0	1,00											100			
401	401	Hortlax	TvåO	25	1,0	1991	2041	0	1,00											100			
401	401	Hortlax	TreO	25	5,0	2004	2044	0	1,00											100			
402	402	Alnön	EttO	10	10,0	1961	2021	0	0,70							100							
402	402	Alnön	TvåO	22	2,5	1989	2039	0	1,00							100							
403	403	Nedansjö	EttO	10	11,0	1956	2016	0	0,70											50			
403	T11	Nya Nedansjö	TvåO	22	7,0	1998	2048	0	1,00											50			
405	405	Sör-Nedansjö	EttO	10	5,0	1969	2029	0	1,00														
406	406	Bogurndet	EttO	10	8,0	1970	2030	0	1,00														
411A	411	Domsjängnet	EttO	15	2,0	1957	2017	0	0,80											100			
411B	411	Domsjängnet	EttO	9	9,0	1957	2017	0	0,80												100		
412A	412	Domsjängnet	EttO	15	1,3	1955	2015	0	0,80												100		
412B	412	Domsjängnet	EttO	9	4,7	1955	2015	0	0,80													100	

Fortsättning på tabell 2.

RL-Nr	Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst %	Area	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProdF	T1 %	T2 %	T3 %	T6 %	T7 %	T10 %	T12 %	T13 %	T15 %	T16 %	T18 %	T19 %	T20 %	
433A	433	Tällby	ETÖ	14	2,1	1961	2021	0	1,40							33	33	33					
433B	433	Tällby	ETÖ	8	4,9	1961	2021	0	1,40							33	33	33					
441	441	Nervsön	ETÖ	10	5,0	1958	2018	0	1,00										75	25			
451	451	Sör Amsberg	ETÖ	10	10,0	1962	2022	0	1,00										100				
493	493	Askerud	ETÖ	10	14,0	1968	2012	0	0										100				
494	494	Borgvik	ETÖ	10	10,0	1972	2032	0	0,75										100				
601	T182	Almäs	TvåO	13	19,2	1984	2034	0	0,80											100			
602	T181	Moås	TvåO	11	13,0	1981	2031	0	0,70											100			
603	T172	Läcksta	TvåO	12	17,9	1983	2033	0	0,80										75	25			
604	T191	Lilla Isstad	TvåO	10	21,0	1982	2032	0	0,80												100		
605	605	Sävar Modelipl.	ETÖ	10	4,0	1970	2030	0	0				100										
606A	T192	Gothardsberg	TvåO	20	1,4	1989	2039	0	1,00													80	20
606A	T192	Gothardsberg	TvåO	20	0,7	1989	2012	0	1,00													80	20
606B	T192	Gothardsberg	TvåO	13	8,6	1989	2039	0	1,00													80	20
606B	T192	Gothardsberg	TvåO	13	4,3	1989	2012	0	1,00													80	20
606	T192	Gothardsberg	TreO	25	8,0	2013	2053	0	1,00													80	20
609	T4	Moliden	TvåO	10	12,8	1984	2034	0	1,20					100									
610A	T162	Hade	TvåO	19,3	3,9	1987	2037	0	1,00											100			
610B	T162	Hade	TvåO	12,8	9,1	1987	2037	0	1,00											100			
611	T201	Asarum	TvåO	14	12,0	1988	2038	0	0,80														100
612	T161	Öberga	TvåO	12	7,1	1984	2034	0	0,80											100			
616	T14:12	Sollerön	TvåO	10	16,0	1986	2036	0	1,00									20	60	20			
617	T17:1	Äxlin	TvåO	12	15,0	1984	2034	0	0,80										75	25			
619	T7	Slattholmen	TvåO	10	14,7	1985	2035	0	1,00					100									
620A	T12	Gnarp	TvåO	15	1,2	1988	2038	0	1,00								80		20				
620B	T12	Gnarp	TvåO	15	4,5	1984	2044	0	1,00								80		20				
620A	T12	Gnarp	TvåO	9	2,4	1988	2038	0	1,00								80		20				
620B	T12	Gnarp	TvåO	9	9,3	1984	2044	0	1,00								80		20				
621	T10	Västerhus	TvåO	22	13,7	1991	2041	-3	1,20								100						
622	T5	Pålberget	TvåO	15	15,0	1992	2042	-1	1,10													50	
623	T6	Pålberget	TvåO	10	11,1	1993	2043	0	1,10													50	50
624	T11	Köpmanholmen	TvåO	19	15,0	1990	2040	0	0,50								100						

Fortsättning på tabell 2.

RL-Nr	Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst %	Area	Anl. År	Av. År	ÅlderF	ProdF	T1 %	T2 %	T3 %	T6 %	T7 %	T10 %	T12 %	T13 %	T15 %	T16 %	T18 %	T19 %	T20 %	
625	T8	Dal	TvaO	24	15,2	1992	2042	1	1,00						25	75							
626	T1,2	Alvik	TvaO	14	39,0	1990	2040	4	1,00	50		50											
627	T2	Alvik	TvaO	10	23,0	1989	2039	2	1,00		50			50									
628	628	Drögnäs	TvaO	20	4,0	1990	2040	0	1,00											50	50		
886	410	Robertfors	EttO	10	6,0	1962	2012	0	1,00						100								
	T19,3	Albjershus	TvaO	13	7,4	1997	2047	0	0													100	
	T11	Sönersta	TreO	25	14,0	2004	2044	0	1,00								100						
		Skeppsholmen	TreO	25	8,9	2005	2045	0	1,00				80		20								
	T2	Långnäs	TreO	25	8,2	2007	2047	0	1,00		100												
	T13	Njuparna	TreO	25	14,0	2008	2048	0	1,00								100						
	T10	Dag Lindgren	TreO	25	5,0	2012	2052	0	1,00						100								
	T7	Sand	TreO	25	21,0	2010	2049	0	1,00					100									
	T12	Gnarp/Västana	TreO	25	17,2	2010	2050	0	1,00							100							
	T19	Albjershus	TreO	25	5,0	2010	2050	0	1,00													100	
	T20	Albjershus	TreO	25	5,0	2010	2050	0	1,00														100
	T18	Långtora	TreO	25	11,7	2011	2051	0	1,00													100	
	T16	Askerud	TreO	25	9,0	2012	2052	0	1,00											100			
	T10	Ny TreO	TreO	25	18,3	2011	2051	0	1,00						100								
	T15	Sör Amsberg	TreO	25	16,4	2012	2052	0	1,00										100				
	T16	Gränås	TreO	25	9,3	2013	2053	0	1,00											100			
	T6	Ny TreO	TreO	25	14,6	2013	2053	0	1,00				100										
	T1	Ny TreO	TreO	25	16,5	2014	2054	0	1,00	100													
	T3	Ny TreO	TreO	25	11,9	2014	2054	0	1,00			100											

Tabell 3.

Översikt av granplantager med rikslängdsnummer (RL-nr): "arbetsnummer", där zonnamn används för nyare TvåO och TreO-plantager (Nr), plantagenamn (Namn), plantageomgång, genetik vinst vid 100 % intern pollinering (Vinst), produktiv areal (Areal), anläggnings- (Anl.År) och avvecklings år (Avv. År), korrigerings faktor för anläggningsår (ÅlderF), fröproduktion (ProfF) samt fördelning av skörd på olika granzoner (G1...G8-9S).

RL-Nr	Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst	Areal	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProfF	G1N	G1S	G2	G3H	G3L	G4	G5	G6	G8-9M	G7	G8-9S
				%						%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
7	7	Lillpite	EttO	10	10	1963	2023	0	1,0			100								
13	13	Hissjön	EttO	10	11	1965	2025	0	1,0			75	25							
19	19	Björkebo	EttO	10	15	1967	2027	0	1,0	50	50									
26	26	Jung	EttO	10	14	1962	2022	0	1,20					100						
31	31	Högseröd	EttO	10	8	1962	2022	0	1,0						100					
37	37	Årsunda	EttO	10	4	1970	2030	0	1,0						100					
52	52	Maglehem	EttO	10	5	1957	2017	0	1,20											100
65	65	Rörby	EttO	10	11	1967	2027	0	1,0							100				
66	66	Saleby 1	EttO	10	30	1962	2022	0	1,20								100			
68	68	Slogstorp	EttO	10	5	1967	2027	0	0,50											100
96	96	Skogsgård	EttO	10	5	1967	2027	0	1,0											100
128	128	Grånäs	EttO	10	14	1969	2029	0	1,0						100					
130	130	Domsjöäng	EttO	10	5	1971	2031	0	1,0			75	25							
196	196	Torarp	EttO	10	5	1968	2028	0	1,0											100
444	444	Ön 1	EttO	10	12	1967	2012	0	1,0											
453	453	Sör-Amsberg	EttO	10	4	1963	2023	0	1,0							100				
487	487	Lusnäset	EttO	10	4	1970	2030	0	0,0								100			
496	496	Myra	EttO	10	4	1960	2020	0	1,0											
511	G2	Pälberget	TvåO	18	6	1996	2046	0	0,60			100								
517	G3	Multrä	TvåO	18	11	1995	2045	0	0,75				46	54						
507	G4:1	Gringelstad	TvåO	10	8	1985	2035	0	1,0						100					
504	G5:2	Ålbrunna	TvåO	15	25	1982	2032	0	1,2							100				
508	G5:3	Almnäs	TvåO	16	11	1988	2038	0	0,8							100				
	G5:4	Kratte Masung	TvåO	15	5	1994	2044	0	1,0							100				
506	G6:1	Nedra Sandby	TvåO	10	13,9	1991	2041	0	1,00								100			
512	G6:2	Mällilla	TvåO	10	21	1993	2043	0	1,0								100			
501	G7:1-3	Bredinge	TvåO	15	23	1983	2033	0	1,0										100	
502	G7:5	Lilla Istad 1	TvåO	15	23,3	1986	2036	0	0,50										100	
516	G7:8	Hjorten	TvåO	20	20	1994	2044	0	0,75										100	
514	G7:10	Åby	TvåO	11	7	1993	2043	0	1,0										100	
513	G7:11	Prästorp	TvåO	15	5	1994	2044	0	1,0										100	

Forsättning på tabell 3.

RL-Nr	Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst	Area	Anl. Ar	Avv. Ar	ÅlderF	ProfF	G1N	G1S	G2	G3H	G3L	G4	G5	G6	G8-9M	G7	G8-9S
				%						%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
515	G7:12	Skallmeja	TvåO	21	9	1995	2045	0	1,0										100	
509	G8:1	Hosaby	TvåO	12	13,2	1985	2035	0	0,50											100
503	G9:7	Gälltofta-2	TvåO	15	7	1983	2033	0	1,0											100
	G1	Martensboda	TreO	25	10	2009	2049	0	1,0	50	50									
	G2	Östteg	TreO	25	20,2	2006	2046	2	1,0		100									
	G3H	Vojen	TreO	25	16,5	2008	2048	0	1,0				100							
	G3L	Örbäck	TreO	25	19	2008	2048	-2	1,0					100						
	G4	Sollerön	TreO	25	19	2004	2044	0	1,0						100					
	G4	Ed	TreO	25	13	2004	2044	0	1,0					100						
510	510	Nässja	TreO	25	1	2005	2045	-5	1,0							100				
	G5	Ön 2	TreO	25	5	2007	2047	1	1,0							100				
	G5	Ön 3	TreO	25	10	2012	2052	0	1,0							100				
	G5	Siögränd	TreO	25	8	2008	2048	0	1,0							100				
	G5	Gårdskär	TreO	25	19	2012	2052	0	1,0							100				
	G6	Adolfsdal, Harg	TreO	25	18	2012	2052	0	1,0								100			
	G6	Saleby 2	TreO	25	10	2010	2050	0	1,0								100			
	G8-9M	Sya	TreO	25	6	2013	2053	0	1,0									100		
	G8-9M	Olofs	TreO	25	6	2012	2052	0	1,0									100		
	G8-9M	TreO	TreO	25	10,6	2013	2053	0	1,0									100		
	30-G7:1	Lilla Istad 2	TreO	25	14	2010	2050	0	1,0										100	
	30-G7:2	Lilla Istad 3	TreO	25	15	2010	2050	0	1,0										100	
	30-G7:1	Larslund 1	TreO	25	30	2010	2050	0	1,0										100	
	30-G7:2	Larslund 2	TreO	25	40	2012	2052	0	1,0										100	
	30-G7:1	Söregårde 1	TreO	25	10	2005	2045	0	1,0										100	
	30-G7:2	Söregårde 2	TreO	25	14	2009	2049	0	1,0										100	
	30-G8-9S	Runesten	TreO	25	10	2010	2050	0	1,0											100
	30-G8-9S	Gälltofta	TreO	25	13	2012	2052	0	1,0											100
	30-G8-9S	Gätebo	TreO	25	30	2011	2051	0	1,0											100

Beräkning av underskott av plantagefrö

Den sammanfattande översikten över tillgången på plantagefrö för hela Sverige tar hänsyn till både över- och underskott av plantagefrö i olika zoner. Råder det överskott på plantagefrö för en zon kan det utnyttjas i en angränsande zon där underskott råder. Förflyttningen kan dock inte göras från en zon med mildare klimat till en zon med kärvare klimat. Det bör dock noteras att

förflyttning från ett kärvare till ett mildare klimat inte är optimalt och medför vissa tillväxtförluster jämfört med rekommenderad användning. I tabell 4 anges vilken förflyttning av frö mellan zoner som tillåts i beräkningarna.

I de zonvisa beräkningarna av tillgången på plantagefrö i förhållande till behovet har varje zon behandlats separat. Det gäller också redovisningen av vad som kan åstadkommas med intensivare skötsel i zonen fröplantager.

Tabell 4.

Använda förflyttningar av plantagefrö mellan zoner vid beräkning av underskott på frö i en zon.

Gran		Tall	
Frö från plantagezon	Kan användas i plantagezon	Frö från plantagezon	Kan användas i plantagezon
G1	G2	T1	T2, T3
G2	G3	T2	T3
G3	G4	T3	T7
G4	G5	T7	T6
G5	G6	T6	T7, T10
G6	G8-9M	T10	T12
G8-9M	Endast i egna zonen	T12	T10, T13
G7	G8-9S	T13	T15
G8-9S	Endast i egna zonen	T15	T13, T16
		T16	T18
		T18	T19, T20
		T19	T20
		T20	T19

Åtgärder för att höja produktionen i fröplantager

Intensivare plantageskötsel

Vid anläggning av en ny plantage är det viktigt att plantageträden får en bra start och snabbt etablerar sig på lokalen. Då fröplantager normalt anläggs på jordbruksmark utsätts plantorna för en stark vegetationskonkurrens om inte lämpliga motåtgärder sätts in (figur 9). Gödsling ger en ökad tillväxt på plantageträden. En högre intensitet i skötseln under etableringsfasen än den normalnivå som nu gäller skulle förkorta tiden till att plantageträden är tillräckligt stora för att börja blomma och producera kottar och frön. Etableringsfasen vid normal skötselintensitet är satt till 20 år i beräkningarna. Vår bedömning är att det är praktiskt möjligt att med en ökad intensitet förkorta etableringsfasen med 5 till 6 år i en enskild plantage. Realistiskt är att omkring hälften av denna potential kan utnyttjas. I beräkningarna har vi därför antagit 3 års förkortning av etableringsfasen för plantager som just nu anläggs eller ännu inte startats.

Skötsel under produktionsfasen syftar till att hålla plantageträden vitala och med en god näringsstatus så att de orkar med en regelbunden och riklig kottsättning. Beskärning av trädens grönkronor gör att grenarkitekturen ändras så att grenarna får fler skottspetsar där blommor och kottar kan bildas. Åtgärder som utförs är att hålla efter konkurrerande vegetation, gödsla så att en god näringsstatus upprätthålls, beskära för att forma trädkronor och begränsa höjdtillväxten, samt att gallra om plantagen börjar bli för tät. Vår bedömning är att det är realistiskt att öka fröproduktionen med 15-20 % i en enskild plantage genom en ökad intensitet i skötseln under produktionsfasen. I beräkningarna har vi antagit att omkring hälften av denna potential kan utnyttjas i praktiken (10 % årlig produktionsökning under produktionsfasen). Denna produktionsökning har använts för TvåO- och TreO-plantagerna. EttO-plantagerna är nu i slutfasen av sin produktionstid och har lägst genetisk nivå, varför en ökad skötselintensitet inte bedöms aktuell.

Eftersom en ökad intensitet i plantageskötseln ger högst ekonomiskt utbyte i plantager med hög genetisk nivå ska insatserna i första hand sättas in i dessa. Även i zoner med betryggande totalförsörjning kan det vara lönsamt att öka intensiteten i de bästa plantagerna och fasa ut de gamla, som har en lägre förädlingsnivå.

Blomningsstimulering

Den dominerande metoden för blomningsstimulering är att behandla plantageträden med hormonet gibberellin. Det är ett av trädets naturliga blomningshormon och det tillförs genom ett borrhål i stammen (figur 10). Därifrån transporteras det ut i trädets ledningsbanor till skottspetsarna där blomknopparna bildas. Effekten av en gibberellinbehandling varierar beroende på de naturliga förutsättningarna för blomning. Effekten kan hos gran förstärkas med rotbeskärning, strangulering av stammen, partiell ringbarkning och gödsling med höga kvävegivor. Rotbeskärning är en enkel metod med god effekt och minimala biverkningar. Ett 20-30 cm djupt ”spår” skärs upp längs trädraden. Syftet är att minska plantagetrådets förmåga att ta upp vatten. De blir då torkstressade, vilket har visat sig öka blomningen.

Effekten av en blomningsstimulerande behandling varierar beroende på de naturliga förutsättningarna för blomning. Effekten av en behandling är normalt sett säkrare på tall än på gran. När en behandling av gran ger effekt är dock oftast responsen betydligt kraftigare än hos tall. Erfarenheterna från Skogforsks försök med blomningsstimulering i granplantager är att en lyckad behandling kan ge en produktionsökning på 70 % eller mer. Det lyckas dock inte varje år. Vår bedömning är att man kan lyckas vid ungefär vartannat försök. Åtgärderna bör bara sättas in om de vädermässiga förutsättningarna är gynnsamma, vilket gör att en ytterligare reduktion är nödvändig. I beräkningarna har vi antagit en 20 % genomsnittlig ökning av den årliga fröproduktionen för gran.

Ekonomiska beräkningar baserade på försök i praktisk skala visar att det är mycket lönsamt för plantageägaren att blomningsstimulera gran (Almqvist, 2007).

Tallen har en mer förutsägbar reaktion på blomningsstimulering än gran, varför sannolikheten att lyckas med en behandling är större. Effekten av en lyckad behandling är dock lägre, i storleksordningen 30-40 %. I beräkningarna har vi antagit en 20 % ökning av den årliga fröproduktionen för tall.

En produktionsökning på 20 % har åsatts TvåO- och TreO-plantager. EttO-plantagerna är nu i slutfasen av sin produktionstid och har lägst genetisk nivå, varför de inte bedöms aktuella för blomningsstimulerande behandling. För TreO-plantagerna har även en intensivare skötsel under etableringsfasen medräknats, vilket ger en tre års förkortning av etableringsfasen.

Insektskontroll

Insektskontroll är aktuellt endast för granfröplantager då tall normalt inte har problem med kott- och fröförstörande insekter. I genomsnitt förstörs cirka 40 % av fröet i en granfröplantage av insekter (Rosenberg m.fl., 2009). Granens kottar och frö kan angripas av ett flertal arter, där de allvarligaste är grankottmott, grankottmätare, grankottvecklare och grankottflugan. Det är insekternas larver som orsakar skadorna och eftersom de lever hela larvstadiet inne i kotten är de svåra att bekämpa. Det enda preparat som i dag är tillåtet att använda i fröplantager är *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai x kurstaki* (Btk). Det är ett biologiskt preparat som säljs under produktnamnet Turex® 50 WP. Det är aktivt mot fjärilslarver och har visat sig vara effektivt mot skador av grankottmott och grankottmätare. Bekämpningen sker med en traktordragen fläktspruta (figur 11).

Erfarenheter från Skogforsks försök med Btk är att behandlingen kan minska insektsskadorna med omkring 60 %. Behandlingen ökar också kottarnas klängbarhet (möjligheten att få ut fröet ur kottarna) och fröutbytet eftersom kottarna inte producerar lika mycket kåda för att skydda sig mot angreppen.

En minskning av skadeangreppen med 60 % då skadenivån är 40 % innebär att skadenivån minskar till 16 %. Vår bedömning är att det är realistiskt att omkring två tredjedelar av denna potential kan utnyttjas, och detta har använts i beräkningarna. För TreO-plantagerna har även en intensivare skötsel under etableringsfasen medräknats, vilket ger 3 års förkortning av etableringsfasen.

Ekonomiska kalkyler visar att det för plantageägarna är mycket lönsamt med insektsbehandling i granfröplantager (Almqvist m.fl., 2008).



Figur 9. Markbehandling i den nyanlagda tallfröplantagen T7 Skeppsholmen. Foto: Ulfstand Wennström.



Figur 10.
Blomningsstimulering av gran genom injektion av gibberellin. Foto: Curt Almqvist.



Figur 11.
Besprutning med fläktspruta mot kottinsekter i en granfröplantage. Foto: Olle Rosenberg.

Kombination av produktionshöjande åtgärder för realistisk maximal produktion

I syfte att beräkna den realistiska maximala produktionen av plantagefrö för varje zon skapades ett alternativ där de ovan beskrivna åtgärderna kombinerades i plantagerna enligt de intensitetsnivåer som beskrivits för varje åtgärd. För gran kombinerades de tre åtgärderna intensivare plantageskötsel, blomningsstimulering och insektsbekämpning. För tall kombinerades åtgärderna intensivare plantageskötsel och blomningsstimulering. Värt att notera är att effekten av åtgärderna är multiplikativa och inte additiva.

Åtgärder för att utnyttja begränsade fröpartier effektivare

Vegetativ förökning av utvalda fröpartier

Bulkförökning genom vegetativ förökning kan beskrivas som ett sätt att duplicera ett fröparti.

Eftersom man med sticklingsteknik kan göra många ”plantor” från varje frö kan man beskoga en betydligt större areal med ett begränsat fröparti. Tillverkning av s.k. bulksticklingar sker i flera steg:

1. Plantskolan odlar plantor på vanligt sätt. Fröet ska vara av allra bästa härkomst – helst kontrollerade korsningar från de bästa föräldraträden i förädlingspopulationen eller en plantage, eller selektivt skördat frö från samma träd.
2. Plantorna planteras ut som moderplantor i ett s.k. arkiv.
3. Från plantorna i arkivet klipps sticklingris.
4. Riset sticks i odlingsbehållare och odlas under betingelser som gynnar rotbildningen.

Från varje moderplanta kan man klippa ris till upp till ett par hundra sticklingplantor. Därefter blir moderplantan

för gammal och ger ris med sjunkande rottingsförmåga. Moderplantan kasseras då och ersätts med en ny, framställd från frö. I framtiden kommer troligen somatisk embryogenes, s.k. SE-teknik, att användas för att göra många plantor från varje frö. Tekniken går ut på att masskopiera embryon till nya plantor. SE-teknik bedöms dock inte vara tillgängligt i större praktisk skala de närmaste 10-15 åren.

En bonus med att producera sticklingar jämfört med fröplantor är att sticklingar har visat större motståndskraft mot snytbagg (Hannerz m.fl., 2001).

Det är dyrare att producera en bulkstickling än en fröplanta, men då sticklingen kommer från ett frö med lika högt förädlingsvärde som nästa fröplantageomgång tål den en högre kostnad. Ett kalkylexempel: Om bulksticklingar växer 20 % bättre än en alternativ fröplanta tål sticklingen en merkostnad på mellan 3-6 kr beroende på planteringslokalens bördighet (Almqvist m.fl., 2008).

Maximal genetisk vinst som kan uppnås i respektive zon under olika tidsperioder

Om det råder överskott på plantagefrö för en zon och detta inte behövs för att täcka ett underskott i en närliggande zon (enligt förflyttningssmallen i tabell 4), kan den genetiska nivån hos fröskörden höjas genom att man endast skördar de bästa plantagerna för plantproduktion. Resterande fröproduktion kan i stället användas till skogssådd.

I syfte att skatta den maximala och realistiska genetiska nivån i varje zon respektive tidsperiod gjordes beräkningar endast där fröproduktion i de bästa plantagerna utnyttjades upp till full behovstäckning. Beräkningarna gjordes för det alternativ där tre respektive två produktionshöjande åtgärder satts in i gran- och tallplantager. Som jämförelse används den genetiska nivå som skörd enligt basalalternativet ger.

Resultat och diskussion

Olika plantproducenters profil i materialanvändning

Den mest uppenbara skillnaden mellan grupperna av plantproducenter när det gäller granfröanvändningen är att de privata plantproducenterna till största delen använder utländskt beståndsfrö och endast till en liten del plantagefrö för sin produktion (tabell 5). Då i stort sett alla mindre privata plantskolor producerar plantor för södra Sverige, är det tydligt att bristen på plantagefrö för Götaland gör att de plantproducenter som inte är delägare i plantager inte har möjligt att köpa plantagefrö. De är i stället hänvisade till att använda utländskt beståndsfrö, främst vitryskt och baltiskt granfrö, för sin produktion. Bolagsplantskolorna, som står för omkring 80 % av produktionen av granplantor, använder även de cirka en fjärdedel utländskt beståndsfrö för sin granproduktion. Även här dominerar östeuropeiska frömaterial. Andelen plantagefrö av gran ligger på knappt 60 % för bolagsplantskolorna. Bolagsplantskolorna

använder i första hand plantagefrö och för områden där det är brist på plantagefrö används andra frökällor.

På kort sikt har alltså plantproducenter utan plantageandelar svårt att köpa förädlat granfrö. I de TreO-plantager som nu är under anläggning har fler ägarkategorier visat intresse för delägarskap. Bland delägarna i TreO-plantager återfinns större enskilda markägare, Svenska kyrkans skogsförvaltning, skogsägarföreningar, Skogssällskapet samt privata plantskolor. Merparten av granplantagerna i TreO kommer dock inte att börja producera frö förrän i slutet av 2020-talet.

Privata plantskolor producerar endast en marginell mängd tallplantor av den totala produktionen (tabell 6). Detta förklaras av att de i huvudsak är verksamma i Götaland, där trenden länge har varit vikande för planteringen av tall. För bolagsplantskolorna kan en trend mot ökad andel plantagefrö skönjas. Deras andel plantagefrö var 2007 uppe i 79 %. Tallplantor från beståndsfrö produceras endast för områden där det råder brist på plantagefrö.

Tabell 5.

Procentuell användning av granfrö från olika materialkategorier för två grupper av plantproducenter åren 2005-2007.

		Svenskt plantagefrö %	Svenskt beståndsfrö %	Utländskt plantagefrö %	Utländskt beståndsfrö %	Plant- produktion (milj.)
Mindre privata plantskolor	2005	9	9	0	82	34
	2006	8	10	0	82	38
	2007	16	6	2	76	55
Bolagsplantskolor	2005	59	23	2	16	160
	2006	56	19	2	23	160
	2007	58	16	1	25	177

Tabell 6.

Procentuell användning av tallfrö från olika materialkategorier för två grupper av plantproducenter åren 2005-2007.

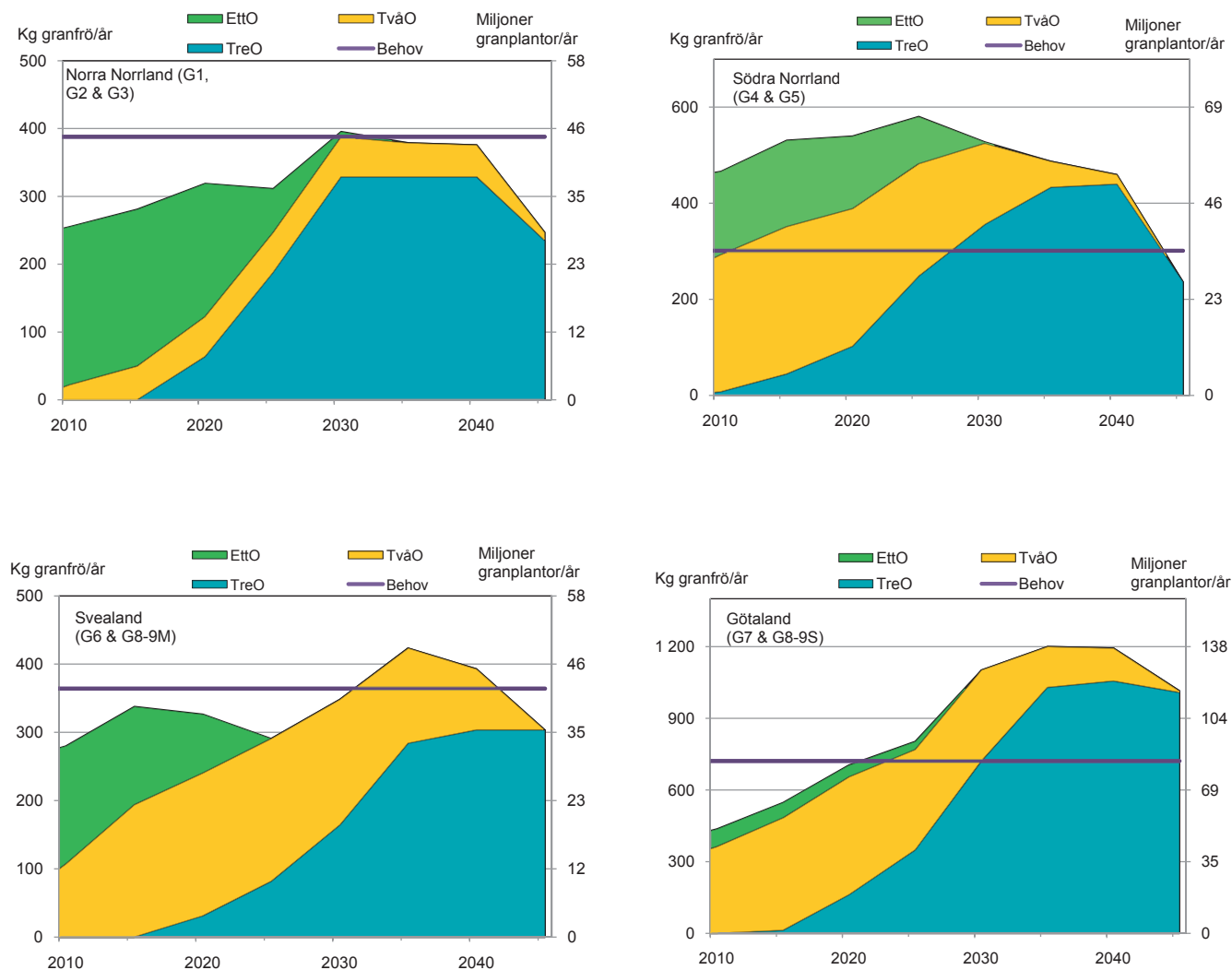
		Svenskt plantagefrö %	Svenskt beståndsfrö %	Plant- produktion (milj.)
Mindre privata plantskolor	2005	67	33	3
	2006	75	25	4
	2007	100	0	5
Bolagsplantskolor	2005	76	24	123
	2006	78	22	114
	2007	79	21	111

Balanser för granplantagefrö fram till år 2050

Över- och underskott av plantagefrö för gran i hela Sverige fram till år 2050 vid normal intensitet på plantageskötseln

För gran råder det i nuläget brist på plantagefrö för hela landet utom för två zoner i södra norrland (G4 & G5) (tabell 7). Den sammanlagda bristen är i storleksord-

ningen 575 kg frö per år, vilket motsvarar 66 miljoner plantor. I Götaland (zon G7 och G8-9S) saknas i nuläget 327 kg frö årligen (38 miljoner plantor), och i södra Svealand (zon G6 och G8-9M) 101 kg (12 miljoner plantor). I Norrland saknas 147 kg frö årligen (17 miljoner plantor) för de tre nordligaste zonerna (G1-G3) (figur 12). Räknat på nationell nivå finns mer än hälften, 54 %, av den nuvarande produktionskapaciteten i EttO-plantager med låg genetisk vinst.



Figur 12.

Förväntad produktion i granfröplantagerna för fyra olika grupper av zoner i basalalternativet för perioden 2007 till 2049. Den blå linjen anger årligt fröbehov och de färgade fälten vilka plantageomgångar som svarar för produktionen respektive år. Y-axeln i diagrammets högra sida anger fröbehovet omräknat till miljoner plantor per år.

Vid normal intensitet på plantageskötseln och förutsatt att utbyggnaden av granplantager i TreO-programmet fullföljs enligt nuvarande planer kommer bristen successivt att minska för att i början av 2030-talet i stort sett vara eliminerad (figur 13). Då återstår endast en mindre brist på plantagefrö för den allra nordligaste zonen (G1) och för milda klimatlägen i Svealand (G8-9M).

Det frööverskott som efterhand kommer att uppstå i de flesta zoner öppnar för möjligheter att öka ambitionsnivån i utnyttjandet av det förädlade skogsodlingsmaterialiet. Den genetiska vinsten hos frö för plantproduktion kan ökas genom utfasning av plantager med låg genetisk vinst och genom särplockning i plantager. Vid särplockning skördas bara kottar från plantageträdet med de högsta avelsvärdena. Särplockning av den bättre hälften i en

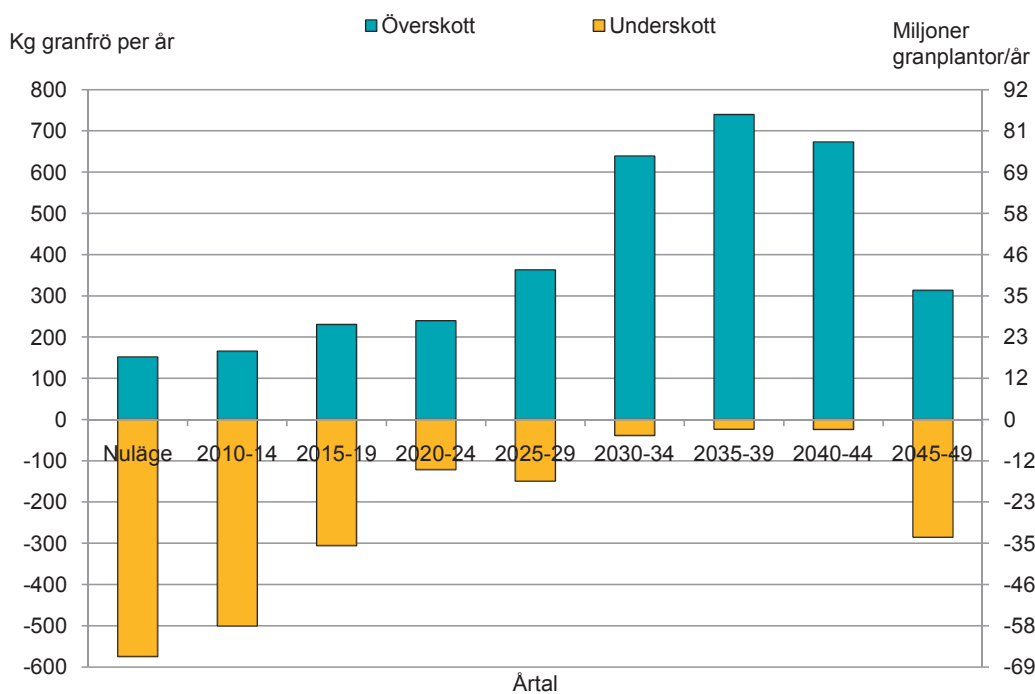
plantage kan höja den genetiska vinsten i fröskörden med cirka 3 procentenheter. Ett problem som måste beaktas är att ägarstrukturen kan göra att överskott för en viss plantageägare inte kommer marknaden tillgodo eftersom ägaren kan välja att särplocka för att öka förädlingsnivån på sin egen plantproduktion, alternativt lagerhålla skörden för att kompensera för år med sämre skörd.

Mot slutet av den studerade perioden börjar det totala underskottet öka kraftigt, samtidigt som överskottet i förekommande fall minskar kraftigt. Detta beror på att de plantager som nu är under anläggning inom TreO-programmet då börjar tas ur drift av åldersskäl. För att motverka att denna situation uppkommer är det helt nödvändigt att senast under 2020-talet påbörja anläggningen av nya plantager som ska komma in i produktionsfas i början av 2040-talet.

Tabell 7.

Beräknat årligt över- och underskott av frö från granfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalalternativet, d.v.s. nuvarande skötselintensitet. Vid beräkning av totalt över- och underskott har hänsyn tagits till att eventuellt överskott av frö i en angränsande zon kan utnyttjas. Enhet är kilo frö per zon och år.

Zon	Nuläge	2010–14	2015–19	2020–24	2025–29	2030–34	2035–39	2040–44	2045–49
G1	-8	-13	-13	-9	-17	-23	-23	-23	-23
G2	-24	-21	-14	-2	-24	9	1	-1	-29
G3	-115	-99	-79	-69	-36	22	14	12	-88
G4	12	8	45	68	125	78	49	43	-144
G5	139	158	185	182	155	149	138	116	79
G6	18	35	93	72	13	41	55	12	-77
G8–9M	-119	-119	-119	-109	-86	-57	4	17	17
G7	-284	-238	-118	15	98	334	368	356	177
G8–9S	-43	-45	-55	-30	-15	47	111	117	117
Totalt underskott	-575	-500	-306	-122	-149	-39	-23	-24	-285
Överskott	151	165	230	239	363	639	740	673	313



Figur 13.

Över- och underskott av frö från granfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet, d.v.s. nuvarande skötselintensitet. Att det finns både över- och underskott samtidigt beror på att vissa zoner har överskott på frö, medan andra har underskott.

Tabell 8.

Beräknat årligt underskott av frö från granfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder. Vid beräkning av underskott har hänsyn tagits till att eventuellt överskott av frö i en angränsande zon kan utnyttjas. Enhet är kilo frö per år.

Skötselintensitet	Nuläge	2010-14	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44	2045-49
Basalternativ	-575	-500	-306	-122	-149	-39	-23	-24	-285
Intensiv skötsel		-444	-140	0	-9	-18	-18	-36	-488
Blomningsstimulering		-394	-97	0	0	-13	-13	-14	-256
Insektskontroll		-344	-92	0	0	-8	-8	-8	-418
Alla 3		-150	-71	0	0	0	0	0	-381

Åtgärder för att lindra obalanser – vad kan göras på kort sikt?

Produktionshöjande åtgärder i fröplantager

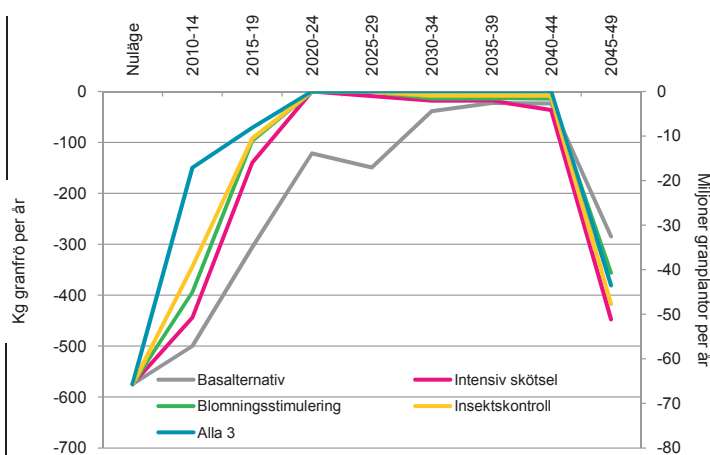
Intensivare plantageskötsel än i basalalternativet skulle för närmaste femårsperiod kunna minska underskottet med 56 kg per år, och för perioden 2015-2019 med omkring 166 kg per år (tabell 8). Motsvarande siffror för blomningsstimulering är 106 respektive 209 kg per år, och för insektskontroll 156 respektive 214 kg per år. Kombinerat två eller tre av åtgärderna är deras effekter multiplikativa, varför den totala effekten är större än summan av de enskilda åtgärdernas effekt. Vid kombination av de tre produktionshöjande åtgärderna kan underskottet för riket totalt halveras för den närmaste femårsperioden och kan i stort sett elimineras från 2015. I basalalternativet uppnås full behovstäckning från 2030 (figur 14). Den enskilda åtgärd som ger störst effekt är insektskontroll, varför det är den åtgärd som bör prioriteras om resurserna är begränsade.

Bulksticklingar av gran

Genom att producera bulksticklingar av bra fröpartier kan antalet utplanteringsbara plantor per kilo frö ökas med storleksordningen 50-200 gånger och med somatisk embryogenes i det närmaste obegränsat. Sticklingplantor är dyrare att producera än fröplantor. För att motivera det högre priset måste de därför ha en högre genetisk kvalitet än en fröplanta. Utgångsmaterialet för produktion av bulksticklingar bör därför ha en så hög genetisk nivå som möjligt. I fallande skala kan följande material vara tänkbara:

1. Kontrollerade korsningar mellan de bästa klonerna i förädlingspopulationerna.
2. Frö från särplockning av de bästa klonerna i klonarkiv och fröplantager.
3. Fröpartier från de bästa plantagerna.

I dagsläget produceras endast små mängder bulksticklingar kommersiellt. Om plantproducenterna bestämmer sig för att öka produktionen med hjälp av vegetativ förökning så kan bristen på plantor av förädlad material avhjälpas på några års sikt för alla zoner med underskott. Dessutom lyfts den genetiska nivån på detta plantmaterial till de nivåer som skulle uppnåts 20 år framåt genom fröplantager.



Figur 14.

Underskott av frö från granfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder. Vid beräkning av underskott har hänsyn tagits till att eventuellt överskott av frö kan utnyttjas i en angränsande zon enligt tabell 4.

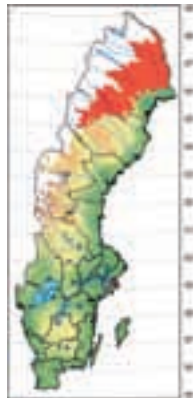
Möjlighet till ökad genetisk vinst i respektive plantagezon för gran

I zoner där det under vissa tidsperioder finns ett överskott på frö och detta inte behöver utnyttjas för att täcka underskott i närliggande zoner kan den genetiska nivån på fröet för plantproduktion ökas genom att enbart skörda de genetiskt bästa plantagerna. I den zonvisa genomgången har produktionen i plantager med lägst genetisk vinst successivt reducerats så att balans mellan fröbehov och produktion erhålls. Den genetiska vinsten har sedan beräknats på den kvarvarande produktionen. I de fall bara TreO-plantager är kvar i produktion och det fortfarande finns ett frööverskott kan en särplockning ge en ytterligare höjning av den genetiska vinsten med storleksordningen 1-3 procentenheter. Då detta läge i prognoserna inte uppkommer förrän under 2030-talet och det med nödvändighet råder osäkerhet om de ännu inte anlagda plantagernas status vid denna tid, så har inte särplockning i dessa plantager tagits med i analysen. Den här presenterade ökningen i genetisk vinst beror således enbart på att skörd för plantproduktionsbehov endast sker i plantagerna med högst genetisk vinst och att dessa sköts med intensiv skötsel, blomningsstimulering och insektskontroll. Som jämförelse har den genetiska vinsten vid plockning av den totala produktionskapaciteten enligt basalalternativet redovisats.

Zonvis behovstäckning och genetisk vinst för gran

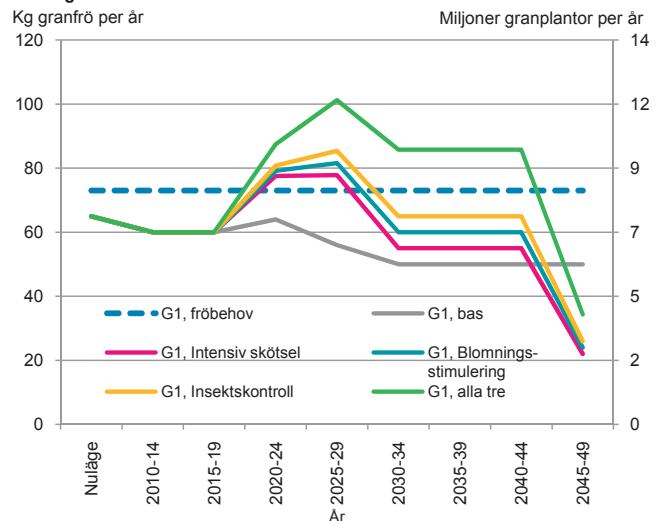
Plantagezon G1

För den nordligaste granzonen G1 finns i dag en EttO-plantage i drift, 19 Björkebo, och den antas vara i produktion fram till mitten av 2020-talet. Den täcker i dag 90 % av fröbehovet. Ingen TvåO-plantage är anlagd för zonen. En TreO-plantage är planerad att anläggas 2010. Då detta är den nordligaste och kärvaste zonen kan frö från angränsande zoner inte utnyttjas här. Basalternativet når aldrig full behovstäckning under perioden. Med produktionshöjande åtgärder i TreO-plantagen kan dock full behovstäckning nås i början av 2020-talet (figur 15). Nya plantager för zonen bör påbörjas i början av 2020-talet.



I zon G1 kan den genetiska vinsten ökas från början av 2020-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna. Genom att från början av 2020-talet minska skörden i 19 Björkebo kan den genetiska vinsten ökas med två procentenheter under första halvan och 6 procentenheter under andra halvan av 2020-talet. I början av 2030-talet fasas 19 Björkebo ut och enbart TreO-plantager står för fröförsörjningen. En viss ytterligare ökning av den genetiska vinsten under 2030-talet kan vara möjlig genom särplockning i TreO-plantagerna, då det intensiva skötselalternativet indikerar ett frööverskott på omkring 15 %.

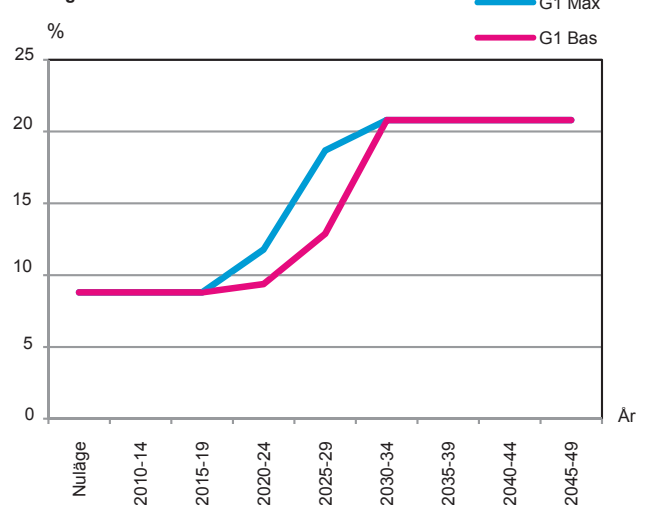
Plantagezon G1



Figur 15.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantagezon G1 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G1



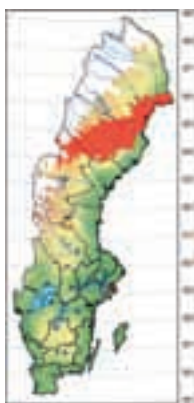
Figur 16.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantagezon G1 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G1 Max. Linjen G1 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

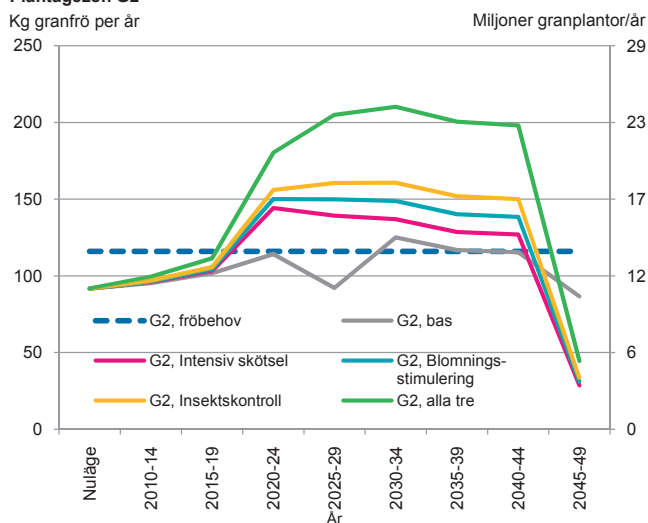
Plantagezon G2

För zon G2 finns i dag tre EttO-plantager i drift, 7 Lillpite, 13 Hissjön och 130 Domsjöänget, och de antas vara i produktion fram till mitten-slutet av 2020-talet. De täcker i dag 79 % av fröbehovet. En TvåO-plantage, G2 Pålberget, är anlagd för zonen 1996 och den väntas komma in i produktion i början av 2010-talet. En TreO-plantage är anlagd 2006, G2 Östteg, och den antas komma in i produktion i mitten av 2020-talet. Basalternativet når full behovstäckning i början av 2020-talet, men med produktionshöjande åtgärder i TvåO- och TreO-plantagerna kan full behovstäckning nås fr.o.m. i mitten av 2010-talet (figur 17). Med produktionshöjande insatser skapas en överproduktion som gör att EttO-plantagerna med lägst genetisk vinst kan tas ur produktion tidigare och ytterligare ökning av den genetiska vinsten blir möjlig genom att de nyare plantagerna kan särplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas i mitten av 2020-talet.

I zon G2 kan den genetiska vinsten ökas från slutet av 2010-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna. Genom att från 2020 avveckla plantagerna 7 Lillpite och 13 Hissjön och från 2025 130 Domsjöänget och G2 Pålberget erhålls cirka 5 procentenheter högre genetisk vinst under 2020-talet. Under 2030-talet finns dessutom möjligheten att genom särplockning i TreO-plantagen G2 Östteg ytterligare höja den genetiska vinsten något. Enligt prognosen kommer en intensivt skött Östtegsplantage att generera ett frööverskott på omkring 75 % under 2030-talet.



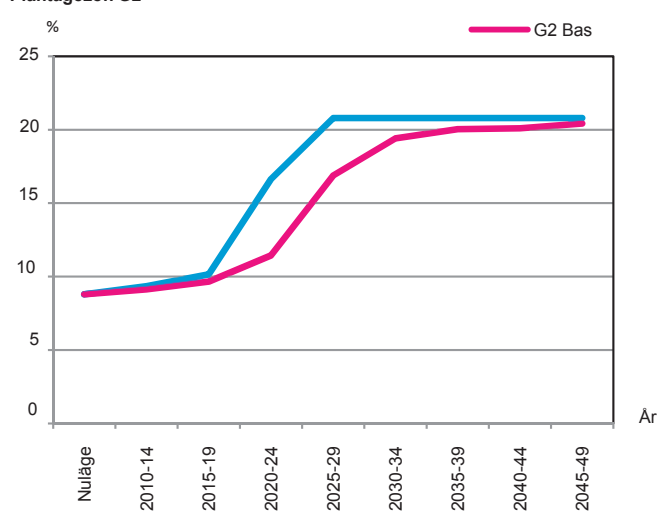
Plantagezon G2



Figur 17.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G2 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G2



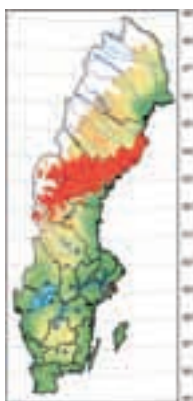
Figur 18.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G2 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G2 Max. Linjen G2 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

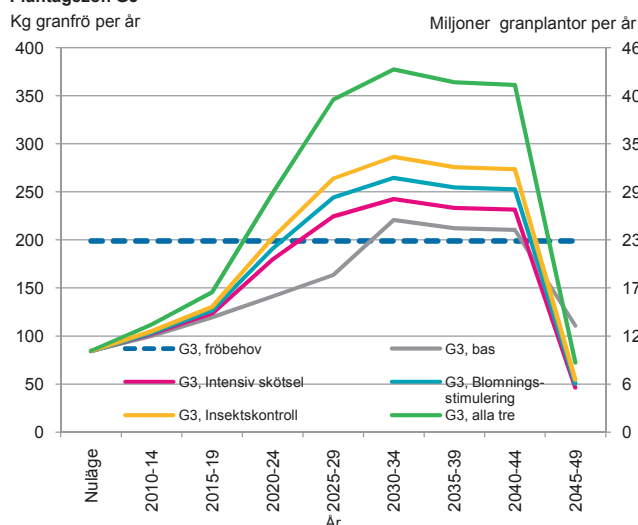
Plantagezon G3

För zon G3 finns i dag tre EttO-plantager i drift, 13 Hissjön, 26 Jung och 130 Domsjöänget, och de antas vara i produktion fram till mitten-slutet av 2020-talet. De täcker i dag 42 % av fröbehovet. En TvåO-plantage, G3 Multrä, anlades 1995 och den väntas komma in i produktion i början av 2010-talet. Två TreO-plantager är anlagda 2008, G3 Vojen och G3 Örbäck, och de antas komma in i produktion i början av 2020-talet. Basalternativet når full behovstäckning i början av 2030-talet, men med produktionshöjande åtgärder i TvåO- och TreO-plantagerna kan full behovstäckning nås från början av 2020-talet (figur 19). Med produktionshöjande insatser skapas en överproduktion som ger en viss begränsad möjlighet till ökning av den genetiska vinsten genom pensionering av de äldre plantagerna och eventuellt även att de nyare plantagerna kan särplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas i mitten av 2020-talet.

I zon G3 kan den genetiska vinsten ökas något från slutet av 2010-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna. Genom att från 2020 påbörja avvecklingen av EttO-plantager något i förtid (13 Hissjön, 130 Domsjöänget och 26 Jung) och från mitten av 2020-talet avveckla TvåO-plantagen 517 Multrä erhålls cirka 1-2 procentenheter högre genetisk vinst under 2020- och 2030-talen. Under 2030-talet ger produktionen i TreO-plantagerna dessutom möjligheten att genom särplockning i TreO-plantagen G3 Östteg ytterligare höja den genetiska vinsten några procentenheter. Enligt prognosen kommer intensiv skötsel av G3 Örbäck och G3 Vojen att under 2030-talet och början av 2040-talet att generera ett frööverskott på omkring 50 %.



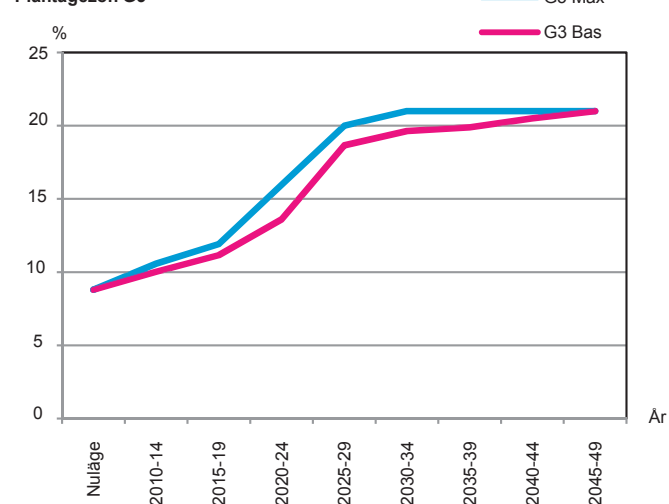
Plantagezon G3



Figur 19.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G3 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G3



Figur 20.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G3 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G3 Max. Linjen G3 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

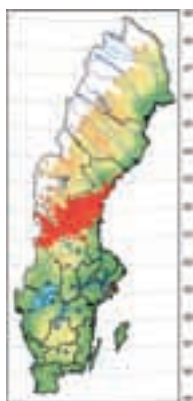
Plantagezon G4

För zon G4 finns i dag tre EttO-plantager, 31 Högseröd, 37 Årsunda och 128 Grånäs, och en TvåO-plantage, 507 Gringelstad, som är i produktionsfas.

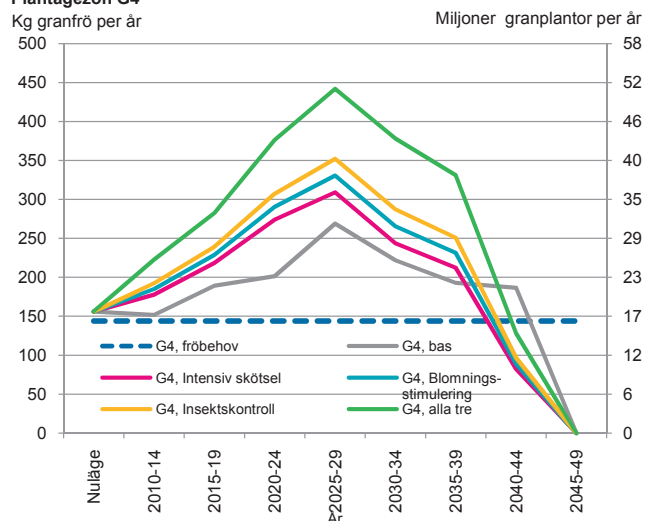
EttO-plantagerna antas vara i produktion fram till mitten-slutet av 2020-talet och TvåO-plantagen till mitten av 2030-talet. De täcker i dag fröbehovet fullt ut (figur 21). Två TreO-plantager är anlagd 2004, G4 Sollerön och G4 Ed, och de antas komma in i produktion i början av 2020-talet.

Basalternativet ger full behovstäckning fram till slutet av 2040-talet, men med produktionshöjande åtgärder i TvåO- och TreO-plantagerna skapas en överproduktion som gör att EttO-plantagerna med lägst genetisk vinst kan tas ur produktion tidigare och möjlighet till ytterligare ökning av den genetiska vinsten blir möjlig genom att de nyare plantagerna kan särplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas i mitten av 2020-talet.

I zon G4 finns i nuläget ett litet produktionsöverskott. Därigenom kan den genetiska vinsten ökas redan från början av 2010-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna. Under andra halvan av 2010-talet kan den genetiska vinsten ökas med 4 procentenheter och under första halvan på 2020-talet med 8 procentenheter, för att under andra halvan av 2020-talet sjunka till 5 procentenheters ökning av vinsten. Från första halvan av 2020-talet kommer zonens TreO-plantager att vid intensiv skötsel producera omkring 45 % mer frö än vad som behövs för plantproduktion, varför det finns utrymme till ytterligare ett par procentenheters ökad genetisk vinst genom särplockning.



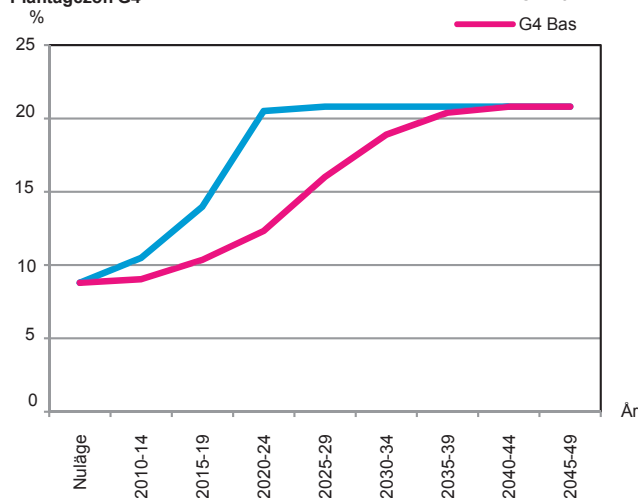
Plantagezon G4



Figur 21.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G4 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G4

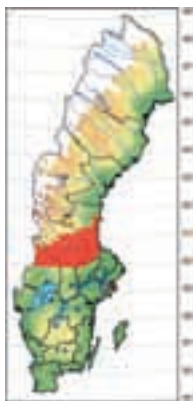


Figur 22.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G4 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G4 Max. Linjen G4 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

Plantagezon G5

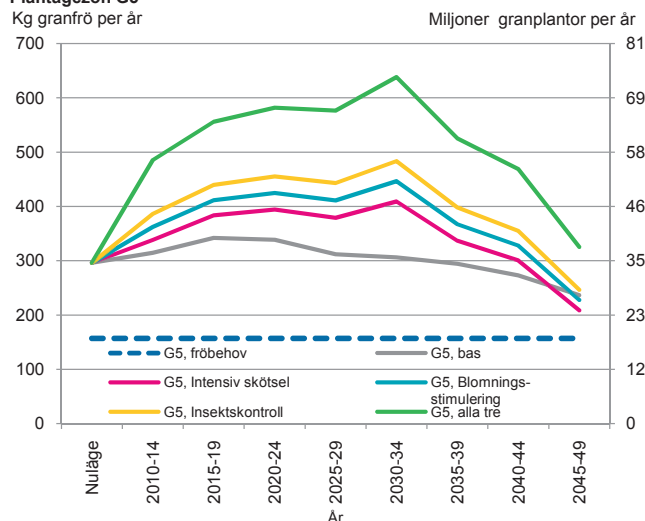
För zon G5 finns i dag tre EttO-plantager, 65 Rörby, 453 Sör-Amsberg och 496 Myra, och två TvåO-plantager, 504 Ålbrunna och 508 Almnäs, som är i produktionsfas, samt en TvåO-plantage, G5 Kratte Masugn, som förväntas komma in i produktion i början av 2010-talet. EttO-plantagerna antas vara i produktion fram till börjanmitten av 2020-talet. TvåO-plantagerna kommer att vara i produktionsfas till mitten-slutet av 2030-talet.



Två TreO-plantager är anlagda 2007 och 2008, G5 Ön och G5 Sjögränd, och två ytterligare är planerade att anläggas i början av 2010-talet, en utvidgning av G5 Ön samt G5 Gårdskär. I dag finns ett frööverskott för zonen (figur 23). En del av detta överskott behövs för att täcka upp fröbristen i området som består av zon G6 och G8-9M. Överskottet i basalternativet är tillräckligt stort för att redan nu avveckla EttO-plantagerna och ändå kunna täcka underskottet i området för zon G6 och G8-9M. Med produktionshöjande åtgärder i TvåO- och TreO-plantagerna skapas en ytterligare överproduktion som ger möjlighet till ökning av den genetiska vinsten genom att de nyare plantagerna kan särplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

I zon G5 finns i nuläget ett produktionsöverskott på 88 %. Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med någon procentenhet redan från början av 2010-talet genom att EttO-plantagerna avvecklas (65 Rörby, 453 Sör-Amsberg och 496 Myra). Under andra halvan av 2010-talet kan den genetiska vinsten ökas med två procentenheter, under första halvan på 2020-talet med tre procentenheter, och under andra halvan av 2020-talet med 5 procentenheters ökning av vinsten. Från mitten av 2020-talet kan även TvåO-plantagerna tas ur drift och produktionen kan helt baseras på TreO-plantagerna. Då TreO-plantagerna under 2030-talet kommer att ha en relativt stor överkapacitet kan ytterligare ett par procentenheters genetisk vinst erhållas genom särplockning.

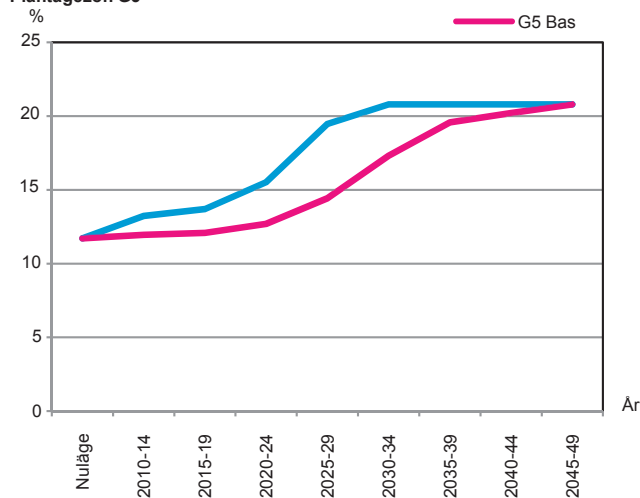
Plantagezon G5



Figur 23.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G5 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G5



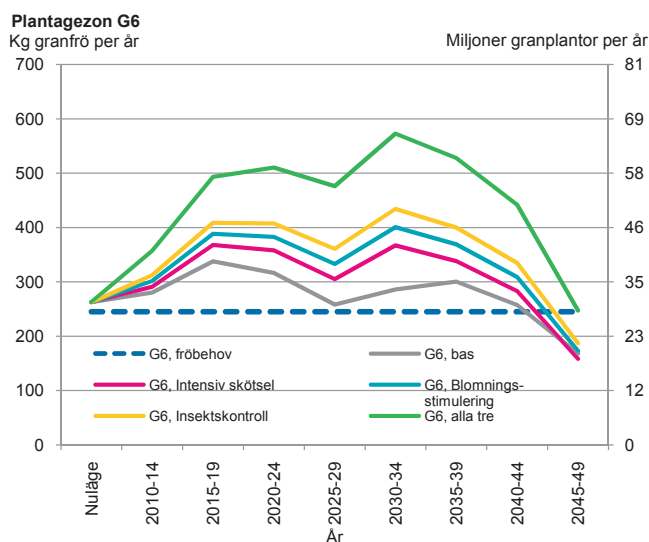
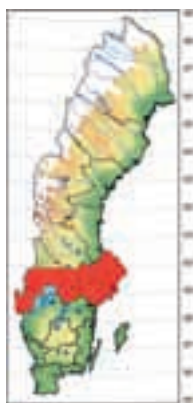
Figur 24.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G5 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G5 Max. Linjen G5 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

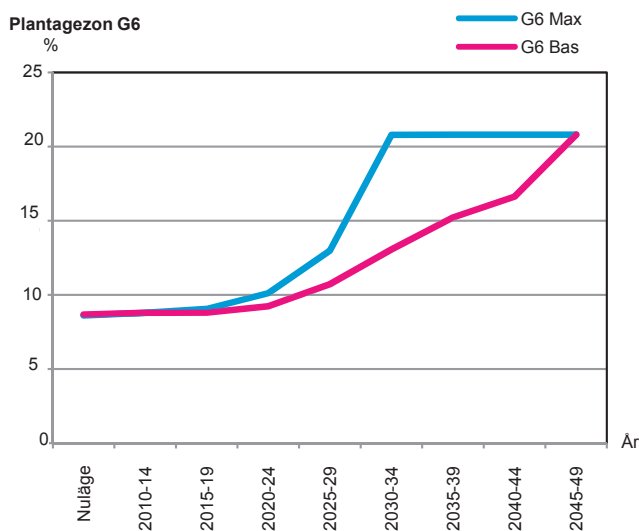
Plantagezon G6

För zon G6, som täcker kärvare lokaler i södra Svealand, finns i dag två EttO-plantager i drift, 66 Saleby och 444 Österfärnebo, och en TvåO-plantage, 506 Nedra Sandby, som är i produktionsfas. De täcker i dag fröbehovet i zonen men överskottet räcker inte till att täcka underskottet i zon G8-9M. En TvåO-plantage, G6 Målilla, väntas komma in i produktion i början av 2010-talet. Två TreO-plantager är planerade att anläggas i början av 2010-talet, G6 Adolfsdal och G6 Saleby, och de antas komma in i produktion i början av 2020-talet. Basalternativet ger full behovstäckning för zonen fram till slutet av 2040-talet (figur 25). Med produktionshöjande insatser skapas en överproduktion som ger möjlighet att minska fröunderskottet i zon G8-9M, samtidigt som den genetiska vinsten kan ökas (figur 26). Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

I zon G6 finns i nuläget ett litet produktionsöverskott och överskottet i det intensiva produktionsalternativet kommer att öka kraftigt under 2010-talet. Möjligheterna till ökning av den genetiska vinsten begränsas dock av att G6-frö behöver utnyttjas för att täcka fröbristen i zon G8-9M som saknar både EttO- och TvåO-plantager. När TreO-plantagerna för bägge dessa zoner kommer in i produktion så kan den genetiska vinsten för zon G6 höjas kraftigt genom pensionering av EttO- och TvåO-plantagerna. Från 2030 kan fröproduktionen helt baseras på TreO-plantagerna (G6 Adolfsdal och G6 Saleby) och en ökning av den genetiska vinsten med 8 procentenheter jämfört med basalternativet kan erhållas under första halvan av 2030-talet. Ytterligare genetisk vinst kan erhållas från början av 2030-talet och till år 2050 genom särplockning då TreO-plantagerna kommer att ha en överkapacitet under denna tid.



Figur 25. Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G6 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

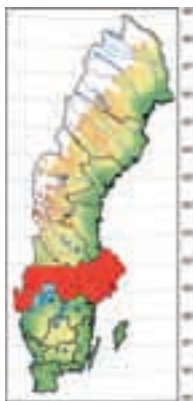


Figur 26. Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G6 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G6 Max. Linjen G6 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

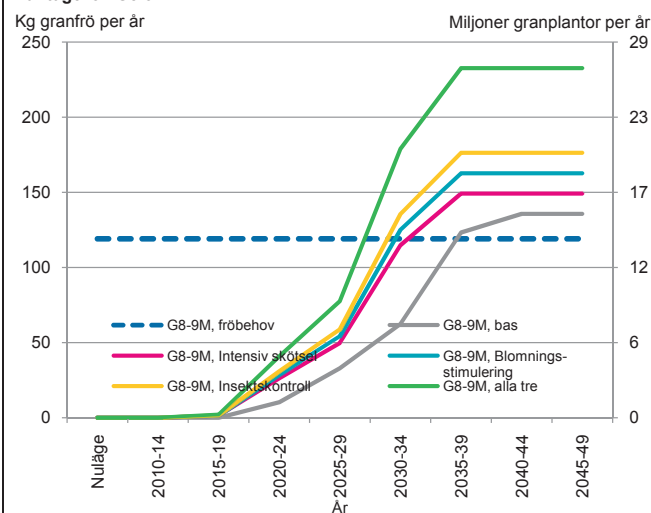
Plantagezon G8–9M

För zon G8–9M, som täcker mildare områden i södra Svealand, finns i dag ingen plantage i produktionsfas. Det är tre stycken TreO-plantager planerade, G8–9M Sya, G8–9M Olofs och en där plantagelokal inte är klar än. Dessa kommer att anläggas i början av 2010-talet. Basalternativet når full behovstäckning i slutet av 2030-talet, men med produktionshöjande åtgärder i TreO-plantagerna kan full behovstäckning nås från slutet av 2020-talet (figur 27). Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

För zon G8–9M finns varken EttO- eller TvåO-plantager anlagda, varför fröförsörjningen för zonen får baseras på G6-material till dess de planerade TreO-plantagerna (G8–9M Olofs, G8–9M Sya och en vars lokalitet ännu ej är fastställd) kommer in i produktionsfas. Med en intensiv skötselstrategi nås full behovstäckning under första halvan av 2030-talet. Därefter och till studieperiodens slut år 2050 kommer TreO-plantagerna att ha överkapacitet som kommer att möjliggöra särplockning för att ytterligare öka den genetiska vinsten.



Plantagezon G8-9M



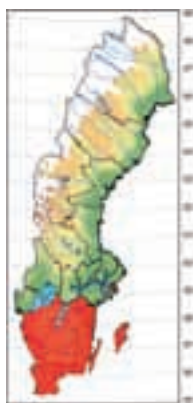
Figur 27.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G8-9M fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

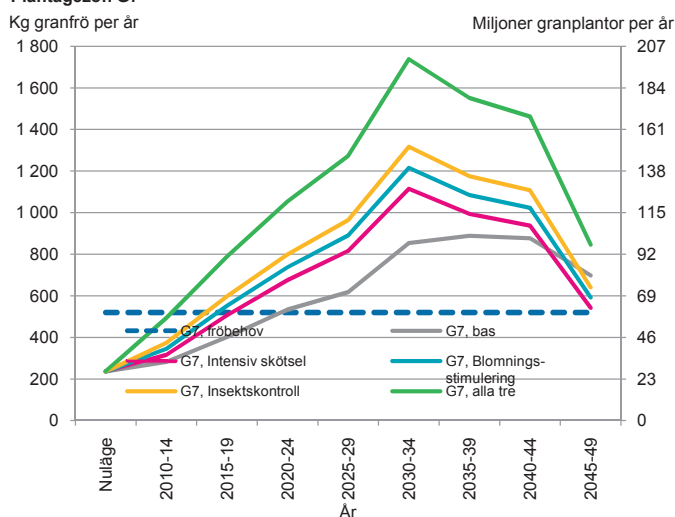
Plantagezon G7

För zon G7, som täcker kärvare lokaler i Götaland, finns ingen EttO-plantage i drift. Två TvåO-plantager, 501 Bredinge och 502 Lilla Istad, är i produktionsfas och de täcker i dagsläget cirka 45 % av fröbehovet. Ytterligare fyra TvåO-plantager är anlagda under 1990-talet, 513 Prästtorp, 514 Åby, 515 Skallmeja och 516 Hjorten, och de beräknas komma in i produktionsfas i början av 2010-talet. Det finns två TreO-plantage anlagda, G7 Söregärde och G7 Istad, och tre stycken är planerade för anläggning i början av 2010-talet. Basalternativet når full behovstäckning i mitten-slutet av 2020-talet, men med produktionshöjande åtgärder i TvåO-plantagerna kan full behovstäckning nås ifrån mitten av 2010-talet (figur 28). Produktionshöjande åtgärder även i TreO-plantagerna ger en överproduktion av frö som ger möjlighet till ytterligare ökning av den genetiska vinsten genom att snabbare fasa ut eller särplocka de äldsta TvåO-plantagerna och eventuellt särplocka TreO-plantagerna. Nya plantager för zonen bör påbörjas slutet av 2020-talet.

I zon G7 kan den genetiska vinsten ökas något från slutet av 2010-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna (figur 29). Genom att från slutet av 2010-talet påbörja avvecklingen av TvåO-plantager kan den genetiska vinsten ökas med någon procentenhet. Under 2020-talet kan vinsten ökas med 2-4 procentenheter. Under 2030-talet och början av 2040-talet kan en genetisk vinstökning på 1-3 procentenheter erhållas genom fortsatt avveckling av TvåO-plantager. Från slutet av 2020-talet kommer TreO-plantagerna att ha en betydande överkapacitet (som störst i början av 2040-talet med omkring 135 %) som gör det möjligt att genom särplockning ytterligare öka den genetiska vinsten några procentenheter.



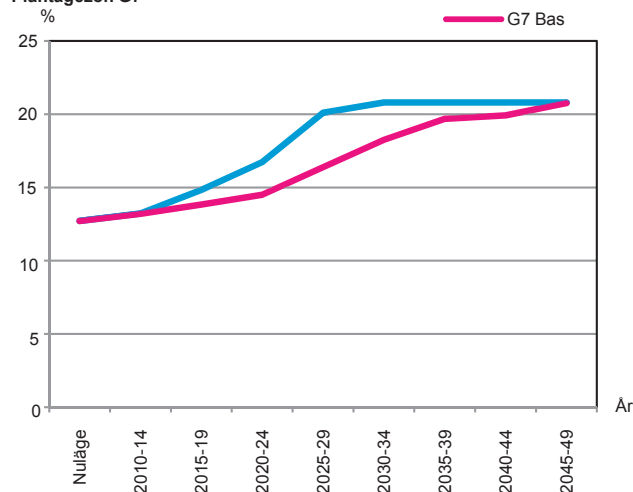
Plantagezon G7



Figur 28.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G7 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G7



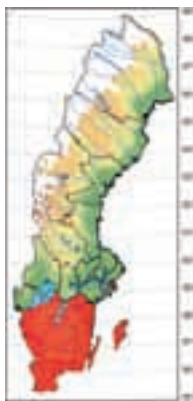
Figur 29.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G7 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G7 Max. Linjen G7 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

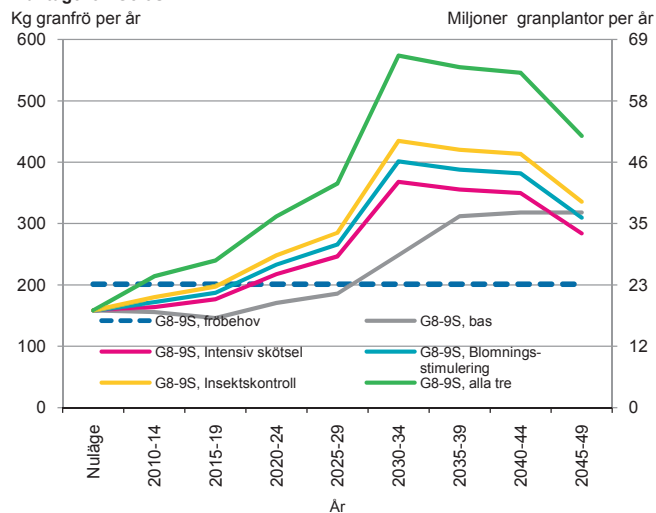
Plantagezon G8-9S

För zon G8-9S, som täcker mildare lokaler i Götaland, finns i dag fyra EttO-plantager, 52 Maglehem, 68 Slogstorp, 96 Skogsgård och 196 Torarp, och två TvåO-plantager, 503 Gälltofta och 509 Hosaby, som är i produktionsfas. EttO-plantagerna antas vara i produktion fram till början-mitten av 2020-talet och TvåO-plantagen till slutet av 2030-talet. De täcker i dag fröbehovet till 79 % (figur 30). Tre stycken TreO-plantager anläggs under början av 2010-talet, G8-9S Runesten, G8-9S Gälltofta och G8-9S Gåtebo, och de antas komma in i produktion i början av 2020-talet. Basalternativet når full behovstäckning i slutet av 2020-talet. Med produktionshöjande åtgärder i TvåO- och TreO-plantagerna kan dock en överproduktion skapas som gör att EttO-plantagerna med lägst genetisk vinst kan tas ur produktion tidigare. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten blir möjlig genom att de nyare plantagerna kan särplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

I zon G8-9S kan den genetiska vinsten ökas något från början av 2010-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna. Genom att påbörja avvecklingen av EttO-plantager med låg genetisk vinst i början av 2010-talet följt av avvecklingsstart för TvåO-plantagerna i början av 2020-talet kan den genetiska vinsten höjas med en till två procentenheter under 2010-talet och med 2-4 procentenheter under 2020-talet. Från mitten av 2020-talet kommer TreO-plantagerna att producera ett betydande överskott, vilket möjliggör en ökning av den genetiska vinsten med ytterligare några procentenheter genom särplockning (överkapaciteten är störst mellan 2035-2044 och är under denna period omkring 170 %).



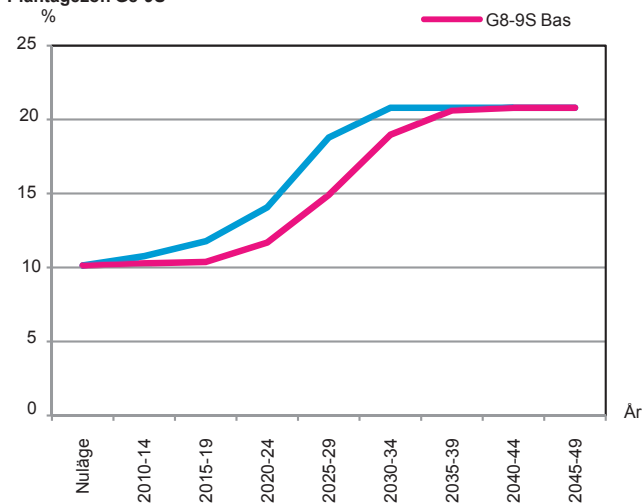
Plantagezon G8-9S



Figur 30.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för granzon G8-9S fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon G8-9S



Figur 31.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G8-9S fram till år 2050 åskådliggörs av linje G8-9S Max. Linjen G8-9S Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

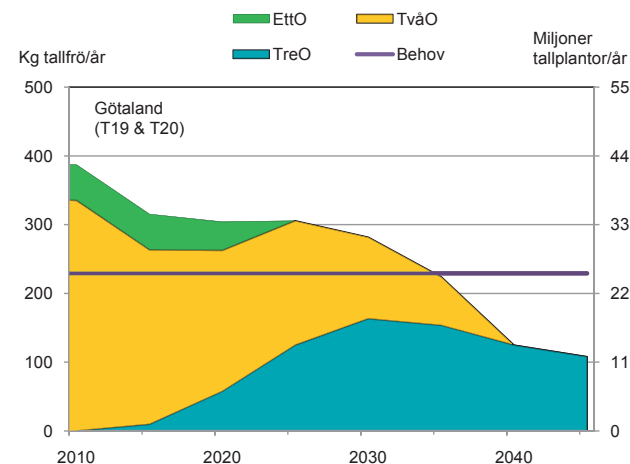
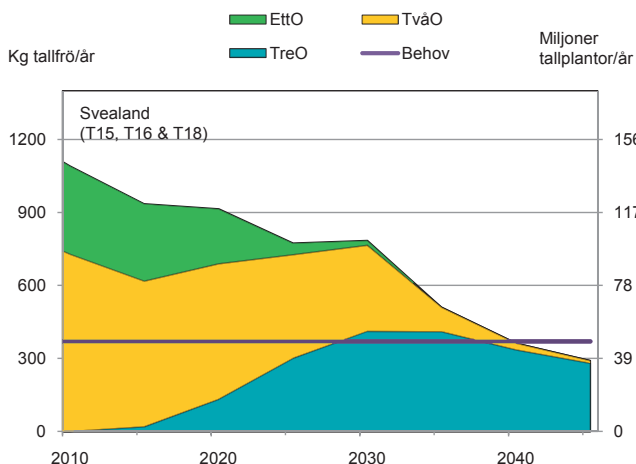
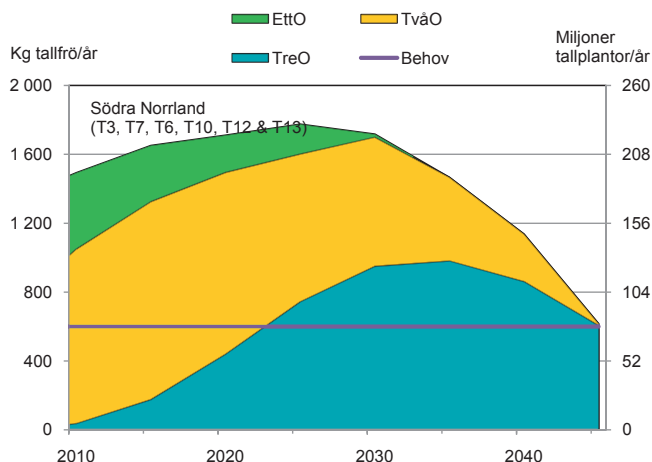
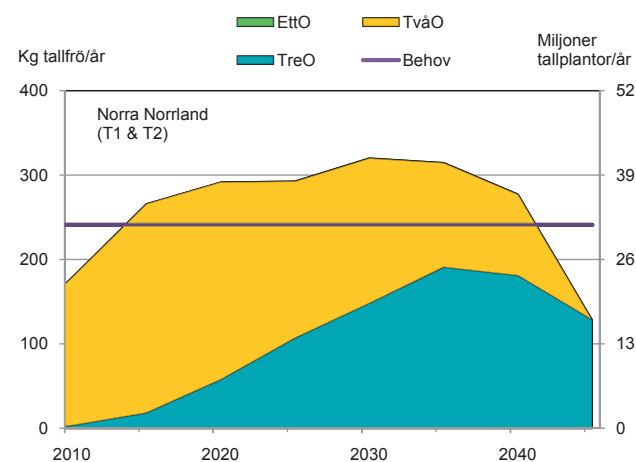
Balanser för tallplantagefrö fram till år 2050

Över- och underskott av plantagefrö för tall i hela Sverige fram till år 2050 vid normal intensitet på plantageskötseln

För tall råder det i nuläget brist på plantagefrö endast för två zoner, T1 och T2, i nordligaste Norrland (tabell 9). Den sammanlagda bristen i dessa zoner är i storleks-

ordningen 110 kg frö per år, vilket motsvarar drygt 14 miljoner plantor. För övriga zoner råder det ett överskott på plantagefrö (figur 32 och 33). Räknat på nationell nivå finns omkring en tredjedel, 32 %, av den nuvarande produktionskapaciteten i EttO-plantager med låg genetisk vinst.

För norra Sverige, zoner med lägre nummer än 16, är skogssådd en populär förnygringsmetod. Det finns klara fördelar med att använda plantagefrö vid skogssådd, varför en del av överskottet åtgår till detta.



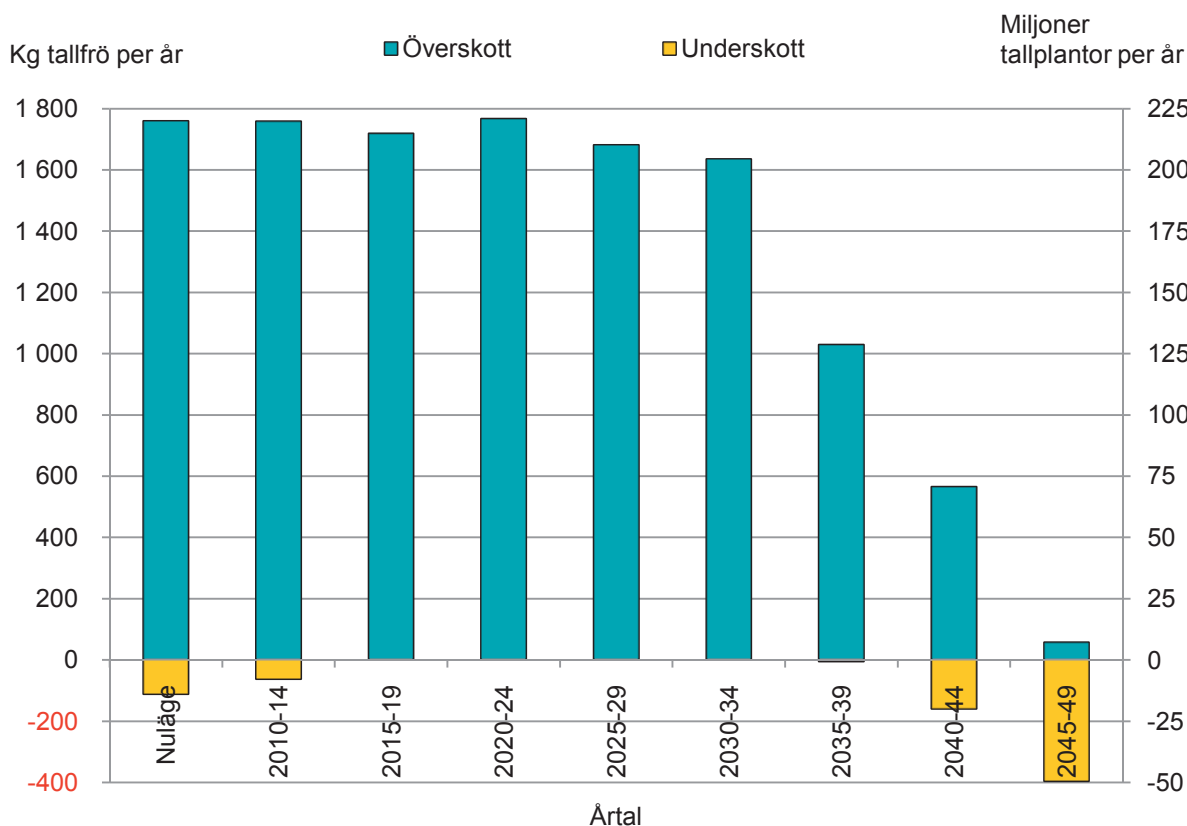
Figur 32.

Förväntad produktion i tallfröplantagerna för fyra olika grupper av zoner i bas-alternativet för perioden 2007 till 2049. Den blå linjen anger årligt fröbehov och de färgade fälten vilka plantageomgångar som svarar för produktionen respektive år. Y-axeln i diagrammets högra sida anger fröbehovet omräknat till miljoner plantor per år.

Tabel 9.

Beräknat årligt över- och underskott zonvis av frö från tallfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet, d.v.s. nuvarande skötselintensitet. Vid beräkning av totalt över- och underskott har hänsyn tagits till att eventuellt överskott av frö i en angränsande zon kan utnyttjas, tabell 4. Enhet är kilo frö per zon och år.

Zon	2007-09	2010-14	2015-19	2020-24	2025-29	2030-34	2035-39	2040-44	2045-49
1	-72	-46	13	33	22	44	47	47	-59
2	-41	-17	12	15	22	23	7	-30	-68
3	113	138	209	213	181	149	119	94	-40
6	122	80	81	108	141	91	88	72	-35
7	117	152	179	222	243	253	142	53	21
10	85	81	70	104	119	162	136	97	56
12	277	354	404	359	323	265	210	72	-25
13	57	74	100	94	150	181	140	112	11
15	354	311	254	241	212	216	98	48	15
16	292	264	214	208	171	183	113	40	13
18	182	146	98	96	22	16	-70	-95	-106
19 & 20	161	158	86	75	77	53	-5	-104	-121

**Figur 33.**

Över- och underskott av frö från tallfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet, d.v.s. nuvarande skötselintensitet. Att det finns både över- och underskott samtidigt beror på att vissa zoner har överskott på frö, medan andra har underskott.

Vid normal intensitet på plantageskötseln och förutsatt att utbyggnaden av tallplantager i TreO-programmet följer nuvarande planer kommer bristen att vara eliminerad i slutet av 2010-talet (figur 33).

Den överskottssituation som redan nu finns i de flesta zoner och som i slutet av 2010-talet råder i hela Sverige öppnar för möjligheter att öka ambitionsnivån i utnyttjandet av det förädlade skogsodlingsmaterialet. Den genetiska nivån hos frö för plantproduktion kan ökas genom särplockning i plantager. Vid särplockning skördas bara kottar från plantageträd av kloner med högst avelsvärden. En särplockning kan höja den genetiska vinsten i fröskörden med cirka 3-5 procentenheter.

Mot slutet av den studerade perioden börjar det sammanlagda underskottet att öka kraftigt, samtidigt som överskottet minskar rejält. Detta beror på att de plantager som nu är under anläggning inom TreO-programmet

då börjar tas ur drift av åldersskäl. För att motverka att denna situation uppkommer är det helt nödvändigt att under 2020-talet påbörja anläggning av de plantager som ska komma in i produktionsfas i början av 2040-talet. För zon 18 och 19 måste detta göras ännu tidigare.

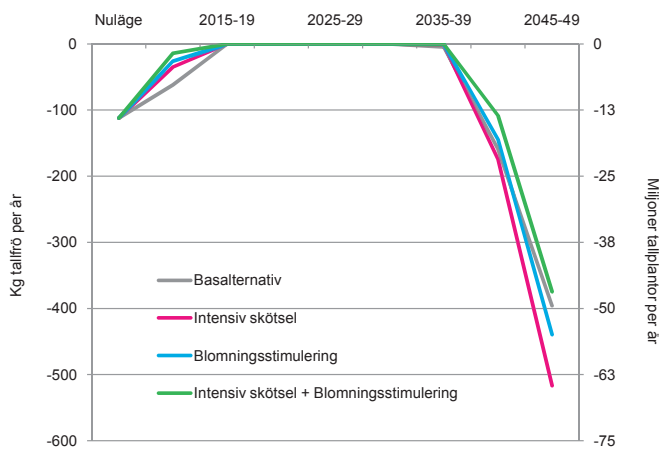
Effekter på kort sikt av produktionshöjande åtgärder i fröplantager

En intensivare plantageskötsel än i basalalternativet, skulle för närmaste femårsperiod kunna minska underskottet med 27 kg per år (tabell 10). Blomningsstimulering kan minska underskottet med 42 kg per år. Kombinerat de två åtgärderna är deras effekter multiplikativa varför den totala effekten är större än summan av de enskilda åtgärdernas effekt. Vid en kombination av intensivare skötsel och blomningsstimulering elimineras i stort sett underskottet redan under den första femårsperioden (figur 34).

Tabell 10.

Beräknat årligt underskott av frö från tallfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder. Vid beräkning av underskott har hänsyn tagits till att eventuellt överskott av frö i en angränsande zon kan utnyttjas, tabell 4. Enhet är kilo frö per år.

Skötselintensitet	Nuläge	2010–14	2015–19	2020–24	2025–29	2030–34	2035–39	2040–44	2045–49
Basalternativ	-112	-62	0	0	0	0	-5	-159	-396
Intensiv skötsel		-35	0	0	0	0	-2	-174	-517
Blomningsstimulering		-26	0	0	0	0	-47	-144	-440
Intensiv skötsel + Blomningsstimulering		-14	0	0	0	0	0	-109	-375



Figur 34.

Balans för frö från tallfröplantager för hela Sverige fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder. Vid beräkningar har hänsyn tagits till att eventuellt överskott av frö i en zon kan utnyttjas i en angränsande, tabell 4.

Vilken genetisk vinst kan uppnås i respektive plantagezon för tall

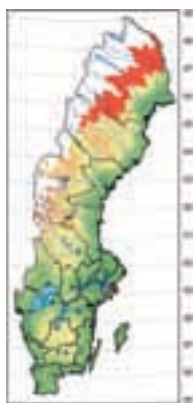
I zoner där det under vissa tidsperioder finns större produktionskapacitet än behov och den kapaciteten inte behöver utnyttjas för att täcka fröunderskott i närliggande zoner kan den genetiska nivån på det frö som används till plantproduktion ökas genom att enbart skörda de plantager som har det genetiskt bästa materialet. Här redovisas de genetiska vinstnivåer som uppstår när produktionen i plantager med lägst genetisk vinst successivt reduceras så att balans mellan fröbehov och produktion erhålls. Möjligheten finns att därutöver spetsa vinsten från en enskild plantage med ytterligare cirka 3-5 procentenheter genom att särplocka från de bästa träden inom plantagen. De skördade plantagerna förutsätts skötas med intensiv skötsel och blomningsstimulering. Som jämförelse redovisas den genetiska vinsten vid plockning av den totala produktionskapaciteten enligt basalternativet.

Zonvis behovstäckning och genetisk vinst för tall

För närvarande råder brist på plantagefrö av tall för plantodling bara i de två nordligaste tallzonerna. I övriga zoner där fröbehovet för plantodling är täckt är den intressanta frågan hur överskottet bäst utnyttjas för att ge så hög genetisk vinst som möjligt i plantodlingen. I denna optimering är produktionshöjande åtgärder intressanta tillsammans med åtgärder som t.ex. avveckling av gamla plantager och särplockning.

Plantagezon T1

För den nordligaste tallzonen T1 finns i dag ingen EttO-plantage i drift. Det finns en TvåO-plantage, 628 Alvik, anlagd för zonen och den är i början av sin produktionsfas. En TreO-plantage är planerad att anläggas år 2016. Då detta är den nordligaste och kärvaste zonen kan frö från angränsande zoner inte utnyttjas här. Basalternativet når full behovstäckning under slutet av 2010-talet men med produktionshöjande åtgärder i TvåO-plantagen kan full behovstäckning nås några år tidigare (figur 35). Nya plantager för zonen bör påbörjas i slutet av 2020-talet.



Ett problem för de kärvaste zonerna är att plantager inte kan anläggas inom dem då klimatet inte medger en tillräckligt hög och säker fröproduktion. I stället anläggs plantagerna i mildare klimatlägen, vilket medför en risk för sämre hårdighet genom inkorsning av vildpollen. Bakgrundspollineringen är högst då plantagen är ung och minskar då plantagens egen pollenproduktion ökar (se figur 7). Inkorsningen är dock ca 40 % även i en plantage med hög intern pollenproduktion. Hårdigheten för ett fröparti kan bestämmas genom frystest. TvåO-plantagerna för zonerna T1 och T2 är anlagda utanför Umeå. Frystester av de senaste årens fröskördar från T1- och T2-plantagerna visar att de ännu inte är fullt hårdiga för att använda inom dess tänkta användningsområde (tabell 11).

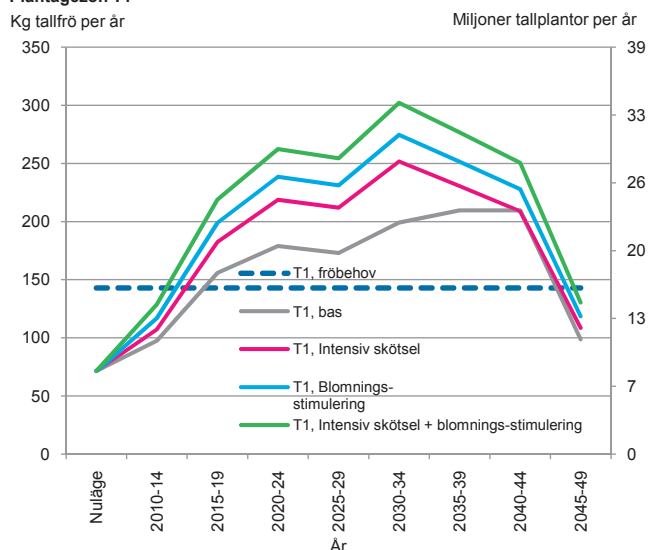
Tabell 11.

Resultat från frystest av fröskördar 2003 – 2007 i TvåO-plantagerna för plantagezonerna T1 och T2. Värdet anger den breddgrad hos beståndsfrö som har samma hårdighet hos som plantagefröet.

Plantage	Skördeår					Önskvärd hårdighet
	2003	2004	2005	2006	2007	
626 Alvik (T1)	67,8	66,6	67,2	67,3	67,1	> 68,5
627 Alvik (T2)	67,0	65,9	–	66,0	67,8	> 67,5

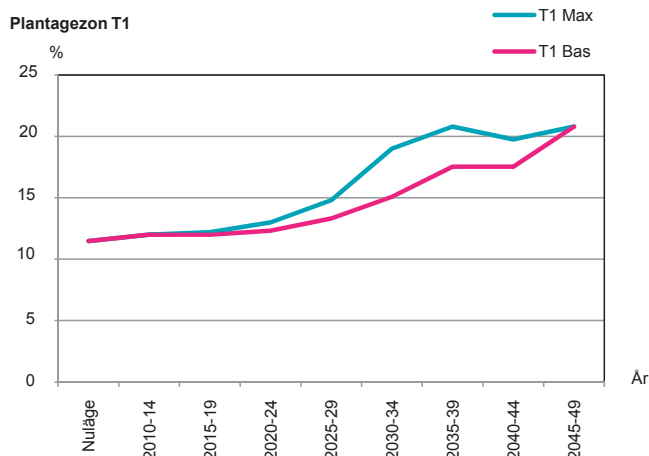
I zon T1 kan den genetiska vinsten ökas från början av 2020-talet då den nya TreO-plantagen börjar ge skörd (figur 36). Genom att från 2020-talet successivt fasa ut fröplantage 626 Alvik kan den genetiska vinsten ökas med ca 1 procentenhet under 2020-talet och med 4

Plantagezon T1



Figur 35.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T1 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.



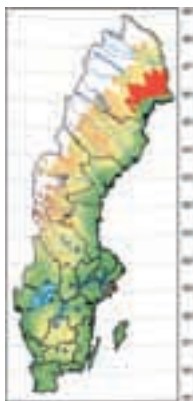
Figur 36.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T1 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T1 Max. Linjen T1 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

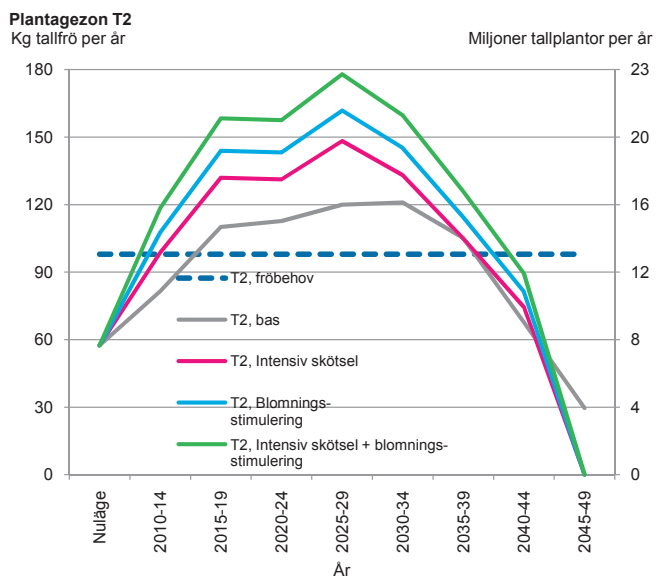
procentenheter under 2030-talet. En viss ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan möjlig under 2010-talet genom särplockning inom plantage 626 Alvik och senare i ny T1:a i TreO-programmet som anläggs 2015.

Plantagezon T2

För zon T2 finns i dag ingen EttO-plantage i drift. Det finns en TvåO-plantage, 627 Alvik från vilken 50 % av skörden beräknas kunna användas i zonen. En TreO-plantage, T2 Långnäs, är anlagd år 2007. Då detta är en av de nordligaste och kärvaste zonerna kan frö från angränsande zoner inte utnyttjas här. Basalternativet når full behovstäckning under slutet av 2010-talet men med produktionshöjande åtgärder i TvåO-plantagen kan full behovstäckning nås några år tidigare (figur 37). Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

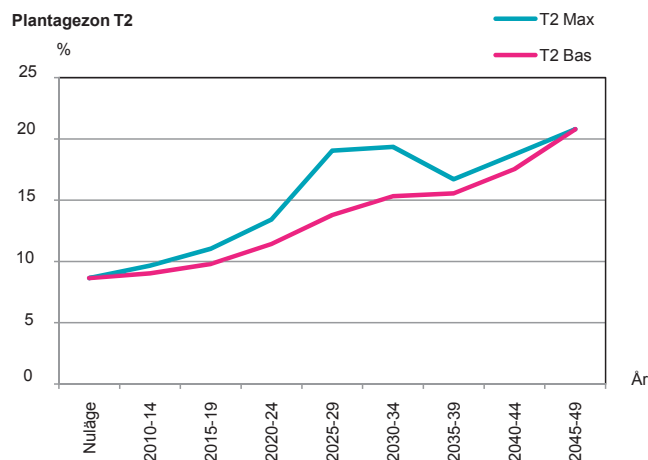


I zon T2 kan den genetiska vinsten ökas från början av 2020-talet då den nya TreO plantagen T2 Långnäs börjar ge skörd (figur 38). Genom att från 2010-talet successivt minska skörden i 627 Alvik kan den genetiska vinsten ökas med ca 1 procentenhet under 2010-talet och 3-4 procentenheter under 2020- och 2030-talet. En viss ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter kan åstadkommas redan under 2010-talet genom särplockning inom Alvikplantagen och senare i TreO-plantagen.



Figur 37.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T2 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.



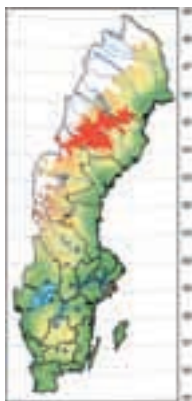
Figur 38.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T2 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T2 Max. Linjen T2 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

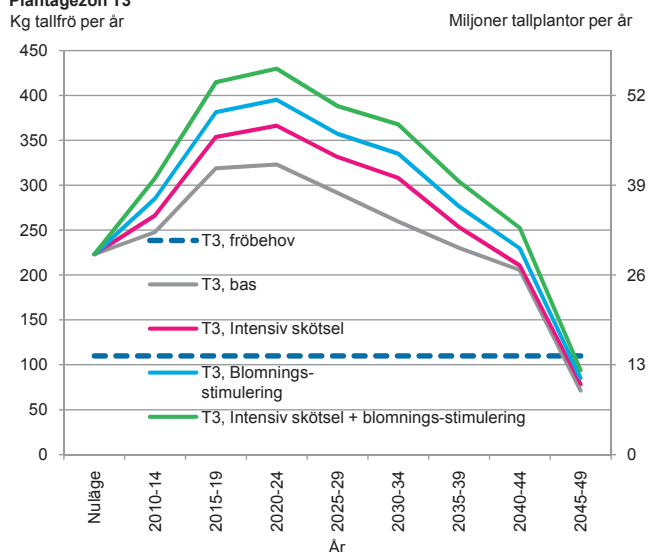
Plantagezon T3

För zon T3 är EttO-plantagerna 1 Skaholma och 123 Klocke fortfarande i drift, och utnyttjas till 25 respektive 100 i zonen. TvåO-plantagerna T5 och T6 Pålberget samt 626 Alvik utnyttjas till 50 % i zonen. En TreO plantage är planerad att anläggas år 2015. Vid brist alternativt överskott kan ett visst utbyte ske zonerna T2 och T7. Att frö från plantage 626 Alvik utnyttjas i zonen beror på hög bakgrundspollinering med sydligt pollen i plantagen (tabell 11). Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2044 (figur 39). Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

I zon T3 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fasa ut EttO-plantagerna och successivt även TvåO-plantagerna (figur 40). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 2 procentenheter under 2010-talet, 3 under 2020-talet och med 6 procentenheter under 2030-talet. En viss ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.

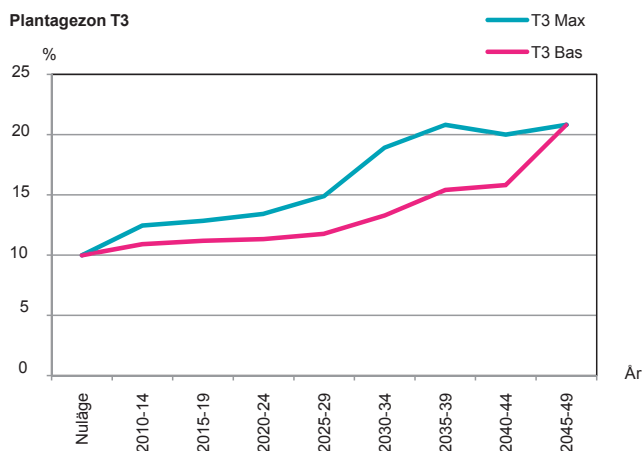


Plantagezon T3
Kg tallfrö per år



Figur 39. Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T3 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T3

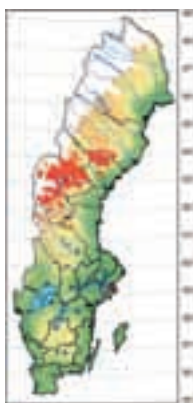


Figur 40.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T3 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T3 Max. Linjen T3 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

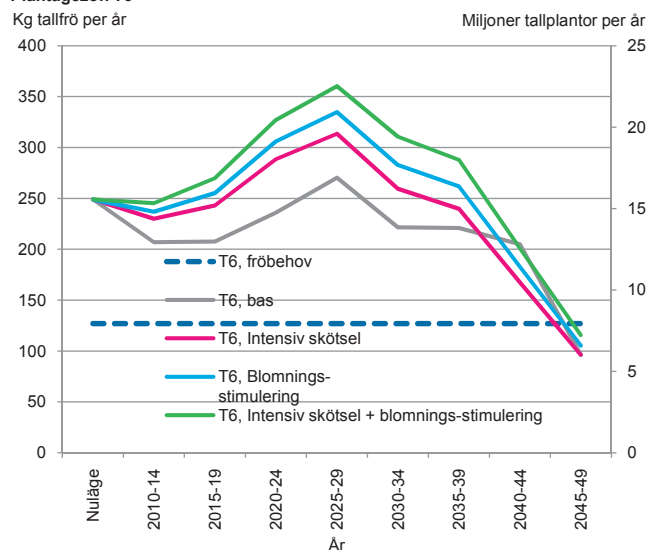
Plantagezon T6

För zon T6 kan EttO-plantagerna 1 Skaholma (75 %), 4 Skatan (100 %), 10 Östteg (75 %), 125 Våge (100 %), 401 Hortlax (100 %) och 406 Bogrun- det (60 %) utnyttjas. TvåO-plantagen 623 Pålberget utnyttjas till 50 % i zonen. En TreO-plantage är planerad att anläggas år 2013. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T7 och T10. Att frö från plantage 626 Alvik utnyttjas i zonen beror på hög bakgrundspollinering med sydligt pollen i plantagen (tabell 11). Basalternativet ger full behovstäckning fram till 2044 (figur 41). Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.



I zon T6 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut EttO- och TvåO-plantagerna (figur 42). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 3 procentenheter under 2010-talet, 6 under 2020-talet och med 2 procentenheter under 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.

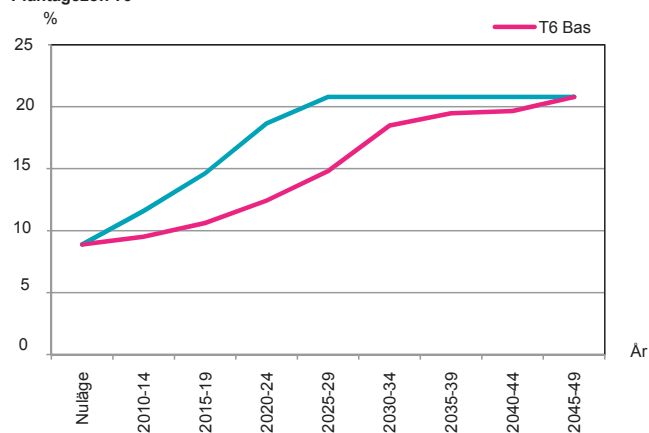
Plantagezon T6



Figur 41.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T6 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T6



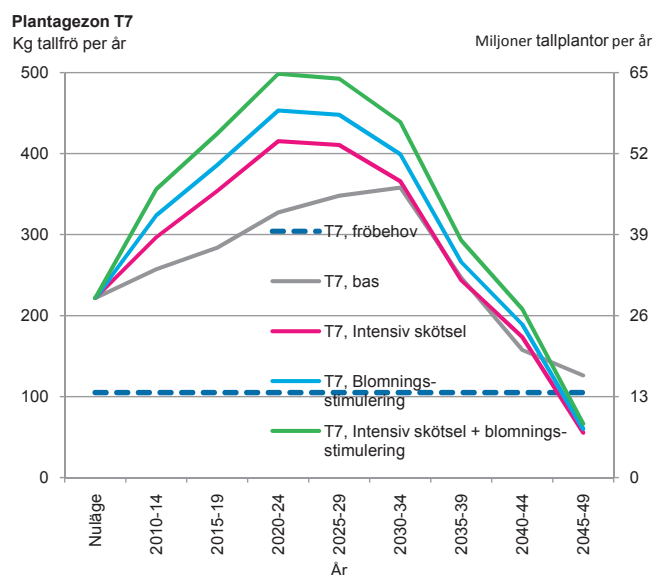
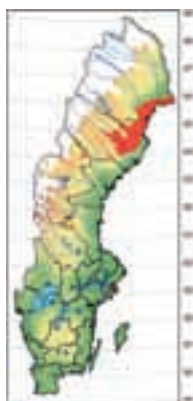
Figur 42.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T6 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T6 Max. Linjen T6 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

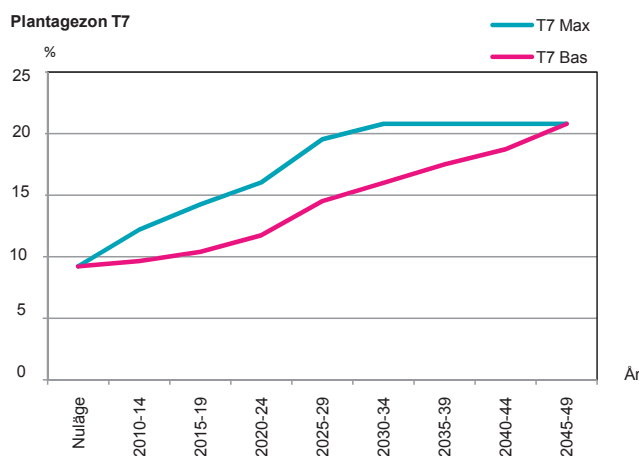
Plantagezon T7

För zon T7 finns ingen EttO-plantage. TvåO-plantagerna 609 Moliden (100 %), 623 Pålberget (50 %) och 627 Alvik (50 %) utnyttjas. En TreO-plantage, Sand, är anlagd 2010 och beräknas komma i produktion under 2020-talet. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T3 och T6. Att frö från plantage 627 Alvik utnyttjas i zonen beror på hög bakgrundspollinering med sydligt pollen i plantagen. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2047 (figur 43). Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

I zon T7 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut TvåO-plantagerna (figur 44). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 3 procentenheter under 2010-talet, 5 under 2020-talet och med 4 procentenheter under 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.



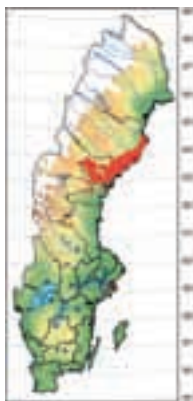
Figur 43. Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T7 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.



Figur 44. Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T7 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T7 Max. Linjen T7 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

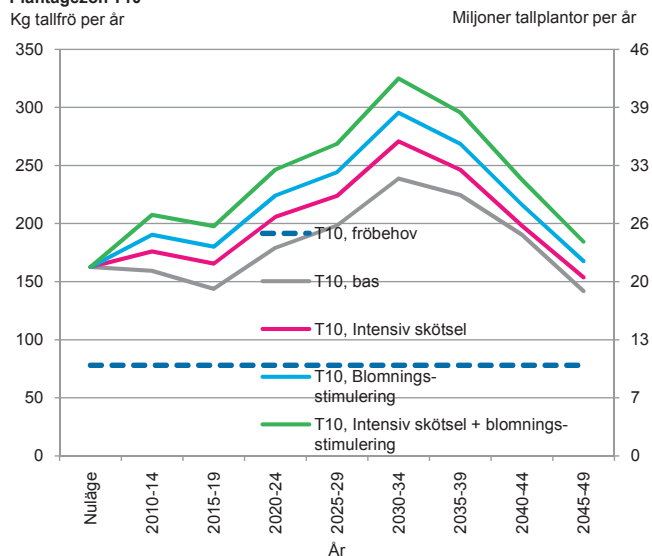
Plantagezon T10

För zon T10 kan EttO-plantagerna 18 Brån (50 %) och 886 Robertsfors (100 %) utnyttjas. TvåO-plantagen 619 Slåttholmen (100 %) och 625 Dal (25 %) kan även nyttjas i zonen. Två nya TreO-plantager är planerade att anläggas år 2012 och 2014. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T6 och T12. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2052 (figur 44). Nya plantager för zonen bör påbörjas under början av 2030-talet.



I zon T10 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fasa ut EttO-plantagerna och därefter successivt även TvåO-plantagerna (figur 46). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 4 procentenheter under 2010 och 2020-talet och 2 procentenheter under 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.

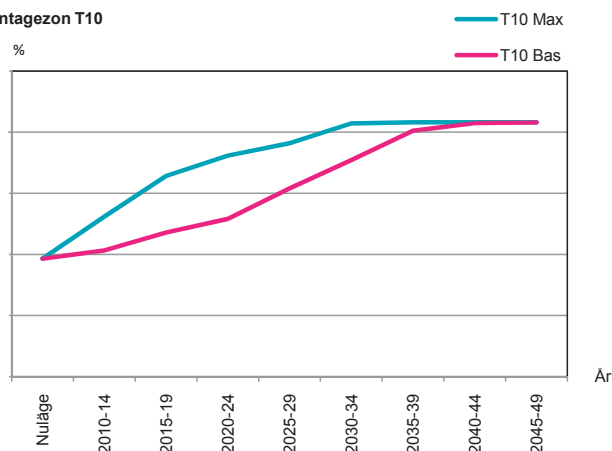
Plantagezon T10



Figur 45.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T10 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T10



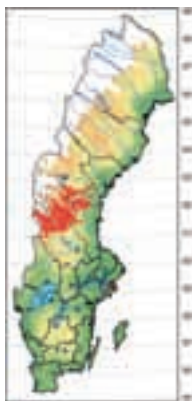
Figur 46.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T10 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T10 Max. Linjen T10 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

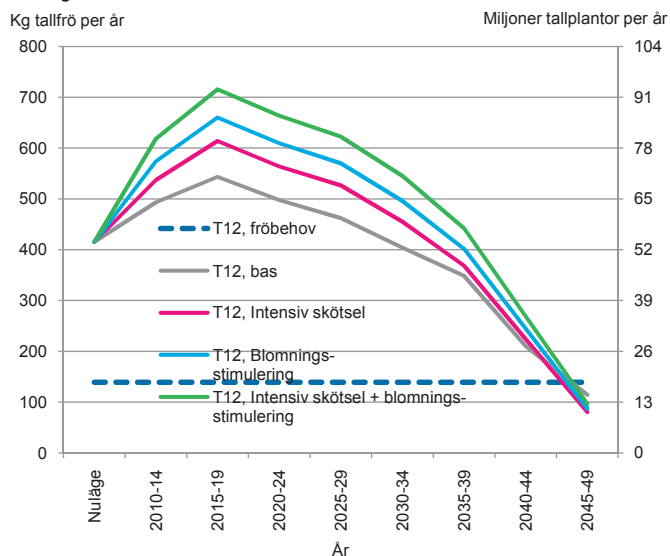
Plantagezon T12

För zon T12 kan EttO-plantagerna 10 Östteg (25 %), 129 Pattorp (100 %), 402 Alnön (100 %), 403 Nedansjö (50 %), 405 Sör Nedsansjö (100 %), 406 Bogrundet (40 %), 412 Domsjöänget (100 %) och 433 Tällby (33 %) utnyttjas. TvåO-plantagerna 402 Alnön (100 %), 403 Nya Nedansjö (50 %), 620 Gnarp (80 %), 621 Västerhus (100 %), 624 Köpmanholmen (100 %) och 625 Dal (75 %) kan även utnyttjas i zonen. Två nya TreO-plantager, Gnarp och Västanå anläggs under 2011 och beräknas komma i produktion i slutet av 2020-talet. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T10 och T13. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2044 (figur 47). Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

I zon T12 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fasa ut EttO-plantagerna och därefter successivt även TvåO-plantagerna (figur 48). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 5 procentenheter under 2010-talet, 4 under 2020-talet och med 3 procentenheter under 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.

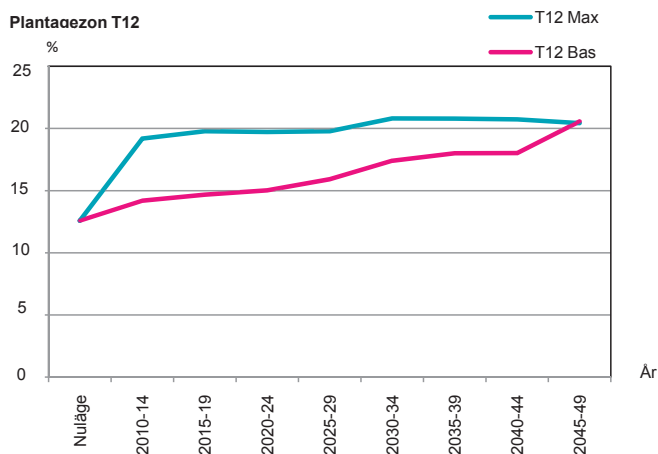


Plantagezon T12



Figur 47.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T12 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.



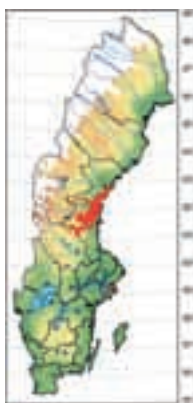
Figur 48.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T12 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T12 Max. Linjen T12 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

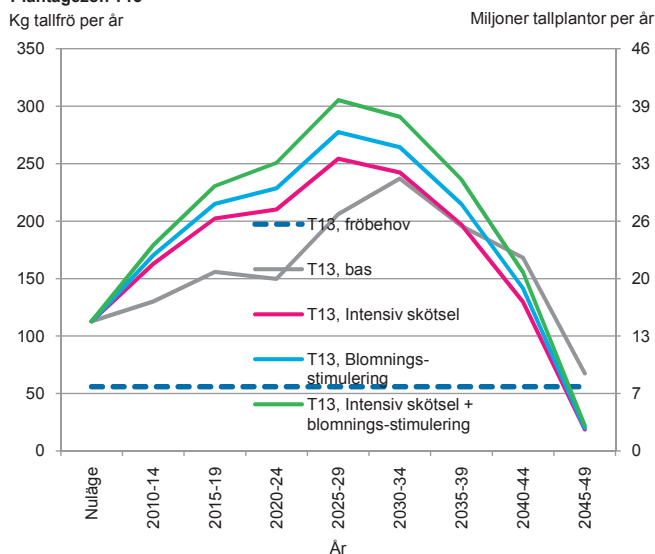
Plantagezon T13

För zon T13 kan EttO-plantagerna 18 Brån (50 %), 22 Åsäng (100 %), 411 Domsjöänget (100 %) och 433 Tällby (33 %) utnyttjas i zonen. TvåO-plantagen 606 Sollerön (20 %) kan även utnyttjas. Nya TreO-plantager, T13 Sönersta och T13 Njuparna anläggs år 2004 respektive 2008. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T12 och T15. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2048 (figur 49). Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

I zon T13 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut EttO- och TvåO-plantagerna (figur 50). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 4 procentenheter under 2010-talet och 2 procentenheter under 2020-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.



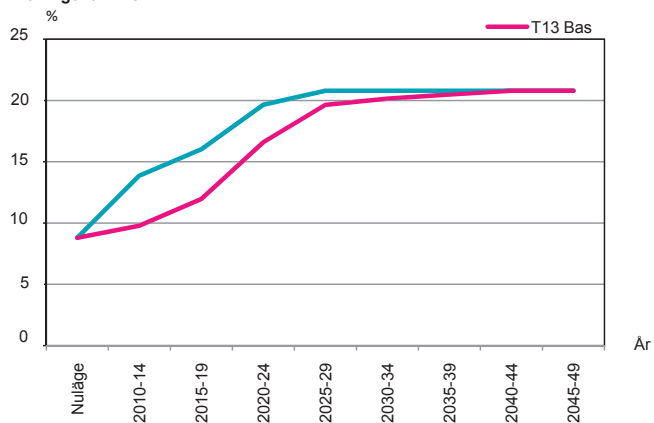
Plantagezon T13



Figur 49.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T13 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T13



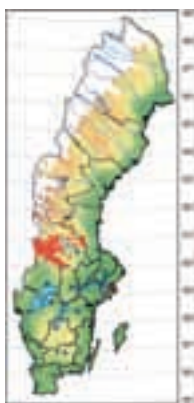
Figur 50.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T13 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T13 Max. Linjen T13 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

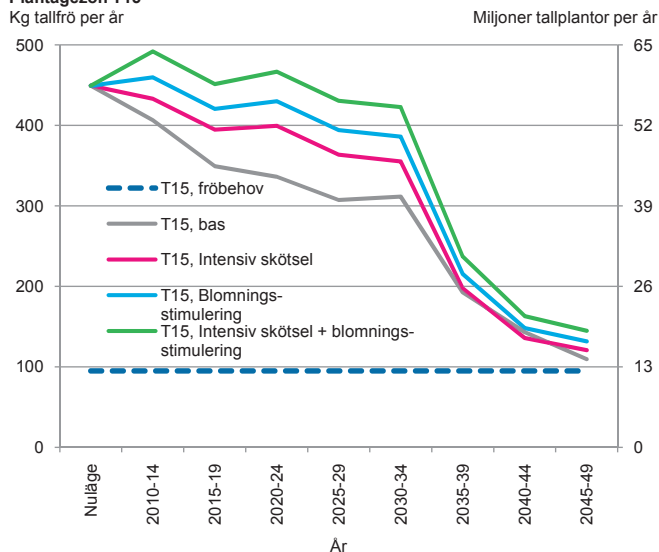
Plantagezon T15

För zon T15 kan EttO-plantagerna 28 Solvarbo (100 %), 29 Grånäs (50 %), 403 Nedansjö (50 %), 433 Tällby (33 %), 451 ör Amsberg (100 %), 494 Borgvik (100 %) utnyttjas. TvåO-plantagerna 403 Nya Nedansjö (50 %), 603 Lycksta (75 %), 616 Sollerön (60 %), 617 Äxuln (75 %) och 620 Gnarp (20 %) kan även nyttjas i zonen. En TreO-plantage är planerad att anläggas 2012. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T13 och T16. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2052 (figur 51). Nya plantager för zonen bör påbörjas under början av 2030-talet.

I zon T15 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut EttO- och TvåO-plantagerna (figur 52). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 5 procentenheter under 2010-talet, 5 under 2020-talet och med 4 procentenheter under 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.



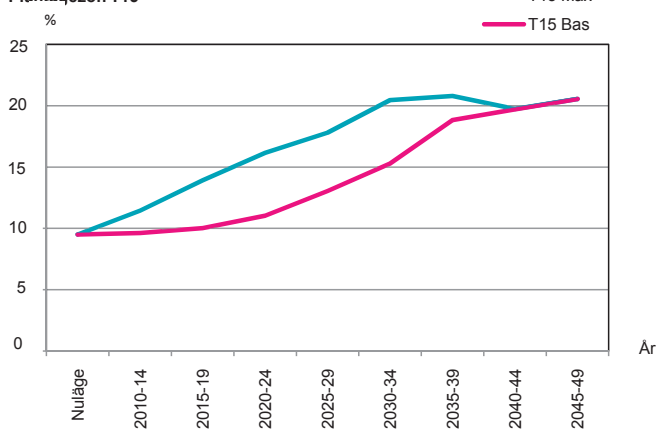
Plantagezon T15



Figur 51.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T15 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T15



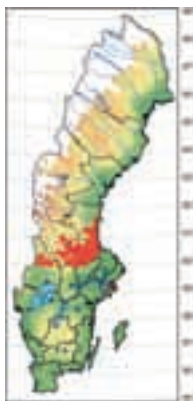
Figur 52.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T15 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T15 Max. Linjen T15 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

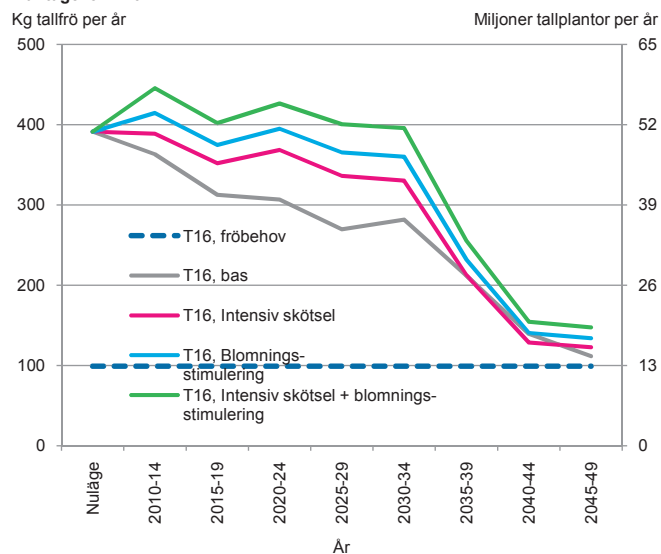
Plantagezon T16

För zon T16 kan EttO-plantagerna 24 Long (100 %), 36 Yttermyra (100 %), 40 Dömle (50 %), 42 Påarp (25 %) och 441 Nevsön (75 %) utnyttjas. TvåO-plantagerna 603 Lycksta (25 %), 610 Hade (100 %), 612 Örberga (60 %), 616 Sollerön (20 %), 617 Åxuln (25 %) och 628 Drögsnäs (50 %) kan även utnyttjas i zonen. Nya TreO-plantager är planerade att anläggas år 2012. Vid brist alternativt överskott kan visst utbyte ske med plantagezonerna T15 och T18. Basalternativet ger full behovstäckning fram till 2052 (figur 53). Nya plantager för zonen bör påbörjas under början av 2030-talet.

I zon T16 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fasa ut EttO-plantagerna och därefter successivt även TvåO-plantagerna (figur 54). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 4-5 procentenheter under 2010 till 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.



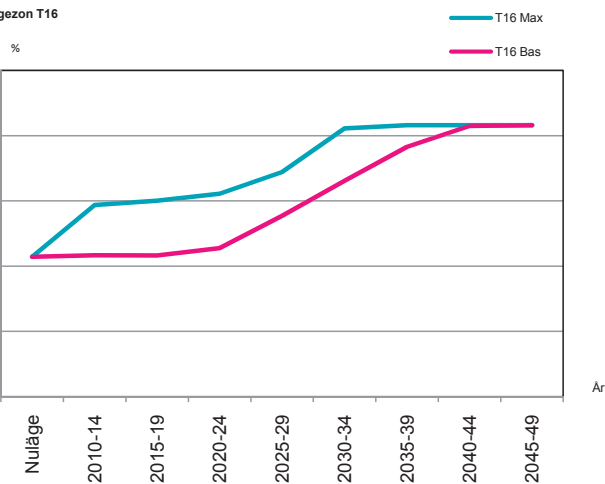
Plantagezon T16



Figur 53.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T16 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T16

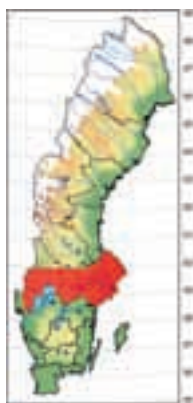


Figur 54.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T16 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T16 Max. Linjen T16 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

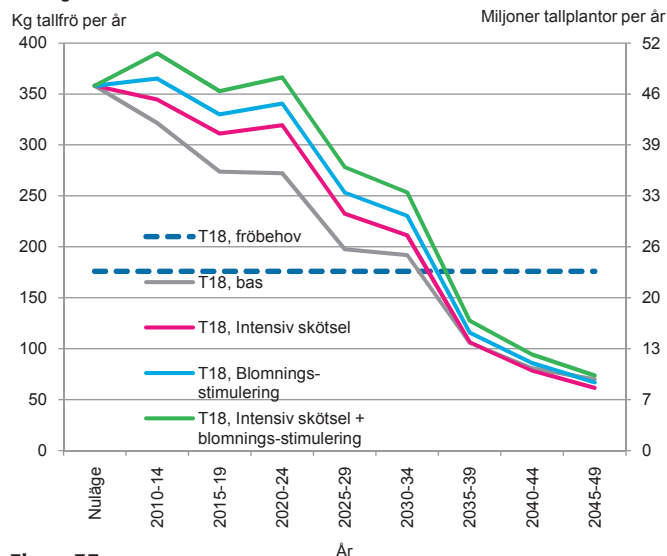
Plantagezon T18

För zon T18 kan EttO-plantagerna 29 Grånäs (50 %), 40 Dömle (50 %), 42 Påarp (75 %), 45 Saleby (50 %) och 441 Nevsön (25 %) utnyttjas. TvåO-plantagerna 601 Almnäs (100 %), 602 Mosås (100 %) och 628 Drögsnäs (50 %) kan även utnyttjas i zonen. En ny TreO-plantage, T18 Långtora, är planerad att anläggas 2011. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2034 (figur 55). Nya plantager för zonen bör påbörjas under första halvan av 2020-talet.



I zon T18 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fasa ut EttO-plantagerna och därefter successivt även TvåO-plantagerna (figur 56). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 2 procentenheter under 2010-talet, 3 under 2020-talet och med 1 procentenhet under 2030-talet. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan möjlig nu genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.

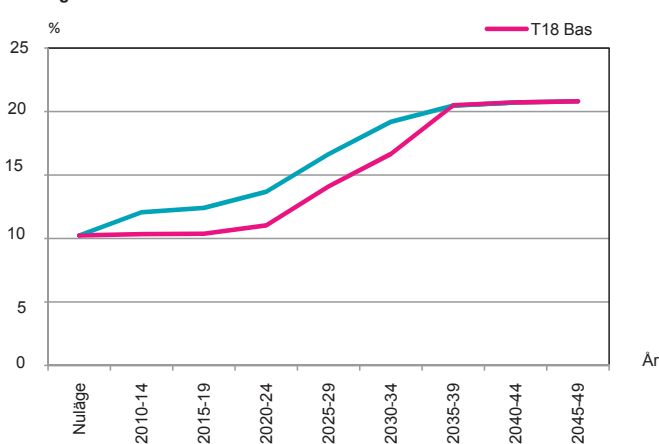
Plantagezon T18



Figur 55.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T16 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T18



Figur 56.

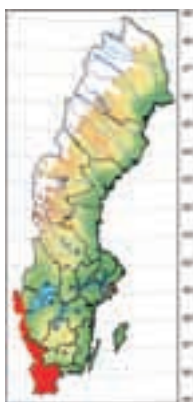
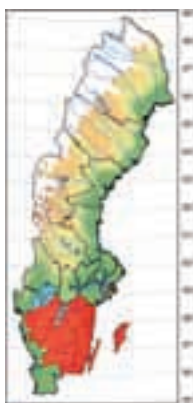
Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T16 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T16 Max. Linjen T16 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

Plantagezon T19 och T20

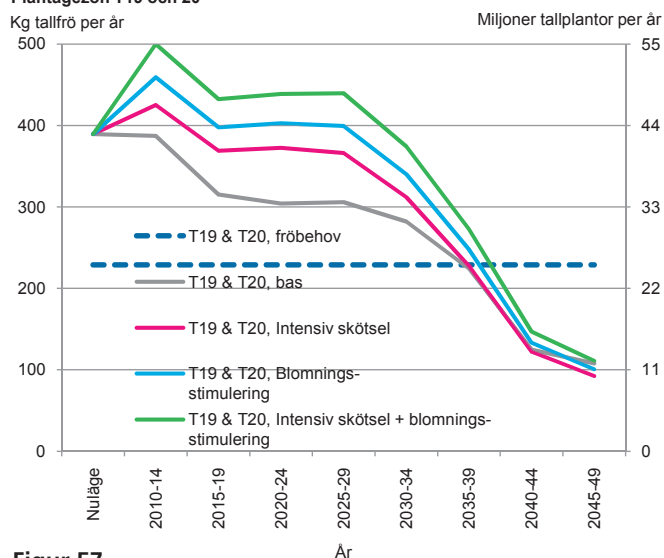
Zonerna T19 och T20, som täcker Götaland, behandlas här tillsammans då plantageägarna i sin planering ser deras områden som en fröförsörjningszon. Den tidigare uppdelningen i en östlig och en västlig zon har inte heller något starkt stöd i nyare studier av genotyp-miljösamspel hos tall i södra Sverige (Hannrup m.fl., 2008).

För zonerna kan EttO-plantagerna 45 Saleby (50 %), 59 Albjershus (100 %) och 98 Skogsgård (100 %) utnyttjas. TvåO-plantagerna 604 Lilla Istad (100 %), 606 Gotthardsberg (100 %), 59 Albjershus (100 %) och 611 Asarum (100 %) kan även användas i zonen. Nya TreO-plantager är planerade att anläggas år 2010 och 2013. Basalternativet ger full behovstäckning fram till mitten av 2030-talet (figur 57). Nya plantager för zonerna bör påbörjas under första halvan av 2020-talet.

I zonerna kan den genetiska vinsten ökas genom att fasa ut EttO-plantagerna och successivt även TvåO-plantagerna (figur 58). Därigenom kan den genetiska vinsten ökas från början av 2020-talet med omkring 1 procentenhet och under 2020-talet och början av 2030-talet med omkring 2 procentenheter. En ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan nu möjlig genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.



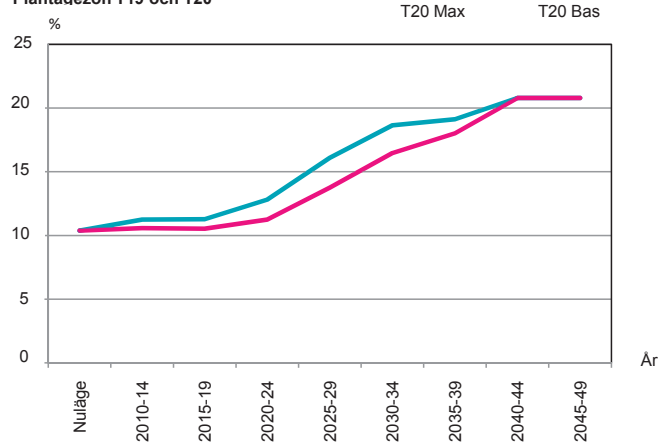
Plantagezon T19 och 20



Figur 57.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T19 och T20 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

Plantagezon T19 och T20



Figur 58.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T19 och T20 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T19 & T20 Max. Linjen T19 & T20 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

Hinder för att använda produktionshöjande åtgärder i fröplantager och vegetativ förökning

Intensivare plantageskötsel

En intensivare skötsel med en mer aktiv ogräsbekämpning, gödsling, beskärning och gallring, kräver mer personella resurser, vilket tar tid att anskaffa och utbilda. I övrigt finns inga hinder för att omedelbart öka intensiteten än ekonomiska, d.v.s. frågan om produktionsökningen är tillräckligt stor för att bära plantageägarens ökade kostnader.

Blomningsstimulering

I nuläget finns ingen produkt innehållande gibberellin A₄ och A₇ godkänd i Sverige och inte heller någon ansökan om godkännande under behandling. För att kunna använda blomningsstimulering med gibberellin A₄ och A₇ i fröplantager i Sverige krävs att någon tillverkare tar fram en produkt som godkänns och registreras hos Kemikalieinspektionen för användningsområdet fröplantager.

Gibberellin A₄ och A₇ ingår i det s.k. översynsprogrammet för Växtskyddsmedelsdirektivet (91/414/EEC) inom EU och Ständiga kommittén för livsmedelskedjan och djurhälsa röstade för upptag av dessa ämnen på listan i bilaga 1 i oktober 2008. Att ämnena (gibberellin A₄ och A₇) är upptagna i bilaga 1 innebär att Kemikalieinspektionen kan godkänna produkter för användning på den svenska marknaden förutsatt att en ansökan till myndigheten görs om godkännande som innehåller dokumentation som täcker kraven i 91/414 för produkten och dess användningsområde.

Produkter med gibberellin A₄ och A₇ används inom fruktodlingen inom EU för att minska bildning av skorv på fruktskalet och för att minska risken för att frukten spricker. Det ger också en högre fruktsättning. Gibberellinprodukterna appliceras i fruktodlingarna genom att frukträden besprutas i slutet av blomningen. Behandlade frukter är äpple, päron och körsbär. Produkter för detta ändamål finns godkända inom EU i Belgien, Frankrike, Tyskland, Grekland, Ungern, Italien, Spanien och Storbritannien.

Genom att det finns produkter med den aktiva substansen godkända för andra användningsområden i en

rad EU-länder bör det mesta av den dokumentation som är nödvändig för en produktregistrering för användning i fröplantager redan vara framtagen av de tillverkande företagen. En registrering av en produkt för användning i fröplantager bör därför vara möjlig och en process för att få fram en registrerad produkt har påbörjats av de svenska plantageintressenterna.

Insektskontroll

Det enda preparat som i dag är tillåtet att använda i fröplantager är *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* x *kurstaki* (Btk). Det är ett biologiskt preparat som säljs under produktnamnet Turex® 50 WP. För att en besprutning ska vara effektiv krävs att den utförs vid de rätta tidpunkterna under blommornas/kottarnas utveckling och vid rätt väderlek. Varje besprutningsaggregat kan därför bara användas i ett mindre antal plantager som är lokaliserade nära varandra. Det finns i dagsläget bara en utrustning i Sverige som är lämpliga för att bespruta plantagetrad med Btk. För att ha beredskap att behandla alla plantager skulle det behövas uppskattningsvis 8-10 stycken utrustningar i landet. En traktordragen fläktspruta lämplig för denna besprutning kostar omkring 100 000 kr. Det behövs också utbildad personal som finns lokalt för att kunna utföra behandlingarna vid rätt tidpunkt.

Forskning kring effekten av att använda systemiska insekticider för att minska skadorna av insekter på fröskörden pågår. Om effektiva preparat och behandlingsmetoder utvecklas så måste en produkt godkännas och registreras för användning i fröplantager innan de kan tas i bruk.

Vegetativt förökade plantor

Vegetativ förökning med sticklingar är ännu inte utvecklad för operativ användning på tall, så av våra barrträd är det bara aktuellt för gran. Den vanligaste metoden, bulksticklingar, har en inbyggd tröghet i produktionen som gör att det tar cirka 4-8 år från sådd av moderplantor tills man har sticklingar för plantering i skogen. Detta är ett problem i planeringen i plantskolorna. En tänkbar uppföringsgång är att börja med att odla moderplantor i två år, sedan klipps ris som rotas och odlas. Dessa första sticklingar används för att uppföra antalet moderplantor. När moderplantorna har vuxit i två år kan ris klippas och användas till stickning av produktionsomgången av sticklingar. Dessa odlas sedan i två år innan de är leve-

ransklara. Totalt kan man med detta uppförknings sätt räkna med att producera omkring 200 sticklingar per fröplanta.

Det allt överskuggande problemet med sticklingar är att det ingår många manuella moment som har visat sig svåra att mekanisera. Detta gör att kostnaden för att producera en stickling blir högre än för en fröplanta. En tumregel är att sticklingen blir dubbelt så dyr. Även om kalkyler visar att den högre produktionen p.g.a. högre genetisk vinst väger upp den högre kostnaden har det varit svårt att övertyga plantköparna om detta. Viktigt här är att ha demonstrationsskogar där skogsägaren kan se vinsten med egna ögon. På senare tid har en viss ändring i attityd kunna skönjas och t.ex. Södra Odlarna AB håller nu på att bygga upp en sticklingsproduktion på cirka 1,5 miljoner sticklingar per år, vilket de tror sig kunna nå omkring år 2014.

En del plantskolor har plantodlingssystem som visat sig vara mindre lämpliga för odling av sticklingar. Om sticklingar ska odlas vid dessa plantskolor så måste de antingen byta odlingssystem eller anskaffa ett separat system för sticklingproduktionen. Båda alternativen medför kostnader och problem för plantskolan.

Somatisk embryogenes har en betydligt bättre förökningspotential än sticklingar, men är fortfarande i ett utvecklingsskede vad gäller effektiv plantproduktion. En snabb utveckling av denna metod skulle ge helt andra möjligheter för försörjningen av förädlade skogsplantor.

Utländskt plantagefrö

Från medlemsländer i EU råder inga restriktioner vad avser införsel av frö, så länge som erforderlig dokumentation finns. EU-länder som kan vara intressanta att importera plantagefrö av gran från är de baltiska länderna. Baltiska plantagematerial ingår i odlingstester som drivs av Skogforsk och som anlades 2002 (Karlsson, B. 2009). Resultat från dessa visar att de uppvisar likartade egenskaper som plantagematerial från svenska EttO-plantager.

EU:s råd antog ett beslut den 16 december 2008 om regler som gäller vid import av skogsodlingsmaterial från tredje länder vilka är anslutna till OECD:s system för skogsfrö och skogsplantor. De länder som omfattas av beslutet är Kanada, Kroatien, Norge, Serbien, Schweiz, Turkiet och Förenta staterna. Handel med dessa länder gäller tills vidare. Av dessa länder är det inget som är intressant för import av plantagefrö av gran. Norge skulle kunna vara tänkbar, men vi har ingen kunskap om hur deras plantagematerial fungerar under svenska förhållanden.

EU-kommissionen antog ett beslut den 23 december 2008 om import av skogsodlingsmaterial från tredje land vilka inte är anslutna till OECD-schemat. De länder som omfattas är Vitryssland, Bosnien och Hercegovina, f.d. Jugoslaviska republiken Makedonien och Nya Zeeland. Handeln med dessa länder avser vissa arter och provenienser, exempelvis gran från Vitryssland, och gäller till och med den 31 december 2014. Av dessa är det framförallt Vitryssland som är av intresse för import av plantagefrö av gran. Härifrån finns en plantage som också ingår i de odlingstester som Skogforsk anlade 2002, och där uppvisar även den likartade egenskaper som plantagematerial från svenska EttO-plantager.

Slutsatser

- Det är störts brist på förädlat plantmaterial av gran.
- Bristituationen kommer med nuvarande intensitet i plantageskötsel och planerad nyanläggning att bestå fram till 2030-talet.
- Försörjningsläget för gran kan på kort sikt förbättras genom intensivare plantageskötsel, blomningsstimulering och bekämpning av fröförstörande insekter.
- Bristen på förädlat plantmaterial av gran kan också minskas genom vegetativ uppförökning av högförelade fröpartier.
- För tall är det bara i de nordligaste zonerna det råder brist på plantagefrö för plantproduktion.
- Då frööverskott råder kan den genetiska vinsten i det producerade plantematerialet ökas genom att fasa ut plantager med lägst genetisk vinst, alternativt särplocka plantageträden med högst genetisk vinst.

Referenser

- Almqvist, C. 2007. Practical use of GA4/7 to stimulate flower production in *Picea abies* seed orchards in Sweden. In Lindgren, D. (editor). Proceedings of a Seed Orchard Conference, Umeå, 26-28 September, 2007. 16–24.
- Almqvist, C., Simonsen, R., Wennström, U. & Rosenberg, O. 2008. Granfröplantagerna – en guldgruva för skogsbruket. Resultat nr 3, 2008. Skogforsk.
- Andersson, B., Elfving, B., Persson, T., Ericsson, T. & Kroon, J. 2007. Characteristics and development of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 37(1): 84–92.
- Anon. 2006. På väg mot ett oljefritt samhälle. Kommissionen mot oljeberoende. Regeringskansliet. 67 s.
- Anon. 2007. En skogspolitik i takt med tiden. Regeringens proposition 2007/08:108. Regeringskansliet. 142 s.
- Anon. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08. Rapport 25. Skogsstyrelsen.
- Hannerz, M., Eriksson, U., Wennström, U. & Wilhelmsson, L. 2000. Tall- och granfröplantager i Sverige – en beskrivning med analys av framtida fröförsörjning. Redogörelse nr 1, 2000. Skogforsk.
- Hannerz, M., Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. 2001. Pine weevil (*Hyllobius abietis*) damage to cuttings and seedlings. *For Ecol Manage* 160:11-17
- Hannrup, B., Jansson, G. & Danell, Ö. 2008. Genotype by environment interaction in *Pinus sylvestris* L. in southern Sweden. *Silvae Genetica* 57(6):306-311.
- Jansson, G. 2007. Gains from selecting *Pinus sylvestris* in southern Sweden for volume per hectare, *Scand. J. For. Res.*, 22(3), 185–192.
- Jansson, G., Danell, Ö. & Stener, L.-G. 1998. Correspondence between single-tree and multiple-tree plot genetic test for production traits in *Pinus sylvestris*. *Can. J. For. Res.*28(3): 450–458.
- Karlsson, B. 2009. Resultat från en försöksserie med frökällor av gran med varierande ursprung och genetisk nivå 6 år efter plantering. Manuskript. Skogforsk.
- Remröd, J., Lundell, S., Pettersson, W. & Rosvall, O. 2003. Svenska skogsfröplantager 2020 – Nationell plan för 3:e omgången fröplantager i Sverige. Arbetsrapport nr 548. Skogforsk.
- Rosenberg, O., Löfstedt, C. & Weslien, J. 2009. Fjärilsdofter i fröplantager kan ge oss mer förädlad granfrö. Resultat nr 19 2009. Skogforsk.
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Redogörelse nr 1, 2001. Skogforsk.
- Rosvall, O. 2003. Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige. Arbetsrapport nr 549, Skogforsk, 42 s.
- Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Arbetsrapport nr 665, 2008. Skogforsk, 37 s.
- Skogforsk. 1995. Strategi för framtida skogsträdförädling och framställning av förädlad skogsodlingsmaterial i Sverige ("Förädlingsutredningen"). (Utredning 95-06-26. Red. Urban Eriksson. Skogforsk), 259 s. och bilagor. Uppsala.
- Westin, J. & Sonesson J. 2005. Unik studie visar på stor potential för förädling av gran. Skogforsk, Resultat nr 20, 2005. 4 s.

TIDIGARE REDOGÖRELSE FRÅN SKOGFORSK

2010

- Nr 2** Pettersson, F. Bergström, R. Jernelid, H. Lavsund, S. Wilhelmsson, L. : Älgbetning och tallens volymproduktion.
- Nr 1** Bergkvist, I.: Drivare i svenskt skogsbruk

2008

- Nr 1** Furness-Lindén, A.: Affärsutveckling i relationen stor kund / liten leverantör – vad kan skogsbruket lära?
- Nr 2** Simonsen, R. Rosvall, O. Gong, P.: Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder.
- Nr 3** Ring, E. Löfgren, S. Sandin, L. Högbom, L. Goedkoop, W.: Skogsbruk och vatten – en kunskapsöversikt.
- Nr 4** Pettersson, F.: Effekt av gallringsform i tallförsöket Kolfallet
- Nr 5** Möller, J.J. Arlinger, J. Hannrup, B. Jönsson, P.: Virkesvärdestest 2006
- Nr 6** Thorsén, Å. Frisk, M. Furness-Lindén, A. Iwarsson, M. Thorsén, Å.: Snabbare tillämpning av FoU-resultat i skogsbruket

2007

- Nr 1** Bergkvist, I.: Stråkröjning i praktisk drift 2005–2006.
- Nr 2** Brunberg, T.: Underlag för produktionsnorm för extra stora engreppskördare i slutavverkning.

2006

- Nr 1** Kroon, J. Rosvall, O.: Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige.
- Nr 2** Skogforsk: Utvecklingskonferens 2006, dokumentation.
- Nr 3** Granlund, P.: CTI på virkesfordon.
- Nr 4** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie.
- Nr 5** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie.

2004

- Nr 1** Utvecklingskonferens 2004.
- Nr 2** Werner, M. Heurlin Karlsson, L.: Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar.
- Nr 3** Brunberg, T.: Underlag till produktionsnormer för skotare.
- Nr 4** Rytter, L.: Produktpotential hos asp, björk och al.
- Nr 5** Kroon, J. Rosvall, O.: Optimal produktion vid nordförflyttning av gran i norra Sverige.

2003

- Nr 1** Hallonborg, U.: Maskinsågkedjor i praktisk drift.
- Nr 2** Aulén, G. Gustafsson, L.: Skogliga naturvärdesregioner för södra Sverige.
- Nr 3** Pettersson, F.: Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet.
- Nr 4** Glöde, D. Bergkvist, I.: 30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och ananalys av framtida potential.
- Nr 5** Hallonborg, U. : Semiautonoma kortvikessystem – En systemanalys.
- Nr 6** Thorsén, Å.: Mellanchefer i skogsbruket – arbetet i "gränslandet" gentemot chefen.

Skogforsk arbetar för ett lönsamt, uthålligt bruk
av skogen. Vår verksamhet består av tillämpad FoU,
uppdrag och kunskapsöverföring.



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00. Fax. 018-18 86 00
E-post. skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se