



ÖKAD TILLGÅNG OCH ANVÄNDNING AV FÖRÄDLADE PLANTOR

Bo Karlsson och Ola Rosvall

Bilagor

Uppdrag om förbättrat
växtodlingsmaterial, Jo2008/1883



SKOGFORSK

Bilagor

1. Uppdraget (4 sidor)
2. Förädlings effekter i Sveriges skogar (40 sidor)
3. Attityder och kunskapsbehov (60 sidor)
4. Fröförsörjningsanalys (77 sidor)
5. Genetisk variation och skaderisker (139 sidor)
6. Kunskapssammanställning Skogsskötselserien (108 sidor)
7. Plantval på webben (12 sidor)
8. Förädlingsbroschyr (18 sidor)
9. Filmmanus (6 sidor)
10. Demonstrationsytor (64 sidor)
11. Nya demonstrationsförsök (8 sidor)
12. Skötselplaner för fröplantager och fröhantering (36 sidor)
13. Gibberellin för blomningsstimulering (5 sidor)
14. Skötselstrategier för högförädlad plantmaterial (10 sidor)

Dessa bilagor finns tillgängliga under följande länk:

<http://www.skogforsk.se/sv/forskning/Skogsodlingsmaterial/>

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 1. Uppdraget



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden. Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Jordbruksdepartementet

Forskningsrådet för miljö, areella näringar
och samhällsbyggande
Box 1206
111 82 STOCKHOLM

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Regeringens beslut

Regeringen beslutar att ge Formas särskilda medel för att förstärka den samfinansierade skogsforskningen i syfte att ta fram riktlinjer för vilket föryngringsmaterial som ska rekommenderas på olika marker ur produktions- och miljöperspektiv samt att beskriva hur tillgången på förädlad plantmaterial kan öka.

Riksdagen har beslutat om ökade anslag till insatser för att stärka skogens roll för klimatet. Anslaget 41:2 (UO23) Insatser för skogsbruket har ökat med 10 miljoner kronor för 2008 (prop. 2007/08:108, bet. 2007/08:MJU2, rskr. 2007/08:93). Därutöver har regeringen aviserat 30 miljoner kronor för 2009 för samma ändamål. Av dessa medel ska till Formas utbetalas 1 miljon kronor 2008 för särskilda uppdrag inom ramen för den samfinansierade forskningen. Avsikten är att 4 miljoner kronor utbetalas till Formas för samma ändamål 2009.

Av de medel som Formas erhåller ska 500 000 kronor 2008 användas till det uppdrag som beskrivs i detta beslut. Avsikten är att utbetala 2,5 miljoner kronor till Formas 2009 för samma ändamål. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Jordbruksdepartementet) senast den 31 mars 2010. En delrapportering bestående av en beskrivning av hur tillgången på förädlad plantmaterial kan öka ska göras senast den 31 mars 2009.

Dessa medel anvisas i syfte att förstärka den samfinansierade skogsforskningen och är avsedda att användas för att ta fram riktlinjer för vilket föryngringsmaterial som ska rekommenderas på olika marker ur produktions- och miljöperspektiv samt att beskriva hur tillgången på förädlad plantmaterial kan öka. Riktlinjer för föryngringsmaterial bör inkludera lönsamhetskalkyler. Det är samtidigt viktigt att belysa vilka effekter som en ökad användning av förädlad plantmaterial kan komma att ha på den genetiska variationen och plantornas känslighet för skadegörare.

Åtgärderna ska innefatta framtagande av riktlinjer vid val av föryngringsmaterial, vidareutveckling av webbaserade beslutsstöd till skogsägare och skogliga rådgivare, informationsunderlag om betydelsen av att använda förbättrat växtodlingsmaterial (inklusive lönsamhetskalkyler) samt planering och visst genomförande av åtgärder för att öka tillgången på förädlad plantmaterial.

Bakgrund

I propositionen En skogspolitik i takt med tiden (prop. 2007/08:108) gör regeringen bedömningen att föryngring med gran och tall bör ske med förädlad föryngringsmaterial i så stor utsträckning som möjligt. Regeringen anser att kunskapen om värdet av att använda förädlad plantmaterial vid föryngringar bör öka bland markägare, entreprenörer, Skogsstyrelsens personal och andra berörda. Av propositionen framgår att regeringen avser att, via Formas, ge Skogforsk förstärkta medel i detta syfte.

Intresset för förädlad föryngringsmaterial har ökat på senare år men fortfarande föryngrar många skogsägare med plantor eller frön från oförädlade träd från vanliga bestånd. Skillnaden i volymtillväxt mellan förädlad material från fröplantager och oförädlad material kan uppgå till ca 20 %. Ökad användning av förädlad föryngringsmaterial kan därmed bidra till en avsevärd produktionsökning. Förädlad material ger högre produktion till en liten merkostnad jämfört med inte förädlad plantmaterial. I dag råder det brist på plantageförädlad föryngringsmaterial av gran, vilket naturligtvis är ett hinder mot en ökad användning. Skogsnäringen har ett ansvar för att tillräcklig mängd lämpligt föryngringsmaterial kan finnas tillgängligt.

På regeringens vägnar

Eskil Erlandsson

Lotta Möller

Kopia till

Statsrådsberedningen/SAM
Finansdepartementet/BA
Miljödepartementet/Na
Näringsdepartementet/FIN
Kulturdepartementet
Skogsstyrelsen
Skogforsk

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 2. Förädlingseffekter i Sveriges skogar



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden. Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

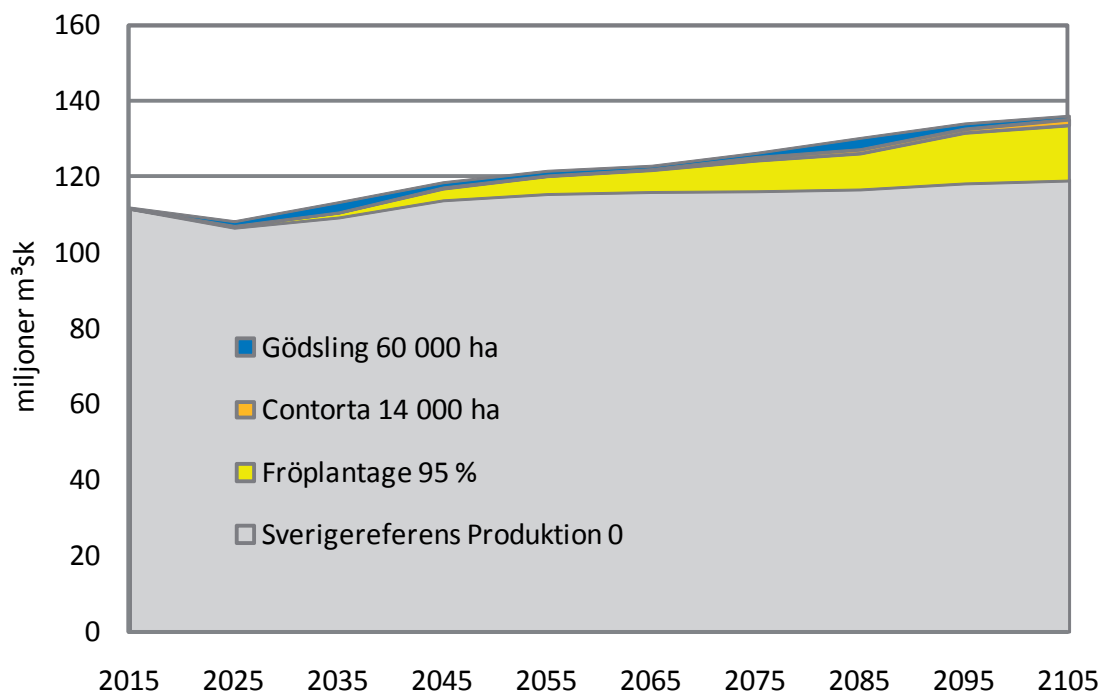
EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 702 2010



Förädlingseffekter i Sveriges skogar – kompletterande scenarier till SKA-VB 08

Ola Rosvall och Anders Lundström, SLU

Ämnesord: Avverkningsberäkning, contortatall, föryngring, miljöeffekter, skogsgödsling, skogsträdsförädling, tillväxtökning.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Förord

Den här rapporten är ett delresultat av ett uppdrag från Regeringen: Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883 i syfte ”att ta fram riktlinjer för vilket föryngringsmaterial som ska rekommenderas på olika marker ur produktions- och miljöperspektiv samt att beskriva hur frötillgången på förädlat material kan öka”.

Vi har analyserat betydelsen av att plantera olika typer av växtförädlade plantor för hela landets framtida tillväxt och avverkning.

Arbetet har genomförts i samarbete mellan Skogforsk och Institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU i Umeå. Vi har använt Huginsystemet vid SLU och byggt vidare på den av Skogsstyrelsen nyligen genomförda nationella skogliga konsekvensanalysen SKA-VB 08.

Ola Rosvall och Anders Lundström

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Material och metoder.....	4
Scenarioupbyggnad	6
Specifikation av metodernas tillämpning	7
Areell omfattning	7
Förädlingsnivå.....	8
Planttillgång.....	9
Åtgärdsbeskrivning	10
Uppräkning till landsnivå.....	13
Resultat	14
Principer för tillväxtökningen i hela skogen	14
Tillväxtökning i F och Y län.....	15
Avverkningsökning i F och Y län.....	18
Tillväxtökning i Sverige.....	19
Tillväxteffekt av historiska planteringar.....	22
Naturvårdseffekter	22
Diskussion	24
Tillväxteffekter.....	24
Bevarad diversitet med vegetativ förökning.....	25
Intensivskogsbruk	25
Ekonomi.....	26
Natur- och miljöeffekter	26
Realiserbarhet.....	27
Referenser.....	28
Bilaga 1.....	31

Sammanfattning

Vi har analyserat effekter på tillväxt och avverkning av att plantera olika typer av förädlade plantor med utgångspunkt i SKA-VB 08. Det är den senaste landsomfattande skogliga konsekvensanalysen av att tillämpa olika skogsskötsel och naturvård i landets framtida skogar. Vi beräknade tillväxtökningen för hela landet genom att först analysera Västernorrlands och Jönköpings län med simuleringsverktyget Hugin.

Våra begränsade simuleringar med två län gör att resultaten för landet är osäkra på detaljnivå. De är emellertid tillräckligt tillförlitliga för att visa att förädlade plantor kan öka tillväxten i hela landet med ca 10 miljoner m³sk eftersom de kan planteras på huvuddelen av skogsmarksarealen. Det är uppemot 10 gånger större tillväxtökning än för contortatall, som har betydligt större tillväxt men som bara är tillåten på en begränsad areal eller jämfört med en bedömd rimlig nivå på traditionell skogsgödsling.

Tillväxtökningen genom förädlade plantor skulle kunna öka ytterligare om nuvarande brist på granplantagefrö kunde avhjälpas och om hela den areal utnyttjades som är tillåten för vegetativt förökade plantor från de bästa granmaterialen. De åtgärderna skulle var och en öka tillväxten mer än den bedömda rimliga skogsgödslingen. Allra störst effekt skulle det bli om systemet med fröproduktion i fröplantager kunde ersättas med vegetativ förökning av elitfröpartier som framställs genom korsning av förädlingsprogrammets successivt allt bättre träd. Då kunde man minska väntetiden med 15–20 år för att producera frö i en fröplantage och dessutom undvika den negativa effekten av oförädlad pollen i plantagerna. Det skulle öka tillväxten med ytterligare ca 4 miljoner m³sk. Det är samma tillväxtökning som med det mest intensiva programmet med traditionell gödsling. Och det skulle kunna ske genom att föröka högförädlade fröpartier med stor diversitet så att den genetiska variationen i skogsbestånden inte minskar.

Bakgrund

SKA-VB 08 är den senaste i raden av nationella skogliga konsekvensanalyser (Skogsstyrelsen, 2008). I ett av de scenarior som man utarbetade analyserades konsekvenserna för hela landets skogstillstånd av att i stor skala tillämpa ett antal tillväxthöjande skogsskötselmetoder. En av åtgärderna var att plantera förädlade plantor från fröplantager. Förädlingsnivåer för plantor från alla nu tillgängliga och framtida fröplantager samt för förflyttade beståndsfröplantor utarbetades länsvis för varje 10-årsperiod under kommande 100 år (Rosvall & Wennström, 2008). Hänsyn togs till att förädlingseffekten kommer att bli högre i framtida fröplantager och till att det råder brist på plantagefrö under de närmaste årtiondena. Därför simulerades en något begränsad användning av förädlade granplantor. Resterande plantbehov täcktes med plantor från lämpligt beståndsfrö. I planen för SKA-VB 08 ingick att som kompensation för bristen på plantagefrö studera effekten av att plantera högförädlad gran med sticklingar på ca 5 % av skogsmarken, vilket är största tillåtna areal enligt nuvarande regler, men den effekten blev aldrig införd i produktionsscenarioet.

Det uppkommer en ca 20 år lång tidsfördröjning från det att en fröplantage anläggs till dess den producerar frö i full skala. Vid tidigare konsekvensanalyser av att plantera förädlade plantor med SKA 03 som grund, utarbetades ett scenario som innebar att förädlingsnivån i skogsplantorna vid en viss tidpunkt var den samma som i förädlingsprogrammet (Rosvall m.fl., 2004 a och b). Scenariot avsåg att simulera vad som är möjligt med någon form av vegetativ förökning av plantor, t.ex. somatisk embryogenes (SE-plantor).

Syftet med de här kompletterande konsekvensanalyserna med SKA-VB 08 som utgångspunkt är att uppdatera våra tidigare analyser baserade på SKA 03 (Skogsstyrelsen, 2004). Vi vill på samma sätt som tidigare beräkna landsomfattande effekter av skogsträdsförädling och relatera dem till effekterna av att intensifiera förnygringsarbetet, plantera contortatall och tillämpa skogsgödsling. Tidigare analyser visade att Västernorrlands och Jönköpings län ger prov på intressanta regionala skillnader. De ger också resultat som är enkla att skala upp till Sverigenivå (Lundström & Rosvall, 2006). För det här syftet, att göra översiktliga konsekvensanalyser, anser vi att det är tillräckligt att basera beräkningar på simuleringar för dessa två län.

Material och metoder

Vi har använt Huginsystemet vid SLU för att analysera konsekvenser av tillväxthöjande åtgärder i Sverige med hjälp av simuleringar med Rikskogstaxeringens data för Västernorrlands län (Y län) och Jönköpings län (F län). Huginsystemet och metodiken för att genomföra SKA-VB 08 finns detaljerat beskrivet i slutrapporten för SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen, 2008). Först specificeras i detalj både skogsskötsel och naturvård i ett 100-årigt åtgärdsprogram uppdelat på 10-årsperioder. Åtgärderna tillämpas på nuvarande skogstillstånd i form av Rikskogstaxeringens provytor där varje träd är identifierat. Utvecklingen skrivs fram och åtgärder genomförs. I resultatet redovisas skogstillståndets utveckling, naturvårdens status och avverkningarnas storlek. Analysperioden omfattar tio 10-årsperioder 2010 till 2110 och resultaten redovisas mitt i perioden, d.v.s. 2015 till 2105.

Inför genomförandet av SKA-VB 08 uppdaterades Huginsystemet för att på ett bättre sätt än tidigare simulera förädlings- och gödslingeffekter (Skogsstyrelsen, 2008). Förädlingseffekterna simuleras genom att justera ståndortsindex vid beräkning av trädens tillväxt i ungskog och etablerad skog. Denna justering påverkar endast de planterade trädslaget, inte de naturligt förnygrade trädslag som finns på en provyta. För att inte överskatta tillväxteffekten har de beräknade genetiska effekterna reducerats med andelen naturligt förnygrade plantor av det planterade trädslaget. Den här reduktionen är baserad på fördelningen av planterade och självförnygrade huvudplantor i Skogsstyrelsens återväxtuppföljning (Polytax R5/7).

Vi har utgått från de specifikationer av skogsskötsel och naturvård som tillämpades i SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008). Där analyserades fyra scenarier: Referens, Miljö, Produktion samt Miljö+Produktion. För att detaljstudera de produktionshöjande åtgärderna i den här undersökningen har vi utgått från scenariot Produk-

tion och nollställt alla produktionshöjande åtgärder och skapat ett jämförelsescenario kallat Produktion 0. Vi har genomfört analysen utan att som i SKA-VB 08 simulera inflytandet av ett förändrat klimat, eftersom underlaget för att samtidigt simulera klimateffekter och produktionshöjande åtgärder är osäkert.

I scenariot SKA-VB 08 Produktion, ingick intensifierad föryngring, plantering av contortatall, traditionell gödsling och behovsanpassad gödsling (tabell 1). Jämfört med SKA-VB 08 scenariot Referens återstår efter nollställning av de produktionshöjande åtgärderna endast ett mer intensivt föryngringsprogram i vårt jämförelsescenario Produktion 0 (tabell 1 och 2).

För enskilda respektive övriga ägare sker plantering på 74,5 och 89,0 % av den totala föryngringsarealen. Sädd sker på 0,5 och 1,0 %, naturlig föryngring på 24,5 och 10,0 % av föryngringsarealen (tabell 1). Föryngringsalternativet ”Ingen åtgärd” tillämpas inte alls i produktionsscenariot. På liknade sätt är arealandelen markberedning högre i produktionsscenariot och det sker en något bättre ståndortsanpassning vid trädslagsvalet än i referensscenariot. Väntetiden vid skogsodling (hyggesvilans längd) förkortas från 3 till 2 år. Slutligen höjdes den årliga röjningsandelen till 95 % av inväxningen mot 83 % i scenariot Referens och antalet stammar efter röjning sänktes till mellan 2 000 och 3 000 stammar per ha. I tabell 2 redovisas föryngringsmetodernas omfattning för F och Y län samt för hela landet i medeltal för de tre första 10-årsperioderna.

Tabell 1.

Jämförelse mellan föryngringsintensiteten i SKA 03 (Skogsstyrelsen, 2004), Skogforsks scenarier Föryngring + (Rosvall m.fl., 2004a och b) samt SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008). Skogforsks scenarier byggde på SKA 03 med föryngringsintensitet ”Föryngring +” hämtad från SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000).

Åtgärd	Andel av totalt åtgärdad areal, %			
	SKA 03		Föryngring +	
	Y län	F län	Y län	F län
Plantering	63	58	85	76
Markberedning	70	47	88	73

SKA-VB 08 hela landet			
		Scenario Referens	Scenario Produktion
Plantering	Enskilda	56,5	74,5
	Övriga	71,4	89
Markberedning	Enskilda	77,8	89
	Övriga	95,9	93
Antal plantor			+ 200
Väntetid		3 år	2 år
Contortatall		3 300 ha/år	20 000 ha/år
Traditionell gödsling		25 000 ha/år	200 000 ha/år
Behovsanpassad gödsling			1 114 000 ha (5 % av skogsmarken) etablerad under 50 år

Tabell 2.

Årliga åtgärdsarealer (1000 ha) och fördelning (%) på olika föryngringsåtgärder i SKA-VB 08 scenarierna Referens och Produktion under period 1-3.

	SKA-VB 08 Referens			SKA-VB 08 Produktion		
	Y län	F län	Hela landet	Y län	F län	Hela landet
All föryngring	15,8	7,0	216,7	15,8	7,5	223,3
Plantering	9,3 (59 %)	5,6 (80 %)	144,3 (67 %)	14,4 (91 %)	7,39 (97 %)	200,9 (90 %)
Självföryngring	6,4 (41 %)	1,4 (20 %)	72,4 (33 %)	1,4 (9 %)	0,2 (3 %)	22,3 (10 %)
Markberedning	12,8 (81 %)	4,6 (66 %)	162,0 (75 %)	15,6 (99 %)	6,5 (86 %)	199,4 (89 %)

SCENARIOUPPBYGGNAD

Strukturen för scenarioupbyggnaden framgår av schemat i tabell 3. Vi definierade scenariot ”Rimlig” med bas i det från tillväxtåtgärder avskalade SKA-VB 08-scenariot 1.1 Produktion 0. Till det adderades steg för steg åtgärderna 2.1 Förädling, 3.1 Contortatall och 4.1 Gödsling. Den stegvisa arbetssättet innebär t.ex. att 2.1 Förädling är basscenario för 3.1 Contortatall och att specificerad areal contortaplantering sker genom att minska arealen planterad förädlad tall. Skillnaden i tillväxt visar den marginella tillväxtökningen av att plantera contortatall, inte den totala tillväxten av contortatall. Metoden gör det möjligt att samtidigt studera såväl de marginella som sammanlagda effekterna av flera metoder som tillämpas samtidigt för denna kedja av åtgärder.

För var och en av de olika åtgärderna studerades därefter de marginella förändringarna av olika åtgärdsintensitet i jämförelse med de rimliga nivåerna. Här ingick framför allt ökad åtgärdsintensitet och större behandlingsareal kallade ”Intensiv nivå”. Några hämtades från SKA-VB 08 och några definierades på annat sätt. Dessa intensiva scenarier kan inte adderas på samma sätt som de rimliga. De intensiva nivåerna utgör för varje metod ett alternativ till motsvarande rimlig nivå.

- 1.1 Produktion 0.** Utgångsscenario med föryngring enligt SKA-VB 08 Produktion
- 1.2 Föryngring Intensiv
- 2.0 Förädling Fröplantage med verklig plantbrist (enligt SKA-VB 08)
- 2.1 Förädling Fröplantage med 95 % planttäckning**
- 2.1.1 Förädling SE på 5 % av arealen (extra hög förädlingsnivå)
- 2.2 Förädling Vegetativ utan väntetid på plantagefrö (hög förädlingsnivå)
- 3.0 Contorta SKA 08 (20 000 ha)
- 3.1 Contortatall Tillåten (14 000 ha)**
- 3.2 Contortatall Intensiv (28 000 ha)
- 4.0 Gödsling SKA-08 (200 000 ha)
- 4.1 Gödsling Rimlig (60 000 ha)**
- 4.2 Gödsling Intensiv (220 000 ha)

SPECIFIKATION AV METODERNAS TILLÄMPNING

I tabell 3 redovisas de årliga åtgärdsarealer som tillämpades för de olika metoderna. Åtgärderna har bara tillämpats på mark för virkesproduktion och inte på någon typ av hänsynsmark enligt tabell 4.

Tabell 3.

Specifikation av olika tillväxthöjande åtgärder för i princip två intensitetsnivåer "Rimlig" och "Intensiv". Scenariot "Rimlig" består av många åtgärder som tillämpas samtidigt. Scenariot byggs upp stegvis genom att lägga till åtgärd efter åtgärd med start i 1.1 Produktion 0. Övriga åtgärdsintensiteter är som alternativ till de rimliga men har inte beräknats för att vara adderbara.

Tillväxt- höjande åtgärd	SKA-VB 08:s åtgärdsintensitet		Skogsforsks åtgärdsintensitet	
	SKA-VB 08-Scenariot Produktion	Stegvis adderade åtgärder med rimlig intensitet "Rimlig"	Tilläggsåtgärd till Rimlig hämtade från SKA-VB 08	Ökad åtgärdsintensitet som alternativ till rimlig nivå "Intensiv nivå"
1. Föryngring	Se 1.1	1.1 Produktion 0 Produktionssceneriet i SKA 08 utan förädling, contortatall, gödsling etc.		1.2 Föryngring Intensiv Maximal ungskogskvalitet i alla nya föryngringar
2. Förädling	2.0 Förädling Fröplantage brist Verklig planttäckning och ingen särplockning av tall ¹⁾	2.1 Förädling Fröplantage 95 % 95 % planttäckning och ingen särplock- ning av tall ¹⁾	2.1.1 Förädling SE på 5 % 20 000 ha i Sverige 1 390 ha i F län, 1 100 ha i Y län ²⁾	2.2 Förädling Vegetativ Ingen tidsförlust för genetisk vinst p.g.a. fröplantager 95 % planttäckning ²⁾
3. Contorta	3.0 Contorta SKA 08 20 000 ha i Sverige 4 800 ha i Y län	3.1 Contorta Tillåten 14 000 ha i Sverige, 2 000 ha i Y län		3.2 Contorta Intensiv 30 000 ha i Sverige 4 000 ha i Y län
4. Gödsling	4.0 Gödsling SKA 08 200 000 ha/år 4 500 ha i F län, 23 000 ha i Y län	4.1 Gödsling 60 000 ha i Sverige 1 600 ha i F län, 7 500 ha i Y län		4.2 Gödsling Intensiv 220 000 ha i Sverige 6 500 ha i F län, 30 000 ha i Y län

¹⁾ Enligt Rosvall och Wennström (2008). ²⁾ Enligt bilaga 4 i Rosvall och Wennström (2008) med uppdaterade vinster enligt bilaga 1.

Tabell 4.

Den produktiva skogsmarksarealens (1000 ha) fördelning på markanvändningsklasseri SKA-VB 08. Hänsynsmarken för hela landet var uppdelad på 1 418 000 ha orörd och 616 000 ha anpassad skötsel (Scenarierna Referens och Produktion enligt Skogsstyrelsen (2008).

	Reservat	Hänsynsmark	Virkes- produktionsmark	Tillväxt 2015 % av all tillväxt	Totalt
Hela landet	956 (4 %)	2 034 (9 %)	20 383 (87 %)	88 %	23 369
Y län	218 (1 %)	112 (7 %)	1 563 (92 %)	91 %	1 696
F län	11 (2 %)	61 (8 %)	650 (90 %)	90 %	723

Areell omfattning

Fördelningen av den nationella arealen för en åtgärd på län, markägarkategorier ståndortstyper etc. kan ske på olika sätt. Ett sätt är att fördela det så jämnt som möjligt, ett annat är att ta fasta på historiska uppgifter om hur skogsägare i olika landsdelar hittills valt metoder. Det senare har tillämpats i SKA-VB 08 för gödsling och contortatall och i vårt scenario för gödsling och SE-plantor. Våra contor-

tascenarior bygger däremot på en jämn fördelning av contortaplanteringarna mellan länen inom nuvarande tillåten areal. På så vis planteras mer contortatall i Y län i SKA-08 scenariot 3.0 Contorta (4 800 ha/år) för att nå 20 000 ha per år i landet som helhet än i 3.1 Contorta intensiv (4 000 ha/år) för att nå 28 000 ha (tabell 3). Vid uppskalningen till nationell nivå har hänsyn tagits till den ojämna fördelningen av åtgärdsarealer mellan länen.

Förädlingsnivå

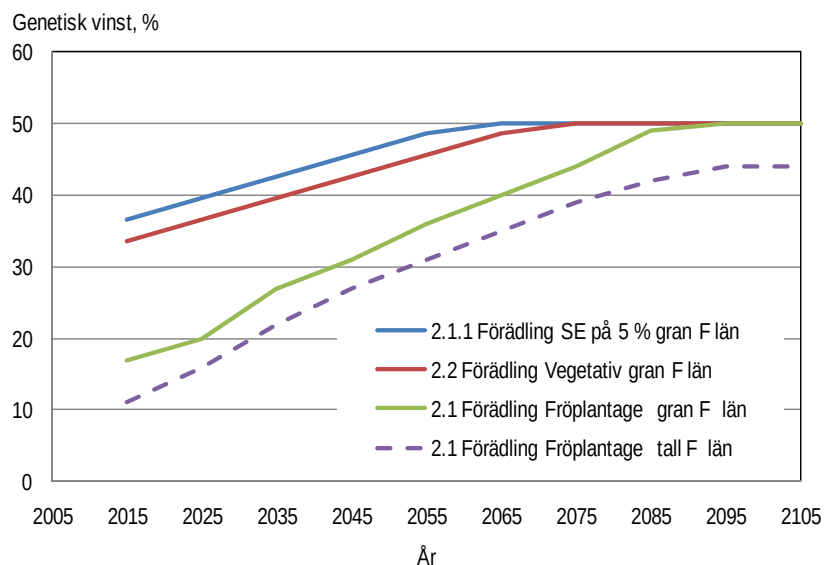
De genetiska vinsterna redovisas i tabell 5 och exemplifieras för F län i figur 2. Fröplantageplantornas förädlingsnivå är hämtad från Rosvall & Wennström (2008) och är samma som användes i SKA-VB 08. Nu när ett antal mer intensiva förädlingsprogram med vegetativ förökning skall simuleras har beräkningarna utvecklats, vilket redovisas i bilaga 1. En viktig förändring är att förädlingsomdrevet förlängts från 20 till 25 år samt att provenienseffekten modellerats så att den minskar utrymmet för urvalsförädling. Ökningen av det genetiska framsteget blir därmed något långsammare över tiden.

Tabell 5.

Genetiska vinster i % för scenarierna 2.0 Förädling Fröplantage med verklig plantbrist, 2.1 Förädling Fröplantage med 95 % planttäckning, 2.1.1 Förädling SE-planter på 5 % av arealen och 2.2. Förädling Vegetativ på all areal. De genetiska vinsterna för gran består av en förädlingseffekt och en provenienseffekt.

Period- mitt	2.0 Förädling Fröplantage med plantbrist					2.1.1 Förädling SE på 5 % ²⁾		2.2 Förädling Vegetativ ²⁾		
	2.1 Förädling Fröplantage 95 % ¹⁾					Gran		Tall	Gran	
	Tall ³⁾		Gran		Contortatall					
	Y	F	Y	F	Y	Y	F	Y och F	Y	F
2015	18 ±0	11 +3	14	17	10	33	36,5	26	30	33,5
2025	20 ±0	16 +1	21	20	21	36	39,5	30	33	36,5
2035	23 ±0	22 +1	25	27	28	39	42,5	34	36	39,5
2045	27	27	29	31	34	42	45,5	38	39	42,5
2055	31	31	34	36	40	45	48,5	42	42	45,5
2065	35	35	38	40	45	48	50	46	45	48,5
2075	39	39	42	44	50	50	50	50	48	50
2085	42	42	47	49	53	50	50	50	50	50
2095	44	44	48	50	53	50	50	50	50	50
2105	44	44	48	50	53	50	50	50	50	50

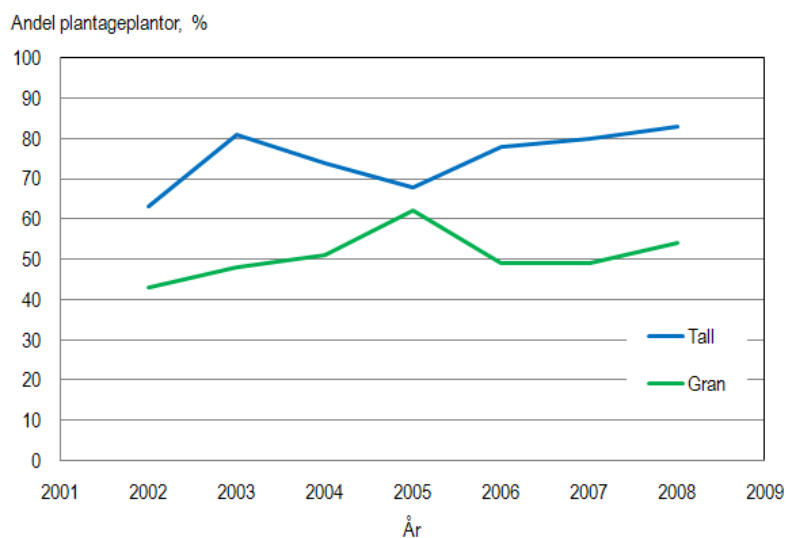
¹⁾ Efter Rosvall och Wennström (2008) tabell 7a, 7b och 8. ²⁾ Enligt bilaga 1. ³⁾ Effekt av särplockning i tallplantagerna är inte tillämpat i något scenario.



Figur 1.
Genetiska vinster för granplantor av olika typ i F-län i jämförelse med plantageplanter av tall. Granvinsterna består av en förrädlingseffekt och en provenienseffekt (Efter Rosvall och Wennström 2008 och bilaga 1).

Planttillgång

År 2008 planterades 383 miljoner skogplantor i Sverige varav 127 miljoner tall, 236 gran, 18 övriga barrträd och 3 miljoner lövträd. För tallplantorna kom 83 % av fröet från fröplantager, alla svenska och för gran 54 % fördelat på 47 % från svenska och 7 % från utländska plantager (figur 2). Den lägre andelen förädlade granplantor beror på att det råder brist på plantagefrö och att 30 % av granplantorna är barrotsplanter som kräver så mycket frö vid plantproduktionen att det i praktiken omöjliggör användning av plantagefrö.



Figur 2.
Andel plantagefrö (svenskt och utländskt) i plantproduktionen i Sverige åren 2002–2007 för gran och tall. Källa Skogsstyrelsen.

Åtgärdsbeskrivning

1.1 Produktion 0. Utgångsscenario med föryngring enligt scenariot SK-VB 08 Produktion men utan några tillväxthöjande åtgärder.

1.2 Föryngring Intensiv. När Huginsystemet skall generera en ny skog efter avverkning väljs en provyta ur en ungskogsdatabas med verkligt inmätta provytor. Provytans trädslagssammansättning, täthet, jämnhet etc. definierar dess ”ungskogs-kvalitet” (Elfving, 1982). Vid föryngringen i Hugin avgör specifikationen av föryngringsåtgärderna med vilken sannolikhet provytor med olika kvalitet skall samplas. Bra markberedning och plantering med många plantor ökar sannolikheten för hög ungskogs-kvalitet. För att belysa produktionspotentialen med bra föryngringar har vi i Föryngring Intensiv styrt samplingen till provytor med högsta ungskogs-kvalitet för aktuellt föryngringsprogram.

2.0 Förädling Fröplantage med verklig plantbrist (SKA-VB 08 Produktion).

Nuvarande och framtida tillgång på plantagefrö och konsekvenserna för tillgången på förädlade plantor och deras genetiska nivå beräknades länsvis som underlag för simuleringarna i SKA-VB 08 (Rosvall och Wennström 2008). Därifrån är fröplantagevinsterna hämtade till tabell 5. Tillämpningen av beräknad brist på plantagefrö av gran i SKA-VB 08 framgår av tabell 6.

I det ursprungliga SKA-VB 08 scenariot Produktion utnyttjades överskottet på tallfrö genom att simulera ”särplockning”, d.v.s. att endast fylla fröbehovet med frö från de bästa träden. Särplockningen gav i genomsnitt för Sverige ca 1 % högre tillväxteffekt de första 30 åren. Av de två här studerade länen fanns det bara överskott i F-län (tabell 5). I scenario 2.0 simulerades inte särplockning.

Tabell 6

Andel i % av planteringsarealen som planterats med förädlad respektive proveniensförflyttad gran och tall med hänsyn till frötillgång i SKA-VB 08, scenariot Produktion. Här är benämningen på scenariot 2.0 Förädling Fröplantage med verklig plantbrist. Inga provenienseffekter simulerades för tall.

		2010–	Gran 2020–	2030–2110	Tall 2010–2110
Enskilda ägare					
Plantagematerial	Bo 1 Y-län	61	78	95	95
	Bo 2	95	95	95	95
	Bo 3	58	70	95	95
	Bo 4 F-län	73	95	95	95
Proveniensförflyttat	Bo 1 Y-län	34	17	0	0
	Bo 2	0	0	0	0
	Bo 3	37	25	0	0
	Bo 4 F-län	22	0	0	0
Övriga ägare					
Plantagematerial	Bo 1 Y-län	78	95	95	95
	Bo 2	95	95	95	95
	Bo 3	70	87	95	95
	Bo 4 F-län	83	95	95	95
Proveniensförflyttat	Bo 1 Y-län	17	0	0	0
	Bo 2	0	0	0	0
	Bo 3	25	8	0	0
	Bo 4 F-län	12	0	0	0

2.1 Förädling fröplantage med 95 % planttäckning. Andelen av planteringsarealen med förädlade plantor sattes till 95 % i alla tidsperioder och arealen ”proveniensförflyttat” till 0 % (tabell 5). Inte heller i detta scenario tillämpades särplockning för tall. Förädlingseffekterna är hämtade från Rosvall & Wennström (2008) och redovisas i tabell 5. Tillväxtökningen för gran är samma som i scenario 2.0.

2.1.1 SE-planter på 5 % av arealen. Arealomfattningen följer den som planerades för bulksticklingar i SKA-VB 08 och som redovisas av Rosvall & Wennström (2008) i deras bilaga 4.1, men nya genetiska vinster har beräknats för SE-planter (bilaga 1). SE-planter produceras genom somatisk embryogenes med start i fröembryon. Årligen planteras enligt scenariot i Sverige totalt 50 000 högförädlade SE-planter av gran på 20 000 ha med bättre bonitet än G22. Om metoden skulle tillämpas på mark med bonitet G28 blir den ekonomiskt optimala omloppstiden i den förädlade skogen ca 60 år. Det innebär att det efter 60 år finns 1,2 miljoner ha, vilket motsvarar 5 % av den produktiva skogsmarken utanför reservaten. Nedbruket på Y- och F-län med hänsyn till lämpliga granmarker innebär det 1 097 respektive 1 388 ha per år (Rosvall & Wennström, 2008, bilaga 4).

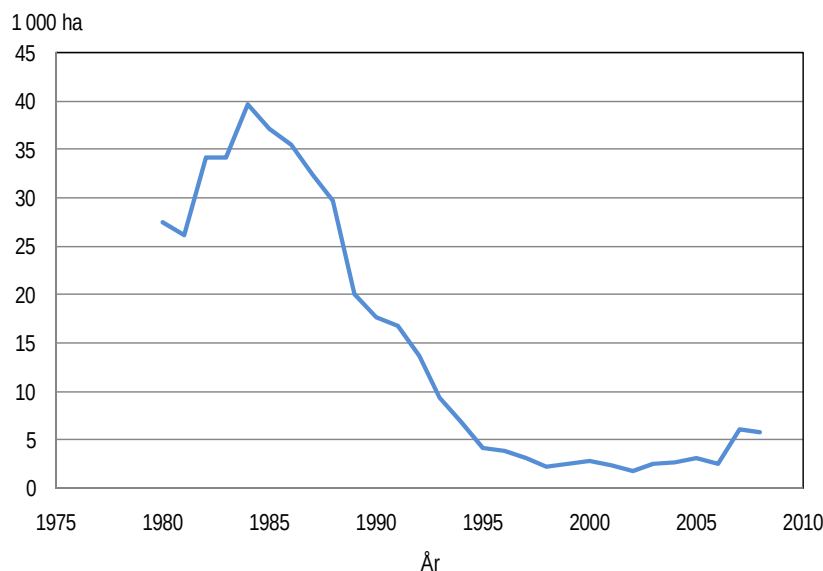
Den genetiska vinsten för SE-planter redovisas i tabell 5 och bilaga 1. De beräknades med utgångspunkt i den genetiska vinsten i förädlingspopulationen det år när en fröplantage kan byggas. SE-planter i stor skala blir tillgängliga 5 år senare. Det krävs tid för att göra kontrollerade korsningar och för uppförökning av plantorna. Den genetiska vinsten är högre än för motsvarande fröplantage. Det beror på att urvalsintensiteten är högre, att det inte finns bakgrundspollinering med negativ effekt och att förädlingsvinsten kommer 15 år tidigare än i fröplantagerna. Diversiteten är hög genom att det är elitfröpartier med stor genetisk variation som bulkföroökas.

2.2 Förädling Vegetativ. Detta scenario skall belysa den potentiella möjligheten med förädlade plantor av tall och gran på hela planteringsarealen (95 %) om väntetiden från det att en fröplantage planteras till dess den är i full fröproduktion helt kan elimineras. Det skulle kunna ske genom vegetativ förökning när SE-planter kan användas för att massföroöka elitfröer. För tall och gran är väntetiden till planter från fröplantager 15 respektive 20 år. Vid Förädling Vegetativ tidigare lades vinsten med 10 år för tall och 15 år för gran för att tillåta 5 år för massföroökning till planter. Vinsterna är beräknade så att den genetiska variationen skall vara samma som för fröplantageplanter. Vinsten är 3 % lägre än i scenario 2.1.1 där SE-planter planteras på 5 % av arealen (tabell 5).

3.0 Contortatall SKA-08 (20 000 ha). Utvecklingen hittills av den årliga arealen som skogsodlats med contortatall framgår av figur 3. I SKA-VB 08 Produktion planerades att plantera 20 000 ha contortatall per år under 20 år till dess den totala arealen ökade från dagens ca 500 000 ha till ca 900 000 ha. Både i SKA-VB 08 och när vi simulerade contortatall i scenario 3.0 planerades 20 000 ha varje år under hela 100-årsperioden. I Y-län planterades 4 800 ha per år (tabell 3).

3.1 Contortatall Tillåten (14 000 ha). Enligt nuvarande bestämmelser är det tillåtet att plantera contortatall på 14 000 ha per år. Vid 60 års omloppstid leder det till 0,84 miljoner ha contortatall eller 4 % av Sveriges produktiva skogsmark utanför reservaten. I Y län planterades 2 000 ha per år (tabell 3).

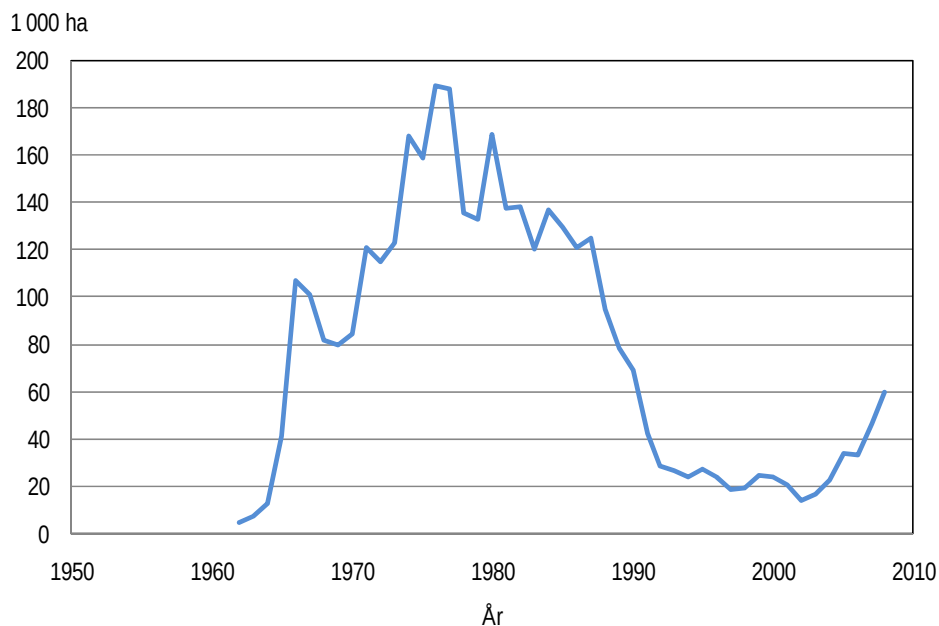
3.2 Contortatall Intensiv (28 000 ha). Den årliga arealen contortaplantering dubblades till 28 000 ha per år, vilket vid 60 års omloppstid skulle ge 1,68 miljoner ha eller 8 % av Sveriges produktiva skogsmark. I Y län planterades 4 000 ha per år (tabell 3).



Figur 3.
Areal som skogsodlats med contortatall 1980 - 2008 i hela landet.

4.0 Gödsling SKA-08 (200 000 ha). Omfattningen av konventionell skogsgödsling har varierat mycket enligt figur 4. När den var som störst gödslades nästan 200 000 ha. Det förutsätter att en stor del av skogsgödslingen sker genom upprepad gödsling i samma bestånd. Det här intensiva scenariot skall försöka bedöma potentialen för konventionell gödsling och har samma omfattning som i SKA-VB 08 Produktion. I F och Y län gödslades 4 500 respektive 23 000 ha per år (tabell 3).

4.1 Gödsling Rimlig 60 000 ha. Gödsling före slutavverkning ger högst lönsamhet men alla bestånd är inte lämpliga att gödsla. En del är inte gödslingsbara och andra är inte gödslingsvärda. För privatskogsbruket räknade Rosvall m.fl. (2004c) att ca 40 % av slutavverkningsbestånden i Sverige var lämpliga. Vid en årlig slutavverkningsareal om 220 000 ha skulle det då vara värt att gödsla ca 90 000 ha per år. En rimlig bedömning är att 60 000 ha per år skulle kunna vara en uthållig nivå. I F och Y län gödslades 1 600 respektive 7 500 ha per år (tabell 3).



Figur 4.
Skogsgödsland areal under perioden 1962–2008 i hela landet.

4. 2 Gödsling Intensiv (220 000 ha). I tidigare intensivgödslingsprogram tillämpades 220 000 ha och en ännu större tyngdpunkt på Y län enligt tabell 3 (Rosvall m.fl., 2004a). I F och Y län gödslades 6 500 respektive 30 000 ha per år (tabell 3). Det här scenariot kan ses som en variant av 4.0 med 200 000 ha per år.

UPPRÄKNING TILL LANDSNIVÅ

Y och F län är tämligen representativa för norra respektive södra Sverige. Om man med norra Sverige menar balansområde 1 och 2 (balansområden enligt SKA-VB 08), och räknar balansområde 3 och 4 till södra Sverige, utgör Y län 10,5 % av norra Sverige och står för 13,5 % av tillväxten. Motsvarande siffror för F län är 10,0 % av arealen i södra Sverige samt 9,3 % av tillväxten.

För att beräkna skötselåtgärdernas effekt om de tillämpas i hela Sverige applicerades åtgärdernas procentuella effekter på ett konstruerat utgångsscenario för hela Sverige. Utgångsscenariot för Sverige beräknades genom att skala av SKA-VB 08 scenariot Produktion från alla produktionshöjande åtgärder på samma sätt som i F och Y län. Reduktionstalen för F och Y län användes för södra respektive norra Sverige. Scenariot kallas Produktion Sverige 0.

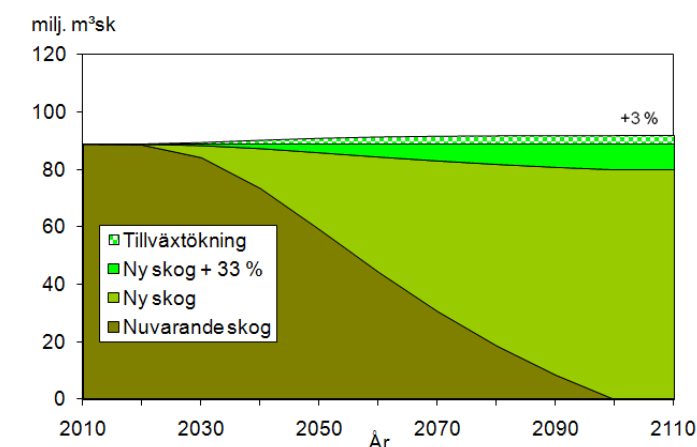
För åtgärderna föryngring och förädling som tillämpas på huvuddelen av skogsmarksarealen användes medeltalet av de procentuella åtgärdseffekterna för varje 10-årsperiod från F och Y län. För SE-planter, contortatall och gödsling som alla har årliga arealbegränsningar och som tillämpas olika i de två länen beräknades först effekten per ha uttryckt i kubikmeter. Effekterna räknades sedan upp till landsnivå med de årliga åtgärdsarealerna, varefter även den procentuella effekten för Sverige kunde beräknas. Contortatall tillämpades bara i Y län, varför enbart

värden från Y län kunde användas medan värden från både F och Y län användes för SE-planter och gödsling.

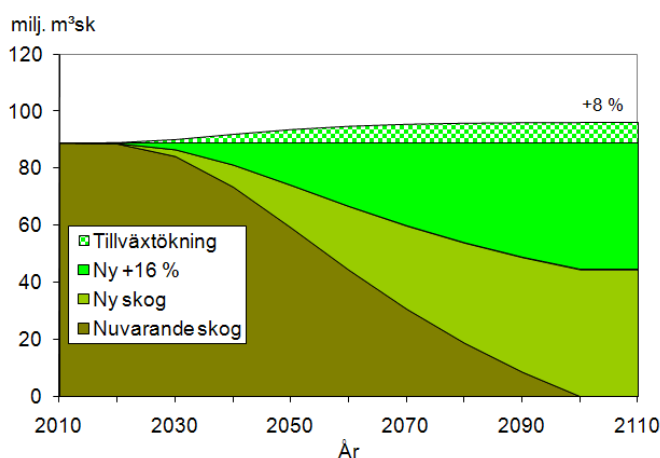
Resultat

PRINCIPER FÖR TILLVÄXTÖKNINGEN I HELA SKOGEN

De principiella bilderna i figur 5 skall illustrera hur tillväxthöjande åtgärder med olika areell omfattning och intensitet påverkar den samlade svenska skogens tillväxt på virkesproduktionsmarken. Om vi antar att skogen består av bestånd med 90 års omloppstid i alla åldersklasser behöver ca 226 000 ha avverkas och förnyas varje år i 90 år innan hela nuvarande skog är utbytt mot ny skog. Vi räknar då med att virkesproduktionsmarken är 20,4 miljoner ha enligt Produktionsscenario 1 i SKA-VB 08 (tabell 4). Om 10 % av förnygringsarealen (22 600 ha) varje år planteras med skog som växer 33 % bättre tar det alltså 90 år innan 10 % av hela skogsmarken (2 miljoner ha) är beskogad. Den skogen växer 33 % bättre men tillväxtökningen i skogen som helhet blir bara 3 %. Om däremot 50 % av förnygringsarealen (113 000 ha) planteras med skog som växer 16 % bättre blir tillväxtökningen i hela skogen 8 %. Den svenska skogen som helhet är ett trögt system.



a. När 10 % av Ny skog växer 33 % bättre blir den totala tillväxtökningen 3 %.



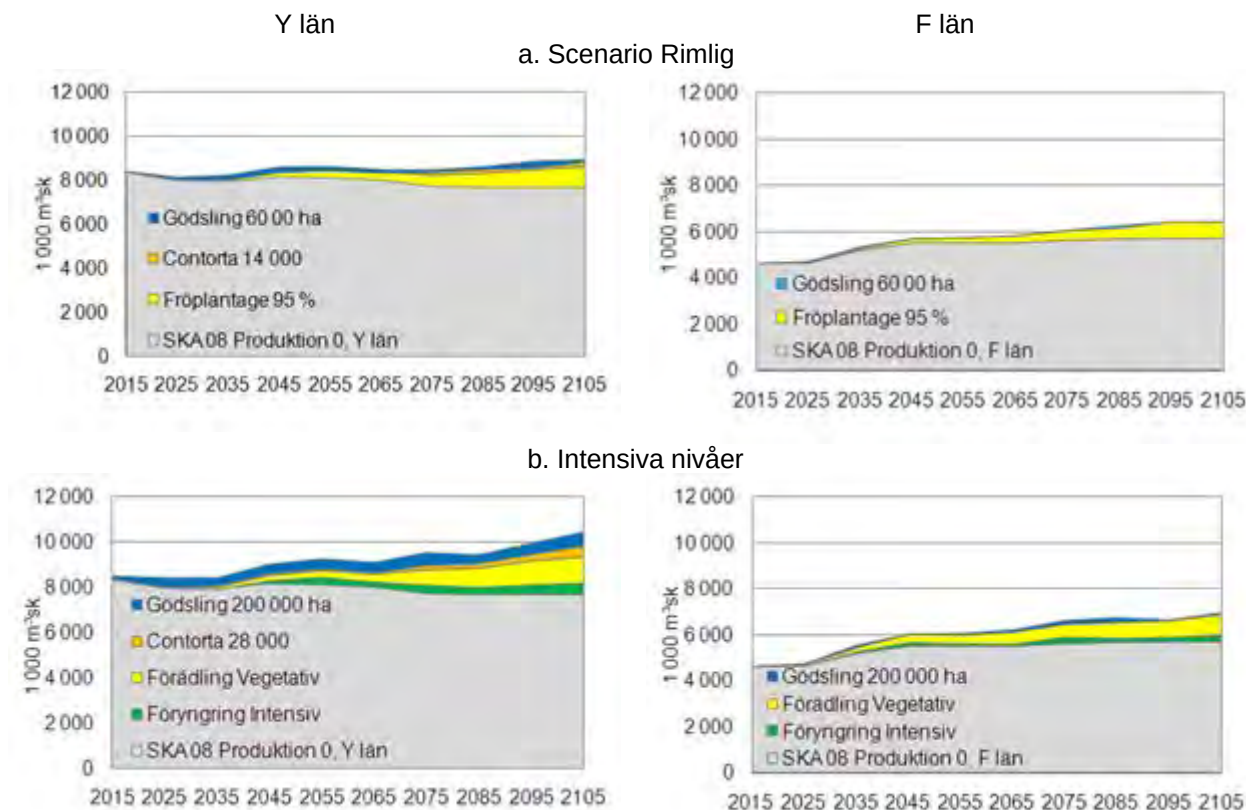
b. När 50 % av Ny skog växer 16 % bättre blir den totala tillväxtökningen 8 %.

Figur 5.

Princip för hur hela landets tillväxt (90 miljoner m³sk/ha och år) påverkas av att all Nuvarande skog (20,7 miljoner ha) förnygras med Ny skog (230 000 ha under 90 år), varav en viss andel växer bättre. I a där 10 % av ny skog växer 33 % bättre ökar den totala tillväxten med 3 %. I b där 50 % av ny skog växer 16 % bättre ökar den totala tillväxten med 8 %.

TILLVÄXTÖKNING I F OCH Y LÄN

Vårt ”Scenario Rimlig” är genomfört så att den marginella tillväxteffekten för varje åtgärd kan urskiljas i det sammanlagda scenariot enligt figur 6a. För att få en översiktlig bild av vad de ”Intensiva åtgärdsnivåerna” resulterar i redovisas även de tillsammans i figur 6b. De olika åtgärdernas effekter vid Intensiv och Rimlig nivå kan jämföras var och en, men de Intensiva nivåerna kan egentligen inte adderas som i figuren.



Figur 6.

Beräknad tillväxtökning för F och Y län för olika intensitetsnivåer av Föryngring, Förädling, Contortatall och Gödsling. a: Scenario Rimlig redovisar både den sammanlagda och marginella effekten av åtgärderna. b: Intensiva nivåer redovisar respektive åtgärds marginella effekt i jämförelse med Rimlig nivå men dessa effektnivåer kan egentligen inte summeras som i figuren.

I figur 7 redovisas utvecklingen av tillväxtökning i procent över tiden för olika åtgärder. De procentuella effekterna av alla åtgärder och åtgärdsnivåer relaterar till jämförelsescenariot Produktion 0 och är därmed helt jämförbara. Plantering med förädlade plantor av olika typ eller contortatall införs successivt år efter år och effekterna tilltar med tiden när skogen utvecklas och allt större arealer blivit besko-gade. Gödsling tillämpas i befintlig skog och reaktionstiden är kort, varför en tämligen stabil tillväxtökning etableras relativt snabbt.

I tabell 7 redovisas den genomsnittliga tillväxtökningen för period 1–6 respektive period 7–10 både i procent och i kubikmeter. Fröplantageplantorna har lägst genetisk nivå men tillämpas i stor omfattning i jämförelse med SE-planter på 5 % av

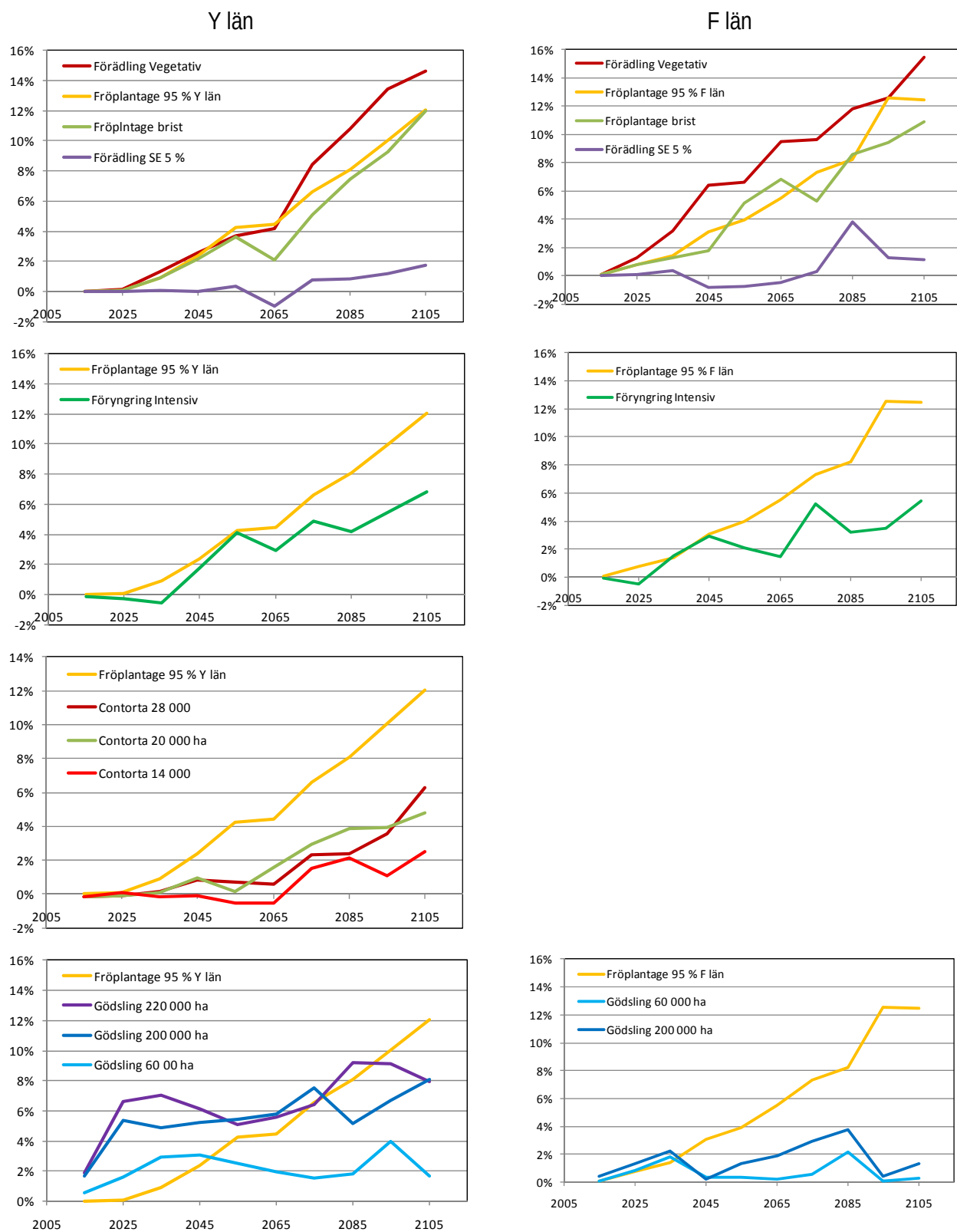
föryngringsarealen eller contortatall, varför dess samlade tillväxteffekt är störst med 10,2 och 9,2 % i F och Y län under period 7–10. För SE-plantor och contortatall är den marginella tillväxtökningen i storleksordningen 1–2 % för period 7–10 (tabell 7). Eftersom dessa plantslag i våra beräkningar ersätter fröplantageplantor blir den marginella tillväxtökningen på de hektar där de tillämpas mindre än om de ersatt oförädlade plantor (tabell 5, figur 1).

Här har vi räknat med att 95 % av alla plantor kommer från fröplantagefrö. I verkligheten råder det brist på granfrö under den närmaste tiden (tabell 6). Det minskar tillväxtökningen på lång sikt med ca 0,5 – 1,5 % -enheter (tabell 7). Om väntetiden för att fröplantager skall växa och producera frö försvinner som i scenariot Förädling Vegetativ skulle tillväxtökningen öka med 2,0 – 2,5 procentenheter till 12,4 och 11,8 i F och Y län (tabell 7).

När den totala arealen för plantering med contortatall och skogsgödsling fördelades mellan län togs hänsyn till länens olika förutsättningar (tabell 3). Plantering med contortatall är bara tillåten i Y län och där är förutsättningarna för skogsgödsling bättre än i F län. Därför blir tillväxtökningarna bara typiska för dessa två län. I Y län gav 2 000 ha plantering med contortatall, vilket motsvarar 14 000 ha i Sverige, en extra tillväxtökning om 1,8 % i period 7–10 och dubbla arealen gav 3,5 %. Gödsling motsvarande 60 000 och 200 000 ha i Sverige gav 0,6 och 1,2 % i F län och 2,1 och 4,7 % i Y län under period 1–6 och lite högre i period 7–10 (tabell 7).

Analysen visade att gödslingseffekterna per hektar var mindre vid de mer intensiva scenarierna. Med ökad areal väljs allt sämre bestånd för gödsling. Gödslingseffekterna varierade i genomsnitt under 100-årsperioden mellan 17 och 23 m³sk/ha och år med en stigande trend över tiden. När de intensiva gödslingsprogrammen skall genomföras måste samma bestånd gödslas flera gånger efter 1:a gallring, vilket ökar virkesförrådet och därmed ytterligare ökar den långsiktiga tillväxten på det sätt som simuleras med Huginsystemet. Det var stor variation i gödslingseffekt mellan perioder. Ett skäl är att tillväxt och avverkning samspelar och att avverkningen kan ske för tidigt av gödslade bestånd eller generellt i ökad omfattning när gödsling tillämpas i stor omfattning.

Föryngring Intensiv ökar tillväxten med 1,3 % under period 1–6 och 4,3 – 5,3 % under period 7–10 (tabell 7). På lång sikt är det ca 4 gånger mer än effekten av det rimliga gödslingsprogrammet men knappt hälften av förädlingseffekten.



Figur 7.
Tillväxtökning i procent av jämförelsescenariot Produktion 0 för tillväxthöjande åtgärder i Y och F-län.

Tabell 7.

Ökning av årlig tillväxt (1 000 m³sk) genom åtgärderna: Intensifierad förnygring, Förädlade plantor, Contortatall och Gödsling. Tillväxterna är beräknade som differenser mellan olika huvudscenarier markerade med fet stil. Procentalen är beräknade i relation till referensscenariot Produktion 0 (Vår referens).

	Period			
	1–6		7–10	
	1 000 m ³ sk	%	1 000 m ³ sk	%
F-län				
F SKA-VB 08 Produktion	5 893	13,7	7 736	35,6
F 1.1 Produktion 0 (Vår referens)	5 182	–	5 704	–
F 1.2 Förnygring Intensiv	69	1,3	247	4,3
F 2.0 Förädling Fröplantage Fröbrist	144	2,8	487	8,5
F 2.1 Förädling Fröplantage	134	2,6	580	10,2
F 2.0.1 Förädling Särplock				
F 2.1.1 Förädling SE på 5 %	–16	–0,3	93	1,6
F 2.2 Förädling Vegetativ	246	4,7	706	12,4
F 4.1 Gödsling 60 000 ha	32	0,6	45	0,8
F 4.2 Gödsling 200 000 ha	64	1,2	121	2,1
Y-län				
Y SKA-VB 08 Produktion	10 209	25,3	12 929	67,0
Produktion 0 (Vår referens)	8 145	–	7 741	–
Y 1.2 Förnygring Intensiv	105	1,3	414	5,3
Y 2.0 Förädling Fröplantage Fröbrist	119	1,5	654	8,4
Y 2.1 Förädling Fröplantage	163	2,0	710	9,2
Y 2.0.1 Förädling Särplock				
Y 2.1.1 Förädling SE på 5 %	–8	–0,1	87	1,1
Y 2.2 Förädling Vegetativ	160	2,0	914	11,8
Y 3.1 Contortatall 14 000 ha	–18	–0,2	140	1,8
Y 3.2 Contortatall 28 000 ha	24	0,3	271	3,5
Y 4.1 Gödsling 60 000 ha	172	2,1	140	2,2
Y 4.2 Gödsling 200 000 ha	383	4,7	531	6,9

AVVERKNINGSÖKNING I F OCH Y LÄN

Den ökade tillväxten påverkar avverkningen (tabell 8) men skillnader i skogstillstånd mellan länen ger olika skogshushållningseffekter. I Y-län finns en sjunkande tillväxttrend i jämförelsescenariot Produktion 0 medan tillväxttrenden är stigande i F-län (figur 6). Avverkningsökningen inträffar något senare än tillväxtökningen, vilket framgår om man jämför tabell 7 och 8 för period 1–6. Dels vill Huginssystemets avverkningsmodell undvika att tillväxten sjunker och dels utöser ökad tillväxt först så småningom ökad avverkning. I slutet av århundradet under period 7–10 när tillväxtökningen byggts upp leder den i F-län till en relativt högre avverkning medan det motsatta inträffar i Y-län. På så vis hjälper tillväxtökningen och en något lägre avverkningsökning till att återhämta den sjunkande tillväxttrenden i Y-län. I F-län med en stigande tillväxttrend i utgångsscenariot kan mer än tillväxtökningen avverkas när tillväxten ytterligare ökar.

Tabell 8.

Ökning av årlig avverkning (1 000 m³sk) genom åtgärderna: Intensifierad föryngring, Förädlade plantor, Contortatall och Gödsling. Tillväxterna är beräknade som differenser mellan olika huvudscenarier markerade med fet stil. Procenttalen är beräknade i relation till referensscenariot Produktion 0 (Vår referens).

	Period			
	1-6		7-10	
	1 000 m ³ sk	%	1 000 m ³ sk	%
F-län				
F SKA-VB 08 Produktion	4 525	9,2	6 461	40,2
F 1.1 Produktion 0 (Vår referens)	4 143	–	4 610	–
F 1.2 Föryngring Intensiv	62	1,5	225	4,9
F 2.0 Förädling Fröplantage Fröbrist	74	1,8	569	12,3
F 2.1 Förädling Fröplantage	98	2,4	520	11,3
F 2.0.1 Förädling Särplock				
F 2.1.1 Förädling SE på 5 %	–3	–0,1	165	3,6
F 2.2 Förädling Vegetativ	209	5,0	697	15,1
F 4.1 Gödsling 60 000 ha	49	1,2	112	2,4
F 4.2 Gödsling 200 000 ha	21	0,5	170	3,7
Y-län				
Y SKA-VB 08 Produktion	7 608	14,6	10 050	50,6
Produktion 0 (Vår referens)	6 641	–	6 671	–
Y 1.2 Föryngring Intensiv	54	0,8	277	4,2
Y 2.0 Förädling Fröplantage Fröbrist	92	1,4	440	6,6
Y 2.1 Förädling Fröplantage	101	1,5	508	7,6
Y 2.0.1 Förädling Särplock				
Y 2.1.1 Förädling SE på 5 %	5	0,1	36	0,5
Y 2.2 Förädling Vegetativ	104	1,6	666	10,0
Y 3.1 Contortatall 14 000 ha	–12	–0,2	82	1,2
Y 3.2 Contortatall 28 000 ha	8	0,1	150	2,2
Y 4.1 Gödsling 60 000 ha	135	2,0	150	2,3
Y 4.2 Gödsling 200 000 ha	290	4,4	423	6,3

TILLVÄXTÖKNING I SVERIGE

Här redovisas endast tillväxteffekterna från F och Y-län uppräknade på landsnivå. För att göra en landsomfattande avverkningsanalys skulle vi ha behövt analysera fler län. Det tar tid innan metoderna påtagligt ökar tillväxten i landets skogar (figur 8 och tabell 9). Gödsling i äldre skog är den enda metod som ger ökad tillväxt på riktigt kort tid och som därmed kan få omedelbar effekt på avverkningen i Huginsimuleringen. Vid stor gödslingsareal gödglas emellertid även gallringsskog, varför det då även för gödsling tar längre tid från insatt åtgärd till avverkning. Efter inte alltför lång tid når dock de jämförelsevis stora tillväxteffekterna av förädlade plantor samma tillväxtökning som gödslingen (figur 8).

På lång sikt innebär plantering av förädlade plantor från fröplantager att tillväxten ökar med 9,7 % vilket ger 11,4 miljoner m³sk extra (tabell 9). Bristen på förädlad granfrö från fröplantager under de närmaste årtiondena minskar tillväxten med ca 1,4 miljoner m³sk. Det skulle kunna kompenseras med SE-plantor på 5 % av arealen som ger 1,5 miljoner m³sk extra. I realiteten skulle tillväxteffekten bli något större eftersom den redovisade jämförelsen är gjord vid god tillgång på plantagefrö

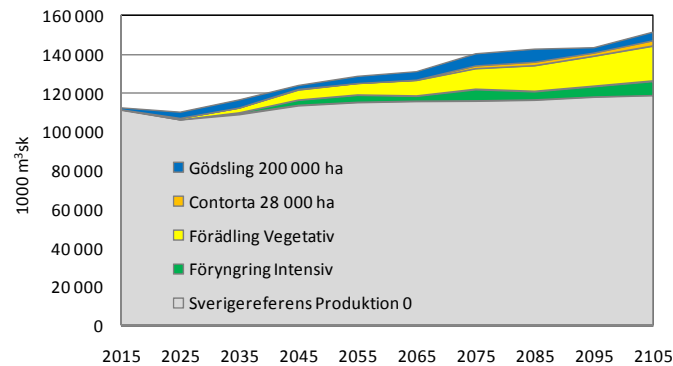
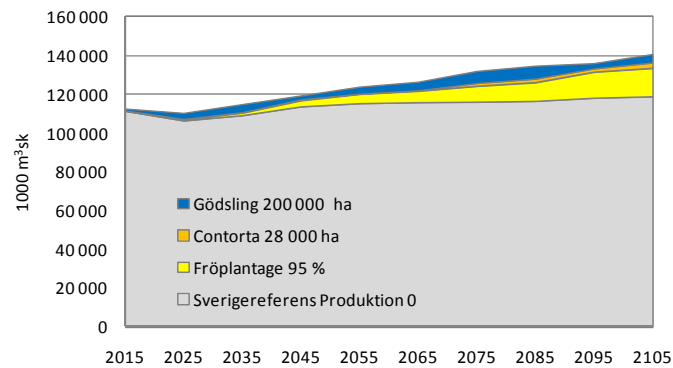
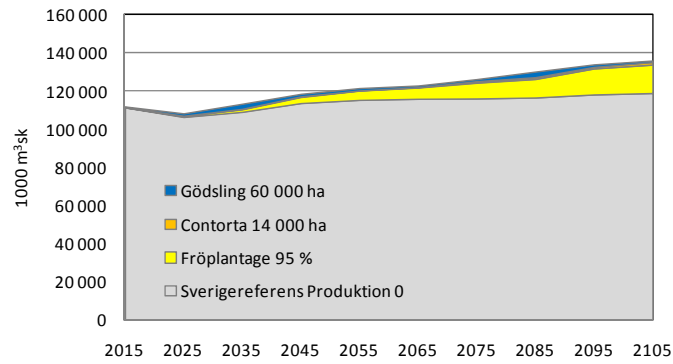
där SE-plantor ersätter fröplantageplantor och inte oförädlade beståndsfröplantor. Med en fungerande vegetativ förökningsmetod som gör att förädlingsframsteget kan realiseras snabbare än med fröplantager beräknas tillväxtökningen till 12,1 % eller 14,3 miljoner m³sk extra. Plantering av contortatall enligt nuvarande bestämmelser på 14 000 ha skulle ge drygt 0,9 miljoner m³sk extra och 2,0 miljoner m³sk extra om arealen fördubblas. Gödslingen skulle långsiktigt ge 1,5 till 5,1 miljoner m³sk beroende på gödslingsarealen i intervallet 60 000 till 200 000 ha per år.

På lång sikt ger intensiv föryngring 5,7 miljoner m³sk extra, vilket är ungefär lika mycket som det intensiva gödslingsprogrammet. Resultatet är kanske inte helt realiserbart då föryngringsintensiteten i utgångsscenariot Produktion 0 redan är hög i jämförelse med scenariot Referens i SKA-VB 08 (tabell 2).

Tabell 9.

Ökning av årlig tillväxt (1 000 m³sk) för Sverige genom åtgärderna: Intensifierad föryngring, Förädlade plantor, Contortatall och Gödsling. Tillväxterna är beräknade som differenser mellan olika huvudscenarier markerade med fet stil. Sverigevärdena är uppskalade från F och Y län. Procenttalen är beräknade i relation till referensscenariot Produktion Sverige 0 (Vår referens).

	Period			
	1-6		7-10	
	1 000 m ³ sk	%	1 000 m ³ sk	%
SKA-VB 08 Produktion	132 547	19,1	173 021	45,7
Produktion Sverige 0 (Vår referens)	112 195	–	117 633	–
Y 1.2 Föryngring Intensiv	1 461	1,3	5 696	4,8
Y 2.0 Förädling Fröplantage Fröbrist	2 348	2,0	10 012	8,5
Y 2.1 Förädling Fröplantage	2 561	2,2	11 393	9,7
Y 2.1.1 Förädling SE på 5 %	–188	–0,2	1 463	1,3
Y 2.2 Förädling Vegetativ	3 704	3,2	14 252	12,1
Y 3.1 Contortatall 14 000 ha	24	0,0	947	0,8
Y 3.2 Contortatall 28 000 ha	47	0,0	1 994	1,6
Y 4.1 Gödsling 60 000 ha	1 277	1,1	1 544	1,3
Y 4.2 Gödsling 200 000 ha	3 118	2,8	5 086	4,3



Figur 8.
Beräknad tillväxtökning för hela landet för olika intensitetsnivåer av Föryngring, Förädling, Contortatall och Gödsling.

Tillväxteffekt av historiska planteringar

I tidigare konsekvensanalyser med SKA 03 som utgångspunkt gjordes ett försök att beräkna den långsiktiga tillväxteffekten av de föryngringar med förädlade plantor och mer högproducerande provenienser som genomförts före beräkningsperioden och som inte fångas av Riksskogstaxeringens ytor i fält och Huginssystemets prognosekvationer. Tillväxtökningen uppskattades att vara 3–4 % de närmaste 50 åren för att sedan minska till 1 % i takt med att dessa skogar avverkas (Rosvall m.fl. 2004a). Under perioden mellan SKA 03 och SKA-VB 08 har det tillkommit nya bestånd med förädlade plantor, men samtidigt bör de äldsta planteringarna ha börjat sätta spår i Riksskogstaxeringens provytor. Förmodligen är denna dolda tillväxteffekt oförändrad.

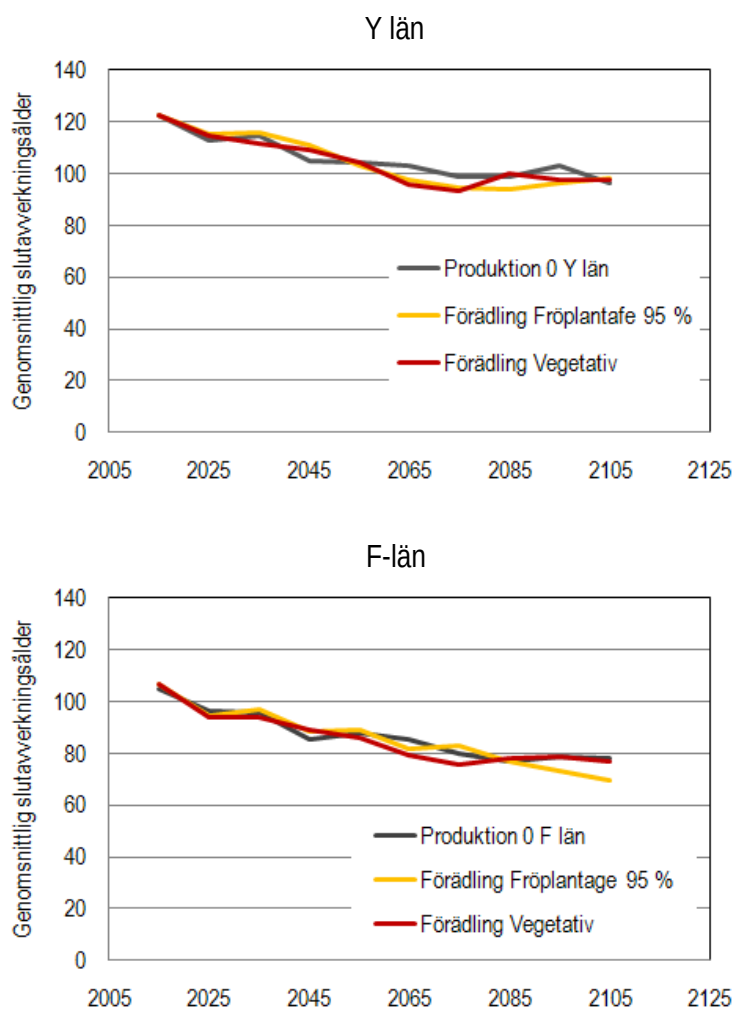
Naturvårdseffekter

Skogsskötseln i SKA-VB 08 sker med naturhänsyn enligt den svenska modellen och i enlighet med målen för natur- och miljövård. Om 100 år är skogstillståndet mycket annorlunda mot i dag enligt SKA-VB 08 i jämförelse med de små effekter som uppstår av de simulerade förändringarna av skogsskötseln i scenarierna. Det sker t.ex. stora förskjutningar i trädslagsfördelningen mellan tall och gran som inte beror på de här analyserade skötselmetoderna (Skogsstyrelsen, 2009). Virkesförrådet ökar generellt (främst genom naturvårdshänsynen) men förändras inte av den ökade tillväxten och avverkningen i de olika produktionsintensiva scenarierna.

Lövträdsandelen är viktig för naturvärdena och kan tänkas förändras av skötselmetoderna. Andelen lövträd av virkesförrådet i jämförelsescenariot Produktion 0 i Y-län ökar från 20,6 till 21,9 under 100-årsperioden medan den minskar i F-län från 15,3 till 13,1 %. Varken plantering av förädlade plantor, contortatall eller gödsling förändrar lövträdsandelen. I båda länen är det endast det intensiva föryngringsprogrammet som leder till en något lägre lövträdsandel, 18,6 % i Y-län och 9,1 % i F-län om 100 år.

Vi har inte analyserat arealen gammal skog eller mängden gamla och grova träd eller död ved men eftersom samtliga intensiva scenarier har simulerats med samma naturvårdsavsättningar och naturvårdshänsyn som i SKA-VB 08 finns det ingen anledning till att dessa kriterier skulle skilja sig mellan de här analyserade scenarierna (Skogsstyrelsen, 2009).

Växtförädling och användning av contortatall syftar till kortare växttider men det framkommer inga tydliga förändringar i de här Huginssimuleringarna jämfört med de långsiktiga förändringarna i utgångsscenariot (figur 9). Produktionsskogens ålder vid föryngringsavverkning i F-län minskar under 100-årsperioden från 105 år till knappt 80 år i samtliga scenarier. I Y-län minskar åldern vid föryngringsavverkning från ca 120 till knappt 100 år.



Figur 9.
Genomsnittliga slutavverkningsåldrar för olika förädlingsscenarior i jämförelse med utgångsscenariot Produktion 0.

Diskussion

Tillväxteffekter

Förädlingseffekterna uppräknade till landsnivå är mycket lika landssiffrorna från SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008) och dem från tidigare analyser med SKA 03 som utgångspunkt (Rosvall m.fl., 2004a och b). Effekterna av contortatall och gödsling är inte särredovisade i SKA-VB 08. I tidigare analyser var tillväxtökningen av contortatall betydligt högre i Y län och därmed även siffrorna för landet som helhet efter uppräkningsplaneringen. Plantering av 14 000 och 28 000 ha per år gav 2,3 respektive 3,5 % högre tillväxt vilket motsvarade 2,0 respektive 3,5 miljoner m³sk. Tillväxtökningen av gödsling var 1,1 och 4,0 % för intensitetsnivåerna 60 000 och 220 000 ha per år eller ca 1,0 och 3,5 miljoner m³sk per år (Rosvall m.fl., 2004a).

För att kontrollera effekterna har vi gjort några överslagsberäkningar. Om SE-planter med 40 % tillväxtökning ersätter fröplantageplanter med 20 % tillväxtökning på bonitet G28 ökar tillväxten med 1,4 m³sk/ha och år. Med plantering av 20 000 ha per år i 60 år beskogas 1,2 miljoner ha. Det skulle på lång sikt öka tillväxten i Sverige med ca 1,7 miljoner m³sk/år, vilket är något mer än simuleringarnas 1,5 miljoner m³sk (tabell 9). Contortatall med 20 % förädlingseffekt växer 55 % bättre än oförädlad tall. Med hänsyn till att tallplantorna har samma förädlingsgrad skulle contortatall öka tillväxten med 1,6 m³sk/ha och år på norrländska tallmarker. Uppskalat till 14 000 ha och 60 års omloppstid skulle det ge en långsiktig tillväxtökning av totalt ca 1,4 miljoner m³sk/år. Det indikerar att simuleringarnas knappt 1 miljon m³sk är ett lågt utfall för contortatall. Ett skäl till lägre effekt i Huginsimuleringarna är att gran- och contortaskogarna inte är trädslagsrena.

En genomsnittlig gödslingseffekt i stordrift kan uppskattas till 15 m³sk under den 10-åriga reaktionsperioden. Med gödsling av 60 000 ha per skulle effekten bli 0,9 miljoner m³sk i landet och med 200 000 ha 3,0 miljoner m³sk. Det stämmer bra med simuleringarna för de första sex 10-årsperioderna. Sedan ger simuleringarna högre effekter (tabell 9). En förklaring kan vara att bättre föryngrade och förädlade skogar vuxit in i lämplig ålder för gödsling i slutet av 100-årsperioden, vilket leder till gynnsamma samspelseffekter.

Våra begränsade simuleringar med två län som representanter för Sverige gör att resultaten är osäkra i sina detaljer. De är emellertid tillräckligt tillförlitliga för att visa att förädlade planter kan öka tillväxten i hela landet med ca 10 miljoner m³sk eftersom de kan planteras på huvuddelen av föryngringsarealen. Det är uppemot 10 gånger större tillväxtökning än för både contortatall, som har betydligt större tillväxt men som bara är tillåtet på en begränsad areal, och en bedömd rimlig nivå på skogsgödsling.

Tillväxtökningen genom förädlade planter skulle kunna öka ytterligare om nuvarande brist på granplantagefrö kunde avhjälpas och om hela nuvarande tillåtna areal för planter framställda genom vegetativ förökning av de bästa granmaterialen utnyttjades. De åtgärderna skulle var och en öka tillväxten mer än den bedömda rimliga skogsgödslingen. Allra störst effekt skulle det bli om systemet med fröproduktion i

fröplantager kunde ersättas med vegetativ förökning av små fröpartier som framställs genom korsning av förädlingsprogrammets successivt allt bättre träd. Då kunde man minska väntetiden avsevärt från det att en fröplantage anläggs till dess skogsplanter kan planteras och den negativa effekten av inkommande oförädlad pollen i plantagerna elimineras. Det skulle öka tillväxten med ytterligare ca 4 miljoner m³sk, motsvarande det mest intensiva gödslingsprogrammet. Och det skulle kunna ske genom att föröka högförädlade fröpartier med stor genetisk diversitet så att den genetiska variationen i skogsbestånden inte minskar.

Bevarad diversitet med vegetativ förökning

Vegetativ förökning som den här utformats är en metod som inte bara kan tillämpas inom ramen för intensivskogsbruk utan kan ges en mycket bredare tillämpning. Visserligen tillämpas kloning vid vegetativ förökning men det handlar här om att uppföröka fröpartier med stor diversitet, inte enstaka kloner som vid klonskogsbruk. Vid typiskt klonskogsbruk planteras ett starkt begränsat antal väl utprovade grankloner. Några 10-tal kloner massförökas med miljontals kopior under flera år innan nya kloner introduceras. Även om den mätbara synliga genetiska variationen kan upprätthållas, begränsas den genetiska diversiteten mätt på gennivå (allelrikedom). Om man istället använder vegetativ förökning för att ”bulkföröka” utvalda fröpartier, kan den genetiska diversiteten bevaras på en hög nivå (minst samma som i planter från fröplantager) medan urvalsvinsten blir något lägre än för klonskogsbruk. För att få samma plantmängd som i exemplet ovan kan man med bulkförökning utgå från 1 000-tals nya utgångsplanter varje år som kopieras 10 000 gånger. Eftersom bulkförökning bevarar diversiteten får den inte klonskogsbrukets konsekvenser och skulle således inte behöva begränsas av nuvarande regler.

Intensivskogsbruk

Både i SKA-VB 08 och i MINT-utredningen studeras intensivskogsbruk på en begränsad areal, bl.a. genom upprepad gödsling med start i 2–3 m hög granungskog, s.k. behovsanpassad gödsling, BAG (Skogsstyrelsen, 2009; Larsson m.fl., 2009). I SKA-VB 08 införs BAG under 50 år på 5 % av skogsmarken. Det ökar tillväxten redan efter 30 år till en nivå som sedan varierar mellan 4,9 och 5,8 % ökad tillväxt. Det är samma effekt som redovisats av Rosvall (2007). Långsiktigt är det ungefär hälften av vad som kan åstadkommas med förädlade planter på huvuddelen av arealen.

I MINT-utredningen tillämpas intensivskogsbruk genom BAG, vegetativt förökad högförädlad gran samt contortatall på 15 % av skogsmarken. Dessa 3,5 miljoner ha är särskilt utvalda för att ha låga naturvärden. Ganska oberoende av metod eller metodmix ökar tillväxten då med 10 miljoner m³sk per år. Det är alltså lika mycket som med förädlade planter enligt vår utredning. Då har det tagits hänsyn till att ungefär halva tillväxtökningen i MINT-utredningen uppkommer genom att bestånden anläggs snabbt och att de får 2 000 stammar per ha av det planterade trädslaget mätt några år före gallring (en trädslags-, täthets- och tidsvinst). MINT-utredningens 3,5 miljoner intensivt skötta hektar skogsmark är dessutom en form

av nettoareal där små områden med impediment och naturvårdshänsyn avräknats. I SKA-VB 08 och vår analys simuleras föryngringsinsatserna mer verklighetsnära, på all typ av mark avsedd för virkesproduktion och simuleringarna inkluderar hänsynsåtgärder i produktionsskogen. Det finns fler skillnader som gör att utredningarna inte är riktigt jämförbara. Både i SKA-VB 08 och MINT-utredningen sker beräkningarna under inflytande av ett successivt allt varmare klimat. Men resultaten visar att det behövs mycket omfattande skötselinsatser för att nå samma tillväxtökning med intensiva metoder på en begränsad areal som med förädlade plantor på en större.

Vi vill också uppmärksamma den stora tillväxteffekten av bra föryngringar som framkommer i både MINT-utredningen och de här beräkningarna. Från en redan intensiv nivå i Produktionsscenariot finns det utrymme att ytterligare öka tillväxten med mer än 5 miljoner m³sk. Ökad kvalitet i föryngringsarbetet är inte bara en bas för intensiva metoder utan generellt den viktigaste åtgärden för att långsiktigt öka tillväxten i landets skogar.

Ekonomi

Det är stor skillnad i ekonomi mellan att använda förädlade plantor och andra tillväxthöjande metoder. Förädlade plantor kostar mindre än 100 kr extra per ha, contortatall kostar inget extra medan en gödsling kostar ca 3 000 kr per hektar. Hög lönsamhet för förädlade plantor och contortatall leder till att markvärdet ökar (Rosvall m. fl., 2006). Den nuvarande skogen skall då med sin tillväxt förränta sitt eget kapital plus det högre markvärdet. Med ett höjt markvärde kan nuvarande tillväxt inte förränta det större kapitalet lika länge som tidigare. Den nuvarande skogen blir därmed avverkningsmogen något tidigare. Det blir således lönsamt att snabbare ersätta gammal skog med ny vars tillväxt är högre. Dessa tillväxthöjande metoder ökar alltså inte bara de långsiktiga avverkningsmöjligheterna utan även de kortsiktiga. Den effekten uteblir om investeringarna i ökad tillväxt är så höga att markvärdet inte höjs påtagligt, som t.ex. för BAG. De här ekonomiska effekterna framkommer inte i analyserna med Huginssystemet där avverkningarna styrs på annat sätt.

Natur- och miljöeffekter

Från natur- eller miljösynpunkt skiljer sig inte en kulturskog med förädlade träd på något påtagligt sätt från en kulturskog med oförädlade träd. Naturvärden skapas framförallt genom skogsskötseln, i synnerhet via hänsyn vid slutavverkning men även genom trädslagsval vid plantering och vid röjning. Kvarlämnade av evighets-träd, högstubbar, död ved, lövträd samt den nya skogens trädslagssammansättning, täthet och luckighet (gläntor) kan regleras på samma sätt i en förädlad som i en oförädlad skog.

Den ökade tillväxten genom förädlade träd kan användas för att behålla avverkningsnivån oförändrad på en fastighet eller i ett landskap om virkesmarknaden är mättad. Då behövs det mindre areal produktionsskog och utrymmet ökar för en mer naturvårdsinriktad skötsel på övrig areal. Men utnyttjas förädlade träd för att

öka den totala virkesproduktionen i landskapet kan möjligheten till kortare omloppstider förändra natur- och miljövärdena.

Kortare omloppstid leder långsiktigt till en större årlig avverkningsareal. Visserligen blir träden i den mogna skogen lika stora men de är yngre och varje utvecklingsstadium går fortare, även hyggesfasen. Ökad tillväxt och ökade virkesuttag utgör i princip ökad markförurning. Modellstudier av ökad tillväxt under lång tid i hela landskap visar på ökad kolinlagring, minskad mängd grov död ved men ingen tydlig effekt på avrinningsvattnets kväveinnehåll (Weslien m.fl., 2009).

Även om förädlade träd eller bestånds direkta effekt på andra organismer i ekosystemet inte studerats i någon större omfattning så bedöms det inte föreligga några märkbara effekter på biologisk mångfald med dagens skogsodlingsmaterial (Rytter, m.fl. 2009). Inte heller vid ett tänkt klonskogsbruk med klonblandningar är det trädens genetik utan sammanhanget med intensivt skogsbruk som är negativt för den biologiska mångfalden på beståndsnivå och om det får en så stor omfattning att det skulle dominera i landskapet (Sonesson m.fl., 2001).

Om den ökade tillväxten skulle bero på att förädlade träd kan bygga upp en större barrmassa per hektar, som i exemplet med den snabbväxande contortatallen jämfört med vanlig tall, skulle förädlade skogar vara mörkare och därmed påverka utrymmet för tillväxt hos andra autotrofa organismer (Andersson m.fl., 1999). Men ökad tillväxt kan uppkomma på olika sätt. Träden kan som contortatall eller gran absorbera en större andel av inkommande solenergi men de kan också omvandla solenergi effektivare, fördela mer av assimilatet på stamtillväxt eller förlora mindre tillväxt genom minskad avgång och skador. Själva tillväxten kan pågå under längre tid under vegetationsperioden eller ske snabbare under en kortare tid. Skogsträdsförädlarna arbetar med hypotesen att under många generationer av förädling så bidrar alla dessa faktorer till ökad tillväxt och att inflytandet från faktorerna varierar från träd till träd. Det är i linje med det faktum att nästan alla gener på ett eller annat sätt påverkar tillväxtförmågan, inte bara några få tillväxtgener.

Det finns särskilda miljökonsekvensbeskrivningar för contortaanvändning, klonskogsbruk (som är en extrem form av användning av förädlad material) och för skogsgödsling (Andersson m.fl., 1999; Sonesson m. fl., 2001; Högbom m.fl., 2002) och miljökonsekvenserna har nyligen analyserats i MINT-utredningen (Larsson m.fl., 2009). Det uppkommer inga riktigt allvarliga effekter av metoderna i den omfattning de tillämpas i de här scenarierna och det finns anvisningar för att minimera de negativa effekterna.

Realiserbarhet

I vad mån kan produktionshöjningarna komma till stånd? Förädlingen kräver väldigt liten aktivitet för att få genomslag. De flesta plantor som säljs kommer från fröplantager och de kostar bara något öre extra om merkostnaden tas ut. Vegetativ förökning sker i dag med sticklingar men förväntningen är att vegetativ förökning blir riktigt storskaligt först när SE-plantor bli tillgängliga på marknaden. De kommer att öka plantpriset och den framtida omfattningen är svårbedömd. Contortaplantor kostar inte något extra men trädslaget är kontroversiellt och dess använd-

ning begränsas av skogsvårdslagen och certifieringsstandarder. Ökad plantering med contortatall förutsätter dels en politisk omvärdering och dels aktiva beslut av markägarna. Gödsling är en mer omfattande åtgärd än att byta plantor men lockar med hög lönsamhet. Gödslingsaktiviteten inom privatskogsbruket är trots den höga räntabiliteten en mycket osäker faktor. Gödslingen begränsas också av miljöbetingade allmänna råd från Skogsstyrelsen och av certifieringen. På lång sikt är det därför rimligt att räkna med att växtförädlingen verkligen kan komma att öka avverkningsmöjligheterna eller, om man så vill, skapa utrymme för ökade naturvårdsinsatser medan det är mer osäkert i vilken utsträckning contortatall och gödsling kommer att bidra till detta.

Referenser

- Andersson, B., Engelmark, O., Rosvall, O. & Sjöberg, K. 1999. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbruk med contortatall i Sverige. SkogForsk, Redogörelse Nr 1, 1999.
- Elfving, B. 1982. HUGIN's ungskogstaxering 1976–1979. Projekt HUGIN Rapport nr 5, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skogsvetenskapliga fakulteten), 128 s. Umeå.
- Högbom, L. & Jacobson, S. 2002. Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige. Skogforsk Redogörelse nr 6-2002. 42 s.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport regeringsuppdrag JO 2008/1885. SLU 136 s.
- Lundström, A., Rosvall, O. & Elfving, B. 2006. Regionala effekter på skogsproduktionen om granskog omförs till björkskog. I: Bo Karlsson och Lars Lönnstedt. Strategiska skogsbruksval – analys av två alternativ till trakthyggesbruk med gran. (Arbetsrapport nr 609, 2006, Skogforsk), 139 s.
- Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift nr 4 2007. s 13-30.
- Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08.(Arbetsrapport nr 665, 2008, Skogforsk), 38 s.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004a. Ökad produktion - trots ökad naturvård? I Utvecklingskonferens 2004. Redogörelse Skogforsk nr 1, 23-38.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004b. Ökad avverkningspotential med intensivare skogsskötsel. Skogforsk, Resultat nr 10 2004. 4 s.
- Rosvall, O., Bergström, R., Jacobson, S., Pettersson, F., Rosén, K., Thor, M. & Weslien, J. 2004c. Ökad produktion i familjeskogsbruket – analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. (Arbetsrapport 574, 2004 Skogforsk), 97 s.
- Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Den gamla skogen står i vägen för den nya. I Utvecklingskonferens 2006. Redogörelse Skogforsk nr 2, 94-104.
- Rytter, L., Hannerz, M., Högbom, Ring, E. & Weslien J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar med hänsyn till miljö och sociala värden. (Arbetsrapport från Skogforsk nr 684 2009, 94 s.
- Skogsstyrelsen. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08. Rapporter 2008:25. 145 s.
- Skogsstyrelsen. 2004. Skogliga konsekvensanalyser 2003 – SKA 03. (Rapport 2 2004, Skogsstyrelsen), 52 s. Jönköping.

- Skogsstyrelsen. 2000. Skogliga konsekvensanalyser 1999 – Skogens möjligheter på 2000-talet. (Skogsstyrelsen, Rapport 2 2000), 331s. Jönköping.
- Sonesson, J., Bradshaw, R., Lindgren, D. & Ståhl P. 2001. Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. Skogforsk Report No 1. 2001. 58 p.
- Weslien, J., Finér, L., Jónsson, J. Á., Koivusalo, H., Laurén, A., Ranius, T. & Sigurdsson, B.D. 2009. Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modeling study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 333–347.

Beräkning av genetiska vinster

FRÖPLANTAGEVINSTER

När effekten av fröplantageplantor simulerades i SKA-VB 08 beaktades de befintliga plantagerna och deras fröproduktion fram till 2040 enligt Rosvall & Wennström (2008). Under den perioden skedde ett byta från äldre till yngre plantager på ett optimalt sätt. Hänsyn togs till frötillgången samt plantagernas beräknade genetiska vinst med hänsyn till ålder och grad av inkorsning av bakgrundspollen.

När framtida nya plantager simulerades beräknades de komma i drift 20 år efter förädlingsframsteg samt ha 40 % inkorsning av bakgrundspollen. Nya förädlingsframsteg i förädlingspopulationen skedde vart 20:e år med start år 2000 på genetisk nivå +24 %. En utjämnning mellan år gjordes för att man i praktiken har ett mer anpassat system för fröförsörjning från olika källor och för att framstegen kommer vid olika tid i olika län etc. (Kanske vi på så sätt uppnådde de successivt högre förädlingsvinster lite för tidigt? Men i Hugins resultat för de närmaste 100 åren spelar det liten roll vilken förädlingsvinst som använder under senare delen av 100-årsperioden)

I scenariot Referens i SKA-VB 08 användes tabell 7a för tall och 7b för gran från Rosvall & Wennström (2008). I den version av tabell 7a som finns i den tryckta rapporten är de framtida tallvinsterna (2040–2109) inte utjämnade över tiden. I SKA-VB 08 användes originaltabellen med utjämnning.

I scenariot Produktion i SKA-VB 08 tillämpade vi särplockning enligt tabell 9. Eftersom det är överkott på tallfrö behöver inte allt frö skördas. Den genetiska vinsten i tabell 7a bygger därför på att bara de bästa plantagerna plockas, medan vinstsiffrorna i tabell 9 innebär särplockning på trädnivå för att täcka fröbehovet. För gran var det fröbrist och allt granfrö användes enligt en hushållningsplan där vissa plantager flyttades till angränsande zoner och därmed län.

I vårt scenario Produktion 0 tillämpar vi tabell 7a för tall (Den utjämnade varianten) och för gran användes tabell 7 b (men utan fröbrist).

NYA BERÄKNINGAR FÖR VEGETATIV FÖRÖKNING

En nackdel med fröplantager är att det tar ca 20 år från det att förädlarna gör ett förädlingsframsteg i förädlingspopulationerna till dess det finns förädlade plantor i full praktisk skala. Nya vegetativa förökningsmetoder kan eliminera denna tidsförlust. När man tidigarelägger vinsterna på detta sätt blir det viktigt att vara noggrann med vinstutvecklingen över tiden. Därför gjordes nya beräkningar av den genetiska vinsten.

Provenienseffekten minskar förädlingsutrymmet

Förädlings effekterna är beräknade i jämförelse med den genetiska nivå som finns i de ursprungspopulationer som plusträden är hämtade från. I Hugin skall jämförelse göras med genetisk nivå för träd med lokal proveniens eftersom de är representerade i Hugins ungskogsdatabas eller i de tillväxtfunktioner som används. Provenienseffekten innefattar både att urval av plusträd kan ha skett i en bättre proveniens än den lokala och att förädlade plantor förflyttas enligt nuvarande rekommendationer.

Inför de här simuleringarna har beräkningarna av kombinationen proveniens- och förädlingsvinst följt en modifierad modell jämfört med den som redovisades av Rosvall & Wennström (2008). Provenienseffekten betraktas här som ett framsteg som sker i ett steg i och med att man väljer en bättre proveniens för fortsatt förädling samt att den effekten minskar utrymmet för framtida förädlingsframsteg genom urval i motsvarande grad. I t.ex. norra Sverige innebär nordförflyttning av garn att tillväxtperioden utnyttjas bättre. Vi har räknat med att det ger en realiserad vinst av +5 % för de förädlade plantorna. Effekten tänks bevarad under lång tid. Den nya modellen innebär att det därmed inte finns motsvarande framtida förädlingsutrymme för att optimera tillväxtperioden utan ”bara” för ökad tillväxthastighet. I t.ex. södra Sverige innebär införandet av sydost- och ostproveniens förändrad tillväxtperiod och frostkänslighet, vilket ger en realiserad vinst av +7,0 % för plusträd valda i dessa populationer. Och på motsvarande sätt minskar utrymmet att förbättra dessa egenskaper i fortsatt förädling. Modellen innebär att låta provenienseffekten bestå men att minska utrymmet för förädlingsframsteget med avklingande verkan. I beräkningarna sker avklingningen med 2,5 procentenheter per generation.

Urvalseffekter vid vegetativ förökning

För att analysera konsekvenserna av att producera plantor med den genetiska vinst som råder vid förädlingsfronten gjordes först ett urval i förädlingspopulationerna som motsvarar urvalet till en fröplantage med effektivt antal motsvarande N_s 15. Syftet är att bibehålla samma genetiska diversitet som för fröplantager. Det innebär att redovisade vinster för fröplantager korrigeras för utebliven inkorsning och för den s.k. fröplantageeffekten (2 procentenheter) samt att vinsterna tidigareläggs med den tid det tar från förädlingsframsteg till dess en fröplantage är i full produktion.

För tall och gran är väntetiden till plantor från fröplantager 15 respektive 20 år. För scenariot Förädling Vegetativ tidigarelades vinsten med 10 år för tall och 15 år för gran för att tillåta 5 år för massförökning till plantor.

För framtida utveckling av förädlingsprogrammet har vi hittills räknat med en 20-årig förädlingscykel. Även om den cykeltiden skulle vara möjligt kan man kanske inte upprätthålla samma vinstökning per år i senare cykler. För att ta hänsyn till detta förlängdes förädlingscykeln från 20 till 25 år i de här beräkningarna.

Beräkningen av förädlingsvinster utgår vanligtvis från förädling av en egenskap. I verkligheten förädlas för flera egenskaper och då blir framsteget i varje enskild egenskap lägre (även om värdet av det totala framsteget ökar). Här vill vi på samma sätt som i Rosvall & Wennström (2008) renodla förädlingsframsteget för en egenskap, tillväxt. För fröplantagerna reducerades vinsten för att enbart avse tillväxt genom att inte tillämpa urval ur fler populationer, vilket innebär 2–3 procentenheter reducerad vinst.

Förädling Vegetativ för plantor till all mark

Den genetiska vinsten för simulering av bulksticklingar i SKA-VB 08 enligt Rosvall & Wennström (2008) hade följande komponenter:

- 2 % utebliven effekt av fröplantage
- +3 % urval i flera populationer
- +1,5 % i södra Sverige pga. större urvalsbas
- ×0,9 reduktion för att vi väljer för fler mål
- +5 år för blomning och korsning
- +5 år ytterligare för sticklingsproduktion

Genomsnittligt basår för generation F1 är 2015 i södra Sverige och 2020 i norra Sverige.

Scenariot Förädling Vegetativ avser en tänkt vegetativ förökningsmetod, t.ex. billiga SE-plantor för plantor till all areal och både tall och gran. Då krävs hög diversitet.

Följande justeringar av tidigare beräkningar gjordes:

Förädlingscykeln ändrades från 20 till 25 år

Urval i flera populationer + 3 % togs bort (ett sätt att reducera urvalsintensiteten)

Inget behov av 5 år för sticklingproduktion

Därefter återstod:

- 2 % utebliven effekt av fröplantage
- +1,5 % i södra Sverige pga. större urvalsbas
- ×0,9 reduktion för att vi väljer för fler mål
- +5 år till SE-plantor i backen

Förädling SE-plantor på 5 % av arealen

För att simulera ett mer ”intensivt” alternativ med beskogning av 5 % av arealen simuleras ett hårdare urval genom att faktorn +3 % för urval i fler populationer adderades till vinsterna för scenariot Förädling Vegetativ.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009 Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 14 s.

Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.
Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 34 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 3. Attityder och kunskapsbehov



ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 700 2010



Fotograf: Mats Hannerz.

Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial

Mats Hannerz, Silvinformation AB
Jonas Cedergren, J. Cedergren Consulting

Ämnesord: Attityd, fröplantage, genetisk variation, genetisk vinst, kunskapsbehov, skogsträdsförädling.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Förord

I propositionen ”En skogspolitik i takt med tiden” (prop. 2007/08:108) gjorde regeringen bedömningen att föryngring med gran och tall bör ske med förädlat föryngringsmaterial i så stor utsträckning som möjligt. Regeringen ansåg att kunskapen om värdet av att använda förädlat plantmaterial vid föryngringar bör öka bland markägare, entreprenörer, Skogsstyrelsens personal och andra berörda.

Ett resultat av propositionen var det ”Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial” som regeringen, via Formas, gav till Skogforsk. Uppdraget innebar ”att ta fram riktlinjer för vilket föryngringsmaterial som ska rekommenderas på olika marker ur produktions- och miljöperspektiv samt att beskriva hur tillgången på förädlat plantmaterial kan öka.” Resultatet skulle slutredovisas i mars 2010 och innefatta en rad aktiviteter kopplade till information och kunskapssammanställningar.

En referensgrupp kopplad till regeringsuppdraget identifierade i december 2008 behovet av en kartläggning av attityder och kunskapsbehov kring förädlat material. Kartläggningen ska kunna användas som underlag för prioritering av olika informationsaktiviteter.

Kartläggningen har utförts av Mats Hannerz (Silvinformation AB) och Jonas Cedergren, J. Cedergren Consulting. Resultatet av kartläggningen återfinns i denna rapport.

Uppsala och Bankeryd i februari 2010

Mats Hannerz och Jonas Cedergren

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Stor potential med förädlade plantor.....	4
Fröplantagerna täcker inte hela behovet av frö.....	4
Användning av förädlad frö.....	5
Vad är då problemet?.....	6
Utredningens syfte.....	7
Material och metoder.....	7
Attityder – resultat från intervjuerna.....	8
Argument för och emot förädlad material.....	8
Efterfrågan på förädlad material.....	8
Begrepp.....	9
Informationsmaterial och kunskaper.....	9
Attityder – resultat från enkäterna.....	9
Fria kommentarer.....	12
Resultat baserat på litteraturen.....	12
Inställning till förädlad material i skogsbruket.....	12
1950-talet – huvudträdslagen.....	13
1970-talet – oljekris och virkessvacka.....	13
Tidigt 90-tal – förädlingen ifrågasätts.....	13
2000-talet – acceptans.....	14
Nu satsar skogsnäringen själv.....	15
Uppfattningar om förädlingens effekter och risker.....	15
Produktionsvinster med förädling.....	16
Virkeskvalitet.....	17
Skador.....	18
Genetisk variation.....	18
Ekonomiska effekter.....	19
Inställningen till skogsbruk.....	20
Miljörörelsen och förädling.....	21
Inställningen till genetiskt modifierade grödor.....	22
Diskussion.....	23
Attityder.....	23
Kunskapsluckor.....	24
Åtgärder.....	25
Kunskapssammanställning.....	25
Informationsbroschyr.....	25
Demonstrationsförsök.....	25
Plantval.....	26
Referenser.....	26
Bilaga 1 Intervjuerna.....	29
Bilaga 2 Enkät skogsägarföreningar.....	39
Bilaga 3 Enkät – Skogsstyrelsens distrikt.....	45
Bilaga 4 Enkät – skogsbolagens distrikt.....	51

Sammanfattning

Syftet med denna utredning var att kartlägga skogsbrukets attityder till förädlat skogsodlingsmaterial av gran och tall. Kartläggningen har utförts genom intervjuer med företrädare för forskning, plantproduktion, skogsbruk och naturvård, och med enkäter riktade till rådgivare hos skogsägarföreningar, skogsbolag och Skogsstyrelsen. Dessutom beskrivs kända attityder och kunskaper om förädling utifrån litteratur och andra källor.

Såväl intervjuerna som enkäterna visar att förädling i dag har ett starkt stöd i skogsbruket, att efterfrågan ökar och att det finns en stark tilltro till förädlingens effekter på produktionsförmågan. Det finns också en positiv syn på att förädlat material förbättrar, eller åtminstone inte försämrar virkeskvaliteten. Flaskhalsen för en ökad användning av förädlat material är således inte attityder utan bristen på förädlat frö.

Det finns dock kritiska röster som befarar att virkeskvaliteten försämras. Hos delar av skogsbruket, och framför allt hos Skogsstyrelsen, finns en rädsla för att förädlingen kan föra med sig oönskade effekter som minskad genetisk variation och minskad motståndskraft mot sjukdomar och klimatförändringar.

Naturvårdens företrädare diskuterar sällan förädling direkt när de kommenterar det moderna skogsbrukets påverkan. Kritiken riktar sig i stället mot införda provenienser och en sämre kontroll av trädens ursprung. Det finns också en rädsla för GMO, vilket felaktigt kan blandas samman med förädling.

Utredningen pekar på behovet av förbättrad kunskap och information om frågor kring virkeskvalitet, sjukdomsresistens och genetisk variation. Den understryker också behovet av att kunna ”visa” förädlingseffekten, både i demonstrationsförsök och i praktiska odlingstester i fält. Det finns också kunskapsluckor som behöver täppas till. En del av denna kunskap finns i dag, men den har hittills inte varit sammanställd och syntetiserad.

Utredningen ger också förslag på innehåll i en informationsbroschyr, eller motsvarande, om förädlingens risker och effekter på olika egenskaper. Ny kunskap kan också föras in i Skogforsks webbverktyg Plantval.

Inledning

STOR POTENTIAL MED FÖRÄDLADE PLANTOR

Skogforsk har i flera utredningar beräknat att tillväxten i den svenska skogen kan öka med upp till 40 % genom aktiva skogsvårdsåtgärder (Rosvall m.fl., 2004a, 2004b; Rosvall, 2007).

En så hög tillväxtökning förutsätter dock att åtgärderna utförs på större delen av den produktiva skogsmarken, samt att flera olika åtgärder används i samma bestånd under en omloppstid. I ett mer realistiskt scenario föreslår Skogforsks utredningar därför att ungefär hälften av denna potential är realiserbar (20 %). Ökningspotentialen fördelar sig på flera åtgärder, bl.a. bättre föryngringar genom markberedning och plantering, användning av förädlad material, nya trädslag, skogsgödsling och dikesrensning. Den enskilt viktigaste åtgärden är en ökad användning av förädlade plantor från fröplantager, vilken får stort genomslag genom att den används över stora arealer. Av den realiserbara 20-procentiga ökningen beräknas förädlade plantor stå för 9 %.

Den genetiska vinsten av att använda förädlad frö jämfört med oförädlad beståndsför ("förädlingseffekten") beräknas vara cirka 10 % med första och 10–20 % med andra omgångens fröplantager (se nedan). Med den tredje omgången ("TreO") som är under anläggning, beräknas vinsten nå upp till 20–30 %.

FRÖPLANTAGERNA TÄCKER INTE HELA BEHOVET AV FRÖ

Den organiserade skogsträdsförädlingen startade i slutet av 1930-talet i Sverige. Den har därefter bedrivits kontinuerligt för gran och tall, om än med en viss variation i intensiteten. I början inriktades förädlingen på urval av plusträd i gamla naturbestånd. Plusträden valdes i första hand ut efter volymproduktion, kvalitet eller en kombination av dessa egenskaper.

Den första fullskaliga fröplantagen anlades 1947 i närheten av Brunsbergs försöksstation i Värmland. Huvuddelen av den första omgångens tallfröplantager anlades i slutet av 1950 och i början av 1960-talet, medan den största arealen av de första granfröplantagerna såg dagens ljus under andra halvan av 1960-talet (Hannerz m.fl., 2000).

Den första plantageomgången anlades med ympar av de fenotyputvalda plusträden. Urvalet hade alltså inte föregåtts av någon genetisk testning i fält (avkommeprövning). Under 1980-talet startade en ny omgång av plantageanläggning. Nu kunde urvalet ske bland fälttestade, avkommeprövade plusträd. För ett antal plantager baserades dock även denna plantageomgång på urval i skogen, men nu med ett bredare urval, ofta i lyckade och kvalitativt goda kulturbestånd. En del av plantageträden valdes också ut i fältförsök med proveniensier eller avkommor från plusträden. Dessa plantager benämns ofta som "andra omgången".

Flera utredningar har gjorts över fröförsörjningen från fröplantager (se sammanställning i Hannerz m.fl., 2000). I en utredning i mitten på 1990-talet beräknades att den första och andra omgången fröplantager skulle täcka det långsiktiga behovet (fram till 2030) för tallfrö, med undantag för de nordligaste delarna av Sverige.

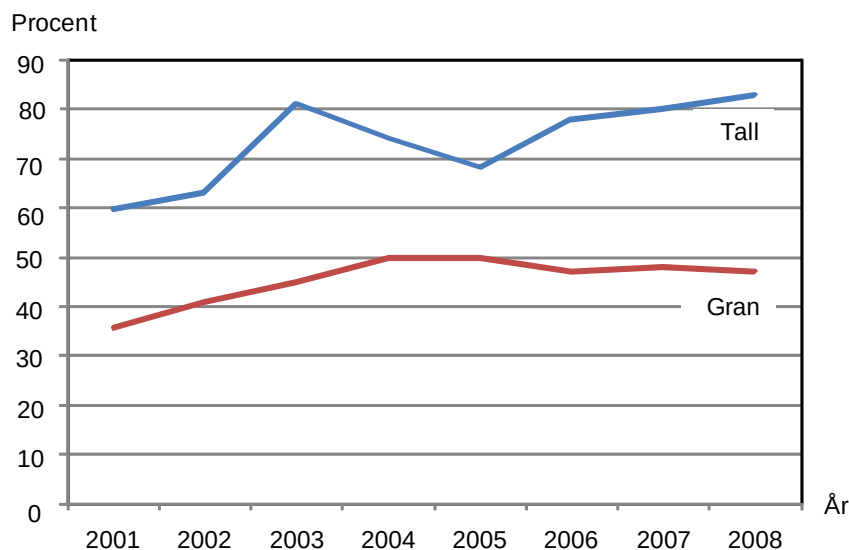
För gran beräknades dock ett rejält underskott, framför allt i Götaland. I mitten av 1990-talet täcktes endast 25 % av granfröbehovet med frö från fröplantager (Hannerz m.fl., 2000). En ny beräkning som tar hänsyn till nyanlagda och planerade plantager ger en mindre dyster bild, men fortfarande räcker granfröet i Götaland bara till 60 % av behovet (Almqvist & Wennström, 2009).

Underskottet på plantagefrö och de genetiska vinster som kan erhållas med mer högförädlad material, föranledde satsningen på den tredje omgångens fröplantager ("TreO"-plantagerna) i början av 2000-talet (Rosvall m.fl., 2001; Rosvall & Eriksson, 2002; Remröd m.fl., 2003). I takt med att dessa, och de senast anlagda "TvåO"-plantagerna, når full fröproduktion kommer hela Sveriges fröbehov att vara täckt efter 2030 (Almqvist & Wennström, 2009).

ANVÄNDNING AV FÖRÄDLAT FRÖ

Cirka 80 % av alla tallplantor levererade från svenska skogsplantskolor härstammar i dag från plantager (Skogsstyrelsen, 2009). För gran är andelen lägre, men den har stigit sedan Skogsstyrelsen påbörjade sin statistikinsamling 2001. Den uppgår för närvarande till knappt 50 % (figur 1).

Det är inte bara tillgången till förädlad frö som avgör om det används i skogsbruket. För tall är tillgången större än efterfrågan utom i nordligaste Sverige där det råder brist, men trots det används en del oförädlad material. För gran kommer ungefär hälften av alla plantor från fröplantager. De regionala skillnaderna är sannolikt stora, men dessa täcks inte in av statistiken.



Figur 1.

Andelen frö för plantproduktion som härstammar från svenska fröplantager. Källa: Skogsstyrelsens statistik över plantproduktion, www.skogsstyrelsen.se.

Hannerz och Almäng (1997) sammanställde härkomst för plantor levererade 1995. Undersökningen täckte cirka 60 % av den samlade svenska plantproduktionen. De konstaterade att 12 % av alla granplantor och 72 % av alla tallplantor härstammade från fröplantager. De regionala skillnaderna var stora. I Götaland kom endast 2 % av granplantorna från plantager medan 90 % av tallplantorna i Svealand var av plantageursprung (tabell 1).

Siffrorna från 1995 i jämförelse med statistiken från 2000-talet visar att andelen granfrö från plantager har ökat markant, medan tallfröet har legat kvar på ungefär samma nivå. Ökningen för gran beror på att den andra omgångens fröplantager har börjat producera större mängder frö.

Tabell 1.
Andel plantor med ursprung i fröplantager under 1995, baserat på förfrågningar hos svenska plantskolor (från Hannerz & Almäng, 1995).

	Andel plantagefrö, %	
	Gran	Tall
Norrland	14	62
Svealand	25	90
Götaland	2	84
Totalt	12	72

VAD ÄR DÅ PROBLEMET?

Regeringen har uttryckt en önskan om att en större andel av förryngringarna i Sverige bör bygga på förädlade plantor. Den pågående utbyggnaden av fröplantager kommer på sikt att öka utbudet, och möjliggöra en fysiskt full behovstäckning på några decenniers sikt, om man räknar in alla fröplantager i produktiv ålder.

För ett fullt utnyttjande av förädlingens effekter räcker det dock inte med att utnyttja gamla fröplantager fullt ut. Om dessa plantager kan fasas ut tidigare och ersättas av nya ökar förädlingseffekten och tillväxten i de etablerade bestånden. Takten i utbyggnaden, liksom intensiteten i utnyttjandet av plantagerna förutsätter att det finns finansiering, vilket i sin tur förutsätter en hög efterfrågan på förädlad material.

I plantskolorna har förädlad material använts i hög utsträckning även om kunderna inte direkt har efterfrågat det. Det beror på att förädlad frö ger en jämnare och mer kostnadseffektiv odling, vilket med god marginal kompenserar den något högre frökostnaden.

En högre efterfrågan på högförädlade plantor ger förutsättningar för ett intensivare utnyttjande av de bästa plantagerna. Det finns flera åtgärder för att öka fröutbytet och det genetiska värdet, t.ex. kontrollerad pollinering, särplockning, blomningsstimulering och insektsbekämpning (se t.ex. Wilhelmsson m.fl., 1994; Almqvist m.fl., 2008). Dessa åtgärder kostar pengar, även om flera utredningar har visat att insatserna är marginella (några ören per frö).

De bästa plantageträden, eller t.o.m. de bästa avkommorna från fröplantagerna, kan också massförökas som sticklingar eller med somatisk embryogenes. Sådana plantor har förutsättningar för en hög genetisk nivå, men förväntas bli dyrare än vanliga fröplantor.

Efterfrågan på förädlade plantor har varierat över tiden och hänger sannolikt ihop med attityder och kunskaper hos plantköpare och rådgivare. Hur dessa attityder har förändrats och hur de ser ut i dag har tidigare inte sammanställts.

Detta leder oss fram till syftet med denna utredning.

Utredningens syfte

Syftet med utredningen är att kartlägga attityder och kunskaper om förädlade plantor hos i första hand plantproducenter, plantköpare och rådgivare. Med vetskap om vilka attityder som styr plantköpet och vilka kunskapsluckor som finns, kan informationsaktiviteter om förädlad material bättre anpassas till olika målgrupper. Resultaten kan också ge en bild av vilken kunskap som saknas.

Förutom kartläggningen har utredningen gjort en sammanställning av intresset och attityderna till förädling över tiden, samt en genomgång av argument kring effekter och risker med förädlad material.

Slutligen ger utredningen förslag till åtgärder för att stärka kunskaperna och informationen kring förädlad material.

Material och metoder

Utredningen har angripit frågeställningen på följande sätt.

1. Intervjuer har genomförts med företrädare för förädlingen, plantproducenter och rådgivare för att kartlägga deras uppfattning om plantköparnas attityder. Intervjuerna har följt ett gemensamt schema, med utrymme även för fria tankar kring förädling.
2. Webbenkäter har skickats ut till fältpersonal vid samtliga distrikt på skogsägarföreningarna, Skogsstyrelsen och de större skogsbolagen. En person per arbetsplats har valts ut från företagets/myndighetens webbplatser. Urvalet har utgått från webbplatsernas presentationer. I första hand har personer med skogsvårdsansvar valts ut, i andra hand personer som antas arbeta brett med rådgivning till skogsägare.
3. Litteratur och webbinformation har studerats för att få en bild av hur inställningen har förändrats över tiden. Jämförelser har också gjorts med attityder till skogsbruk i allmänhet och genetiskt modifierade grödor inom jordbruket.
4. En summering av kunskaper om vinster och risker med förädling har gjorts med stöd av litteraturen.

Attityder – resultat från intervjuerna

Intervjuerna genomfördes med rådgivare i skogsbruket, företrädare för plantodlare och forskare med förädling som en del av sina uppgifter. De intervjuade fördelade sig på forskare/lärare vid Skogforsk och SLU (7), plantproducenter (3), stabs-tjänsteman i skogsbruket (1), expert på Skogsstyrelsen (1), rådgivare i skogsbruket (3), konsult inom plant- och frö (1), företrädare för naturvårdsorganisation (1). Genom att dessa kategorier är mer frekvent engagerade i frågan om skogsodlings-materialets ursprung kan de också ge en bredare bild av hur de uppfattar att in-ställningen till förädlad material är ute i skogsbruket. Intervjuer med enskilda markägare har inte gjorts i denna utredning.

De enskilda intervjuerna redovisas i bilaga 1. Några slutsatser från dem samman-fattas här.

ARGUMENT FÖR OCH EMOT FÖRÄDLAT MATERIAL

Nästan alla framhåller att förädlade plantors högre tillväxt är det främsta argumen-tet för försäljning och köp. Ibland finns en tveksamhet om hur höga vinstnivåerna är, och att plantköpare behöver ”överbevisas” genom demonstrationsförsök i fält.

Plantproducenter får ibland frågor om virkeskvaliteten, vilket bemöts med argu-mentet att virkeskvaliteten inte påverkas av förädlingen.

Forskare tror att många plantköpare kan känna en tveksamhet kring genetisk varia-tion och anpassning till skadegörare och klimat. Intervjuerna med skogsbrukets företrädare ger dock inte någon sådan bild. Snarare tror de att de förädlade plan-torna klarar sig bättre.

En av de intervjuade framhåller problemen med sämre kvalitet och dålig lönsam-het för plantering i allmänhet i jämförelse med naturlig föröngning.

Plantproducenterna framhåller det tyngre fröet som ger en jämnare och mer lätt-arbetad odling.

Flera har kommenterat att det råder brist på förädlad material eller att det är dyrare.

EFTERFRÅGAN PÅ FÖRÄDLAT MATERIAL

Många framhåller att den enskilda skogsägaren sällan efterfrågar förädlad material direkt, utan att de utgår från att de erbjuds det bästa materialet från säljaren/råd-givaren. Det blir dock allt vanligare att skogsägare frågar efter ”de där nya plantor-na”, om de har hört t.ex. genom Kraftsamling Skog att förädlade plantor växer bättre. Efterfrågan har också ökat på gransticklingar i södra Sverige.

Den allmänna bilden är dock att efterfrågan definitivt har ökat inom skogsbruket, och att problemet i dag är att frötillgången är för liten. Det är ytterst få skogsägare som i första hand vill ha beståndsmaterial.

BEGREPP

Förädlarna använder sig av en rad begrepp som inte används av gemene man i skogsbruket: klon, plusträd, avkommor, provenienser.

Den vanligaste benämningen på plantor från fröplantager verkar vara ”förädlade plantor” eller ”förädlad material”. ”Plantagefrö” och ”beståndsfrö” används också.

Oförädlade naturpopulationer, som ibland av förädlarna benämns ”provenienser”, beskrivs i allmänhet som ”beståndsmaterial” i skogsbruket. Någon använder uttrycket ”proveniens”.

Uttrycken ”härkomst” eller ”ursprung” är mer vanligt förekommande i skogsbruket än ”provenienser”.

Flera har påtalat problemet med benämningen av den nya metoden ”somatisk embryogenes”. Här skulle ett nytt begrepp vara användbart.

INFORMATIONSMATERIAL OCH KUNSKAPER

Flera intervjuade framhöll vikten av bra demonstrationsförsök. De små demoförsöken som finns med t.ex. granplantor från fröplantagen Brelinge är övertygande för många.

En folder eller enkel handledning fanns också bland önskemålen.

Webben, och verktyget Plantval, används av många, och många ser också utvecklingsmöjligheter för verktyget. Ett exempel är att kunna se vilka material som passar inom ett visst större geografiskt område.

En efterfrågade en guide, baserat på Plantvals information, att kunna ha med i fickan, där det går att skatta vilka material som bör användas inom ett område och vilka effekter de ger på t.ex. olika höjdlägen.

Attityder – resultat från enkäterna

Enkäterna skickades ut som e-postenkäter den 14 april (SÄF, skogsägarföreningarna, 99 utskick) respektive 16 april 2009 (SKS, Skogsstyrelsen, 108 utskick). Ytterligare en vecka senare kompletterades enkäten med utskick till skogsbolag (92 utskick). De som inte hade svarat fick en påminnelse inom en vecka. Antalet svar från skogsägarföreningarna var 66 (67 %), från Skogsstyrelsen 57 (53 %), och från skogsbolag 42 (46 %).

En sammanställning av respektive enkät återges i bilagorna. Nedan visas en förenklad sammanställning av svaren på respektive fråga.

En övervägande majoritet instämmer i att förädlade plantor växer bättre (tabell 2). Det är också dubbelt så många som tror att förädlade plantor ger bättre kvalitet än de som tror att de ger sämre kvalitet (tabell 2). Svaren för klimatanpassning och tålighet varierar något. Skogsägarföreningarna är här mer positiva till de förädlade plantornas egenskaper. Över hälften av de svarande från Skogsstyrelsen och bola-

gen tror att förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen. Drygt en tredjedel instämmer dock inte i det påståendet (tabell 3).

Det syns en viss skillnad mellan svarsgrupperna. De svarande från Skogsstyrelsen verkar ha en något tveksamhet när det gäller de förädlade plantornas tålighet mot sjukdomar och klimatskador. De svarande från skogsägarföreningarna verkar vara mest positiva till förädlade plantor. Högst andel anser att de har högre virkeskvalitet och är tåligare mot sjukdomar och klimatskador. Det är också färre som tror att förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen.

Tabell 2.

Procent av de svarande som instämmer (helt eller delvis) med respektive påstående

Påstående	SÄF	SKS	Bolag
Förädlade plantor ger träd som växer snabbare än träd från lokala beståndsmaterial (oförädlade plantor).	98,5	94,8	97,5
Oförädlade plantor med lokalt ursprung är anpassade till växtplatsen, och klarar därför klimat och sjukdomar bättre än oförädlade plantor från fröplantager.	29,2	50,9	46,3
Förädlade plantor är testade i fält för att stå emot sjukdomar och klimatskador, och är därför tåligare än oförädlade plantor med lokalt ursprung.	63,7	50,9	41,4
Förädlade plantor är utvalda för bra kvalitet vid en given tillväxt, och ger därför träd med högre virkeskvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung.	77,3	71,5	70,7
Förädlade plantor växer snabbt och ger därför träd med lägre kvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung.	27,7	36,9	36,6
Plantering med förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen.	47,0	57,9	58,5

Tabell 3.

Procent av de svarande som inte instämmer (inte alls eller inte särskilt) med respektive påstående

Påstående	SÄF	SKS	Bolag
Förädlade plantor ger träd som växer snabbare än träd från lokala beståndsmaterial (oförädlade plantor).	0	1,8	2,5
Oförädlade plantor med lokalt ursprung är anpassade till växtplatsen, och klarar därför klimat och sjukdomar bättre än oförädlade plantor från fröplantager.	49,6	28,1	41,5
Förädlade plantor är testade i fält för att stå emot sjukdomar och klimatskador, och är därför tåligare än oförädlade plantor med lokalt ursprung.	27,3	36,8	19,6
Förädlade plantor är utvalda för bra kvalitet vid en given tillväxt, och ger därför träd med högre virkeskvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung.	18,2	19,6	17,1
Förädlade plantor växer snabbt och ger därför träd med lägre kvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung.	55,4	40,3	51,2
Plantering med förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen.	37,9	26,4	36,6

Svaren i tabell 4 förstärker resultaten i tabell 2–3. En stor majoritet tror att förädlade plantor växer snabbare, och omkring hälften förknippar förädlad material med bättre kvalitet. Däremot är inte lika många övertygade om att förädlade plantor är mer säkra mot sjukdomar och klimatskador. En hög andel, framför allt från Skogsstyrelsen, förknippar också förädlade plantor med en minskad genetisk variation.

Tabell 4.

Procent av de svarande som förknippar förädlade plantor med respektive påstående (i jämförelse med oförädlade plantor med lokalt ursprung).

Påstående	SÄF	SKS	Bolag
Växer snabbare.	100	91,1	95,1
Växer långsammare.	0	1,8	0
Sämre kvalitet.	15,4	10,7	12,2
Bättre kvalitet.	53,8	48,2	43,9
Mindre säkert mot sjukdomar.	15,4	21,4	19,5
Mer säkert mot sjukdomar.	32,3	26,8	19,5
Mindre säkert mot klimatskador.	18,5	23,2	19,5
Mer säkert mot klimatskador.	33,8	28,6	22,0
Minskar den genetiska variationen i skogen.	33,8	51,8	31,7
Ökar den genetiska variationen i skogen.	13,8	7,1	0

Svarande från skogsägarföreningar och bolag har en mer optimistisk syn på de förädlade plantornas tillväxt (tabell 5). Förvånansvärt många har en ”övertro”, då de tror att dagens förädlade plantor växer 20 % bättre än oförädlade.

Tabell 5.

Hur snabbt växer förädlade plantor (från dagens uppvuxna fröplantager) jämfört med oförädlade? Procentsvar.

Tillväxteffekt	SÄF	SKS	Bolag
Sämre	0	0	0
Lika bra	0	1,8	0
5 % bättre	1,5	3,5	4,9
10 % bättre	36,4	47,4	36,6
20 % bättre	56,1	38,6	51,2
40 % bättre	3	1,8	2,4
60 % bättre	0	0	0

Såväl det praktiska skogsbruket som myndigheten värderar skogens dubbla värden högt, men det finns en viss skillnad där svarande från Skogsstyrelsen värderar biologisk mångfald och rekreation högre, och t.o.m. högre än att skogen växer snabbt (tabell 6).

Tabell 6.

Hur viktigt tycker du det är att skogen... (procent som svarat mycket stor betydelse).

Påstående	SÄF	SKS	Bolag
... växer snabbt och utnyttjar markens produktionsförmåga.	75,8	61,4	70,7
... utgör en miljö för biologisk mångfald och rekreation.	46,2	71,9	53,7

FRIA KOMMENTARER

I bilaga 2–4 finns enkätsvarens fria kommentarer kring förädling. Några kommentarer som återkommer är:

Ökad efterfrågan: ”vi har lyckats marknadsföra dem så pass bra att de inte räcker till den efterfrågan som finns.”, ”mer intresse för förädlad material och folk frågar om tredje generationen som ska växa ca 20 % mer.”, ”lätt att prata om och förorda, betydligt svårare att få tag på”.

Högre tillväxt: ”känslan och synintryck är att förädlad material växer snabbare”, ”uppfattar förädlad material som överlägset rörande tillväxt”.

Genetisk variation: ”känner dock en osäkerhet i att ha en smalare genetisk bas i skogsbestånden utifrån ett sjukdoms-/klimatperspektiv.” ”tydlig information om förädlingens påverkan på den genetiska variationen jätteviktigt”.

Plantbrist: ”...kommer ej i fokus i dag med den brist av plantor som råder”, ”finns för lite förädlad granfrö för den 63/64 breddgraden”, ”det finns ju ingen tillgång till förädlade plantor till norra delen av Norrbottens län”.

Tveksamheter kring kvaliteten: ”veddensitet tveksamt med förädling, däremot oklart hur kvistdiametern påverkas. Upplega = mer toppbrott.”, ”mycket viltskador på framför allt det förädlade material”, ”det finns en övertro på snabbväxande, som troligen inte tilltalar sågverken i framtiden”, ”avseende kvalitet så verkar det inte vara ett mål inom skogsbruket på samma sätt som enbart volymtillväxt är. Men ska all kokas så kvittar det ju.”

Tveksamhet om uthållig tillväxt: ”den tillväxtökning som kan ses i plant- och ungskogsstadiet hos s.k. förädlade plantor knappast kommer att bestå under trädets livstid. Tillväxten kan komma att passeras av s.k. lokalt material”

Ökad tillväxt kan kompensera mer naturvård: (”... i förlängningen större möjlighet att avsätta mer till naturvården” ”ökad produktion...ökade möjligheter till avsättningar...”

Resultat baserat på litteraturen

INSTÄLLNING TILL FÖRÄDLAT MATERIAL I SKOGSBRUKET

Nedanstående genomgång baseras huvudsakligen på Martin Werners (2009) gedigna genomgång av den svenska skogsträdsförädlingens historia, men med tillägg och slutsatser av denna utrednings författare, framför allt kring de skogsutredningar som har föregått de olika skogsvårdslagarna.

Werner konstaterade att det har gått lång tid från att förädlingsverksamheten startade tills att förädlade plantor blivit accepterade i skogsbruket. Torsten Örtenblad argumenterade redan de sista åren på 1800-talet för en växtförädling av skogsträd, men det skulle dröja till 1937 innan Föreningen för växtförädling av skogsträd bildades och den första verksamheten kunde startas i Ekebo. Därefter har intresset och engagemanget växlat över tiderna, men det är först nu, 70 år efter förädlingens start, som den fått full acceptans inom näringen, enligt Werner.

1950-talet – huvudträdslagen

I sammanställningen visar Werner på den höga aktivitet som rådde inom förädlingen under de första årtiondena, med en mångfald av aktiviteter riktade mot olika trädslag, hybridiseringar och polyploidiförädling. Under 1950-talet skedde en fokusering på huvudträdslagen och en förskjutning mot norra Sverige i takt med att storskogsbrukets intresse ökade. Under detta årtionde påbörjades också den första stora plantageetableringen. I början av 1950-talet beräknades att hälften av skogsbrukets fröbehov (då beräknat till 14 ton frö) skulle försörjas från plantager.

Finansieringen av växtförädlingen kom från företag, organisationer och fonder, och hade en bred uppslutning inom skogsnäringen. När så Föreningen Skogsträdsförädling bildades 1959 erhöles ett stabilt startkapital från 1951 års konjunkturutjämningsfonder, vars avkastning utgjorde skogsbrukets andel av förädlingens finansiering. Under 1960-talet uppgick skogsbrukets kostnader till 1,5 miljoner kronor per år, och staten sköt till 700 000 kr.

1970-talet – oljekris och virkessvacka

1970-talet präglades i skogsbruket av oljekris och virkessvacka. I en särskild utredning över skogsbrukets frö- och plantförsörjning, anfördes skogsträdsförädling som den från miljösynpunkt minst kontroversiella metoden för att höja skogsmarkens avkastning (SOU, 1972). Utredningen föreslog också ett statligt stöd till uppbyggnaden av nya skogsfröplantager.

Intresset för högre skogsproduktion var stort under årtiondet och manifesterades i 1973 års skogsutredning som blev färdig i slutet av årtiondet. Utredningen föreslog en höjd ambitionsnivå som innefattade en ökad användning av bl.a. förädlad skogsodlingsmaterial. Den kommande lagen skulle innefatta ökade skyldigheter för skogsägaren att anlägga ny skog och att vårda ungsbogen. Samtidigt hade debatten kring kalhyggesbruk och giftspridning tagit en stor plats, vilket kom att påverka den följande utvecklingen.

Tidigt 90-tal – förädlingen ifrågasätts

Tiden mellan 1980-1992 beskrivs av Werner som en utförsbacke för förädlingen (andra har dock pekat på att förädlingen expanderade under 1980-talet). Under slutet av perioden ifrågasattes nästan förädlingens berättigande. Kritiken sammanföll med en ökad misstro mot monokulturer och kalhyggesbruk. Under 1980-talet igångsattes dock anläggningen av den andra omgången fröplantager. Statligt stöd om 60 miljoner kunde utnyttjas, men i något fall (Bredinge, Södra Skogsägarna) bekostades anläggningen av skogsbruket själv. Ambitionen var från början att anlägga 1000 hektar plantager för att ge full behovstäckning. I slutet av perioden konstaterades dock att bara en tredjedel hade fullföljts. Anläggningstakten minskade snabbt när det statliga stödet till anläggning försvann i samband med borttagandet av skogsvårdsavgiften. För södra Sverige innebar nedskärningarna att plantageanläggningarna i det närmaste upphörde och att ambitionsnivån sänktes till 50 % försörjningsgrad för gran.

Under 1990-talets början ifrågasattes det produktiva skogsbruket alltmer. Den nya skogsvårdslagen hade börjat gälla med jämställda mål för miljö och virkesproduktion. Certifieringar började sprida sig, och ett naturnära skogsbruk förespråkades. 1990 års skogspolitiska kommitté, som låg som grund till den nya skogsvårdslagen, talade om vikten av att använda naturlig förnygring, att förflyttningar av plantmaterial bör undvikas och att lokalt material bör användas i större utsträckning. Förädlingen nämndes också i termer av osäkerhet och att de långsiktiga effekterna inte är klarlagda. Riskspridning framhölls också, med en önskan om blandning mellan förflyttat, förädlad och lokalt material i det enskilda beståndet.

Werner beskriver att perioden från 1993 ”omvärldsmässigt började från förädlingssynpunkt från ett verkligt lågvattenmärke”. Skogforsks styrelse tillsatte Förädlingsutredningen (Eriksson, 1995) för att utreda strategier och resursfördelning till förädling. Resultatet blev en insikt om nödvändigheten av ett långsiktigt perspektiv på förädlingen, och utredningen ledde till att ambitionerna för förädlingen kunde öka.

2000-talet – acceptans

Vid millennieskiftet hade förädlingen, enligt Werner, blivit mer allmänt accepterad. Förädlingen hade en långsiktigt stabil finansiering, som under 1996 uppgick till cirka 25 miljoner kronor per år, inkl. externa anslag och fonder.

Den tredje omgångens fröplantager, med en förväntad förädlingsnivå på 20–25 %, kunde börja anläggas under 2000-talet, nu på privat initiativ utan statliga bidrag. Bakom TreO-plantagerna stod nu ett brett skogsbruk samlat. Under tidigare år hade framför allt skogsbolagen stöttat plantageutbyggnaden, men nu fanns även hela skogsägarrörelsen med.

Från omkring år 2004 och framåt har intresset för skogsproduktion ökat kraftigt, både som resultat av virkesbrist för den svenska skogsindustrin och ett klimatmässigt bättre alternativ till fossila bränslen. Oljekommissionen drog slutsatsen att skogen utgör en viktig roll som biomassaproducent (Anon., 2006). Skogsägarrörelsen startade sin kampanj ”Kraftsamling Skog”, baserat på utredningar från Skogforsk om vinster med förbättrad skogsvård (Rosvall m.fl., 2004c). Förädlingen framhölls som en viktig åtgärd i kampanjen. En viktig vändpunkt var hösten 2003 då Skogsstyrelsens generaldirektör konstaterade att avverkningsbrist hade ökat så mycket att den svenska skogsindustrin inte kan förlita sig på enbart inhemsk råvara (Skogsstyrelsen, 2004).

Den skogspolitiska utredningen ”En skogspolitik i takt med tiden” från 2008 var betydligt mer produktionsinriktad än den tidigare utredningen från 1990. Nu framhölls att skogens tillväxt bör öka och att det finns goda potentialer med medel som förbättrat växtodlingsmaterial, minskade viltskador, ökad röjning, effektivare skogsmarksgödsling och en ny lagstiftning kring utländska trädslag.

Nu satsar skogsnäringen själv

Sammanställningen ovan ger en bild av att intresset för förädlingen har svängt över tiden inom skogsbruket. Redan från starten var skogsbruket en stor anhängare av förädlingen, och hela tiden har huvudfinansieringen utgått från skogsnäringen själv. Anläggningen av fröplantager har dock varit beroende av statliga bidrag, genom att fröförsörjningen har ansetts som en nationell angelägenhet. Att intresset från både stat och näring var något lägre under slutet av 1980- och början av 1990-talet kan tillskrivas den allmänna förändringen i synen på skogsbruk. Det tar tid för ett bidragsberoende skogsbruk att lyfta sig och stå för de egna kostnaderna, vilket också speglas av skogsvårdsaktiviteterna som minskade kraftigt när bidragen från skogsvårdsavgiften avskaffades.

Att TreO-programmet nu synes kunna genomföras visar därför att skogsbruket har en grundfast tro på förädlingens möjligheter. Den fortsatta finansieringen av programmet är dock inte given. Finanskrisen hösten 2008 och den påbörjade nedgången för skogsbrukets lönsamhet skulle kunna påverka viljan att upprätthålla ambitionsnivån i plantageanläggningen. Samtidigt har slutet av det senaste decenniet inneburit något av ett paradigmskifte i synen på skogen som en positiv kraft för klimatet (och ekonomin).

UPPFATTNINGAR OM FÖRÄDLINGENS EFFEKTER OCH RISKER

Skogsträdsförädlarna har själva haft en stark tro på förädlingens möjligheter, men har ändå ofta ställt sig i "försvarsposition" mot det som de betraktat som missuppfattningar.

Palmér och Danell (1992) gjorde en sammanställning av vad de ansåg vara vanliga uppfattningar och missuppfattningar om förädlade plantor:

- Hembygdens träd är det bästa alternativet.
- Förädling minskar den genetiska variationen.
- Förädlingsvinsten bara sjunker.
- Vildpollen förstör plantagefröet.
- Förädling ger broilerträd.
- Planterad förädlad tall är kvistig och krokig.
- Förädlade plantor är dyra.

Nedan görs en genomgång av några trädegenskaper och av utredarna uppfattade attityder till dessa. Sammanställningen är långtifrån fullständig, men ska ge en fingervisning om effekter som är viktiga att beakta och att informera kring.

Produktionsvinster med förädling

Redan tidigt under förädlingen anlades avkommeprövningar av plusträd och andra fälttester ut, vilka har avkastat resultat löpande. I vissa fall anlades testerna som produktionsparceller, vilket har möjliggjort uppföljningar av volymproduktionen.

I början förekom höga vinstpotentialer i diskussionen, bl.a. föranlett av resultaten av lyckade kontrollerade korsningar, som kunde växa 20 % bättre än beståndsavkommor. Efterhand har dock nivåerna justerats ned i marknadsföringen av förädlad material.

Avkommor från plusträd eller bulkinsamlad frö från plantager har oftast jämförts med oförädlade beståndsfrömatrare. En samlad bedömning av de tidiga resultaten ligger till grund för den skattning som gjordes i början av 1990-talet: Fenotypiskt utvalda plusträd i plantager uppskattades ge 10 % ökad arealproduktion i jämförelse med beståndsinsamlad material. I runda tal hänför sig 6 % till plusträdsurvalet, 2 % till att inaveln bryts och 2 % till fysiologiska effekter av bättre frökvalitet (Wilhelmsson m.fl., 1993). Inkorsning med oförädlad pollen sänker nivån något medan särplockning och genetisk gallring av plantagerna kan höja den genetiska nivån ytterligare.

Flera återkommande utvärderingar i fältförsök har visat att plusträdsavkommor har en höjdoverlägsenhet på cirka 10 % jämfört med lokalt beståndsmaterial vid 2–10 meters höjd. Det har också konstaterats (för gran) att plusträdsavkommor växer bättre än bästa förflyttade proveniens.

Denna nivå, kring 10 %, har ansetts som en realistisk nivå under lång tid. I 1973 års skogsutredning utgick man från en förädlingseffekt på cirka 10–12 %. Ett allt större antal äldre försök har också utvärderats, vilket möjliggör en översättning från de tidiga höjdskillnaderna till medeltillväxt under omloppstiden. En studie av 27-åriga tallavkommor visade att kontrollerade korsningar från första generationens utvalda träd var 9 % högre och hade 19 % högre volym vid 27 års ålder jämfört med oförädlade tallar (Andersson m.fl., 2007). Höjdtillväxten mellan år 10 och år 27 var likvärdig för förädlade och oförädlade träd, vilket tyder på att tillväxteffekterna från ung ålder är uthålliga. Westin och Johansson (2005) analyserade en serie med 60-åriga granförsök och konstaterade även där att skillnader i tidig höjdtillväxt (vid 10–20 års ålder) ger en god bild av skillnader i volym vid slutet av omloppstiden.

En bild av den praktiskt realiserbara förädlingseffekten ger de odlingstester som har gjorts med plantagefröpartier. I en odlingstest av syd- och mellansvenska tallfröplantager varierade effekterna från 0–11 % jämfört med lokalt beståndsmaterial (Högberg & Jansson, 2001), med ett genomsnitt på 4 %. I några fall var tallfröplantagerna t.o.m. sämre än beståndsfrömaterial. En svaghet i testerna var dock att antalet jämförda mätarsorter var lågt och att inkorsningen i de unga plantagerna var hög. I de nordsvenska odlingstesterna för tall har fler mätarsorter använts.

En utvärdering av åtta fröplantager visade att plantagematerialen hade en likvärdig överlevnad och 4 % högre höjd jämfört med beståndsmaterial från samma område. Fröet var dock insamlat i unga plantager med en antagen bakgrundspollinering på 100 %. Med enbart internpollinering skulle tillväxteffekten vara den dubbla (Ericsson, 1988).

Rosvall m.fl. (2001) beräknade de möjliga förädlingseffekterna i en ny plantage-omgång, och fann att vissa plantager kunde nå upp till över 25 %.

Rosvall m.fl. (2004c) gjorde ett försök att med nationella avverkningsberäknings-systemet HUGIN sammanställa de historiska effekterna av förädling. I arbetet skattades den realiserade vinsten där hänsyn tas till inväxning av oförädlade och förädlade plantor av både barr och löv.

Samtidigt måste det konstateras att det är brist på surveystudier som visar de realiserade effekterna av förädling i skogen. De flesta beräkningar som har gjorts av realiserad vinst är skattningar från små parceller, där effekter av inkorsning, inväxning m.m. hanterats teoretiskt.

Virkeskvalitet

Ett vanligt argument, som också togs upp av Palmér och Danell (1992), är att förädlade träd ger sämre virkeskvalitet genom större grenar och lägre densitet (framför allt på gran). Sammanställningar av resultat från fält tyder dock på att kvistkvaliteten på förädlad material inte påverkas negativt utan snarare är bättre. Det första plusträdsurvalet var inriktat på både kvalitet och tillväxt. Jämförelser mellan plusträdsavkommor och beståndsavkommor tyder på att de förädlade träden har mindre kvistar om man jämför vid samma dimension på träden (Wilhelmsson, 1994).

Tidiga resultat från avkommeförsöken tydde på att plusträdsavkommorna kunde ha fler sprötkvistar än beståndsavkommorna. Senare resultat har dock inte bekräftat detta, utan den förädlade tallen har snarare färre sprötkvistar. För gran har detta också konstaterats i försök där plusträdsavkommor och olika provenienser har jämförts (Hannerz, 1994; Hannerz & Langvall, 2000).

Det rykte om sämre kvalitet som ibland har florerat härrör sannolikt från iakttagelser i glesa planteringar med tall, vilka var vanliga under 1970- och 1980-talen. Denna dåliga kvalitet är dock ett resultat av föryngringssättet och skogsskötseln snarare än av förädling.

Densiteten är en viktig egenskap för virkeskvaliteten. Vid plusträdsurvalen för gran under 1980-talet togs hänsyn till densitet. I dagens förädlingspopulation finns dock tecken på att den förädlade granen har något lägre densitet än oförädlad, även om skillnaden ligger inom det för skogsindustrin acceptabla spannet. Den lägre densiteten är framför allt en effekt av större årsringsbredd. Det finns dock ett relativt starkt genetiskt samband mellan tillväxt och densitet, vilket ger risker för att densiteten kan minska efter förädling om denna egenskap inte beaktas (Steffenrem m.fl., 2009).

Skador

Fältförsöken med avkommor från förädlade träd anläggs i den miljö där de är avsedda att användas, och över tiden kommer sjukdomar och klimatskador att ge utslag som påverkar det framtida urvalet. Hos tall har hårdighet mot froster och vinterskador haft stort fokus, och fältförsöken har visat att plantageavkommor i genomsnitt är lika hårdiga som jämförbara mätarsorter (Rosvall m.fl., 1998). Med urval för hårdighet efter fältförsök och frystester kan plantageklonerna styras mot rätt användningsområde, och därmed öka hårdigheten jämfört med beståndssamlad frömaterial (Andersson & Sundblad, 2003). Avkommor från plusträd av gran har också konstaterats ha betydligt färre frostskaador än lokala beståndsfröavkommor (Hannerz, 1994).

Några riktade studier har också gjorts av förekomsten av Gremeniella och törskate hos plusträdsavkommor och beståndsfrömaterial. Där konstateras att det finns en potential i att förädla för dessa skador, och att det förädlade materialet redan i dag synes mer motståndskraftigt (Sonesson m.fl., 2007).

Resistensen för rotröta har visat sig vara genetiskt betingad, och det finns en potential för att förädla för denna egenskap. I dag finns dock inget som tyder på att den förädlade granen generellt skulle vara mer eller mindre motståndskraftig mot rotröta (Swedjemark & Karlsson, 2005).

Det finns en genetisk variation i mottagligheten för snytbaggegnag. Denna egenskap används inte direkt i förädlingens urvalsarbete i dag. Däremot kommer snytbaggeskador och andra skador under förnygringsskedet att ge utslag i plantornas överlevnad och vitalitet, vilket gör att de träd som senare blir utvalda skulle kunna stå emot dessa skador bättre.

Det har konstaterats att snabbväxande plantor betas i högre grad än mer långsamväxande plantor (Bergquist m.fl. 2002). Det är dock inte klarlagt om förädling i sig skulle öka viltbenägenheten. Det finns studier som visar på en genetisk variation i tanniner och andra ämnen som påverkar beteskvaliteten, vilket skulle möjliggöra en förädling för minskat betestryck. Dessa egenskaper utnyttjas dock inte explicit i förädlingen, utan täcks på samma sätt som snytbaggeskador av den allmänna skadenivån och vitaliteten i avkommeförsöken.

Genetisk variation

En minskad genetisk variation framhålls ofta som ett argument mot förädlad material. Genom att använda material baserat på ett snävt urval av egenskaper och nära släktskap skulle variationen minska och risken för skador öka.

Den genetiska variationen i en skog från en fröplantage är inte självklart lägre än i en skog från beståndsfrö. Plusträdsklonerna i en fröplantage härrör från ett stort område och är mindre släkt med varandra och mer genetiskt olika än träden i ett bestånd. Detta är en faktor som gör förädlad frö mer genetiskt variabelt och mindre belastat av inavel än beståndsfrö. Även om plusträden är resultaten av ett intensivt urval är de ändå genetiskt olika och i den mån de blir mer lika, så försvinner huvuddelen av variationsminskningen vid den sexuella omkombinationen av gener i plantagen eller förädlingen.

Om klonerna är obesläktade kan klonantalet i en plantage vara relativt lågt utan att den mätbara genetiska variationen i avkomman påverkas. Få kloner innebär dock en risk att sällsynta genvarianter inte förs vidare till avkommorna.

Den förädlingsstrategi som antagits i Sverige utgår från att det antal träd som utgör bas i varje förädlingspopulation ska vara tillräckligt för att den genetiska variationen inte ska minska märkbart på tio generationers sikt. Strategin framhålls ofta som ett medel både att bevara gener (alleler) och att öka tillväxten. Det svenska förädlingsprogrammet ses som en form av genbevarande. Genbevarande görs också i Sverige med skogsområden där den genetiska integriteten bevaras. Frågor kring förädling och genetisk variation håller för närvarande på att sammanfattas i en rapport av Dag Lindgren som kommer att framläggas våren 2010.

Ekonomiska effekter

Ett flertal utredningar om förädlingens ekonomi har genomförts under åren. Många av dem har tagits fram av ekonomer och produktionsforskare som inte direkt har varit engagerade i förädling, men det stora flertalet är resultatet av utredningar inom förädlingsorganisationerna. Det kan dock konstateras att inga rapporter hyser tvivel om att skogsträdsförädling skulle vara ekonomiskt lönsamt.

I 1994 års förädlingsutredning (Eriksson, 1995) drogs slutsatsen att totalkostnaden för den mertillväxt som erhålls från förädlingen uppgick till i medeltal 6,50 kr (2–10 kr). Då är både förädlingsarbetet och massförökningen inräknat.

Sonesson & Hannerz (1999) konstaterade att nuvärdet av att använda förädlad material uppgick till 45–55 öre vid 2 % kalkylränta, och 3–5 öre vid 5 %. Nuvärdet kan ge ett mått på hur mycket mer en förädlad planta skulle kunna kosta. Utredningen förutsatte en förädlingseffekt på 10 %. Om effekten är högre är naturligtvis betalningsutrymmet högre.

Satsningen på den nya generationens fröplantager (TreO) föregicks av omfattande ekonomiska kalkyler. Rosvall & Eriksson (2002) konstaterade att den ekonomiska risken för plantagesatsningen var låg, och att merproduktionen från de förädlade plantorna kostar cirka 65 öre per extra kubikmeter, eller 2 öre per planta.

Den ekonomiska effekten av att använda förädlad material ingår också som en komponent i ett beräkningsverktyg framtaget för projektet Kraftsamling Skog. Verktöget beräknar produktion, kostnader och intäkter under en omloppstid. Ett exempel: Plantering av gran på en G24 i Bergslagen ger ett nuvärde på cirka 3 600 kr med oförädlade plantor, men 6 200 kr med förädlade.

I praktiken har plantpriset under lång tid varit samma för plantor från fröplantager och beståndsfrö. Det är först under det senaste året som några plantproducenter har börjat ta ut ett merpris för plantagematerial. Det kan delvis förklaras av att plantskolorna har kunnat utnyttja merkostnaden för plantagefröet i form av en jämnare och snabbare groning, och ett säkrare groningsresultat. Frö från plantager var en av förutsättningarna för att enkelkorssådd kunde börja praktiseras.

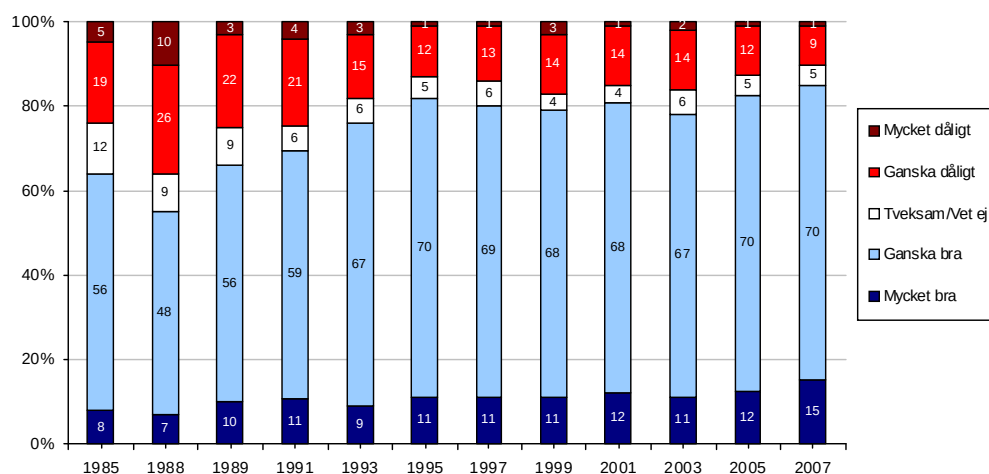
INSTÄLLNINGEN TILL SKOGSBRUK

Skogsindustrierna har under en följd av år frågat svenska folket om deras inställning till skogsbruk och skogsindustri.

Allmänhetens syn på skogens skötsel har förbättrats under åren till en stabil och hög nivå (figur 2). I dag anser 85 % av svenskarna att skogen sköts ganska eller mycket bra, medan 10 % anser att de sköts ganska eller mycket dåligt. När mätningarna började 1985 ansåg 64 % att skogarna sköttes bra.

Nära en tredjedel (31 %) tror att avverkningen är större än tillväxten, medan 20 % tror att tillväxten överstiger avverkningen.

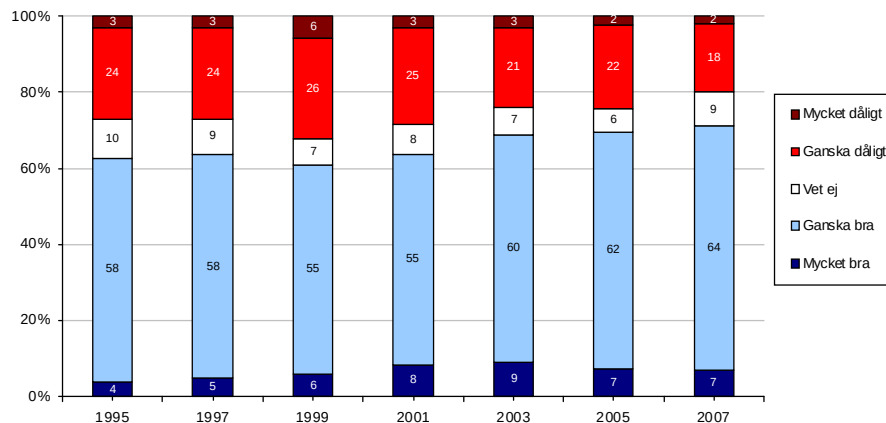
Argumenten för att skogen sköts dåligt var (år 2005): För stor avverkning (28 %), Det rensas dåligt/skräpigt (22 %), För mycket kalhyggen (17 %). Längre ner kommer ”Det planteras fel sorts träd” (8 %). Denna fråga kan tolkas som trädslagsval, men användningen av förädlade plantor skulle kunna inrymmas också.



Figur 2.

Allmänhetens inställningen till hur den svenska skogen sköts. Enkätuppgifter från Skogsindustrierna.

Andelen som anser att skogsbruket tar hänsyn till växter och djur har också ökat över tiden (figur 3). I dag anser 71 % att skogsbruket tar ganska eller mycket bra hänsyn, medan 20 % anser att hänsynen är ganska eller mycket dålig.



Figur 3.

Allmänhetens inställning till hur skogsbruket tar hänsyn till växter och djur. Enkätuppgifter från Skogsindustrierna.

Störst förtroende som informationsspridare åtnjuter miljörorelsen, där 77 respektive 78 % anser att WWF respektive SNF har ganska eller mycket stort förtroende när det gäller skogsfrågor. Förtroendet för skogsindustrins företrädare har ökat under åren, men fortfarande är det bara 46 % som anser att de har ganska eller stort förtroende för dem. Betydligt sämre förtroende har allmänheten för journalister, där 32 % anser att de har ganska eller stort förtroende, samt politiker, där motsvarande siffra är 30 %.

MILJÖRÖRELSEN OCH FÖRÄDLING

Vi konstaterar att det finns få röster som direkt kritiserar den svenska skogsförädlingen. Däremot finns argument mot klonskogsbruk, genetiskt modifierade grödor och import av utländska provenienser. Det finns naturligtvis också en allmän farhåga mot ett intensivare utnyttjande av skogen med dess risker för mark, vatten och biologisk mångfald.

Certifieringssystemen (FSC och PEFC) sätter inte upp några restriktioner mot användningen av förädlad material. Däremot anger FSC-standarderna att genmodifierade organismer inte ska användas.

Naturvårdsverkets rapport om spridning av genetiskt främmande populationer (Laikre m.fl., 2008) ger en bild av de farhågor som riktas från naturvårdshåll mot nya populationer. I rapporten framhålls att den mest omfattande användningen av genetiskt främmande populationer i Sverige sker inom skogsbruket. Två typer av främmande populationer nämns: de som genom förädling fått en annan genetisk sammansättning än naturligt förekommande bestånd samt populationer som importerats från andra länder.

Rapporten anger att ”förändrad genetisk sammansättning kan leda till sämre anpassningsförmåga, och till exempel ökad känslighet mot luftföroreningar och ett förändrat klimat.” Spridningen av importerade populationer ”riskerar att medföra störningar på den biologiska mångfalden.” Rapporten understryker också den bristande kunskapen om var importerade plantor och frön har planterats.

Förädlad material beskrivs inte direkt i Laikre m.fl. (2008), men rapporten tar upp att fröplantagerna är sammansatta av populationer från olika platser, ofta från andra länder. Begreppet härkomst eller proveniens är då inte aktuellt ur bevarandegenetiskt hänseende om man inte kopplar det till den naturliga genetiska ursprungspopulationen.

I Svenska Naturskyddsföreningens Skogspolicy (SNF, 1998) nämns inte förädling. Däremot anges att skogsskötselmetoder i högre grad ska bygga på naturlig förörygning, och att skogsbruket ska "till absolut övervägande del" baseras på inhemska trädslag. Den övervägande kritiken riktar sig mot andra tillväxthöjande åtgärder som gödsling, dikesrensning, exotiska trädslag och användning av kemiska bekämpningsmedel.

Världsnaturfonden lämnar i sina kommentarer till 2008 års skogsproposition kritik mot det svenska skogsbruket (WWF, 2008). Bland åtgärder som pekas ut som riskabla nämns främmande trädslag, stubbrytning, dikesrensning och intensivskogsbruk. Däremot nämns inte förädling direkt.

Det förekommer dock röster om risken för en minskad genetisk variation till följd av förädlingen. I en av WWFs rapporter har forskare intervjuats om miljömålen i skogsbruket (WWF, odaterat). Professor Bengt Gunnar Jonsson nämner att växtförädling har "minskat den genetiska variationen hos våra skogsträd kraftigt. Det innebär ökad risk för exempelvis sjukdomsangrepp." Professor Kristin Palmqvist framhåller att vi måste vara försiktiga när vi väljer provenienser med tanke på ett förändrat klimat. "En rimlig riskspridningsstrategi är att blanda träd av olika genetiskt ursprung i bestånden."

INSTÄLLNINGEN TILL GENETISKT MODIFIERADE GRÖDOR

Förädling i den form det bedrivs i det svenska programmet för skogsträdsförädling innebär urval och korsning av träd som från början har ingått i naturpopulationer. Det innebär inte något steg av "genetisk modifiering". Trots det blandas ibland begreppen GMO (genetiskt modifierad organism) och förädling ihop hos kritiker. Det kan finnas flera orsaker till detta. Det har förts en intensiv debatt om GMO inom jordbruket, som bl.a. har lett till restriktioner för användning av genetiskt modifierade jordbruksgrödor inom EU. Dessutom har forskningen kring karaktärisering av gener och möjligheterna att påverka trädens egenskaper med genteknik erhållit stora anslag och fått stor uppmärksamhet i Sverige. De visionära framtidsbilderna av genteknikens möjligheter är ganska fjärran från dagens urvalsförädling, men hos allmänheten finns risker för att de båda teknikerna blandas ihop.

Inom Europa råder en negativ attityd till GMO inom jordbruket. Eurobarometer (2005) gör uppföljningar av attityden inom EU, och där framgår att 27 % av medborgarna i EU25 stöder GMO i livsmedel. I Sverige är siffran 22 %. En majoritet av EU-befolkningen skulle inte köpa genmodifierade livsmedel även om de vore billigare (55 % svarade nej), medan en majoritet skulle göra det om de vore hälso-sammare (56 % svarade ja).

Konsumentföreningen Stockholm (SKOP, 2007) har gjort flera undersökningar om kunders inställning till genmodifierade livsmedel. En majoritet (61 %) säger nej till dessa, och 26 % säger dessutom ”nej, absolut inte”. Oron kring genteknikens risker har dock minskat över tiden, med en stor skillnad mellan 1998 och 2007.

I samma undersökning säger sig kunderna ha störst tilltro till forskningsvärlden, universitet och högskolor när det gäller information om genteknik och livsmedel. Därefter följer Naturskyddsföreningen, statliga myndigheter och konsumentorganisationer. Lägst tilltro har man till bioteknikföretag och politiker (alltså en likartad rangordning som för allmänhetens förtroende i skogsfrågor, se ovan).

Även de svenska lantbrukarna är negativt inställda till GMO. En undersökning som utfördes på uppdrag av tidningen ATL år 2006 visade att 74 % inte kunde tänka sig att odla GMO-grödor, och att 68 % inte ville använda foder med GMO-innehåll (ATL, 2006).

Diskussion

ATTITYDER

Såväl intervjuerna som enkäterna visade att det fanns en stor tilltro till det förädlade materialets tillväxtvinster, och att efterfrågan på förädlad material har ökat. En majoritet i enkäterna hade t.o.m. en övertro på dagens förädlade plantors tillväxt, då de svarade att de växer 20 % bättre. Svaret speglar troligen den information som har spridits kring de nya plantager som håller på att anläggas, medan dagens uppvuxna plantager ger frö som växer ungefär 10 % bättre. I dag finns dock flera plantager från andra omgången som avkastar frö med en högre genetisk vinst, och detta kan ha påverkat svaren.

Enkätsvaren visade också att det fanns en övervägande positiv syn på virkeskvaliteten hos förädlad material. Över 70 % av de svarande instämde i att förädlade träd har bättre virkeskvalitet än oförädlade träd.

Över hälften av de svarande trodde också att förädlade plantor är tåligare mot sjukdomar och klimatskador. Samtidigt instämde över hälften av Skogsstyrelsens tjänstemän i påståendet att oförädlade plantor klarar klimat och sjukdomar bättre.

De positiva attityderna till förädlad material tyder på att användningen av förädlad material inte begränsas av inställningen till det, utan av bristen på frö.

Det fanns tveksamheter kring den genetiska variationen, där över hälften av tjänstemännen på Skogsstyrelsen förknippade förädlade plantor med minskad genetisk variation.

Det fanns en gradskillnad i svaren mellan fältpersonalen i skogsbruket och rådgivarna på Skogsstyrelsen, där myndighetens personal uttryckte en något större tveksamhet till förädlad material när det gäller genetisk variation. Skogsstyrelsens personal hade också en något lägre tilltro till förädlade materialens överlägsenhet i tillväxt. Skogsägarföreningarnas personal hade den mest positiva synen på förädlad material, vilket eventuellt kan förklaras av den pågående kampanjen ”Kraftsamling Skog”.

Skillnaden i synsätt på skogen speglades också av frågan om vilken målsättning med skogen som är viktigast, där Skogsstyrelsens personal värderade biologisk mångfald och rekreation högre än tillväxt, medan förhållandet var det omvända för fältpersonalen i skogsbruket.

Intervjuerna med företrädare för plantskolor och skogsbruk visade att efterfrågan på förädlad material har ökat mycket under senare år, och att mycket få efterfrågar beståndsmaterial. Det är sällan som plantskolorna möts av kritiska kommentarer om lägre genetisk variation, lägre virkeskvalitet och sämre motståndskraft mot sjukdomar.

Forskarintervjuerna gav däremot en förmodad bild av att plantköpare och skogsbrukare är rädda för genetisk variation och de förädlade materialens anpassning till skadegörare och klimat. Denna bild stämmer dock inte med den som gavs av plantproducenterna, men den bekräftades delvis av enkätundersökningen.

KUNSKAPSLUCKOR

Det finns kunskapsluckor och informationsbrist för flera områden som berör förädlad material:

- Den genetiska variationen i skogen, hur den påverkas av olika typer av skogsodlingsmaterial och vilka konsekvenser en förändrad genetisk variation skulle leda till.
- Förädlingens effekter på virkeskvaliteten, och hur virkeskvalitet och andra egenskaper är genetiskt kopplade till varandra. Här är det också viktigt att peka på vilka kvalitetsegenskaper som beror på skötsel och vilka som är beroende av genetik.
- Hur sjukdomsresistens och klimatanpassning påverkas av förädlingen, och vilka hypotetiska risker som kan finnas av att egenskaper är genetiskt kopplade till varandra.

Inom dessa tre områden finns redan i dag mycket kunskap, men den kan behöva sammanställas bättre och kommuniceras med användarna. En ödmjukhet för de eventuella faktiska eller upplevda riskerna är nödvändig från förädlingens sida.

En annan lucka är bristen på försök som demonstrerar de realiserade vinsterna med förädlad material i skogen. De beräknade vinstnivåerna är i dag oftast skattade från förädlingens fältförsök med enträdsparceller med fullständig kontroll av avkommans föräldrar. I ett kommersiellt fröplantagematerial kan den genetiska sammansättningen avvika från den ideala, och det kan ha varit utsatt för olika nivåer av

bakgrundspollinering. I skogen sker också en omfattande inväxning av oförädlade plantor av både barr och löv. Odlingstester i produktionsparceller med kommersiellt fröplantagematerial saknas till stor del, och de som har mätts in har inte visat några övertygande resultat. De äldre odlingstesterna har ofta en otillräcklig design med för få jämförelsematerial. I många traditionella försök finns mätarsorter från fröplantager, och resultatet från dessa skulle kunna sammanställas i en metaanalys. I framtiden bör dock fröplantagematerial planteras i odlingstester, där jämförelser kan göras med icke förädlad, lokalt material.

ÅTGÄRDER

Det finns ett behov av kunskapssammanställningar och förbättrad information om förädlad material till rådgivare, plantköpare och andra berörda. Myndigheter, forskare och skogsnäringen själv har ett gemensamt ansvar för att denna information blir allsidig och trovärdig.

Skogforsk, i egenskap av utförare av förädlingen, och SLU, med sin skogsgenetiska forskning, har särskilda möjligheter att informera om förädling. Här ges några angelägna exempel på aktiviteter. Flertalet av dessa har också utförts, eller kommer att utföras, inom ramen för det regeringsuppdrag där också denna utredning ingår.

Kunskapssammanställning

I förädlingsutredningen (Eriksson, 1995) gjordes en mer eller mindre heltäckande kunskapssammanställning om förädling. Därefter har delar av området beskrivits i andra utredningar och rapporter. En förnyad, och väl genomarbetad kunskapssammanställning som inbegriper möjligheter, risker och ekonomi kring förädling är angelägen. En sådan sammanställning utförs också som en del i Skogsskötselserien (Högberg, 2010). Parallellt utför Dag Lindgren en kunskapssammanställning om genetisk variation.

Informationsbroschyr

Innehållet i kunskapssammanställningen kan utnyttjas till en informationsbroschyr som belyser de olika egenskaperna och visar vilka material och studier som styrker resultaten. Broschyren bör ta upp frågor kring tillväxteffekter, både möjliga och realiserade under en hel omloppstid; effekter av proveniensförflyttningar i förhållande till användning av förädlad material; kvalitetseffekter av förädling, inklusive sambandet mellan tillväxt och virkeskvalitet; sambanden mellan egenskaper och risker med oönskade samband; genetisk variation; skaderisker och hur de påverkas av förädling. Broschyren bör också beröra GMO, och samtidigt förklara skillnaden mellan urvalsförädling och genetisk modifiering.

Demonstrationsförsök

Demonstrationsförsök med förädlad material i jämförelse med oförädlad är ett effektivt sätt att skapa förståelse bland skogsbrukets praktiker om effekterna i fält. Det finns redan i dag ett antal demonstrationsförsök, men dessa behöver en större spridning och en utformning som möjliggör direkta jämförelser. Som en del i regeringsuppdraget har Skogforsk restaurerat äldre försök och anlagt nya. Demon-

strationsförsöken ska vara lättillgängliga via webben, och en besökare ska kunna ladda ner material som möjliggör självstudier på platsen.

Utöver demonstrationsförsöken kan odlingstester av kommersiella frömaterial anläggas i större skala. Dessa kan också utnyttjas som demonstrationsytor.

Plantval

Skogsforsks webbverktyg Plantval, som ger en vägledning om val av skogsodlingsmaterial, kan förbättras så att även andra egenskaper belyses. I ett första steg kan den information som tas fram till en broschyr enligt förslaget föras in på webben. I framtida steg kan effekter på virkeskvalitet, genetisk variation och klimatre-sistens m.m. integreras i webbverktyget.

Plantval kan också bättre utnyttjas som en startplats för övrig information om förädling och genetik.

Referenser

- Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Eskil Erlandsson vill öka användningen av förädlat material. Intervju i PLANTaktuellt nr 1, 2009.
- Almqvist, C., Simonsen, R., Wennström, U. & Rosenberg, O. 2008. Granfröplantagerna – en guldgruva för skogsbruket. Skogforsk, Resultat nr 3, 2008.
- Andersson, B. & Sundblad, L-G. 2003. Frystest – ett effektivt hjälpmedel för att få rätt plantor till rätt lokal. Skogforsk, Resultat nr 7, 2003.
- Andersson, B., Elfving, B., Persson, T., Ericsson, T. & Kroon, J. 2007. Characteristics and development of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. Canadian Journal of Forest Research 37 (1): 84-92.
- Anon. 1978. Skog för framtid. Betänkande av 1973 års skogsutredning. SOU 1978:6-7 (inkl. bilagor).
- Anon, 1992. Skogspolitiken inför 2000-talet. Huvudbetänkande från 1990 års skogspolitiska kommitté. SOU 1992:76. 343 s.
- Anon. 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Kommissionen mot oljeberoende, juni 2006. Utgiven av regeringskansliet.
- ATL, 2006. Svenska bönder fortsatt negativa till GMO. ATL, januari 2006.
- Bergquist, J., Björse, G., Johansson, U. & Langvall, O. 2002. Vilt och skog. Information om aktuell forskning vid SLU om vilt och dess påverkan på skogen och skogsbruket. Ingår som en del i webb-boken om gran, www-gran.slu.se.
- Ericsson, T., 1988. Odlingstest av tallplantagefrö i Norrland (*Scots pine* seed orchard tests in northern Sweden, Results from assessments in summer 1984 of field trials planted 1973-75), The Institute for Forest Improvement, Uppsala, Report 1, 1–46.
- Eriksson, U. (red.) 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlat skogsodlingsmaterial i Sverige. Skogforsk, utredning 1995-06-20. 259 s + bilagor.
- Hannerz, M. 1994. Högre tillväxt och mindre frostsador hos förädlad gran. Skogforsk. Resultat no 7. 4 pp.

- Hannerz, M. & Almäng, A. 1997. Utländska provenienser av gran och tall i Sverige. Skogforsk, Resultat no 7. 4 pp.
- Hannerz, M., Eriksson, U., Wennström, U. & Wilhelmsson, L. 2000. Tall- och granfröplantager i Sverige – en beskrivning med analys av framtida fröförsörjning. Skogforsk, Redogörelse 1:2000. 40 s.
- Högberg, K-A. & Jansson, G. 2001. Odlingstester av tallfröplantager i södra Sverige. Skogforsk, Redogörelse nr 3, 2001.
- Högberg, K-A. (redaktör), 2010. Skogsträdsförädling. Skogsskötselserien nr 19, Skogsstyrelsen.
- Konsumentföreningen Stockholm, 2007. Genteknik och livsmedel, en attitydundersökning. (nedladdningsbar från KfS webbplats).
- Laikre, L., Palmé, A., Larsson, L., Charlier, J. & Ryman, N. 2008. Effekter av spridning av genetiskt främmande populationer. Naturvårdsverket, Rapport 5881.
- Livsmedelsekonomiska institutet, 2007. Odling av genetiskt modifierade grödor (bl.a. med attitydundersökning).
- Palm, S. & Ryman, N. 2006. Ekologiska effekter av GMO. Naturvårdsverket, Rapport 5597.
- Palmér, C H & Danell, Ö. 1992. Uppfattningar och missuppfattningar om förädlade plantor från fröplantager. Institutet för skogsförbättring, Information Skogsträdsförädling nr 5 1991/92.
- Remröd, J., Lundell, S., Pettersson, W. & Rosvall, O. 2003. Svenska skogsfröplantager 2020 – Nationell plan för den 3:e omgången fröplantager i Sverige. (Arbetsrapport 548, 2003, Skogforsk), 16 s.
- Rosvall, O. 2001. Hög förädlingsvinst med nya fröplantager. Skogforsk, Resultat nr 1, 2001.
- Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademins Tidskrift nr 4 2007. s 13–30.
- Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08.(Arbetsrapport 665, 2008, Skogforsk), 38 s.
- Rosvall, O. & Eriksson, B. 2002. Dags att anlägga nya fröplantager – en framtidssatsning. Skogforsk, Resultat nr 22, 2002.
- Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, Redogörelsen nr 1, 1998.
- 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. Genetic gain from present and future seed orchards and clone mixes. Skogforsk, Redogörelse nr 1, 2001. 41 pp.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004a. Ökad produktion - trots ökad naturvård? I Utvecklingskonferens 2004. Redogörelse Skogforsk nr 1, 23–38.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004b. Ökad avverkningspotential med intensivare skogsskötsel. Skogforsk, Resultat nr 10 2004. 4 s.
- Rosvall, O., Bergström, R., Jacobson, S., Pettersson, F., Rosén, K., Thor, M. & Weslien, J. 2004c. Ökad produktion i familjeskogsbruket – analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. (Arbetsrapport 574, 2004 Skogforsk), 97 s.

- Skogsstyrelsen 2004. Ökad avverkningstakt hotar hållbar utveckling. SkogsEko nr 3, 2004 (hämtad från www.skogsstyrelsen.se).
- Skogsstyrelsen 2009 (från Skogsstatistisk årsbok)
- Sonesson, J. & Hannerz, M. 1999. Förädlade plantor lönsamma för familjeskogsbruket. Skogforsk, Resultat nr 21, 1999.
- Sonesson, J., Swedjemark, G., Almqvist, C., Jansson, G., Hannrup, B. & Rosvall, O. 2007. Genetic variation in responses of *Pinus sylvestris* trees to natural infection by *Gremmeniella abietina*. Scandinavian Journal of Forest Research 22: 290–298.
- SOU, 1972. Skogsbrukets frö- och plantförsörjning. Statens offentliga utredningar 1972:35. Jordbruksdepartementet, Stockholm. 181 s.
- Steffenrem, A., Kvaalen, H., Höjbo, O., Edvardsen, E. & Skröppa, T., 2009. Genetic variation of wood quality traits and relationships with growth in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 24: 15–27.
- Swedjemark, G. & Karlsson, B. 2005. Röttålig gran, dröm som kan bli sann – på sikt. Plantaktuellt nr 4, 2005, sid 1-3.
- Svenska Naturskyddsföreningen, 1998. Skogspolicy för Svenska Naturskyddsföreningen. Hämtad från www.naturskyddsforeningen.se.
- Werner, M. 2009. Skogsträdsförädling under 70 år inom Föreningen för Växtförädling av Skogsträd och efterföljande organisationer. (manus)
- Westin, J. & Sonesson, J. 2005. Unik studie visar på stor potential för förädlad gran. Skogforsk, Resultat nr 20, 2005.
- Wilhelmsson, L. 1994. Skogsförnygring med förädlad tall. Kostnader, produktion och kvalitet. Skogforsk, Resultat nr 11, 1994.
- Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlad frö. Skogforsk, Redogörelser nr 3, 52 s.
- WWF, 2008. Världsnaturfonden WWF om svensk skog och skogsbruk. Kommentarer till skogspropositionen 2008. Hämtat från www.wwf.se.
- WWF, odaterat. Missade mål – tio forskare om utmaningar i skogen. Hämtat från www.wwf.se.

Intervjuerna

Intervjufrågorna ställdes i första hand så att de skulle spegla de risker som den intervjuade trodde att andra (plantköpare, skogsbruket, allmänhet) har om förädling. I några fall är det dock den intervjuades egen uppfattning som också anges. Namnet har där ersatts med NN.

Intervjuerna gjordes under mars-juni 2009. En intervju kompletterades i september.

Forskare, Skogforsk	
Argument för och emot förädlad material:	+ Det växer bättre. – Det är ett osäkert kort. Farhågor att de drabbas av skador eller att någon annan egenskap försämras (exv tappad hårdighet och sämre virkeskvalitet). Exemplet rumänska granar eller sydliga provenienser kan förskräcka.
Är termer och begrepp begripliga?	Begreppet ”förädlad material” börjar bli etablerat. ”Skogsodlingsmaterial” är tuggigt. Plantager kallas i plantskolevärlden för ”provenienser”. NN använder själv använder begreppet ”förädlade plantor”.
Efterfrågas förädlad material?	Ryktet säger att det efterfrågas en del i södra Sverige, men mindre i norr.
Finns behov av informationsmaterial?	Bolagen och Skogsstyrelsen har en del material. Om nytt material ska tas fram ska det vara ”ödmjukt”. Undvik att ”skriva kunderna på näsan”. Förädlarna säger ofta ”använd det bästa förädlade materialet”. I stället ska informationen ges så sakligt att kunder och rådgivare kan ta ställning själva. Det är viktigt att lyfta fram både för- och nackdelar med förädlade plantor. T.ex. att växtligt material betas mer och är mindre hårdigt. En parallell finns till Rotfinder som ibland har lanserats med bara rosor, men det finns också en del baksidor, eftersom måtvärdena inte ger hela sanningen.
Forskare, Skogforsk	
Argument för och emot förädlad material:	Det har vänt de senaste 10-15 åren, åtminstone på bolagen. Nu mer positivt till förädlad material. Tveksamheter: Genetisk variation, virkeskvalitet, resistens/hårdighet inkl. biotisk resistens. ”Är de inte mer mottagliga för sjukdomar”. Erfarenheter från jordbruket spills över till skogsbruket. Förädlarna behöver tala om att de arbetar i öppna system där de inte kan styra sjukdomar med antibiotika som i jordbruket. Skogsträdsförädlingen får ökat förtroende eftersom de måste väga in sjukdomar i urvalet. I södra Sverige finns också en föreställning att tillväxten inte behöver vara högre – det finns risk för glesare årsringar. Ett plusargument i södra Sverige är snabbare etablering.

Skillnad förädlad och genmodifierat material:	Det finns en viss sammanblandning, men NN tror inte det är något större problem. Däremot blandas begreppen samman från naturvårdshåll, där det kallas genetisk manipulation att selektera. De ser alltså risker med traditionell förädling.
Är termer och begrepp begripliga?	”Förädlad skogsodlingsmaterial” är inte den bästa termen, ordet material bör bytas ut. Använda hellre frö- och plantor. ”Proveniens” används också för fröplantager. Förädlare accepterar inte detta, men det behöver inte vara fel. Det stämmer med proveniensbegreppet. Förädlare använder provenienser synonymt med naturbestånd, men det är fel. Ett önskemål är att hitta ett bra namn för oförädlad beståndsinsamlat frö. ”Naturbestånd” skapar en motsättning mot ”onaturliga”. En bättre begreppsvärld önskas.
Efterfrågas förädlad material?	Skogsbolagen efterfrågar det definitivt, även upplysta skogsägare. Det finns en skepsis hos Skogsstyrelsens konsulenter – de gör dock en uppräckning nu för skogsproduktion och naturvård.
Finns behov av informationsmaterial?	Plantval är ett bra media som bör utnyttjas. Fysiska möten – föredrag, skogskvällar dock mycket viktigt. Informationsmaterial behövs, men direktkommunikation är viktigare.
Forskare, Skogforsk	
Argument för och emot förädlad material:	De flesta vet inte skillnaden och okunskapen är stor. De inställningar som finns är mer ifrågasättande så fort man kommer utanför de ”inre kretsarna”. Det finns en överdriven oro till förädling och en föreställning att det är mer teknologi/vita rockar än långsiktiga fältförsök. De som är biologiskt intresserade tror att vi förädlarna är för ensidiga och inte tar hänsyn till förlorad kvalitet. Förädlare möter inte skeptikerna, och förädlare går ofta i svaromål. På ”frälsarmöten” vågar skeptikerna inte säga sin mening. Skogsstyrelsen tar upp riskerna i sitt nya informationsmaterial, t.ex. att det är dålig kontroll på effekten på andra egenskaper. NN tycker att denna oro är obefogad. Om markägaren är skeptisk kan skepsisen bemötas med att förädlade plantor genomgått långsiktig fältprövning. Frågan är dock om markägaren tycker att 10 år är lång tid. Men vi mäter om försök och vi mäter barn och barnbarn och vi har kavar försöken enligt en klurig strategi.
Skillnad förädlad och genmodifierat material:	Ja, det finns en viss sammanblandning. Men fröplantager ska för den skull inte marknadsföras med att de INTE är genmodifierade.
Är termer och begrepp begripliga?	När förädlare ska föreläsa används tre ovanliga uttryck direkt, som normalt måste förklaras: plantage, kloner, avkommor. Plantagetrad är bättre än plantagekloner. Proveniensbegreppet är inmyntat från Antikrundan. Det bör dock ändå undvikas. Undvik också population, material. Förädlarna behöver nya uttryck som kan möta skogsägaren.
Efterfrågas förädlad material?	Nej, men möjligen av dem som har genomgått Kraftsamling Skog. Men plantskolor odlar det. Dock finns ett dåligt rykte för vissa plantager, t.ex. Jung och Saleby.

Finns behov av informations-material?	Det behövs en bok som förklarar sambanden, ger svar och som kan användas av andra för mer lättillgänglig information. En fyrsidig folder behövs också. Plantval behöver mer förklaringar, allt man behöver veta ska finnas där. Det är viktigare än broschyrer. Alla frågor från attitydundersökningen ska finnas i Plantval. Genetisk variation och diversitet är svårt. Det är viktigt att möta markägaren med vad de vill veta. Överlever plantorna? Hur fort växer de? När ska jag gallra?
Stabstjänsteman, LRF	
Argument för och emot förädlad material:	Skogsägare är individer, och det är de själva som fattar besluten. De flesta är mycket positiva till möjligheten att öka produktionen i skogen. När de får information om möjligheterna med förädlade plantor eller sticklingar ställer de spontant frågan: När är dessa plantor tillgängliga? 90 % av skogsägarna är positiva till att använda förädlad material, men det finns en del frågor kring kvaliteten hos den förädlade skogen. Några få, 5 %, är generellt skeptiska till ökad tillväxt. Någon enskilda kan blanda samman förädlad material med GMO. I praktiken beställer de flesta skogsägare plantor utan att tänka på annat än trädslag, men efter information från Kraftsamling Skog efterfrågar nästan alla förädlad material.
Är termer och begrepp begripliga?	NN använder själv termerna vitryssar, första, andra och tredje generationen fröplantager. I södra pratar man ofta om "Bredinge" utan närmare förklaring. "Förädlade plantor" är ett annat ofta använt begrepp. "Sticklingar" används också, och efterfrågas av intresserade grupper. Uttrycket "klon" används inte.
Efterfrågas förädlad material?	Ja, efterfrågan har ökat betydligt efter Kraftsamling Skog.
Finns behov av informations-material?	Personliga träffar är viktiga. Demonstrationer i fält på demonstrationsgårdar är bra, särskilt om olika förädlingsnivåer planteras bredvid varandra. Tidigare fanns ambitionen att det skulle ingå på varje demonstrationsgård. Nuvärdesberäkningarna från Skogforsk är mycket användbara. En enkel broschyr med bilder och ekonomiska analyser efterfrågas.
Forskare, SLU	
Argument för och emot förädlad material:	Under Sundmo-tiden sade förädlarna att materialet skulle ge 35 % högre tillväxt. Det blev i slutändan 6 % enligt beräkningar från Björn Elfving. Men det är fortfarande en vinst som är ett reellt tillskott. Nu säger man åter att det nya materialet ska ge 30 % förädlingsvinst, och det är tveksamt om man får rätt denna gång. Det är dock tveksamt om det är lönsamt med förädling om man jämför plantering av förädlad material med naturlig förnyring. Här saknas ekonomiska jämförelser. Vinsten av planteringen kommer långt fram i tiden, och många skogsägare räknar inte på kostnader och vinster. Den vanlige skogsägaren ifrågasätter om hon ska ta bort befintliga småplantor och småträd och i stället plantera nytt. Om man ska ersätta naturligt uppkomna plantor med plantering krävs en väsentligt högre förädlingsvinst än i dag. Många skogsägare tror att det förädlade materialet ska ge bättre kvalitet. Med kalavverkning och plantering får dock träden fler och större sido-

	grenar, vilket försämrar kvaliteten. Den högre tillväxten hos förädlad material ger ännu större s.k. ”frihetstal”, med större och fler sidogrenar. En skogsägare bör i första hand välja de naturligt uppkomna småträd som redan är kvalitetsdanade. I planteringar får väldigt få träd tillfredsställande kvalitet. I SCAs undersökning av 22 tallungskogar hade bottenstockarna oftast den sämsta kvalitetsklassen 5, och några få hade 4. Ingen hade den bästa kvalitetsklassen 1. I ytor med naturkultur hade 20 % av träden kvalitet 1. Sådana fakta gör att vanliga skogsägare tror på naturkultur, dock ej de som har utbildats på Skogshögskolan. Markberedning bör också upphöra och i stället ersättas av grönsisplantering. Förädlingen bör därför inriktas på nya planttyper och planteringsätt. Förädlingen bör också ta fram plantor som tål att växa i luckor i skogen. Ett skogsägarargument mot förädling är också att skogsägaren helst vill se en naturlig genetisk variation i skogen.
Är termer och begrepp begripliga?	Föreslår ”fröplantageplantor” och ”geografisk sort”, ”härstamning” eller ”ursprungsområde” i stället för ”proveniens”.
Efterfrågas förädlad material?	Den vanlige skogsägaren bryr sig inte om material utan godtar rådgivarens förslag.
Finns behov av informationsmaterial?	Befintliga kanaler, kurser och träffar är de bästa kanalerna, samt artiklar i skogsägarnas egna tidningar.
Plantproducent	
Argument för och emot förädlad material:	Okunskapen är stor, många undrar vad förädlad material är. Ofta får säljaren förklara skillnaden mot beståndsmaterial. Fördelarna är: Ökad tillväxt, ökad hårdighet och oförändrad kvalitet. Köparna är ibland tveksamma till kvaliteten genom att virket blir frodvuxet och får lägre densitet. Säljarens svar är att årsringsbredden fortfarande är acceptabel (sett ur sågverkens och massaindustrins perspektiv). Ibland blandar köparen ihop GMO och förädling. Somatisk embryogener kan speciellt blandas ihop med genetisk modifiering. En del köpare frågar om diversiteten – vad händer om den genetiska basen snävas in. Säljarens svar är att det är tvärtom. Argumentet att ”det lokala materialet är bäst” hörs alltmer sällan. Plantsäljarna får ibland förklara att en Emmabodagran i dag inte är den samma som förr eftersom skogarna har blivit uppblandade.
Är termer och begrepp begripliga?	De vanligaste begreppen är ”beståndsmaterial” och ”förädlad material”. Uttrycket ”proveniens” är svårt, bättre att använda ”ursprung” eller ”härkomst”.
Efterfrågas förädlad material?	Sveaskog vill bara ha förädlad material. Hos Svenska Skogsplantor är dock 2/3 av kunderna privata skogsägare, och de efterfrågar inte förädlad material direkt. Efterfrågan har dock ökat något de senaste 10 åren. Ytterst få efterfrågar beståndsmaterial, främst mindre plantodlare som köper frö. Kunderna beställer ”gran eller tall”, och i dag är plantagematerial standardmaterial hos Svenska Skogsplantor. De som i stället köper plantor från beståndsmaterial får 10 öre avdrag. NN upplever att medvetenheten om plantornas ursprung har ökat.

Finns behov av informations-material?	Svenska Skogsplantor har en egen plantbroschyr som förnyas varje år. Förädling är stående teman i den. Skogforsk bör fortsätta på inslagen linje med olika artiklar, och där inte bara lyfta fram fördelarna med förädling utan också nackdelarna med beståndsfrö.
Plantproducent	
Argument för och emot förädlad material:	För odlaren är det en stor fördel att förädlade frön ger en jämnare och mer lättarbetad odling. Äldre plantsäljare nämner ofta en sämre kvalitet som risk om träden växer för snabbt. De yngre plantsäljarna är mindre tveksamma, och överlag mer positiva till förädling. ”Svensk gran”, t.ex. Kindaholm, efterfrågas av enstaka kunder.
Är termer och begrepp begripliga?	På Södra är uttrycket ”plantage” vanligt. I dagligt tal används dock ”förädlad material”. ”Sticklingar” används i dagligt tal, ej ”kloner” eftersom Södras sticklingar inte bygger på klonskogsbruk. Uttrycket ”elitfrön” syftar på det korsningsfrö som används för sticklingförökning. ”Nordostmaterial” används för bl.a. vitryska provenienser, dock är det allt mindre diskussion om provenienser nu för tiden.
Efterfrågas förädlad material?	NN hör att allt fler är intresserade av förädlad material i dag än för 2 år sedan. Efterfrågan är också hög på sticklingar, även om dessa kommer ut på marknaden först 2011. I första hand lanserar Södra Odlarna Bredingeplantagen, i andra hand andra plantager, och i tredje hand nordosteuropéer. Sannolikt har Kraftsamling Skog ökat intresset och medvetenheten, både bland fältpersonal och skogsägare.
Finns behov av informations-material?	Södra Odlarna har tagit fram en del eget material, men det finns behov av mer. Det finns ett behov av en mer allmän information om förädlad material, begreppsvärlden, somatisk embryogenes (bättre namn önskas). Skogforsk skulle kunna beskriva vinstnivåerna med olika material. Demonstrationsytor är värdefulla. Södra har en del ytor med olika material sida vid sida, och fler är på gång, bl.a. vid Flåboda plantskola. I fält går det att uppleva en klar skillnad mellan gran från Bredinge och från Rezekne, där Bredingegrannen är jämnare och har bättre grenvinklar.
Tjänsteman, skogsägarförening	
Argument för och emot förädlad material:	För: Högre tillväxt, kvalitetsfördelar t.ex. grenvinklar, bättre utnyttjande av ståndorten Emot: På sätt och vis minskad genetisk variation, om det nu kan betraktas som en nackdel
Är termer och begrepp begripliga?	Till viss del är terminologin ett problem i kontakt med köpare. Kvaliteten maskeras av krångliga ord och koder.
Efterfrågas förädlad material?	”Kraftsamling skog” har lett till ett ökat intresse, satt ämnet i fokus. Hur borde information spridas och medvetenheten ökas om förädlad material? Skogsvårdsansvariga och rådgivare bör få större medvetenhet i ämnet. Temadagar ihop med plantleverantörer. Information om fördelar med förädlad material till köpare innan plantering och markberedning.

Forskare, Skogforsk	
Argument för och emot förädlad material:	Fördelar: Högre tillväxt, bättre markutnyttjande, (minst) bibehållen kvalitet, högre överlevnad, garanti för upprepbarhet Nackdelar: Svårt att få tag på
Är termer och begrepp begripliga?	Visst finns problem, många förstår inte vad olika grader av förädling faktiskt innebär.
Efterfrågas förädlad material?	Ökat starkt sedan 10 år, föregånget av en svagare ökning. Certifiering tycks inte ha hämmat intresset.
Finns behov av informations-material?	Utbildning, plantskolor bör gå ut med information när man erbjuder material.
Lärare, SLU	
Argument för och emot förädlad material:	Fördelar Bara bra. Förbättrade grenvinklar och snabbare höjdtillväxt trots att det är fråga om plantering. Gäller tall. Högre produktion generellt. Nackdelar Egentligen inga, bortsett kanske från priset, men skillnaderna är små.
Är termer och begrepp begripliga?	Inga konstigheter, men genetik är aldrig lätt. Möjligt att en del termer är negativt laddade. Man måste tänka på vilka uttryck man använder gentemot allmänheten.
Efterfrågas förädlad material?	Inga tydliga tendenser bland studenter. Möjlig negativ trend. Ekonomi och juridik är mer i ropet nu. Traditionella skogliga ämnen minskar just nu. ”Kraftsamling Skog” slår igenom ganska väl. Möjligt att förädlad material sticker ut mer än de andra ämnena i denna satsning. Förädlad ses som något positivt. Gödsling har svårt med sin ”image”.
Finns behov av informations-material?	Man måste gå in för att bättre illustrera och åskådliggöra vinsterna med förädlad material. Det blir lätt abstrakt annars, begreppen är ju svåra att ta till sig. Bilder och kalkylexempel (saldon på skogskonto).
Förädling i undervisningen	En hel termin med bara skogsskötsel. Fältövningar ingår. Ämnet dyker upp på studieresor. Ämnet är integrerat i skogsskötsel.
Lärare, SLU	
Argument för och emot förädlad material:	Fördelar Önskade egenskaper framodlade både vad gäller produktion och kvalitet, kanske mer produktion än kvalitet. Förädling kan vara positiv ur resistenssynpunkt. Förädling kan ge material som är mer motståndskraftigt mot skadegörare. Nackdelar Minskad genetisk variation. På grund av brister i tekniken så har man inte riktigt koll på pollineringen, vildfrö kan komma in. Orsak och verkan är därmed inte helt klara. Detta gäller framförallt frilandsodling.
Är termer och begrepp begripliga?	Osäker. Begreppen kan betyda olika saker för olika personer.
Efterfrågas förädlad material?	Skapligt intresse bland studenterna.

Finns behov av informations-material?	Studenter som är intresserade måste fångas in. Alla måste gå igenom ett avsnitt på grundkursnivå.
Förädling i undervisningen	Kompetensförsörjning inom plantproduktion brister. Mindre forskning nu på SLU. Intresse finns, men kompetensförsörjning brister.
Konsult inom frö- och plant	
Argument för och emot förädlat material:	Fördelar med förädlat material Man vet vad det är. Det kan vara bättre än naturmaterial. Större frön, bättre gröningsenergi, bättre grobarhet. Förädlingsvinst. Nackdelar med förädlat material Dyrt.
Är termer och begrepp begripliga?	Kanske problem mot allmänheten, men det kan förädlas. Problem vad gäller generationsbegreppet i förädlingsssammanhang. Första och andra generation inga bra begrepp.
Efterfrågas förädlat material?	Trend mot plantagefrö. Skogsägare börjar inse fördelar med plantagefrö. Svenska skogsplantors marknadsföring 1993 och framåt har haft effekt. Detta gäller framförallt gran.
Finns behov av informations-material?	Budskapet tycks gå fram. En del skogsägare mindre engagerade i sina fastigheter, entreprenörer sköter skogen. Entreprenörer kanske inte så engagerade alla gånger i annat. Sämsta acceptabla planta till lägsta möjliga pris.
Expert, Skogsstyrelsen	
Argument för och emot förädlat material:	Fördelar: Högre tillväxt, överlevnad, mindre skador (framförallt frost), VDN märkning av odlingsmaterialet, i någon mån högre virkeskvalitet. Nackdelar Smalnar av genetisk variation, risker med att leka gud, något kan gå fel, naturlig anpassning sätts ur spel.
Är termer och begrepp begripliga?	Svår att ta till sig för de som inte är inne i det, lekmannen har svårt att hänga med, främmande och konstigt för många.
Efterfrågas förädlat material?	Ökande intresse (helt klart), även bland slutanvändare.
Finns behov av informations-material?	Alla plan måste bearbetas, måste in i skoglig undervisning på ett nytt sätt, än värre för de som inte är i branschen. Det ligger en fara i att förädlarna själva sköter undervisning och information. Mer professionalism i arbetet.

Tjänsteman, skogsägarförening	
Argument för och emot förädlat material:	Fördelar med förädlat material Högre tillväxt, förädla mot särskilda egenskaper, i viss mån framtida klimatanpassningar, odlingssäkert. Nackdelar med förädlat material Svårt att se några
Är termer och begrepp begripliga?	Kan vara svår att förstå, ett exempel är ”högförädlat material” som skall skiljas från förädlat. Det som används gentemot skogsägarna är nog ganska enkelt. Svårförklarat i sig många gånger.
Efterfrågas förädlat material?	Intresset ökar i dessa frågor, efterfrågan på förädlat material större än tillgång.
Finns behov av informations-material?	Massor att göra. Använd webben t.ex. kunskap direkt, broschyrer, branschmaterial.
Tjänsteman, skogsägarförening	
Argument för och emot förädlat material:	Högre tillväxt och oförändrad, eller högre kvalitet än beståndsmaterial. Inga direkta nackdelar, men det är brist på plantagefrö av gran i området.
Är termer och begrepp begripliga?	Ulrik använder mest proveniens eller härkomst, och berättar för skogsägaren varför man flyttar tall söderut och gran norrut. Andra begrepp som används är plantagefrö och beståndsförö.
Efterfrågas förädlat material?	De flesta skogsägare funderar inte över plantmaterialet. De utgår från att de bästa plantorna plockas fram. NN känner inte till någon som direkt har efterfrågat beståndsmaterial. Efterfrågan har dock ökat, om än från en låg nivå. Det är också fler som frågar varifrån plantorna kommer.
Finns behov av informations-material?	NN använder själv Val av skogsodlingsmaterial, men är osäker på hur kollegorna gör. Dessutom pratar han med plantleverantörerna. Det saknas en karta över ett geografiskt område med angivelse av vilka plantager som är lämpliga. Detta borde finnas både på webben och som fickguide. NN saknar också uppgifter om överlevnad för gran.

Plantproducent	
Argument för och emot förädlad material:	För: I plantskolan är fördelarna med förädlad material jfr. beståndsmaterial • Tyngre, mer välutvecklat frö med hög grobarhet och hög energi. Det ger snabbare och jämnare start i odlingarna. Det beror inte bara på att det är utvalt material i plantagerna utan också på valet av klimatiskt gynnsamma lokaler för plantagerna. • Högre produktion i skogen. God lönsamhet redan i första gallring Emot: Andra värden än ekonomiska. Det kanske finns naturvärden eller andra värden i ojämna skogar.
Efterfrågas förädlad material?	• Klart ökande efterfrågan, b.l.a. beroende på Kraftsamling Skog.
Finns behov av informationsmaterial?	• Trumma på med information i alla sammanhang, framförallt till småskogsbruket. De större skogsägarna är i många fall redan entusiastiska.
Företrädare för naturvårdsorganisation	
Argument för och emot förädlad material:	Högre och bättre produktion. Tålighet. Detta gäller traditionellt förädlad material. Generellt emot GMO. Försiktighetsprincipen. Kan leda till okontrollerad spridning. Kan ha egenskaper som i efterhand visar sig dåliga. Vi kan få beståndsbildande träd med ekologiskt helt nya egenskaper, och som kan få följder som är svåra att överblicka och som kan vara negativa. Kortsiktiga produktionsfördelar kan plötsligt försvinna.
Är termer och begrepp begripliga?	GMO har gjort det mindre klart. Man måste tala om vad man menar. Patentfrågor som är svåra; hur kan man äga en organism?
Finns behov av informationsmaterial?	Diskussionen måste populariseras så att medborgare kan delta. Frågan berör fler än de som är direkt berörda. Frågan gäller på sätt och vis en stor del av landet. SNF har knappt med resurser, så någon större satsning är knappast aktuell den närmsta tiden.

Enkät skogsägarföreningar

Enkäten skickades med mail 14 april 2009 till 99 personer. En person per arbetsplats (distrikt och motsvarande) valdes ut från de fyra skogsägarföreningarnas webbplatser. Med ledning av information på webbplatserna valdes i första hand personer med skogsvårdsansvar, i andra hand personer som antas arbeta brett med rådgivning till skogsägare. En påminnelse skickades efter en knapp vecka. Totalt inkom 66 svar (67 % svarsfrekvens).

	Antal svar	Procent
1. Vilken skogsägarförening arbetar du för?		
Norra Skogsägarna	17	25,8
Norrskog	11	16,7
Mellanskog	18	27,3
Södra	20	30,3
Totalt antal svar	66	
2. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor ger träd som växer snabbare än träd från lokalt beståndsmaterial (oförädlade plantor)".		
1. Instämmer inte alls	0	0
2. Instämmer inte särskilt	0	0
3. Varken eller	0	0
4. Instämmer delvis	10	15,4
5. Instämmer helt	54	83,1
Ingen åsikt	1	1,5
Totalt antal svar	65	
3. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Oförädlade plantor med lokalt ursprung är anpassade till växtplatsen, och klarar därför klimat och sjukdomar bättre än förädlade plantor från fröplantager".		
1. Instämmer inte alls	15	23,1
2. Instämmer inte särskilt	17	26,2
3. Varken eller	12	18,5
4. Instämmer delvis	18	27,7
5. Instämmer helt	1	1,5
Ingen åsikt	2	3,1
Totalt antal svar	65	

4. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor är testade i fält för att stå emot sjukdomar och klimatskador, och är därför tåligare än oförädlade plantor med lokalt ursprung".		
1. Instämmer inte alls	3	4,5
2. Instämmer inte särskilt	5	7,6
3. Varken eller	13	19,7
4. Instämmer delvis	30	45,5
5. Instämmer helt	12	18,2
Ingen åsikt	3	4,5
Totalt antal svar	66	
5. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor är utvalda för bra kvalitet vid en given tillväxt, och ger därför träd med högre virkeskvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	0	0
2. Instämmer inte särskilt	6	9,1
3. Varken eller	6	9,1
4. Instämmer delvis	26	39,4
5. Instämmer helt	25	37,9
Ingen åsikt	3	4,5
Totalt antal svar	66	
6. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor växer snabbt och ger därför träd med lägre kvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	13	20
2. Instämmer inte särskilt	23	35,4
3. Varken eller	10	15,4
4. Instämmer delvis	17	26,2
5. Instämmer helt	1	1,5
Ingen åsikt	1	1,5
Totalt antal svar	65	
7. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Plantering med förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen."		
1. Instämmer inte alls	14	21,2
2. Instämmer inte särskilt	11	16,7
3. Varken eller	7	10,6
4. Instämmer delvis	25	37,9

5. Instämmer helt	6	9,1
Ingen åsikt	3	4,5
Totalt antal svar	66	
8. Vilka egenskaper förknippas du med förädlade plantor i jämförelse med oförädlade plantor med lokalt ursprung (flerval).		
1. Växer snabbare	65	100
2. Växer långsammare	0	0
3. Sämre kvalitet	10	15,2
4. Bättre kvalitet	35	53,8
5. Mindre säkert mot sjukdomar	10	15,2
6. Mer säkert mot sjukdomar	21	32,3
7. Mindre säkert mot klimatskador	12	18,5
8. Mer säkert mot klimatskador	22	33,8
9. Minskar den genetiska variationen i skogen	22	33,8
10. Ökar den genetiska variationen i skogen	9	13,8
Totalt antal svar	65	
9. Om du beställer förädlade plantor i dag (från dagens uppvuxna fröplantager), hur snabbt växer de jämfört med oförädlade plantor med lokalt ursprung (tillväxt under en omloppstid)?		
1. Sämre	0	0
2. Lika bra	0	0
3. 5 % bättre	1	1,5
4. 10 % bättre	24	36,4
5. 20 % bättre	37	56,1
6. 40 % bättre	2	3
7. 60 % bättre	0	0
8. Ingen åsikt	2	3
Totalt antal svar	66	
10. Hur stor betydelse har plantornas ursprung för dig när du beställer plantor eller ger råd till den som ska plantera?		
1. Mycket liten betydelse	3	4,6
2. Ganska liten betydelse	2	3,1
3. Varken eller	3	4,6
4. Ganska stor betydelse	30	46,2
5. Mycket stor betydelse	26	40,0
6. Ingen åsikt	1	1,5
Totalt antal svar	65	

11. Hur viktigt tycker du det är att skogen växer snabbt och utnyttjar markens produktionsförmåga?		
1. Inte alls viktigt	0	0
2. Inte särskilt viktigt	2	3
3. Varken eller	0	0
4. Ganska viktigt	14	21,2
5. Mycket viktigt	50	75,8
6. Ingen åsikt	0	0
Totalt antal svar	66	
12. Hur viktigt tycker du det är att skogen utgör en miljö för biologisk mångfald och rekreation?		
1. Inte alls viktigt	0	0
2. Inte särskilt viktigt	2	3,1
3. Varken eller	5	7,7
4. Ganska viktigt	28	43,1
5. Mycket viktigt	30	46,2
6. Ingen åsikt	0	0
Totalt antal svar	65	
13. Har du några kommentarer kring förädling och förädlade plantor?		
• En viktig del är att försöka komma tillrätta med rotröta på gran. • Känslan och synintryck är att förädlad material växer snabbare (volym), dock veddensitet, kvistdiam. etc. mer osäker på. Uppleva = mer toppbrott?. Privata skogsägare kan ha överåriga icke produktiva bestånd men känslor styr (utnyttja markens prod.-förmåga) samt skötsel (ex. röjning) utförs ej i önskvärd omfattning. Dock något mer intresse för förädlad material o folk frågar om tredje generationen som ska växa ca 20 % mer (volym?). • Vi har lyckats marknadsföra dem så pass bra att det inte räcker till den efterfråga som finns. • När man beställer så har man ingen aning om de är förädlade eller ej! • Det är viktigt att öka kunskapen hos skogsägaren om förädling och förädlade plantor. • Något som borde komma mer och ge högre produktion på fastigheten och i förlängningen större möjlighet att avsätta mer till naturvården. • Jag anser att det finns för lite förädlad granfrö/-		

plantor för den 63/64 breddgraden. En kommentar om den genetiska variationen. Om alla individer skulle komma från samma kloner borde den genetiska variationen i skogen minska. Detta förutsätter dock att ingen naturlig förnygring skulle förekomma. Dessutom så har vi ju redan en relativt stor genetisk variation i våra skogar. • Mycket viltskador på framför allt det förädlade materialet. • En förnuftig användning av förädlad material innebär ingen konflikt med biologisk mångfald och rekreation. En ökad produktion på de ytor som ska användas för produktion ger ökade möjligheter till avsättningar i områden med höga biologiska värden. • Förädlad material kommer ej i fokus i dag med den brist av plantor som råder.		

Enkät – Skogsstyrelsens distrikt

Enkäten skickades med e-post 16 april 2009 till 108 personer. En person per arbetsplats (distrikt och motsvarande) valdes med ledning av information på Skogsstyrelsens webbplatser. I första hand valdes personer med skogsvårdsansvar, i andra hand personer som antas arbete brett med rådgivning till skogsägare. En påminnelse skickades efter en knapp vecka. Totalt inkom 57 svar (53 % svarsfrekvens).

	Antal svar	Procent
1. I vilken landsdel utförs ditt huvudsakliga arbete?		
Götaland	18	31,6
Svealand	12	21,1
Norrland	27	47,4
Totalt antal svar	57	
2. Hur gammal är du?		
–30 år	4	7,0
31–40 år	11	19,3
41–50 år	8	14,0
51– år	34	59,6
Totalt antal svar	57	
3. Hur ofta har du kontakt med skogsägare i frågor som har med förnygringsmaterialets ursprung att göra (provenienser och fröplantager)?		
Dagligen	0	0
Varje vecka	9	15,8
En gång i månaden	20	35,1
Mer sällan	26	45,6
Aldrig	2	3,5
Inget svar	0	0
Totalt antal svar	57	
4. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor ger träd som växer snabbare än träd från lokalt beståndsmaterial (oförädlade plantor)".		
1. Instämmer inte alls	0	0
2. Instämmer inte särskilt	1	1,8
3. Varken eller	0	0
4. Instämmer delvis	23	40,4
5. Instämmer helt	31	54,4

Ingen åsikt	2	3,5
Totalt antal svar	57	
5. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Oförädlade plantor med lokalt ursprung är anpassade till växtplatsen, och klarar därför klimat och sjukdomar bättre än förädlade plantor från fröplantager".		
1. Instämmer inte alls	3	5,3
2. Instämmer inte särskilt	13	22,8
3. Varken eller	11	19,3
4. Instämmer delvis	22	38,6
5. Instämmer helt	7	12,3
Ingen åsikt	1	1,8
Totalt antal svar	57	
6. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor är testade i fält för att stå emot sjukdomar och klimatskador, och är därför tåligare än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	4	7,0
2. Instämmer inte särskilt	8	14,0
3. Varken eller	13	22,8
4. Instämmer delvis	24	42,1
5. Instämmer helt	5	8,8
Ingen åsikt	3	5,3
Totalt antal svar	57	
7. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor är utvalda för bra kvalitet vid en given tillväxt, och ger därför träd med högre virkeskvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	1	1,8
2. Instämmer inte särskilt	7	12,5
3. Varken eller	4	7,1
4. Instämmer delvis	23	41,1
5. Instämmer helt	17	30,4
Ingen åsikt	4	7,1
Totalt antal svar	56	

8. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor växer snabbt och ger därför träd med lägre kvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	6	10,5
2. Instämmer inte särskilt	17	29,8
3. Varken eller	11	19,3
4. Instämmer delvis	20	35,1
5. Instämmer helt	1	1,8
Ingen åsikt	2	3,5
Totalt antal svar	57	
9. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Plantering med förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen."		
1. Instämmer inte alls	3	5,3
2. Instämmer inte särskilt	12	21,1
3. Varken eller	8	14
4. Instämmer delvis	23	40,4
5. Instämmer helt	10	17,5
Ingen åsikt	1	1,8
Totalt antal svar	57	
10. Vilka egenskaper förknippar du med förädlade plantor i jämförelse med oförädlade plantor med lokalt ursprung (flerval).		
1. Växer snabbare	51	91,1
2. Växer långsammare	1	1,8
3. Sämre kvalitet	6	10,7
4. Bättre kvalitet	27	48,2
5. Mindre säkert mot sjukdomar	12	21,4
6. Mer säkert mot sjukdomar	15	26,8
7. Mindre säkert mot klimatskador	13	23,2
8. Mer säkert mot klimatskador	16	28,6
9. Minskar den genetiska variationen i skogen	29	51,8
10. Ökar den genetiska variationen i skogen	4	7,1
Totalt antal svar	56	
11. Om du beställer förädlade plantor i dag (från dagens uppvuxna fröplantager), hur snabbt växer de jämfört med oförädlade plantor med lokalt ursprung (tillväxt under en omloppstid)?		
1. Sämre	0	0
2. Lika bra	1	1,8
3. 5 % bättre	2	3,5

4. 10 % bättre	27	47,4
5. 20 % bättre	22	38,6
6. 40 % bättre	1	1,8
7. 60 % bättre	0	0
8. Ingen åsikt	4	7
Totalt antal svar	57	
12. Hur stor betydelse har plantornas ursprung för dig när du beställer plantor eller ger råd till den som ska plantera?		
1. Mycket liten betydelse	0	0
2. Ganska liten betydelse	6	10,7
3. Varken eller	5	8,9
4. Ganska stor betydelse	26	46,4
5. Mycket stor betydelse	18	32,1
6. Ingen åsikt	1	1,8
Totalt antal svar	56	
13. Hur viktigt tycker du det är att skogen växer snabbt och utnyttjar markens produktionsförmåga?		
1. Inte alls viktigt	0	0
2. Inte särskilt viktigt	1	1,8
3. Varken eller	4	7
4. Ganska viktigt	16	28,1
5. Mycket viktigt	35	61,4
6. Ingen åsikt	1	1
Totalt antal svar	57	
14. Hur viktigt tycker du det är att skogen utgör en miljö för biologisk mångfald och rekreation?		
1. Inte alls viktigt	0	0
2. Inte särskilt viktigt	0	0
3. Varken eller	0	0
4. Ganska viktigt	16	28,1
5. Mycket viktigt	41	71,9
6. Ingen åsikt	57	
Totalt antal svar		

15. Har du några kommentarer kring förädling och förädlade plantor?		
• Skogsstyrelsen gör nu en rådgivningssatsning för att öka produktionen i skogsbruket där vi bl.a. pekar på vikten av att använda ett bättre förädlad plant-material. • Viktigt att vara medveten om den tillväxtökning som kan ses i plant- och ungskogsstadiet hos s.k. förädlade plantor knappast kommer att bestå under trädets livstid. Tillväxtökningen kommer sannolikt att avta högre upp i ålder och tillväxten kan komma att passeras av s.k. lokalt material. Mycket viktigt att ha det i åtanke vid beräkningar av framtida produktionsmöjligheter. • Att skogsmarkens produktion utnyttjas ser jag som mycket viktigt men inte till så stor utsträckning att det betyder t.ex. bara kustgran och gödsling. Kustgran och gödsling ser jag bara som O.K. i liten utsträckning. • I grunden bra att tänka på en bedömd ökad efterfrågan av produkter från skogen. Jag känner dock en osäkerhet i att ha en smalare genetisk bas i skogsbestånden utifrån ett sjukdoms-/klimatperspektiv! • Kvalitetsvirke kommer i ett längre perspektiv att öka i lönsamhet. Det finns en övertro på snabbväxande, som troligen inte tilltalar sågverken i framtiden, mina erfarenheter från utlandet är: "Our swedish wood, hard wood, very good wood!!" • Tydlig information om förädlingens påverkan på den genetiska variationen jätteviktigt, i synnerhet vad gäller metoder för vegetativ förökning som innebär att plantorna blir genetiskt identiska. Markägarna måste känna till detta!!! • Svårt att veta vad man ska tycka. • Jag tycker vi skall lära oss bruka skog med de "Gudgivna" förutsättningarna, innan vi ger oss in på metoder vars långsiktiga konsekvenser vi inte har en aning om. Avseende kvalitet så verkar det inte vara ett mål inom skogsbruket på samma sätt som enbart volymtillväxt är. Men skall allt kokas så kvittar det ju. • Lögn-Förbannade lögn-Statistik! • Mycket bra att det finns och att utvecklingen hela		

tiden förbättras. • Det finns ju inte tillgång till förädlade plantor till norra delen av Norrbottens län! Återbeskogning är ett stort problem då vi har stora problem med törskatesvampen i en stor del av länet! Vilka råd skall vi ge! Står förädlade plantor bättre emot angreppen när sportrycket är så högt? • Dessa svar gäller granplantor hade det varit vårt-björk hade svaren varit annorlunda. • Har mycket dåliga kunskaper i ämnet. Jag har arbetat som konsulent i drygt två år och aldrig fått frågan från en markägare - vilket torde innebära att deras kunskaper/vetskap om förädlad plant är i princip obefintlig.		

Enkät – skogsbolagens distrikt

Enkäten skickades med e-post 23 april 2009 till 92 personer. En person per arbetsplats (distrikt och motsvarande) valdes med ledning av information på skogsbolagens webbplatser. I första hand valdes personer med skogsvårdsansvar, i andra hand personer som antas arbeta brett med rådgivning till skogsägare. En påminnelse skickades efter en knapp vecka. Totalt inkom 42 svar (46 % svarsfrekvens).

	Antal svar	Procent
1. I vilken landsdel utförs ditt huvudsakliga arbete?		
Götaland	11	26,8
Svealand	9	22,0
Norrland	21	51,2
Totalt antal svar	41	
2. Hur gammal är du?		
-30 år	5	1,9
31-40 år	9	21,4
41-50 år	7	16,4
51- år	21	50,0
Totalt antal svar	42	
3. Hur ofta har du kontakt med skogsägare i frågor som har med förnyngringsmaterialets ursprung att göra (provenienser och fröplantager)?		
Dagligen	0	0
Varje vecka	7	16,7
En gång i månaden	21	50,0
Mer sällan	14	14,0
Aldrig	0	0
Inget svar	0	0
Totalt antal svar	42	
4. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor ger träd som växer snabbare än träd från lokalt beståndsmaterial (oförädlade plantor)".		
1. Instämmer inte alls	0	0
2. Instämmer inte särskilt	1	2,5
3. Varken eller	0	0
4. Instämmer delvis	10	25,0
5. Instämmer helt	29	72,5
Ingen åsikt	0	0
Totalt antal svar	40	

5. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Oförädlade plantor med lokalt ursprung är anpassade till växtplatsen, och klarar därför klimat och sjukdomar bättre än förädlade plantor från fröplantager".		
1. Instämmer inte alls	5	12,2
2. Instämmer inte särskilt	12	29,3
3. Varken eller	3	7,3
4. Instämmer delvis	16	39,0
5. Instämmer helt	3	7,3
Ingen åsikt	2	4,9
Totalt antal svar	41	
6. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor är testade i fält för att stå emot sjukdomar och klimatskador, och är därför tåligare än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	4	9,8
2. Instämmer inte särskilt	4	9,8
3. Varken eller	13	31,7
4. Instämmer delvis	6	14,6
5. Instämmer helt	11	26,8
Ingen åsikt	3	7,3
Totalt antal svar	41	
7. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor är utvalda för bra kvalitet vid en given tillväxt, och ger därför träd med högre virkeskvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	2	4,9
2. Instämmer inte särskilt	5	12,2
3. Varken eller	3	7,3
4. Instämmer delvis	14	34,1
5. Instämmer helt	15	36,6
Ingen åsikt	2	4,9
Totalt antal svar	41	
8. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Förädlade plantor växer snabbt och ger därför träd med lägre kvalitet än oförädlade plantor med lokalt ursprung."		
1. Instämmer inte alls	11	26,8
2. Instämmer inte särskilt	10	24,4
3. Varken eller	4	9,8

4. Instämmer delvis	9	22,0
5. Instämmer helt	6	14,6
Ingen åsikt	1	2,4
Totalt antal svar	41	
9. I vilken utsträckning instämmer du med följande: "Plantering med förädlade plantor minskar den genetiska variationen i skogen."		
1. Instämmer inte alls	6	14,6
2. Instämmer inte särskilt	9	22,0
3. Varken eller	2	4,9
4. Instämmer delvis	14	34,1
5. Instämmer helt	10	24,4
Ingen åsikt	0	0
Totalt antal svar	41	
10. Vilka egenskaper förknippar du med förädlade plantor i jämförelse med oförädlade plantor med lokalt ursprung (flerval).		
1. Växer snabbare	39	95,1
2. Växer långsammare	0	0
3. Sämre kvalitet	5	12,2
4. Bättre kvalitet	18	35,3
5. Mindre säkert mot sjukdomar	8	15,7
6. Mer säkert mot sjukdomar	8	15,7
7. Mindre säkert mot klimatskador	8	15,7
8. Mer säkert mot klimatskador	9	17,6
9. Minskar den genetiska variationen i skogen	13	23,2
10. Ökar den genetiska variationen i skogen	0	0
Totalt antal svar	41	
11. Om du beställer förädlade plantor i dag (från dagens uppvuxna fröplantager), hur snabbt växer de jämfört med oförädlade plantor med lokalt ursprung (tillväxt under en omloppstid)?		
1. Sämre	0	0
2. Lika bra	0	0
3. 5 % bättre	2	4,9
4. 10 % bättre	15	36,6
5. 20 % bättre	21	51,2
6. 40 % bättre	1	2,4
7. 60 % bättre	0	0
8. Ingen åsikt	2	4,9
Totalt antal svar	41	
12. Hur stor betydelse har plantornas ursprung		

för dig när du beställer plantor eller ger råd till den som ska plantera?		
1. Mycket liten betydelse	0	0
2. Ganska liten betydelse	1	2,4
3. Varken eller	1	2,4
4. Ganska stor betydelse	16	39,0
5. Mycket stor betydelse	20	48,8
6. Ingen åsikt	3	7,3
Totalt antal svar	41	
13. Hur viktigt tycker du det är att skogen växer snabbt och utnyttjar markens produktionsförmåga?		
1. Inte alls viktigt	0	0
2. Inte särskilt viktigt	0	0
3. Varken eller	0	0
4. Ganska viktigt	12	29,3
5. Mycket viktigt	29	70,7
6. Ingen åsikt	0	0
Totalt antal svar	41	
14. Hur viktigt tycker du det är att skogen utgör en miljö för biologisk mångfald och rekreation?		
1. Inte alls viktigt	0	0
2. Inte särskilt viktigt	0	0
3. Varken eller	2	4,9
4. Ganska viktigt	16	39,0
5. Mycket viktigt	22	53,7
6. Ingen åsikt	1	2,4
Totalt antal svar	41	
15. Har du några kommentarer kring förädling och förädlade plantor?		
• Lätt att prata om och förorda, betydligt svårare att få tag på. Ofta beställer man plantage men får beståndsplantor levererade. • Några funderingar: Utfördelningen av olika provenienser verkar ganska grov i dag? Vad kommer klimatförändringarna att innebära för förädlingen? Motståndskraft mot sjukdomar bör ges hög prioritet i förädlingen. (Törskate m.m.) • Sverige måste utnyttja forskningen omkring förädlad material för att klara framtida konkurrens precis som jordbruket gjort. • Framtida kvalitet beror mer av skötsel än genetik. Tillväxtökningen vid anv. av förädlad material är		

helt avhängigt skadefrihet o överlevnad! • Uppfattar förädlad material som överlägset rörande tillväxt men jag är dåligt påläst själv om andra effekter som det har med förädlad material. • hur beståndet utvecklas är helt beroende på kommande skötsel. • Det dyker upp sjukdomshot hela tiden. Om det beror på materialet eller om det är klimatförändring. Vem vet? • Kör hårt, livet är kort!		

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 4. Fröförsörjningsanalys



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSinSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Tillgång på förädlat skogsodlingsmaterial 2010 – 2050

ANALYS AV FRÖFÖRSÖRJNINGSLÄGET PER FRÖPLANTAGEZON OCH
FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER FÖR ATT MINIMERA BRIST OCH MAXIMERA
GENETISK VINST

Curt Almqvist, Ulfstand Wennström & Bo Karlsson



Bildtext. Tallplantage T7 Skeppsholmen Foto: Curt Almqvist, Skogforsk.

SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83 Uppsala, Sweden, Ph +46 18 85 00 Fax +46 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph +46 418 47 13 00 Fax +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

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. Analysen omfattar, förutom tillgängliga kvantiteter och förädlingsnivå, också förslag på hur försörjningen kan förbättras samt alternativa metoder för produktion av högförädlad skogsodlingsmaterial.

Skogforsk december 2009

Curt Almquist, Ulfstand Wennström och Bo Karlsson

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Introduktion.....	4
Bakgrund	4
Historisk tillbakablick.....	4
1936 – startår i sverige	4
De första plantagerna – etto.....	5
Andra omgången – tvåo	5
Tredje omgången – treo.....	5
Urval – korsning– testning	5
Förädlingens organisation.....	7
Sveriges indelning i fröplantagezoner	7
Plantstatistik och statistik över materialhärkomst	8
Syfte	10
Material & metoder.....	10
Analys av försörjningsläget.....	10
Olika plantproducenters profil i materialanvändning	10
Förädlingseffekter	11
Plantagevis fröproduktion.....	13
Beräkning av underskott av plantagefrö	20
Åtgärder för att höja produktionen i fröplantager.....	20
Intensivare skötsel.....	20
Blomningsstimulering.....	21
Insektsbehandling	22
Kombination av produktionshöjande åtgärder för realistisk maximal produktion.....	22
Åtgärder för att utnyttja begränsade fröpartier effektivare	23
Maximal Genetisk vinst som kan uppnås i respektive zon olika tidsperioder	23
Resultat och diskussion	24
Analys av försörjningsläget, åtgärder för att höja produktionen och för att utnyttja begränsade fröpartier effektivare	24
Olika plantproducenters profil i materialanvändning	24
Balanser för granplantagefrö fram till år 2050	25
Åtgärder för att lindra obalanser – vad kan göras på kort sikt.....	28
Möjlighet till ökad genetisk vinst i respektive plantagezon för gran.....	37
Balanser av tallplantagefrö fram till år 2050.....	45
Vilken genetisk vinst kan uppnås i respektive plantagezon för tall	61
Hinder för att använda produktionshöjande åtgärder i fröplantager och vegetativ förökning	69
Utländskt plantagefrö	71
Referenser.....	72

Sammanfattning

Användning av förädlad plantmaterial är ett effektivt sätt att öka skogsproduktionen och därmed på sikt också avverkningsmöjligheterna i Sveriges skogar. Skogsägarnas insikt och vilja att använda förädlad plantmaterial har ökat till en nivå att en framtida ökning av virkesproduktion nu begränsas av tillgången på förädlad frö för plantproduktion.

Analysen av försörjningsläget ger vid handen att den allvarligaste bristen föreligger för granfrö. Endast i en av 9 fröförsörjningszoner finns för närvarande ett betydande överskott på förädlad frö. På lite sikt är läget något bättre men långt ifrån tillfredsställande. Försörjningsbalanserna bygger dessutom på ett förlängt utnyttjande av de äldsta fröplantagerna med relativt låga förädlingsvinster, vilket innebär en reduktion av möjligheten att öka den framtida virkesproduktionen.

En genomgång av åtgärder för att öka fröproduktionen på kort sikt visar att försörjningsläget kan förbättras betydligt med relativt enkla och välkända metoder. Intensivare skötsel, blomningsstimulering och bekämpning av fröförstörande insekter ökar fröproduktionen med låg marginalkostnad. Det finns hinder för implementering av dessa åtgärder, men de flesta av dem bedöms vara hanterbara. Utfallet av arbetet med att få ett godkännande av ett preparat för blomningsstimulering är dock i dagsläget oklart.

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

För tall visar analysen av försörjningsläget att det för närvarande endast är brist på plantagefrö för plantproduktion i de två nordligast fröförsörjningszonerna, och även för dessa kommer full behovstäckning att kunna uppnås omkring 2020. Med produktionshöjande insatser i plantagerna för dessa zoner kan behovstäckningen uppnås några år tidigare.

Analysen bygger på produktion i befintliga fröplantager och i planerade fröplantager inom den nationella planen för anläggning av den tredje omgången fröplantager i Sverige. Den visar tydligt att akut brist på förädlad frö från fröplantager kommer att uppstå igen för tall i början av 2040-talet och i 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.

Introduktion

Bakgrund

Fröplantager har under hela skogsträdsförädlingens historia 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 tänkbara sättet att producera förädlad frö.

I ”Förädlingsutredningen” (Skogforsk 1995) uppmärksammas att skogsträdsförädling är ett mycket lönsamt och effektivt sätt att öka skogsproduktionen samt 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 et al. (2000) gjordes en genomgång av Sveriges fröplantager och en analys av framtida fröförsörjning i vilken det konstaterades att starta skäl för att starta 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 et al. 2003) och utbyggnaden är nu i full gång. Vikten av att utnyttja de framsteg som skogsträdsförädlingen uppnått i produktionen av plantor för skogsbruket har också uppmärksammas i rapporten från Oljekommissionen (Anon. 2006) och senast i regeringens skogspolitiska proposition (Anon. 2007). I Skogliga konsekvensanalyser 2008 (SKA 08) kvantifierades effekten av att använda förädlad material till ca 3 Mm³sk/år under 2050-talet, och till ca 10–12 Mm³sk/år i början av 2100-talet (Anon. 2008).

I Sverige kom år 2008, 83 % av alla tallplantor från svenska fröplantager. För gran var motsvarande andel 47 %. 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 framåt att vara det dominerande sättet att producera skogsodlingsmaterial för det svenska skogsbruket.

HISTORISK TILLBAKABLICK

Redan år 1787 framförde en tysk vid namn 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 anlades i Skottland 1931, det var en hybridlärkplantage.

1936 – STARTÅR I SVERIGE

Skogsträdsförädlingen i Sverige startade 1936 då ”Föreningen för växtförädling av skogsträd” bildades.

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 till den första omgångens fröplantager 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 mellan 20–50 år gamla.

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

ANDRA OMGÅNGEN – TvåO

Under 1980-talet började en andra omgång tall- och granfröplantager anläggas. Till dessa användes framför allt de nya plusträden, men också en del av de tidigare utvalda plusträden som hunnit bli avkommebedömda. I norra Sverige valdes också en del härdiga plusträd ut med hjälp av frystester av unga avkommor till 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 flertalet plusträd från både det 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 som i avkommebedömningarna visat sig vara allra bäst och även urval av bra avkommor i nästa förädlingsgeneration.

Urval – korsning– testning

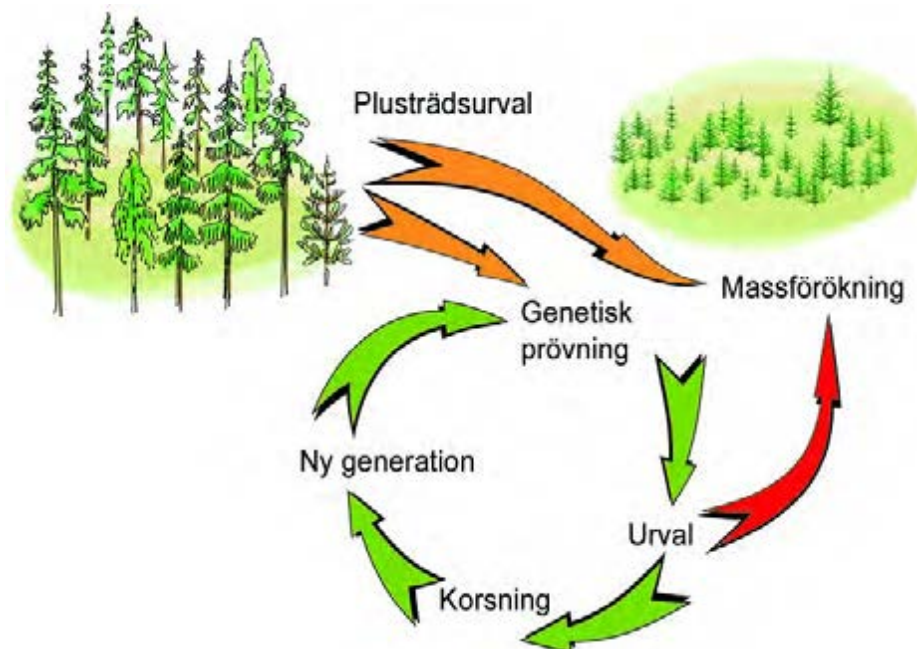
Förädling i syfte att förbättra olika egenskaper börjar med att man i skogen väljer ut ett antal plusträd som uppvisar goda egenskaper, se figur 1. De utvalda träden testas för att ta reda på om de goda egenskaperna nedärvs till avkomman eller om de enbart berodde på att trädet råkat växa på en speciellt gynnsam ståndort.

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

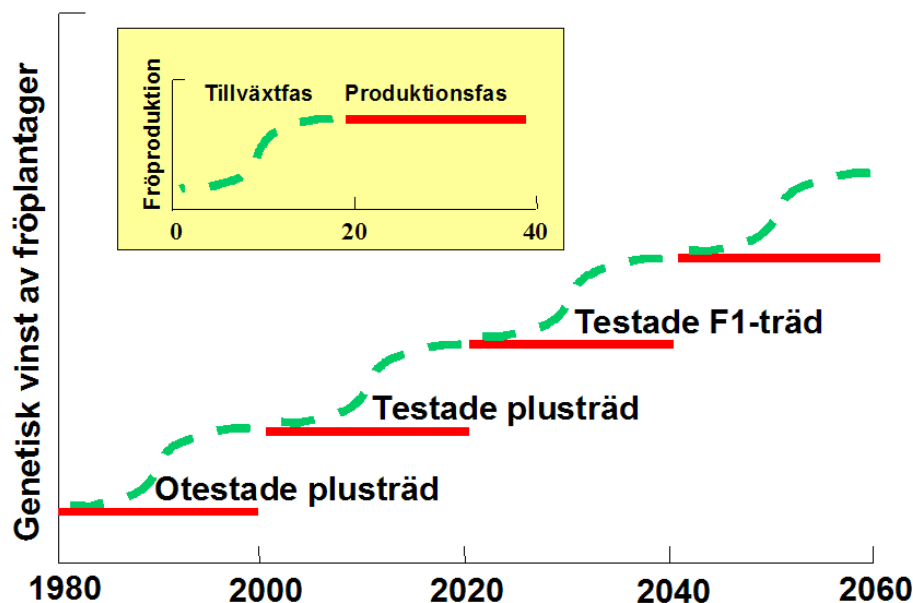
I varje generation väljs de allra bästa individerna ut till massförökning, vilket oftast sker i fröplantager. Fröet från fröplantagerna används i plantskolorna för produktion av plantor för praktisk skogsodling.

Förädlingsarbetet har en cykeltid om 20 år. 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 den första och andra omgången fröplantager, se figur 2.



Figur 1.
Förädlingscykeln: Urval – korsning – testning – nytt urval o.s.v.



Figur 2.

Nya fröplantager synkroniseras med förädlingspopulationer i en 20-årig cykel. Förädlingsarbetet har en cykeltid på omkring 20 år. En fröplantage har en etablerings- och tillväxtfas på cirka 20 år och en lika lång produktionsfas. Genom att för en plantagezon alltid ha plantager i både produktionsfas och tillväxtfas kan förädlingsframstegen tillgodogöras så snabbt som möjligt.

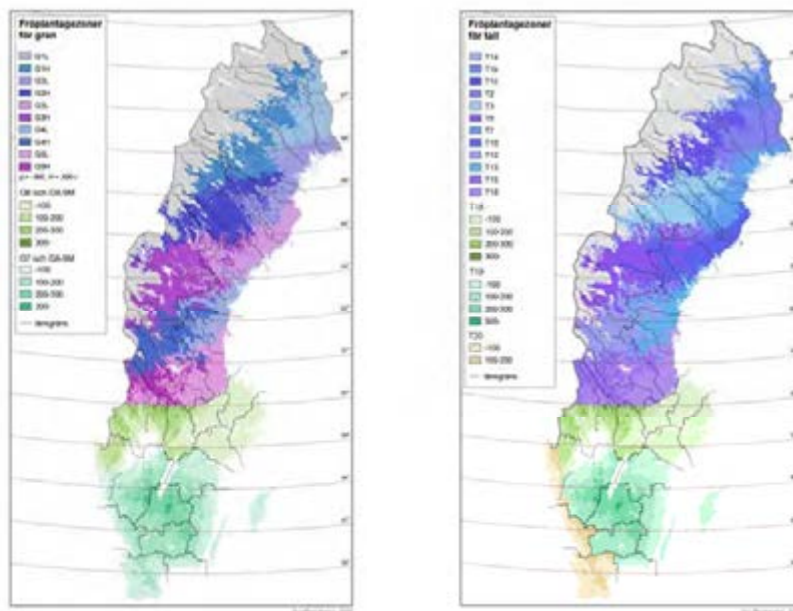
Förädlingens organisation

För huvudträdslagen tall och gran driver Skogforsk på uppdrag av skogs-näringen den operativa förädlingen i ett gemensamt program. Finansieringen sker genom ett basanslag som finansieras av näringen och staten (genom FORMAS) gemensamt. Det innebär att alla träd i Skogforsks förädlingsprogram är tillgängliga för svenska 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).

Två typer av indelning i zoner 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 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.



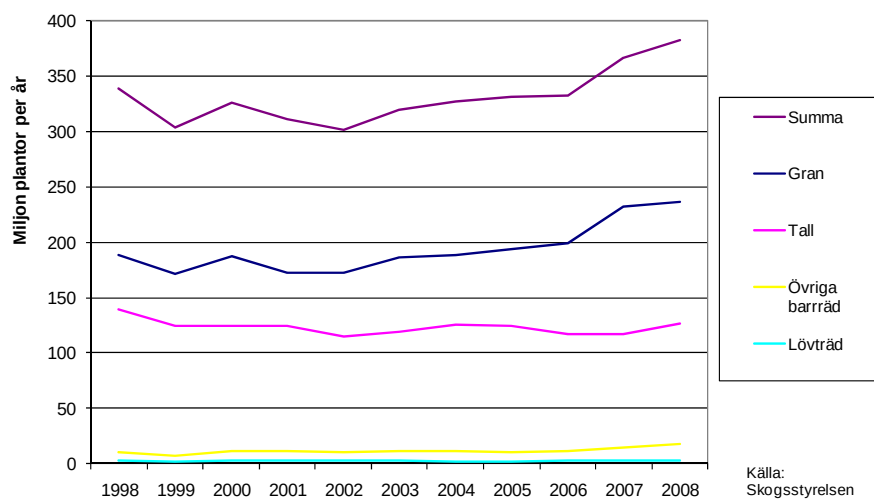
Figur 3.
Geografiska kartor över fröplantagezoner för gran och tall.

Plantstatistik och statistik över materialhärkomst

Skogsstyrelsen har sedan 1998 årligen samlat in uppgifter över antalet levererade skogsplanter av olika trädslag från Sveriges producenter. Sedan 2002 har även uppgifter över skogsodlingsmaterialets härkomst insamlats.

Den totala användningen av skogsplanter i Sverige ligger under 2000-talet på i medeltal 333 miljoner planter per år, se figur 4. Gran är det mest planterade trädslaget med i medeltal 196 miljoner planter årligen. Av tall planteras i medeltal 122 miljoner planter. Av övriga barrträdslag planteras 12 miljoner per år. Största trädslag här är contortatall. För lövträdslagen planteras i medeltal knappt 3 miljoner planter.

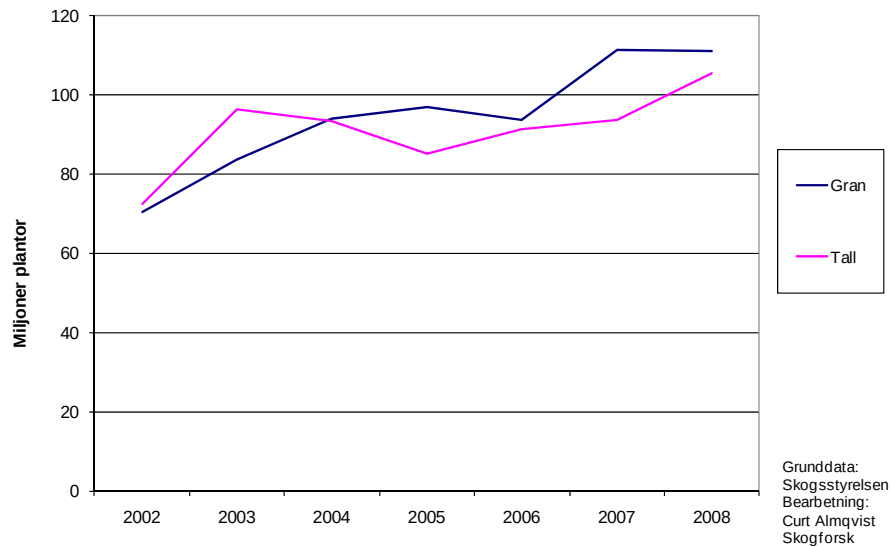
Andelen av plantorna som kommer från plantagefrö har under perioden 2002–2008 legat relativt stabilt för både gran och tall. Knappt 50 % av gran- och omkring 75 % av tallplantorna härrör från plantagefrö, se figur 5. Mängden planter som härrör från plantagefrö har dock ökat över tiden, figur 6.



Figur 4.
Försäljning av skogsplanter i Sverige åren 1998–2008 fördelade på trädslag.



Figur 5.
Procent svenskt plantagefrö i plantproduktionen i Sverige åren 2002–2008 för gran och tall.



Figur 6.
Miljoner plantor från svenskt plantagefrö i plantproduktionen i Sverige åren 2002–2008 för gran och tall.

SYFTE

Föreliggande utredning har som syfte att beskriva tillgången på förädlad skogsodlingsmaterial för gran och tall i Sverige för tiden 2010–2050 per plantagezon, samt att uppskatta hur eventuell brist på förädlad material på kort sikt kan minskas eller undvikas helt. Med kort sikt avses tiden fram till omkring 2030 då plantagerna i det plantageanläggningsprogram som nu pågår, TreO, bedöms vara uppe i full i produktion. På längre sikt än så måste nya plantager anläggas. Ett ytterligare syfte har varit att belysa hur förädlingsvinsten varierar beroende på hur länge de olika plantageomgångarna utnyttjas.

Material & 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 bolagsplantskolor och privata plantskolor. Då Skogsstyrelsen lovat uppgiftslämnarna sekretesskydd för inlämnade uppgifter och antalet aktörer på plantmarknaden är relativt litet, så kunde inte en mer detaljerad uppdelning erhållas. I gruppen bolagsplantskolor ingår Svenska skogsplantor AB, Bergvik Skog plantor AB, Holmen Skog AB, SCA Skog AB – Norrplant, Orsa besparingsskog, Sundins Skogsplantor AB och Wallons skogsplantor AB. Övriga plantproducenter placerades i gruppen mindre 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 på basis av resultat från unga försök verifierade med data från äldre parcellförsök (se Rosvall m.fl., 2001; Jansson 2007; Jansson et al., 1998; Westin & Sonesson, 2005).

Fröplantagevinster

Förädlingsvinsten utgår från dem 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 (och inte ränta på ränta) beaktar till viss del 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 lite högre för gran än för tall, men i ett längre perspektiv strävar tallförädlarna 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 obeaktade faktorer som kan tänkas reducera vinsten, t.ex. urval för fler egenskaper än tillväxt och osäkerhet om den s.k. fröplantageeffekten.

Andersson m.fl. (2007) skattar den långsiktiga produktionsvinsten för det ursprungliga visuella fenotypurvalet av plusträd i skogen till ca 10 % på basis av kontrollerade korsningar (ingen bakgrundspollinering). Hela den effekten anses 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” (6 % vid visuellt plusträdsurval i skogen alternativt den vinst som uppkommer vid urval med ledning av avkommeprövning).
- En ”utkorsningseffekt” som är 2 % och uppkommer genom att plusträden i en fröplantage är obesläktade i jämförelse med träden i ett bestånd.
- En ”fröeffekt” som är 2 % och uppmätts som en empirisk restpost och som sannolikt beror på större vitalitet i de större fröerna (eller i själva verket kanske en större urvalseffekt än de 6 % som beräknats teoretiskt).
- En negativ inkorsningseffekt som varierar till följd av olika grad av bakgrundspollinering med oförädlad pollen.

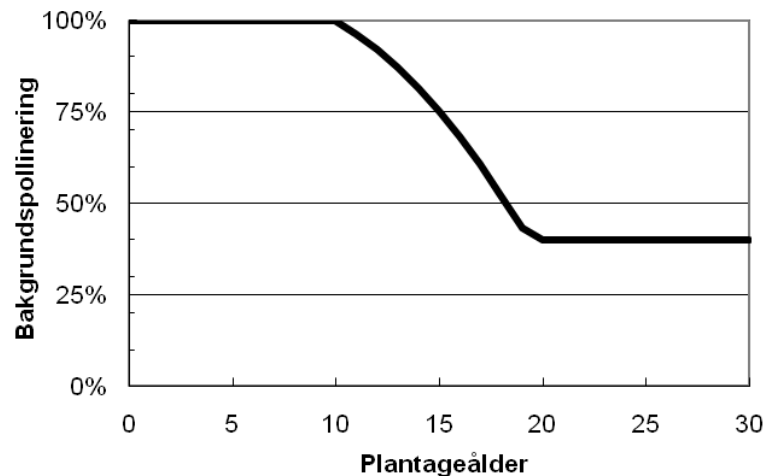
Den genetiska potentialen hos träden i de äldsta fröplantagerna är därmed $6 + 2 + 2 = 10$ % och i yngre plantager kan den t.ex. vara $16 + 2 + 2 = 20$ %. Bakgrundspollineringen minskar i betydelse med tiden när plantagens egen pollenproduktion ökar i mängd. Den uppskattas i en fullt producerande plantage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

fröeffekten 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 har skattats med funktionen.

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

där p är plantagens ålder.



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

Uppskattning av fröbehov per plantagezon

Behovet har uppskattades med ledning av Rosvall (2003). Där prognostiserades det framtida plantbehovet inklusive hjälpplantering till 196 milj. tallplantor och 217 milj. granplantor eller totalt 413 milj. plantor. Traditionellt skogsbruk beräknades bli tillämpat på 20,4 milj. ha med 19 % självföryngring och med 108 års omloppstid. Det gav en årsyta för plantering om 154 000 ha. Arealfördelningen 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.

Omräkning av fröproduktion till plantproduktion

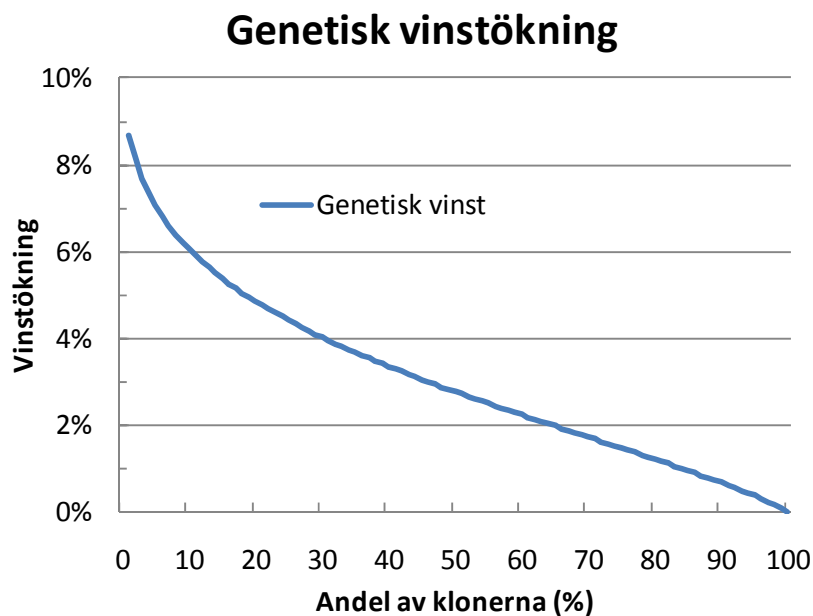
Diagrammen i resultatdelen har försetts med dubbla y-axlar, en med enheten kg frö per år och en med enheten miljoner plantor per år. För omräkning från kilogram frö till plantantal har de omräkningstal som angavs i Rosvall (2003) använts. För gran innebär det 115 000 plantor per kg frö och för tall i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

och T20 130 000 plantor per kg frö. För övriga tallzoner beräknas ett kg frö ge 130 000 plantor.

Beräkning av genetisk vinst i plantagematerialen över tiden per fröplantagezon

Genetisk vinst per zon är vägd mot kg skördat frö från resp. plantage som ingår i zonen. Vid beräkningen av genetisk vinst har variationen av bakgrundspollinering i tiden beaktats, se 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.
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 dels med hjälp av tillgänglig skördestatistik, intervjuer med plantageansvariga och besök i plantagerna.

En prognos för förväntad skörd i en normalplantage och hur den förändras i 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 där om. 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 resp. södra Sverige och 5,6 och 6,7 kg/ha år för granplantager i norra resp. södra Sverige.

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
41–50	4,0	4,0	4,0	4,0
Totalt åren 0–40	189	220	112	133
Medel åren 0–40	4,7	5,5	2,8	3,3
Totalt 0–40/20 år	9,5	11,0	5,6	6,7

Plantagers livslängd är satt 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 även snabbare och dessutom är de senare anlagda plantagerna planterade med ett tätare förband, vilket ger högre arealproduktion men kortare livslängd. Undantagen i beräknad livslängd har gjorts för helt eller delvis 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 plantager 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 t.ex., gavs 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. Exempelvis, om vi med en skötselåtgärd dubblar kottskörden i en granplantage ger en insektsbekämpning lika stor procentuell effekt som om skörden var liten.

Tabell 2.

Översikt av tallplantager med rikslängdsnummer (RL-nr), plantagenamn (Namn), plantageomgång, genetisk vinst vid 100 % intern pollinering (Vinst), produktiv areal (Areal), anläggnings- (Anl.År) och avvecklings år (Avv. År), korregerings faktor för anläggningsår (ÅlderF), fröproduktion (ProdF), skötselåtgärder (Skötsel vinst) och blomningsstimulering (Blom.- stim.) samt fördelning av skörd på olika tallzoner (T1...T20).

RL-Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst	Areal	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProdF	Skötsel vinst	Blom. stim.	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	1,00	1,00			25%	75%									
4	4 Skatan	EttO	10%	10,0	1958	2012	0	0,85	1,00	1,00				100%									
10	10 Östteg	EttO	10%	6,8	1960	2020	0	0,85	1,00	1,00				75%			25%						
18	18 Brån	EttO	10%	3,8	1961	2021	0	0,60	1,00	1,00						50%		50%					
22	22 Åsäng	EttO	10%	7,0	1958	2018	0	1,00	1,00	1,00								100%					
24	24 Long	EttO	10%	10,0	1970	2030	0	0,25	1,00	1,00										100%			
28	28 Solvarbo	EttO	10%	9,0	1960	2020	0	0,70	1,00	1,00									100%				
29	29 Grånäs	EttO	10%	14,0	1960	2012	0	0,75	1,00	1,00									50%		50%		
36	36 Yttermyra	EttO	10%	10,0	1963	2023	0	1,00	1,00	1,00										100%			
40	40 Dömle	EttO	10%	10,0	1965	2025	0	1,00	1,00	1,00										50%	50%		
42	42 Påarp	EttO	10%	20,0	1963	2023	0	1,00	1,00	1,00										25%	75%		
45	45 Saleby	EttO	10%	10,0	1963	2023	0	1,00	1,00	1,00											50%	50%	
59	59 Albjershus	EttO	10%	8,0	1963	2023	0	1,00	1,00	1,00													100%
98	98 Skogsgård	EttO	10%	5,0	1964	2024	0	0	1,00	1,00													100%
123	123 Klocke	EttO	10%	16,0	1970	2030	0	0,75	1,00	1,00			100%										
125	125 Våge, sär. A	EttO	14,9%	13,0	1969	2029	0	1,10	1,00	1,00				100%									
125	125 Våge, sär. B	EttO	8,8%	13,0	1969	2029	0	1,10	1,00	1,00				100%									
129	129 Pattorp	EttO	10%	14,2	1970	2030	0	0,25	1,00	1,00							100%						
401	401 Hortlax	EttO	10%	4,0	1965	2025	0	1,00	1,00	1,00				100%									
401	401 Hortlax	TvåO	25%	1,0	1991	2041	0	1,00	1,00	1,00				100%									
401	401 Hortlax	TreO	25%	5,0	2004	2044	0	1,00	1,00	1,00				100%									
402	402 Alnön	EttO	10%	10,0	1961	2021	0	0,70	1,00	1,00							100%						
402	402 Alnön	TvåO	22%	2,5	1989	2039	0	1,00	1,00	1,00							100%						
403	403 Nedansjö	EttO	10%	11,0	1956	2016	0	0,70	1,00	1,00							50%		50%				
403	T11 Nya Nedansjö	TvåO	22%	7,0	1998	2048	0	1,00	1,00	1,00							50%		50%				
405	405 Sör-Nedansjö	EttO	10%	5,0	1969	2029	0	1,00	1,00	1,00							100%						
406	406 Bogrundet	EttO	10%	8,0	1970	2030	0	1,00	1,00	1,00				60%			40%						

Fortsättning på nästa sida.

Tabell 2, fortsättning från föregående sida.

RL-Nr	Namn		Plantage- omgång	Vinst	Area	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProdF	Skötsel vinst	Blom. stim	T1	T2	T3	T6	T7	T10	T12	T13	T15	T16	T18	T19	T20
411	411	Domsjöänget, sär. A	EttO	15,0%	11,0	1957	2017	0	0,80	1,00	1,00								100%					
411	411	Domsjöänget, sär. B	EttO	8,9%	11,0	1957	2017	0	0,80	1,00	1,00								100%					
412	412	Domsjöänget, sär. A	EttO	14,6%	6,0	1955	2015	0	0,80	1,00	1,00							100%						
412	412	Domsjöänget, sär. B	EttO	8,7%	6,0	1955	2015	0	0,80	1,00	1,00							100%						
433	433	Tällby, sär. A	EttO	14,0%	7,0	1961	2021	0	1,40	1,00	1,00							33%	33%	33%				
433	433	Tällby, sär. B	EttO	8,3%	7,0	1961	2021	0	1,40	1,00	1,00							33%	33%	33%				
441	441	Nervsön	EttO	10%	5,0	1958	2018	0	1,00	1,00	1,00										75%	25%		
451	451	Sör Amsberg	EttO	10%	10,0	1962	2022	0	1,00	1,00	1,00								100%					
493	493	Askerud	EttO	10%	14,0	1968	2012	0	0	1,00	1,00								100%					
494	494	Borgvik	EttO	10%	10,0	1972	2032	0	0,75	1,00	1,00								100%					
601	T18:2	Almnäs	TvåO	13%	19,2	1984	2034	0	0,80	1,00	1,00											100%		
602	T18:1	Moås	TvåO	11%	13,0	1981	2031	0	0,70	1,00	1,00											100%		
603	T17:2	Lycksta	TvåO	12%	17,9	1983	2033	0	0,80	1,00	1,00								75%	25%				
604	T19:1	Lilla Istad	TvåO	10%	21,0	1982	2032	0	0,80	1,00	1,00												100%	
605	605	Sävar Modellpl.	EttO	10%	4,0	1970	2030	0	0	1,00	1,00				100%									
606	T19:2	Gotthardsberg, sär. A	TvåO	19,5%	10,0	1989	2039	0	1,00	1,00	1,00												80%	20%
606	T19:2	Gotthardsberg, sär. A	TvåO	19,5%	5,0	1989	2012	0	1,00	1,00	1,00												80%	20%
606	T19:2	Gotthardsberg, sär. B	TvåO	13,1%	10,0	1989	2039	0	1,00	1,00	1,00												80%	20%
606	T19:2	Gotthardsberg, sär. B	TvåO	13,1%	5,0	1989	2012	0	1,00	1,00	1,00												80%	20%
606	T19:2	Gotthardsberg	TreO	25%	8,0	2013	2053	0	1,00	1,00	1,00												80%	20%
609	T4	Moliden	TvåO	10%	12,8	1984	2034	0	1,20	1,00	1,00					100%								
610	T16:2	Hade, sär. A	TvåO	19,3%	13,0	1987	2037	0	1,00	1,00	1,00										100%			
610	T16:2	Hade, sär. B	TvåO	12,8%	13,0	1987	2037	0	1,00	1,00	1,00										100%			
611	T20:1	Asarum	TvåO	14%	12,0	1988	2038	0	0,80	1,00	1,00													100%
612	T16:1	Örberga	TvåO	12%	7,1	1984	2034	0	0,80	1,00	1,00										100%			
616	T14:1,2	Sollerön	TvåO	10%	16,0	1986	2036	0	1,00	1,00	1,00								20%	60%	20%			
617	T17:1	Äxuln	TvåO	12%	15,0	1984	2034	0	0,80	1,00	1,00									75%	25%			
619	T7	Slåttholmen	TvåO	10%	14,7	1985	2035	0	1,00	1,00	1,00						100%							
620	T12	Gnarp, sär. A	TvåO	14,8%	3,6	1988	2038	0	1,00	1,00	1,00							80%		20%				
620	T12	Gnarp, sär. B	TvåO	9,1%	3,6	1988	2038	0	1,00	1,00	1,00							80%		20%				
620	T12	Gnarp, sär. A	TvåO	14,8%	13,8	1994	2044	0	1,00	1,00	1,00							80%		20%				
620	T12	Gnarp, sär. B	TvåO	9,1%	13,8	1994	2044	0	1,00	1,00	1,00							80%		20%				

Fortsättning på nästa sida.

Tabell 2, fortsättning från föregående sida.

RL-Nr	Namn	Plantage- omgång	Vinst	Area	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProdF	Skötsel vinst	Blom. stim	T1	T2	T3	T6	T7	T10	T12	T13	T15	T16	T18	T19	T20
621	T10 Västerhus	TvåO	22%	13,7	1991	2041	-3	1,20	1,00	1,00							100%						
622	T5 Pålberget	TvåO	15%	15,0	1992	2042	-1	1,10	1,00	1,00			50%		50%								
623	T6 Pålberget	TvåO	10%	11,1	1993	2043	0	1,10	1,00	1,00			50%	50%									
624	T11 Köpmanholmen	TvåO	19%	15,0	1990	2040	0	0,50	1,00	1,00							100%						
625	T8 Dal (625)	TvåO	24%	15,2	1992	2042	1	1,00	1,00	1,00						25%	75%						
626	T1:2 Alvik	TvåO	14%	39,0	1990	2040	4	1,00	1,00	1,00	50%		50%										
627	T2 Alvik	TvåO	10%	23,0	1989	2039	2	1,00	1,00	1,00		50%			50%								
628	628 Drögsnäs	TvåO	20%	4,0	1990	2040	0	1,00	1,00	1,00										50%	50%		
886	410 Robertsfors	EttO	10%	6,0	1962	2012	0	1,00	1,00	1,00						100%							
	T19:3 Albjershus	TvåO	13%	7,4	1997	2047	0	0	1,00	1,00												100%	
	T11 Sönnnersta	TreO	25%	14,0	2004	2044	0	1,00	1,00	1,00								100%					
	Skeppsholmen	TreO	25%	8,9	2005	2045	0	1,00	1,00	1,00				80%		20%							
	T2 Långnäs	TreO	25%	8,2	2007	2047	0	1,00	1,00	1,00		100%											
	T13 Njuparna	TreO	25%	14,0	2008	2048	0	1,00	1,00	1,00								100%					
	T10 Dag Lindgren	TreO	25%	5,0	2012	2052	0	1,00	1,00	1,00						100%							
	T7 Ny TreO	TreO	25%	21,0	2009	2049	0	1,00	1,00	1,00					100%								
	T12 Skatholma	TreO	25%	17,2	2010	2050	0	1,00	1,00	1,00							100%						
	T19 Albjershus	TreO	25%	5,0	2010	2050	0	1,00	1,00	1,00												100%	
	T20 Albjershus	TreO	25%	5,0	2010	2050	0	1,00	1,00	1,00													100%
	T18 Långtora (TreO)	TreO	25%	11,7	2011	2051	0	1,00	1,00	1,00											100%		
	T16 Askerud (TreO)	TreO	25%	9,0	2012	2052	0	1,00	1,00	1,00										100%			
	T10 Ny TreO	TreO	25%	18,3	2011	2051	0	1,00	1,00	1,00						100%							
	T15 Ny TreO	TreO	25%	16,4	2012	2052	0	1,00	1,00	1,00									100%				
	T16 Grånäs (TreO)	TreO	25%	9,3	2013	2053	0	1,00	1,00	1,00										100%			
	T6 Ny TreO	TreO	25%	14,6	2013	2053	0	1,00	1,00	1,00				100%									
	T1 Ny TreO	TreO	25%	16,5	2014	2054	0	1,00	1,00	1,00	100%												
	T3 Ny TreO	TreO	25%	11,9	2014	2054	0	1,00	1,00	1,00			100%										

Tabell 3.

Översikt av granplantager med rikslängdsnummer (RL-nr), plantagenamn (Namn), plantageomgång, genetisk vinst vid 100 % intern pollinering (Vinst), produktiv areal (Areal), anläggnings- (Anl. År) och avvecklings år (Avv. År), korrigerings faktor för anläggningsår (ÅlderF), fröproduktion (ProdF), skötselåtgärder (Skötselvinst) och blomningsstimulering (Blom.-stim.), insektbekämpning (Insekt bek.) samt fördelning av skörd på olika granzoner (G1...G8-9S).

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

Fortsättning på nästa sida.

Tabell 3, fortsättning från föregående sida.

RL-Nr	Namn		Plantage- omgång	Vinst	Area	Anl. År	Avv. År	ÅlderF	ProdF	Skötse I vinst	Blom. stim	Insek t bek.	G1N	G1S	G2	G3H	G3L	G4	G5	G6	G8-9M	G7	G8-9S
502	G7:5 Lilla lstad 1	TvåO	15%	23,3	1986	2036	0	0,50	1,0	1,0	1,0											100%	
516	G7:8 Hjorten	TvåO	20%	20	1994	2044	0	0,75	1,0	1,0	1,0											100%	
514	G7:10 Åby	TvåO	11%	7	1993	2043	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
513	G7:11 Prästtorp	TvåO	15%	5	1994	2044	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
515	G7:12 Skallmeja	TvåO	21%	9	1995	2045	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
509	G8:1 Hosaby	TvåO	12%	13,2	1985	2035	0	0,50	1,0	1,0	1,0												100%
503	G9:7 Gälltofta-2	TvåO	15%	7	1983	2033	0	1,0	1,0	1,0	1,0												100%
	G1 Mårtensboda	TreO	25%	10	2009	2049	0	1,0	1,0	1,0	1,0	50%	50%										
	G2 Östteg	TreO	25%	20,2	2006	2046	2	1,0	1,0	1,0	1,0			100%									
	G3H Vojen	TreO	25%	16,5	2008	2048	0	1,0	1,0	1,0	1,0				100%								
	G3L Örbäck	TreO	25%	19	2008	2048	-2	1,0	1,0	1,0	1,0					100%							
	G4 Sollerön	TreO	25%	19	2004	2044	0	1,0	1,0	1,0	1,0						100%						
	G4 Ed	TreO	25%	13	2004	2044	0	1,0	1,0	1,0	1,0						100%						
510	510 Nässja	TreO	25%	1	2005	2045	-5	1,0	1,0	1,0	1,0							100%					
	G5 Ön 2	TreO	25%	5	2007	2047	1	1,0	1,0	1,0	1,0							100%					
	G5 Ön 3	TreO	25%	10	2012	2052	0	1,0	1,0	1,0	1,0							100%					
	G5 Sjögränd	TreO	25%	8	2008	2048	0	1,0	1,0	1,0	1,0							100%					
	G5 Bäckängen	TreO	25%	19	2012	2052	0	1,0	1,0	1,0	1,0							100%					
	G6 Adolfsdal, Harg	TreO	25%	18	2012	2052	0	1,0	1,0	1,0	1,0								100%				
	G6 Saleby 2	TreO	25%	10	2010	2050	0	1,0	1,0	1,0	1,0								100%				
	G8-9M Sya	TreO	25%	6	2013	2053	0	1,0	1,0	1,0	1,0										100%		
	G8-9M Olofs	TreO	25%	6	2012	2052	0	1,0	1,0	1,0	1,0										100%		
	G8-9M TreO	TreO	25%	10,6	2013	2053	0	1,0	1,0	1,0	1,0										100%		
	3O-G7:1 Lilla lstad 2	TreO	25%	14	2010	2050	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
	3O-G7:2 Lilla lstad 3	TreO	25%	15	2010	2050	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
	3O-G7:1 Larslund 1	TreO	25%	30	2010	2050	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
	3O-G7:2 Larslund 2	TreO	25%	40	2012	2052	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
	3O-G7:1 Söregärde 1	TreO	25%	10	2005	2045	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
	3O-G7:2 Söregärde 2	TreO	25%	14	2009	2049	0	1,0	1,0	1,0	1,0											100%	
	3O-G8-9S Runesten	TreO	25%	10	2010	2050	0	1,0	1,0	1,0	1,0												100%
	3O-G8-9S Gälltofta	TreO	25%	13	2012	2052	0	1,0	1,0	1,0	1,0												100%
	3O-G8-9S Gåtebo	TreO	25%	30	2011	2051	0	1,0	1,0	1,0	1,0												100%

Beräkning av underskott av plantagefrö

Har använts vid beskrivningen av den sammanfattande översikten för tillgången på plantagefrö för hela Sverige. Råder det överskott på plantagefrö för en zon kan det överskottet 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 använts vid beräkning av ev. underskott.

Tabell 4.

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

Gran		Tall	
Frö frön plantagezon	Kan användas i plantagezon	Frö frön 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

I de zonvisa beräkningarna för tillgången på plantagefrö i förhållande till behovet och redovisningen av vad som kan åstadkommas med intensivare management av denna zons fröplantager har varje zon behandlats separat.

ÅTGÄRDER FÖR ATT HÖJA PRODUKTIONEN I FRÖPLANTAGER

Intensivare skötsel

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 åtgärder för att motverka detta sätts in. Gödsling ger en ökad tillväxt på plantageträden. En högre intensitet i skötseln under etableringsfasen än den normalnivå som nu gäller skulle förkorta tiden till plantageträden har vuxit sig tillräckligt stora för att börja blomma och producera kottar och frön. Etableringsfasen som vid normal intensitet på skötsel är satt till 20 år i beräkningarna. Vår bedömning är att det är realistiskt 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, så 3 års förkortning av etableringsfasen har använts för plantager som just nu anläggs eller ännu inte startats.

Skötsel under produktionsfasen syftar till att hålla plantageträden i en god vitalitet och 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 trädskronor och begränsa höjdtillväxten, gallra om plantagen börja bli för tät, etc. Vår bedömning är att det är realistiskt att med en ökad intensitet i skötseln under produktionsfasen öka fröproduktionen med 15–20 % i en enskild plantage. Realistiskt är att omkring hälften av denna potential kan utnyttjas, 10 % årlig produktionsökning under produktionsfasen har använts i beräkningarna. Denna produktionsökning har åsatts TvåO- och TreO-plantager. EttO-plantagerna är nu i slutfasen av sin produktionstid och har lägst genetisk nivå, varför de inte bedöms möjliga att höja skötselintensiteten i. Eftersom intensitetsökningen ger högst båtad i plantager med hög genetisk nivå ska insatserna i första hand sättas in i dessa plantager. Även i zoner med betryggande totalförsörjning kan det vara lönsamt att öka i de bästa plantagerna och fasa ut de gamla med låg vinst.

Blomningsstimulering

Den dominerande metoden är att behandla plantageträden med hormonet gibberellin. Det är ett av trädens naturliga blomningshormon och det tillförs genom ett borrhål i stammen. 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 av en gibberellinbehandling kan hos gran förstärkas med rotbeskärning, strangulering, partiell ringbarkning och gödning med höga kvävegivor. Rotbeskärning är en enkel metod med god effekt och minimala biverkningar. Ett 20–30 cm djupt ”spår” skärs upp längs trädtraden. Syftet är att minska plantageträdens 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. Generellt kan man säga att effekten av en behandling är säkrare på tall än på gran. När en behandling av gran ger effekt så är dock oftast responsen betydligt kraftigare än hos tall. Erfarenheterna från Skogforsks försök med blomningsstimulering i granplantager är att man vid en lyckad behandling av en granplantage kan få en produktionsökning på 70 % eller mer. Det lyckas dock inte varje år. Vår bedömning är att man kan lyckas vid ungefär vartannat försök. För att försöka bör de vädermässiga förutsättningarna vara gynnsamma, vilket gör att en ytterligare reduktion är nödvändig. I beräkningarna har 20 % ökning av den årliga fröproduktionen använts för gran.

Ekonomiska beräkningar baserade på försök i praktisk skala visar att det för plantageägaren är mycket god ekonomi 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 % vid en lyckad behandling. I beräkningarna har 20 % ökning av den årliga fröproduktionen använts 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.

Insektsbehandling

Insektskontroll är aktuellt endast för granfröplantager då tall normalt inte har problem med kott- och fröförstörande insekter. I genomsnitt förstörs cirka 40 % av granfröproduktionen i en plantage av insekter (Rosenberg et al. 2009). Granens kottar och frö kan angripas av ett flertal arter, 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. *aiizawai* × *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.

Erfarenheter från Skogforsks försök med Btk är att behandlingen kan minska insektskadorna 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 skadeangrepp 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 god ekonomi i insektsbehandling i granfröplantager (Almqvist et al., 2008).

Kombination av produktionshöjande åtgärder för realistisk maximal produktion

I syfte att beräkna den realistiska maximala produktionen av plantagefrö för var zon skapades ett alternativ där de ovan beskrivna åtgärderna kombinerades i plantagerna enligt för var åtgärd beskrivna intensitetsnivåer. För gran kombinerades de tre åtgärderna intensivare skötsel, blomningsstimulering och insektsbekämpning. För tall kombinerades åtgärderna intensivare skötsel 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 kan beskrivas som ett sätt att duplicera ett fröparti. I stället för att från varje frö få en fröplanta för utplantering i skogen, så får man många sticklingar för utplantering.

Med sticklingsteknik kan man göra många ”plantor” från varje frö och därmed 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 en plantcontainer och odlas under betingelser som gynnar rotbildningen.

Från varje moderplanta kan man klippa ris upp till ett par hundra sticklingplantor, sedan blir moderplantan för gammal och då sjunker risets rotningsförmåga. Moderplantan kasseras då och ersätts med en ny. 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 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 et al. 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 producerar 20 % mer än en alternativ fröplanta tål sticklingen en merkostnad på mellan 3–6 kr på beroende på planteringslokalens bördighet (Almqvist et al. 2008).

MAXIMAL GENETISK VINST SOM KAN UPPNÅS I RESPEKTIVE ZON OLIKA TIDSPERIODER

I en situation där det råder överskott av plantagefrö för en zon och detta inte behövs för att täcka ett underskott i en närliggande zon där det kan utnyttjas enligt förflyttningsmallen i tabell 4, kan den genetiska nivån i det producerade materialet höjas genom att man endast skördar de bästa plantagerna för plantproduktion. Resterande fröproduktion kan i de fall skogssådd förekommer inom zonen skördas för att använda för detta.

I syfte att skatta den maximal, realistisk, genetisk nivå i varje zon respektive tidsperiod gjordes beräkningar endast där fröproduktion i de bästa plantagerna utnyttjades upp till full behovstäckning för den egna zonen och zoner där materialet kan utnyttjas enligt tabell 4. Beräkningarna gjordes för det alternativ där tre resp. två produktionshöjande åtgärder satts in i gran- och tallplantager. Som jämförelse används den genetiska nivå som skörd enligt basalternativet ger.

Resultat och diskussion

ANALYS AV FÖRSÖRJNINGSLÄGET, ÅTGÄRDER FÖR ATT HÖJA PRODUKTIONEN OCH FÖR ATT UTNYTTJA BEGRÄNSADE FRÖPARTIER EFFEKTIVARE

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 privata plantskolor producerar plantor för södra Sverige, så 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 frö, för sin produktion av granplantor. Bolagsplantskolorna, som står för omkring 80 % av produktionen av granplantor använder även de cirka en fjärdedel utländskt beståndsmaterial för sin granproduktion. Även här dominerar östeuropeiska frömaterial. Andelen plantagefrö för bolagsplantskolorna ligger på knappt 60 %. 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 förädlad 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 bolag	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.

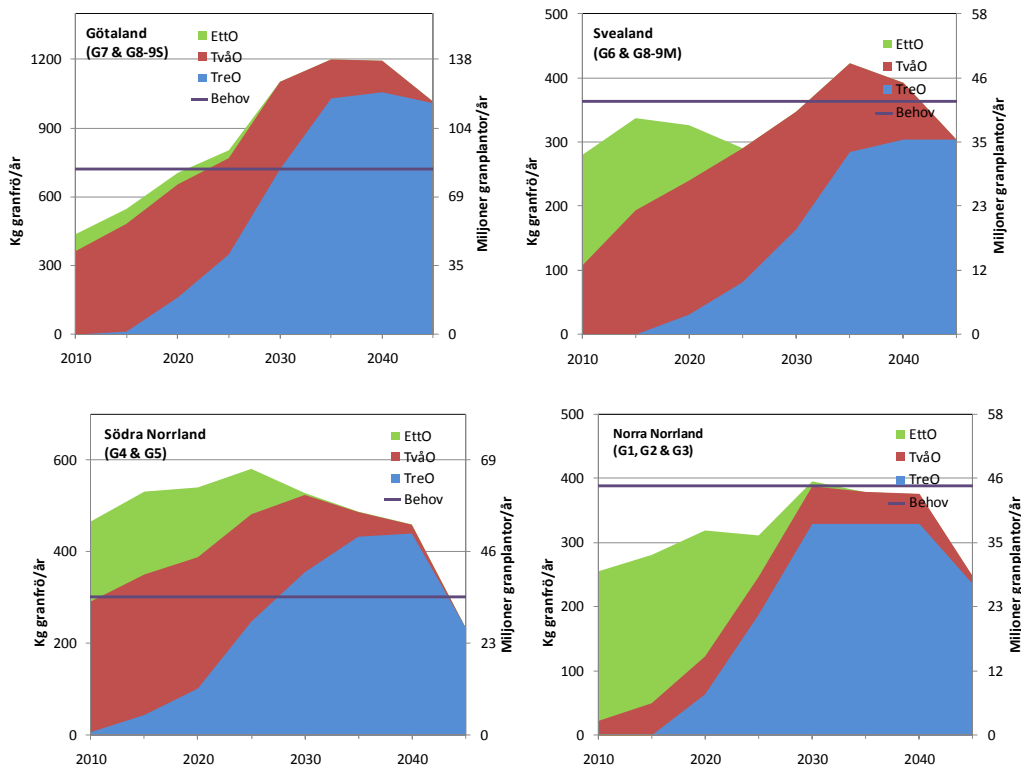
Procentuell användning av tallfrö från olika materialkategorier för två grupper av plantproducenter åren 2005 – 2007.

		Svenskt plantagefrö %	Svenskt beståndsfrö %	Plant- produktion (milj.)
Mindre privata bolag	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 2 zoner i södra norrland (G4 & G5), tabell 7. Den totala bristen är i storleksordningen 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), i södra Svealand (zon G6 och G8–9M) saknas i nuläget 101 kg frö årligen (12 miljoner plantor). I Norrland saknas 147 kg frö årligen (17 miljoner plantor) för de tre nordligaste zonerna (G1–G3), figur 9. Räknat på nationell nivå finns mer än hälften, 54 %, av den nuvarande produktionskapaciteten i EttO-plantager med låg genetisk vinst.



Figur 9

Förväntad produktion i granfröplantagerna för fyra olika grupper av zoner i basalternativet 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 planter 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 10. 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 till att öka ambitionsnivån i utnyttjandet av det förädlade skogsodlingsmaterialet. Den genetiska vinsten hos frö för plantproduktion kan ökas genom utfasning av plantager med lägst genetisk vinst och genom särplockning i plantager. Vid särplockning skördas bara kottar från plantageträd 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.

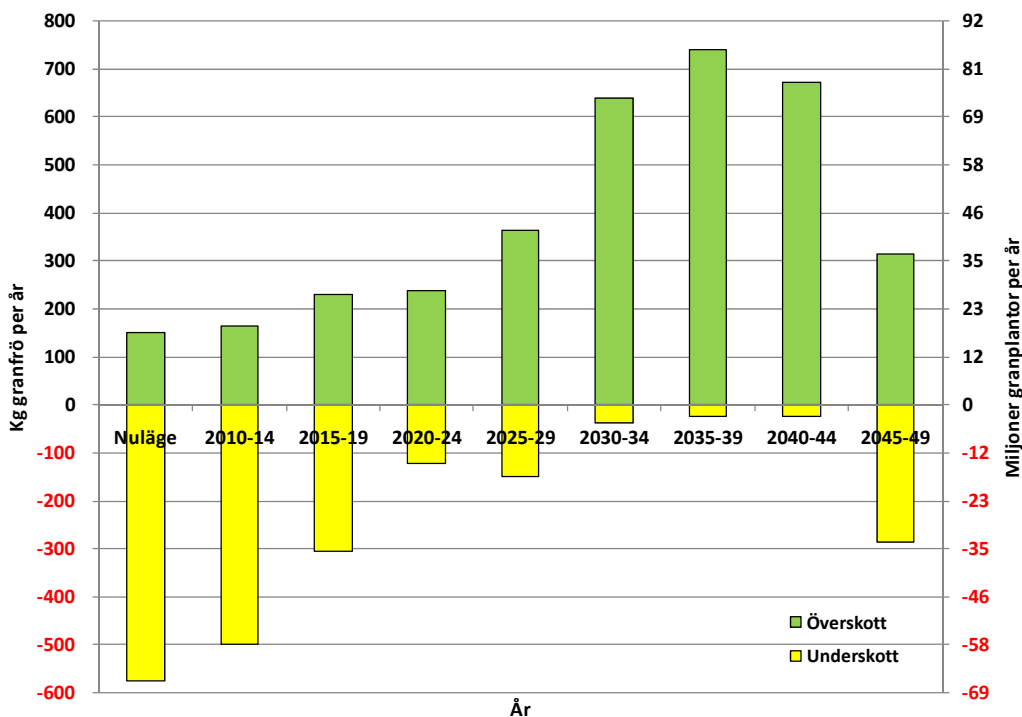
Mot slutet av den studerade perioden börjar det totala underskottet öka kraftigt, samtidigt som överskottet i förekommande fall minskar kraftigt. Detta beror på att de plantager som nu är under anläggning inom TreO-programmet då börjar tas ur

drift av åldersskäl. För att motverka att denna situation uppkommer är det helt nödvändigt att senast under 2020-talet påbörja anläggningen nya plantager som skall 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 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. Enhet är kg 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 10.

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.

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

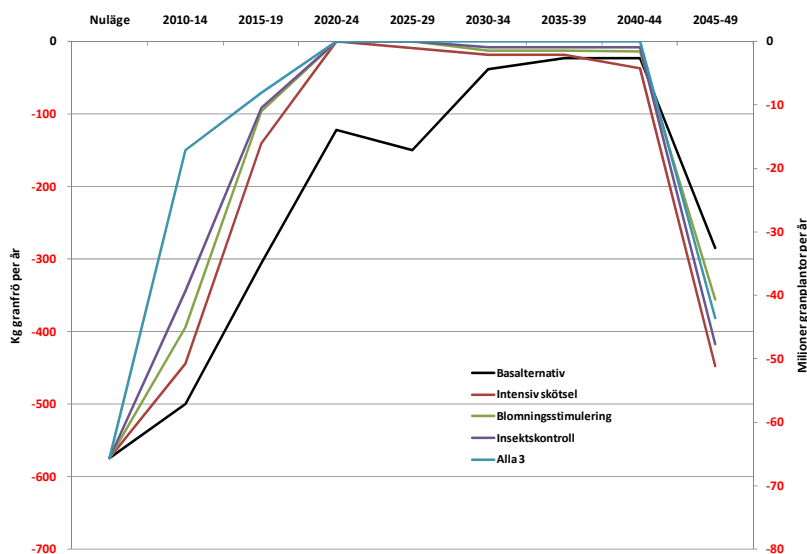
Produktionshöjande åtgärder i fröplantager

Intensivare skötsel, än antaget i basalternativet, 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 är de 156 respektive 214 kg per år. Kombinerar 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 basalternativet uppnås full behovstäckning från 2030, figur 11. Den enskilda åtgärd som ger störst effekt är insektskontroll, varför det är den åtgärd som bör prioriteras om resurserna är begränsade.

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 kg 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



Figur 11.

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 kan utnyttjas i en angränsande zon, tabell 4.

Bulksticklingar av gran

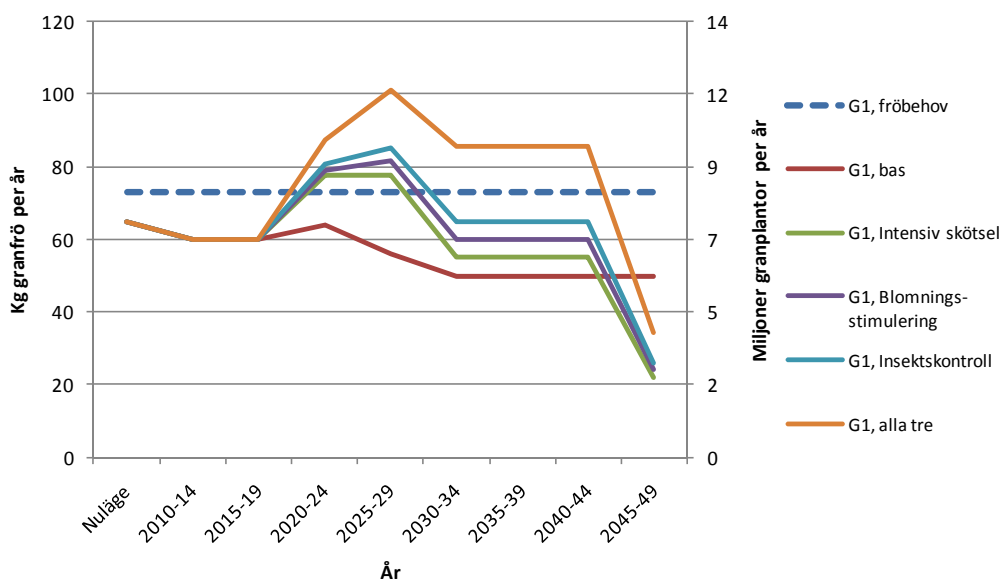
Genom att producera bulksticklingar av bra fröpartier kan antalet i skogen utplanteringsbara plantor per kilo frö ökas med storleksordningen 50–200 gånger och med somatisk embryogenes i det närmaste obegränsat. Sticklingsplantor är dyrare att producera än fröplantor. För att motivera det högre priset 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 plantagera.

I dagsläget produceras endast små mängder bulksticklingar av 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.

Behovstäckning per plantagezon fram till år 2050

Plantagezon G1



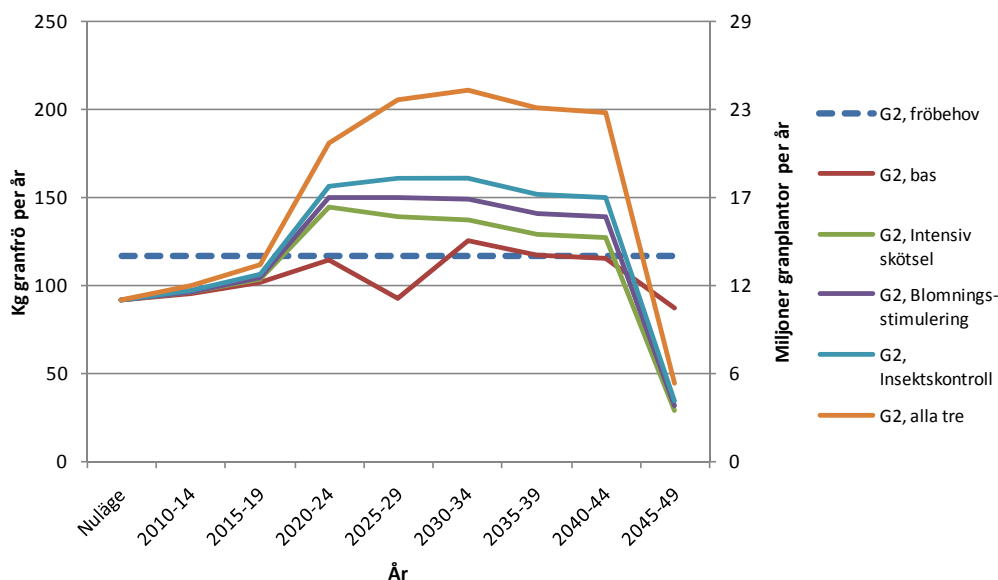
Figur 12.

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

För zon G1 finns i dag en EttO-plantage i drift 19 Björkebo, och den antas vara i produktion fram till mitten 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 men med produktionshöjande åtgärder i TreO-plantagen kan full behovstäckning nås i början av 2020-talet, figur 12. Nya plantager för zonen bör påbörjas i början av 2020-talet.

Plantagezon G2

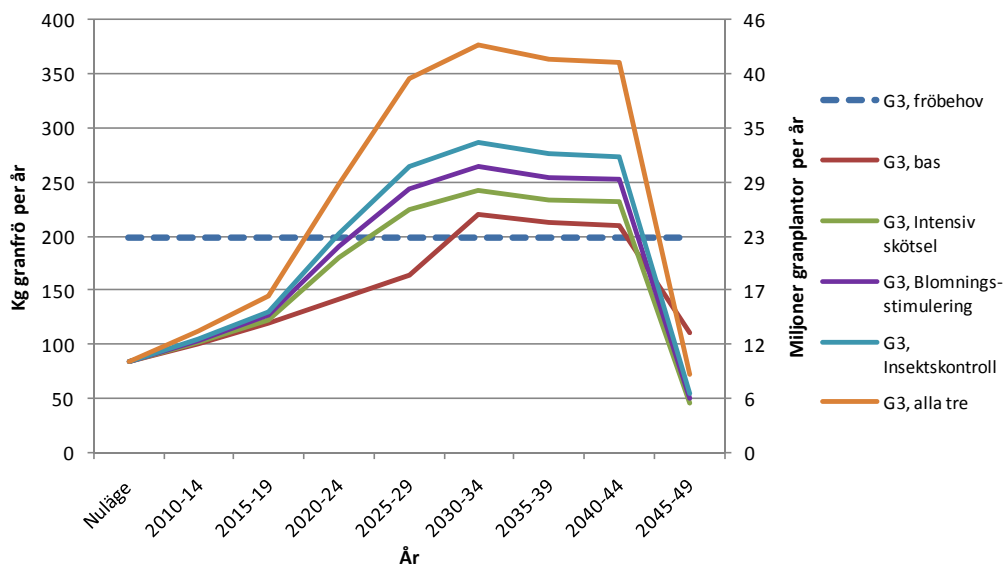


Figur 13.

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.

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 ifrån mitten av 2010-talet, figur 13. Med produktionshöjande insatser 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 sårplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas i mitten av 2020-talet.

Plantagezon G3

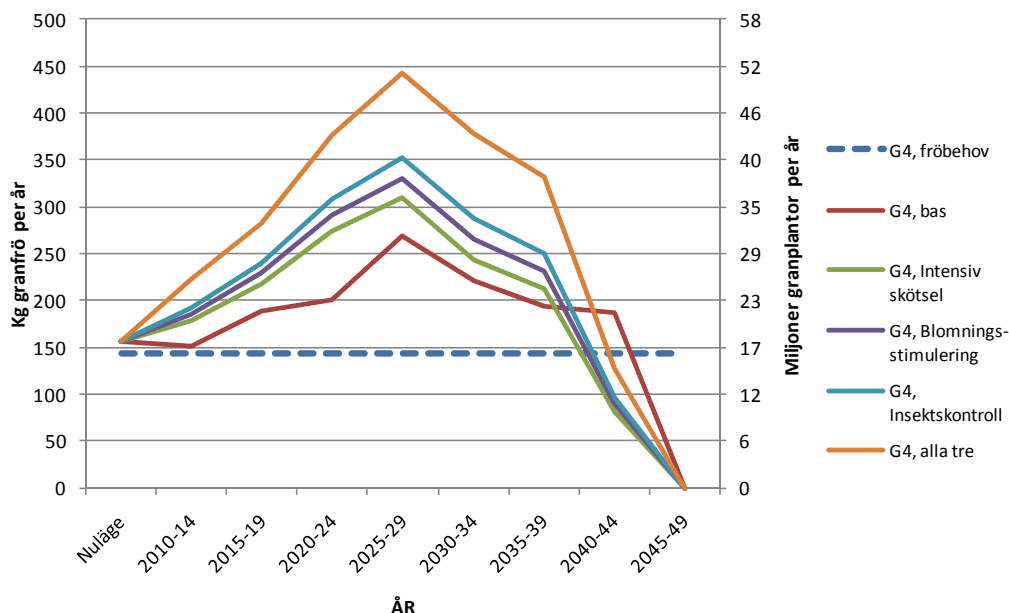


Figur 14.

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.

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 Multrå, är anlagd för zonen 1995 och den väntas komma in i produktion i början av 2010-talet. Två TreO-plantager är anlagd 2008, G3 Vojen och G3 Örbäck, och den 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 ifrån början av 2020-talet, figur 14. 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.

Plantagezon G4

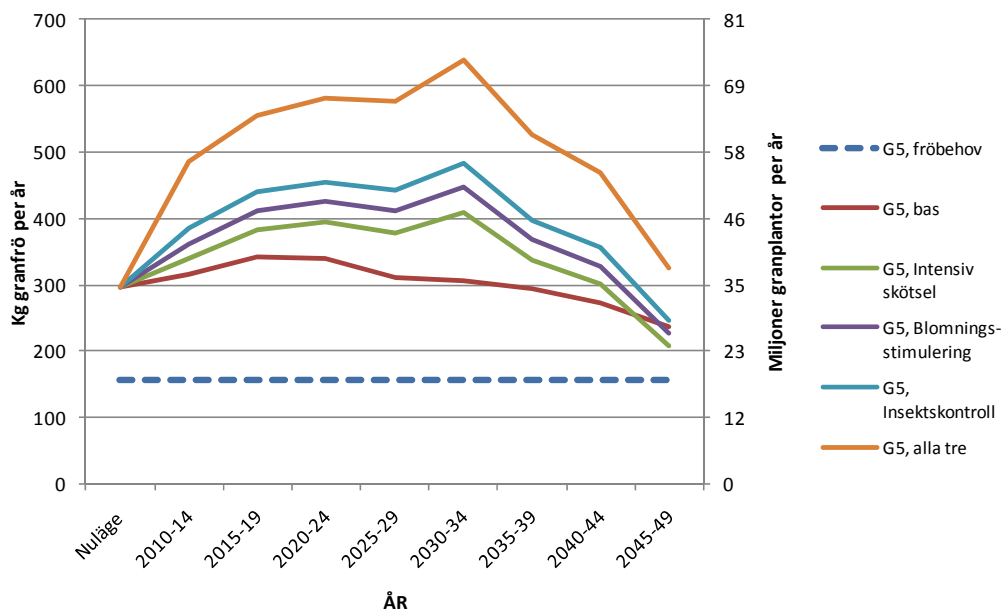


Figur 15.

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.

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 15. 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.

Plantagezon G5



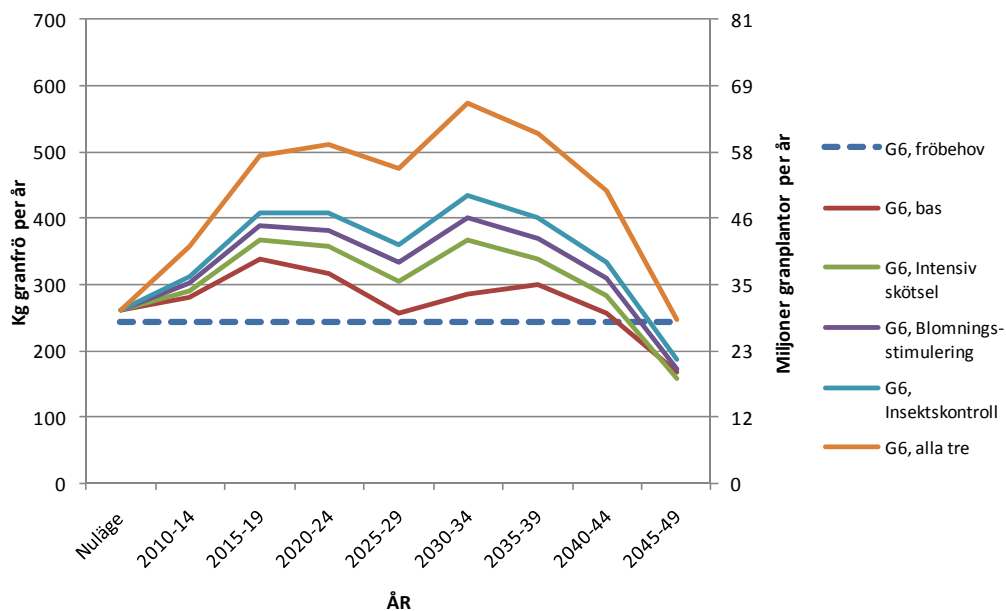
Figur 16.

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

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 början-mitten av 2020-talet. TvåO-plantagerna kommer att vara i produktionsfas till mitten/slutet av 2030-talet.

Två TreO-plantager är anlagd 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 Bäckängen. I dag finns ett frööverskott för zonen, figur 16. En del av detta överskott behövs för att täcka upp fröbristen i området som består av zon G6 och G8-9M. Överskottet i basalalternativet är tillräckligt stor 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 ytterligare ökning av den genetiska vinsten blir möjlig genom att de nyare plantagerna kan särplockas. Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

Plantagezon G6

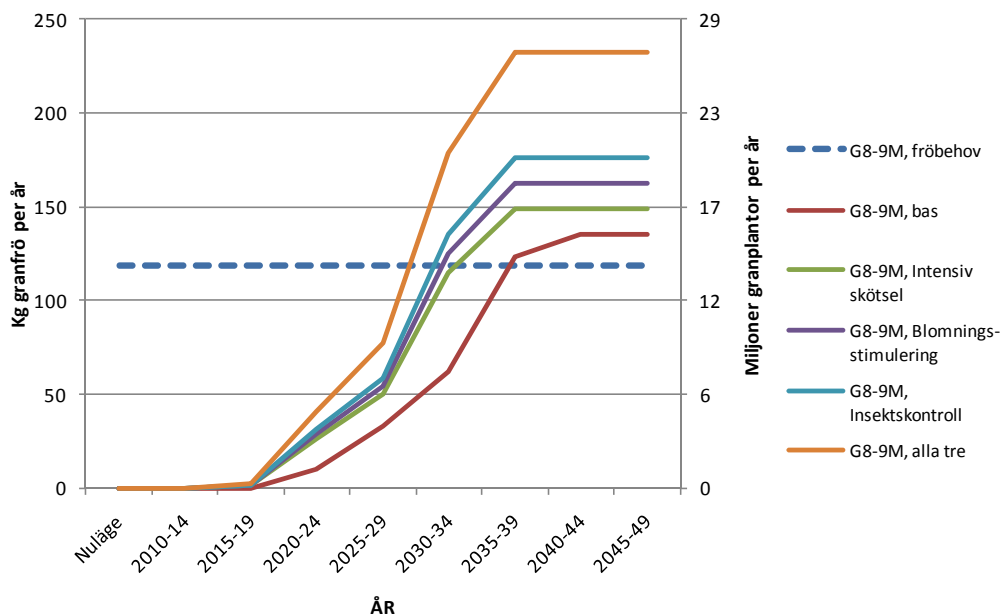


Figur 17.

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.

För zon G6 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 17. Med produktionshöjande insatser skapas en överproduktion som ger möjlighet minska det fröunderskottet i zon G8-9M, samtidigt som den genetiska vinsten kan ökas. Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

Plantagezon G8–9M

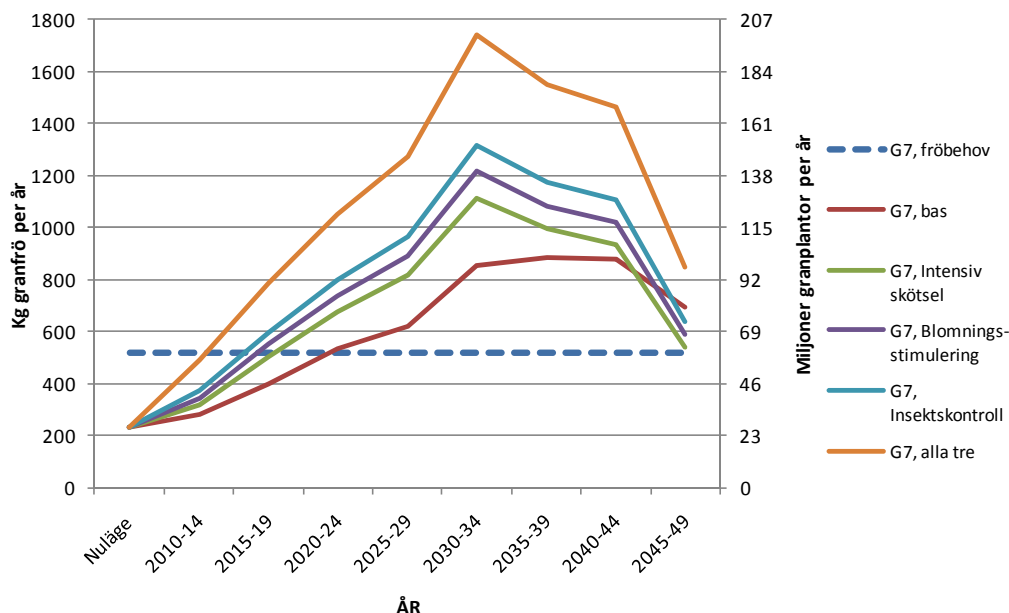


Figur 18.

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.

För zon G8–9M 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 18. Nya plantager för zonen bör påbörjas under 2030-talet.

Plantagezon G7

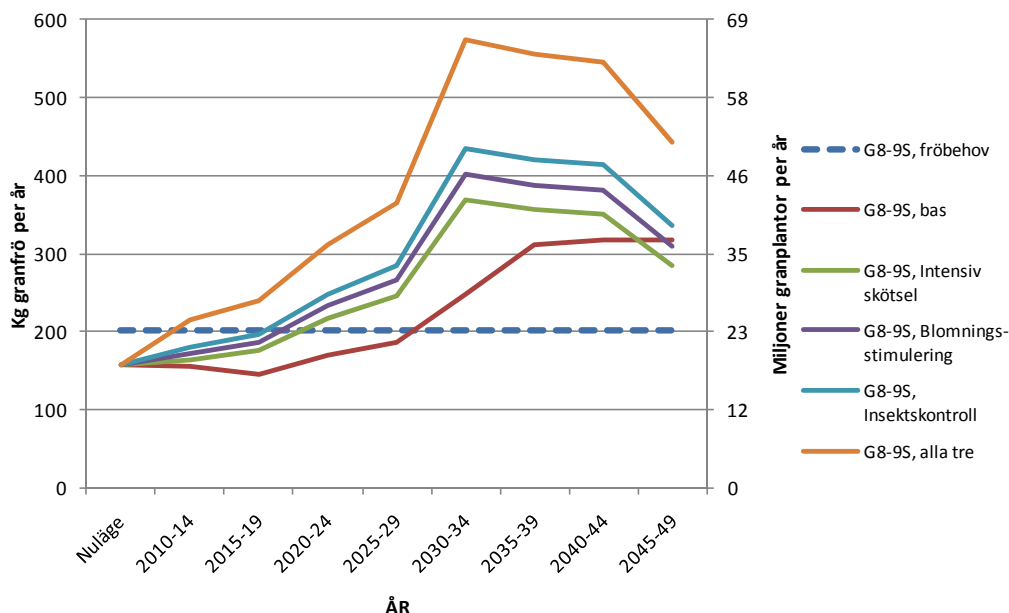


Figur 19.

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.

För zon G7 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, G7 Hjorten, G7 Åby, G7 Prästtorp och G7 Skallmeja, 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 19. Produktionshöjande åtgärder även i TreO-plantagerna ger en överproduktion som ger möjlighet till ytterligare ökning av den genetiska vinsten genom att de snabbare fasa ut eller särplocka de äldsta TvåO-plantagerna och eventuellt särplocka TreO-plantagerna. Nya plantager för zonen bör påbörjas slutet av 2020-talet.

Plantagezon G8–9S



Figur 20.

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.

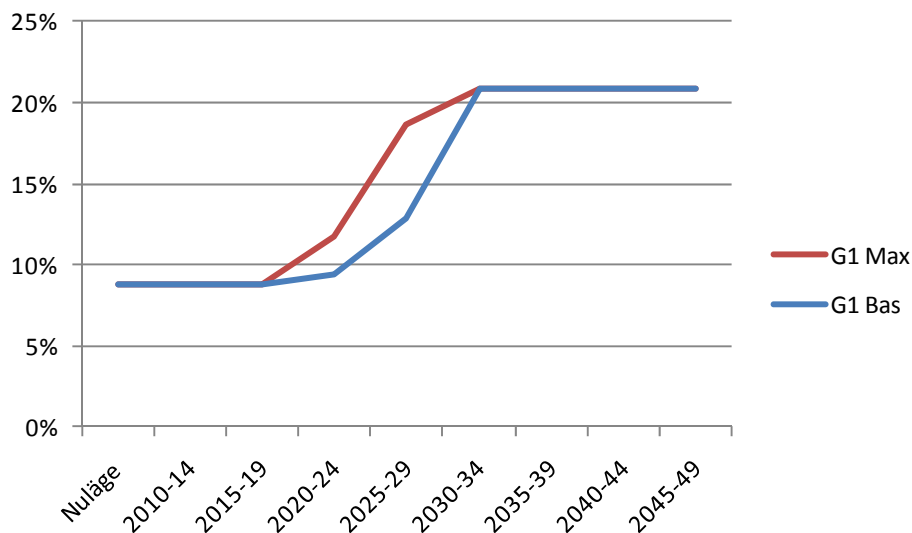
För zon G8–9S finns i dag fyra EttO-plantager, 52 Maglehem, 68 Slogstorp, 96 Skogsgård och 196 Torarp, och två TvåO-plantager, 503 Gälltofta och 509 Hosaby, som är i produktionsfas. EttO-plantagerna antas vara i produktion fram till början-mitten av 2020-talet och TvåO-plantagen till slutet av 2030-talet. De täcker i dag fröbehovet till 79 %, figur 20. 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, men med produktionshöjande åtgärder i TvåO- och TreO-plantagerna kan en överproduktion skapas 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 under 2030-talet

Möjlighet till ökad genetisk vinst i respektive plantagezon för gran

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 redovisade genetiska nivåer har produktionen i de plantager med lägst genetisk vinst successivt reducerats så att balans mellan fröbehov och produktion erhållits. 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 av dessa plantager 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 i många fall ännu inte anlagda plantagernas status vid denna tid, så har inte särplockning i dessa plantager tagits med i analysen. Här presenterad ökning 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 basalternativet redovisats.

Plantagezon G1

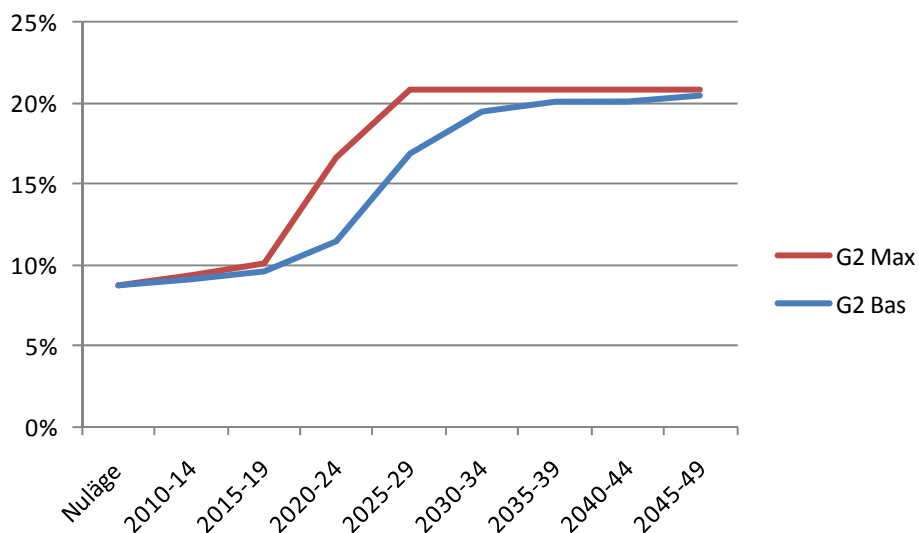


Figur 21.

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

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 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 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 G2

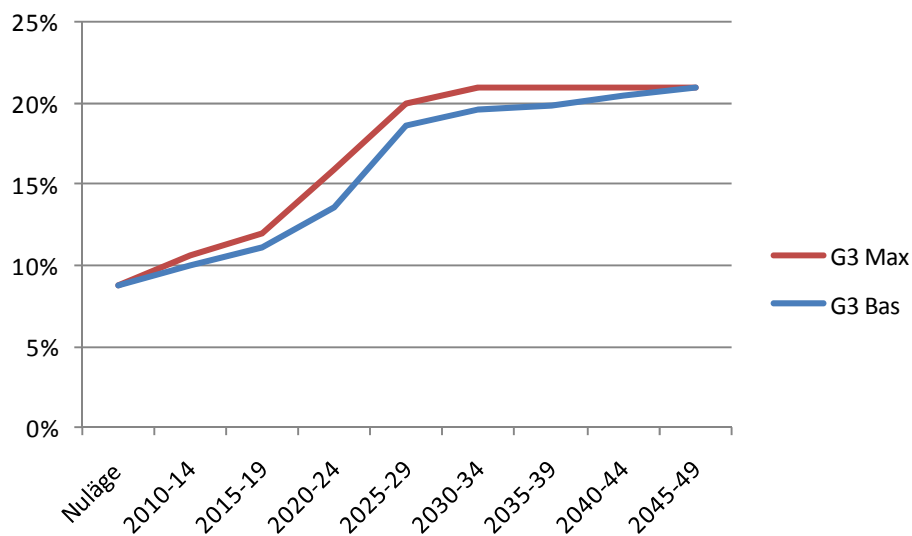


Figur 22.

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 basalalternativet.

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 pensionera plantagerna Lillpite och Hissjön och från 2025 pensionera Domsjö-änget och Pålberget erhålls en cirka 5 procentenheter högre genetisk vinst under 2020-talet. Under 2030-talet finns dessutom möjligheten att genom särplockning i TreO-plantagen Östteg ytterligare höja den genetiska vinsten något. Enligt prognosen kommer en intensivt skött Östtegsplantage att under 2030-talet att generera ett frööverskott på omkring 75 %.

Plantagezon G3

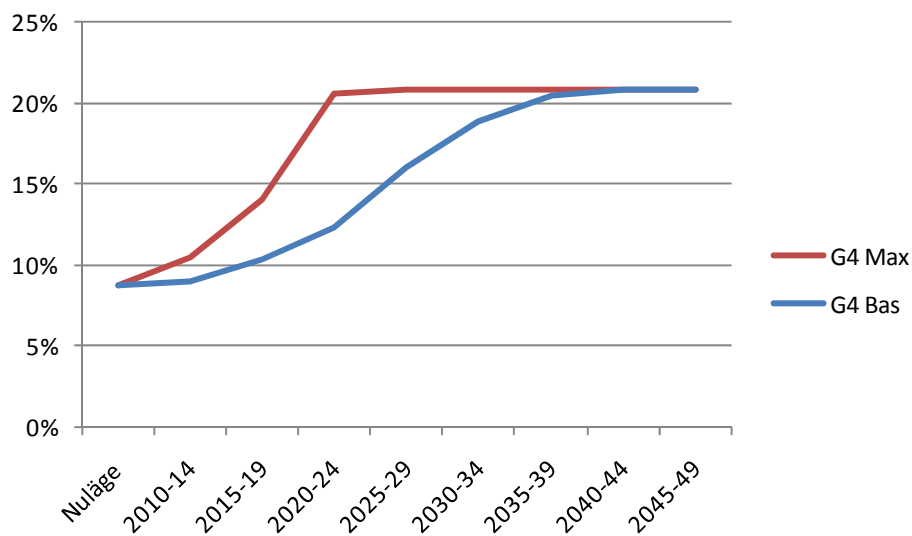


Figur 23.

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.

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 lite i förtid (Hissjön, Domsjöänget och Jung) och från mitten av 2020-talet avveckla TvåO-plantagen Multrå erhålls en 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 Östteg ytterligare höja den genetiska vinsten några procentenheter. Enligt prognosen kommer intensiv skötsel av Örbäck och Vojen att under 2030-talet och början av 2040-talet att generera ett frööverskott på omkring 50 %.

Plantagezon G4

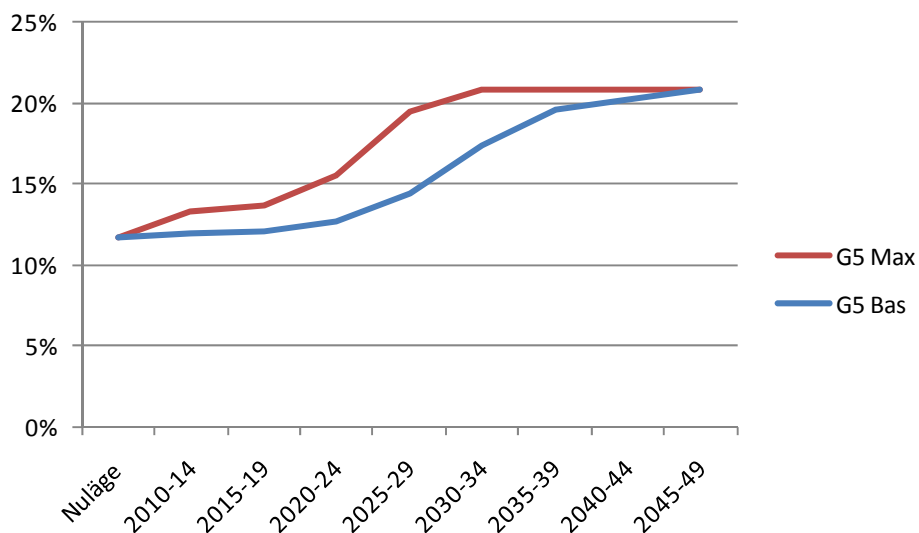


Figur 24.

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 basalalternativet.

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 % frööverskott, varför möjlighet till ytterligare ett par procentenheters ökad genetisk vinst genom särplockning finns.

Plantagezon G5

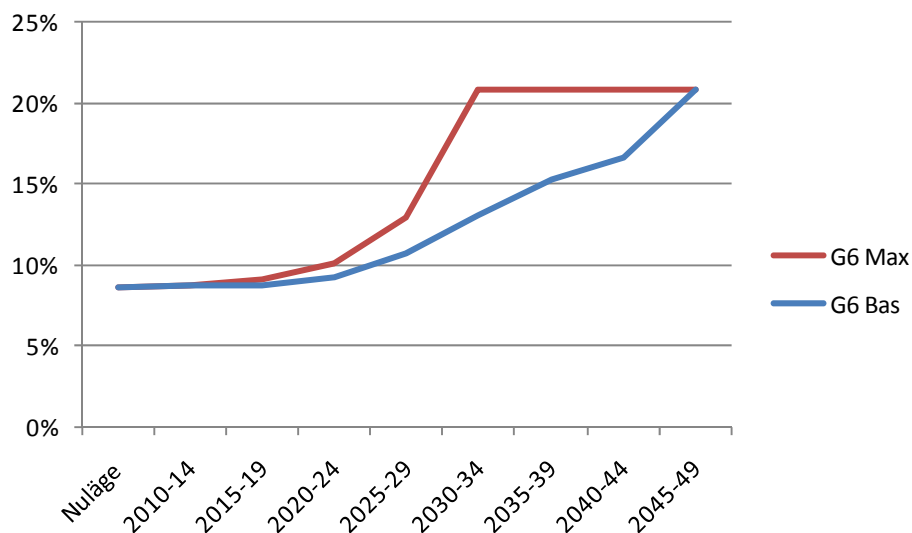


Figur 25.

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.

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 pensioneras (Rörby, Sör-Amsberg och Myra). Under andra halvan av 2010-talet kan den genetiska vinsten ökas med två procentenheter och 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 G6



Figur 26.

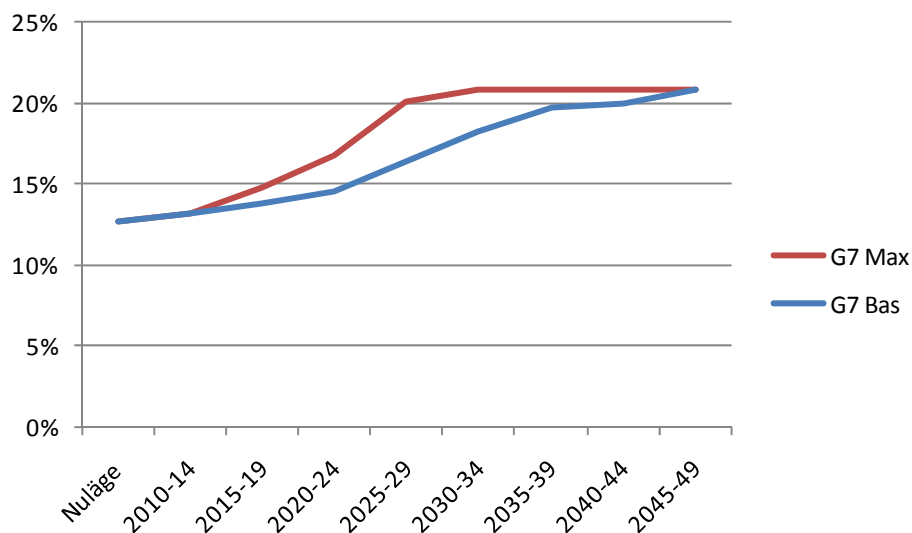
Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G6 fram till år 2050 åskådliggörs av linje G6 Max. Linjen G6 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

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. Då TreO-plantagerna för bägge dessa zoner kommer in i produktion så kan för zon G6 en kraftig ökning av den genetiska vinsten erhållas genom pensionering av EttO- och TvåO-plantagerna. Från 2030 kan fröproduktionen helt baseras på TreO-plantagerna (Adolfsdal och 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 genom från början av 2030-talet och till år 2050 genom särplockning då TreO-plantagerna kommer att ha en överkapacitet under denna tid.

Plantagezon G8–9M

För zon G8–9M finns varken EttO- eller TvåO-plantager anlagda, varför fröförsörjningen för zonen får baseras G6-material till dess de planerade TreO-plantagerna (Olofs 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 G7

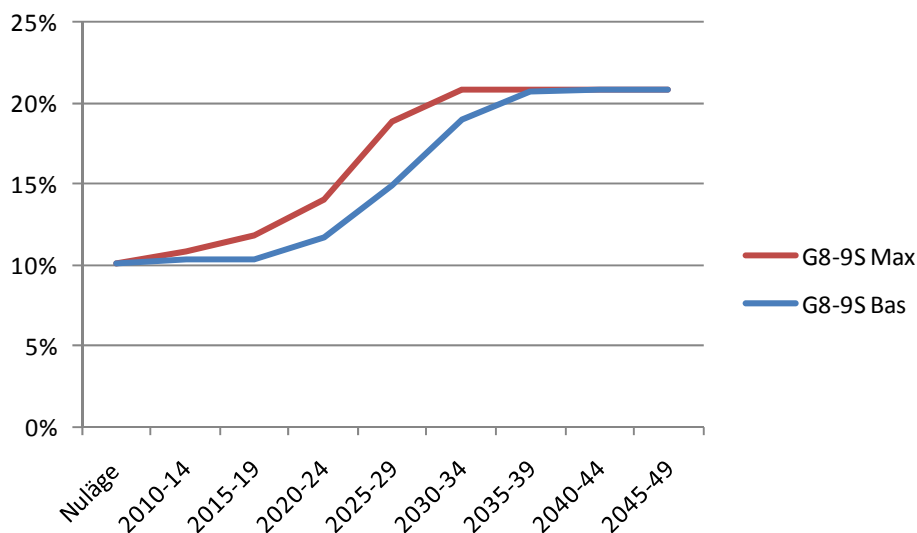


Figur 27.

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.

I zon G7 kan den genetiska vinsten ökas något från slutet av 2010-talet då ett visst frööverskott produceras i de intensivt skötta plantagerna. 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 G8–9S



Figur 28.

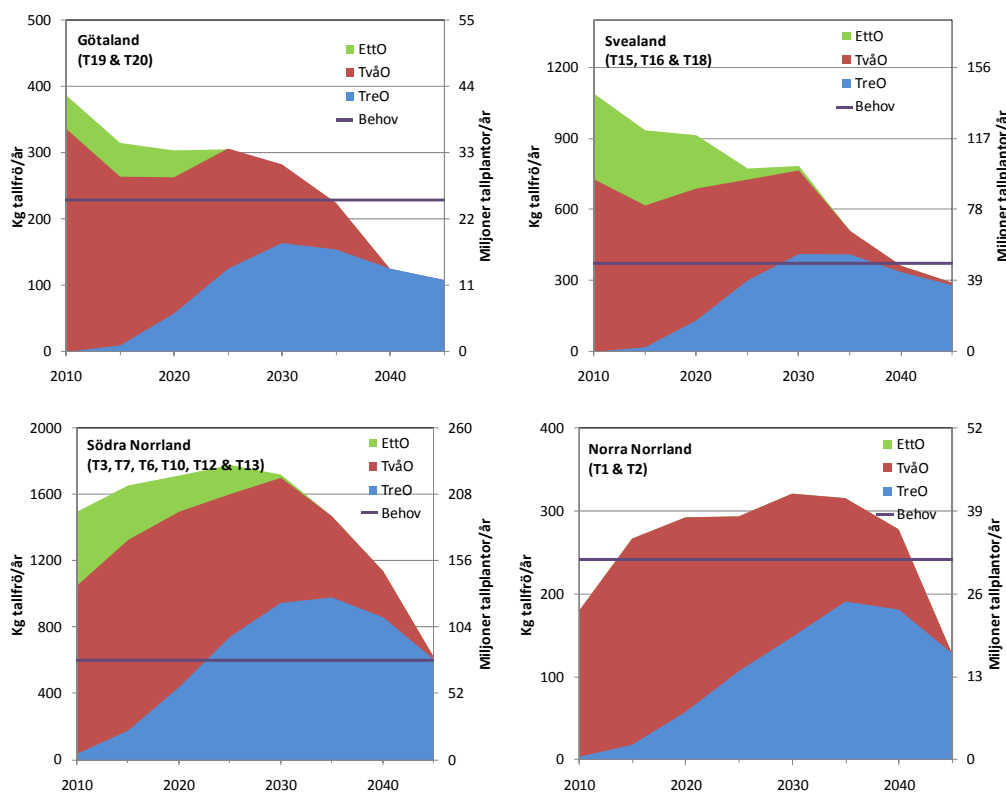
Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i granzon G8–9S fram till år 2050 åskådliggörs av linje G8–9S Max. Linjen G8–9S Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

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

Balanser av tallplantagefrö fram till år 2050

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

För tall råder det i nuläget brist på plantagefrö endast för 2 zoner, T1 och T2, i nordligaste Norrland, tabell 9. Den totala bristen där är i storleksordningen 110 kg frö per år, vilket motsvarar drygt 14 miljoner plantor. För övriga zoner råder det ett överskott på plantagefrö, figur 29 och figur 30. Räknat på nationell nivå finns omkring en tredjedel, 32 %, av den nuvarande produktionskapaciteten i EttO-plantager med låg genetisk vinst.



Figur 29.

Förväntad produktion i tallfröplantagerna för fyra olika grupper av zoner i basalternativet 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 planter per år.

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.

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 30.

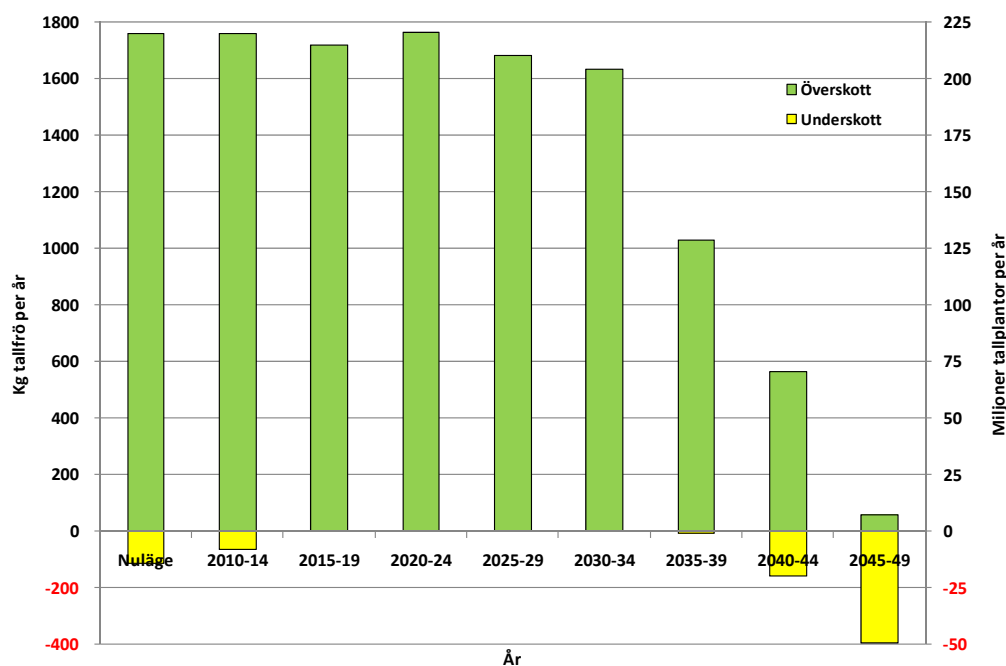
Den överskottssituation som redan nu finns i de flesta zoner och som i slutet av 2010-talet råder i hela Sverige öppnar för möjligheter att öka ambitionsnivån i utnyttjandet av det förädlade skogsodlingsmaterialet. Den genetiska nivån hos frö för plantproduktion kan ökas genom särplockning i plantagerna. Vid särplockning skördas bara kottar från plantagetrad 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 totala underskottet 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 skall komma in i produktionsfas i början av 2040-talet. För zon 18 och 19 måste detta göras ännu tidigare.

Tabell 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 kg 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 30.

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.

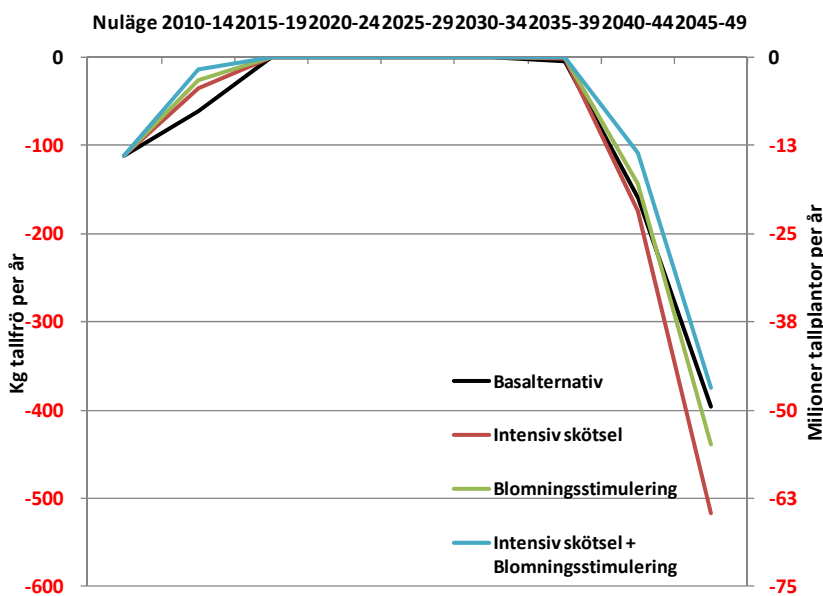
Vad kan göras på kort sikt – effekter av produktionshöjande åtgärder i fröplantager

En intensivare skötsel, än antaget i basalternativet, skulle för närmaste femårs-period kunna minska underskottet med 27 kg per år, tabell 10. Blomningsstimulering kan minska underskottet med 42 kg per år. Kombinerar de två åtgärderna är deras effekter multiplikativa varför den totala effekten är större än summan av de enskilda åtgärdernas effekt. Vid kombination av de två åtgärderna, elimineras i stort sett underskottet redan under den första femårsperioden, figur 31.

Tabell 10.

Beräknat årligt underskott av frö från tallfröplantager 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, tabell 4. Enhet är kg 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



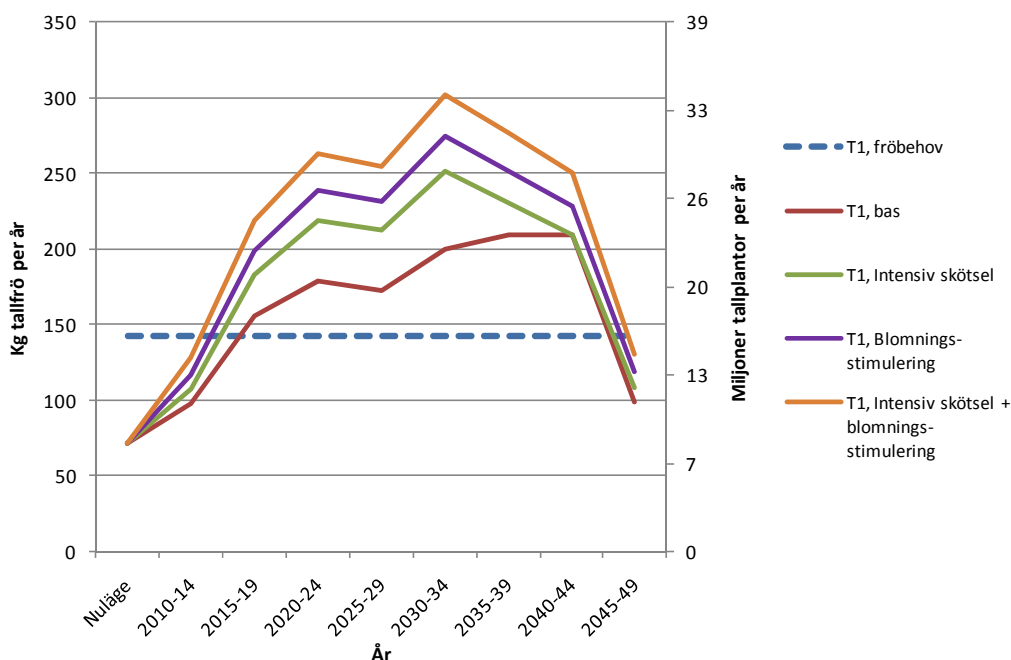
Figur 31.

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.

Behovstäckning per plantagezon fram till år 2050

Det råder för närvarande 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 frågeställningen hur överskottssituationen bäst utnyttjas för att ge så hög genetisk vinst som möjligt i det frö som används till plantodling. I denna optimering är produktionshöjande åtgärder vara intressanta tillsammans med åtgärder som t.ex. avveckling av plantager och särplockning.

Plantagezon T1



Figur 32.

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.

För zon 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 2014. 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 32. Nya plantager för zonen bör påbörjas i slutet av 2020-talet.

Ett problem för de kärvaste zonerna är att plantager inte kan anläggas inom zonen för att de klimatiska förutsättningarna där är för kärva för en säker fröproduktion. Genom att plantagerna är anlagda i ett mildare klimatläge kommer den inkorsning av pollen utifrån som alltid förekommer att sänka hårdigheten för plantageskörden. Pollenkontaminationen är högst då plantagen är ung och minskar då plantagens egen pollenproduktion ökar (se figur 7). Inkorsningen är dock även i en plantage med hög intern pollenproduktion i storleksordningen 40 %.

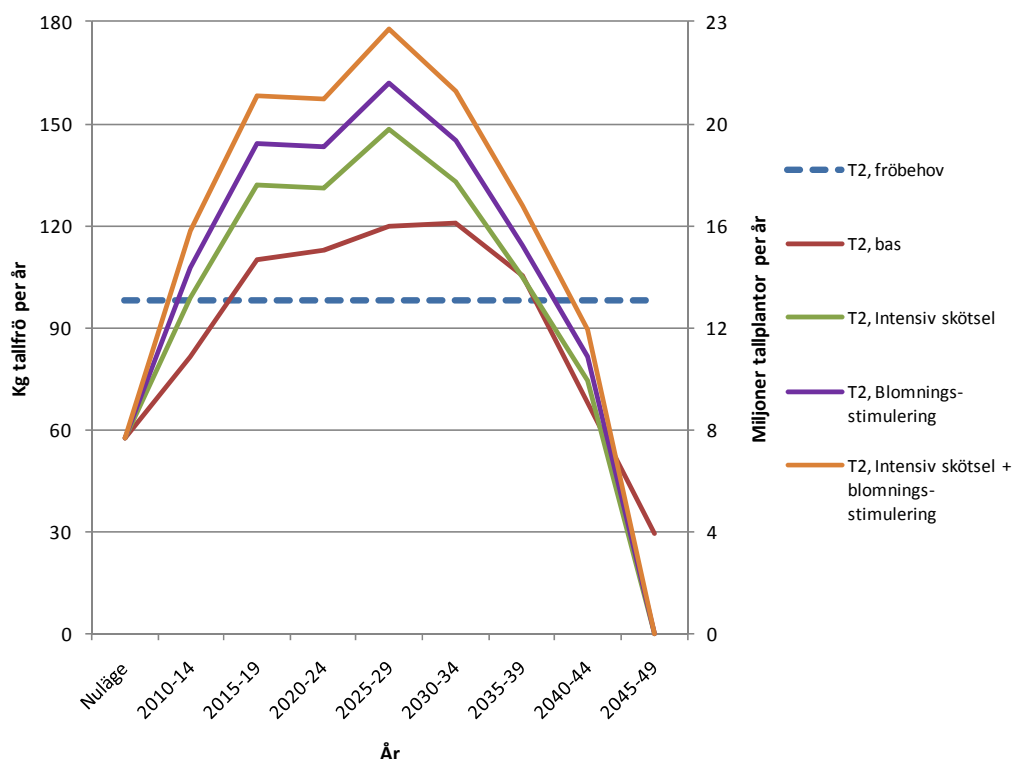
Hårdigheten för ett fröparti kan bestämmas genom frystest. TvåO-plantagerna för zonerna T1 och T2 är anlagda utanför Umeå. Frystester av de senaste årens fröskördar från T1- och T2-plantagerna visar att de ännu inte är fullt hårdiga för att använda inom dess tänkta användningsområde, tabell 11.

Tabell 11.

Resultat från frystest av fröskördar 2003 – 2007 i TvåO-plantagerna för plantagezonerna T1 och T2. Värdet anger hårdighet hos beståndsfrö översatt till den latitud som plantagefröets hårdighet motsvarar.

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

Plantagezon T2

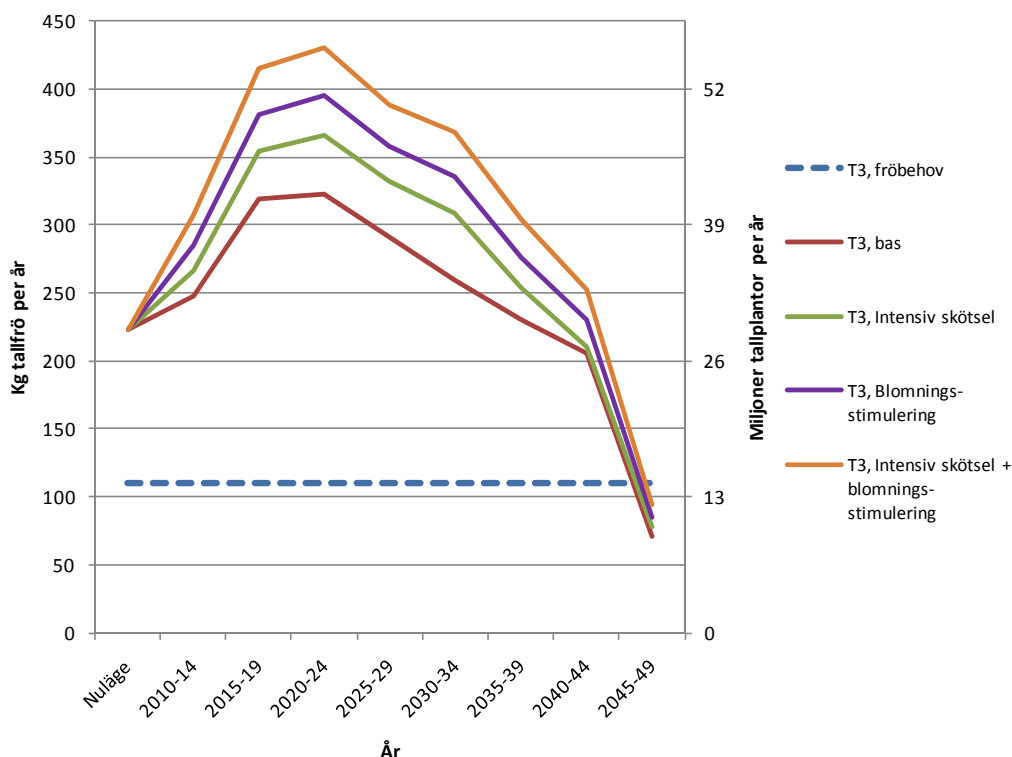


Figur 33.

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.

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 33. Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

Plantagezon T3

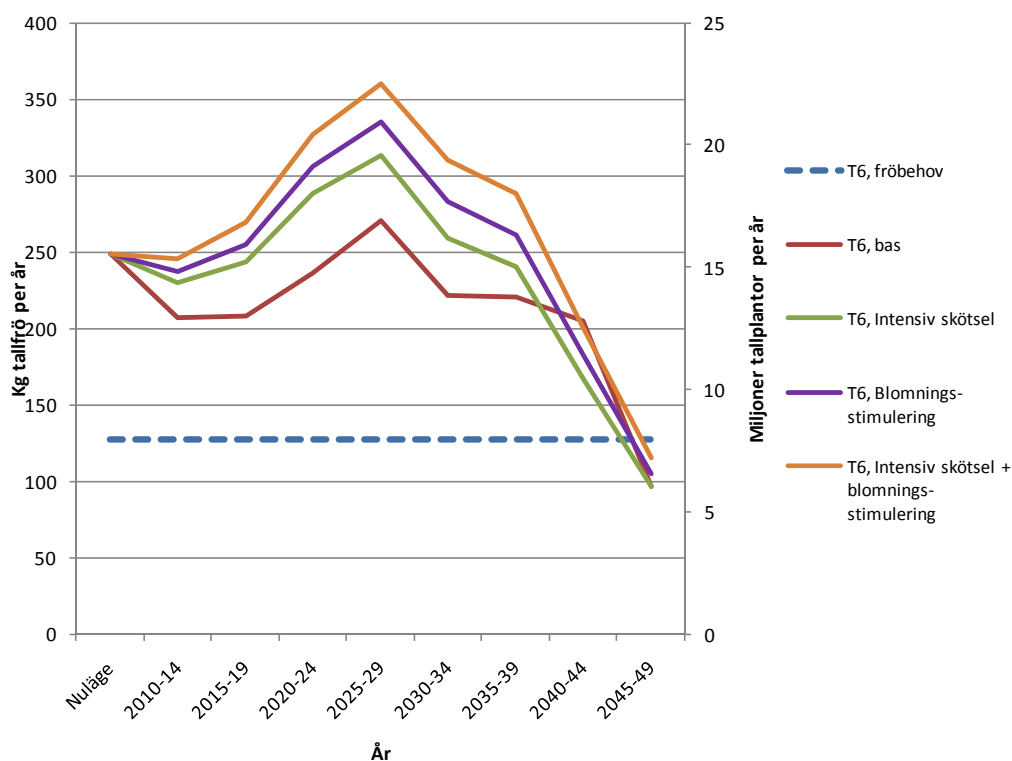


Figur 34.

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.

För zon T3 är EttO-plantagerna 1 Skaholma och 123 Klocke fortfarande i drift, och utnyttjas till 25 resp. 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 2014. Vid brist alt. överskott kan ett visst byte med zonerna T2 och T7 utnyttjas. Att frö från plantage 626 Alvik utnyttjas i zonen beror på hög bakgrunds-pollinering med sydligt pollen i plantagen, tabell 11. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2044, figur 34. Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

Plantagezon T6

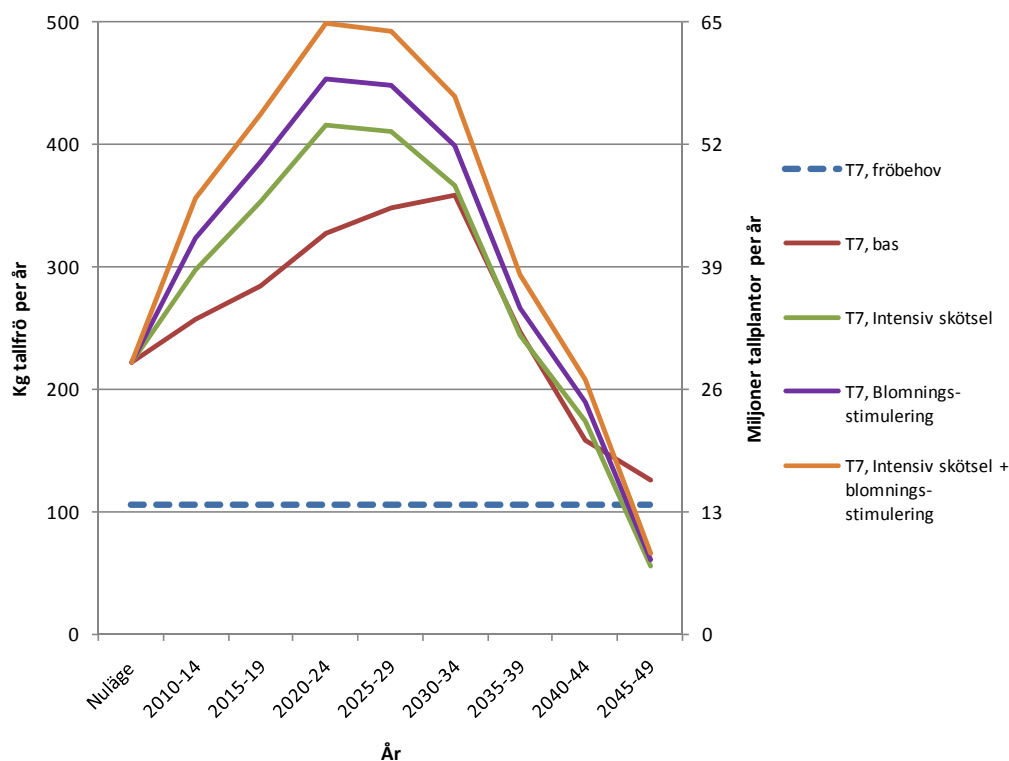


Figur 35.

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.

För zon T6 kan EttO-plantagerna 1 Skaholma (75 %), 4 Skatan (100 %), 10 Östteg (75 %), 125 Våge (100 %), 401 Hortlax (100 %) och 406 Bogrundet (60 %) utnyttjas i zonen. TvåO-plantagen 623 Pålberget utnyttjas till 50 % i zonen. En TreO-plantage är planerad att anläggas år 2013. Vid brist alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T7 och T10 utnyttjas. Att frö från plantage 626 Alvik utnyttjas i zonen beror på hög bakgrundspollinering med sydligt pollen i plantagen, tabell 11. Basalternativet ger full behovstäckning under fram till 2044, figur 35. Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

Plantagezon T7

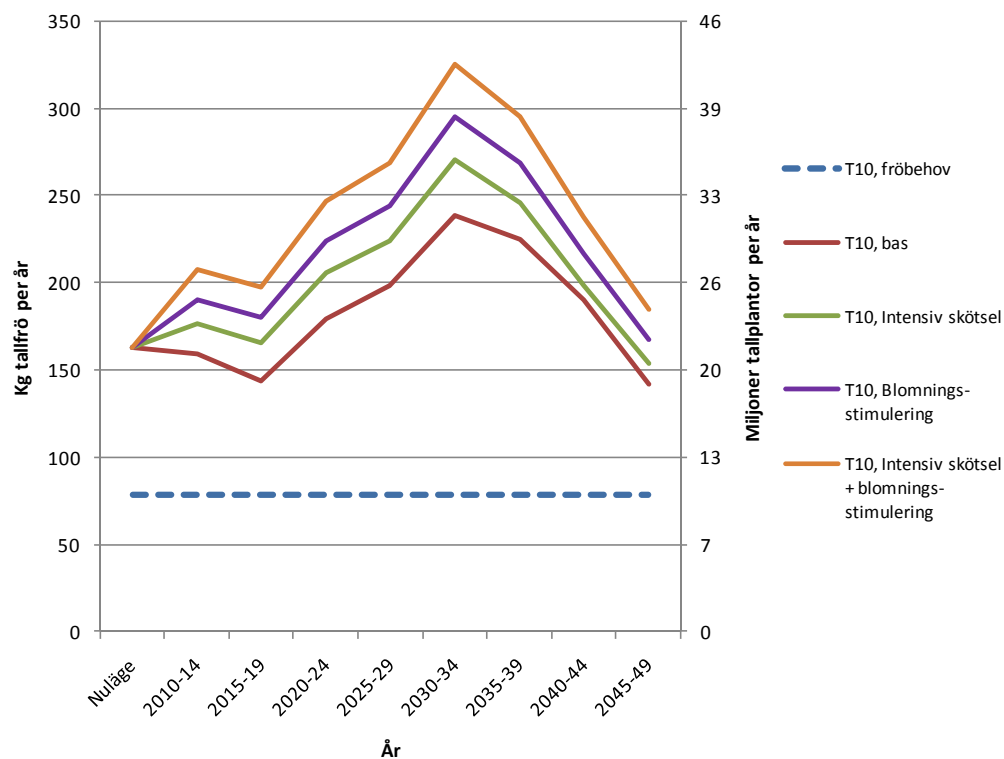


Figur 36.

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.

För zon T7 finns ingen EttO-plantage. TvåO-plantagerna 609 Moliden (100 %), 623 Pålberget (50 %) och 627 Alvik (50 %) utnyttjas i zonen. En TreO-plantage är planerad att anläggas år 2010. Vid brist alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T3 och T6 utnyttjas. 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 36. Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

Plantagezon T10

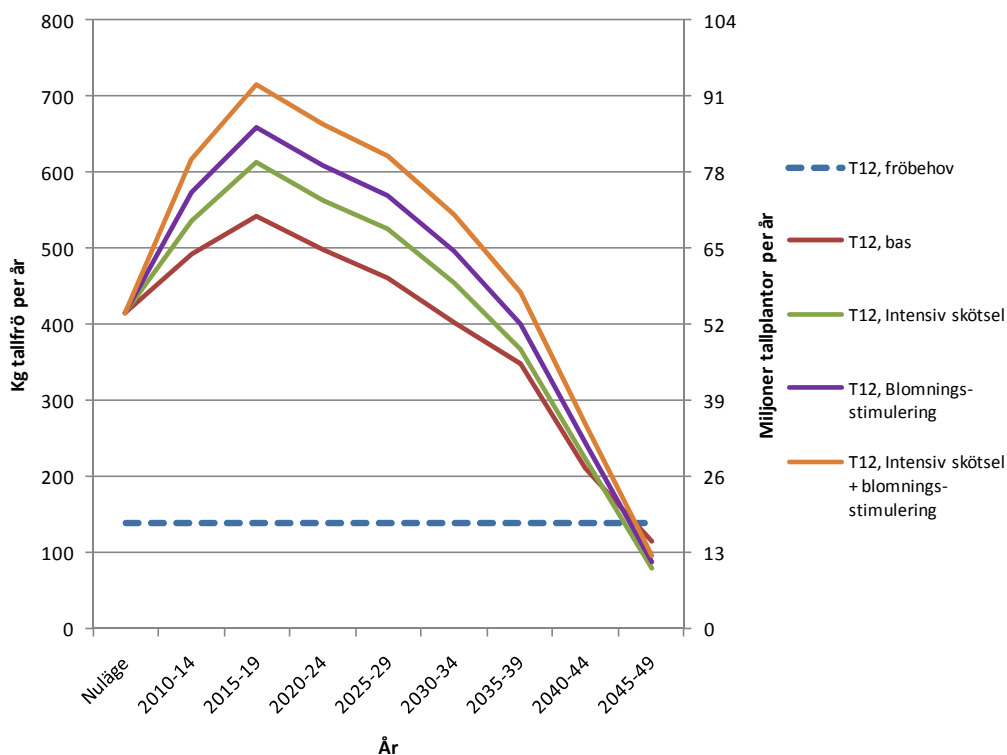


Figur 37.

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.

För zon T10 kan EttO-plantagerna 18 Brån (50 %) och 886 Robertsfors (100 %) utnyttjas i zonen. TvåO-plantagen 619 Slåttholmen (100 %) och 625 Dal (25 %) kan även nyttjas i zonen. Två nya TreO-plantager är planerad att anläggas år 2011 och 2012 resp. Vid brist alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T6 och T12 utnyttjas. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2052, figur 37. Nya plantager för zonen bör påbörjas under början av 2030-talet.

Plantagezon T12

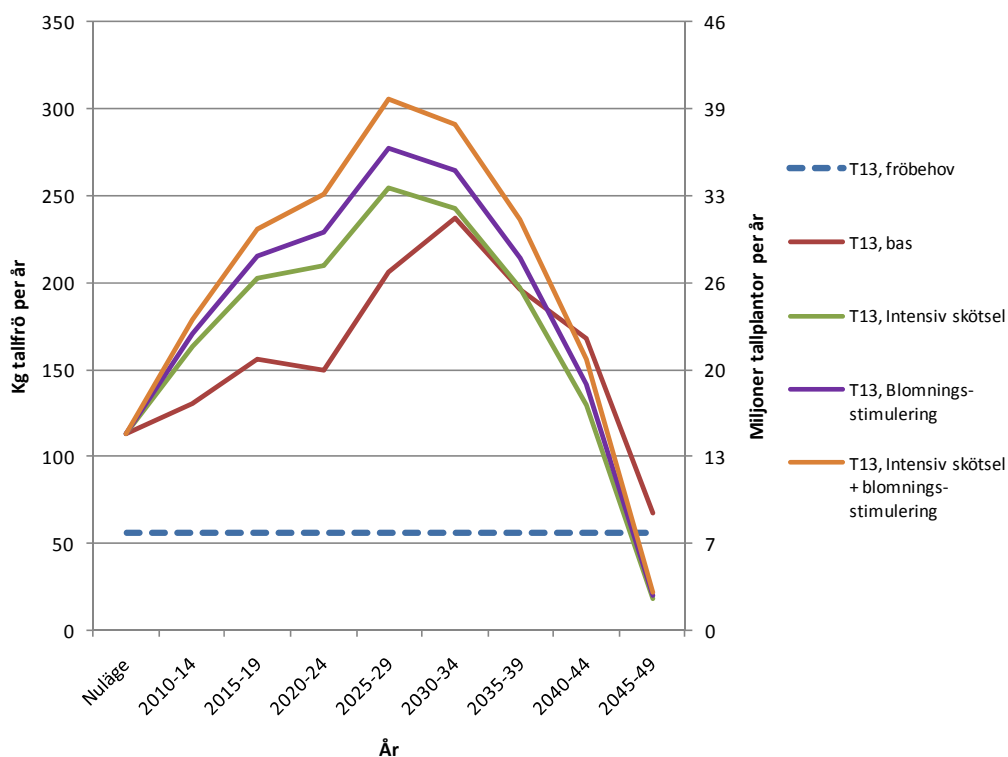


Figur 38.

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.

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 i zonen. TvåO-plantagerna 402 Alnön (100 %), 403 Nya Nedansjö (50 %), 620 Gnarp, 621 (80 %) Västerhus (100 %), 624 Köpmanholmen (100 %) och 625 Dal (75 %) kan även nyttjas i zonen. Ny TreO-plantage är planerad att anläggas år 2010. Vid brist alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T10 och T13 utnyttjas. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2044, figur 38. Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

Plantagezon T13

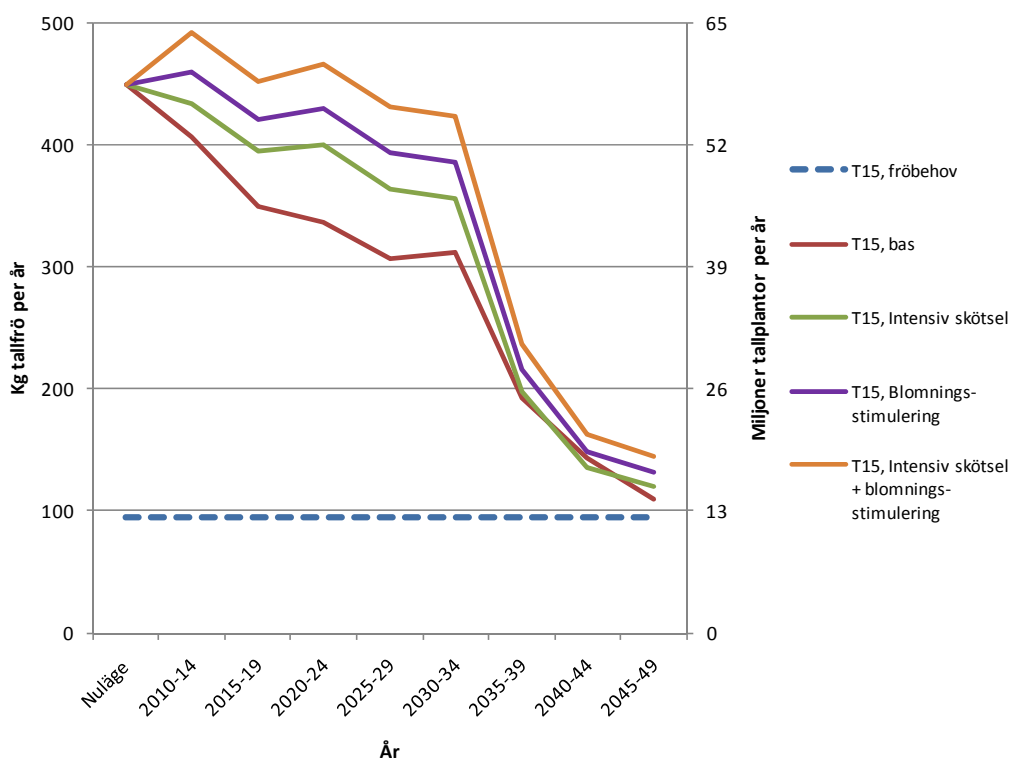


Figur 39.

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.

För zon T13 kan EttO-plantagerna 18 Brån (50 %), 22 Åsäng (100 %), 411 Domsjöängen (100 %) och 433 Tällby (33 %) utnyttjas i zonen. TvåO-plantagen 606 Sollerön (20 %) kan även nyttjas i zonen. Nya TreO-plantager, Sönnersta och Njuparna anlades år 2004 resp. 2008. Vid brist alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T12 och T15 utnyttjas. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2048, figur 39. Nya plantager för zonen bör påbörjas under andra halvan av 2020-talet.

Plantagezon T15



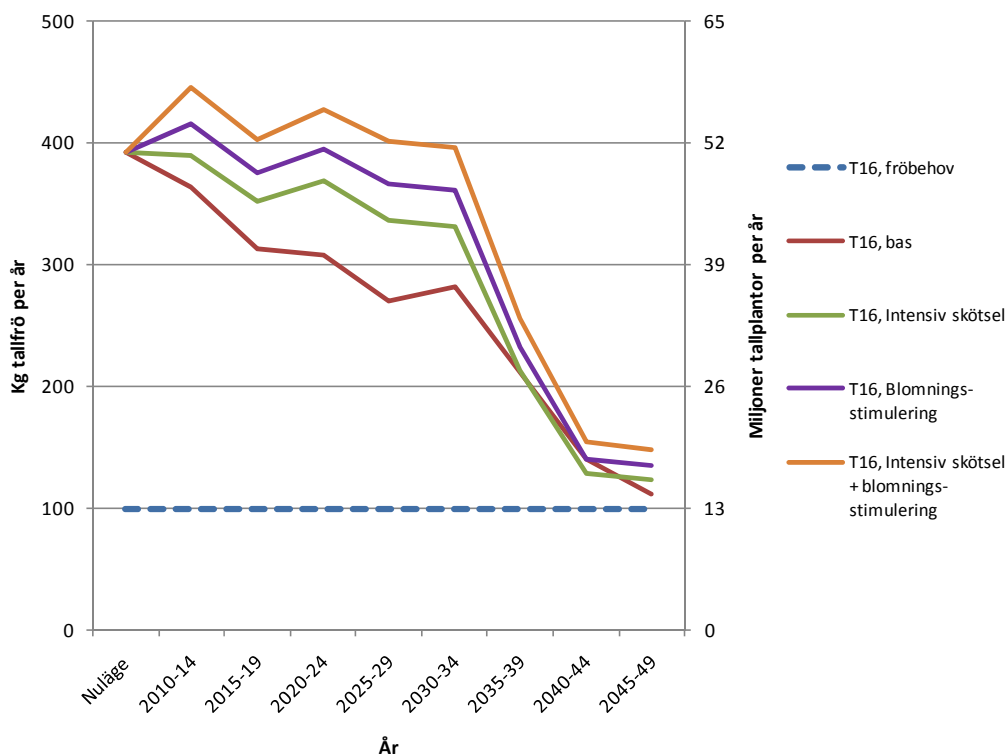
Figur 40.

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.

För zon T15 kan EttO-plantagerna 28 Solvarbo (100 %), 29 Grånäs (50 %), 403 Nedansjö (50 %), 433 Tällby (33 %), 451 Sör Amsberg (100 %), 494 Borgvik (100 %) utnyttjas i zonen. TvåO-plantagen 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 alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T13 och T16 utnyttjas. Basalternativet ger full behovstäckning fram till år 2052, figur 40.

Nya plantager för zonen bör påbörjas under början av 2030-talet.

Plantagezon T16

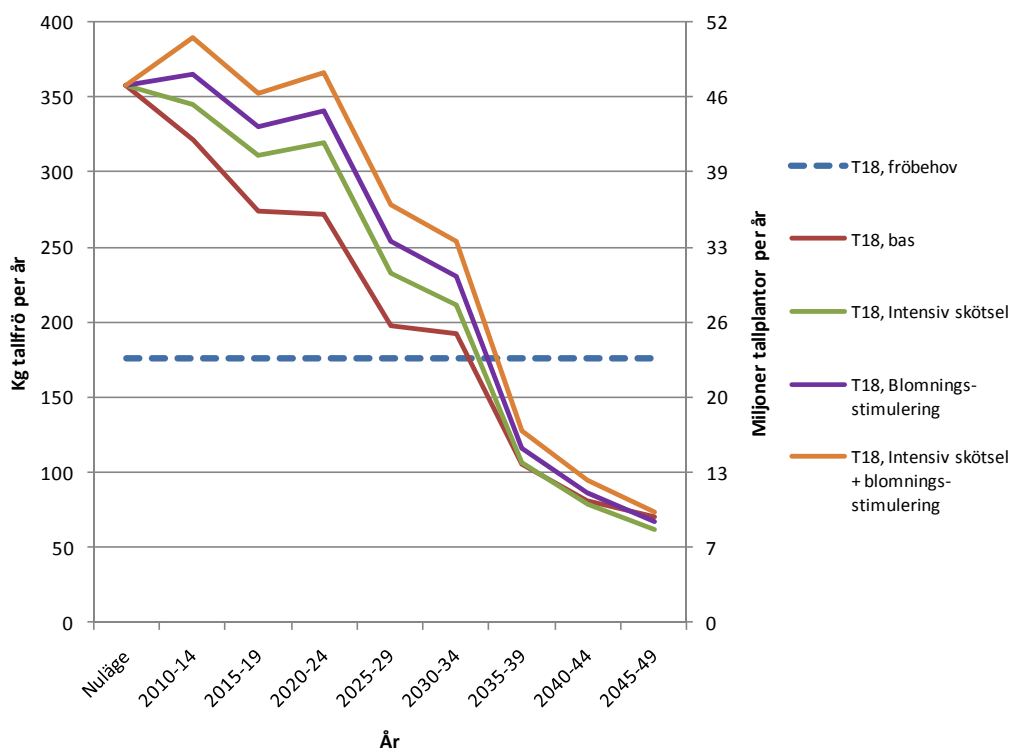


Figur 41.

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.

För zon T16 kan EttO-plantagerna 24 Long (100 %), 36 Yttermyra (100 %), 40 Dömle (50 %), 42 Påarp (25 %) och 441 Nevsön (75 %) utnyttjas i zonen. TvåO-plantagen 603 Lycksta (25 %), 610 Hade (100 %), 612 Örberga (60 %), 616 Sollerön (20 %), 617 Äxuln (25 %) och 628 Drögsnäs (50 %) kan även utnyttjas i zonen. Nya TreO-plantager är planerad att anläggas år 2012. Vid brist alt. överskott kan visst utbyte med plantagezonerna T15 och T18 utnyttjas. Basalternativet ger full behovstäckning fram till 2052, figur 41. Nya plantager för zonen bör påbörjas under början av 2030-talet.

Plantagezon T18

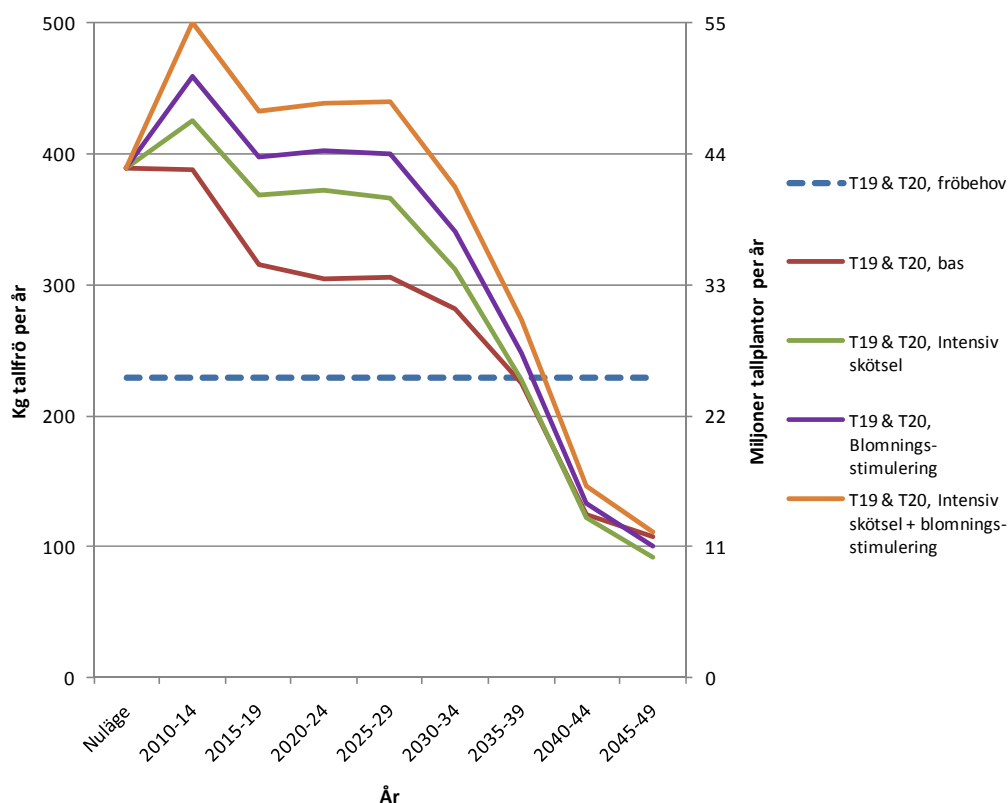


Figur 42.

Prognos över behov och tillgång av frö för plantproduktion och produktion av plantagefrö för tallzon T18 fram till år 2050 vid skötsel enligt basalternativet kompletterat med olika produktionshöjande åtgärder.

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

Plantagezon T19 och T20



Figur 43.

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.

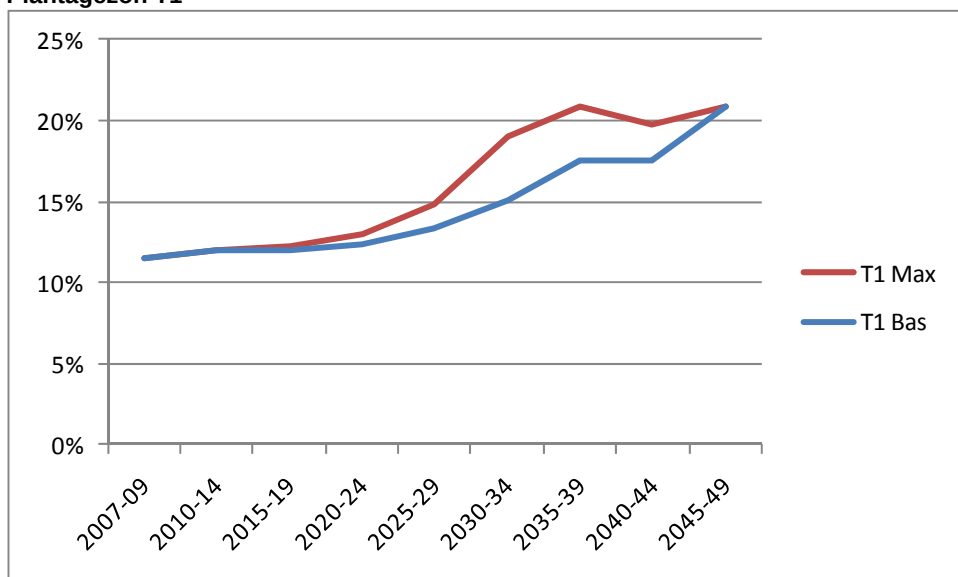
Zonerna T19 och T20 behandlas här tillsammans då plantageägarna i sin planering ser deras områden som en fröförsörjningszon. Den tidigare uppdelningen i en östlig och en västlig zon har inte heller något starkt stöd i nyare studier av genotyp-miljösamspel hos tall i södra Sverige (Hannrup et al., 2008).

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 planerad att anläggas år 2010 och 2013. Basalternativet ger full behovstäckning fram till mitten av 2030-talet. Nya plantager för zonerna bör påbörjas under första halvan av 2020-talet.

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 att de sköts med intensiv skötsel och blomningsstimulering. Som jämförelse redovisas den genetiska vinsten vid plockning av den totala produktionskapaciteten enligt basalternativet.

Plantagezon T1

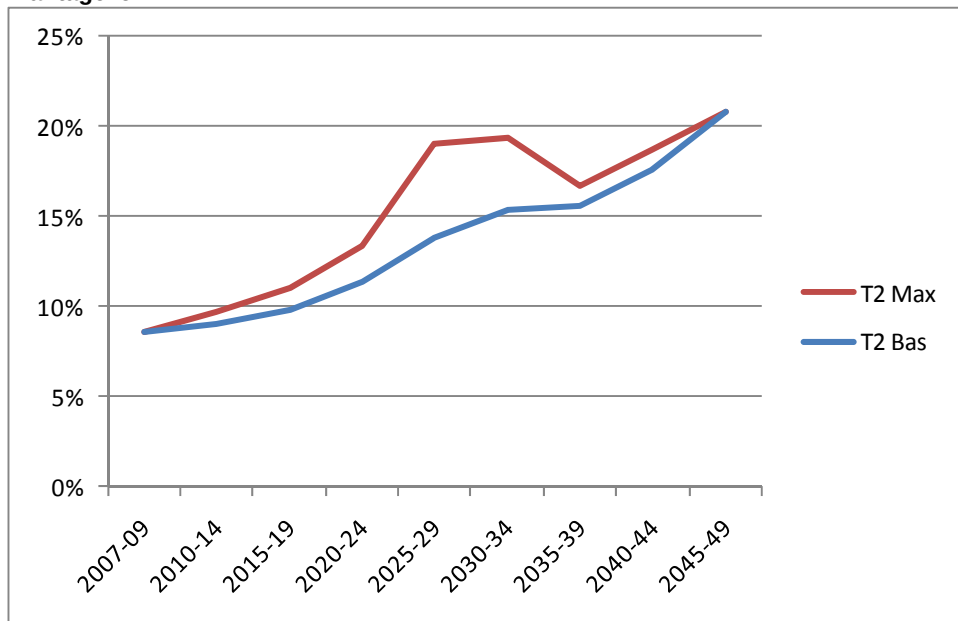


Figur 44.

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.

I zon T1 kan den genetiska vinsten ökas från början av 2020-talet då den nya TreO-plantagen börjar ge skörd, figur 44. 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 under 2030-talet. En viss ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter är redan möjlig under 2010-talet genom särplockning inom Alvik-plantagen och senare i Långnäs-plantagen.

Plantagezon T2

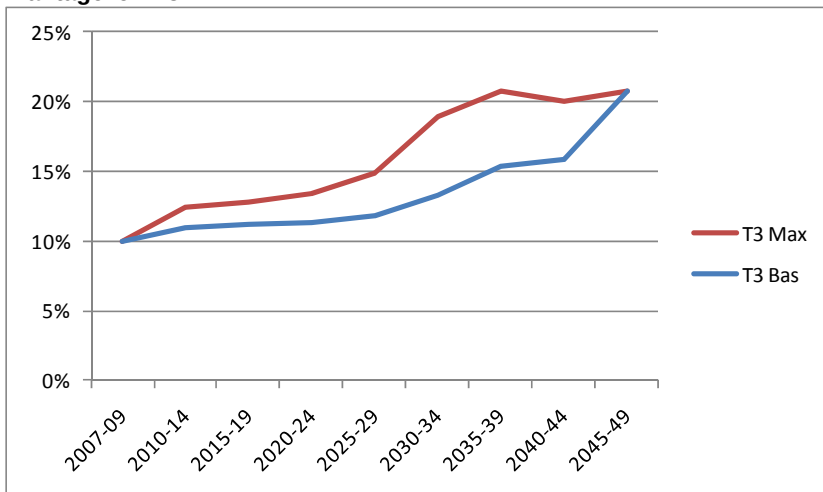


Figur 45.

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.

I zon T2 kan den genetiska vinsten ökas från början av 2020-talet då den nya TreO plantagen Långnäs börjar ge skörd, figur 45. 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 under 2020- och 2030-talet. En viss ytterligare ökning av den genetiska vinsten med ett par procentenheter redan under 2010-talet genom särplockning inom Alvik plantagen och senare i TreO-plantagen.

Plantagezon T3

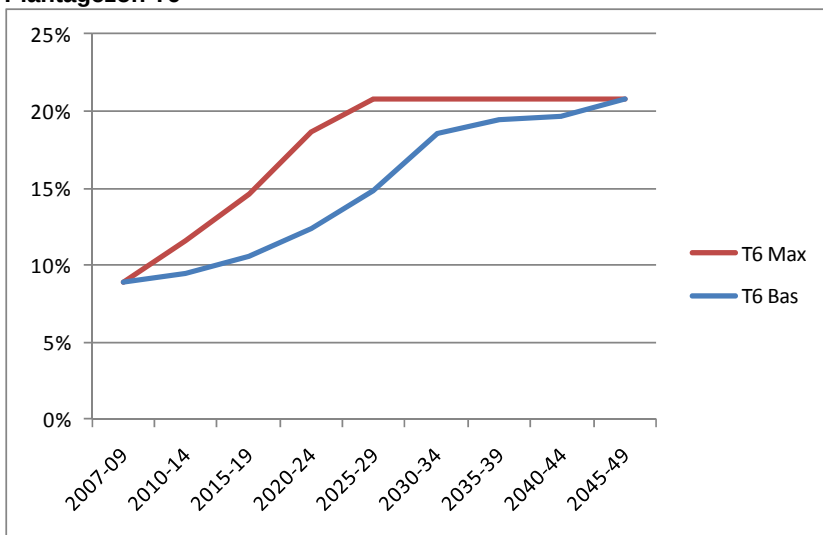


Figur 46.

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.

I zon T3 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fasa ut EttO-plantagerna och successivt även TvåO-plantagerna, figur 46. 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 T6

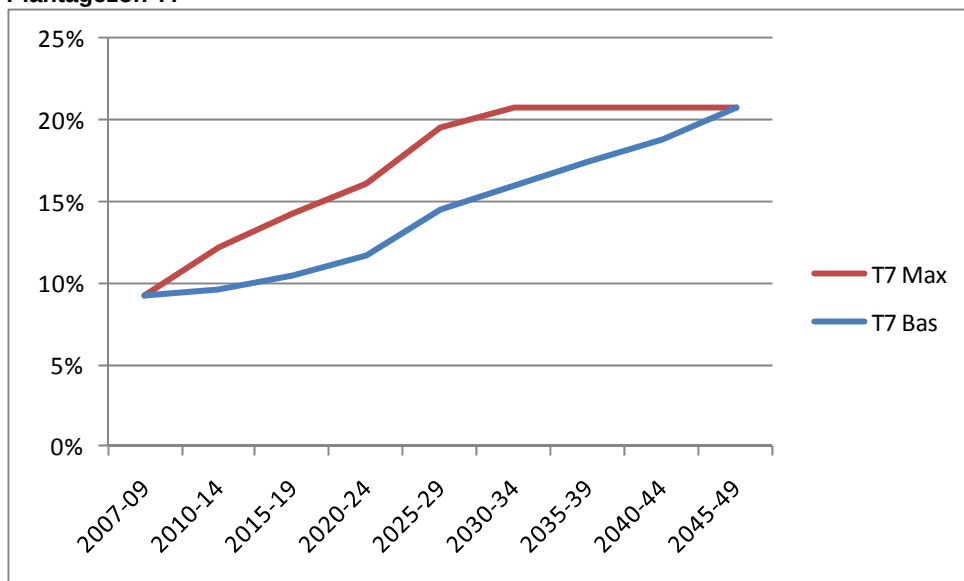


Figur 47.

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.

I zon T6 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut EttO- och TvåO-plantagerna, figur 47. 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 T7

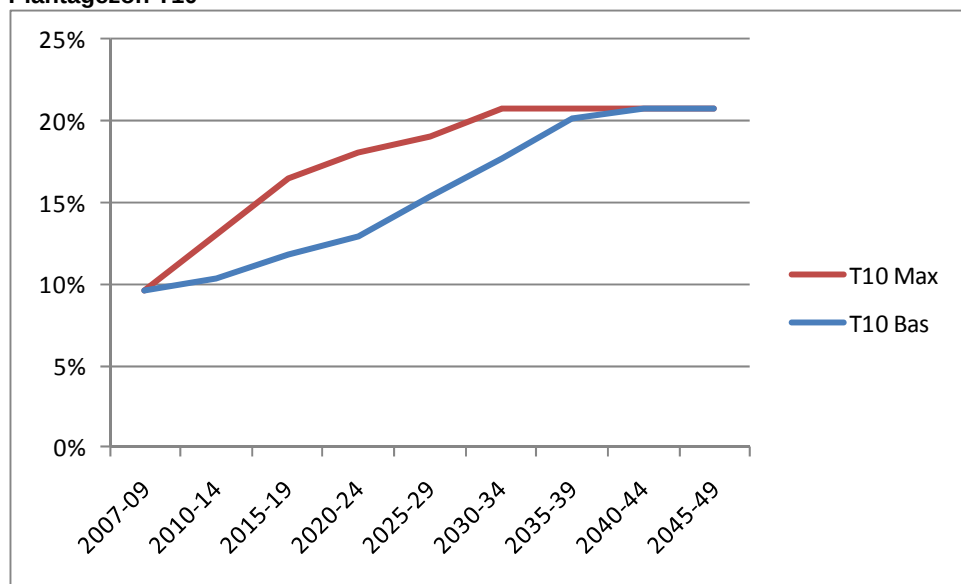


Figur 48.

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.

I zon T7 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut TvåO-plantagerna, figur 48. 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.

Plantagezon T10

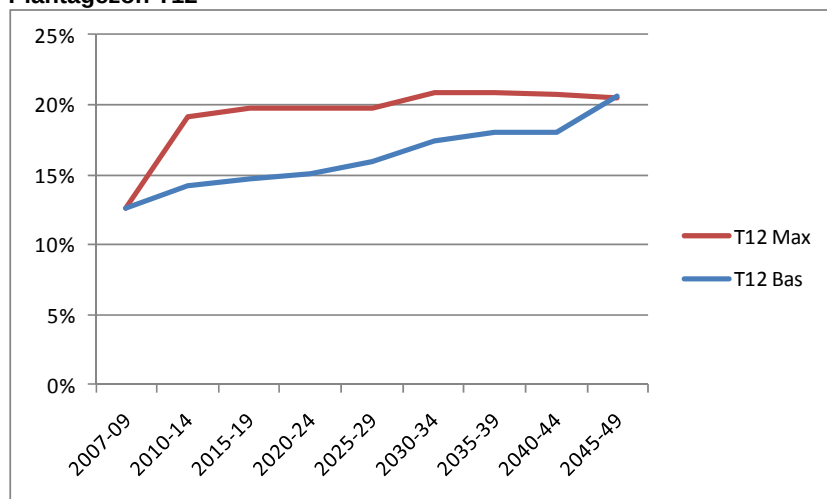


Figur 49.

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.

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 49. Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 4 procentenheter under 2010 och 2020-talet och 2 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

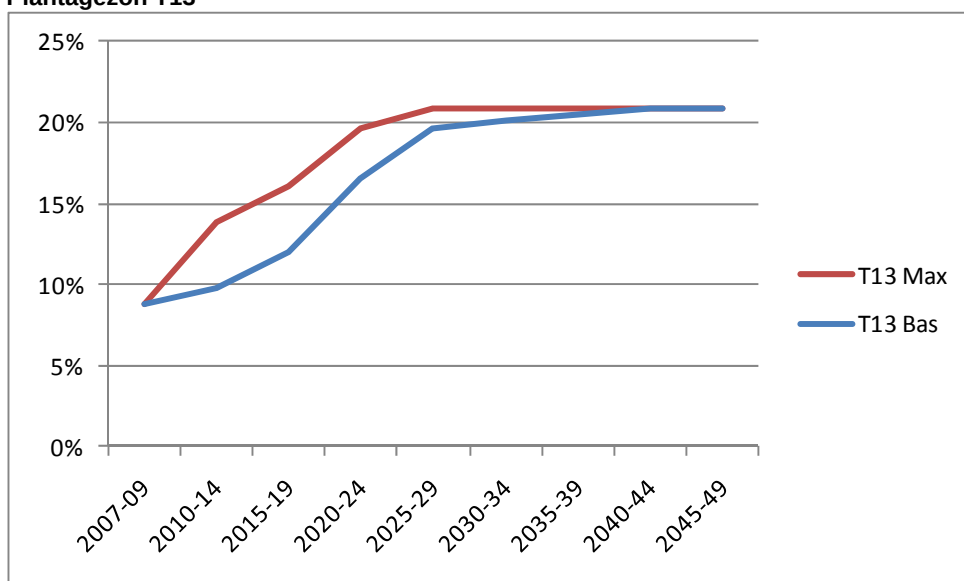


Figur 50.

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.

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 50. 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 T13

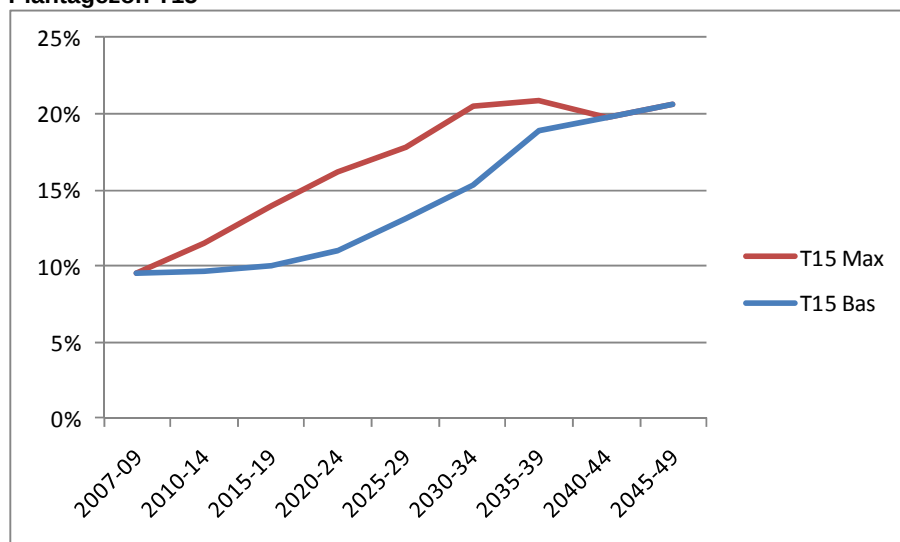


Figur 51.

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.

I zon T13 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att successivt fasa ut EttO- och TvåO-plantagerna, figur 51. Därigenom kan den genetiska vinsten ökas med ca 4 procentenheter under 2010-talet och 2 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 T15

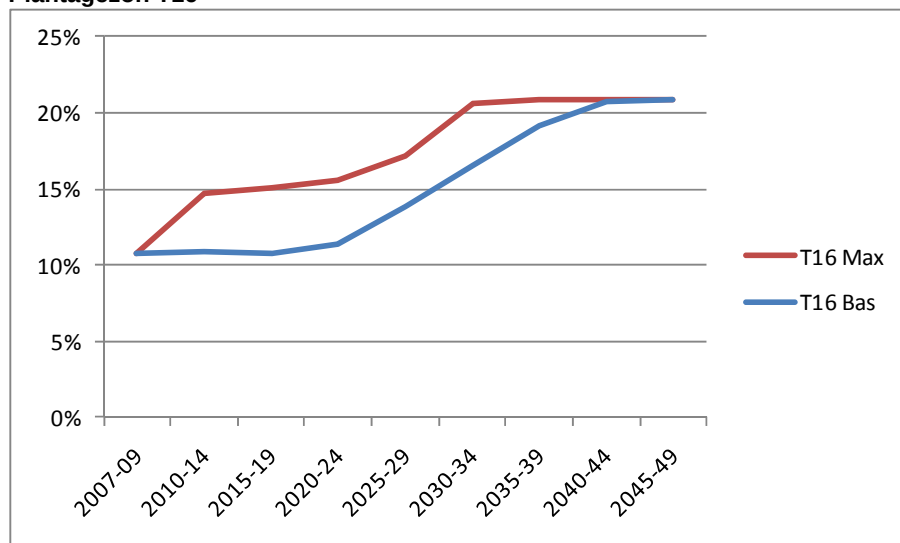


Figur 52.

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.

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 T16

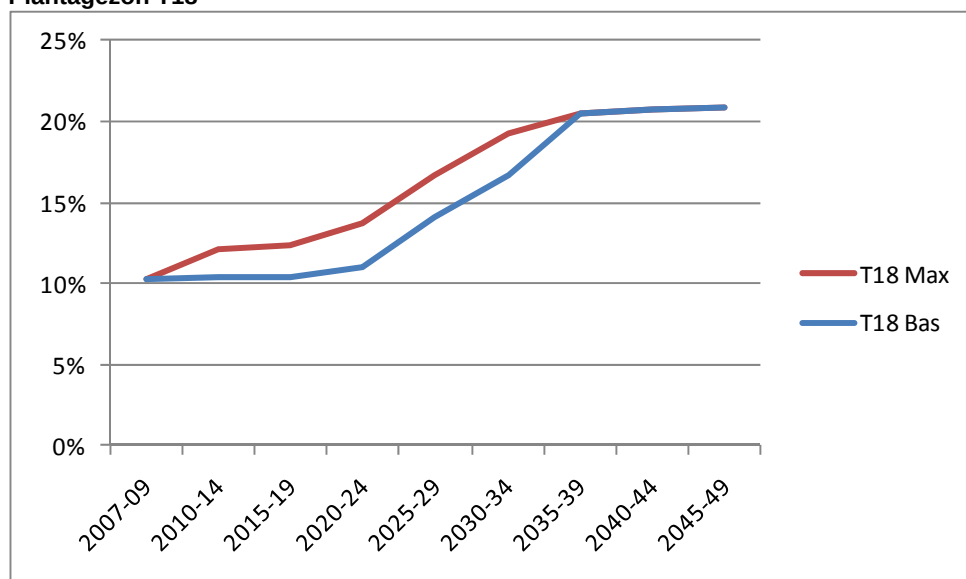


Figur 53.

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.

I zon T16 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fas ut EttO-EttO-plantagerna och därefter successivt även TvåO-plantagerna, figur 53. 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 T18

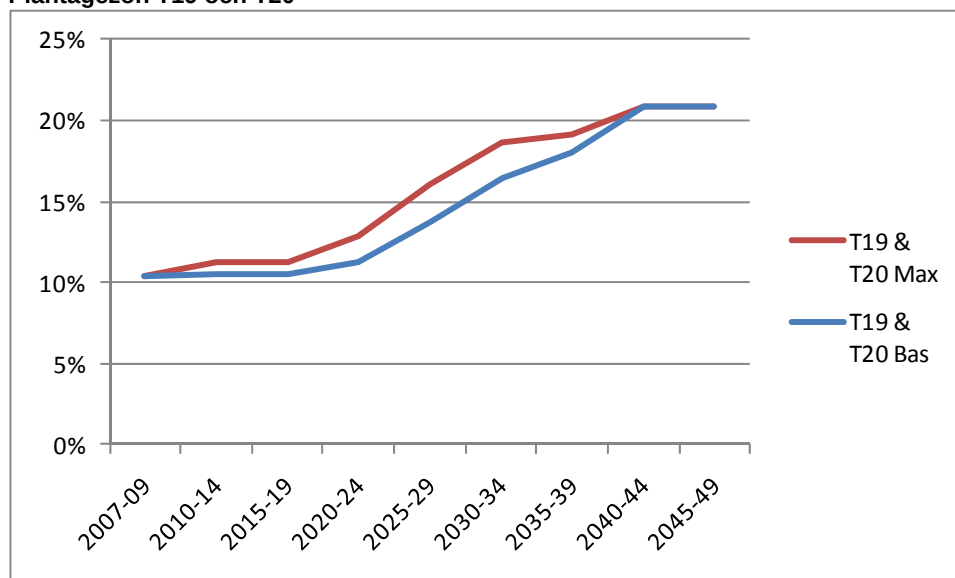


Figur 54.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörd som behövs för full behovstäckning för plantproduktion i tallzon T18 fram till år 2050 åskådliggörs av linje T18 Max. Linjen T18 Bas visar genetisk nivå i den totala skörden enligt basalternativet.

I zon T18 kan den genetiska vinsten ökas från och med nu genom att fas ut EttO-EttO-plantagerna och därefter successivt även TvåO-plantagerna, figur 54. 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 T19 och T20



Figur 55.

Prognos över genetisk nivå i den plantageskörden 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 basalalternativet.

I zonerna kan den genetiska vinsten ökas genom att fasa ut EttO-plantagerna och successivt även TvåO-plantagerna, figur 55. 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 möjlig nu genom särplockning av de bästa träden i plantagerna.

Hinder för att använda produktionshöjande åtgärder i fröplantager och vegetativ förökning

Intensivare skötsel

En intensivare skötsel 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. om produktionsökningen är tillräckligt stor för att bära plantageägarrens ökade kostnader.

Blomningsstimulering

I nuläget finns ingen produkt innehållande gibberellin A_4 och A_7 godkänd i Sverige och inte heller någon ansökan under behandling. För att kunna använda blomningsstimulering med gibberellin A_4 och A_7 i fröplantager i Sverige krävs alltså att någon tillverkare tar fram en produkt som godkänns och registreras för användningsområdet fröplantager.

Gibberellin A_4 och A_7 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 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 fruktträden 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. *aiizawai* × *kurstaki* (Btk). Det är ett biologiskt preparat som säljs under produktnamnet Turex® 50 WP. För att en besprutning skall 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 plantageträdd 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 storleksordningen 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 registreras för användning i fröplantager innan de kan tas i bruk.

Vegetativt förökade plantor

Vegetativ försökning med sticklingar fungerar inte för 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 uppförökningsgång är att börja med att odla moderplantor i två år, sedan klipps ris som ska rotas och odlas. Dessa första sticklingar

används för att uppföröka antalet moderplantor. När dessa moderplantor har vuxit i två år kan ris klippas, och stickning av produktionsomgången av sticklingar som sedan odlas i två år innan de är leveransklara. Totalt kan man med detta uppförökningssätt 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 som kan förväntas från en stickling som kommer från ett frömaterial med hög genetisk 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 dock 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 antingen de byta odlingssystem eller anskaffa ett speciellt för sticklingsproduktionen. 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 effekt plantproduktion. En snabb utveckling av denna metod skulle ge en helt annan bild av försörjningsläget.

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 intressant 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, 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 odlingsterter som Skogforsk anlade 2002, och där uppvisar även den likartade egenskaper som plantagematerial från svenska EttO-plantager.

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.
- Eriksson, U. & Palmér, C.-H. 1991. Skogsfröplantager i Sverige 1990. I: Årsbok 1990. Föreningen skogsträdsförädling och Institutet för skogsförbättring.
- Feilberg, L. & Söegaard, B. 1975. Historical review of seed orchards. I: Faulkner, R. Seed Orchards. Forestry Commission Bulletin 54.
- 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. och 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. och 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- & 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 skogsträdsförädling 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.

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 5. Genetisk variation och skaderisker



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden, Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Konsekvenser av skogsträdsförädling och fröplantager beträffande genetisk variation och skadegörare

DEL AV REGERINGSUPPDRAG PÅ UPPDRAG TILL SKOGFORSK FÖR
VIDAREBEFORDRAN TILL REGERINGEN



Äldre fröplantage "Domsjöänget" (Holmen, Örnsköldsvik). En väsentlig del av Sveriges tallfröförsörjning kommer från fröplantager av ungefär den här typen.
Foto: Dag Lindgren

Ytterligare information om arbetsformerna finns i bilaga 5
Umeå i mars 2010

Dag Lindgren
Dag.Lindgren@genfys.slu.se telefon 090 193860



Innehåll

Sammanfattande överväganden	3
Mekanismer som ändrar genetisk sammansättning.....	5
Genetisk variation	5
Samband mellan genetisk variation och skadegörare.....	10
Förädling och skadegörare.....	14
Naturlig genmigration (pollen och frö).....	15
Genetisk jämvikt, utavel, heterosis	16
Effekten av urval på kvantitativ genetisk varians	17
Kan en till synes bra skog vara genetisk dålig?	22
Människans och civilisationens påverkan	23
Hur såg skogen ut förr?.....	24
Hur skiljer sig skogsbrukarens önskemål från den ”naturliga” skogen?	26
Värdet av en hög skogsproduktion.....	29
Vems är problemet?	29
För- och nackdelar med genetisk variation i ett produktionsmaterial	30
Jämförelse förädling och genetisk variation med andra inslag i skogsbruket.....	33
Global warming	35
Den genetiska variationen i förädling och skog i den avlägsna oförutsebara framtiden	36
Hur olika är olika provenienser?	38
Omfattning av ”medveten” genförflyttning för gran och tall	40
Hur mycket gran i Götaland kommer från utlandet?.....	42
Provenienshybrider	48
Genetisk struktur i naturliga bestånd	54
Finns genetisk variation mellan närliggande bestånd?	56
Hur välanpassad och lämplig är ”lokalproveniensen”?	58
Är främmande granprovenienser riskabelt?	59
Svensk förädling av gran och tall bevarar genetisk variation	61
Klonskogsbruk.....	64
Fröplantageskogsbruk.....	67
Praktiska test	71
Den genetiska variationen på landskapsnivå.....	73
Får framtidens skogar få förfäder?	76
Identifiering och statistik för skogsodlingsmaterial.....	77
Vet markägaren vilka genetiska material som finns i skogen?	83
Varför kan det vara bra att veta det faktiska materialet i skogen?.....	86

Tidigare ”genetiska misstag”, finns ett system för att evaluera misstag?	87
Bra att få erfarenhet av skogsbruk med låg genetisk variation	89
Den genetiska variationen i förädling och skog i den avlägsna oförutsebara framtiden	92
En levande diskussion, forskning och samordning om fröplantager?	94
Referenser och litteratur	97
Forskningsuppslag (Bilaga 1)	103
Uppslag som ligger inom eller nära den operativa förädlingen (Bilaga 2)	106
Uppslag för att lära känna den svenska skogen bättre (Bilaga 3)	109
”MINT” projektet (Bilaga 4)	113
Utredningsarbetet (Bilaga 5)	125
Skogsgenetiska termer och ordförklaringar (Bilaga 6)	128

Sammanfattande överväganden

Genetisk variation och dess effekter har diskuterats och forskats om mycket. Resultaten är inte solklara. Gran och tall har sina speciella problem. Man kan inte få säkra resultat, eftersom träden lever länge och under varierande förhållanden, och de framtida förhållandena är osäkra. Genomslag av förändringar tar mycket lång tid, det finns mycket tid att reflektera och analysera.

Skogsbruk totalt utan genetisk variation med en enstaka klon skulle sannolikt resultera i större problem med skadegörare och vara mindre robust och den förväntade biologiska produktionen skulle nog bli lägre. Ändå finns det fördelar som kan tänkas mer än kompensera detta, som för många jordbruksgrödor.

Användning av plantor från fröplantager medför ingen eller obetydlig minskning av den genetiska variationen på beståndsnivå. Det är otroligt att de fröplantager som finns eller anläggs nu skulle leda till nämnvärd ökning av problemen med skadegörare kopplat till den genetiska variationen. Det finns mycket annat än den genetiska variationen, som det finns större och mer aktuella skäl att grubbla över i det moderna skogsbruket. Det finns argument för att minska den genetiska variationen i skogen, men i den nära framtiden kommer förändringarna att bli obetydliga. En minskning av den genetiska variationen i bestånd är, om den skulle föreligga, huvudsakligen en risk för markägaren/skogsbruket och det finns lite skäl för samhället som sådant att ingripa i den nära framtiden. Tvärtom är det ett viktigt samhällsintresse att bestånd med låg genetisk variation anläggs i tillräcklig omfattning i praktiskt skogsbruk för att kunna utvärderas beträffande bl.a. konsekvenser av låg genetisk variation.

Den svenska förädlingen med tall och gran bedrivs så att den genetiska variationen bevaras långsiktigt. Svensk långsiktig förädling är väl förberedd på de mindre justeringar som klimatförändringar och nya DNA-tekniker kan ge upphov till, och dessa berör bara perifert bevarandet av genetisk variation i förädlingen.

På några seklers sikt kan bestånd och träd tänkas bli diskutabelt likartade på landskaps och nationell nivå. Det är inte ett överhängande problem, men utvecklingen bör beskrivas, dokumenteras och analyseras mer intensivt än idag. För att i framtiden kunna undersöka inverkan av förädlingen på skogen och dess genetiska variation borde prover av de träd vars ättlingar den långsiktiga förädlingen arbetar med arkiveras.

I den genetiska variationen ingår också variation mellan ursprung (provenienser). Generna rörs om ganska effektivt utan människans ingripande, framför allt, eftersom pollen kan röra sig långa sträckor. Proveniensförflyttningar har dock i en del fall förflyttat gener väsentligt längre och i snabbare takt än naturliga processer, framförallt gäller det gran i södra Sverige. Detta har varit till mycket stor fördel för skogsproduktionen och förefaller inte särskilt riskabelt, även om frötäkt från skogsbestånd försvårats, eftersom ursprunget blivit osäkrare. Men förloppet hittills och i framtiden borde dokumenteras bättre, bl.a. för att ge möjlighet till bättre uppföljningar i

fält och bättre nationell översikt. En bättre och mer kvantitativ beskrivning av granens genetiska historia i Sydsverige inklusive förmodat nuläge och utveckling borde skrivas. Det borde uppmärksammas mer i förädlingen hur man strukturerar och förvaltar förädlingspopulationer, där ursprunget är mycket heterogent och delvis osäkert bestämt.

Jag skulle önska att Sverige nationellt hade bättre överblick över de svenska skogarnas genetik. Jag vill dock inte påstå att det är ett tillräckligt viktigt nationellt intresse för att motivera åtgärder, som inte finner förståelse hos de viktigaste aktörerna. Det kunde skrivas en återkommande rapport om det genetiska tillståndet i Sverige. Det borde bättre karteras vad markägare egentligen själva vet om sina skogars genetik, en enkätundersökning med bl.a. frågor som kan ge svar på detta borde göras. Stambrevsnummer kunde i högre utsträckning skrivas in i skogsbruksplaner. Någon eller några större markägare kunde tillhandahålla lista på referensytor, där förnygringsmaterialets identitet är registrerad.

Mekanismer som ändrar genetisk sammansättning

Den genetiska sammansättningen i en population kan ändras genom migration, naturligt och artificiellt urval, genetisk drift och mutation.

Migration Skogsträdens gener flyttas med pollen och frö. För de viktigaste skogsträden (t.ex. tall och gran) är luftförelser en kvantitativt dominerande migrationsorsak. Frö rör sig typiskt något tiotal meter från moderträdet, medan pollen ofta flyger tiotals mil.

Urval Urvalet kan vara naturligt eller artificiellt. Endast ett frö av hundratusen blir ett moget träd så utrymmet för naturligt urval kan sägas vara stort. Det naturliga urvalet tenderar att göra generna mer anpassade till de omständigheter som gäller för på ett enda ställe vid det tillfället, men detta kan i ett större perspektiv ses som övervägande slumpmässigt process.

Genetisk drift innebär att genfrekvenser och ändrar sig av slumpskäl i en population med litet numerär. Eftersom det finns miljarder granar och tallar så ter det sig kanske betydelselöst, men så är det nog inte. När en art etablerar sig i ett område så kan det vara ett fåtal individer som kommer först och blir föräldrar till en lokal variant som avviker lite på grund av slumpurval av anfäderna. I en skog så kan ett ganska litet antal föräldrar stå för en ganska stor del av träden i ett litet område (säg 500 m²) och dessa kommer då att avvika lite grand i gensammansättning från skogen i allmänhet. I en modern fröplantage finns kanske 20 kloner som dessutom bidrar olika mycket. Genfrekvenserna och associationerna mellan gener i fröplantagen kommer att vara något annorlunda än i den population plusträd valts ur, eftersom 20 (eller effektivt ett lägre antal) är ett litet stickprov. I den långsiktiga förädlingen används en förädlingspopulation på 1000. Även vid ett så stort antal kan driften ha viss betydelse och ett viktigt skäl att förädlingspopulationen inte görs avsevärt mindre är att reducera effekten av drift.

Mutationer innebär att generna ändrar sig, d.v.s. genetisk variation skapas. På lång sikt är det drivkraften för evolutionen och orsaken till genetisk variation, men på några få generationers sikt, som diskuteras här, är tillkommande mutationer inte väsentliga för ändringar av genfrekvenser över tiden. Man kan kvantifiera t.ex. hur stor en population behöver vara för att förlusten av genetisk variation genom drift skall balanseras av tillskott genom mutationer. En mycket liten del av mutationerna har positiva effekter i normala tidsperspektiv.

Genetisk variation

Betydelsen av genetisk variation i stort

Genetisk variation är det råmaterial som evolutionen utnyttjar. I en värld utan genetisk variation skulle det inte finnas någon evolution, inga arter och inget liv.

Det finns därför tungt vägande etiska skäl att ha respekt för den genetiska variationen.

Genetisk variation är en resurs som människor vidareutvecklar genom domesticering och förädling av växter och husdjur.

Vad är genetiska variationen?

Träd har i storleksordningen 45000 fungerande gener. Huvuddelen av dess DNA (99 %) verkar inte innehålla meningsfull information och variation i detta har mestadels liten betydelse. Man kan tala om genetisk variation på olika nivåer, på DNA-nivå, gennivå, kromosomnivå och fenotypisk nivå. På gennivå finns gener i olika varianter. Genotypisk variation är en annan sak. Varje träd är genetiskt unikt, det finns miljarder genetiskt unika granar i Sverige. Bestånd av skogar från fröplantager består av genetiskt unika träd på samma sätt som naturskogar. Den viktigaste mekanismen för nyskapad genetisk variation är mutationer.

Hur mäts den genetiska variationen?

Genetisk mångfald kan betraktas och mätas i olika skalor i tid och rum och med olika mätetal. Det finns inte allmänt vedertagna generella definitioner för vad genetisk variation eller genetisk mångfald innebär i kvantitativ bemärkelse, en lista på några mått finns t.ex. i Hughes m.fl. (2008). Vilken exakt betydelse den genetiska variationen har är också oklart.

Det finns olika sätt att mäta genetisk variation och ibland kan resultaten bli olika eller i varje fall te sig olika på grund av vad som mätts. En stor del av den synliga (fenotypiska) variationen mellan individer av en art beror inte på generna, och av den som beror på generna är det mycket som beror på hur generna kontrolleras och samspelar snarare än de viktigaste generna själva.

På genotypnivå finns det ett näst intill oändligt antal kombinationer av genvarianter. I princip uppkommer genkombinationerna i en levande varelse bara en gång i universums historia, individer är (vanligen) unika. Bevarandet av genetisk variation är inte bevarandet av genkombinationerna, utan bevarandet av möjligheten för genkombinationer att bildas. Även om genvarianter försvinner så blir ändå antalet möjliga kombinationer astronomiskt och individerna unika.

Vad genetisk variation betyder

Olika varianter av gener förekommer i olika frekvenser.

Ibland har det betydelse vilken genvariant en individ har, vanligen är det betydelselöst för individen.

En ovanlig genvariant kan helt försvinna av slumpskäl vid små numerär, en vanligare genvariant kan ändra frekvens p.g.a. statistiska fluktuationer i små populationer, detta kallas ”genetisk drift”.

Sällsynta genvarianter uppkommer kontinuerligt genom mutationer. Nästan alla nya mutationer är negativa eller betydelselösa. Slumpens spel låter dem leva en tid i populationen eller de kan till på köpet bli vanliga eller fixeras, men normalfallet är att de fortlever en kortare eller längre tid som sällsynta genvarianter och sedan försvinner igen. Även en positiv genvariant hinner oftast försvinna innan den blivit så vanligt så den stannar kvar i populationen i tillräcklig omfattning för att selektionen skall öka dess förekomst och bli viktigare än driften, eller så inträffar aldrig de speciella förhållanden när den är

gynnsam. Förlust av potentiellt värdefulla genvarianter är något som inträffar mycket ofta, och kan inte ses som en unik katastrof. En stor del av det vi kallar genetisk variation på gennivå är förmodligen betydelselös för ett bestånd och bidrar inte ens till den fenotypiska variationen mellan träd. Bevarande av genetisk variation kan och skall inte tolkas som att varje genvariant skall bevaras. Nästan alla sällsynta genvarianter är värdelöst skräp. Selektionstrycket kan variera i tid och rum. Sällsynta genvarianter kan vara nyttiga ibland i speciella situationer, men vara måttlig skadliga i normalfallet. Om de helt försvinner så är det en nackdel och minskar artens förmåga att anpassa sig om situationer, där genvarianten är nyttig blir vanliga. Ett exempel från människan är en gen som om den finns i den ena kromosomen ger bäraren ökad motståndskraft mot malaria, men om den finns i båda är dödlig. Trots att det är en letal gen så stannar den i populationen och kan bli ganska vanlig i populationer där malaria är vanlig.

Huvuddelen av den fenotypiska skillnaden mellan individer regleras av förekomsten av ganska vanliga genvarianter, för ett bestånd har närvaron eller frånvaron av en genvariant i såg 5 % av träden vanligen försumbar betydelse. Även om den hade betydelse och bara träd som hade den överlevde i en viss situation skulle det ändå vara för få träd för att rädda ett bestånd ur skogsproduktionssynpunkt, då måste fler än 5 % av träden överleva.

Träd och människor styrs i stor utsträckning av gener, men i de flesta egenskaper och genyttringar finns det ingen genetisk variation att tala om, nästan alla individer är lika, utom uppenbara missbildningar. Vi människor har (nästan) alla två armar, två händer med vardera fem fingrar, ett huvud med två ögon etc., och detta regleras förstås av gener, men det finns ingen betydelsefull genetisk variation och har förmodligen inte funnits på många miljoner år. För huvuddelen av generna har förmodligen genetisk variation inte haft något nämnvärt värde i rimliga tidsperspektiv.

Träd och människor bär på en skadlig genetisk variation ("genetic load") som bara yttrar sig när en defekt genvariant inte maskeras av en fungerande. Skadliga mutationers frekvens kan ökas av slumpen om de har låg frekvens och inte kommer till uttryck förrän båda generna i en individ är av den skadliga typen. Det kan ta mycket lång tid innan sådana gener elimineras av det naturliga urvalet, och eftersom nya tillkommer genom mutationer så utbildas ett jämviktsstillstånd. En hel del genetisk variation har alltså rent negativa oönskade effekter, och kan ses som en sidoeffekt av evolutionens mekanismer.

En mycket liten del av den genetiska variationen på DNA-nivå förmodas ha någon betydelse, eftersom den uttrycks i någon livsprocess. Detta eftersom så liten del av DNAt påverkar de aktiva generna.

En del genetisk variation kan vara dold, d.v.s. flera gener kan te sig som *en* gen, eftersom de ligger nära varandra på samma kromosom, eller någon annan gen undertrycker effekten, men förr eller senare omlagras det genetiska materialet och då frigörs dold genetisk variation. Den genetiska variationen i en karaktär kan alltså vara större än det verkar i experiment som bara varar några generationer.

Man kan tala om genetisk variation på fenotypisk nivå, individer *är* olika. Att individer är olika beror på deras gener och deras miljö och hur arv och miljö växelverkar. Fenotypen regleras alltså av både arv och miljö. Fenotypen kan beskrivas av många egenskaper. Ibland kan genetiska skillnader i enstaka gener ge distinkt skilda fenotyper: blå eller bruna ögon; släta eller skrynkliga ärtor, och eftersom genetiken är mest slående och enklast att studera i sådana fall, så överdrivs nog betydelsen av denna enkla nedärvning som förklaring till den genetiska variationen mellan t.ex. granar i Nordeuropa. Egenskaper byggs ofta upp av effekterna i många gener som växelverkar med varandra och med miljön på ett komplext sätt. I sin tur kan egenskaper samverka med andra egenskaper på den fenotypiska nivån.

Jag talar om "egenskaperna" produktion och anpassning så man skall få en uppfattning om vad det rör sig om kvantitativt för skogsbrukets viktigaste egenskaper. Produktion kan tolkas som tillväxt i torrsubstans per år allt annat konstant och anpassning var i miljön produktionen maximeras av materialet, allt annat konstant. Produktion inkluderar skador i den omfattning de förekommer nu allt annat konstant. Även om det finns experiment som påstår att t.ex. 40 % av produktionen eller anpassningen förklaras av en gen är detta i mycket speciella populationer och miljöer, som inte alls speglar den variation och komplexitet som finns för t.ex. tall i Sverige. Det är varken praktiskt eller teoretiskt möjligt att ange annat än grova skattningar av produktion och anpassning, men å andra sidan tycker jag man måste eftersträva att göra några kvantifierade skattningar av storleksordningar.

När man talar om kvantitativa egenskaper som produktion och anpassning kan variation mätas och bestämmas eller uppskattas med variansmått och den genetiska variationen kan uttryckas som genetisk varians eller lite mer inskränkt additiv genetisk varians, V_A , i den aktuella egenskapen.

Mått på genetisk variation utgår ofta från sannolikheten att gener i en population är kopior av samma gen i en gemensam förfader. Man kan också sätta den av genetiska faktorer orsakade variansen i relation till variansen som beror av andra orsaker, denna relation uttrycks med heritabilitet.

Forskare mäter oftast genetiska variation med markörgener, d.v.s. gener eller DNA sekvenser som är lätta att bestämma och analysera populationsgenetiskt och vars mångformighet används för att beskriva genomets variation. Vanligen är de inte alls eller mycket svagt kopplade till de "viktiga" egenskaperna, men markörgenerna kan ändå ofta antas vara representativa för huvuddelen av genmassan. De viktiga egenskaperna påverkas av naturlig och artificiell selektion och förmodligen omfattar denna påverkan bara en mycket liten del av variationen på DNA och gennivå. Forskarna mäter i enstaka objekt och representativiteten av dessa är diskutabel, åtminstone när man går ner på variation på landskapsnivå och beståndsnivå. T.ex. finns det nog inte och har kanske sedan istiden aldrig funnits något opåverkat naturtillstånd att jämföra med.

Ekologiska konsekvenser av genetisk variation

En ny översikt över de ekologiska konsekvenserna av genetisk variation presenterades av Hughes m.fl. (2008). En svårighet att tolka sammanställningen är att det är få arbeten med barrträd. Genetisk diversitet

kan ha och har i en del system visat sig ha effekter som ökad primär produktion och minskade skador av herbivorer och patogener. En möjlig förklaring är att ”bättre” komponenter kan ta över ekologiskt utrymme från sämre. Det står dock inte klart hur generellt dessa resultat skall tolkas, eftersom huvuddelen av resultaten härrör från manipulationer med klondiversitet och lite är känt om förhållandet mellan betydelsen av genetisk diversitet relativt andra faktorer. Resultaten av denna sammanställning baserad på ”alla” arter (få barrträd) liknar slutsatserna från de svenska utredningarna om klonskogsbruk (Gullberg m.fl., 1977; Lindgren m.fl.; 1990; Sonesson m.fl., 2001). Det finns studier som argumenterar för att genetisk diversitet borde återinföras i genetiskt homogena jordbrukssystem (exempelvis Newton m.fl., 2009).

Ekonomiskt värde av genetisk variation

Homogenitet har oftast ett positivt värde för den som köper en produkt (en kvarn som köper korn t.ex.). Vinsten med en blandning av komponenter blir lägre än den bästa komponenten. För ekonomiska produktionssystem är det sällan optimalt att maximera den genetiska diversiteten och ofta optimalt att minimera den. Hos skogsträd spelar dock homogenitet hos råvaran förhållandevis liten roll jämfört med många jordbruksväxter, eftersom varje träd har stor variation mellan olika användbara delar (rotstock/topp, mogen ved/juvenilved etc.).

Genetisk variation i skogen

När man diskuterar genetisk variation i förädlade produktionsskogar måste det betonas att nästan alla skogar med förädlad material är avsedda att vara ”återvändsgränder”, som ersätts med andra skogsodlingsmaterial vid avverkning och därför får liten inverkan på framtida skogar. De förädlade skogarna själva förväntas bara marginellt inverka på artens fortsatta evolution. Genbevarande för evolution kan sägas ske i naturlig förnygring, genbanker och skogsträdsförädling. Alltså är behovet av genetisk mångfald i produktionsskogen inte centralt för att bevara evolutionspotentialen.

Den nuvarande nivån av genetisk variation i en ”naturlig” population är följden av ett långvarigt samspel mellan anpassning, variation och stokastiska faktorer, och kan ses som en ögonblicksbild av en pågående dynamisk process. Att försöka efterlikna naturen kan tänkas öka säkerheten. Det finns emellertid inga starka skäl att se följderna av naturliga – i hög grad slumpartade – processer som optimala och det kan ifrågasättas om de skall utgöra ett mål för skogsbruk. Människan har varit den kanske viktigaste ekologiska faktorn sedan istiden, d.v.s. under hela den svenska skogens historia, men typen av människans påverkan över tiden ändras. Den ”naturliga” anpassningen speglar historien. Behovet av anpassning i framtiden behöver inte vara nära korrelerat med historiken.

För den genetiska variation som kommer att överleva nästa istid, är antagligen de gener som finns i träd inom eller nära de tidigare och blivande refugierna viktigare än de gener som finns i Sverige idag. Alltså borde vad som sker i Sverige ha en mycket liten långsiktig inverkan på arternas långsiktiga evolution. Gran och tall har enorma utbredningsområden och inom en stor del av dessa är olika former av naturlig förnygring dominerande. De är inte utrotningshotade, och om den genetiska variationen ses som hotad, så är det bara lokalt.

Sammanställning av genetisk variation i naturliga populationer hos svenska arter

En sammanställning av undersökningar om den genetiska variationen i naturliga populationer av i Sverige förekommande arter har gjorts av Laikre m.fl. (2008). Sverige anses ha en förhållandevis positiv inställning till idén att följa upp förändringar i genetisk variation. Den genetiska variationen har enligt sammanställningen mätts i över 20 undersökningar för fem arter, varibland tall och gran är med, och dessutom tre fiskarter. För många ekologiskt viktiga arter inklusive träd finns inga eller endast enstaka undersökningar. Det kan finnas flera, och sökprofilen undviker ”domesticated” och ”quantitative genetics” och kanske inte fångar t.ex. proveniensförsök med skogsträd väl, men tall och gran klassificeras alltså ändå som relativt väl undersökta. Däremot finns det få undersökningar av ändringar av den genetiska sammansättningen över tiden. Det fanns bara en studie för ett skogsträd (tall), som dock täckte en verkligt lång tidsperiod, 10 000 år sedan istiden. Den närmast längsta undersökningen täckte knappt 200 år (varg). Ingen genetisk förändring över tiden observerades i tallundersökningen.

Samband mellan genetisk variation och skadegörare

Genetisk variation ses ofta som ett skydd mot sjukdomar och skadegörare (Schmidt, 1978; Umeå, 1982; Zobel, 1982). Detta är dock ingalunda okontroversiellt och det framhävdes mer för några decennier sedan än nu. Genetisk variation ger spelrum för evolutionen att anpassa sig till nya mönster hos skadegörare. Genetisk variation ger mer svängrum för förädlingen att anpassa kulturskogen till en ny miljö inklusive ändrat skadegörarmönster, vilket blivit viktigare med de stora miljöförändringar som förutspås. Genetisk variation kan skydda ett bestånd genom att en avsevärd (hälften av träden) klarar angrepp av en oförutsebar skadegörare, men beståndet är inte räddat om bara en tiondel av träden klarar sig, d.v.s. ovanliga genvarianter eller genvariationer har liten betydelse för att rädda redan etablerade bestånd från skadegörare. Den genetiska variationen är utomordentligt viktig för bibehållen förmåga till genetisk anpassning, men produktionsskog och fröplantager är inte den viktigaste vägen att bevara artens genetiska variation för framtida evolution.

Klonskogsbruk

Brist på genetisk variation drivs till sin spets i monoklonskogsbruk, där alla träd är genetisk identiska, d.v.s. total avsaknad av genetisk variation. Klonskogsbruk behandlas på flera ställen i denna rapport. Det finns en betydande erfarenhet och det är inte övertygande styrkt att monoklonskogsbruk drabbas av katastrofer i oacceptabel omfattning eller grundat i erfarenheter bör betraktas som särskilt riskabelt. Det finns dock en berättigad oro att det är för stor risk och det känns rekommendabelt att blanda ett antal kloner för att därigenom minska risken. Å andra sidan är det önskvärt att det tillkommer monoklonodlingar, eftersom endast erfarenhet gör det möjligt att utvärdera risken med låg diversitet för det specifika fallet (t.ex. gran i Sverige), och riskerna är nog inte så stora.

Det preciseras sällan hur många kloner som är önskvärt i en klonblandning, men det borde räcka med några få. Sonesson m.fl. (2001) skriver om klonskogsbruk. ”Flera faktorer gör att de svenska skogarna idag avviker betydligt från ett helt och hållet naturligt tillstånd, som landskapsfragmentering, antropogen klimatförändring, rationellt skogsbruk baserat på kulturer med en art. Högt betetryck av klövvilt, luftföroreningar och användning av konstgödning och kemikalier. Många av dessa faktorer har mycket större inverkan på de svenska skogarna än klonskogsbruk har och kan förväntas få inom den närmaste framtiden.” Detta gäller förmodligen i än högre grad andra yttringar av det moderna skogsbruket såsom fröplantager.

Den begränsade faktiska erfarenhet som finns om klonskogsbruk pekar knappast på att de fall av skador som inträffat huvudsakligen beror på att skogar med klonblandningar är känsligare för skador än andra skogar (jfr. exempelvis Vallée, 1985).

Kloner är olika känsliga för skadegörare

Om man registrerar skador av skadegörare i ett klonförsök får man vanligen en väsentlig skillnad i angreppsgrad mellan olika kloner. Detta är inget bevis för att kloner är riskabla, det är förmodligen oftast så att i ett genomsnitt över tid och rum och kloner jämnar skillnaderna ut sig. Skillnader mellan kloner överdrivs i enstaka försök, rangordningen ändras i andra miljöer och förhållanden och försöksfelet kan vara väsentligt. Extremerna ter sig mer extrema än de faktiskt är i genomsnitt i verklig odling. Men det är ett argument för att risken för ett förödande skadegörarangrepp inträffar minskar om man har en blandning av genotyper.

Tolerans/resistens mot djur

Det finns genetiskt betingade skillnader beträffande i vilken grad och hur träd angrips av djur (såsom älg, hare och sork). Djuren kan ”finna” attraktiva sorter bland ett ganska stort antal. Genetiskt betingade skillnader i smaklighet kan kopplas till tre huvudorsaker:

- Morfologiska skillnader. Exempelvis föredrar älg vissa typer av skott, frekvensen av dessa skottyper kan variera.
- Invintringsbetingade skillnader. Sent invintrande sydliga provenienser skadas ofta mer. De kanske inte hunnit med att avsluta invintringen helt, och kan ha mer aptitliga kolhydrater i innerbarken.
- Skillnader i försvarssubstanser. Träd innehåller ett stort antal substanser som torde tjäna som ett försvar mot skadegörare (osmakligt, klibbigt, kletigt, illaluktande, giftigt etc.).

Det kan finnas skäl att befara att god tillväxt är korrelerat med högre smaklighet, vilket gör att skogsträdsförädling kan råka ut för negativa överraskningar. Därför bör man vara observant på djurskador när man gör genetiskt urval. Å andra sidan är ett sådant samband långt från 100-%igt. Numera verkar exempelvis contortatall vara avsevärt mindre angripna av älg än vad tall är.

Det är ganska sannolikt att resistent genotyper i ett bestånd ”skyddar” mottagliga, fast förmodligen i liten grad. Från ”MINT” utredningen (Larsson

m.fl., 2009) citeras (bilaga 4 till denna rapport). ”Flera undersökningar har visat på skillnader i mottaglighet hos olika individer av gran för angrepp av rotticka. Granklonerna är inte helt resistenta och angreppets svårighetsgrad är kopplad till vilken individ av rottickan som attackerar trädet (Rodriguez m.fl., 2009). Val av kloner måste ske med stor omsorg. Vid fel val kan rottickans tillväxt i träden bli direkt förödande med mycket höga spridningshastigheter som följd (Capretti & Goggioli, 1992). Det finns en risk att rottickan på sikt kan anpassa sig till mindre mottagliga grankloner”. Stora skillnader kan indikera att vinster kan göras genom att välja rätt kloner, men dessa vinster överdrivs nog ofta, skillnader i enstaka test avviker säkert från den genomsnittliga odlingssituationen. Klonskillnaderna behöver dock inte vara drastiska. Hilleshög hittade i hela sitt klontestade material inte ett enda exempel på att en klon har slagits ut för att en biotisk skadegörare slagit speciellt hårt mot denna klon.

Gynnas skadegörare av låg genetisk variation?

Om en klon är en liten del av nischen en skadegörare adapteras till så är det osannolikt att den blir speciellt adapterad till en speciell klon. De arter som i första hand är problem på gran (*Hylobius abietis*, *Dendroctonus micans*, *Neomyzaphus abietina* och *Lymantria monacha*) är mycket breda och angriper flera olika arter, så det är osäkert om lämplig genetisk struktur utgör ett skydd (Roulund, 1983). Det finns (till skillnad från i jordbruket) tid för skadegörarna att evolutionärt anpassa sig till träden. Det finns få praktiska belägg för förmodan att skadegörare faktisk gynnas av liten genetisk variation i kommersiella barrträdsodlingar. Det finns fler belägg med *Salix*, som räknas som en jordbruksväxt och normalt odlas i monoklonkulturer. Risker för utbrott som ledde till skador av insekten *P. vulgarissima* i sälg är större i monokulturplanteringar än i naturliga bestånd (Dalin m.fl., 2009). Både insektsangrepp och rotskador var lägre i en klonblandning med 3–5 komponenter än i monokulturer (Peacock m.fl., 2001).

I linje med teoretiska förväntningar minskar omfattningen av patogener i blandade bestånd relativt rena bestånd i många agrikulturella system (Burdon, 1987). Resultat från 103 studier med två komponenter i blandning visade att patogennivån alltid var lägre än den mest angripna monokulturen och ofta väsentligt lägre än det aritmetiska medelvärdet av komponenterna i monokulturer. Det förefaller som om resistenta sorter skyddar mottagliga genom att minska patogentrycket. Det finns dock exempel på att blandning varit ofördelaktigt och att ”smutsiga” komponenter bereder vägen för en attack och det finns mekanismer genom vilka en blandning kan erbjuda en bättre nisch för en skadegörare.

Domesticerade och vilda system kan vara olika. En del av domesticeringsstrategin för mat- och foderväxter är att bli av med osmakliga och obehagliga substanser som evolutionen utvecklat som skydd mot skadegörare. Den naturliga skyddsnivån kan förmodas ha blivit sänkt hos många jordbruksväxter. Den naturliga genetiska variationen utgör uppenbarligen icke något fullgott skydd mot biotiska skadegörare. Effekterna av saknad diversitet kan därför vara mindre allvarliga hos skogsträd, som har kvar huvuddelen av de ”naturliga” skyddssystemen. Skogsträden bör på något sätt ha utvecklat en ”försvarsfilosofi”, som inte lägger tyngdpunkten på

genetisk variation inom arten utan på generella försvarssystem hos alla individer hos arten.

Generaliseringar om effekten av att blanda genotyper på beståndsnivå är osäkra och klonblandningar är inte med säkerhet positiva ur skadegörarsynpunkt. Det är möjligt att säkerheten ökas om bara kloner från samma proveniens blandas, då blir blandningen förmodligen inte mer (men inte heller mindre) angripen än en naturlig skog (Heybroek, 1982).

Tolerans/resistens mot svampar

Av experiment och erfarenheter från framförallt rena linjer med stråsäd kan man dra vissa slutsatser:

- funktionell (skyddande) diversitet, d.v.s. blandning av arter eller sorter, tycks ofta kunna minska rotsvampars aggressivitet, ev. beroende på de spridningshinder och den miljö blandningen skapar (Segal m.fl., 1978). Samma förhållande anses ofta gälla i skogar (Schmidt, 1978).
- sortblandningar (av 2–8 sorter) minskar hastigheten med vilken vissa rotsvampepidemier sprider sig.
- svampsjukdomar ”anpassar sig” till en gröda, och sortbyte är ett hjälpmedel. Det bör observeras att odlarna av de grödor, där nackdelar med genetiskt enhetliga material faktiskt påvisats, ändå finner fördelarna med genetiskt homogena odlingsmaterial väga tyngre än nackdelarna. Man bör komma ihåg, att även om principerna gäller i de flesta fall, så finns det exempel på sortblandningar, där det är tvärtom.
- Ett argument för att bara använda några få kloner är att skadegörare kanske stoppas eller bromsas ned vid gränser mellan bestånd med olika sammansättning, medan en större mängd kloner i blandning skulle kunna erbjuda mer genetisk kontinuitet och genetiska korridorer mellan bestånden som gör det lättare för skadegörare att sprida sig mellan bestånd (Libby, 1982). Det kan emellertid ifrågasättas om denna mekanism har stor relevans för skogsekosystem.

Analogin med jordbruksväxter kan vara osäker (jämför Burdon, 1987). Träd är långlivade organismer och stora nog för att ett enskilt träd skall kunna betraktas som en ekologisk nisch ur vissa skadegörares synpunkt. Träd kan förmodas utveckla andra strategier mot svampsjukdomar än domesticerade, kortlivade, små och tätpackade jordbruksgrödor. De svamparter som i första hand utgör problem för gran (*Armillaria mellea* och *Heterobasidion annosum*) har ett så brett angreppssätt att de angriper flera olika trädarter. Detta antyder att den genetiska variationen får begränsad betydelse för angreppens omfattning (Roulund, 1983). I ungdomsstadiet är tall betydligt mer mottaglig än gran för många svampsjukdomar. Före tioårsåldern kan emellertid båda trädslagen angripas av *Armillaria* och rotticka. Angreppen gynnas av dålig rotning eller stressade rotsystem. Tallplantor och träd är ofta utsatta för angrepp av rotsvampar (knäckesjuka, blåsröst, törskate etc.) eller skott- och barrpatogener (snö- och tallsytte, *Gremmeniella* osv.). I dessa fall är en genetiskt betingad resistens sannolikt mer utpräglad än beträffande rotrötesvamparna. En stötesten i arbetet med urval är att betydelsen av (stressande) miljö respektive ärftlig resistens är så svåra att skilja.

Nästteorin

Man kan tänka sig att ett genetiskt smalt material är känsligare för sjukdomar. Blir det hårt angripet skulle detta kunna leda till ett större infektionstryck på omgivningen och därigenom skulle även normalt icke mottagligt material kunna angripas. Blir ett material mer angripet för att det är genetiskt smalt, så är det för att en speciell ras av skadegöraren funnit just detta material som en bra nisch, där infektionen kan utvecklas. De annorlunda genetiska materialen i omgivningen är inte så mottagliga för just denna ras (då skulle den inte haft en specifik fördel i det smala materialet). I den närmaste omgivningen till härden kan infektionstrycket bli så starkt så att angreppen ökar trots att omgivningen inte är så mottaglig. Men denna zon av ökade angrepp borde bli av begränsad storlek. I avsaknad på empirisk erfarenhet kan man beteckna risken som begränsad. Det är angeläget att anlägga ett antal monoklonkulturer bl. a. för att få ett bättre underlag för att bedöma denna risk.

Förädling och skadegörare

Allvarliga angrepp av svampsjukdomar (t.ex. knäckesjuka och *gremmeniella*) är ofta diagnosticerade skadegörare, fast den grundläggande orsaken är dålig anpassning (ett för sydligt tillväxtmönster) för att passa ståndorten. Hög skadegrad kan vara ett mått på hur genetiken styr anpassningen snarare än direkt mottaglighet för skadegöraren. Urval för skador kan vara urval för anpassning och då hade det varit effektivare att sikta direkt på anpassningen, även om skadegörarna minskar.

Genotyper från fröplantager skall vara anpassade till plantering och sådd, och framförallt planteringar, men också skogsådder kan utsättas för ett annat skadegörartryck än träden mött i evolutionen, speciellt i plant och ungskogsfasen. Förädlingen väljer träd som utgående från försöken klarar sig bra under det skadetryck de utsätts för i 10-åriga planteringar och förädlingen ”höjer” alltså resistensen emot de viktigaste skadegörarna, som de uppträtt under de gångna decennierna i plant och ungskogsfasen, även om urvalet inte görs speciellt för resistens mot skadegöraren.

Zobel (1982) anser att nästan alla ekonomiskt viktiga karaktärer hos träden är oberoende av mottaglighet mot skadegörare och att därför förädling utan speciell hänsyn till resistens inte nedsätter resistensen.

Genvarianter som är sällsynta är svåra att utnyttja i förädlingen. Om man specifikt väljer många träd med en sällsynt allel så blir de starkt besläktade och andra sällsynta alleler i kromosomsegmentet omkring försvinner snabbare. Om genvarianter som minskar skador av skadegörare är vanliga så är det lättare att välja för resistent typer och därigenom öka resistensen mot en skadegörare. Det är alltså lättare att i förädling använda vanliga än sällsynta alleler. Det räcker med förhållandevis få individer för att bevara de vanligt förekommande genvarianterna.

För jordbruksväxter är oftast ett led i förädlingen att göra växterna mer aptitliga för djur och människor genom att ta bort mekanismer som evolutionen utvecklat för att skydda mot skadegörare (som gör plantorna giftiga, kletiga, illuktande etc.). Till skillnad mot huvuddelen av jordbruksväxterna ingår det inte i skogsträdsförädlingens mål att göra

skogsträden aptitliga, men det verkar ändå möjligt att en förädling för tillväxt också medför att träden blir attraktivare för en del skadegörare. En del av substanserna i träden kan förväntas uppkommit som skydd mot skadegörare. Ökning av mottaglighet motverkas av förädlingen, som har låg skadegrad som ett mål och som i sig utgör ett alarmsystem och samlar in information som kan användas för att belysa om ökande skador uppträder och vilken roll förädlingen har (det ingår ”kontrollmaterial” i förädlingsförsöken). I en del fall sänker förädlingen skadegraden, eftersom skadegörare oftare koncentrerar sig på försvagade eller döende individer och detta förädlas emot. Det finns tillfällen i Sverige då dålig klimatanpassning hos förflyttade material lett till större skador inte bara direkt utan indirekt genom större angrepp av skadegörare som då vanligen kan ses som en effekt av dålig anpassning (se annat kapitel). I andra fall finns det nog samband som är svårt att göra något åt utan man måste leva med det. Blir det mer och växtligare träd så är det också en större foderkälla till en del av de skadegörare som lever på träd. Eftersom träden bara har medvetet förädlats i en generation och eftersom tidigare domesticering nog inte haft stora effekter, så finns nog huvuddelen av trädens genetiska resistens kvar.

Skadegörare har kort livstid och skogsträd lång. Det finns (till skillnad från i jordbruket) tid för skadegörarna att evolutionärt anpassa sig till skogsträden eller att något gynnsamt år få optimala infektionsmöjligheter. Skogsträden måste därför på något sätt ha utvecklat en ”försvarsfilosofi”, som inte lägger tyngdpunkten på genetisk variation inom arten. Den naturliga genetiska variationen utgör uppenbarligen icke något fullgott skydd mot biotiska skadegörare. Genetisk känslighet för stress, som skulle kunna vara en oavsiktlig bieffekt av förädlingsarbetet, kan förmodas öka skaderisken.

Det finns en omfattande erfarenhet från försök av förädlade material i försök upp till 50 års ålder och från skogsbruk upp till 40 års ålder. Äldre dokumenterad erfarenhet finns för mycket små material som vanligen inte är typiska eller material som bara är förflyttade, men knappast kan betecknas som förädlade. Från liknande träd i varmare länder (exempelvis sydstatstall) täcker erfarenheterna mer än en omloppstid. Situationer är inte ovanliga där skadegörare är ett huvudproblem med grödan och förädlingsansträngningen att undvika skadorna är ett väsentligt inslag i förädlingen, men skadorna är då ändå inte så allvarliga så att de leder till att man upphör att använda materialet och om man gjorde det så vore det då inte p.g.a. att förädlingen hade ”fördärvat” det. Erfarenheterna gör katastrofscenarior med skadegörare, där ökad användning av förädlade material är en huvudorsak, relativt otroliga för gran och tall i Sverige. När de uppträder är orsaken nog mera grödan i sig som är problemet än att den är förädlad.

Naturlig genmigration (pollen och frö)

För de viktigaste skogsträden (t.ex. tall och gran) är luftrörelser en kvantitativt dominerande migrationsorsak.

Frö. Typfallet är att kottarna öppnas och fröna faller till marken under vintern och grov på försommaren. En frövinge gör att fallet går långsammare, men det mesta fröet faller inom ca 15 meter från moderträdet och mycket få över 70 m.

Detta utesluter inte att det är viktigt för genetiska strukturer att enstaka frön kan färdas långa distanser (t.ex. transporteras av ekorre eller fågel eller flyga på skaren). De träd som koloniserat Sverige efter istiden måste ha rört sig i storleksordningen en mil per generation, d.v.s. enstaka träd kommer först och kan stå för nykolonisationen. Dessa få träd ger sen upphov till mycket fler träd inom 100 m från de första pionjärerna. Därför kan genetisk drift ha betydelse trots att det finns många träd i den etablerade skogen. Nyetableringar kan även ske i redan etablerad skog. Om skogen försvinner över ett område som är minst några hundra meter, så kan det vara få träd som kommer initialt på de delar av området där det är mer än 100 meter till äldre bestånd, och sedan sker en andra generations beskogning från dessa kolonisateurer, igen kan genetisk drift vara relativt viktig.

Pollen Befruktningsdugligt pollen av gran och tall kan flyga långt och gör det i stor skala (Lindgren m.fl., 1995). I fröplantager kommer hälften av pollenet från andra träd än plantageträden, vilket bör tolkas som att i ett bestånd bara hälften av fäderna kommer från beståndet. Över sjöar och i fyrskepp är pollenförekomsten jämförbar med i bestånd. Pollen kan finnas i luften långt innan den lokala pollenspridningen startar. Å andra sidan kan under gynnsamma omständigheter en tredjedel av pollineringen komma från en nära granne. En icke oväsentlig del av det befruktande pollenet kan nog ibland komma från 10 eller 20 mils avstånd. Det kan nog vara så att även om ett trädslag enligt invandringshistorien kommer från ett område med frö kan det genetiskt domineras av gener som spritts från ett annat område med pollen.

Ett fåtal gener sprids bara med frö (mitokondrier) eller pollen (kloroplaster). Mitokondrie-generna förmodas migrera långsamt i situationer när nya områden inte invaderas och har därför en potential att utveckla en genetisk differentiering på landskapsnivå. Det förefaller inte sannolikt att de få generna i mitokondrierna skulle utveckla stark lokal anpassning eller annars differentieras på ett betydelsefullt sätt.

Genetisk jämvikt, utavel, heterosis

I delpopulationer som är isolerade blir individerna allt mer släkt och detta leder till inavelsdepression och högre frekvens av ärftliga sjukdomstillstånd. Släktskapet återspeglas i att homozygoter blir vanligare än de skulle vara om genvarianterna fördelades slumpmässigt inom arten. När isoleringen bryts så kan man tala om motsatsen till inavel, utavel. Detta antas ofta vara förenat med en ökning av vitaliteten, heterosis.

Detta har generaliserats och man har ofta trott att det generellt är bra att korsa individer med olika ursprung. Det finns många exempel på att det faktiskt gått bra och detta används praktiskt. Dock tror jag att man överdriver hur bra det är generellt, man hör om de positiva exemplen, men när det inte gått bra talas det mindre om det. Det är ofta bra i förädlingen om man provar många korsningar och sedan väljer de bästa, men detta är inte samma sak som att genomsnittskorsningen är bra. Det finns exempel på att utkorsning givit dåligt resultat.

Också för skogsträd har man provat vad som händer om man korsar olika raser eller arter och en del av dessa korsningar används praktiskt (hybridlärk,

hybridasp). Att korsa sydlig och nordlig gran verkade ge bra resultat och detta försökte man utnyttja i praktiken till plantager där hybridfrö skulle produceras. Det finns ett separat avsnitt om detta.

För att mäta om det finns olika genetiska strukturer i olika populationer hos en art så anger man avvikelser från ett idealt jämviktstillstånd, när genvarianterna fördelar sig på individer ungefär slumpmässigt (s.k. Hardy-Weinberg jämvikt). Avvikelserna från slumpmässighet verkar inte stora varken i svenska barrträd eller i liknande situationer i andra länder, vilket tyder på att generna rörs om ganska bra och att det inte finns någon uttalad genetisk struktur som bryts sönder med kulturskogens stora genförflyttningar.

Å andra sidan kan storleksordningen av de avvikelser från jämviktstillståndet som faktiskt existerar tyda på att närstående träd är ungefär sysslingar och denna släktskapsstruktur bryts alltså sönder med kulturskogsbruket. Förädlarna skatta att detta ökar skogsproduktionen med två procent i plantagefrö. En ny undersökning (Garcia-Gil m.fl., 2009) antyder att i enstaka bestånd släktskapet kan vara mycket större (ungefär som helsyskon), så att fördelen med att bryta släktskapen med plantagefrö kan vara mycket större än de skattningar vi nu utgår från.

Effekten av urval på kvantitativ genetisk varians

Sammanfattning: Plusträdsurvalet i Sverige kan förväntas minska den genetiska variansen hos plusträdspopulationen i de karaktärer urvalet avsåg att förbättra med 5–10% jämfört med de skogar urvalet skedde i. När fröplantager sätts upp omkombineras generna i plantagefröet och cirka hälften av den ”förlorade” genetiska variansen återuppstår. Urvalet av plusträd förefaller ha någon, men liten effekt på den genetiska variansen av plusträdsavkommorna från fröplantagerna jämfört med en plantage med ett slumpmässigt urval av kloner.

Eftersom en ny undersökning tycktes göra troligt att förädling stramar åt den genetiska variationen, som är central för denna utredning, så måste detta diskuteras utförligt och med en fördjupning. Tyvärr blev detta avsnitt därför ganska tekniskt och utnyttjar formler.

Genetiker väljer de bästa träden ur en grupp av träd. Man kan förutse effekten av urval under vissa ideala förutsättningar, som antagits vara i stort sett uppfyllda. T. ex. antages normalfördelade trädvärden för nedanstående matematiska resonemang.

De bästa träden i en population är mer lika varandra än genomsnittsträden. Den genetiska variationen i den utvalda gruppen jämfört med ursprungspopulationen i den aktuella karaktären minskar som

$$h^2 i(i - x)$$

Där x är trunkationsgränsen, h^2 heritabiliteten och i selektionsintensiteten. Om man använder formuleringar av Rosvall (1999) blir den genetiska variationen i en utvald del:

$$V_A' = (1 - h^2 i(i - x))V_A$$

Även om den genetiska variansen blir starkt reducerad i ett urval, så återställs hälften av den vid rekombination hos avkommen när den nya generationen bildas. Minskningar som kan te sig stora i första steget är vanligen inte så oroande om man följer förloppet längre.

$$V_{A(t+1)} = 0.5(1 - h^2 i(i - x))V_{A(t)} + 0.5V_{A(0)}$$

CV_A är ett linjärt mått och genetisk additiv varians ett kvadratisk, CV_A är proportionell mot $\sqrt{V_A}$.

Storleken på heritabiliteten är central, om heritabiliteten är hög så minskar den genetiska variationen avsevärt vid urvalet. Om genotypens värde är känt (d.v.s. $b^2=1$) och man väljer den bästa hundradel av träden, så återstår bara en tiondel av variationen.

Två fall av relevans för Sverige (i samråd med Bengt Andersson) och ett för Frankrike (se referens nedan, avser diameter, det kan nog inte utan vidare generaliseras till skogen) och två illustrerande med fenotypisk variation.

Situation	h^2	Utvald andel (effektivt)	Andel bevarad variation i plusträd	Bevarad del av CV_A	Andel bevarad variation i plusträdsavkommor
Sverige äldre plusträd	0.05	0.01	95 %	98 %	98 %
Sverige yngre plusträd	0.1	0.05	91 %	96 %	96 %
Frankrike, (<i>Pinus pinaster</i>) diameter	0.23?	0.01	79 %	89 %	90 %

På grundval av ungefär vad som framkommer av tabellen har svenska skogsgenetiker dragit slutsatsen, att när man valde plusträd i Sverige, så reduceras deras genetiska variation mellan plusträden ganska lite jämfört med träden i den skog de väljs. I själva verket ökar den, eftersom man väljer träd i olika bestånd, men detta tas upp på annan plats i detta dokument.

När man sedan sammanför träden i fröplantager och låter deras gener blandas och omkombineras och tittar på deras avkommor istället så återbildas ungefär hälften av den i plusträdsurvalet förlorade genetiska variansen. Tabellen antyder att minskningen i genetisk varians p.g.a. plusträdsurvalet rör sig om 2–4%. Det är en förlust, men den är inte stor. För gran där de utvalda genotyperna till stor del baseras på klontest blir förlusten större. Det gäller generellt att testning ger större b^2 och alltså större effekt.

I detta kapitel har genetisk varians i karaktärer, som man önskat förbättra med plusträdsurvalet eller som är korrelerade med dem diskuterats, de karaktärer som gör ett plusträd till ett plusträd. För andra karaktärer görs inget urval. En liten del av alla gener är inblandade i urvalet. Inte ens karaktärerna själva kan betraktas som identiska när de betraktas under andra förhållanden och vid andra åldrar än i de aktuella försöken. Det som här kallas ”förlust av genetisk varians” är en begränsad och delvis tillfällig del av den totala genetiska

variansen. De siffror som framförs i detta kapitel kan alltså ge ett överdrivet intryck av inverkan av urval på genetisk variation.

Ovan har bortsetts från att den genetiska variansen inte är jämnt fördelad och att skogarna inte befinner sig i genetisk jämvikt.

I detta avsnitt fästs uppmärksamhet på det initiala plusträdsurvalet. Detta är historia, det kommer inte att väljas fler plusträd i skogarna, urvalet ligger 60–25 år bak, och eventuell ökad kunskap om effekterna av konsekvenserna av detta har liten relevans för framtiden. Det viktiga är att öka kunskapen om vad vi har och inför de beslut vi skall fatta i framtiden.

I en studie från British Columbia (Stoehr m.fl., 2005) jämförs i samma försök olika fritt avblommat material från tre fröplantager och tre naturskogar. Slutsatsen är att den fenotypiska variationen i frö från fröplantager inte reducerats jämfört med frö från naturskogar trots att fröplantageklonerna valts ut med intensiv selektion från naturskogar.

Det har nyligen publicerats ett arbete (Bouffier m.fl., 2008) som antyder att den genetiska variationen i kvantitativa karaktärer blir avsevärt lägre bland utvalda plusträd än i ursprungspopulationen, detta baserat på studier av trädens avkomma. Det finns således anledning att grundligt granska arbetet. Teoretisk förväntan är att det skall bli en förlust av genetisk varians, så långt är det ingen överraskning. Som exemplifieras av tabellen gör de andra förhållandena omkring plusträdsurvalet det troligt att förlusten av genetisk varians blir större i den franska undersökningen än relevant för Sverige. Den franska undersökningen bygger på tre försöksytor och i två av dem blir den genetiska variansen avsevärt lägre än vad formlerna förutsäger, för en tredje yta blir den genetisk variation ungefär som förutsagt. Det ger lite underlag till generalisering.

Det rör sig om ett homogent skogsområde av *Pinus pinaster* på en million hektar i sydvästra Frankrike. Under många år har plusträd valts (G_0), ställts i arkiv och korsats med kontrollerade korsningar. Man har också plockat kottar på olika ”slumpmässigt” tagna träd i skogen (P_0). Resultatet av försök med fröet från dessa båda frökällor är att den genetiska variansen är *betydligt* större i skogen än bland de utvalda träden. Författarna verkar hävda att man kan generalisera resultaten. Jag (och rådfrågad statistisk expertis) tycker att den franska undersökningen inte motsäger att de teoretiska beräkningarna ovan ger rättvisande estimat och att den inte ger mycket stöd att tro att förlusten av genetisk varians skulle vara större än enligt kalkylerna ovan.

Skälen är:

- Avvikande från teoretisk förväntan (enligt ovan), i detta fall ter sig den teoretiska förväntan mycket troligt och det krävs ett övertygande datamaterial för att kullkasta den.
- Skulle ett fenotypiskt urval av bra träd verkligen vara så effektivt som antyds av arbetet har skogsträdsförädlare allvarligt underskattat förädlingsvinsten vid urval, men eftersom förädlingsvinstskattningar bygger på mycket fler försök så är det troligt att de är mer rättvisande.

- Slutsatserna bygger på tre observationer ("datapunkter") (den genetiska variationen skattas från tre avkommeförsök med olika material på olika lokaler). Den observerade genetiska variationen (CV_A) skiljer sig med en faktor tre mellan de tre observationerna. Konfidensintervallet måste bli enormt, och det är inte möjligt att dra en tillnärmelsevis säker slutsats.
- Den observerade genetiska variationen för samma material varierar våldsamt mellan olika försökslokaler och mätningar (exempelvis Persson, 2006). Generaliserade slutsatser byggande på olika material på olika lokaler utan samordning fordrar ett mycket stort antal försöksplanteringar. Det är bättre att de olika försöksleden jämförs försöksmässigt i samma försök, då behövs i princip bara en försökslokal.
- Den observerat höga variationen skulle kunna ha med att det inte är en "population" i genetisk jämvikt som observeras. Om starka ojämnavikt mellan små lokalpopulationer "förklarar" den genetiska variationen i skogen så försvinner den under alla förhållanden vid förädlingens omkombinationer.
- Skattningen av genetiska värdet i träden i baspopulationen och i den utvalda populationen har gjorts på olika sätt. För baspopulationen har fri avblomning använts och för den utvalda populationen kontrollerade korsningar. Avelsvärden baserade på fri avblomning kan förväntas sprida skattningar av avelsvärden vidare p.g.a. skillnader i det befruktande pollenet. Fäderna är olika och varierande och inkluderar inavel. Detta kan förklara en eventuellt större genetisk variation i baspopulationen, och är inte av sådan art att det bör tillskrivas en lägre genetisk variation i utvalt material. Maternella effekter kan också vara stora i fritt avblomningsmaterial.
- Heritabiliteten i den franska undersökningen verkar högre än för motsvarande svenska undersökningar, och vi tror att de svenska skogarna ofta har ganska varierande miljö mellan träd så man kan nog förvänta att reduktionen av genetisk varians blir högre i Frankrike än för svensk gran och tall.

Även om iakttagelserna i uppsatsen om den stora genetiska variationen före urval inte är signifikanta eller saknar triviala förklaringar, så är det ändå en indikation på att något skulle kunna gå förlorat vid övergången till förädlade skogar. Detta ökar motivationen för skoglig genbank och skogliga reservat, där en större del av den oförädlade genmassan bevaras.

Det kan noteras att uppsatsen inte finner någon nämnvärd ytterligare reduktion av den genetiska variansen när förädlingen drivs bortom det ursprungliga plusträdsurvalet, och här bygger uppsatsen på ett material med ett väsentligt större antal ytor och med mindre av de svagheter som påpekats, så i detta avseende finns det mer skäl att fästa vikt vid undersökningen.

Man väl förmoda att uppsatsen kommer att leda till polarisation mellan de som tittar mest på Bouffier m.fl. (2008) slutsatser, och mindre bedömer materialet bakom.

”Educated guess” av genetisk varians i svenska skogar

Genetisk varians beror på en serie faktorer såsom trädkaraktär, population, om undertryckta eller unga träd frånräknas, ståndort och är osäker, men en uppfattning ges här av ”educated guess” karaktär. Trädkaraktären är tänkt att ligga nära värdet för skogsbruket. De utvalda plusträden testas och avelsvärdena har en standardavvikelse på storleksordningen drygt 10 % av medelvärdet, huvuddelen av detta beror på variation inom bestånd. Standardavvikelsen för trädens fenotyp inom ett bestånd kanske är 40 % av medelvärdet i naturskog och 30 % i kulturskog. Standardavvikelsen mellan naturbestånds genomsnittliga fenotyp inom samma landskap kanske är 30 % och mellan deras genetik 3 %. Kanske det kan uttryckas som att relationerna i ett naturlandskap mellan bestånd kan åskådliggöras genom att påstå att bestånd varierar med 5 % av arv, men 50 % av miljö.

Faktorer som gör att teoretisk effekt av urval överdriver verklig effekt

Beräkningar av den genetiska variansen antar att det är samma trädkaraktär (eller vägning av karaktärer), samma miljö och samma population. Det är inte samma trädkaraktär, eftersom värdet vid avverkningen bestäms av andra mixar av karaktärer, eftersom karaktären kan bestämmas av andra gener under andra förhållanden och eftersom karaktären gäller för den specifika miljön, vilken inte återskapas i framtiden. Framtida skogsbruksmetoder kan inte förutses, men vi förädlar för kulturskogsbruk med begränsad rotationstid och inte ”naturskog”, där många av urvalen gjorts. Plusträden står där de står och ståndortsförhållandena kommer att vara annorlunda där deras avkommor odlas. Varians och relativa varianskomponenter förefaller variera starkt med miljön, vilket nog bidrar till att variationen i genomsnitt minskar mindre än vad en modell för typförhållanden förutspår. Analysen avser bara de karaktärer som valet gäller och inte det stora flertalet karaktärer eller gener som påverkas långt mindre, därför ger analysen i detta avsnitt en överdriven bild av eventuell reduktion av genetisk varians i ett större sammanhang. Även om träd inte är föremål för artificiellt urval är de föremål för ett naturligt urval som ur många synpunkter kan betraktas som intensivare än det artificiella och borde ha större kvantitativa effekter för de karaktärer som gynnades av det naturliga urvalet. Det ter sig därför ganska troligt att den genetiska variationen är resultatet av balanserande faktorer och inte minskas nämnvärt av artificiellt urval utöver effekten i den första generationen.

Kan en till synes bra skog vara genetisk dålig?

Man hoppades att kunna förbättra skogen genom att ta frö och välja plusträd i till synes bra bestånd. Ett starkt samband mellan ett bestånds utseende och dess genotyp ur skogsbrukssynpunkt kan inte sägas ha bekräftats av omfattande forskning (bl. a proveniensforskning). Det är inte heller teoretiskt troligt.

En dålig skog kan förklaras av dålig genotyp. Raser kan vara mer eller mindre dåliga när de flyttas till nya förhållanden eller jämförs med andra raser. T.ex. sydliga sorter tenderar att överleva dåligt och få många skador i norr. Contorta växer 40 % bättre än tall. Genetiska faktorer kan säkert bidra till att en skog är bättre än en annan. Ett granbestånd med östeuropeiskt ursprung tenderar att få mindre vårfrostskaador och tenderar därför att ofta ge ett avsevärt bättre intryck än ett med svenskt ursprung. Men en skog med för sydligt ursprung för normala förhållanden kan råka planteras så att det inte exponeras för normala förhållanden och se bra ut, men ändå ge avkomma som i genomsnitt är ganska dåligt anpassad och av en sådan orsak kan vara relativt sämre än andra liknande skogar och alltså dålig. Dessa resonemang rör sig om kulturskogar. I naturskogar flyttas generna sällan drastiskt, en mindre del gör det, men sällan i den utsträckningen så det mycket kraftigt påverkar ett bestånds utseende. Enskilda träd inom bestånd påverkas i allmänhet mer av miljöskillnader inom beståndet än genetiska skillnader inom populationen. Genetiska skillnader mellan träd inom bestånd verkar oftast kvantitativt viktigare än genetiska skillnader mellan rimligt olika bestånd. Bestånd påverkas av historik, skötsel och ståndort i högre grad än genetik även om genetiken ändå har betydelse. Skillnader i miljö borde vara större mellan bestånd än mellan träd inom bestånd. Bestånd är inte genetiskt lika i en naturskog och det finns en variation utöver den gradvis föränderliga storskaliga variationen. Proveniensförsök tyder på småskaliga skillnader utöver de storskaliga. Ett naturligt urval i en enda generation kan ge märkbara effekter, det är bara ett frö av hundratusen som ger ett stort träd, så utrymmet för det naturliga urvalet är betydande, och det finns skäl att tro att närliggande bestånd kan exponeras för ganska olika urval beroende på årsmån och slumpmässigt verkande faktorer som vilka skadegörare som dominerar. Genetisk drift i de träd som ger upphov till förnygringen och de meteorologiska förhållandena vid pollinering och befruktning kan orsaka genetiska skillnader. Kulturskogar har mer enhetlig historik och skötsel och kan ha mer olika genetik jämfört med naturskogar så i kulturskogar kan man förvänta att utseendet säger mer om genetiken både av enstaka träd och av beståndets genetik än i naturskogar. Dessutom skall ju urvalet för förädling vara för tillämpning i kulturskog, så det är relevantare för skogsträdsförädlaren att välja plusträd i kulturskog. Att söka göra en genetisk vinst vid fenotypurval är också meningsfullt även i naturskog och urvalet ger en effekt i okända övervägande naturskogar, men man skall inte tro att gott utseende i en naturskog är en garanti för överlägsen genetik, däremot är det ganska sannolikt att det inte är kopplat till för ståndorten dålig eller olämpligt genetik. Mellan kulturbestånd finns anledning att tro att de genetiska skillnaderna slår igenom mer och chansen att ett till synes bra kulturbestånd gör sig förtjänt av beteckningen genetiskt dåligt om avkomman används på ståndorter som påminner om där beståndet växer är relativt liten.

Människans och civilisationens påverkan

Man kan inte dra en skiljelinje mellan natur och kultur, och då definiera natur som hur det skulle vara om människan inte funnits. Människan är ur många synpunkter en dominerande ekologisk faktor. Åtminstone ur en del viktiga synpunkter har hon varit dominerande på jorden sedan minst femtio tusen år, när t.ex. bruk av eld och jakt på megafaunan blev viktiga med effekter på landskapsnivå och global nivå (utrotning av nyckelarter). I än högre grad gäller det för tio tusen år sedan med upptäckten och spridningen av jordbruket och husdjur samt teknologin att klara övervintring. Man kan förmoda att så fort inlandsisen hade dragit sig tillbaks från Sverige och klimatet medgav kolonisation av skogsekosystem, så kom människan i varje fall till kusterna och sjöarna som grupper av jägare/samlare.

Det har nog aldrig funnits någon natur i strikt bemärkelse efter nedisningen, och det finns knappast någon icke människopåverkad natur att restaurera. Även om den funnits, så lever vi i en kort interglacial och 80 % av de sista årsmiljonerna har vi haft några tusen meter is ovanför oss, så inlandsis är det typiska naturtillståndet för Sverige. Det finns dock andra motiv att bevara biologisk mångfald och genetisk variation.

Det är svårt att säga hur stor betydelse ett mycket litet antal människor kan ha haft. Ekosystemen för mer än tiotusen år sedan påverkades av eld och jakt även om befolkningstätheten var mycket låg. Människan kan ha (för tall och gran oavsiktligt) flyttat avsevärda sträckor på genresurser även under den tiden och påverkat när arterna kom in. De betande djuren gör förmodligen landskapet mer savannlikt, medan rovdjuren motverkar detta. Påverkas den balansen av människan ändras typen av skogslandskap. I södra Sverige kan klimatet periodvis varit så bra så människorna tidigt kunde introducera jordbruk och nå högre numerär och större grad av mer direkt påverkan än i Norrland.

Att människan varit den troligen viktigaste ekologiska faktorn i Götaland alltsedan sedan granen påbörjade sin kolonisation av Sydsverige för flera tusen år sedan förefaller uppenbart. Svedjebruk, skogsbete av husdjur, bränsle till järnframställning och uppvärmning, virke till byggnader, hägnader och gruvsdrift. Andra faktorer tillkom med teknikutvecklingen: pottaska, tjära, milor för träkolstillverkning, båtbyggnad, och att skogsbränderna bringades under kontroll och nästan upphörde. Flottlederna byggdes ut. Ångmaskinerna gjorde industrilokaliseringar oberoende av vattenkraft och explosionsmotorn bröt slutligt isoleringen och gjorde exploatering lättare av otillgänglig mark långt från flottlederna. Kolonisationen av inre Norrland. Alla dessa faktorer och många därtill har nog varit viktigare för genetiken av dagens skog än förädlingen. Det var först omkring 1950 skogsodling blev dominerande, förmodligen hade den måttlig påverkan dessförinnan. Bränning av hyggen kom och gick.

De sista 60 åren har människans globala aktiviteter i allt högre grad påverkat skogen. Den ökande koldioxidhalten och det atmosfäriska kvävenedfallet förbättrar trädens tillväxtförutsättningar. Det sura nedfallet ändrar på marken karaktär. Klimatet har börjat påtagligt ändras.

Enligt Wikipedia är av 0.5 % av Sveriges skog urskog och 3 % naturskog. Urskog är sådan skog som aldrig påverkats av människan och naturskogen sådan skog som inte påverkats de sista hundra åren. Siffror och definitioner kan diskuteras, men att nästan all svensk skog är människopåverkad torde vara höjt över diskussion, fast jag tror alltså man överhuvudtaget inte bör se det som att det existerar opåverkad skog, även om det nog existerar smärre områden där träd inte avverkats.

Människans inflytande kan på det hela taget inte vara annat än diversifierande ur de flesta enstaka arters synpunkt. Miljön blir mer varierande i tid och rum och arterna anpassar sig inte till specifika utan till ständigt varierande förhållanden. Chansen ökar att gran eller tall koloniserar en lokal där de egentligen inte är välanpassade. Selektionstrycket blir mer varierande i tid och rum. Invandringen efter istiden har gynnat flexibla anpassningsbara genotyper, kanske på bekostnad av perfekt ståndortsanpassning och hög produktionskapacitet, förmodligen har människans påverkan gått åt samma håll. Människans indirekta påverkan borde ha lett till en ökad genetisk variation av gran och tall än om människan inte funnits.

Under sin historia har människan påverkat träden. Att människan indirekt haft mycket stor betydelse under tiotusentals år för skogstillståndet är säkert, men det har då varit huvudsakligen genom indirekta mekanismer (jakt, eld, uppodling, bete). Hur betydelsefull den mer direkta påverkan av huvudträdslagen (gran och tall) är lite osäkrare, det är kanske först de sista tvåhundra åren det faktiska virkesuttaget blev kvantitativt en huvudorsak för skogens evolution på nationell nivå. Lokalt kan uttag spelat roll tidigare (exempelvis kust). Spekulationer om de genetiska konsekvenserna av den mänskliga påverkan av tall och gran blir mycket osäkra. Inte desto mindre tror jag man skall lägga ned en del energi på detta.

Människor har använt och skördat träd för många ändamål. Jag gissar att effekten av detta har varit negativt för vad skogsbruket idag värdesätter träden för, men detta är mycket osäkert. För att göra konstruktioner och för att kunna fälla, bearbeta och transportera träden är det oftast en fördel med raka stammar, friska träd och klena grenar och därför måste sådana träd valts och tagits bort ur skogen. Andra uttag av träd (t.ex. kolning, bränsle) riktar sig vanligen mot alla träd, inte uttalat dåliga.

Hur såg skogen ut förr?

För att ”medveten” förflyttning av skogsträdens gener skall kunna ske måste skogen vara odlad. Även i den icke odlade skogen kommer en del av generna från andra lokaler än växtplatsen, större del av generna med längre bort beläget ursprung ju längre bak i tiden man går. Men skogsodling ger möjlighet till mer omfattande genförflyttningar över långa distanser och stora områden. Frågan om hur stor del av skogen som härrör från odling är svårare att analysera än det vid första ögonkastet verkar. Kännedom om skogsodlingsandelen skulle ge en övre gräns för vad långa proveniensförflyttningar och genetisk variation av och i frökällor kan ha medfört ur härkomst och ursprungssynpunkt. Det blir en viss redundans mellan detta mer allmänna avsnitt och de avsnitt som mer

inriktar sig på varifrån skogsodlingsmaterialet kommer. Olika utredningar av skogsstyrelsen (SUS) ger idéer.

Skogen 1900 jämfört med idag

Mer olikåldriga bestånd, större artblandning. Stor kalmarsareal i Götaland, åtminstone i vissa områden har kalmarsarealen minskat och skogen ökat väsentligt. Mycket gammal skog i Norrland, men lite i Götaland. I Kalmar län var 1929 endast en procent av skogen äldre än 100 år. Hagmarken har minskat. Ökande skogstillgångar i södra Sverige, men ingen förrådsuppbyggnad i Norrland. I södra Sverige var skogen påverkad av skogsbete och ängsbruk (mark med trädinslag). Det fanns inga egentliga skogsbilvägar och glest vägnät, transporter skedde med häst och flottning. Skogsbränder var relativt frekventa.

Skogen 1950

Skogs- (ängs-) bete övergavs. Nedläggning av marginellt jordbruk inleddes. Hyggesbränning började avvecklas. Lastbilar fick ökad betydelse och flottningen minskade. Brandbekämpningen blev effektiv och skogsbränderna upphörde att vara en mycket viktig faktor. Skogsbilvägnätet byggdes ut. Dikning, som 1990 omfattade 1.5 milj. hektar.

Skogen idag

Skogen präglas av mångårig skogsskötsel. En virkesförrådsuppbyggnad har skett kontinuerligt i södra Sverige, för Norrlands del först med början på 50-talet. I Halland uppskattas att 75 % av den stående skogen är odlad, men i Norrbotten 20 %. Skogsbilnätet gör skogen tillgängligare.

Kultur eller natur?

Förmodligen är i Götaland den slutavverkade skogen ungefär 20 % kultur, den befintliga 40 % och den nya 80 % kultur. Ekelund med flera har gjort vissa utredningar (SUS) av hur kulturdelen ökat och det finns rapporter från Skogsvårdsstyrelser. I Norrland är andelen kultur i slutavverkningar låg och gissningsvis drygt en fjärdedel av den stående skogen.

Föryngring idag

Det anmäls föryngringsavverkning på drygt 200 000 hektar varje år. Skogsstyrelsens Polytax inventerar vad som faktiskt skett. Så här fördelade sig föryngringsmetoderna under åren 2005–2007 (källa Polytax R5/7):

- Plantering 67 %
- Naturlig föryngring 28 %
- Sådd 1 %
- Ingen åtgärd 4 %

Skogsodlingen 1980–2007 omfattade enligt Skogsstyrelsen (2009a, fig 6) ungefär 180 000 hektar om året. Det är avsevärt mindre än en procent av skogsmarksarealen så det tar storleksordningen ett sekel att ersätta huvuddelen av skogsmarken med odling, fast vi är en väsentlig del av vägen.

Hur skiljer sig skogsbrukarens önskemål från den "naturliga" skogen?

Skogsbrukaren har andra önskemål på skogen och dess genetik än vad som erbjuds av de träd som "naturen" ställer till förfogande, och det är viktigt att diskutera drivkrafterna som fått träd i "naturen" att skilja sig från skogsbrukarens önskemål.

Träd som växer snabbt på höjden i ungdomen har uppenbarligen en fördel i det naturliga urvalet. De vinner i konkurrensen med andra individer av samma och andra arter och när de väl vuxit sig stora kan de sprida sina gener till kommande generationer. Därför måste det vara nackdelar med att växa snabbt, som i naturen motverkar fördelen, annars skulle de naturliga träden växa sig högre. Det är en risk med skogsträdsförädlingen om den inte tillräckligt beaktar dessa möjliga nackdelar, som förmodligen uppkommer vid lite högre ålder. Omloppstiden i naturen var längre innan avverkning blev viktigt, människan avverkar träden innan de dött naturligt. En "förklaring" kan vara att de planterade träden inte står så länge så att nackdelarna med att bli höga träd hinner bli avsevärda. Miljön kan också ha ändrats.

De odlade skogarna utsätts för en annan miljö än naturen valt ut träd för. Vid enkornsådd i container är det viktigt att varje frö ger en säljbar planta. Plantproduktionsmiljön är radikalt annorlunda än den naturliga miljön fröet etableras i och utvecklas till en planta med optimal tillgång på näring och vatten, begränsad konkurrens (speciellt för rötterna), kontroll av skadegörare. Plantering förekommer inte i naturen och är ett stort ingrepp i plantans liv ("planteringschock"). Plantering på kalhygge jämfört med den "naturliga" förnyringssituationen utgör en miljö med mindre konkurrens och lättillgänglig mineraljord, men ofta större exposition för klimatet. I den unga planteringen står plantorna ganska glest och är till stor del likåldriga. Naturen har aldrig valt plantor, som är anpassade för dessa miljöer, och förädlingen får dem säkert bättre anpassade.

Skogsbrukaren vill definitivt inte ha skador. Att undvika skadegörare är ett förädlingsmål och skadas träd av biotiska skadegörare i förädlingens fältförsök så motverkar vanligen förädlingen skador av dessa skadegörare. För urvalen är det viktigast vad som händer de första femton åren och angreppen då är förmodligen ganska olika vad naturen tidigare exponerat träden för, så träden kan förmodas svara på selektion. Detta gäller även plantskolemiljön där också skadegörare har betydelse. Även om förädlaren inte medvetet väljer mot skador av vissa skadegörare, så kommer de ändå att påverka försöksresultaten så att ett urval sker. Detta talar för att ett förädlat material blir mindre utsatt för skadegörare än ett oförädlat och användning av förädlat material minskar alltså ofta risken för skador av skadegörare.

Som slutprodukt "vill" naturen bara ha reproduktiv framgång. Skogsbrukaren vill tvärtom ha stamved och inte kottar eller pollen. Detta kan vara ett skäl att överväga avvägningar om klonskogsbruk blir vanligt och man tekniskt behärskar blomningsstimuleringstekniker. Detta är dock inte fallet än. Skogsbrukets utsäde framställs i fröplantager där pollen och fröproduktion är begränsande. De genotyper som producerar mest gameter kommer också att sprida sin avkomma i skogen. Den långsiktiga förädlingen kan nog förmodas i

begränsad utsträckning leda till minskad fertilitet, men detta är en mycket långsam och icke drastisk effekt. I ett rimligt tidsperspektiv är det inte troligt skogens fertilitet ändras nämnvärt på grund av användning av förädlat material.

Skogsbrukaren vill ha hög överlevnad i skogsodlingen så att det inte blir improduktiva luckor, och så att resurser inte slösas bort på plantor som inte blir värdefulla träd. Skogsbrukaren har mycket högre krav på överlevnad än naturen, som kan kompensera dålig överlevnad med många försök att få ett träd.

Skogsbrukaren vill inte ha den sämsta delen av den genetiska variationen med små krokiga träd med grova grenar. Fast den naturliga selektionen missgynnar också träd som inte växer bra uppåt.

Skogsbrukaren vill ha snabbväxande träd, rimligen har sådana träd också en fördel i det naturliga urvalet. Detta skulle kunna vara förenat med någon nackdel att vara snabbväxande (blåser omkull oftare? svårt att få upp näring och vatten till toppen?). De eventuella nackdelarna kanske visar sig först vid hög ålder när kulturskogen redan är fälld, och är kanske därför inte så stora nackdelar för skogsbrukaren.

”De egoistiska generna” samverkar nog inte optimalt ur beståndssynpunkt, det naturliga urvalet borde gynna genotyper som stjälar resurser från grannarna (skuggar grannarna, tar vatten och näring från grannarna). Skogsbrukaren vill ha bestånd som utnyttjar ståndortsfaktorerna effektivt och träd som inte spenderar resurser på att konkurrera med grannarna om tillväxtfaktorerna. Evolutionen har nog inte åstadkommit träd som producerar optimal i bestånd. Förädlingen väljer vanligen de träd som växer bäst i blandningar av träd som konkurrerar i jämna planteringar, det finns skäl att tro att man i ännu högre grad favoriserar bra konkurrenter i artificiellt urval än i naturligt. Skogsträdsförädlingen åstadkommer förmodligen inte träd som samverkar optimalt, men det verkar inte vara ett överhängande problem och är svårt att åtgärda och inget argument emot förädlat material.

Skogsbrukaren vill ha raka träd som växer tätt och inte har onödigt mycket av torrsubstansproduktionen i grenar och gör det möjligt att få mycket virke per areal på kort tid. Förädlat material hjälper till med detta. Det är oklart om skadegörare påverkas.

Skogsbrukaren vill ha träd som inte fälls eller bryts av vind. Detta är ett av flera skäl att undvika ett yvigt grenverk vid urval. Detta borde rimligen vara negativt för åtminstone vissa skadegörare och leda till minskade problem med skadegörare.

Skogsbrukaren kan ha många andra önskemål än bestånd med hög värdeproduktion. I detta sammanhang kanske det ger ett mer rättvisande intryck att tala om markägare. Markägare är en mycket heterogen grupp med olika målsättningar och möjligheter att realisera dem. En stark drivkraft är att uppträda ”politiskt korrekt”. Detta gäller i hög grad även markägare som i princip vill ha en hög värdeproduktion, eftersom PR och grön certifiering har ett omedelbart och stort ekonomiskt värde. Det finns reservatsintressen som har olika (ibland motstridiga) motiv inklusive genbevarande. Jakt kan ses som huvudändamål. Rekreationen och sociala funktioner kan ses som

huvudändamål. Andra prioriteringar kanske motverkar användningen av kulturskog, men det är svårt att se många starka kopplingar till den genetiska variationen i kulturskogsanvändningen. Att det är politiskt korrekt att upprätthålla genetisk variation på många nivåer ter sig dock uppenbart. Det finns också biologiska argument för att det troligen är önskvärt även om inte hundra procentigt säkert eller entydigt. Därför vill skogsbruket upprätthålla den genetiska variationen och det är ett starkt motiv för förädlingen och fröplantageoperatörer att göra det i högre grad än vad en ren produktionsmaximering kanske skulle motivera och att föra en levande diskussion om den genetiska variationen.

Skogsbrukarnas företrädare betonar ett uthålligt skogsbruk som en del i ett uthålligt samhälle.

Skall man se skog som Natur eller Kultur och hur påverkar det materialanvändningen? Detta är en psykologiskt stor fråga och anledning till konflikter. Är skog Natur som skall lämnas åt sig själv utan mänsklig inblandning eller Kultur som kan odlas och skördas? Har man väl bestämt sig för att skörda och odla gör det inte så väldigt stor skillnad om odlingen är med fröplantagefrö eller beståndsfrö. För reservat, naturparker och dylikt så kan det finnas skäl till speciella restriktioner, som får behandlas i speciell ordning och där genbevarande frågor i vissa fall kan tillmätas särskild betydelse. Det finns en skoglig genbank och andra naturbevarande aktiviteter. Vid sidan av detta skall på all skogsmark naturhänsyn tas. Jag tycker inte detta skall lägga hinder i vägen för användning av ”normalt” förädlad material (d.v.s. fröplantager). Detta gäller också mark som används huvudsakligen för andra ändamål än skogsbruk, t.ex. tomt, rekreationsområde. Att användningen av normalt fröplantage material inte förhindras eller avrådas ifrån innebär förstås inte att markägaren måste använda det, och det bör stå markägaren fritt att inte använda fröplantagematerial i enskilda fall.

Värdet av en hög skogsproduktion

Skogen är en viktig råvara, Sverige är EUs vedbod. Den svenska skogen är en av EUs viktigaste naturtillgångar för uthållig biomassaproduktion.

Utnyttjandegraden av Skogen är hög och skogens tillväxt är begränsande för virkesuttaget. I övergången till ett samhälle som är mindre beroende av fossilt bränsle och påverkar luft och miljö mindre är skogsproduktionen viktig.

Affärsidén för skogsbruk är att omvandla vatten och luft till vad vi behöver med solljus som huvudsaklig resursinsats och återbörda produkterna till vatten och luft efter användningen, vad kan vara i grunden miljövänligare än detta?

Etablering av bra skogar är en långsiktig investering för att ge råvaror till framtida generationer, som kommer att bebo det framtida Sverige.

Skogsträdsförädling är det billigaste och troligen miljöeffektivaste sättet att förstora denna resurs. Även ur miljösynpunkt är det ekonomiska utnyttjandet av skogen värdefullt, eftersom ett starkt skogsbruk kan bekosta och stödja mer naturinriktade aktiviteter.

Den operativa skogsträdsförädlingen spelar även en roll för genbevarande och genetisk övervakning, försvagas skogsträdsförädlingen försvagas också dessa funktioner.

Hittills är den genetiska åtgärd som troligen givit störst ökning av Sveriges skogsproduktion att använda importerad gran i södra Sverige, vilket nu ifrågasätts, eftersom det är en främmande proveniens.

Det är *mycket* stora och långsiktiga värden som sätts på spel om väsentliga formella eller opinionsmässigt motiverade begränsningar läggs på skogsträdsförädlingens möjligheter eller fröplantage- och proveniensanvändningen. Argumenten för restriktioner bör vara mycket starka om de är mer än marginellt begränsande.

Vems är problemet?

Om en skogsbrukare bestämmer sig att använda ett visst material och detta sedan går dåligt, skall det då ses som ett samhällsproblem? Eller ett naturvårdsproblem? Ligger det inte i skogsägarens intresse att skogen blir så bra som möjligt och ägaren kan väl oftast bedöma vad som är funktionellt bättre än någon annan. Måste samhället ta ansvaret att aktivt hindra att skogsägaren gör fel, stoppar det inte utvecklingen, bidrar det inte till en minskad mångfald både idémässigt och biologiskt och försvagar det inte ägaransvaret?

En risk är förvisso att skogsägaren undandrar sig kostnader och besvär på ett för den nationella skogsituationen icke optimalt sätt. Om man diskuterar användningen av plantor från fröplantager eller beståndsfrö så är kostnadsskillnaden sällan betydelsefull. Skogsbrukaren gör små omedelbara besparingar beroende på vilket frö han utgår ifrån. Det framförs ofta att förädlad frö är lönsamt även ur användarens synpunkt, och det är nog också enligt många resonemang. Det kan nog vara bra ur landskaps och miljösynpunkt att ha inslag av lågförädlad skog, och det är bra om det finns oförädlade jämförelsematerial i skogen. För närvarande är fröplantagernas inte

något omedelbart hot mot denna variation, men om något decennium finns det anledning att tänka på problemet.

”Ingen åtgärd” eller självföryngring kan däremot spara pengar och besvär för markägaren åtminstone på kort sikt, och här kan finnas skäl till regler för att slå vakt om markutnyttjandet och motverka självföryngring där det inte är lämpligt eller utförs på lämpligt sätt. Sådana regler kan i viss mån öka förekomsten av skogskultur och därmed förflyttning av material. För att något fördröja processen att generna rörs om och ge mångfald på landskapsnivå kan det vara bra med ett litet inslag ”lagbrott” och kanske hålla nere sanktionerna för sådant som bara sker i liten skala, men knappast så det blir mycket.

Om kulturer skulle misslyckas t.ex. p.g.a. låg diversitet eller för sårbart material så är det nog övervägande positivt ur naturvårdssynpunkt, så att motivet att skydda skogsägarens skog mot skador genom restriktioner på genetiskt material verkar tveksamt ur naturvårdssynpunkt.

Att undvika att *all* skog utnyttjar ståndorten maximalt är säkert ett naturvårdsintresse, men det är svårt att se att denna grundläggande konflikt mellan produktion och natur i dagsläget behöver ha en komponent att hindra eller avråda skogsägare att använda bästa till buds stående skogsodlingsmaterial av tall och gran (annat än i specialfall såsom i en del reservat).

Om en markägare orsakar problem för grannfastigheterna är det förstås inte bara markägarens problem. Det kan nog hävdas att man inte vill ha högförädlad skog bredvid eller i vissa reservat så att självföryngringen i reservatet påverkas, men i så fall tycker jag det bara skall gälla om det är ett uttalat viktigt syfte med reservatet som allvarligt motverkas. Vore det en allvarlig risk att högförädlad skog drog till sig skadegörare som sedan gav sig på grannskogarna skulle restriktioner kunna diskuteras, men jag tycker inte det kan hävdas att detta är en tillräckligt påtaglig risk.

För- och nackdelar med genetisk variation i ett produktionsmaterial

Fördelar med låg genetisk variation

Frånvaro av genetisk variation kan ha fördelar:

1. Den genetiska vinsten kan bli avsevärt högre om bara den bästa genotypen väljs.
2. En homogen sort är lättare att karaktärisera och få monopol på och lättare att marknadsföra, kommersialiseringsmöjligheterna ökar.
3. Att frön har olika grobarhet kan leda till att grobarheten sjunker så fröet måste behandlas eller inte kan användas alls till containersådd, där önskemålet är ett grobart frö per container.
4. Att frö gror vid olika tidpunkter och med olika groningsenergi gör det svårare att hantera i plantskolan och kan leda till lägre plantutbyte.
5. Att plantor är olika utvecklade gör dem svårare att hantera i plantskolan och kan leda till större utsortering och lägre plantkvalité.

6. Att de enskilda träden är olika kan göra det svårare att avverka och framtvinga en sortering i olika sortiment.
7. En heterogen skog kan vara svårare att sköta.
8. Användare av råvara vill ha en jämn kvalitet utan variation, den genetiska variationen bidrar till att göra skogsråvaran inhomogen och därmed potentiellt mindre värdefull för slutanvändaren och lägre betald för skogsbrukaren.
9. En genetiskt homogen skog tenderar ur många kvalitetsaspekter att bli mer upprepbar och förutsägbar.
10. Om bestånd är homogena – men olika – kan det vara svårare för skadegörare att hoppa mellan bestånd och variationen på landskapsnivå kan öka jämfört med om bestånden var heterogena, men lika varandra på landskapsnivå.

Fördelarna med låg genetisk variation är oftast i praktiken små för tall och gran och leder i praktiken sällan till ansträngningar för att få låg genetisk variation. Fördelen med den högre genetiska vinsten växer med tiden och blir betydelsefullare om några decennier. Låg genetisk variation kan medföra inavel om beståndet självföryngras eller används för frötäkt. I många scenarior ter det sig dyrt och svårorganiserat att undvika genetisk variation, så även om det skulle ge fördelar är det kanske ändå inte ekonomiskt försvarbart.

För en liten del av föryngringsarealen finns det ett påtagligt samhällsintresse att åstadkomma skogar med en låg genetisk variation. För framtida säkerhetsbedömningar är frånvaron av tillräckligt omfattande praktisk skogsodling med mycket låg genetisk variation ett påtagligt problem, eftersom det är praktiskt omöjligt att utvärdera storlek och natur av eventuella risker med låg genetisk variation utan empirisk erfarenhet. Sådana riskvärderingar kommer alltid att efterfrågas, och kommer att te sig angelägnare i framtiden.

Fördelar med hög genetisk variation

Det finns fördelar ur skogsbrukssynpunkt och för markägaren med genetisk variation (eller ekvivalent nackdelar med låg genetisk variation) och fördelarna anses oftast överväga jämfört med nackdelarna av extraordinär låg genetisk variation:

- En enstaka genotyp efterfrågar samma saker vid samma tidpunkter medan en blandning av genotyper utnyttjar det ekologiska utrymmet bättre;
- En sjukdom eller skadegörare kan sprida sig snabbare i en homogen gröda;
- Om en komponent misslyckas kan en annan komponent ta över och utnyttja det frigjorda ekologiska utrymmet om det finns genetisk variation;
- Om det finns genetisk variation blir produktionen säkrare och mer stabil över ett bredare spektrum av ståndorter, sorten blir mer reproducerbar och misslyckas mer sällan;
- Genetisk variation är politiskt korrekt och har ett PR-värde;

- De genetiska förutsättningarna för självföryngring eller frötäkt är bättre om beståndet är genetiskt variabelt;
- Genetisk variation kan erbjuda plusvärden för andra organismer i skogen

Hur vägs värdet av genetisk variation och värdet av skogsproduktion?

För att optimera är det mycket önskvärt att uttrycka olika faktorer på en gemensam skala. Det naturliga är att monetärt värdesätta. Den producerade skogen har ett värde eller väntevärde. När det gäller skador av skadegörare p.g.a. låg genetisk variation, så kan de betraktas som en minskning av skogsproduktionens väntevärde. Skogsbruket vill undvika skador, en skog med god hälsa är ett förädlingsmål. Det finns inget skäl att tro att markägaren vill ha skogar som är utsatta för skadegörare. En skog med god hälsa producerar i allmänhet en värdefullare produkt till lägre kostnad. Andra effekter av låg genetisk variation som mindre biologisk produktion och inavel kan också behandlas som ett avdrag från förväntad värdeproduktion. Den genetiska vinsten med beaktande av den genetiska variationens effekter kan optimeras. Det optimalt antal kloner i framtida fröplantager kan beräknas (lite konservativt så man inte riskerar att felaktiga antaganden leder till riskabelt låg genetisk variation och så att framtida särplockning underlättas), sådana beräkningar på nya plantager hamnar på drygt 15 kloner ”effektivt i planerat rametantal” (Lindgren och Prescher, 2008). Nyttan av genetisk variation är inte oändlig utan måste vägas mot den högre genetisk vinst ett striktare urval av kloner ger i framtida plantager.

Jämförelse förädling och genetisk variation med andra inslag i skogsbruket

Skogsbruket påverkar mycket, genetisk variation är bara en mindre del av påverkan.

Sannolikt har hyggeskogsbruk och skogskultur betydligt större ekologisk påverkan än den ytterligare påverkan som beror på att förädlat material skiljer sig från effekterna av motsvarande skogskultur med oförädlat material. Dessutom kan förädlat material ha indirekta effekter, som kanske är viktigare än de direkta. Skogsodlingsmaterialets genetiska variation är nog en ännu mindre betydelsefull komponent i det stora spelet än de ändrade egenskaper de enskilda träden får genom förädlingen.

Många faktorer gör att de svenska skogarna idag avviker betydligt från ett helt naturligt tillstånd, som skulle uppkommit sedan istiden om människan inte funnits. Det är faktorer som landskapsfragmentering; förekomst av vilt och eld; antropogena klimatförändringar; rationellt skogsbruk baserat på monokulturer; exoter som sitkagran, contorta eller nyskapelser som hybridasp; högt betestryck av klövvilt; hägning; dikning; luftföroreningar; helträdsutnyttjande och borttagande av hyggesrester och stubbar; användning av konstgödning och kemikalier. Många av dessa faktorer kan förmodas ha större inverkan på de svenska skogarna i många avseenden än användning av förädlat material har eller kan förväntas få i den nära framtiden (jfr. MINT, bilaga 4). En kvantitativt liten del ibland de många förändringarna gäller i ännu högre grad komponenten genetisk variation av förädlat material.

Plantorna har en helt annan miljö i en plantskola än i en ”naturlig” skogsförnygring. De är annorlunda jämförda vid samma storlek när de just planterats än när de vuxit upp ”naturligt” på platsen. De är unga och har fått ”optimalt” med vatten, näring, utrymme, temperatur etc. Skogsbruket gör hyggen som ändrar klimat och förutsättningar under förnygringsfasen, t.ex. blir plantorna mer exponerade mot väder och vind. Markberedning på ett hygge ger en temporär konkurrensfördel mot annan vegetation och rikligare näringstillgång. Kalavverkning kan försumpa en yta, dikning kan göra den onaturligt väl-dränerad, etc., etc. Detta har inget med förädlingen att göra, men har nog mycket större effekter på skadebild och annat än förädlingen.

Dock ökar nog andelen kultur om det finns förädlade plantor att tillgå jämfört med om det inte finns. Men kultur har ökat utan att plantorna varit nämnvärt förädlade (däremot förflyttade, men detta skall nog inte jämföras med förädling). Det blir relativt lönsammare att plantera med förädling och omloppstiden sjunker sannolikt. Detta skulle kunna ha betydelse, men är i dagsläget svårbedömt, exempelvis behövs noggrannare huvudsakligen ekonomiska utredningar om storleken av effekterna skall bedömas eller ett jämförande material som inte finns. Lägre virkesförråd vid avverkning minskar skogens roll som koldioxid sänka. Kanske man kan hävda att det är mer naturnära med lägre virkesförråd? Om förnygringsytorna ökar, så ökar förstås den totala skadenivån av t.ex. snytbagg. Om omloppstiden sjunker (bl.a. till följd av förädlingen) innebär det fler kalhyggen och förnygringsytor. Med kultur minskar artblandning i bestånd.

Förädlad material gör kultur lönsammare och kultur innebär vanligen gran eller tall. Förädlingen på gran, tall och contorta kommer att vara intensivare än på mindre använda trädslag och kommer att leda till att argumenten att använda huvudträdslagen i kultur förstärks med tiden. Tillgång till förädlad material bidrar nog till ytterligare tillbakagång för många ”mindre” trädarter. Dock satsas i dagsläget mycket mer resurser på fröförsörjning/förädling per planta på marginella arter än på huvudträdslagen så detta scenario förefaller inte särskilt överhängande.

Skogskultur sker i allmänhet med ett för förhållande lämpligt trädslag och leder oftast till att kulturträdslaget dominerar under hela omloppstiden. Är kulturträdslaget förädlad blir det relativt lönsammare att gynna det vid röjning och gallring. Träden blir mer likåldriga och det blir mindre stora luckor. En relativt tidigare avverkning när kulturbeståndet fortfarande är slutet leder till mindre succession och mer ensartade bestånd.

Mängden död ved minskar i kulturskogen, vilket påverkar ekosystemet. Förädlingen inriktar sig bl. a på låg dödlighet och hög hälsa och detta kan förmodas leda till ännu mindre död ved och döda stående träd, som påverkar, men det är svårt att säga något om och hur mycket detta påverkar risken för skadegörare eller biodiversiteten.

Kväveutlakningen borde inte påverkas mycket av en genetiskt betingad tillväxtökning, snarast borde den minska, eftersom de förädlade träden utnyttjar ståndorten bättre och då ingår nog det tillgängliga kvävet.

Jag håller de effekter som nämns ovan huvudsakligen utanför utredningen. Nedan nämns några effekter som nog skall beaktas i utredningen.

Skogskultur (sådd eller plantering) använder mer eller mindre förflyttat material vare sig förädlad material används eller inte och effekten av förflyttningen tillskrivs ofta förädlingen. Jag tycker det är relevant och aktuellt att också göra utvecklingar mot förflyttat material.

Man kan föra en diskussion i vilken grad användandet av förädlad material är ekvivalent med en bonitetshöjning. Många av konsekvenserna av förädlad material borde man kunna se genom att jämföra likvärdig skog på olika boniteter. Ökad bonitet har sällan betraktats som problematiskt. Eller kanske man skall jämföra historiskt mer eller mindre lyckade kulturer på samma bonitet?

De största osäkerheterna för skogsbruket av genetisk natur ligger troligen inte i förädlingen utan i planteringen, där målsättningen är ”ett frö en planta”, och där man skapar en föryngringsmiljö som skiljer sig från den naturliga urvalet har arbetat med. Lite tillspetsat kan man kanske säga att ett ”naturligt” material är åtminstone lika riskabelt som ett förädlad. När det gäller val av föryngringsmaterial så är artvalet nog en större fråga, och inom art är nog exempelvis val av en rumänsk eller svensk proveniens en större fråga.

Global warming

”Global warming” är ett livligt diskuterat och aktuellt ämne. Det finns skäl att tro att förädling och fröplantager passar in anpassningen till en global temperaturökning och en oförutsägbare framtid.

Det kan inte längre hävdas att beståndsfrö av lokalproveniens eller självföryngring är väl anpassat till de lokala förhållandena, eftersom de lokala förhållandena ändras över tiden på ett svårgenomskådligt sätt. Kultur med fröplantagefrö har en större potential att anpassas till framtida klimatändringar.

Fröplantager är mer reproducerbara frökällor med bättre definierade egenskaper än beståndsfrö. Förväntade klimatändringar kan mötas med ändrade användningsområden för fröplantager. Jag anser att användningen av dagens fröplantager bör revideras för en ökning av temperaturen på skogsodlingslokalerna med en halv grad, och att de plantager som anläggs de närmaste åren bör baseras på en fröanvändning som utgår från en grads höjning av temperaturen jämfört med ”idag”, men detta är en personlig uppfattning, det måste naturligtvis vara plantageägaren som fattar beslut. Med ”idag” menas vad som kalkylerades inför starten av det nya samordnade fröplantageprogrammet – ”TreO” (Rosvall och Ståhl, 2008).

Egenskaperna hos skördarna från en given plantage kan ändras vid skördetillfället genom s.k. särplockning, d.v.s. odlingsmaterialet kan anpassas till de aktuella klimatprognoserna som gäller när fröet skördas.

Klonerna i en äldre fröplantage har rekryteras från olika bestånd över ett område stort som ett landskap. Bestånd är inte lika genetiskt, det finns såväl en storskalig variation över latituder som en småskalig mosaikartad variation därutöver. Detta innebär att det – för var fröet är bäst anpassat – finns en variation inom plantagefröet, som förväntas vara större än för beståndsfrö. Plantagefröet kan förväntas vara välanpassat över ett något större intervall av odlingslokaler än beståndsfrö och något mer robust gentemot klimatändringar. De nya plantagerna rekryteras från material som testats på ganska många lokaler över en miljögradient och är i genomsnitt bra. Förmodligen finns ändå variabilitet i anpassning kvar som liknar de gamla. Beståndsfrö kan kanske förmodas vara något mer snävt lokalt anpassat. Detta resonemang gäller också resistens mot nya mönster av skadegörare – plantagefrö kan förväntas bättre förberett att möta oförutsedda problem.

Variationen i klonernas ursprung i en fröplantage bestäms när plantagen anläggs och är alltså en variabel som fröplantageoperatören kontrollerar och kan göra något större än idag om det bedöms önskvärt inför en osäker framtid.

Svensk förädling är strukturerad i subpopulationer och subpopulationernas målområden har större spridning än som motiveras av tyngdpunkten av skogsbruket, vilket ger flexibilitet inför klimatförändringar. Det pågår en revision av svensk skogsträdsförädlingsstrategi som förmodligen kommer att offentliggöras i början av 2010. Svensk förädling avser förmodligen att sprida ut testerna av ett förädlingsmaterial över ett något vidare område än hittills. Det har föreslagits att testerna för förädlingspopulationerna förläggs där de passar bäst med det nya klimatet, d.v.s. i första hand högre upp och i andra längre norrut jämfört med hur man gör idag.

Ett urval i förädlingen utnyttjar information från många försök på olika lokaler och vid olika tidpunkter och är alltså ett medelvärde medan evolutionen bara känner till här och nu. Detta gör att förädlingen – även om detta inte varit avsikten och utan merkostnad – gör att de förädlade materialen blir mer plastiska, d.v.s. varje enskild genotyp är anpassad till mer varierande ståndorter.

Framtiden blir varmare, men på ett svårförutsebart sätt och med komplexa konsekvenser, så den viktigaste effekten är kanske att framtiden blir osäkrare. Fröplantagefrö kan förmodas vara något mer divers i egenskaper som gör att det klarar sig något bättre på såväl populationsnivå som individnivå i en osäker framtid. Eftersom fröplantagefrö har bättre kända karaktäristika än beståndsfrö så är dess egenskaper mer förutsägbara i ett scenario med en varmare framtid och det blir lättare att avgöra om det skall användas och var.

Ett varmare klimat kommer att leda till ändrade proveniensförflyttningar. Tall flyttas i norra Sverige söderut för att förbättra överlevnaden, behovet av långa sydförflyttningar för detta ändamål minskas och tallprovenienserna i norr blir mer lokala. För gran gäller vanligen att den flyttas från söder mot norr, gissningsvis kommer dessa förflyttningar inte att bli mer accentuerade det närmaste decenniet.

Miljöändringarna kan förutses bli större och mer varierande i framtiden än de varit i de passerade århundradena, eftersom människans inblandning blivit en dominerande faktor, därför är det ännu viktigare än förut att bevara arternas evolutionära potential och möjligheterna att göra detta är störst i förädlingspopulationen. Jag tycker den svenska förädlingen av gran och tall verkar leva upp till den önskvärda evolutionära potentialen.

Den genetiska variationen i förädling och skog i den avlägsna oförutsebara framtiden

Metoder för långsiktig förädling och anläggning av skog kan ändras. Detta diskuteras mycket kortfattat här.

Större ändringar i den genetiska variationen p.g.a. metodutveckling jämfört med de extrapolationer av nuläget som tas upp i den här utredningen kommer huvudsakligen att vara en följd av medvetna beslut och inte en oavsiktlig konsekvens av metodutveckling. Tiden är inte mogen för dessa medvetna beslut att skära ned på den genetiska variationen, och om och när sådana beslut fattas kommer det säkert att ligga ett mer specifikt och aktuellt kunskapsunderlag bakom.

Det är knappast förutsebart vad teknikändringarna leder till. Vetenskap och teknik inom genetikområdet utvecklas mycket snabbt, men den operativa förädlingen och det förädlade materialet har påverkats lite av detta, och i den mån påverkan skett är det huvudsakligen indirekt.

Genomslag av ny teknik tar ofta lång tid

Med 1960 års teknik var det ekonomiskt och biologiskt möjligt att trygga 90 % av plantskolornas fröförsörjning med förädlad frö från plantager, trots detta har vi bara nått drygt 60 %. Sedan 1990 fanns optionen att använda ett fåtal kloner (gransticklingar) till huvuddelen av planteringarna, ändå så rör det sig 2010 om

mindre än en promille. De visioner som förespeglas och ter sig realistiska för framtiden när de presenteras har sällan realiserats. Det är orealistiskt att i den nära framtiden tänka sig förädlingssystem, där det inte ingår rekombination av gener och ett element av minst cirka ett decenniums fälttestning i valet av de träd framtidens skogar skall bygga på och då hamnar man på ett förädlingssystem som påminner om dagens.

Snabbare och rikligare blomning

Blomningsstimulering i kombination med tidiga tester kan förkorta generationstiden i växtförädlingen. Men utarmningen av den genetiska diversiteten sker i direkt proportion till generationstiden, storleken av dagens förädlingspopulation får dimensioneras tiofalt större om generationstiden skall minskas radikalt. Dessutom kommer man ändå inte ifrån att långa fälttester är ett nödvändigt inslag så möjligheterna att förkorta generationstiden är begränsade. Tidsavståndet mellan förädling och skogsodling kan komma att förkortas avsevärt och därigenom kan förädlingens påverkan på genetiska variation komma till uttryck snabbare än idag.

Molekylär förädling

Genomik; Genomics, associations, marker aided selection etc. öppnar möjligheter att i ökad grad välja träd direkt på de gener som styr dem istället för deras uttryck. Många bedömare anser detta kommer att bli en betydelsefull del av skogsträdsförädlingen i framtiden. På något decenniums sikt kan knappast tillämpningar förutses komma till praktisk användning (Andersson, 2008). Dessa nya metoder kommer förmodligen att ha ett begränsat inflytande på förädlingsstrategin i stort inom överskådlig framtid (faktorer som förädlingspopulationernas storlek och struktur, cykeltid, reduktion av genetisk variation, att skogsträdsförädling har ett betydelsefullt inslag av långvariga fälttester). Däremot kan de ha betydelse för faktorer som selektionskriterier och antalet kandidater till urval. De molekylära metoderna kan leda till ett ökat tryck på få träd, eftersom det kan bli relativt besvärligt att få många som är lite besläktade med liknande egenskaper och detta kan indirekt leda till minskad diversitet i skogarna även om strävan i förädlingspopulationen säkert kommer att vara att bevara mångfald och diversitet. Molekylär förädling skulle kunna leda till att diversiteten i just de utvalda generna och troligen också de gener som ligger närmast på kromosomen minskar kraftigare än med dagens selektion, som ser till summan av genernas uttryck. Markörgener har dock stor betydelse för andra förädlingsrelaterade frågor såsom identifiering av föräldrar, uppskattning av släktskap, kontroll av kontamination och skattning av genetisk diversitet.

GM

Med genetic modification ("intelligent design") möjliggörs bl.a. att sammanföra gener från olika träd eller organismer med icke-sexuella metoder. Detta skulle kunna eliminera behovet av omkombination av gener i olika träd med nuvarande sexuella metoder och därmed ganska radikalt ändra förädlingsfilosofin. GM har knappast lämnat laboratoriet för skogsträd (det finns mycket få fälttester kvar och knappast något som är relevant för barrträdsförädling), och långa fälttester förefaller ofrånkomligt för tall och gran innan metoderna kan introduceras praktiskt. På lång sikt (sekler) har GM-tekniker att stuva om gener stor potential och deras troliga introduktion är ett

argument för att inte vara allt för bekymrad över vad som händer i förädlingspopulationerna om några hundra år.

Klonskogsbruk

Skogodling med testade kloner som kanske också har enligt molekylär förädling önskvärda gener skulle kunna bli en realitet. I så fall kommer önskemål att uppkomma att bättre använda den nya tekniken genom att använda skogsmark till odlingar med en lägre genetisk diversitet än Sverige har omfattande praktisk erfarenhet av.

Risk

Det finns scenarior – när det gäller genetisk variation framförallt klonskogsbruk – där skogsbrukets önskemål och att utnyttja de genetiska vinsterna som kan bli möjliga kan leda till konflikter, när man kontrasterar med ”beprovad erfarenhet”, d.v.s. erfarenheter från skogsodling i semipraktisk skala av odlingsmaterial med låg genetisk diversitet. Det är därför viktigt att sådan semipraktisk verksamhet intensifieras för att eventuellt mer omfattande skogsbruk med lägre diversitet inte skall fördröjas p.g.a. brist på relevant erfarenhet.

Hur olika är olika provenienser?

I naturskog flyttar sig generna kortare sträckor än i kulturskog. Även om en väsentlig del av generna (hälften av pollenet) migrerar över mer än några hundra meter så migrerar nog huvuddelen (häften av pollenet och nästan alla fröna) mindre än hundra meter.

För ett sekel sedan, när sådd var vanligt, kanske kott plockades av den lokala skogsvaktarens familj och klängdes i hans hem, avståndet mellan frö och föröngningsyta kanske ganska ofta var mindre än en mil. Det existerar än idag kulturformer där förflyttningarna inte är stora. Skogsbrukaren flyttar kanske på självföröngrade plantor. Skogsbrukaren kanske skördar kottar i sina egna skogar och klänger dem själv och använder sedan sådd. Även om förflyttningarna är små finns det fluktuationer i genetiken mellan frökällor. Men i allmänhet så är det långa sträckor (storleksordning 10 mil och ofta avsevärt mer) mellan föräldraträdens växtplats och för skogen som de ger upphov till. Och då uppkommer frågan om proveniensvariationen i större skala.

Det finns en klinal variation mellan provenienser. Sydliga provenienser överlever inte i nordliga klimat och nordliga provenienser växer långsamt i sydliga klimat. Man tillskriver det att invintringen regleras bl.a. av de allt längre nätterna på hösten och att denna signal kommer försent till sydliga provenienser som alltså inte är ordentligt vinterhårdiga när vinterklimatet sätter in. Om provenienser jämförs på samma lokal så kommer tillväxtavslutningen tidigare ju nordligare beteende proveniensen visar.

För tall verkar invintringen vara den operativt viktigast proveniensskillnaden. De plantor som skadas under vintern blir känsligare för snöskytte mm. som blir den mer direkta dödsorsaken. En skillnad på en latitud i ursprung kan ge en skillnad på 10 % i överlevnad i lägen där överlevnaden är kritiskt låg.

Härkomstaltituden däremot verkar ha ganska liten betydelse (Sundblad och Andersson, 1995).

På molekylär nivå kan man säga att de flesta polymorfier bevaras, få fixeras. Visserligen hittas skillnader i förekomst av alleler, men generellt är ofta antalet ”bestånd” och genotyper inom bestånd (stickprover) alldeles för lågt för att få en bestämd uppfattning om skillnader i sällsynta alleler. Stickprov kan vara utsatta för otypisk påverkan (få och besläktade föräldrar, speciella och hårda urval). Det är svårt att generalisera. Den kritiska betydelsen av hur stickproverna av populationerna tas understryks i en översikt av Wright och Gaut (2005).

Det finns ett program plantval på Skogforsks hemsida som förutspår effekten av olika förflyttningar.

Det storskaliga proveniensmönstret för gran

Granens spridningsvägar har studerats av Tollefsrud (Tollefsrud m.fl., 2008 och 2009). Studierna bygger på mitokondrie-DNA som bara nedärvs på fröföräldrasidan och som bara speglar en liten del av genomet, men är värdefullt framförallt för att ge underlag till spridningshistorien. I Nordeuropa (Skandinavien, Baltikum, Vitryssland, Ryssland, Kaliningrad och en liten del av nordöstra Polen mm) finns bara en genetisk huvudgrupp, vilket antyder att granen efter istiden kommer från ett refugium område i Ryssland. I Sydeuropa (Södra Polen, Tjeckien, Slovakien, Rumänien, Södra Tyskland mm.) finns flera olika genetiska grupper som förmodligen härrör från olika refugier. I huvudsak förefaller den nordligare (inklusive svenska) delen av utbredningsområdet att ha varit isolerad från sydligare delar åtminstone sedan istiden. Den nordsvenska granen har troligen till stor del invandrat landvägen runt Bottenhavet medan den sydsvenska granen förefaller ha kommit över Östersjön. Granbestånden i Ryssland verkar ofta ha större genetisk variation i DNAt än i Sverige och Norge. Det finns dock fler genetiska varianter i Sydsverige än i Nordsverige, Sverige norr om Mälaren verkar mycket ensartat. Gener sprids över mycket större distanser med pollen än med frön och man kunde förmoda att skillnaderna skulle vara mycket mindre distinkta med kärnDNA. Det ter sig förvånande att även frö verkar tagit sig över Östersjön och att denna invandringväg spelat så stor roll.

Granens utbredningsområde kan grundat på markörgener och DNA (Heurtz m.fl., 2006; Lagercranz och Ryman, 1990) ses som uppdelad i två huvudområden: en nordisk-baltisk (inklusive norra Polen) och en Alpin-Centraleuropeisk del, samt en karpatisk. Det finns en diskontinuitet i granens utbredningsområde som går genom Polen. Granen verkar genomgått genetisk drift före den senaste interglacialen som gjort den genetiska diversiteten (nukleotiddiversiteten) lägre än för en del andra arter. Lagercranz & Ryman (1990) lägger splittringen mellan de två huvudområdena maximalt 40000 år sedan, men det kan vara mer enligt Heurtz m.fl. (2006), som dock använder ett mycket litet stickprov av provenienser. Det verkar som om DNAt blandats förvånansvärt väl inom genomen, det är inte så accentuerad kopplingsjämnvikt.

För knoppsättningstidpunkt verkar det Baltisk - Nordsvenska området heterogent och det är nog att tillskriva extremt beteende hos de nordligaste provenienserna. Längst i norr är ljusklimatet och en anpassad invintring mest kritisk.

Gran nordförflyttas typiskt i Sverige några breddgrader för att få högre tillväxt och reducera skador av försommarfrost. I södra Sverige avråds ofta från ortens proveniens med tanke på risken för försommarfrost.

Studier och analyser om proveniensförflyttning av gran i Sverige bl.a. i Persson & Persson (1992), Rosvall m.fl. (1998), Werner & Karlsson (1983), skogsstyrelsens författningssamlingar. År 1938 anlades ett internationellt försök på tre försökslokaler. Resultaten (Langlet, 1964) visade att gran från Nordosteuropa, Mellaneuropa och Rumänien föreföll överlägsna syd-svensk gran. 1964/1968 anlades IUFRO:s försök med 1100 provenienser varav tre lokaler i Sverige. Resultaten redovisades av Persson & Persson (1992). Försöken visar att baltiska och vitryska provenienser producerar 10 till 15 procent bättre än sydsvensk beståndsgren. En proveniensserie i Sydsvrige anlades 1969 (Werner & Karlsson, 1981), även i denna verkar nordförflyttade provenienser bra.

Det storskaliga proveniensmönstret för tall

Det europeiska utbredningsområdets södra delar (Spanien, Turkiet) är troligen isolerade från de norra sedan istiden. De centraleuropeiska kan ha överlevt istiden och spritt sig åt norr. De nordliga (Sverige, Finland) har invandrat de sista ca 10000 åren sedan istiden. Det förefaller som central europeiska och nordiska området genomgått en genetisk flaskhals och denna kan ha fått större effekt i det nordliga området (Pyhäjärvi m.fl., 2007).

I norra Sverige eftersträvas att hämta fröet några breddgrader norr om odlingslokalen. Detta minskar risken för sen tillväxtavslutning som leder till skador. I södra Sverige används inte systematiska nord eller sydförflyttningar. Studier och analyser om proveniensförflyttning av tall baserat på svenska fältförsök finns bl. a i Eiche (1966), Persson & Ståhl (1993), Persson (1994), Prescher (1986), Rosvall m.fl. (1998), skogsstyrelsens författningssamlingar.

Omfattning av "medveten" genförflyttning för gran och tall

Vid artificiell föryngring med plantor och frön blir det nästan alltid längre förflyttningar än den naturliga migrationen. Sedan lång tid har det funnits uppfattningar, rekommendationer och ibland regler om förflyttning av skogsodlingsmaterial. Skogsbruket söker förstås anpassa sig till detta.

Importen av utländskt frö de sista hundra åren rör sig om 200 ton gran och 40 ton tall. Fröimporten var omfattande tidigare också och då var inslaget av tall större. För gran så är den allra största delen av planteringen i Götaland åtminstone de sista fyrtio åren importerat. Detta behöver inte vara så allvarligt, granen nådde under sin invandringshistoria Mälardalen vid Kristi födelse och skulle inte nått sydligaste Sverige än, om den inte introducerats med kulturskogen. Det brukar dras en gräns att ett trädslag skall funnits i tusen år

för att betraktas som inhemskt, då är granen en exot i en väsentlig del av Götaland.

De senaste årens frö för huvudträdslagen redovisas i nedanstående tabell, som visar mängden frö (kg) utfärdad i stambrev och i införseltillstånd av Skogsstyrelsen. Inom parentes är delmängden frö som har importerats. (Källa Skogsstyrelsen, 2009).

Trädslag	2003-07-01 – 2004-06-30	2004-07-01 – 2005-06-30	2005-07-01 – 2006-06-30	2006-07-01 – 2007-06-30	2007-07-01 – 2008-06-30
Gran	575	257	806 (595)	11 366 (418)	852 (567)
Tall	1 145	1 298	3295	2 564	4 199 (247)

Trakthyggeskogbruk och skogsodling har ofta framhållits som positivt sedan 1830 och det officiella Sverige och bruksskogarna i södra Sverige använde det nog, medan privatskogsbruket nog inte använde det. Även om trakthyggesbruk dominerade i den officiella synen så saknades aldrig förespråkare för olika blädningskoncept och episodvis fick de inflytande. Trakthyggeskogbruket kombinerades vanligen, men i osäker omfattning med naturlig föryngring. Av praktiska skäl var nog en stor del av skogsodlingsmaterialet ganska lokalt även vid kultur. I Tyskland utvecklades storskaliga klängar och det var ofta brist på frö och de professionella skogsmännen hade ofta Tyskland som förebild. Därför kom avsevärda kvantiteter frö från Tyskland.

Huvuddelen av importen har skett som frö, och det är svårt eller troligen omöjligt att med någon grad av precision omräkna frömängd till areal eller procent av skogen. Frö kan lagras länge, tio år är inte ovanligt. Frö lagras längre för gran än för tall, eftersom blomningen är så varierande. Allt frö används inte, en del kasseras p.g.a. lagringsskador eller att det blir för gammalt eller att prognosen på efterfrågan är låg. Kultur kan vara sådd eller plantering, och fröåtgången är mycket större för sådd. På 1800 talet var ofta frögivorna enorma med dagens mått. Wibeck (1911) citerar en lärobok från 1845 där 13.5–16 kg/ha nämns och det antyds att det finns rekommendationer om mer. Man kanske kan förmoda att ett kg frö räckte till 1–2 hektar sådd och till 25 hektar plantodling, men fröåtgången kan ha varit mycket större. Fröbehandlingen var nog dålig med mycket mekaniska skador och insektsskador på fröet. En hjälp till att diskutera fröutbyte kan vara genomgången av Simak och Bergsten (1988). Fröåtgången per hektar föryngring har minskat över tiden med förbättrade tekniker att prognostisera frökvalitén; att lagra fröet; och att så. Vid plantframställning användes tidigare bredsådd på friland, fröåtgången per producerad planta var mycket större än idag.

Det frö som importerades före ca 1950 användes förmodligen nästan enbart till sådd. Kanske ett kg frö per hektar som föryngras med sådd är vad som gäller för huvuddelen de ”äldre” importerna. Då skulle det röra om storleksordningen 100 000 hektar totalt med importerade import för sådd före ungefär 1930. Detta är mycket, men kanske ändå bara en liten del av skogen, och det är möjligt det blev mycket mindre areal av äldre fröimporter. En siffra som nämns för tillståndet 1910 är att totalt 17000 hektar var tysktall i Södra Sverige.

Resultaten från de första proveniensförsöken gjorde att man blev medveten om att det inte var en god idé att överhuvudtaget ta tallfrö söderifrån ungefär 1925. Det är otroligt att tall flyttades många breddgrader söderifrån i någon nämnvärd omfattning därefter. Man eftersträvade nog ofta lokalproveniens, men tillräckligt hårdigt tallfrö fanns ibland inte. I höglägen i norr räckte det inte med lokalproveniens utan rekommendationen var att ta frö norrifrån, men det har varit besvärligt att följa detta. Av äldre tallkulturer i norr är nog inslaget av starkt nordförflyttad tall mycket litet, i den mån det gjordes så blev resultatet ofta dåligt och hade nog ett litet inflytande på nästa generation. Jag gissar det är en relativt liten del av all befintlig tall som flyttats mer än drygt en latitud.

För gran däremot ansågs nordförflyttad gran producerar mer och den uppfattningen gäller fortfarande med undantag för längst i norr och högst upp där lokalproveniens är bra. Beträffande *vilken* sydlig gran som är bäst har dock uppfattningarna ändrats, och de nuvarande importerna innebär ingen stor nordförflyttning.

Vi har inte har bra uppskattningar för att beskriva det genetiska händelseförloppet, uppskattningarna har inte förbättrats med tiden, och man frågar sig vad man kan göra åt det. Jag tror också att "man" tror att "man" vet mer och kontrollerar mer än "man" faktiskt gör. En del bolag har statistik över vad som används och plantskolor för statistik över vad som säljs. En del information skulle kunna systematiseras bättre, men en nationell sammanställning har inte gjorts annat än sporadiskt och inte täckande. I den mån informationen "finns" är den för svår att komma åt, systematisera och tolka. Kanske man kan ändra rutiner, förväntningar på skogsbruket och regelverk så att det i framtiden blir enklare, med dagens IT system borde det inte vara tekniskt svårt och rutinerna som skulle behövas ter sig inte oöverkomliga, men jag är tveksam om systemet klarar av att genomföra det administrativt eller om det är stora vinster att hämta. Den genetiska omröringen har huvudsakligen redan skett och kan inte göras ogjord och orsakar nog inga allvarliga olägenheter och måhända snarast fördelar. Trots dessa reservationer tycker jag vi måste försöka att göra en bättre beskrivning av vad som hänt, förbättra möjligheterna till framtida beskrivningar och bättre förstå hur mycket "vi" egentligen vet. Mer om detta längre fram i dokumentet.

Hur mycket gran i Götaland kommer från utlandet?

Eftersom förekomst av utländsk gran är genetisk variation, så faller det inom den här rapporten. Vad som står nedan är inte avsett som en så exakt uppskattning som vore möjligt, utan en skiss till ett möjligt tillvägagångssätt som borde kunna ge en del information. Räkneexemplet ger att knappt hälften av granen i Götaland är av utländsk härkomst, d.v.s. föräldrarna står i utlandet och oftast mer än hundra mil från avkomman. Jag fokuserar på Götaland där fenomenet är störst. I Götaland är nog loppet redan kört, gener med utländskt och svenskt ursprung kommer att blandas även om vi skulle stoppa import och införa järnhård kontroll. Längre norrut kan vi kanske fortfarande i högre grad bevara de inhemska genresurserna mer oblandade om det ansågs som mycket angeläget.

Jag gör en överslagsberäkning begränsad till Götaland och gran. Utländsk härkomst förekommer av andra arter och i andra områden, men har inte lika stor betydelse. Det går att få en noggrannare beräkning om man lägger ned mer tid, men det går knappast att få hög precision. Det går knappast att få en uppskattning av betydelsen genom att skatta arealer det importerade fröet skulle kunna räckt till, utan jag tycker man skall försöka göra en uppskattning hur många procent av generna i Götaland som kommer från medveten import sedan ungefär 1850. Även om siffran kanske inte är ”praktiskt” viktig är det ett hälsotecken att den beräknas. Originalstatistiken måste göras jämförbar över år och det är bökigt (och blir nog inte bra ändå). Det finns nog tidigare användbara sammanställningar (genbanksutredningen Jo 78:12 t.ex.). Det finns mer originalstatistik som kan sammanställas och analyseras i speciella EXCEL-filer för ändamålet på Skogstyrelsen och Riksskogstaxeringen och jag tycker det kan ses som något som skogsstyrelsen naturligt skall intressera sig för såsom myndighet ansvarig för ”den skogliga genbanken”, genresurserna i allmän bemärkelse. Beräkningen nedan har luckor och fel och går att göra bättre, men det skulle ta lång tid. Jag tycker det skall göra någon typ av rapport (eller kanske ett examensarbete) med bl.a. denna beräkning och kanske lite filosofi omkring.

Historia för utländsk gran i Götaland

Man kan hantera tiden i fyra delar: 1850 (1830)–1900 då det inte finns mycket mer än Wibeck (1912) och mycket bristfällig statistik att gå på och de skogar som då skogsodlades i södra Sverige finns inte kvar längre. 1901–1950 då skogsodling fortfarande är ovanlig, en del skogsodlade träd finns kvar, och statistiken börja bli bättre. 1951–1990, då vi har sammanställningen av Almäng (1996) och 1991–2010 då statistiken är modern, då granfröplantager börjar vara ett betydande inslag, och kan ge underlag till spekulationer om framtiden. Man får interpolera lite i glappen (extrapolera de sista åren).

På 50 talet skogsodlades 0.3% av den produktiva skogsmarken i Götalandslänen (skogsstatistisk årsbok 1953). 1901–1950 skogsodlades knappt 10 000 ha/år i Götaland. Det framställdes ungefär 5 ton frö per år av vardera tall och gran i Götaland på 50 talet. Det verkar importerats 2 ton granfrö per år fram till ungefär nu. Det finns nu 5 miljoner hektar skogsmark i Götaland varav 3.5 miljoner ”huvudsakligen” gran. Skogsmarken och granandelen har säkert ökat sedan 1950, men det är arbetskrävande att utreda hur. 2005–2007 skogsodlades knappt 50 000 ha/år i Götaland.

Från 1851 till 1950 antas 29 % av den skogsodlade granen utländsk i relation till fröåtgången (2 ton utländskt och 5 ton svenskt frö). Detta kan ses som en ökning av andelen utländsk gran med $0.29 \times 0.3 = 0.09\%$ per år, så 1950 skulle det vara knappt 10 %. Knappt eftersom skogsodlingsarealen kanske var mindre tidigare och, eftersom en del av granen som tillkommit före 1900 kan antas avverkad före 1950. Hela denna areal antas avverkad 2010.

Därefter ökar arealen kultur med utländsk gran raskt. Det har gjorts ett examensarbete på utländska träd i svenskt skogsbruk (Almäng, 1996), som sammanfattas av Hannerz och Almäng (1997). Arbetet byggde på tre delar: fröimportstatistik, plantproduktionsstatistik från en plantskola i Halland 1971 – 1992, och en enkät till plantskolor om plantproduktion 1995. Granplantor med

svensk härkomst hade en liten andel av alla granplantor, och andelen minskade över tiden. Av granandelen från plantskolor som försörjer Götaland var ungefär en tredjedel av plantorna av svensk härkomst. Det finns osäkerheter, t.ex. plantskolorna i Götaland levererar kanske till odlingar norr om Götaland och plantskolorna norr om Götaland levererar förmodligen en del plantor till Götaland.

Under 1951–2010 antas 40000 hektar skogodling med gran i Götaland. All grankultur före 1950 och 10 % av arealen efter 1950 antas slutavverkad (inklusive t.ex. stormfälld eller misslyckad plantering som gjordes om; till största delen ersatts med granplantering, vilken dock inte skall dubbelräknas, det antas egentligen vara något mer än 10 % som kompenseras av en del av de utländska kulturerna före 1950 står kvar), d.v.s. $60 \times 40000 \times 0.9 = 2.16$ miljoner hektar som står i grandominerade bestånd. Detta skulle vara 62 % av den produktiva grandominerade skogsmarken och 43 % av den totala skogsmarken. Av detta antas 75 % vara gran med utländsk härkomst och 88 % gran med utländskt ursprung (mindre 1950 och mer 2010). Arealen där utländsk gran är huvudträdsdrag förväntas då bli 1.9 miljoner hektar och 54 % av den grandominerade skogsmarken. Andelen träd och andelen genom i träden som har utländskt ursprung blir dock lägre. En del av granarna i granbestånd inte planterade utan kommer från det gamla beståndet eller kringliggande bestånd, det är kanske så att 10 % av granarna i en grankultur med utländskt ursprung har svenskt ursprung. Och dels är förmodligen inslaget av pollinering med pollen från svenskt ursprung lika stort i svenska bestånd med utländskt ursprung som i fröplantager, d.v.s. ungefär hälften. Jag kommer fram till att ungefär hälften av generna i vad vi betecknar som granskogar i Götaland 2010 har utländskt ursprung som en konsekvens av import av utländskt skogsodlingsmaterial.

Dessa siffror är något lägre än vad initierade bedömare framfört tidigare, men det är som sagt väldigt summariskt och det skulle gå att göra en omsorgsfullare uträkning. Utslaget över de senaste decennierna kan vi nog ur få en ungefärlig uppskattning över producerade plantor och planterad areal på nationell nivå, och jag rekommenderar att något större ansträngningar än hittills görs för att regelbundet presentera sådana sammanställningar. Det är inte administrativt enkelt och finns ett betydande motstånd mot ändringar i regelverket, som skulle möjliggöra en noggrannare översikt över användningen. Det finns knappast personresurser som är entusiastiska för att göra denna typ av sammanställningar heller. Att det är en problematik som är angelägen behöver nog tydliggöras avsevärt bättre om resurser för avsevärt bättre översikter skall komma fram, och så angeläget förefaller det inte. Även med ändringar i regelverk och praxis är det omöjligt att få en verklig pålitlig statistik. Men inte desto mindre skulle jag gärna se *något* större ansträngningar än hittills.

En del av skogsodlingen med gran är utvidgning av granarealen, och sker inte på den svenska granens "bekostnad"

Granen fanns inte i större delen av Skåne eller i de mest kustnära delarna av Blekinge innan man började plantera den i slutet av artonhundratalet. Man ersätter alltså inte "svensk gran" med "utländsk gran", utan planterar ett främmande trädsdrag (vilket ibland ses som allvarligare, men detta ligger utanför denna rapport). Även inom utbredningsområdet rör det sig ofta om att

skogodla nedlagd jordbruks- eller betesmark. I viss mån ersätter granen andra trädslag, eftersom t.ex. förekomsterna av bok och tall är mer beroende av störningar av typ stora skogsbränder som ju har upphört. Ser man till volymen eller tillväxten av granskog i Götaland har denna fördubblats under det sista seklet, så det kan kanske hävdas att det nu finns mer svensk gran i Götaland än någonsin förut, och att den importerade granen har hittills tillkommit därutöver snarare än tagit över. Däremot kan man säga att skogsodlingar med gran undantränger den svenska tallen och förmodligen har undanträngt boken.

Ursprungsbegreppet

Man skiljer på begreppen härkomst och ursprung. Härkomst syftar på varifrån fröna kommer, d.v.s. var moderträden stod, det kan vara en viss fröplantage eller ett visst bestånd. Ursprung har att göra med varifrån frökällan ursprungligen härstammar. Vad man menar med ursprung beror på från när man räknar. För tiotusen år sedan var det inlandsis i Sverige och lägger man ursprunget så långt bak är det alltid utländskt. Granen började sprida sig söder om mälardalen först vid Kristus födelse så det finns inga ursprung från Götaland om man lägger ursprunget 2000 år bakåt. Eftersom mer omfattande skogsodling av gran inte förekom före 1830 och genmigrationen tidigare inte alls var så stor som senare när skogsodling startade, kan det vara en praktisk utgångspunkt. Eftersom gener migrerar är inte ursprunget en punkt, och ju längre bak man går, ju mer blir ursprunget ett utspritt område. Detta gäller även i naturskog, men i långt högre grad för skogsodling, eftersom ursprunget i frön från ett bestånd som uppkommit genom skogsodling med en förflyttad proveniens blir en blandning av ursprunget för beståndets härkomst och lokalpopulationen.

Även sydsvenska härkomster av gran är ofta av utländskt ursprung. Man skördade ofta medvetet ”kontinentgranbestånd” för att tillgodogöra sig produktionsvinster. Detta får betraktas som säkrare än direktimport av frö, eftersom det oftast rör sig om ett bestånd som ser bra ut i den svenska miljön och kan förmodas vara mer välanpassat än där man bara känner till en utländsk härkomst. Man hoppades också att kunna tillgodogöra sig en positiv hybrideffekt. Man kan förmoda att bestånd i Sverige utsätts för pollinering av kringliggande bestånd i samma utsträckning som fröplantager (hälften), så att i fröet från ett svenskt bestånd med utländsk härkomst så var hälften av fäderna och alltså en fjärdedel av generna samma som i en svensk självföryngring. Man kan förmoda att det finns en självföryngring av icke planterad gran, som dock kan förmodas vara obetydlig i de bestånd som använts till frötäkt. För framtida frötäkter får man dock räkna med ett avsevärt inslag av utländska och varierande ursprung i det pollen som kommer från plantagens omgivning. Bl.a. p.g.a. osäkerheterna omkring ursprunget har frötäkten i sydsvenska bestånd minskat sista decenniet.

Nedan ges en del information, Skogforsk skulle kunna göra de kvantitativa siffrorna noggrannare på en del punkter, men det fordrar ett betydande arbete och Skogforsk uppfattar det nog inte som prioriterat. Jag föreslår att man gör en noggrannare dokumentation av det förmodade ursprunget för de individer som går vidare till förädlingspopulationerna, de är de bästa testade klonerna som kan förväntas dyka upp vid nyetablering av plantager, förutom att dess avkommor dyker upp i de framtida plantagera.

Äldre granplantager och första omgången plusträd

Det är dessa plantager som ger upphov till dagens planteringar med granplantagefrö i södra Sverige.

Plusträdsregistrering av första omgången plusträd. Urvalen av de äldre granplusträden gjordes typiskt 1950–1965. Det finns ett plusträdsregister. De äldre plantagerna ger en bild av de äldre plusträden. Det finns ingen speciell ruta i registerkortet för ursprung, däremot förekommer det under rubriken ”anteckningar” att det står t.ex. ”kontinentgran”. Detta innebär att man vet ibland att ursprunget är utländskt, men inte med säkerhet att det är inhemskt även när det faktiskt är det. När det inte står något så vet man inte idag, och det är troligt att det inte alltid var säkert känt heller vid förrättningen. Det är ovanligt, men förekommer att det står om det är natur eller kulturskog. Som plusträd valdes på den tiden mogna träd, ofta i naturskogar. Träden borrades i brösthöjd och brösthöjdsåldern bestämdes på alla plusträd och jämförelseträd omkring. Det är ca 40–90 åriga granar i södra Sverige, d.v.s. huvudsakligen träd som började sitt liv i slutet av 1800-talet. Man kan kanske förmoda att det förhållandevis sällan rörde sig om skogodlingar med utländska provenienser om det inte anges. Det registrerades en del utländska plusträd, kanske 10 procent av de registrerade plusträdsklonerna av gran är ett plusträd i en utländsk skog, de flesta från Polen, Tyskland, Belgien och Norge. En del av plusträden gav upphov till ympar som planterades i fröplantager. Fröplantagerna kunde vara anlagda som provenienshybridplantager, d.v.s. man såg det som en direkt fördel att det bildades hybrider. Det finns ett speciellt kapitel i denna utredning om provenienshybridplantager, men de har haft en liten effekt på skogsodling.

Denna tabell från Rikslängden visar de plantager som används för beskogning av Götaland idag eller nyligen. Det finns nyare plantager som ännu inte givit upphov till många plantor.

Nr	Namn	Areal Ha	Ursprung	Plantagens Latitud	Härkomst Latitud	Klonernas Antal	Klon LatDec
FP-96	Skogsgård	5	Okänt	55°54'	55°00'	39	57.30
FP-70	Gälltofta	10	Okänt	55°54'	55°00'	30	56.30
FP-68	Slogstorp	19	Okänt	55°48'	55°00'	35	57.00
FP-196	Torarp	5	Okänt	56°12'	55°00'	245	56.80
FP-58	Runesten	14	Okänt	57°06'	54°00'	35	
FP-52	Maglehem	5	Okänt	55°48'	54°00'	30	
FP-505	Elit 98/1		Okänt	55°56'		40	50.40
FP-503	Gälltofta-2	18	Okänt	55°58'	55°00'	51	55.88
FP-506	Nedra Sandby	15	Icke Ortseget	56°49'	59°28'	130	
FP-507	Gringelstad G 4	8	Okänt	55°54'	60°36'	135	

”Härkomstlatituden” är för kloner med utländska ursprung en schablonberäkning där de utländska materialen tilldelats en latitud, men klonlatitud syftar på den vanligen kända svenska härkomsten. ”Elit” torde syfta på särplockning. En notering är att ursprunget kategoriseras genomgående som okänt, detta gäller för mycket material i den svenska rikslängden. Rikslängden

är nog mindre informativ än vad som tros av de som inte tittat i den beträffande ”ursprung”.

De plantager som ansågs som provenienshybridplantager har gallrats, vanligen återstår bara vad som betraktas som svenska kloner. Detta sågs som ett krav eller önskemål för erkännande. Kanske det bara är utländska härkomster som gallrats bort, inte utländska ursprung.

Även i de plantager som inte klassificerats som provenienshybridplantager finns utländska kloner. Både Maglehem och Runesten används fortfarande, men Runesten är nu nedhuggen. Flertalet kloner i Götalandsplantager är valda i Sverige, men troligen ofta i bestånd som har kontinentalt ursprung. I Slogstörpsplantagen finns 10 polska plusträd av totalt 45, de kan nog dyka upp i andra, i Gälltoftaplantagen finns 3 danska och 5 polska av totalt 55. I Skogsgård finns 16 polska kloner av totalt 45. Maglehem blommar ofta. I Maglehem finns enbart träd valda i Sverige. Hälften av pollenet i plantager kommer utifrån och plantageklonerna kanske trots allt ibland har utländskt ursprung medan pollenet hittills varit hälften svenskt. Plantageskogarna kommer i en varierande grad att vara provenienshybrider även om det är svårutrett i precis vilken grad.

Andra omgången plusträdsurval

Gjordes från ca 1980. Gjordes i yngre bestånd. För den stora delen av plusträd är ursprunget inte känt och är nog till en stor del utländskt. Klontester med kloner selekterade i unga plantpartier är en källa till urval och det är ofta urval i utländska provenienser som sedan testats i svenska försök.

Svenskgran korsningar

Om man identifierade och korsade svenska ursprung skulle man få en referens av sydsvensk gran som man kunde jämföra med. Men försöker man kanske man upptäcker att det finns få säkra svenska i förädlingspopulationen. Läget beträffande korsningar i den svenska förädlingspopulationen redovisas i ett årligt dokument. För gran har en stor del av korsningarna i förädlingspopulationen gjorts de sista åren och man är nu sent ute om man vill ha svenskgrankorsningar som en del av den ordinarie förädlingen.

Ursprungsklassificering för de sydligaste förädlingspopulationerna av gran

Det vore ett önskemål att få ursprungsföräldrarna till de fem sydligaste förädlingspopulationerna klassificerade som 1) vald i Sverige i bestånd med svensk härkomst; 2) vald i Sverige i bestånd med utländsk härkomst; 3) vald i bestånd i Sverige med okänd härkomst; 4) vald i utlandet (gärna med landssymbol). Jag förmodar att denna sammanställning aldrig gjorts, och det är nog helt enkelt inte möjligt. Med denna kännedom kan man sedan klassificera korsningarna.

Provenienshybrider

Många korsningar mellan olika raser och arter av skogsträd har gjorts och det verkade som många ger en bra avkomma. Det finns ganska många exempel på hybrider i praktisk skogsodling. Paque (2009) har gjort en översikt över art och provenienshybrider för skogsträd i Europa. ”Outbreeding depression” (”Utavelsdepression”) noterades inte.

Olika härkomster av gran och tall som växer i ett landskap kommer att hybridisera. Det finns inte naturliga spärrar hos gran och tall mot provenienshybridbildning mellan provenienser som är så lika att de kan ses som alternativ för skogsodling på samma lokal. Generna migrerar i naturen mellan populationerna, Detta gäller också förflyttade eller förädlade material. Skogsträdsförädling och fröplantager medför också proveniensförflyttningar och har ett inslag av hybridisering mellan förädlade och förflyttade material. Skogarna i landskapet kommer i ökande grad att ha i viss mån varierande härkomster och i viss mån vara provenienshybrider och hybridisera med varandra. Det är alltså viktigt att veta om provenienshybrider uppför sig annorlunda än vad en enkel blandning av egenskaper och brytande av inaveln ger anledning att förmoda.

En väsentlig vinst med plantagefrö över beståndsfrö är att det är mindre inavelsbelastat. Närstående träd i naturliga populationer är släkt, och detta leder till inavel och inavelsdepression, som är negativt för skogsproduktionen. Den heterosis som beror på att inavel bryts existerar med säkerhet, men detta rör träd inom några tiotals meter från varandra i naturligt uppkomna populationer. Sådana träd delar ibland förfäder med varandra ett fåtal generationer tidigare, de är kanske halvsyskon eller sysslingar. Förväntan är att träd hundratals km från varandra inte skall vara så nära släkt att nämnvärd inavelsdepression uppstår när de hybridiserar p.g.a. gemensamma förfäder några få generationer tillbaka, och eventuella hybridiseringseffekter mellan mer avlägsna populationer borde huvudsakligen ha en annan förklaring.

Tidigare trodde man att det var vanligt att korsningar med olika ursprung producerade bättre än medelvärde av föräldrasorterna (heterosis). Men huvudskälet att hybrider används i viss praktisk skala idag verkar snarare vara att hybriderna är komplementära, de kombinerar olika positiva egenskaper hos föräldrapopulationerna. I enskilda egenskaper tycks hybrider i allmänhet bete sig mitt emellan föräldrapopulationerna, i varje fall för gran. Variationen mellan hybridkorsningar mellan olika föräldrar kan vara stor, men det beror nog snarare på att föräldrarna är mer olika om de har vitt skilda ursprung än en effekt av hybridisering i och för sig.

De äldre fältförsöken och även nyare försök har många brister för att entydigt säga i vilken grad hybridiseringen ger mer än medelvärde av föräldrarna. Kontrollerade korsningar jämförs med fri avblomning eller kommersiella material med de osäkerheter som vidlåder de senare. Eftereffekter och reciproka effekter kan spela roll. Försöken är asymmetriska och saknar ibland helt en komponent eller de olika komponenterna är olika representerade. Plantantalet och försöksstorleken är litet för att bedöma avvikelser från huvudeffekterna föräldrar och ursprung. Ofta är detaljer om de främmande ursprung okända. Ofta är de främmande ursprung baserade på urval i ett

bestånd med en förflyttad proveniens, vilket med all sannolikhet lett till urval och ofta bättre anpassning till de lokala förhållandena än direktimport. Nu finns många olika grader av hybridisering i förädlingsmaterialen och det pågår en systematisering så att man skall kunna samköra hela förädlingsmaterialet och man kan förvänta att detta så småningom kommer att ge ökad information om hybridisering.

Skäl att tro att användningen av stora proveniensförflyttningar av gran och tall skulle orsaka kraftigt negativa effekter, utöver konsekvenserna av den egenskapsmix som proveniensinblandningen medför, d.v.s. att det skulle leda till s.k. utavelsdepression, förefaller inte föreligga och behöver inte användas som ett argument för restriktivitet, i varje fall inte innan mer relevanta experimentella underlag föreligger.

Ett antal försöksserier med ett antal provenienshybridkorsningar med gran har anlagts i Sverige sedan mitten av 50-talet. Det är troligt att den litteraturoversikt över gran, som Prof. em. Gösta Eriksson nu håller på att utarbeta, kommer att ge mer komplett information, vilket är ett skäl att denna översikt inte gjorts komplett.

Lovande resultat erhöles i korsningar mellan svensk och kontinental gran (Nilsson, 1975; Ericsson, 1974). För att utnyttja detta praktiskt anlades många s.k. provenienskorsningsplantager med både svenska och kontinentala granar. 1990 fanns 140 hektar fördelat på åtta så kallade provenienshybridplantager av gran (Lindgren, 1992). Man hade hoppats att kunna sortera fram hybriderna i plantskolefasen. Emellertid ansågs att det skulle komma en osäker blandning av kontinentgran, svenskgran och hybrider ur plantagerna (Eriksson m.fl., 1973). Därför har man genomgående gallrat bort Väst och Syd kontinentala kloner, så endast svenska kloner återstod före nämnvärda fröskördar gjordes i dessa plantager (ca 1989). Det finns dock fortfarande äldre plantager med inblandning av utländska ursprung från norra Polen och Danmark å ena sidan och svenska kloner å andra, men det är provenienser som ligger nära de svenska och syftet är inte att göra en vinst på provenienshybrideffekten utan bara att utnyttja förmodat bra utvalda plusträd från bra bestånd vars frö förmodats lämpligt för skogsodling i Sverige.

Det tillämpade intresset för provenienshybrider av gran motiverades inte mest som förhoppning om heterosis utan mer ett hopp om att förena den goda tillväxten hos sydliga provenienser med den goda överlevnaden hos nordliga. Emellertid är dessa två egenskaper starkt kopplade till varandra på proveniensnivå och vad som karakteriserar ”rätt” proveniens är just balansen mellan dessa egenskaper. Egenskaperna är inte utan vidare komplementärt förenliga genom korsningar på proveniensnivå.

Fram till mitten av 70-talet verkade försöken peka på heterosiseffekter, men försöken var anlagda så det var svårt att avgöra om det verkligen var heterosis eller bara skillnader i proveniensinslag och effekt av korsningar istället för fri avblomning eller kommersiellt jämförelsematerial. Ofta är inte det exakta ursprunget eller härkomsten av föräldrarna kända. Det rör sig ofta om urval i Sverige i ett svenskt bestånd med utländsk härkomst, men detta är ofta oklart. Blomqvist (1976) observerade mycket god tillväxt av några provenienshybridkorsningar Den internationella grankonferensen i Sverige

1988 (Werner och Stener, 1989) är förvånansvärt tyst om provenienshybridfrågan.

Resultat av provenienshybridkorsningar har visat att nedärvningen verkar vara genomgående intermediär (Eriksson m.fl., 1978; Eriksson & Ilstedt, 1986). Om det fanns heterosis skulle man förvänta att korsningsresultat inte bara beror på föräldrarna avelsvärden utan också på de specifika föräldrakombinationerna (ursprungen), men en genomgång av varianskomponenterna i grankorsningsförsök visade att sådana specifika effekter har liten betydelse i förhållande till variationen mellan avelsvärden (Kaya & Lindgren, 1992; Eriksson & Ilstedt, 1986). Vi tror nu att mycket av vad vi trodde var heterosis berodde på att materialen prövades på lokaler där hybriden var bättre anpassad än föräldrasorterna, samt korsnings och urvalseffekter och hur korsningsschema faktiskt såg ut har nog spelat roll (Kaya & Lindgren, 1992).

Dock förefaller variationen mellan provenienshybridkorsningar ofta stor (förklaringen kan vara att föräldrarna är mer olika än vid inomprovienskorsningar) och det finns mycket bra korsningar (Eriksson och Ilstedt, 1986). Det förefaller därför möjligt att få stora vinster i förädlingen genom att använda olika provenienser som korsningspartners. Medan det samtidigt kan finnas skäl att i förädlingspopulationerna bevara material där båda föräldrarna kommer från avgränsade områden.

Det har gjorts många korsningar mellan olika ursprung av gran även i Sverige och resultaten ger ingen anledning att befara att de provenienshybrider som nu uppstår i södra Sverige skulle ha negativa effekter. Nedärvningen verkar huvudsakligen intermediär. Det är inget oprövat. Det finns inget oroande i försöken och försöken är omfattande. Frågan om betydelsen av importerat material av gran har ständigt varit omdebatterad under mer än ett sekel, och några tecken på allvarliga bieffekter utöver användning av för ur skogsproduktions synpunkt för sydliga provenienser och att östprovenienser är bättre har inte märkt mycket i debatten. I den mån det har kommit in ”fel” granprovenienser i Sverige så kommer de antingen att försvinna när de ersätts med ny kulturskog eller snart gå in i den sydsvenska genpoolen där deras effekter i stort sett assimileras.

För de frötäkter som gjorts i södra Sverige de sista decennierna har det med ökande tidsavstånd till beståndsetablering och ett allt mer blandat pollenmoln blivit allt osäkrare vad egentligen ursprunget är, men frötäkter i bestånd i södra Sverige har nog näst intill upphört, de sista i nämnvärd omfattning gjordes nog 1998. Men svenskskördad förmodad kontinentgran (typ Emmaboda) finns fortfarande på marknaden.

Hybridmaterialet blir bäst anpassat ungefär som en proveniens mittemellan föräldrarnas ursprung. Nedärvningen verkar vara intermediär, anpassningen verkar inte brytas ned.

Många korsningar med ”provenienshybrider” har utförts, en del är relevanta för gran och tall i Sverige, och inga verkar ge underlag för allvarliga farhågor om ”utavelsdepression” eller ”nedbrytning av specifika genkomplex” under förhållanden som liknar svenska barrträd.

Andra generationens hybridkorsningar - F_2 . F_1 avkomman till föräldrar av två olika raser förväntas enligt enkel Mendelism vara ganska homogena. Men andra generationens hybrider (F_2) förväntas klyva ut en stor genetisk variation med olika kombinationer av egenskaper som kan ge oväntade effekter och där en eventuell fördel med första generationens hybrider skulle kunna gå förlorad. De försök som gjorts på barrträd underbygger inte dessa förmodanden utan andra generationens hybrider förefaller ganska väl förutsägbara från föräldrarnas egenskaper (ungefär som för första generationens hybrider). Det finns fall där man i förädlingen går vidare med F_2 -hybrider i förädlingspopulationen i hopp om att detta skall vidareutveckla kombination av goda egenskaper hos F_1 -orna. Det kan vara så, men jag föreslår ändå att vänta med att tillämpa detta för svensk gran tills mer är känt och ordentligt dokumenterat relevant för F_2 i förädlingspopulationen.

Beträffande påverkan på ekosystem och andra arter tror jag att problem, som har att göra med att det är kulturskog och att man får en skog som utnyttjar ståndorten effektivare och troligen i viss mån på andra arters bekostnad är större än om man använder sig av hybrider eller förflyttade material.

Tabell. Några arbeten som behandlar provenienshybrider av gran i Sverige. Arbetena har inte alltid analyserats här, tabellen kan användas som ett hjälpmedel för fördjupade studier om sådana anses behövliga.

Referens	Korsningar	Test-lokaler	Mätning	Resultat
Blomqvist, S. 1976. Några erfarenheter av granproveniens-hybrider. Granförädling, Bogesund 1976, 19-27.	Crosses 1956 at Kratte Masugn. Swedish origins around lat 60 crossed to Central Europe origins partly growing in South Sweden	4 in south and middle	19 years	
Ekberg, I., Eriksson, G., & Hadders, G. 1982. Growth of intra- and inter provenance families of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. <i>Silvae Genet.</i> 31, 160-167.	Crosses between North Swedish and French			
Ericsson, T. 1975. Resultat från några försök med provenienskorsningar av gran. Föreningen för skogsträdförädling. Institutet för skogsförbättring, Årsbok, 1974, 160-167.	Crosses 1954, 1956, 1958 between Swedish (lat around 63) and Central European origins partly growing in Sweden and open pollination	4 around lat 64	15-19 years	Does not contradict that provenance hybrids are good. Some crosses are particular good Some more biotic damage at hybrids
Eriksson, G., Ekberg, I., Dormling, I., & Matern, B. 1978. Inheritance of bud-set and bud-flushing in <i>Picea abies</i> (L.) Karst. <i>Theor. Appl. Genet.</i> 52:3-19.				
Eriksson, G. och Ilstedt, B. 1986. Stem volume of intra and interprovenance families of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. <i>Scand. J. For. Res.</i> 1:141-152.	Swedish× Swedish, Swedish × Central European “		Growth 20-28 years	
Ilstedt, B. & Eriksson, G. 1986. Quality of intra and inter provenance families of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. <i>Scand. J. For. Res.</i> 1, 153-166.				For most characters no difference among mating types
Kaya Z & Lindgren D 1992. The genetic variation of inter-provenance hybrids of <i>Picea abies</i> and possible breeding consequences. <i>Scand J For Res</i> 7:15-26.	Origins as follows: middle Swedish lat 60-64 crossed to 1) German 48-52; 2) south Swedish 57-61; 3) north Swedish 64-66	lat 62 alt 150	Growth at 13 years	Low SCA no indication of hybrid vigor indicated. Also literature review supports that SCA is mostly smaller than GCA giving little space for hybrid effects
Lindgren, D. and Eriksson, G. 1976. Plantskoleförsök. Department of Forest Genetic. Royal College of Forestry. Granförädling. p 89-115.				
Blomqvist, S. 1976. Några erfarenheter av granproveniens- hybrider. Granförädling, Bogesund 1976, 19-27.	Crosses 1954 with Swedish origins from lat 60 as mothers and central European as fathers			
Nilsson, B. 1975. Recent results of inter-provenance crosses in Sweden and the implication for breeding. Proc. 14th. meeting of Can. Tree Imp. Assoc. 1973, Part 2, 3- 14.				
Nilsson, B. 1958. Studier av 3-åriga avkomor efter korsning svensk gran × kontinentgran. Föreningen för växtförädling av skogsträd, Årsberättelse 1957.				
Nilsson, B. 1974. Heterosis in an intraspecific hybridization experiment in Norway spruce. In: Proceedings IUFRO conference Stockholm p197-206.				
Ununger, J., Ekberg, I. & Kang, H. 1988. Genetic control and age related changes of juvenile growth characters in <i>Picea abies</i> . <i>Scand. J. For. Res.</i> 3, 55-66.	Crosses among and within NorthSwedish and French origins	Growth chamber	Growth rhytm juvenile growth	Heterosis not mentioned, provenance effects important first growth periods, when within family variation takes over

Provenienshybrider av tall. Det finns omfattande försök med olika proveniensers av tall från hela Sverige. I ett av dessa försök (i Västerbottens län)

med provenienser representerande hela Sverige skördades kott efter fri avblomning innan träden nått fullt pollenspridande ålder, d.v.s. huvudsakligen stod omgivande träd av lokalproveniens för pollinering. Dessa ”spontana provenienschrybrier” uppför sig intermediärt i relation till föräldrarna, d.v.s. som en proveniens mitt emellan moderns härkomst och den lokala fadern (åtminstone beträffande tillväxt och överlevnad), det finns inget stöd för att hybridiseringen mellan provenienser av vitt skilda ursprung i sig själv skulle tillföra något vare sig positivt eller negativt (Nilsson 1992).

Fertilitet hos hybrider. Det händer att hybrider är sterila eller har reducerad fertilitet (hybridasp). Ordet ”anpassning” syftar ofta på förmåga att få avkomma och i den meningen kan hybrider vara sämre anpassade utan att de har nedsatt vitalitet. Detta kan vara en källa till missuppfattningar om man finner negativa hybrideffekter i litteraturen, de är bara begränsat relevanta ur skogsproduktionssynpunkt om det avser fertilitet.

Utavelsdepression hos fisk. Citat från Laikre m.fl. (2006) ”Furthermore, several investigations have demonstrated that individuals with an alien genetic background are less fit in natural settings than individuals of the native population (20, 32, 33). However, only in a few cases has the effects of the establishment of alien genes in natural populations been possible to follow, where documented consequences have included reduced viability and reproduction (30, 34, 35)”.

Tabell. Undersökningar, som kan ha relevans för ”utavelsdepression”.

Referens nr	Referens
20	Hindar, K., Ryman, N. and Utter, F. 1991. Genetic effects of cultured fish on natural fish populations. <i>Can. J. Fish. Aquat. Sci.</i> 48, 945–957.
30	Philipp, D.P., Claussen, J.E., Kassler, T.W. and Epifanio, J.M. 2002. Mixing stocks of largemouth bass reduces fitness through outbreeding depression. <i>Am. Fish. Soc. Symp.</i> 31, 349–370.
32	Einum, S. and Fleming, I.A. 2001. Implications of stocking: ecological interactions between wild and released salmonids. <i>Nord. J. Freshw. Res.</i> 75, 56–70.
33	Reisenbichler, R.R., Utter, F.M. and Krueger, C.C. 2003. Genetic concepts and uncertainties in restoring fish populations and species. In: <i>Strategies for Restoring River Ecosystems: Sources of Variation and Uncertainty in Natural and Managed Systems</i> . Wissmar, R. and Bisson, P. (eds.). American Fisheries Society, Bethesda, MD, pp. 149–183
34	McGinnity, P., Prodon, P., Ferguson, A., Hynes, R., Maoile’idigh, N.O., Baker, N., Cotter, D., O’Hea, B., et al. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, <i>Salmo salar</i> , as a result of interactions with escaped farm salmon. <i>Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.</i> 270, 2443–2450.
35	Currens, K.P., Hemmingsen, A.R., French, R.A., Buchanan, D.V., Schreck, C.B. and Li, H.W. 1997. Introgression and susceptibility to disease in a wild population of rainbow trout. <i>N. Am. J. Fish. Mgmt.</i> 17, 1065–1078.

Kommentar: Alla refererade undersökningar är med fisk, för andra typer av organismer saknas tydligen undersökningar om den möjliga betydelsen av utavelsdepression. Det är inte förvånande att när man blandar genmassa från en främmande inte lokalt välanpassad population med en lokalt välanpassad, man ofta finner negativa effekter på den lokala populationen i den lokala miljön, och att det resulterar i en ”mindre anpassad” population. För att det verkligen skall förtjäna att kallas ”utavelsdepression” tycker jag att det borde

fordras negativa effekter därutöver. T.ex. att båda sorterna på samma lokal är bättre än hybrider mellan dem.

I vilken grad blandar förädling och fröplantager olika ursprung?

Genom förädling och fröplantager blandas gener av olika ursprung ihop mer än vad som normalt sker i en natursituation, det bildas en del provenienshybrider.

I de svenska förädlingspopulationerna ingår urval från ursprung som i normalfallet skiljer sig några tiotal mil, men i den del populationer (framför allt gran i södra Sverige) kan skilja sig mer än hundra mil. Hittills har man inte planerat att ta hänsyn till avståndet mellan korsningspartnerna inom förädlingspopulationer. Däremot så innebär systemet med ett tjugotal förädlingspopulationer inriktade mot olika områden att gener från ursprung som inte anses anpassade för samma svenska område sällan blandas, och i de flesta förädlingspopulationerna så paras sällan individer med ursprung mer än ca tjugo mil åtskilda.

Tillståndet i de individuella förädlingspopulationerna dokumenteras årligen, men dokumentationen omfattar inte variation av ursprung, härkomst eller testlokal, eller hur korsningarna strukturerats.

Denna genblandning ser skogsträdsförädlare i allmänhet positivt på och som en fördel med förädlingen. Inavelsdepression i små populationer bryts, förmodligen finns en positiv hybridiseringseffekt, att gener från något olika områden förs samman ökar chansen för positiva genkombinationer och ökar den genetiska diversiteten, att anpassningen inte är snävt lokal ökar chansen att man får ett odlingsmaterial som passar under mer varierande förhållanden.

Eftersom klonerna till en fröplantage rekryteras från flera närliggande förädlingspopulationer och dessutom det kommer in kontaminerande pollen, så blir fröet avkomma av föräldrar med mer olika ursprung än vad som rymts i en förädlingspopulation, men det torde ganska sällan vara mer än trettio mil skillnad.

Genetisk struktur i naturliga bestånd

En ganska stor del av fröna av tall och gran avlägsnar sig inte mer än 10 meter från moderträdet och relativt få mer än 100 m. Plantorna som uppkommer inom 10 m från ett träd tenderar att bli halvsyskon (Yazdani & Lindgren, 1990), denna struktur kan överleva en generation, d.v.s. ganska många träd på 15 m avstånd har en gemensam mormor. En brand kan döda mindre träd och kvar står bara ett fåtal gamla som kanske överlevt många bränder och ett enstaka sådant träd kan vara moder till en väsentlig del av den lokala föryngringen. En "lokal" genetisk drift under några generationer kan ge upphov till mindre lokala variationer. Selektionen kan vara olika även inom vad som ter sig som ett bestånd och kan slå lite olika, t.ex. kan en del av beståndet vara försumpad och en annan inte. Detta kan ge upphov till lokala genotypiska variationer. Eftersom en stor del av pollenet med all sannolikhet migrerar mer än några hundra meter (utgående från den konstant höga pollenkontaminationen i fröplantager), så utjämnas den genetiska strukturen och det kan knappast bli drastiska variationer inom ett bestånd.

I ett kulturbestand så har frön och plantor från olika moderträd blandats om under frö och planthanteringen, antalet moderträd är ofta större än tusen och det blir inte mycket genetisk struktur. Det kan finnas lokala variationer av inslaget av självföryngring, och hjälpplantering kan ha skett i luckor och skogskultur kan ha skett med olika plantpartier i vad som behandlas som ett enhetligt bestånd. I ett planterat bestånd finns det begränsat utrymme för lokala ändringar beroende på olika lokala selektionstryck, vilket är ett skäl att förvänta ett genetiskt mer enhetligt bestånd än i en naturlig föryngring eller beståndsföryngring.

Finns genetisk variation mellan närliggande bestånd?

Naturskog

Naturliga ”bestånd” (eller snarare ”naturligt förnygrade bestånd”) kan vara mera diffust avgränsade än kulturbestånd. Det kan vara brandfält. I praktiken är gränserna till vad som kallas ett naturligt bestånd i Sverige vanligen en kultureffekt och ett resultat av olika skogsskötsel på olika sidor om en gräns. Vad som gör det naturligt är att stora ansträngningar inte gjorts för förnyringen.

Naturliga bestånd kan härstamma från ett fåtal kolonisationer eller överlevare och därför vara olika på grund av genetisk drift. Fjärrpollenet, som stod för en del av pollineringen när beståndsgenotyperna skapades, kan ha olika härkomst. Fenologin kan vara senare, t.ex. i en nord- än en sydsluttning, och detta leder till att träden är receptiva vid olika tidpunkter och pollineras av olika fjärrpollen. Den dominerande vindriktningen kan vara olika år.

Selektionen slår olika under beståndets tillkomst och utveckling för olika bestånd. Selektionen kan ha varit olika under lång tid i de bestånd som förnyringen härrör från. Urvalet i ung ålder påverkar det mogna beståndets genetiska sammansättning. Påverkan av flaskhalsår, väder och klimatfluktuationer och klimatändring och exposition för biotiska inflytanden är olika för olika kohorter av förnyringar. Ståndortsfaktorerna skiljer sig mellan bestånd. Hydrologin är olika, det regnar olika mycket även på platser några kilometer från varandra, bördigheten är olika, det kan vara morän eller sediment och över eller under högsta kustlinjen. Berggrunden och historiken sedan istiden skiljer sig mellan bestånd. Historiken skiljer sig även i samband med beståndets tillkomst, det kan vara brand eller vindfällning eller beståndsförnyring. Det kan vara utsatt för olika betestryck. Lokalklimatet är olika p.g.a. t.ex. exposition eller närhet till stora vatten.

Även utan människan kan trädslag komma och gå och komma tillbaks på en yta, nykolonisation (i varje fall i mindre skala) kan förekomma även sedan trädslaget första gången efter nedisningen spritt sig till ett område.

Proveniensförsök visar på storskaliga variationer, men det finns också en residual som förmodligen till stor del beror på ”naturliga” genetiska fluktuationer mellan bestånd. Ofta drar man slutsatser om områdets genetiska karakteristika på grundval av några få stickprov och dessa stickprov kan vara missvisande bl.a. p.g.a. fluktuationer inom ett område. De genetiska fluktuationerna mellan bestånd som ligger några km från varandra kanske har storleksordningen 5 % i ”skogsbruksvärde” och någon latitud i ”Anpassning”.

Genmigration med pollen utjämnar de genetiska fluktuationerna mellan bestånd, de kan knappast bli drastiska och halveringstiden för skillnader mellan närliggande populationer är förmodligen av storleksordningen tre generationer.

Kulturskog

För medvetet anlagd skog så kommer odlingsmaterialet någonstans ifrån. Bestånd som används för frötäkt är utsatta för samma variation som

uppräknats under naturskog. Men generna har i genomsnitt sitt ursprung längre bort från växtplatsen vid en kultur än naturskog eller naturlig föryngring. Tidigare var skogbruket småskaligare och en del av "kulturskogen" rekryterades nog ganska lokalt av praktiskt administrativa skäl. Ett exempel på hur det kan gå till för 150 år sedan är att kottar plockades av den lokala skogvaktarens familj och klängdes i hans hem. I den mån det odlades plantor kan det ha varit i en plantskola speciellt för att serva ett trakthygge. Men ofta fanns det inte frö av hygglig kvalitet lokalt och då kan det rört sig om stora avstånd. Detta beskrivs mer i andra avsnitt. Men förutom den lokala variationen mellan frökällor tillkommer att det oftast är en avlägsen frökälla, och för de sista decennierna kan det också vara fröplantagefrö, för de sista åren genetisk avsevärt förbättrat fröplantagefrö. I genomsnitt tror vi att en femtedel av generna i huvudplantorna en kulturskog är "lokal" föryngring. En kulturskog är ganska sällan en helt "ren" produkt av kulturen.

Hur välanpassad och lämplig är ”lokalproveniensen”?

Det kan hävdas att vad som växer på en plats har anpassat sig till den lokala ståndorten. En viss lokal anpassning kan uppstå redan den första generationen. Den naturliga selektionen har mycket att välja bland i en naturlig föringring, av hundra tusen frön blir det bara ett stort träd. De vuxna träd som står i ett bestånd är säkert bättre anpassade till de förhållanden träden vuxit upp under än genomsnittet av frögenotyperna. Fast ”de förhållanden de vuxit upp under” är en viktig begränsning, eftersom förhållandena inte är konstanta. Relationen med predatorer av frön och småplantor kan vara viktiga faktorer i den lokala selektionen vid ett föringringstillfälle som kanske är helt irrelevanta för planterade plantors prestation. Vädret är olika, t.ex. böljar skillnaden i genomsnittstemperatur mellan år som om lokalen böljade upp och ner hundra meter eller mer mellan åren. I viktiga avseenden, som t.ex. minimitemperatur i ett kritiskt skede, kan förhållandena under de lokala trädens tillväxthistoria ofta vara otypiska för ståndorten. Ibland sker föringringen på ett brandfält, ibland sker den under gammal skog, ibland efter stormfällning. Det är en ständigt varierande miljö med konkurrens, succession och skadegörare. Även om gener inte migrerade så sker anpassningen över tiden till en ”typisk” miljö för ståndorten, men på ett ”böljande” och komplext sätt så att miljön den senaste förflutna generationen betyder mest, men lokalproveniensen anpassning ändå är den ackumulerade effekten av anpassning till ganska varierande förhållanden. Även om ett material vore väl anpassat för ett historiskt typvärde behöver det inte innebära att det är speciellt lämpligt till de specifika förhållanden, som möter den kommande skogen på den specifika lokalen. Vad som kanske böljar mest är de genetiska egenskaper som är viktigast för överlevnadsförmågan, men det innebär inte att det är samma gener som påverkas olika generationer.

Man kan knappast förvänta sig att anpassningen till den specifika ståndorten som skall föringras är mycket bättre för avkomman till de träd som står på eller nära platsen än träd som står under liknade förhållanden, t.ex. tio mil bort.

Sverige var istäckt för drygt tio tusen år sedan. De gener som nu finns i våra skogar befann sig hundratals mil ifrån växtplatsen för 150 generationer sedan. De arter som kommit in efter istiden karaktäriserades av egenskaper som gör att de kan migrera och kolonialisera och anpassa sig till en ny nisch snabbt, fast när de väl etablerat sig har de egenskaperna inte samma värde. Därför har Sverige relativt få skogsträdsarter, och de arter Sverige har kan inte antas vara perfekt anpassade till miljön.

De aktuella skogsträden är vindpollinerade och pollenet kan flyga långt och en del av det befruktande pollenet gör det också. Av förfäderna tre generationer bak i en naturskog skulle förmodligen många inte befinna sig i närheten.

Den historiska ståndorten är inte vad den är idag ens i en urskog. Människan ändrar också på betingelserna och har gjort det sedan istiden, t.ex. eldregim och megafauna. Den genetiska tillpassningen hinner inte med de ständigt växlande förhållandena.

För kulturskogsträden är miljön i plant och förnygringsfasen helt annorlunda mot vad evolutionen eventuellt anpassat dem till, och kraven på individerna större, så lokalproveniensen kan inte utan vidare förmodas vara ett mycket lämpligare skogsodlingsmaterial jämfört med alternativ.

Visserligen har ett antal argument framförts för att lokalproveniensen inte nödvändigtvis är bäst, men i total avsaknad på kunskap finns det ändå ett starkt argument för att tro att den är bra lämplig och anpassad, eftersom den faktiskt etablerat sig och klarat sig under de lokala förhållandena. Att hävda att lokalproveniensen inte är bästa val måste bygga på argument. Det kraftigaste argumentet är resultat av uppvuxna fältförsök. Annan experimentell information kan föreligga. Man kan föra logiska resonemang. Endast när argumenten för att något är lämpligare än lokalproveniensen är ganska starka och välbelagda kan man tro att lokalproveniensen är ett relativt olämpligt val för skogsodling.

Är främmande granprovenienser riskabelt?

Givetvis måste en förflyttad gran vara lämplig ur skogsodlingssynpunkt. Importer bygger på erfarenheter från försöksmässiga odlingar i s.k. proveniensförsök (exempelvis Persson och Persson (1992). Det har skett bakslag, som lett till omprövningar om importerna verkligen varit bra och granprovenienser från Sydeuropa används knappast längre.

Laikre & Palmé (2005) och Laikre m.fl. (2005) pekar på en annan typ av risker: ”Det finns uppenbara risker att spridning av främmande populationer påverkar den biologiska mångfalden på gennivå hos ”mottagande” naturliga bestånd. Sådan påverkan kan leda till förlust och förändring av biologisk mångfald i första hand på gennivå, men i förlängningen även på ”högre” nivåer (art- och ekosystemnivå). Negativ påverkan på mångfalden på gennivå kan t.ex. uppstå om 1) mängden utsatt material är av en sådan omfattning att det naturliga beståndet genom konkurrens minskar i storlek (vilket kan resultera i förlust av genetisk variation) eller helt försvinner – s.k. ”swamping-effekt”, eller om 2) hybridisering mellan utplanterade och ”naturliga” individer förekommer och sådan hybridisering leder till att genetiska anpassningar till lokala miljöförhållanden bryts ner.”

Mängden från utlandet införd gran i Götaland är stor och hybridisering mellan granar med härkomst i utlandet och granar med härkomst i Sverige förekommer i väsentlig omfattning. Det är motiverat att diskutera riskerna närmare. Graninförselns omfattning och hybrider har diskuterats i tidigare avsnitt, men diskuteras lite utförligare här mot bakgrund av de farhågor som framkommit vid Naturvårdsverkets hantering av frågan.

I första hand ligger de befarade riskerna på gennivå. Först diskuteras risken att generna som härrör från den svenska granen helt försvinner. De importerade granarna importeras för att de växer bättre och då klarar de sig bättre i konkurrensen med svenska granar. Om de var reproduktivt isolerade skulle man kunna tänka sig ett scenario där den sydsvenska granen konkurreras ut. Nu hybridiserar de och generna blandas så de framtida sydsvenska granarna kommer att innehålla en blandning av utländska och svenska gener. Detta gäller även i de förädlade granarna. Att de utländska granarna är bättre kan

förmodligen knyts till frekvensen av vissa gener som är en mycket liten del av den totala genmassan. För just dessa gener kan man förmoda att urvalet gör att genfrekvenserna mer kommer att likna de införda populationerna. Men ett likartat urval sker genom domesticering och förädling som nog ger liknande effekter. Även för de få viktiga generna kommer kopior av de svenska granarnas gener att föras vidare om än i lite mindre frekvens. Även om ettdera ursprunget är utarmad på någon sällsynt genvariant så kommer denna genvariant att finnas i genmassan hos de framtida granarna. Den genetiska variationen i den sydsvenska granen borde öka när genmassor från olika håll blandas. Historiskt kommer inte den importerade granen bara från Vitryssland utan många platser i Väst och Östeuropa. Detta måste rimligen vidga den genetiska variationen och skapa en rikare genresurs. Även om det "svenska" bidraget minskar från säg 95 % av generna till säg 30 % av generna så finns det dock kvar både i naturskogen och i den förädlade skogen. Genvarianterna förs i naturen vidare av milliontals träd och detta gäller även vid dagens kulturskogsbruk, så sällsynta genvarianter som finns i säg en tiotusendel av granarna kommer att finnas kvar i södra Sverige de närmaste seklerna. För frågan om den "svenska" granen försvinner eller förlorar i genetisk variation spelar det inte så stor roll om de utländska generna kommer via fröplantager eller beståndsfrötäkt. Eftersom den sydsvenska granen funnits i Sydsvrige under kort tid är det otroligt att mycket specifika anpassningar hunnit ske, men det är också otroligt att sådana specifika anpassningar verkligen sker.

Det förs ett resonemang om effektiva populationsstorlekar. Ett enstaka beståndsfröparti har tusentals föräldrar och under ett århundrade hanteras många tusentals sådana partier med olika härkomst för gran i södra Sverige. Den effektiva populationsstorleken måste betraktas som så stor så att detta inte kan orsaka problem. Använder man förädlad material är populationsstorleken mindre och det diskuteras på annan plats i denna utredning. Eftersom en relativt liten del av granskogen ännu härrör från fröplantager är det ännu ett begränsat problem.

Har andra diskuterat riskerna med främmande gran utöver ur skogsodlingssynpunkt?

Mitt intryck är att liknande oro som uttrycks förknippade med vitt förflyttade barrträdspopulationer i Sverige inte fått lika stor uppmärksamhet i andra länder. Vad jag hittat har begränsad relevans, exempelvis var vissa genbevarandeplanteringar av radiata i Nya Zeeland (radiata är ett exotiskt trädslag på Nya Zeeland) hotade av den mycket mer omfattande kommersiella planteringen.

Organisationer som borde grundligt ventilerat farhågor med genmigration i allmänhet, speciellt svensk gran i södra Sverige:

Ämnet om det finns något annat problem med främmande provenienser än att de kanske är dåligt anpassade på ett sätt som borde synas i proveniensförsök och skogsbruk. Detta borde ha tagits upp vid den Europeiska institutionen för genresurser (Euforgen), men problemen ventileras inte i deras skrifter om gran (Koski m.fl., 1993; Skräppa, 2003)

<http://www.biodiversityinternational.org/networks/euforgen/>. De skulle kunna tas upp till behandling på en stor grankonferens i Halmstad hösten 2009

<http://www.iufro.org/download/file/2903/1411/10108-sweden09-1st-announcement.pdf>. Det finns också ett EU stött projekt evoltree

Problemen med förflyttningar av gran i stor skala borde ha ventilerats vid den internationella organisationen för att behandla grangenetik
<http://www.iufro.org/science/divisions/division-2/20000/20200/20211/>
Konferenserna med "IUFRO WP 2.02.11 Norway spruce kunde förväntas ta upp frågan, men den ser inte ut att ha diskuterats vid de tre senaste konferenserna (Stener & Werner, 1989; Rhone, 1993; Szabor, 2009).

Gemmel, Peterson och Remröd (1992) Framtida skogsbruk och angelägen skogsforskning i södra Sverige skulle kunna tagit upp det, men gör det inte.

I Eriksson (1976) Granförädling står inget annat än att det pågår stora fröimporter. Granprovenienshybridresultat tyder på att de är bra. Om genbevarande och sydlig gran står, Ehrenberg: "Granen i Sverige är inte hotad som art. Däremot finns stora risker att lokaleraser försvinner och ersätts med importerat material. Detta har i stor utsträckning redan skett i Götaland och delar av Svealand."

Den genetiska variationen minskar inte genom detta, den kan tom öka, med den blir annorlunda och för lokalklimaten lämpliga resistens- och hårdighetsgener kan försvinna.

Ehrenberg och Gullberg (1977 s 95): avståndsisolering bör beaktas. En viss inblandning av främmande pollen måste tolereras. Korsningar nämns inte.

Medvetenhet om riskerna

Skogsbruket (inklusive mig själv) betraktar riskerna som här hänsyftas till som måttliga och svåra att se som allvarliga och ta till sig och förefaller efter ovanstående analys av måttlig relevans (beträffande gran och tall på det sätt det bedrivs idag i varje fall). Utländsk gran i södra Sverige är en av Sveriges verkligt stora och värdefulla råvaruresurser. Den kan sägas vara södra Sveriges i särklass attraktivaste gröda och nu upplever vi höjdpunkten hittills i en successiv utveckling under 180 år. Det har varit lite oro om "subtop-dying" och stamsprickor i Rumäner och stormkänslighet, men i backspegeln har det varit marginellt och snarast styrkt den utländska granens särställning i förhållande till alla andra alternativ. Skogsbruket är väl medvetet om genetikens betydelse för skogsodlingsresultatet och att det härvidlag gjorts många diskutabla bedömningar i det förflutna och att det ur skoglig säkerhetssynpunkt kunde finnas motiv att använda lokalt material, men ändå görs inte det, eftersom det inte anses fördelaktigt. Skogsbruket är också medvetet om vikten att kunna belysa uppkommande genetiska problem med långsiktiga försök och att underlätta inventeringar av andra objekt om det blir aktuellt.

Svensk förädling av gran och tall bevarar genetisk variation

Genetisk variation är utgångsmaterialet förädlaren använder och det är av fundamentalt intresse för den långsiktiga förädlingen att den genetiska variationen upprätthålls i förädlingspopulationen. Utan genetisk variation skulle fortsatt förädling vara omöjlig och yrkena skogsträdsförädlare och

skogsgenetiker obehövliga. Ju större den genetiska variationen är, ju större är möjligheten att genom urval nå förbättringar. Utarmning av genetisk variation leder till inavel, vilket reducerar skogsproduktionen, det leder till minskad genetisk variation i skogen, vilket man befärar är förknippat med risker och produktionsbortfall, och det leder till minskade möjligheter att möta en svårförutsägbar framtid med stor risk för drastiska miljöförändringar. Förutom detta "egenintresse" för både de berörda yrkesmännen och skogsbruket finns det också "politiska", ideella, etiska och opinionsmässiga skäl att bevara genetisk variation. Utgångspunkten för långsiktig förädling måste vara uthållighet och att skapa framtida valmöjligheter. Då är genetisk variation fundamentalt.

Man kan säga att skogsträdsförädlingen är en genresursförvaltning som både utnyttjar och bevarar de genetiska resurserna. I ett långt tidsperspektiv så ändras dock skogens genetik avsevärt både av förädling och av andra faktorer, såsom en klimatförändring. Även om förädlingen bevarar genetisk variation så ändras "medelvärdet" i de karaktärer förädlaren påverkar (vilket förmodligen påverkar bara en mycket liten andel av generna). Därför finns också ett genbevarandeintresse mer inriktats på status quo. Även detta genbevarande bör ibland utnyttja förädlingens tekniker och tjänar på att växelverka med förädlingen.

Svensk förädling av gran och tall bygger på skapandet av ca 20 separata subpopulationer, som vardera bygger på avkomlingar från minst 50 och ofta 75 individer ("grundare"). De olika subpopulationerna har olika, även om i viss mån överlappande, geografiska rekryteringsområden. Varje förädlingspopulation inriktar sig mot något olika ståndortsförhållanden. Dessa "förädlingsmål" har en vidare spridning än som svarar mot spridningen av skogsmarkens fördelning. Detta ökar förädlingens flexibilitet inför framtida miljöförändringar och kan möjligen sägas öka den genetiska variationen. Struktureringen i avgränsade delpopulationer ökar den genbevarande kapaciteten. Bidraget från de 50 grundarna skall hållas ganska konstant över framtida generationer (balanserad förädling), därigenom minimeras förlusten av genetisk variation och ökning av släktskap, förädlingen bevarar generna. Förädlingen startar med nära 1500 testade plusträd som valts ur naturliga eller odlade skogar med en strävan till geografisk täckning, samtidigt som de utvalda träden stått så långt från varandra att de inte är halvsyskon. Först valdes träden fenotypiskt och därefter testades deras avkomma.

Man kan göra diverse matematik på hur stora populationer som behövs för att bevara sällsynta genvarianter, och vad som behövs för att balansera mutationer och drift. Tusen verkar en rimlig avvägning. Mycket ovanliga genvarianter (som bara finns i en procent av träden eller lägre) kommer delvis att förloras, men jag tror inte det har någon egentlig betydelse. Mindre (effektiva) populationer än den svenska förädlingspopulationen betraktas oftast som livskraftiga och långsiktigt uthålliga i andra sammanhang. För mycket långsiktiga förlopp kan man nog räkna med förädlingspopulation i hela Sverige, eller kanske ett ännu större område. Förädlingspopulationen i gran respektive tall är alltså drygt 1000 och jag betraktar detta som tillräckligt stor för att vara långsiktigt uthållig.

Simuleringar har gjorts av planerad svensk förädling tio generationer framåt i en sluten delpopulation med 50 startträd (Rosvall, 1999). Ingen iögonfallande

minskning av den genetiska variationen iakttogs under den tiden. Dessa beräkningar har på olika sett utvecklats och är fortfarande en väsentlig del av svensk skogsträdsförädlingsstrategi. Att svensk skogsträdsförädling anstränger sig att göra konsekvensberäkningar upp till tio generationer framåt (Rosvall, 1999) demonstrerar liksom en del andra studier om utveckling i gamla försök att utvärdering av de långsiktiga konsekvenserna är en viktig och integrerad del av förädlingsverksamheten.

De förädlade träden förväntas vara flexibla och robusta

Förädlingen gör odlingsmaterialen säkrare och mer plastiska, flexibla och robusta. Förädlingens urval av föräldrar till nästa förädlingsgeneration och urval av kloner till fröplantager eller klonskogsbruk bygger på ackumulerade resultat från tester i olika miljöer och olika tidpunkter. Resultat med testplantor som är släkt på olika sätt med de utvalda vägs in. Urvalet bygger också på test i många mikromiljöer inom en lokal (upprepningar) och på många lokaler och under olika tidsperioder. Detta är en principiellt väsentlig skillnad mellan förädlingens artificiella selektion och evolutionens naturliga selektion, som bara känner till här och nu. Därför kan man dra slutsatsen att förädlingen kommer att framställa träd som är mer flexibla och robusta och klarar av varierande förhållanden bättre än vad som åstadkoms av den mer opportunistiska evolutionen, som bara känner till här och nu för varje enskilt träd och varje enskild tidpunkt. Träden förväntas få en inbyggd förmåga att klara sig hyggligt ett vidare spektrum av miljöer.

Ändringar med tiden

Det är absolut nödvändigt att skoglig verksamhet inklusive genetisk förädling bygger upp en kunskapsbas baserat på långsiktiga fältförsök. Det måste finnas mekanismer som leder till att eventuella misstag som gjordes i brist på äldre försök upptäcks och om möjligt korrigeras. Detta görs i svensk skogsträdsförädling. Detta innebär dock inte att det är möjligt eller effektivt att ha mogna fältförsök som underlag för varje enskilt genetiskt urvalsbeslut. Huvuddelen av förädlingskriterierna bör vara generella allmängiltiga som står sig i tiden och inte t.ex. resistens mot specifika skadegörare om man inte är mycket säker på att den specifika skadegöraren kommer att förbli konstant och orsaka stora skador under mycket lång tid framåt. När man mäter korrelationen mellan höjder i olika ålder för skogsträd blir korrelationen i allmänhet hög. Om den unga åldern är över 1,5 m, så är det generellt ovanligt med negativa korrelationer. Informationen om exempelvis höjdtillväxt av ett material relativt till andra ökar inte särskilt mycket när ett försök blir äldre. Det finns dock karaktärer som är svåra eller omöjliga att mäta på unga träd (densitet, ”slutlig” grengrovlek, stamsprickor etc.). Vissa skadetyper uppträder först när träden nått en viss storlek (exempelvis stamsprickor, stamskador av älg på gran, stormfällning, vissa former av rotröta). Svensk skogsträdsförädling lägger tillräcklig uppmärksamhet på dessa långtidsfrågor, som också är viktiga för att slå vakt om den genetiska variationen i förädlingen.

Klonskogsbruk

Klonskogsbruk har utvärderats minst tre gånger i Sverige (Gullberg m.fl., 1977; Lindgren m.fl., 1990; Sonesson m.fl., 2001) och dessutom behandlas det av MINT och i mina kommentarer till MINT (bilaga 6). Dessa dokument försöker naturligtvis utvärdera riskerna med låg diversitet. Den extrema formen av skogsbruk utan genetisk variation är monoklonskogsbruk där alla träd är genetiskt lika.

Det är genomgående svårt att finna trovärdiga exempel som gör det troligt att monoklonkulturer med gran skulle sluta i katastrof. Nedanstående är huvudsakligen taget från den senaste utvärderingen (Sonesson m.fl., 2001), som förmodligen representerar den mest aktuella överblicken:

Sonesson m.fl. (2001) skriver under identifiering av möjliga problem: ”Skadedjur och sjukdomar uppkommer som ett resultat av förändrade mönster i den genetiska variationen. En viktig variabel här är hur klonerna blandas i bestånden. Det är möjligt att sjukdomar och skadedjur inte bara hotar klonplanteringarna utan även att klonskogar kan öka risken för angränsande planteringar. Vi tror att denna risk är obetydlig.” ”Flera faktorer gör att de svenska skogarna idag avviker betydligt från ett helt och hållet naturligt tillstånd, som landskapsfragmentering, antropogen klimatförändring, rationellt skogsbruk baserat på monokulturer, Högt betestryck av klövvilt, luftföroreningar och användning av konstgödning och kemikalier. Många av dessa faktorer har mycket större inverkan på de svenska skogarna än klonskogsbruk har och kan förväntas få inom den närmaste framtiden.”; ”Ett stort problem för klonskogsbruk är bristen på relevanta undersökningar och experiment. Även om vi skulle etablera nya försök, skulle det ta många år innan slutsatser kan dras från dem. De flesta slutsatserna måste av denna orsak grundas på initierade spekulationer eller genom att dra slutsatser från andra arter eller miljöer. Det verkar emellertid som om det på många sätt är möjligt att jämföra de ekologiska effekterna av klonskogsbruk med andra skogsbruksmetoder som använts under lång tid.”. Generellt bedöms andra åtgärder (dikning, gödning) medföra större andra konsekvenser än klonskogsbruk för att nå samma produktionsökning. Monoklonskog kan ha en större effekt på biodiversiteten (flora och fauna) i beståndet än konventionell skogsskötsel, men blandas tillräckligt många kloner förväntas ingen märkbar effekt. Man kan tänka sig kloner som är osmakliga eller giftiga och ett monoklonskogsbruk skulle kunna förstärka konsekvenserna för växtätare. Monoklonskogsbruk har tillämpats på olika håll i världen under ibland lång tid (Eukalyptus i Brasilien, radiata tall på Nya Zeeland, *Cryptomeria* i Japan etc.) och farhågorna om ökade problem med skadegörare kan inte sägas ha realiserats. Poppel och *Salix* drivs vanligen i monoklonkulturer och här har man mött ganska allvarliga problem med skadegörare och det ter sig troligt dessa skulle vara mindre om man inte använde monoklonkulturer, men man har ändå knappast gått ifrån monoklonkulturer. För poppel har odlare envist hållit fast vid klonen OP42. Dessa erfarenheter är ett argument för att undvika monoklonkulturer av gran som huvudalternativ tills ytterligare erfarenheter vunnits. Naturlig dynamik ger utrymme för lokala förändringar, så länge man undviker storskaliga förändringar. Man kan till och med hävda att vad som händer i ett bestånd i huvudsak berör markägarna, medan förändringar i

landskapet, på regional och nationell nivå, berör allmänheten. Klonskogsbruk på en större andel av landskapet kan accepteras om:

- Effekterna på beståndsnivå är små
- Kloner planteras i blandningar istället för monoklonbestånd.
- Kloner kontinuerligt ersätts av nya med tiden.
- Klonskogar etableras på redan störda marker med låg biologisk mångfald, som t.ex. nedlagd åkermark.
- Landskapet domineras av skog och är inte fragmenterat med jordbruksmark eller annan markanvändning.

Homogenitet är normalt en kommersiell fördel i plantproduktion och för producerade produkter. Därför är huvuddelen av jordbruksväxterna genetiskt homogena trots det finns klara nackdelar med detta både för skaderisk och för biologisk produktion. Det är ingen självklarhet att man skall avstå från klonskogsbruk bara för att risken för kalamiteter är större.

Att monoklonskogsbruk är så pass vanligt relativt klonblandningar indikerar att risken är måttlig. Att risken är måttlig vid monoklonsskogsbruk innebär att risken som kopplas till begränsad genetisk variation hos fröplantager är mycket begränsad.

Det är relevant att diskutera biotiska risker och konsekvenser vid en diskussion om klonskogsbruk. Det finns samspel mellan parasit och värd och dessa samspel kan anpassa sig och ändra på spelreglerna under spelets gång. Därför är modellbyggande svårt och förutsägelser opålitliga. Det föreligger knappast relevanta rapporterade experiment med barrträd och erfarenheter är svåra att generalisera.

I linje med teoretiska förväntningar minskas omfattningen av patogener i blandade bestånd relativt rena bestånd i många agrikulturella system (Burdon, 1987). Resultat från 103 studier med blandningar av två komponenter visade att patogen nivån alltid var lägre än den mest angripna monokulturen och ofta väsentligt lägre än det aritmetiska värdet av komponenterna i monokulturer. Det förefaller som om resistenta sorter skyddar mottagliga genom att minska patogentrycket. Det finns dock exempel på att blandning varit ofördelaktigt och att ”dirty” komponenter bereder vägen för en attack och det finns mekanismer genom vilka en blandning kan erbjuda en bättre nisch för en skadegörare.

Domesticerade och vilda system är olika. En del av domesticeringsstrategin för mat och foder växter är att bli av med osmakliga och obehagliga substanser som evolutionen utvecklat som skydd mot skadegörare, den naturliga skyddsnivån kan förmodas ha blivit sänkt hos många jordbruksväxter. Effekterna av saknad diversitet kan därför vara mindre allvarliga hos skogsträd, som i stort sett har kvar de ”naturliga” skyddssystemen.

Man kan förmoda att erfarenheter från jordbruksväxter har begränsat värde för skogsväxter. Skogsväxterna är i början av domesticeringen, de naturliga skyddsmekanismerna kan inte antas ha försvunnit. Skötseln av skogsväxterna är mycket extensiv i förhållande till jordbruksväxterna, kemiskt skydd används

mycket sällan i skogen, men ofta rutinmässigt i jordbruket. En skogsträdsplanta skall stå ett sekel, misstag kan inte repareras, medan en jordbrukare kan byta gröda nästa år. Jordbruket har mer likåldriga och likartade kulturer. Ett individuellt träd kan vara tillräckligt stort och långlivat för att vara en tillräcklig nisch för evolutionära skeenden.

Användningen av kloner regleras av föreskrifter till skogsvårdslagens §7 (användning av skogsodlingsmaterial och handel med sådant material). I dessa föreskrifter stipulerades i 2002 års version att vegetativt förökat material inte får användas på mer än 5 % av en brukningsenhet. Dock får alltid 20 hektar förnygras med kloner på en brukningsenhet. Dessa föreskrifter innebär relativt fritt användande av grankloner för de flesta privata markägare i södra Sverige.

Ett scenario för klonskogsbrukets utveckling ges av Sonesson m.fl. (2001) i den utredning som föregick de nuvarande reglerna: ”Mycket i denna undersökning avhandlar effekterna av plantering i monoklonbestånd eller klonblandningar med få kloner, eftersom det är under sådana förhållanden effekterna av klonskogsbruk blir mest påtagliga. Ur en svensk synvinkel är detta en rätt hypotetisk situation. Ett mer sannolikt scenario för den närmaste framtiden i Sverige är i korta drag detta: År 2010 planteras omkring 10 miljoner sticklingar, huvudsakligen bulksticklingar med testade föräldrar utvalda för höga avelsvärden. Fröplantorna massförökas genom en eller två cykler av sticklingsförökning. Bulksticklingarna har normalt mindre än 200 kopior per klon, så antalet utplacerade kloner är väldigt stort (50–100 000). Resten av sticklingarna (cirka 10 %) är testade kloner, till största del utvalda i förädlingspopulationer där plantorna har hållits juvenila i häckar. I experimentell skala produceras sticklingar från testade kloner som härstammar ifrån embryokulturer, som har hållits unga genom kryo-lagring medan fälttestning pågick. De utvalda klonerna förökas genom att ta sticklingar från plantor som utvecklats från somatiska embryon.” Denna vision har inte alls realiserats 2009, läget nu är ungefär som läget 2001, dock kanske man kan ersätta år 2010 med år 2017 och vara lite optimistiskare om SE. Åtta års arbete har fört oss två år närmare en vision.

Klonskogsbruk av gran med sticklingar förefaller omedelbart lönsamt för markägarna på höga boniteter och det befintliga regelverket lägger inga egentliga hinder i vägen, i varje fall knappast före ca 2025, och metoden är tillräckligt beprövad för att direkt användas i den omfattning det kan bli tal om. Trots detta används det inte till mer än någon promille av planteringarna. Skälen är nog dels tveksamhet hos marknaden och dels tveksamhet hos plantproducenterna om det finns en marknad som är tillräckligt säker för att motivera en investering som kanske inte resulterar i prognostiserad plantförsäljning.

Förutsättningarna för klonskogsbruk med gran förbättras om teknik för rimligt billiga plantor med somatisk embryogenes (SE) utvecklas, detta skulle nog öka klonskogsbrukets omfattning snabbare än med sticklingar. Med sticklingar tar uppförökningen längre tid och storleken av det startmaterial man kan få med korsningsfrö från de bästa klonerna blir mindre begränsande.

Introduktion av ”GMO” träd underlättas av ett etablerat monoklonskogsbruk och kommer kommersiella GMO-träd kommer det sannolikt också att finnas

kommersiella intressen som driver på användning av monoklonskogsbruk där samma klon används över en region i stor omfattning och under lång tid.

Fröplantageskogsbruk

Det hittillsvarande svenska fröplantageprogrammet beskrivs av Lindgren m.fl. (2008) och Hannerz m.fl. (2000), populärt på svenska av Lindgren & Prescher (2008). Det nyanlagda och planerade s.k. TreO programmet beskrivs av Rosvall and Ståhl (2008). Under perioden 1947 till 1972 anlades fröplantager med plusträd valda i gamla huvudsakligen naturliga skogar. Plusträden mångfaldigades med ympning. Detta resulterade i 50 tallplantager (575 ha) och 22 granplantager (320 ha). Det är fröna från dessa som står för huvuddelen av det förädlade materialet i de svenska skogarna hittills. 1982–1994 anlades en ny omgång fröplantager samordnat av skogsstyrelsen, denna gång gjordes urvalet huvudsakligen i planterade skogar och denna epok resulterade i 24 (350 ha) tallplantager och 12 (230 ha) granplantager. Sedan 2004 nyanläggs plantager i ett av skogsbruket samordnat nationellt program (Rosvall & Ståhl, 2008) och inom de närmaste åren kommer tillräckligt med plantager för att fylla nästan hela behovet för plantframställning att anläggas. Idag kommer cirka 80 procent av tallplantorna och 50 % av granplantorna från fröplantager. Teknik och skötsel av fröplantager beskrivs av Almqvist m.fl. (2007) och fröplantagerna sätts in i ett större fröförsörjningssammanhang av Wennström m.fl. (2008).

Genetisk varians i fröplantageskogar

Varians är ett statistiskt mått på variabilitet och inte på genetisk diversitet. Genetisk varians kan ses som ett mått på genetiskt betingad variation, men det är besvärligare att använda och tolka än gendiversitet. Den genetiska variansen är olika för varje egenskap medan gendiversiteten inte är beroende av egenskaper utan genomets struktur. Gendiversitet påverkar genetisk varians. Minskar gendiversiteten minskar också den genetiska variansen i alla egenskaper i en grad som är relaterat till minskningen av genetisk diversitet. Genetisk varians beror mycket av egenskapen och när och hur den mäts. Hur kraftigt den minskar när gendiversiteten minskar beror också i hög grad av egenskapen. Egenskapen kan när den inte närmare definieras ses som värde för skogsbruket, vilket kan ses som nära relaterat till torrsustansproduktion per hektar, vilket kan ses som nära relaterat till volymproduktion. För att minska beroendet av egenskapen föredrar man att uttrycka genetisk varians relativt, t.ex. den procentuella minskningen av genetisk varians ett urval orsakar. Eller – i andra sammanhang – andelen genetisk varians i förhållande till total varians eller i förhållande till karaktärens medelvärde. Genetisk diversitet och genetisk variation är termer som enligt min uppfattning inte är lika exakt definierade som gendiversitet och genetisk varians, fast ofta har samma innebörd.

Plusträden har valts i skogen på grundval av sitt utseende enligt en enhetlig mall av vad som är ett värdefullt träd. Detta behandlas under ”effekten av urval på kvantitativ genetisk varians”. Plusträdsurvalet kan förmodas ha reducerat den genetiska variansen med några procent ”långsiktigt”, men förmodligen inte mer. Nu görs urvalet baserat på genetiska tester och inte fenotypiskt, man vet mer om de utvalda trädens avelsvärden och då blir förlusten i genetisk varians i karaktärer som är associerade med selektionskriterierna något större. Det blir en initial minskning varav sedan ungefär hälften återskapas vid rekombination i

fröplantager eller den långsiktiga förädlingen. Det är kanske rimligt att tro att den genetiska hos plusträden minskar med fem procent i de fröplantager som nu anläggs av denna anledning. Den genetiska variansen omkring klonmedelvärdet blir mindre i fröplantager än i naturskogar, eftersom antalet kloner är begränsat (kan ses som ett stickprov), men denna varians återskapas genom rekombinationerna när klonerna korsas med varandra i fröplantagen. Men den genetiska variansen blir större än i beståndsfrö, eftersom fröplantager rekryterar kloner från många olika bestånd och således tillgodogör sig den genetiska variansen mellan bestånd. Ursprunget av klonerna i en fröplantage täcker typiskt några hundra km och alltså en del av den storskaliga huvudsakligen klinala proveniensvariationen förutom variansen mellan bestånd i samma landskap. Dessutom kommer det in 50 % vildpollen (Torimaru m.fl., 2010), som oftast avviker i ursprung och genomsnittligt värde från klongenomsnittet och därför drar upp den genetiska variansen i plantageskörden ganska avsevärt. ”Proveniensökningen” av den kvantitativa variansen minskar till hälften i fröplantageavkomman (eftersom avkomman tenderar att ligga närmare föräldragenomsnittet än föräldrarna själva, ”regression mot medelvärdet”). En del av träden i det resulterande beståndet är insådd av lokalproveniens. Ett sammanvägande förmodande är att planteringar från fröplantager får större genetisk varians än beståndsfrö. Den genetiska variansen i en plantering beror mycket på omständigheterna (miljön) i den aktuella planteringen, d.v.s. interaktionen mellan genetisk varians och miljö är stark (Persson, 2006).

Vad är den genetiska diversiteten i ett bestånd från en plantage?

Gendiversitet, vilket kan användas för kvantifieringar av genetisk diversitet, har att göra med sannolikheten att alleler blir identiska, eftersom de kommer från en gemensam förfader. Begreppet kopplar direkt till DNA och genetisk varians är nära kopplat till gendiversitet. Gendiversiteten i skogen från en fröplantage som funktion av antalet kloner behandlas kvantitativt av Lindgren och Prescher (2005).

- Självpollinering förekommer, men inte i högre utsträckning än i beståndsfrö
- Självpollinering leder vanligen till att embryot dör, vilket minskar produktionen av moget frö, vilket är ett visst men måttligt problem för fröproducenten. Självpollinering leder till högre frekvens plantor som inte planteras ut. Självpollinering har liten kvantitativ betydelse i den skog som härrör från en plantage, den berör vanligen bara några procent av träden och en stor del av dessa konkurreras ut. Skogsproduktionen minskar kanske någon procent till följd av inavelsdepressionen som följer på självpollinering, vilket kan ses som ett marginellt problem, och det är inte allvarligare i den förädlade skogen än om oförädlade plantor använts eller självföryngringar.
- Fertiliteten varierar mellan kloner, men i mogna plantager med många ympar per klon (varifrån huvuddelen av fröet kommer) är skillnaderna vanligen relativt måttliga (Prescher m.fl., 2007). Fertilitetsvariationen kan vara olika på han- och honsidan.

- Omkring hälften av pollenet i en fröplantage kommer från bestånd utanför fröplantagen (Torimaru m.fl., 2009), ibland mer (Pakkanen, m.fl. 2000). Detta ökar den genetiska diversiteten väsentligt, och garanterar att alla genvarianter i den naturliga skogen också kan uppkomma i fröplantageavkomman.
- I genomsnitt räknar man med att omkring 20 % av huvudstammarna i en plantering härrör från icke planterade plantor. Detta vidgar den gendiversiteten.
- Det finns inte tecken i verkligheten eller teoretiska överväganden, som gör det troligt att den genetiska diversiteten i dagens fröplantageplanteringar blir ett avsevärt mycket större problem på beståndsnivå om man har 20 kloner istället för 200 i fröplantager. Däremot är 10 kloner i en fröplantage lite tveksamt.
- Den genetiska diversiteten i ett bestånd från en fröplantage kan inte betraktas som mycket mindre än i ett bestånd som kommer från naturföryngring eller plantering med beståndsfrö.

Däremot kanske den genetiska variationen på landskapsnivå på sikt kan sägas bli något mindre med fröplantager. Bestånd som ligger många mil från varandra kommer att omfatta närbesläktade individer och likna varandra genetiskt i högre grad än i natursituationen. Enstaka speciellt framgångsrika träd kan tänkas bli föräldrar till flera procent av träden över ett stort område.

Plusträdsklonerna i en fröplantage rekryteras från olika bestånd över ett område som kan vara stort som ett län. De bestånd plusträden rekryteras från är inte precis genetiskt lika utan det finns en genetisk variation mellan bestånd. Det finns såväl en storskalig variation över latituder som en småskalig mosaik. Detta innebär att det förväntas finnas åtminstone i viss mening en större genetisk variation i plantagefrö (som fångar in både variationen inom och mellan bestånd) än i beståndsfrö. Plantagefröet kan förväntas vara välanpassat över ett något större intervall av odlingslokaler än beståndsfrö och något mer robust gentemot ändrad miljö än självföryngringar. Beståndsfrö kan kanske förmodas vara något mer snävt lokalt anpassat. Detta resonemang gäller också resistens mot nya mönster av skadegörare – plantagefrö kan förväntas bättre förberett att möta dessa problem.

Frötäkt från olika bestånd i samma område, kan förmodas vara sinsemellan mer olika än fröplantageskördar ur samma plantage. Även om fröplantageskördar inte är helt konstanta, är de mer reproducerbara än beståndsfrö och ger ett mer förutsägbart och bättre definierat material.

Det är troligt att omkring 20 procent av produktionen i planteringar i norra Sverige kommer från självföryngring (insådd) och beståndsföryngring (Ackzell m.fl., 1994). Andra undersökningar (Hägglund, 1983) antyder en något högre siffra. Denna inblandning ökar den genetiska variationen i de planterade bestånden från fröplantager.

Särplockning

Det förekommer att endast en del kloner skördas i en fröplantage. Detta kan vara ett sätt att använda gamla fröplantager där förädlingsvärden fastställts efter att plantagen anlagts. Skörden från de bästa klonerna kan användas till

plantskolor, skörden från de sämre klonerna till sådd, till frölager i reserv eller de kanske inte alls skördas. För tall i södra USA sker huvuddelen av plantageskördarna klonvis. Särplockning medför något lägre genetisk variation (Kang, 2001). Särplockning medför en administrativ nackdel, eftersom en legal process behövs för varje att marknadsföra skogsodlingsmaterialet. Den legala processen borde ses över i syfte att förenkla särplockning och praktiska fältförsök med särplockning av varje klon borde etableras.

Blandningar av fröpartier

En möjlighet att vidga den genetiska variationen är att blanda olika fröpartier inför plantframställning. En modell för plantageskogsbruk vore att skörda klonvis och sedan hålla samman olika klonvisa skördar. Modeller med blandning av olika fröpartier är legalt besvärligt, eftersom det ofta måste genomgå en formell godkännande process för att få saluföras. Den legala proceduren borde ses över i syfte att förenkla hopslagning av fröpartier.

Några fröplantageundersökningar med beröring till genetisk diversitet i plantagefrö

I en studie i British Columbia (Stoehr m.fl., 2005) jämförs i samma försök olika fri avblomningsmaterial från tre fröplantager och tre naturskogar. Slutsatsen är att den fenotypiska variationen för höjd vid fem år i frö från fröplantager inte reducerats jämfört med frö från naturskogar trots att fröplantageklonerna valts ut med intensiv selektion från naturskogar. I en annan studie (El-Kassaby & Ritland, 1996) jämfördes Douglasgran i fröplantager med material från den ursprungliga populationen och slutsatsen var att urvalet inte reducerat den genetiska variationen nämnvärt. I en undersökning från Kanada med vitgran och ”jack pine” (Godt m.fl., 2001) föreföll den genetiska diversiteten upprätthållas i fröplantager även om några sällsynta alleler kan förloras.

Praktiska test

Fältförsök med plantageskördar

Det har för några decennier sedan gjorts försök att jämföra plantagefröskördar och beståndsfrö i fältförsök i en tallserie i vardera norra (Ericsson, 1988) och södra (Högberg & Jansson, 2001) Sverige. I norra Sverige dominerades skillnaderna i fenotyp mellan försöksplantor av året för planteringen, och det är svårt att dra slutsatser om annat. Praktiska skördar från flera plantager i södra Sverige antydde att variationen mellan plantor/träd var något mindre än för motsvarande skördar i oförädlade bestånd. Skillnaden var inte statistiskt säkerställd. Skördar från mogna plantager är mycket stabila år från och år och man kan i dessa fall förvänta samma variation inom materialet oavsett skördeår. Om plantagefrö ger upphov till något mindre variabla bestånd skulle förklaringen kunna vara att plantagefrö i allmänhet är mer fullmoget och jämnare än beståndsfrö och därför ger upphov till ett jämnare mer homogent plantmaterial som av den orsaken ger en något jämnare föryngring. Förklaringen är troligen inte vara mindre genetisk variation i plantagefröet. Försöken visar kanske framförallt att de renodlat genetiska effekterna är svåra att kvantifiera i fältförsök, de är oftast i varje fall för de tidigaste plantagerna små jämfört med de miljömässiga och sådana faktorer som skillnader i genetisk variation förfaller vara av begränsad betydelse. Dessa försök var med tidiga plantageskördar i tidigt anlagda plantager och väl små om de verkliga förväntade produktionsskillnaderna skall kunna fastställas. Pollenkontaminationen var hög, förmodligen var man för ivrig och väntade inte till full pollenproduktion hade uppnåtts. Klonantalet var stort. I de nyanlagda plantagerna är den genetiska vinsten mycket högre, klonantalet något lägre, medan kontaminationen är ungefär samma i mogna plantager.

Rutinmässig frötest och frystest för hårdighetsbestämning

Fröprover analyser för olika ändamål rutinmässigt, ofta utförs testerna på frölaboratoriet på Sävar. Det finns en operativ verksamhet med att testa fröpartier för hårdighet på Sävar, som används som ledning för en del skogsodling (Andersson & Sundblad, 2003). Småplantor dras upp och exponeras för ett frystest där invintringsgraden och därmed hårdigheten bestäms.

Molekylära tester av fröpartier eller skogsodlingsmaterial

Molekylära tester har ofta föreslagits, men sällan tillämpats annat än i forskning. Så småningom kommer det troligen att bli en vanlig rutin. Ursprunget, gendiversiteten, kontaminationsgraden, pålitligheten av kontrollerade korsningar och hybridiseringsgraden i ett frömaterial kan åtminstone i princip bestämmas. Men det verkar gå långsamt med utvecklingsarbetet, det talades om det ganska mycket för mer än ett decennium sedan, men har ännu inte blivit många tillämpningar, i varje fall inte rutinmässigt. Ofta underskattas de logistiska och tekniska svårigheterna och kravet på kompetens för att få det att fungera. Plantors invintring mäts med ett molekylärt test som en grupp i Garpenberg försöker få tillämpat för kommersiell plantproduktion. Det skulle inte vara alltför administrativt svårt att sända andra delar av prov som ändå tas till ett molekylärgenetiskt laboratorium, men det är nog problematiskt med att ha en tillräcklig kompetens för provtyperna och tillämpningarna utan att kostnaderna springer i

höjden. Det finns innovationsföretag som försöker kommersialisera molekylärgenetik, STT är det mest kända exemplet och STT har skogsföretag som delägare, så om det verkligen kändes angeläget och realistiskt skulle marknadskrafterna nog kunna åstadkomma något. Jag tycker knappast tiden är mogen för att gå in närmare på vad som skulle kunna vara möjligt.

Den genetiska variationen på landskapsnivå

Skogen i ett "landskap" är långt ifrån homogen ens om man håller sig till variation inom art och naturtyp. Skog finns i olika successionsstadier, i olika blandningar och omsätts olika snabbt. Etablering på ytor där arten för tillfället inte finns sker under olika former och med olika frökällor. Inte ens samma bestånd är en genetisk konstant frökälla, bland annat eftersom pollineringsförhållandena är olika vid olika tidpunkter.

Konkurrensförhållanden och andra miljöfaktorer varierar både temporalt och spatialt. Bestånden av samma art blir därför inte genetiskt helt homogena ens i ett begränsat område. Jag gissar att bestånden inom ett landskap är genetiskt bäst anpassade till förhållanden som skiljer sig mer än en latitud, men storleken av denna variation är svårbestämd och ganska osäker. Träd i samma bestånd tenderar att bli mer besläktade och därför mer lika varandra än träd från olika bestånd. Man kan därför alltid räkna med en större genetisk variation på landskapsnivå än på beståndsnivå. Det finns en dynamisk och ständigt böljande och varierande genetisk struktur.

Någonstans i landskapet bör det också finnas plats för reservat. Där kanske det finns olikåldrig skog på varierande ståndortsförhållanden. En del kan vara ganska stora och sammanhängande. Som genresurser för tall och gran tror jag att dessa reservat tillmätts större betydelse än de verkligen har, men de har betydelse som referenser och som komplement till andra åtgärder. De tjänar en viktig funktion för att bevara den genetiska variationen hos andra organismer.

Kulturskogsbruk medför en vidgning av den genetiska variationen på landskapsnivå. Även om man eftersträvar lokalproveniens (vilket man ofta gjort) så blir det längre genmigration än en "naturlig" föryngring. Eftersom det ofta uppträder situationer med fröbrist för lokalproveniens så förekommer flyttningar över "landskapsgränserna". "Landskapet" kommer alltså att vara en mosaik av "naturliga" bestånd och kulturbestånd, som innehåller genetiska material som ofta flyttats tiotals mil och ibland ännu längre. Detta har redan pågått lång tid och fröplantagerna innebär nog inte något radikalt nytt, utan denna förflyttning av gener beror på kulturskogsbruk och inte fröplantager. Inom vad som är tillåtet och rekommenderat fattar markägarna egna beslut, vilket gör att kulturmaterialen blir sinsemellan olika. Begränsad tillgång på de skogsodlingsmaterial markägaren helst vill ha spelar också in. Uppfattningen om vad som är bäst varierar över tiden och skogen som helhet ändras genetiskt mycket långsamt. Fröplantager kommer att bli allt bättre, 2050 års skogslandskap kommer att omfatta kulturer med mellan 0 och 30 procent genetiskt vinst och kanske ett litet inslag av klonskogsbruk med ännu högre vinst, fast normalfallet är ett stort inslag av helt oförädlade träd.

Förflyttningsrekommendationer och regler och hur de följs har ändrats och kan förväntas ändras över tiden i den sekellånga tidskala som beståndens livstid utgör. Detta bidrar också till en ökad variation. Nu kommer t.ex. skogsbruket förmodligen att anpassa sig till den globala temperaturökningen genom att använda material från kanske en halv grad sydligare latitud 2020 (jämfört med 1990) och därigenom öka den genetiska variationen på landskapsnivå.

Det aktiva skogsbruket kan tänkas ändra även de genetiska skillnaderna mellan "naturskogar" genom åtgärder som val av fröträd och principer för röjning.

Skogsbrukets åtgärder har genetiska effekter, och samma principer tillämpas inte generellt på all naturskog under ett sekel. Vissa "naturbestånd" behandlas på ett artificiellt sätt jämfört med naturtillståndet genom olika åtgärder såsom reservatsbildning för olika ändamål eller hänsyn till friluftslivet eller jaktintresset. En del skogsträd i landskapet växer inte definitionsmässigt på produktiv skogsmark och sköts inte som produktiv skogsmark. Detta kan röra tomt, park, reservmark, våtmarker, fjällskog, längs gator, vägar och diken, berg, öar, strandängar och "impediment" etc. etc. En väsentlig del av Sveriges granar och tallar står på sådan mark och de är en väsentlig del av "landskapet". Dessa tillkommande och heterogena selektionskriterier i den skog som inte är skogskultur bidrar till att öka den genetiska variationen på landskapsnivå. Det är dock mycket troligt att dessa effekter är väsentligt mindre än effekterna av förädling kombinerat med kulturskogsbruk.

Förädlingen ökar den genetiska variationen på landskapsnivå jämfört med kulturskogbruk utan förädling genom att bestånden blir mer genetiskt olika i hur de uppfyller skogsbrukets förväntningar. Landskapet kommer att innehålla en blandning av naturbestånd och kulturbestånd på olika förädlingsnivåer. För närvarande kan man säga att den naturliga skogen och den förädlade skogen överlappar med den oförädlade, d.v.s. naturskogen innehåller många träd som genetiskt faller inom spännvidden i den förädlade skogen och den förädlade skogen innehåller många träd som genetiskt har liknande karaktärer som träd i naturskogen. Differentieringen mellan den förädlade skogen och naturskogen kommer dock att öka och överlappningen att bli avsevärt mindre när avkommorna till de fröplantager som anläggs 2030 börjar planteras ut i skogarna 2050. Den genetiska differentieringen mellan bestånd i landskapet framåt 2100 talet kan förutses att vara större än idag och överlappningen mellan träd i extrembestånd mindre av denna orsak.

Fröplantager rekryteras från samma begränsade förädlingspopulation, och kommer därför att bli släkt med varandra. Det begränsade antalet genotyper i förädlingspopulationer och fröplantager gör att träden i ett landskap blir mer släkt med varandra än i naturtillståndet om man bara räknar sådant släktskap som uppkommit nyligen och mellan bestånd som ligger en bit från varandra. En överslagsberäkning visar att den släktskapsökning som uppstår p.g.a. av förädlingen blir kvantitativt begränsad, långt mindre än om träden i landskapet vore sysslingar. Det verkar inte troligt att den minskning av den genetiska variationen och ökningen av släktskapet som förädlingen medför skulle ha nämnvärda effekter på landskapsnivå inom den överskådbara framtiden.

Släktskapet ökar med tiden, eftersom det sker genetisk drift i förädlingspopulationen och eftersom "de förädlade materialen" kommer att migrera över till "skog som inte är kultur från fröplantage" och den av förädlingen orsakade släktskapsökningen kommer kanske att fyrdubblats i 2200 års skogar jämfört med 2100 års skogar av de här orsakerna. Kanske har vi gått över till övervägande klonskogsbruk år 2100 och i så fall kan ökningen bli ännu större. Släktskapet smetas inte ut jämnt mellan bestånd utan blir större mellan en del bestånd och mindre mellan andra. Även om de förädlade träden direkt och indirekt påverkar landskapet så kommer ändå, t.ex. mycket sällsynta genvarianter att finnas kvar i landskapet till 2200, om kulturskogsbruket inte får större omfattning än idag. Milliontals träd för sina gener vidare genom

naturliga processer på landskapsnivå, och de genvarianter de är bärare av försvinner inte på några sekler.

De förädlade generna går in i den oförädlade skogen. Eftersom pollenkontaminationen i fröplantagerna är 50 % verkar det troligt att 25 % av generna migrerar ”mellan bestånd” varje generation och de migrerar ofta mer än några hundra meter, det är inte troligt att några nämnvärda delar av den oförädlade skogen är ordentligt avståndsisolerade, men det står väl mer förädlad skog omkring en förädlad skog än omkring en oförädlad så det blir nog lite mindre än en oförädlad skog. Det verkar rimligt att halveringstiden för oförädlade gener i oförädlade skogar är tre omloppstider, omkring två sekel. Det kommer att bildas hybrider med mer olika ursprung än i en naturskog och genernas kopplingar till varandra kommer längre från ett jämviktsläge (kopplingsjämnvikt). Att det bildas hybrider mellan träd på måttligt avstånd, men av lite olika ursprung, leder till att inavelsisolat bryts, vilket förmodligen är ganska positivt. Hybrider mellan träd som står lite längre från varandra torde huvudsakligen bete sig som ett mellanting mellan föräldrarna och risken för negativa effekter förefaller liten.

Överslagsberäkning. Här görs en överslagsberäkning i ett scenario, man kan se det som en ”educated guess” med diverse antaganden. Fröplantager har 20 kloner effektivt och chansen att två gener i bestånd som härrör från samma plantage är lika blir då i första approximationen $0.5/20 = 0,025$. Men hälften av fäderna till en plantageskörd finns i bestånd utanför plantagen, d.v.s. 75 % av generna i en fröplantageskörd kommer från plantagen och då får släktskapen korrigeras med 0.75×0.75 . I ett planterat bestånd kommer 80 % av träden från de planterade plantorna, korrektionen för detta blir 0.8×0.8 . Så om alla skogar i ett landskap var kulturskogar från samma fröplantage så skulle släktskapet öka med $0.025 \times (0.75 \times 0.8)^2 = 0,009$. Nu består skogslandskapet år 2100 kanske till två tredjedelar av kulturskogar och av dessa härrör 80 % från fröplantager, detta ger reduktionsfaktorer 0.67×0.80 . Det är inte heller frågan om en fröplantage utan flera och fröplantagerna är inte genetiskt lika och kommer att ha olika proportioner från olika grundare, och det behövs alltså ett övervägande hur lika olika fröplantager är. Fröplantager rekryteras till hälften från den förädlingspopulation som har plantagen som målområde (avkomma från ”effektivt” tio grundare lika representerade, hälften av grundarena samma, hälften olika) och till hälften från andra kringliggande förädlingspopulationer (avkomma från ”effektivt” tio grundare varav två är samma och åtta olika). Olika plantager med effektivt 20 kloner avsedda för samma avsättningsområde kommer att ha gemensamma gener för effektivt 7 av klonerna. Visserligen kanske bara två fröplantager är betydelsefulla under ett decennium, men överslagsberäkningen avser mycket längre tid, och nya fröplantager skall inte planeras för så lång aktiv period, så ”effektivt” kanske fröplantager bara lever i femton år och då vid sidan av en annan och skogen kanske har en omloppstid på 75 år, så det blir så många plantager involverade så man kan bortse från att några bestånd kommer från samma plantage. Då blir korrektionsfaktorn $7/20 = 0.35$. Släktskapen mellan två träd i ett skogslandskap ökar alltså kanske med $0.009 \times (0.67 \times 0.80 \times 0.35)^2 = 0.0003$, d.v.s. 0.03 % till nästa sekelskifte jämfört med om ingen skogsträdsförädling ägde rum. Modellen är överförenklad och har en viss osäkerhet och är mindre relevant ju längre bort

tidshorisonten ligger. Bl.a. beaktar modellen inte skillnader mellan arter och landsdelar, för gran i södra Sverige byggs nog släktskapen upp snabbare. Men att följa den inslagna vägen de närmaste decennierna kommer inte att leda till stort släktskap mellan träden på landskapsnivå vid nästa sekelskifte. Förbättrade och mer detaljerade förutsägelser i denna stil borde göras.

Släktskapsökningen i de svenska skogarna skulle kunna motverkas genom att öka antalet grundare och förädlingspopulationens storlek. Detta förefaller dock inte motiverat och gjorde man det inom en given ram skulle det minska den genetiska vinsten.

Får framtidens skogar få förfäder?

Förädlingspopulationerna för långsiktig förädling av gran och tall i Sverige grundas på drygt 1000 testade träd vardera. Deras bidrag skall föras vidare på ett balanserat sätt i den långsiktiga förädlingen. I allmänhet anses detta tillräckligt för att trygga artens evolutionära potential och att undvika att den genetiska variationen reduceras nämnvärt. Det ter sig troligt att tillskottet genom mutationer och upplösning av nära koppling i genomet skall tillföra lika mycket genetisk variation som går förlorad genom drift och urval, och även om detta inte sker blir förlusten av genetisk diversitet över hela förädlingspopulationen mycket liten under de närmaste seklerna.

Skogskultur står bara för knappt hälften av arealen av de skogar som skapas idag. Enligt skogstyrelsens statistik är 28 % av förönggringarna självförönggringar och kanske 15 % slutavverkas aldrig. I kulturbestand är kulturträdens andel ungefär 80 %. Förädlad material (fröplantageavkomor) används på drygt hälften av de arealer där skogskultur använts. På de arealer som kultiveras med förädlad material kanske 2/3 av generna i den nya skogen härrör från utvalda träd. Idag är kanske 60 % av det förädlade materialet från andra utvalda träd än de 1000 som kommer att föra förädlingen vidare, men om några decennier härrör nog huvuddelen av det förädlade materialet från de testade 1000 träden eller deras avkomor.

Förädlad material har bara använts i nämnvärd omfattning i 30 år och omloppstiden är idag typiskt 100 år fast det nog kommer att sänkas till typiskt 80 år i kulturskogarna.

På lång sikt kommer också förädlingen att påverka den naturliga förönggringen, men det kommer att ta mycket lång tid (sekler) innan påverkan blir nämnvärd. Denna påverkan minskas, eftersom huvuddelen av generna på de aktuella arealerna (där kultur inte är så vanlig) nog ändå blir från icke utvalda träd och, eftersom naturligt urval nog också spelar en roll som påminner om det artificiella urvalet. Det förefaller inte troligt att effekten blir så stor, så att den behöver beaktas idag.

På nationell nivå blir genomslaget av att det förädlade materialet har få föräldrar begränsad det närmaste seklet. År 2100 kanske en tredjedel av generna i de svenska skogarna kommer från de tusen träd som nyligen utvalts till långsiktig förädling, även om det finns en variation och andelen blir större på de bättre markerna. Det är svårt att skapa scenarior där detta skulle ha

drastiska effekter. På längre sikt blir effekten större, men där är utvecklingen inte irreversibel, och nya ställningstaganden kan göras om några decennier.

Identifiering och statistik för skogsodlingsmaterial

Det finns användningsregler och rekommendationer i Skogsstyrelsens Författningssamlingar. Dessa begränsar hur långt skogsodlingsmaterial kan flyttas. Frö- och planthandeln regleras i svensk lag och detta följer i detalj ett EU-direktiv. En grundläggande idé är att myndigheten skall garantera äktheten hos skogsodlingsmaterial från fröinsamling till slutlig användare eller export. Om det är inom EU "överförs" kontrollen vid export/import. Handelsreglerna är inte tillämpliga för användning på egen mark. De nuvarande handelsreglerna tillkom i huvudsak 2002, fast de ansluter till tidigare regler.

"Reglerna" ger den svenska Skogsstyrelsen en betydande frihet att själv utforma de detaljregler som skall gälla vid tillämpning, även om formerna ofta är strikt uppställda. Yrkesmässig handel med skogsodlingsmaterial fordrar registrering av skogsstyrelsen. För att ett material skall få förekomma i handeln så måste det vara upptaget ("godkänt") i en lista, "rikslängden", och ett stambrev måste utfärdas. Referensen till detta stambrev följer skogsodlingsmaterialet från insamling till slutanvändare. En skogsägare får alltså stambrevsreferensen (inklusive en del där ingående sortidentifikation) på t.ex. levererade plantlådor och fakturor. Nästan allt skogsodlingsmaterial är alltså identifierat ganska exakt varifrån det kommer, när det kommer till slutanvändaren, men det är inte reglerat hur slutanvändaren sedan bevarar informationen. Visserligen gäller inte handelsreglerna på egen mark, men i praktiken så rör det sig bara om en liten del av skogsodlingen, som inte använder material som dokumenterats enligt handelsreglerna. Det är tekniskt besvärligt för en plantproducent att särskilja "osäljbara" odlingsmaterial, förutom att det känns trevligast att arbeta med "sanktionerade" material.

Handelsreglerna har tillkommit huvudsakligen för att "skydda" köparen. Köparen skall få reda på vad som köps och kunna lita på att informationen är korrekt. Syftet är inte att ge en nationell överblick av intressant och relevant information om användningen av genetiska material eller ett underlag för beskrivningar av den nationella skogen. Köparen får uppgifter, men dessa uppgifter behöver sedan inte införas i beståndsregister eller skogsbruksplan och de behöver inte rapporteras vidare. I praktiken är en del av den information markägaren har fått inte tillgänglig för nationella sammanställningar och troligen ur praktisk synpunkt ofta inte tillgänglig för markägaren själv.

Hur god överblick har man på nationell nivå över de genetiska materialen i skogen?

Det har aldrig funnits någon officiell registrering av materialanvändning på enskilda lokaler av hela det svenska skogsbruket. Någon storskalig central uppsamling av enskilda markägares uppgifter har inte gjorts på senare tid. Fröimporter har under lång tid registrerats, men att översätta kg frö till andel av skogen blir utomordentligt osäkert och mer än en grov uppfattning om landsdel kommer man inte. Det är osannolikt att enkäter till markägare skulle

ge en god nationell bild. Produktionsstatistik från plantskolorna är endast i begränsad form tillgänglig och fördelningen av leveranser riktad till koordinater av slutanvändning går nog inte att få fram. Eftersom man känner regler och ambitioner har man dock en ungefärlig uppfattning. Denna uppfattning är förmodligen god nog ur praktisk synpunkt, men jag tycker ändå man skulle sträva efter att göra den bättre.

Stambrevsinformationen omfattar mängduppgifter, så teoretiskt skulle det gå att göra en ganska bra nationell statistik på i vilken omfattning olika material använts. I praktiken är detta svårt, bl. a p.g.a. sekretesslagstiftning, att regeringen vill att myndigheterna inte belastar näringslivet, och kravet från näringslivet att det måste finnas mycket goda motiv för att inkräva uppgifter. Importstatistik finns sedan mycket lång tid tillbaks och har sammanställts. Även om nationell statistik sammanställs över vilka material som importeras, överläts eller används är det svårt näst intill omöjligt att säga *var* vilka material används med någon grad av upplösning.

Skogsstyrelsen insamlar nationell statistik på plantproduktion genom en årlig enkät. En del av denna information omgärdas av kommersiell sekretess och presenteras därför inte nedbruten så långt som är tekniskt möjligt och biologiskt intressant. Det är frivilligt att besvara enkäterna, men svarsprocenten är hög. Sverige har en god nationell uppfattning om t.ex. plantantal, fördelning på arter och om det är fröplantagematerial. Plantstatistik för Sverige finns på Skogsstyrelsens web. För 2007 kan utläsas att 38 % av granplantorna och 0 % av tallplantorna hade utländsk härkomst.

Hur olika odlingsmaterial inom art fördelar sig geografiskt på olika användning finns ingen nationell statistik över och jag tror inte förutsättningarna eller ambitionerna att göra en sådan har förbättrats med tiden.

Fröplantageskördar med olika förädlingsgrad kommer i fortsättningen att finnas på marknaden. Hittills har den genetiska vinsten varit av storleksordningen 10 %, men nu finns det material på marknaden där mer än 20 % genetisk vinst förutspås. Dessa skillnader ingår inte i skogsstyrelsens plantstatistik idag. Vi vet inte mer än ungefär över hur stor yta olika material används och har svårt att bedöma om användningen är nationellt rimligt optimal och hur stora förflyttningar som i praktiken görs. Nationella sammanställningar över ”kvaliteten” på fröplantageanvändningen vore av intresse.

Tekniken skapar successivt nya möjligheter. Information om bl.a. förnygringsmaterial kan samlas in och mer direkt omvandlas till elektronisk information och GIS-behandlas. Flyg och satellitteknik ger ett bättre underlag för nationell statistik. Med IT-teknik blir det lättare och lättare att bevara och centralt analysera t.ex. hyggeskort och skötselplaner.

Skogforsk har mycket framgångsrikt organiserat upp ett nyanläggningsprogram för plantager (TreO). Emellertid ger inte TreO en översikt av det svenska plantageprogrammet. Bara plantager som ännu inte producerat frö ingår omfattas av TreO. Inte heller ger TreO en bra grund för långsiktig nationell samordning eller översikt, eftersom det är uppdelat i södra, mellersta och norra Sverige.

Min uppfattning är att nästan alla aktörer tror att Sverige vet eller lätt skulle kunna ta reda på mer än vi faktiskt vet eller kan ta reda på om ursprunget till generna i våra kulturskogar eller ens härkomsten av kulturskogarna.

Överblick över sortanvändning

Min uppfattning är att skogsstyrelsen borde ägna ökad uppmärksamhet åt att kartlägga i vilken grad markägarna överhuvudtaget känner ursprung och härkomst på använda odlingsmaterial och att verka för en förbättrad nationell överblick. En bättre nationell överblick och en bättre registrering av det egna skogsodlingsmaterialet ökar säkerheten i hanteringen av den genetiska resursen. Min uppfattning är att den information markägarna lagrar kunde och borde vara bättre och att näringen borde anstränga sig mer för att underlätta en nationell överblick. En förbättring borde kunna ske utan formell rapporteringsskyldighet och det räcker nog med en mycket liten andel av alla bestånd för nationell överblick och enkla medel. Min uppfattning är de ansträngningar som gjorts historiskt gått ganska trögt. Värdet av bättre överblickar är dock inte så stor att det motiverar mer än måttliga ansträngningar.

Skogsbruk och sortidentifikation

En plantbeställare får en sortidentifikation, ett stambrevsnummer som refererar till uppgifter som registerhålls nationellt av skogsstyrelsen och av plantproducenten. Stambrevsnumret följer fysiskt med plantorna och står på fakturan. Infördes detta nummer i markägarens register (hyggeskort, skötselplaner), så skapas en option att på olika nivåer följa skogens genetik. Idag förs det oftast inte in. Det är vanligen möjligt för markägaren att föra in det under "övriga uppgifter" även om det inte finns plats i ett standardformulär, men det förefaller mig otroligt att detta görs ofta. Även om uppgiften förs in så kan det vara på ett sätt som gör informationen mindre kompatibel och tillgänglig. Även om det faktiskt finns skogsbruksplaner är det vanligt bland privata markägare att man inte bryr sig om att införa uppgifter från äldre planer när de uppdateras och nya versioner upparbetas, så att bara att det faktiskt skrivs in i en plan "övriga uppgifter" är inte tillräckligt för långvarigt bevarande. Det skulle kunna stimulera till att föra in information om det fanns speciellt utrymme för den i mallar till skötselplaner etc. Det ligger i hög grad i markägarens eget intresse att ha historisk information om vilka odlingsmaterial som använts för egna analyser. Trögheten i systemet och enkla rutiner gör nog att markägaren inte bryr sig om att denna "formalitet" får tillräcklig uppmärksamhet i rätt ögonblick i den grad som egenintresset borde motivera. I de fall det finns en pappersexercis omkring bidrag kan det möjligen hävdas att stambrevsnummer skall in.

Informationen kan omvandlas till nationella sammanfattningar på olika sätt, en väg är att be om den i stickprovsenkäter kombinerat med frivilliga körningar på registren för ett antal stora markägare. För nationell överblick är det nog tillräckligt att besvara någon procent av markägarna och då blir belastningen både tolerabel och frivillig. Det är viktigt att de mallar som föreslås görs på ett sådant sätt att framtida samkörningar underlättas och att uppdateringar till framtida format underlättas. Man skall inte tro att den information som kan erhållas på detta sätt är täcker alla fall. De som planterar rapporterar inte tillbaks exakt var vilket material hamnat. Långsiktig registerhållning respektive

plantering i fält ligger ofta administrativt isolerat. Val av plantmaterial står bara i fokus så länge det kan påverkas och blir förhållandevis lågprioriterat när planteringen väl är gjord, vilket kan leda till att det inte blir väl dokumenterat. Plantering görs ofta av fristående entreprenörer. Planer och faktiskt utfört behöver inte stämma. Fakturan behöver inte stämma med var i landet material hamnar. Det förekommer hjälpplantering och naturlig föryngring kan ge ett väsentligt tillskott till planteringar. Tidigare har register haft svårt att överleva omorganisationer, mycket gammal information har gått förlorad, men nu borde IT göra det allt lättare att bevara och återfinna gammal information. T.ex. nationell översikt av långväga proveniensförflyttningar ter sig inte som en så viktig fråga så att den motiverar åtgärder som inte är väl förankrade hos markägare och plantproducenter. Åtgärder kan vidtas så att det ter sig naturligt för markägare att koppla sortidentifikation (stambrevsnummer) till planteringar. Det finns många andra skäl än översikt över långa förflyttningar som motiverar detta, inte minst för markägarna själva.

Standardisering av skoglig datainformation. Det finns en aktivitet som syftar till att få fram en nationell standard för skoglig information, bl.a. för användning i skogsbruksplaner, i samarbete med "Swedish Standards Institute". Det har bildats en teknisk kommitté med representation bl.a. från Skogforsk (skogsbruket via Skogforsk), Skogsstyrelsen och SLU. Det finns utrymme för att föra in stambrevsnummer i informationsstandarden.

Man kan tänka sig referensområden där sorterna är kända och registrerade i nationella register för en liten del av arealen. Då behövs mekanismer för att utse sådana. Man kan tänka sig ett sådant system som kopplas till ett fåtal stora markägare (Sveaskog bl. a). Detta borde vara relativt lätt administrerat med denna markägares medverkan. Eftersom Sveaskog är den största och samtidigt mest täckande markägaren borde man kanske i första hand söka en överenskommelse med Sveaskog.

Klonskogsbruk och GMO

Börjar nya genetiska företeelser sprida sig i skogsbruket ligger det inbyggt i att det skall gå att göra uppföljningar och regelsystem för att binda skog till skogsodlingsmaterial aktualiseras då. Skall nymodigheterna kopplas till speciella regelsystem och rutiner verkar detta konserverande och minskar chansen att innovationer faktiskt introduceras, och minskar också trovärdigheten att de speciella rutinerna faktiskt fungerar. Om allmänheten eller forskare har uppfattningen att vi inte riktigt har kontroll på eller försöker få kontroll på vad vi faktiskt har i våra skogar bidrar det till en konservativ inställning till nya metoder. Det förefaller ett tänkvärt alternativ att förbättra de allmänna rutinerna.

Läget i andra europeiska länder

"Importen" av ca 80 % av EU-länderna omfattar årligen 100 ton skogsfrö och 50 millioner plantor. Omfattande import har ägt rum under lång tid. Många andra EU-länder länder uppfattar det ungefär som Sverige att man har bara en mycket vag uppfattning om hur stor del av arealen som berörs, och vart det importerade materialet slutligen används inom landet eller om det hamnar inom landet. Inom den statliga sektorn är ordningen något så när, i övrigt förefaller den sämre än i Sverige. Plantskolornas produktionsstatistik förefaller bättre än genomsnittet i Sverige. I östra Europa (Polen, Slovakien, Litauen

t.ex.) verkar det vara en högre grad av ambitionsnivå att hålla reda på hur mycket som hamnar var, kanske för att staten är större som ägare och för att minnet av det socialistiska kontrollsystelet lever kvar. Intrycket är att de problem och brister som påpekats med gran i södra Sverige inte är avsevärt värre och inte avsevärt bättre än i genomsnittslandet, och det finns inget land där "ordningen" kan betecknas som god. Tron att "lokalproveniensen är bäst" förefaller starkare i det genomsnittliga EU landet än i Sverige, men hur det verkligen *är* statistiskt går nog inte att belägga i under lång tid ackumulerade data på nationell nivå. Myndigheter och EU är inte alltför pigga på att lägga ytterligare uppgifter av registerhållningskaraktär på plantskolor och markägare.

Relationer mellan internationella och svenska regler i genresursarbete

Det regelverk som tagits över av EU kan sägas försvåra införande av regelverk som underlättar den översyn som förespråkas i samband med det nya regelverket för främmande härkomster och ursprung. Internationella regelverk är svårarbetade och svenska regelverk tar mycket stor hänsyn till dem vid implementeringen av dem och ändringen av EU-regelverket ligger långt från specifika forskarsynpunkter. EU-regelverket lägger inte några krav på markägaren och fokuserar på det kommersiella och inte biologiska risker och Sverige fokuserar liksom andra länder på internationalisering och att följa internationella regelverk och inte att utarbeta egna för att minska risker, tvärtom urvattnas de nationella föreskrifterna, eftersom uppmärksamheten förskjuts till att följa det mer kommersiellt inriktade EU-regelverket. Trenden i de nationella regelverken är att minska belastningen med regler och öka friheten för marknadskrafterna att agera. De sista decennierna har det skett en förskjutning av genbevarande till en mångfald olika typer av internationella organ, vilket gör ändringar av det specifika svenska regelverket mer svårarbetat. Eftersom genbevarandet i ökade grad ses som en del av ett genresursarbete i ett större sammanhang

Svenskt regelverk

De regler som finns sammanfattas av Laikre & Palmé (2005): 3.1.4 Skogsbruk
Regler som rör spridning av främmande populationer inom ramen för Skogsbruket finns i Skogsvårdslagen (1979:429), Skogsvårdsförordningen (1993:1096) samt Skogsstyrelsens föfattningssamling (1993:2). Enligt dessa är Skogsstyrelsen ansvarig för att meddela vilket material som får användas för utsättning i olika områden (Skogsvårdsförordningen 1993:1096 8§). Markägaren är skyldig att så eller plantera skog om den naturliga förnygringen inte bedöms vara tillräckligt snabb för de krav som ställs inom skogsbruket (Skogsvårdslagen 1979:429 8§). Ett register ska föras över personer/företag som bedriver kommersiell produktion, import och försäljning av skogsmaterial. Ett register förs också över godkända frökällor för anläggning av skog på skogsmark (Skogsvårdsförordningen 1993:1096 10a-c§). Införsel av skogsodlingsmaterial från annat land ska anmälas till Skogsstyrelsen. Försäljning av importerat skogsodlingsmaterial får ske om ett så kallat stambrev utfärdat av land som tillhör EU finns; Skogsstyrelsens föfattningssamling 2002:2, kap. 7:1§). Uppgift om exakt geografisk härkomst eller genetisk bakgrund behöver inte ingå i sådant stambrev. (Skogsstyrelsens föfattningssamling 2002:2, bilaga 6). För tall och gran finns särskilda tabeller i Skogsstyrelsens föfattningssamling som anger regler för vilken bakgrund material som ska planteras ut i ett visst område ska ha.

Vet markägaren vilka genetiska material som finns i skogen?

Det är oundvikligt att det finns en betydande osäkerhet om härkomsten för generna i en skog. Även i en självföryngring så kan det befruktande pollenet flyga en ibland ganska lång sträcka och frön kan under exceptionella omständigheter också föras långt vinden eller på annat sätt. Olika årgångar av föryngringar kan vara lite olika (fjärrpollenet kan variera mellan år). Om skogen kommer från ett självföryngrat bestånd har man ändå åtminstone samma osäkerheter som i ”naturbestånd”. Osäkerheten om ursprunget är större i en skogsodling. En del av den resulterande skogen i en plantering är inte odlad, vilka träd det är syns inte efter en tid (om det inte är en annan art). Skogsodling kan ha skett med olika skogsodlingsmaterial på olika delar av samma hygge. Hjälp- eller omplantering kan förekomma. Koder, begrepp, avgränsningar och format ändras över tiden. Icke ordentligt dokumenterad information kan vara missledande, oriktig eller lätt missförstås. Det finns muntligt överförd information, men sådan tenderar att vara opålitlig och missförstånd uppstår lätt. Det är svårt att få information att överleva i ett sekel, och det är naturligt att det ofta misslyckas.

Ofta vet markägaren inte varifrån plantmaterialet till en plantering kommer utöver att det är vad plantskolan sålde/rekommenderade. Även om man någon gång i tiden visste vad som köptes, så glöms det bort om det inte skrivs ned på rätt ställe och rätt sätt. Det kanske står på faktura och följesedel, men informationen kommer inte vidare till rätt ställe för att kopplas till beståndet under ett sekel framåt. Markägaren själv köper ofta tjänster som plantering och skogsbruksplan och gör dem inte själv eller under direkt egen arbetsledning. Det är kanske inte markägare som köper plantorna eller tar emot fakturan. Detta försvårar ofta i hög grad införingen av sorter vid plantering i skogsbruksplan eller beståndsregister. Planteringsentreprenören kanske inte för vidare informationen som finns på följesedlar eller faktura, och skogsplanentreprenören kanske inte får denna information från markägaren. Detta bidrar till att registrering hos markägaren ofta inte utförs. Det finns inget krav på dokumentation. Om det är egenframställt föryngringsmaterial på egen mark behöver det inte finnas stambrev eller dokumentation i något led av operationen. Det är svårt att överföra informationen som följer med plantorna till träden i skogen och finns inte enhetliga normer för hur det bäst kan göras. Information kan försvinna vid ägarbyten och omorganisationer.

Det är dåligt känt hur väl markägarna känner till de genetiska materialen i sina skogar och det är dåligt känt hur säker markägarens uppfattning om vad som finns i skogen är och om den är operativt tillgänglig för andra. Ofta kan nog en markägare tro att det går att gräva fram bättre information än det ger om de egna skogarnas genetik, och även om det i princip vore möjligt är det ändå kanske i praktiken inte tillräckligt viktigt att gräva fram informationen eller att översätta den till ett format som passar för sammanställning. Vid leverans av skogsodlingsmaterial så uppges skogsodlingsmaterialet genetik och övrig information. De sista decennierna är det identifierat med ett stambrevsnummer. Procedurerna för stambrevsnummer är reglerad i ett omfattande regelverk och Skogsstyrelsen för ett register över stambrev. Även annan information följer med när skogsodlingsmaterial överläts. Regelverket är

huvudsakligen utformat för att skydda köparen, köparen har rätt att veta vad som köps och att det verkligen är detta, men regelverket är inte i samma grad till för att känna den framtida skogen. Det finns inga regler eller standardrutiner för vad som händer när ett skogsodlingsmaterial överlåts till slutanvändaren, och användaren eller markägaren måste inte lagra informationen.

Internationellt kanske man kan generalisera och säga att när det under lång tid legat under statlig kontroll så är det en ambition att bevara informationen och koppla den till beståndsinformation, men i den privata sektorn så är det ovanligare och fungerar ofta inte, och nu luckras det också upp i den statliga sektorn.

Det finns säkert en stor skillnad mellan storskogsbruket och mindre markägare i Sverige. Förmodligen har storskogsbruket ganska bra kontroll på vad som kommer ut på förnyngsytorna en tid efter förnygringen. Storskogsbruket i Sverige har ambitionen att koppla information om skogsodlingsmaterialet till beståndsregistret (enheten) och detta lyckas säkert ofta på något eller några decennier sikt. Denna information kan ofta uttryckas på annat sätt än stambrevsnummer i beståndsregister. Det är tveksamt i vilken grad informationen överlever reorganisationer. IT gör det mycket lättare att få information att överleva så vad som är bra dokumenterat idag överlever nog bättre än vad som var bra dokumenterat för några decennier sedan. Om man faktiskt frågar storskogsbruket vad som finns på en given yta eller vart ett skogsodlingsmaterial tagit vägen, så kan man ibland identifiera skogsodlingsmaterialet och ibland inte. Intrycket är att man på högre nivå inom organisationer tror att man vet mer än man faktiskt gör om man faktiskt försöker få fram informationen. Intrycket är att tillräckligt med bestånd kan identifieras hos storskogsbruket för att t.ex. göra surveyundersökningar av samband mellan skador och skogsodlingsmaterial, som aktualiserats av aktuella skador (typ angrepp av *Gremmeniella*), och att kunskapsbristen om vad som kom ut i skogarna för några decennier sedan inte är katastrofalt allvarlig, men ändå begränsad nog för att motivera en bättre kännedom om graden av okunskap. Men att det inte går att få annat än en mycket ungefärlig och delvis subjektiv uppskattning om hur härkomst och ursprung av gran i södra Sverige fördelar sig på olika ursprung och lokaltyper illustrerar att Sverige kunde ha bättre kunskap om vad som egentligen finns i skogarna.

I privatskogbruket är kännedomen sämre, förmodligen mycket sämre. Information om materialets härkomst i skogodlingar ingår nästan aldrig i skogsbruksplaner och dessa uppgifter kopplas nog endast sällan långsiktigt till beståndet av markägaren. I princip kanske informationen bevaras ("i en kartong undanstuvad långt ned i källaren"), men i praktiken så kan den nog vanligen ändå inte dokumenteras.

Sortinformation i skogsbruksplan/beståndsregister. Det vettigaste sättet att bevara informationen om odlingsmaterialet förefaller ofta att vara i skogsbruksplanen. Skogstyrelsen tillhandahåller servicen att upprätta skogsbruksplaner, men i dessa planer så uppförs odlingsmaterialet endast om skogsägaren så önskar och ofta på något udda sätt som har svårt att överleva till nästa cykel av skogsbruksplan.

Man skulle kunna tänka sig tekniska lösningar i framtiden. DNA metoder kanske kommer i den avlägsna framtiden. Man kan prägla dokumentationen i en bricka i fält som kan återfinnas. Brickan kunde vara en transponder som följer med skogsodlingsmaterialet ut i fält och sedan kan återfinnas och dokumenteras. Eller man kan låta den sända signaler som kan uppfångas och registreras av satelliter.

Förslag om undersökning om vad markägare vet om sina skogar

Eftersom okunskapen är stor om hur mycket egentligen markägaren vet och eftersom det förekommer kritik för att man inte känner vad som finns i skogarna och eftersom nationella sammanställningar måste bygga på vad markägarna vet, och eftersom det ligger i allas intresse att markägarna känner och är intresserade av vad som finns i deras skogar, så föreslår jag en undersökning i Skogstyrelsens regi för att kartlägga hur mycket markägaren egentligen vet. Min vision är att man slumpar säg 300 punkter på svensk skogbevuxen mark enligt någon slags stratifierat mönster (mer skogsodlat, mer i södra Sverige, mer yngre) och genom enkäter till markägaren söker information om skogsodlingsmaterialet och sedan skriver en rapport om hur väl det genetiska materialet är känt, i vilka former (i skogsbruksplan eller på annat sätt, information om stambrevsnummer eller annan information etc.) och vilka slutsatser som kan dras av detta. Detta kan tjäna som ett underlag till framtida diskussioner om behov och metoder att förbättra situationen.

Varför kan det vara bra att veta det faktiska materialet i skogen?

När det gäller andra arter som sällskapshundar, kapplöpningshästar, människor, jordbruksgrödor, grisar, frukträd, laxodlingar och tigrar på zoo är det en självklarhet att de flesta håller reda på stamtavlan så gott det går och att denna information bevaras genom generationerna. Det är egentligen förbluffande att intresset för att känna till odlingsmaterialet verkar vara så relativt lågt för skogsträd och hos skogsägare.

Förhållandena ändras. Odlingsmaterialet får nu ökad betydelse genom att högförädlad plantagematerial börjar komma ut på marknaden och därmed samma markägare kommer att hantera mer olika skogsodlingsmaterial inom samma art. En fastighets produktions och avverkningspotential kan variera beaktansvärt beroende på vilket skogsodlingsmaterial som använts för de olika förnygringsytorna. Detta borde öka motivationen för att bevara dokumentation om odlingsmaterialet.

Vad som betalas för en fastighet beror förmodligen i någon mån på hur god skogsvårdsdokumentationen är, och i framtiden kommer det att tillmätas betydelse bl.a. hur bra skogsodlingsmaterialen som använts har dokumenterats (ungefär som att det kan höja värdet på en bil att det dokumenterats att den underhållits regelbundet).

Kännedom om odlingsmaterialet är av intresse för markägaren. De egna odlingserfarenheterna kan kopplas till odlingsmaterialet. Vid prioritering av skötsel och avverkning kan odlingsmaterialet spela in. Odlingsmaterialet spelar in i prognoser för skogstillståndet på fastigheten och därmed i t.ex. avverkningsbeslut. Risken för beståndet för olika skador kan ha med odlingsmaterialet att göra och kännedom om detta kan göra markägaren mer observant. Samhällets syn på markägarna borde bli positivare om det är känt att de dokumenterar vad som finns på deras marker och i allmänhet bidrar till stickprovsundersökningar om ett bestånd på deras fastighet valts av slumpen. En fastighets värde borde vara högre om bättre skogsodlingsmaterial använts och borde också vara högre om dokumentationen av fastigheten är bättre. Bättre demonstrationer av fastigheten kan göras och ligga till underlag för markägarens reflektioner om odlingsmaterial. Vid överväganden om frötäkt borde odlingsmaterialet för beståndet ifråga ses som viktig. Det är möjligt att kännedom om odlingsmaterialet leder till bättre kunskap om den avverkade skogens egenskaper.

Om markägarna visar ett större intresse för skogsodlingsmaterialen leder detta förmodligen till bättre skogsodlingsmaterial, eftersom det ter sig som viktigare för producenterna av skogsodlingsmaterial att producera bra material. Om markägarna känner till de odlingsmaterial de använder och kan koppla dem till de skogar de ger upphov till leder detta förmodligen till att markägarna väljer skogsodlingsmaterial mer optimalt.

Även om en given markägare är ointresserad av skogsodlingsmaterialet så överlever träden många ägarskiften eller ansvariga personer, mer eller mindre intresserade. Det är inte bra om den minst intresserade i kedjan agerar flaskhals i materialkännedomen.

Det är ett samhällsintresse att tillståndet i den befintliga skogen i Sverige beskrivs och att dess förändringar prognostiseras. Detta gäller också genetiken (ras inom art) och genetiken påverkar skogen och alltså prognoserna. Det räcker med stickprov (referensytor) för att få en ganska god bild och det behöver inte kopplas till rapporteringskrav. När det gäller ännu inte anlagd skog blir prognoser förstås ganska spekulativa och osäkra, men när det gäller framskrivningar av redan anlagd skog blir de säkrare. Sådana beskrivningar av status och förändringar hjälper att identifiera problem och behov av åtgärder (t.ex. genbevarande i reservat eller i förädlingen). Statistik över genetiska material belyser sårbarhet. Det belyser hur många föräldrar framtida skogar effektivt har. Det belyser hur långt och i vilka mönster skogsbruket flyttar träden gener. Det belyser den genetiska variationen på landskapsnivå med dess alltmer komplicerade mosaik av bestånd med olika härkomst och olika genetiska karakteristika.

För samhället är det viktigt att söka kopplingar mellan skadebilder och genetiska material. Sådana frågor aktualiseras av allmän debatt och uppträdande skador. För detta räcker det med stickprov och ofta ger försök mycket. Regeringen vill med denna utredning få belyst om förädlade plantors mottaglighet mot skadegörare och de eventuella effekterna av genetisk variation. För att få detta ordentligt belyst i framtiden bör det ingå bl.a. stickprov och inventeringar i praktiska odlingar, försök kan betraktas som för små, för få och otypiska.

Av skäl som dessa borde också myndigheten ha ett intresse att uppgift om odlingsmaterialen kopplas till den växande skogen och stimulera att så sker. Men hur långtgående åtgärder som är motiverade är givetvis en annan fråga.

EU och OECD har en rad aktiviteter och har via Skogsstyrelsen implementerat ett regelverk och en omfattande kontrollverksamhet och aktivitet i Sverige för att köparen av skogsodlingsmaterial skall veta vad som köps. Det verkar helt inkonsekvent att lägga ned så stora resurser och så mycket information om huvuddelen av köparna inte är intresserade att bevara denna information. Om det är så att informationen betraktas som ointressant av slutanvändarna tycker man ambitionen på kontrollverksamheten och handelsreglerna borde kunna trappas ned.

Tidigare "genetiska misstag", finns ett system för att evaluera misstag?

Det har förekommit episoder av vad man nu anser felaktig användning av skogsodlingsmaterial förut, som fått negativa konsekvenser för odlad skog. Huvudreferens är Kardell (2004), men också Hannerz och Almäng (1997).

"Tysktall"

Under första hälften av 1800-talet började man importera tallfrö i stor skala till Sverige. Skogssådd blev vanligt. Tyskland var ett skogligt föregångsland, det fanns inflytelserika skogsmän från Tyskland och Danmark, och i Tyskland byggdes anläggningar för att klänga kott i stor skala, och fröpriserna blev attraktiva. År 1855 publicerades de första varnande orden om "tysktall" och 1882 avrådde Kungl. Skogsstyrelsen från användning av utländskt tall och gran

frö. Orsaken till att statistiken finns är införande av en importtull för att undvika import av utländskt frö, så man kan förmoda att det finns ett betydande inslag av förflyttning med icke lokala provenienser långt tidigare. Siffran 12000 hektar har nämnts i samband med återstående bestånd av ”tysktall” 1909 (Wibeck, 1912). Orsaken var dålig klimatanpassning, som orsakade skador, som blev inkörsport till svampangrepp. Men all tysktall var inte dålig och det fanns många exempel på dålig ”lokal” kulturtall i de södra kustlandskapen. Det verkar som om skadan av ”tysktallen” trots allt verkar långsiktigt påverkat en mycket begränsad del av arealen i förhållande till det stora inflytande begreppet fick, och jag är ganska säker på att det uppmärksammats så mycket av eftervärden delvis beror på att det framfördes som ett viktigt motiv för mer forskning och för restriktioner och tullar, och inte bara storleken av konsekvenserna av de faktiska skadorna. ”Tyskgran” importerad under denna period föreföll inte dålig och tillräckligt hårdig.

”För sydlig tall” i norr

Vad som nu anses ”för sydlig” tall för kultur har använts under lång tid. Det har varit svårt att få tag i tillräckligt hårdigt frö, och detta kan sägas fortfarande vara fallet. Skadorna är beroende av årsmån och de sista kärva åren i slutet på 80-talet börjar falla i glömska, man är nu kanske lite för optimistisk beträffande tallens genetiskt betingade överlevnad, fast när man beaktar den pågående uppvärmningen så kanske man inte varit för optimistisk de sista decennierna. Kanske man kan säga att man inte vill ha ett överhårdigt kraftigt nordförflyttat material med långsam tillväxt ens om det har avsevärt bättre överlevnad. Det kan inte för planteringar på 60-talet betecknas som ett omedvetet genetiskt misstag utan snarare som en kalkylerad risk som ibland slog fel. De sista större originalarbetena om tallens proveniensvariation i Sverige gjordes i början av 90-talet (Persson, 1994; Persson & Ståhl, 1990). Men om skogsbruket fortfarande ligger lite sydligt så beror det knappast på forskningen och kan inte betecknas som ett omedvetet misstag.

Rumänsk gran

I mitten på 70-talet planterades mycket rumänsk gran. Bl.a. uppstod stamsprickor, detta konstaterades i försök (Persson, 1994), och rumänsk gran försvann. Hög tillväxt hos en proveniens brukar oftast vara kombinerat med en sen invintring. Risken för frys- och torkskador under vintern kan också öka om invintringen inte blivit fullständig. Stamsprickorna inträffade ofta under år med sensommartorka, och att de oftast uppstod i sensommarveden. Sen invintring kan ses som ett problem hos snabbväxande granar från Mellaneuropa och Rumänien. Problemen blir större med åkerplantering i glesa förband. Det är inte helt kartlagt om verkligen inte den högre tillväxten betalade den lägre kvalitén, men i efterhand kan man nog säga att det var ett misstag, med ett så starkt nordförflyttat material kunde det varit riktigt att begära bättre dokumentation som stöd för så storskalig användning. Det är dock ändå totalt sett inte helt klarlagt att inte de ökade skadorna betalades av högre produktion.

Gremmeniella epidemi i tall

Det var en epidemi av *Gremmeniella* 2001. Det var ett klart genetiskt inslag, ”för sydliga” tallprovenienser drabbades mycket mer. Skogforsk (Sonesson m.fl., 2007) var snabb att angripa problemet och visade att det var ett betydligt värre

problem i nordförflyttade provenienser, vilket i och för sig var känt sedan tidigare, men en ny epidemi kanske visade andra särtecken.

Askskottsjuka, Törskate, Gudrun

Skogforsk var snabba att få igång undersökningar. För Gudrunskador är det genetiska inslaget svagt. Törskate och askskottsjuka har ett genetiskt inslag, men det är inte avgörande för epidemin. Alm och Ask epidemierna är mycket oroande och man undrar om de är symptom på något allvarligt fel i vårt samhälle, men utarmning av genetisk mångfald verkar inte vara en viktig faktor.

Överväganden

Det är inte med säkerhet styrkt att i något av de historiska fallen gått bättre om lokalproveniensen hade använts generellt. Bestånd kanske återhämtar sig, icke misslyckade bestånd röner inte samma uppmärksamhet som misslyckade, även lokalproveniens kan vara dålig. Den ökade produktionskapaciteten av en nymodighet kanske i genomsnitt över tillämpningsområdet mer än betalar förlusterna i omskrivna skador. Svensk skog förefaller nu växa snabbare än någonsin förut och bättre genetiska material (framför allt utländsk gran i södra Sverige) är en viktig delförklaring, och denna mertillväxt skulle inte kommit tillstånd om det inte accepterats ett innovativt klimat som då också kan resultera i några bakslag.

Översikten ovan visar att ”man” (på senare tid oftast Skogforsk) vanligen varit snabba att analysera uppkommande problem, som kunnat ha ett genetiskt inslag, och klarlagt det genetiska inslaget. D.v.s. om något som har med genetiken att göra inträffar så har det historiskt funnits en beredskap att tänka över och analysera frågan. Detta blir lättare i framtiden, eftersom huvuddelen av det skogsodlade materialet eller dess förflyttade föräldrar finns i någon form av försöksplantering där det kan jämföras med andra försök. Visserligen läggs många testplanteringar ned som aktiva försök, men kvarstår ändå som skog, och kan ofta restaureras. Möjligheten att restaurera gamla försök torde successivt bli bättre, eftersom försöksträdens läge kommer att kunna identifieras elektroniskt (med GPS). Ett inslag i utvärderingar är information om verkliga planteringar från delar av storskogsbruket. Även om åtgärder för att förbättra dokumentation föreslås så går det inte att säga att nuläget är dåligt och omöjliggör analys.

Bra att få erfarenhet av skogsbruk med låg genetisk variation

Den mest diskuterade frågan i samband med tillämpning av skogsträdsförädling är genetisk variation. Det finns ett behov att förstå vad genetisk variation och särskilt låg diversitet betyder för skogen och skogsbruket. Många befärar att låg diversitet leder till olika slag av negativa effekter. Andra pekar på möjliga fördelar för skogsbruket med låg diversitet, hög diversitet kan vara sämre än lagom diversitet. För att utvärdera den genetiska variationens betydelse är det önskvärt att göra observationer i objekt som liknar (eller är) praktiskt skogsbruk med olika grader av genetisk variation. Vad jag tänker på är i första hand kulturer med: enstaka kloner, blandning av några få kloner, helsyskonfamiljer, halvsyskonfamiljer (skördar från enskilda kloner från fröplantager), skördar från fröplantager med få kloner (tio eller

färre). Objekt av denna typ har låg genetisk variation, det finns intresse från skogsbruket att utnyttja i mindre skala samtidigt som det kan kollidera med regelverk och det kan finnas skäl att ifrågasätta om samhället bör tolerera dessa skogsbruksformer i större omfattning. Om de utnyttjas i mindre skala är risken för negativa effekter på nationell nivå mycket låg, skogsbruket vinner erfarenheter om metoderna, de anlagda kulturerna kan inventeras (samtidigt som andra "normala" kulturer). Inventeringarna kan ge kvantitativa svar på frågeställningar om den genetiska variationens betydelse i för skogsbruket relevanta former. Av speciellt intresse är skademönster. Undersökningar av dessa mer extrema former gör det lättare att analysera eventuella nackdelar med t.ex. normala fröplantager.

Det låter sig sägas att detta skall bedömas i experiment och experiment behövs naturligtvis och har många fördelar. Men det finns också stora svårigheter att göra bedömningar från långliggande fältförsök. Den kanske viktigaste är att bra analys av långsiktiga fältförsök relativt sällan blir gjorda vid universitet. Deras upprätthållande fodrar en typ av kontinuitet som universitet inte förmår upprätthålla. Resultaten betraktas ofta inte som tillräckligt kvalificerad och meriterande forskning för att platsa på ett universitet. Frågeställningarna betraktas ofta som föråldrade, de var aktuella när försöken anlades, inte när de utvärderas. Ständiga krav på förnyelse leder till bortprioriteringar. Den forskare som planerar och sköter försöket får inte del av äran när det så småningom utvärderas. Numera finns få forskare och institutioner vid universitet som behärskar tekniken för anläggning och skötsel av fältförsök. Skogforsk är mer lämpat för långsiktiga genetiska fältförsök, eftersom det finns en permanent efterfrågan och apparat för skogsträdsförädlingen, men Skogforsk är en mindre organisation än skogsforskningen vid universiteten och klarar inte av allt.

Förhållanden på skogsmark varierar geografiskt och i tiden. Att något görs som försök gör det ofta mindre representativt för skogsbruk. Ofta förekommande är t.ex. skyddshägnad, regelbundna förband, jämna marker, lättillgänglighet, kontroll av annan vegetation. Skogsbrukets metoder avviker från försök och ändras över tiden och med många och svårgripbara faktorer. Representativiteten för skogsbruket av skogliga försök kan därför vanligen ifrågasättas. Påverkan av skadegörare och skador är ofta inte särskilt förutsebara utan uppkommer överraskande. Skadegörarmönster förmodas ändra sig med tiden (särskilt med global uppvärmning) på ett oförutsebart sätt. Det är därför ofta svårt att generalisera från försöksresultat. Skogsträd är stora och svårhanterliga försöksobjekt, det går inte att säkerställa små skillnader, men kanske intressanta skillnader mellan försöksled. Kostnaderna för försök är ofta mycket höga.

Som komplement till försök är det önskvärt att det finns många objekt som kan belysa frågorna, men liknar eller är operativt skogsbruk. Kostnaderna för etablering blir försumbara om det är en del av den kommersiella skogsförnyelsen. Det blir många upprepningar i tid och rum. Om det verkligen rör sig om lågdiversitets skogsbruk är det bra om en andel får bra dokumentation och kanske en uppläggning som påminner om försök (exempelvis uppdelning av ett hygge i flera delar som förnygras med olika material). Innan skogsbruket använder något i större skala är det logiskt att utveckla systemet i mindre skala, men ändå på ett sätt som är tillräckligt lik

operativt skogsbruk för att man skall få erfarenhet och verkligen fysiskt se vart man syftar. Skogsbruket bör driva på och samhället stödja att olika varianter med potentiellt stora möjligheter och som kan ge information verkligen kommer till stånd i någon omfattning.

Rishtagande i liten skala med skogskultur är mer markägarens än nationens problem. Ett samhälle med en positiv inställning till enskilda initiativ och innovationer kan förväntas utvecklas bättre än ett samhälle med inställningen att alla initiativ skall kvävas i sin linda, eftersom man inte är säker på vad en storskalig användning leder till. Normalfallet bör vara att graden av restriktioner kopplas till omfattningen av en verksamhet och graden av förändring den medför förutom det faktiska vetenskapliga underlaget. Å andra sidan är det en risk att innovationer och nytänkande och utvecklingsoptimism får för snabbt genomslag innan erfarenheter och eftertanke hinner ackumuleras, så gränser som bromsar en snabb utveckling är ibland önskvärda. Av det skälet bör en eventuell övergång till ett skogsbruk med låg genetisk variation eller annat genetiskt material inte gå snabbt. Samhället bör också underlätta en dokumentation av omfattningen och konsekvenserna av ändringar.

Som exempel hur en liten användning kan tolereras för att inte hemma utvecklingen och förhoppningsvis att skaffa värdefulla erfarenheter kan tas regelverket för klonskogsbruk. Användningen av kloner regleras av föreskrifter till skogsvårdslagens § 7 (användning av skogsodlingsmaterial och handel med sådant material). Föreskrifterna bygger på en utredning (Sonesson m.fl., 2001). I dessa föreskrifter stipuleras att vegetativt förökat material inte får användas på mer än 5 % av en brukningsenhet. Dock får alltid 20 hektar föryngras med kloner på en brukningsenhet. Detta innebär relativt fritt användande av grankloner för de flesta privata markägare i södra Sverige. Föreskrifterna detaljreglerar inte användningen och ersätter föreskrifter som gjorde det. Tanken var att marknadskrafterna och utvecklingsentusiasm skulle ges spelrum att utvecklas på en begränsad del av arealen och när klonskogsbruket började få sådan omfattning så att regleringen tedde sig begränsande skulle reglerna kunna omprövas mot bakgrund av de erfarenheter som då föreligger (eftersom det finns en del klonskogsbruk och klonförsök som blir äldre och mer omfattande måste rimligen erfarenheten bli större varje gång frågan omprövas och vore den inte övervägande positiv skulle det inte finnas ett intresse för omprövning) och de utvecklingslinjer som ter sig mest realistiska bl. a mot vad som då är känt om betydelsen av skadegörare. Exempelvis kanske myndigheten då finner att "bulkförökning" av familjer med bra föräldrar på tidigare jordbruksmark ter sig oproblematiskt i förhållande till nyttan och restriktionerna för den användningen skulle kunna lättas för den användningen. Detta får bedömas när det blir aktuellt, men det är inte aktuellt med dagens blygsamma användning av klonskogsbruk.

Skogsbruket borde också i större omfattning utnyttja halvsyskonskogsbruk, d.v.s. skördar av enstaka kloner i fröplantager, eller att föröka en eller ett fåtal helsyskonfamiljer vegetativt, återigen med väsentligt syfte att utan förlust i skogsproduktion vinna erfarenheter för framtiden. Det finns dock andra användningar av lågdiversitetsskogsbruk än klonskogsbruk som inte kan betraktas som tillåtna i dagsläget. Det är min förhoppning att på liknande sätt

som klonskogsbruk en begränsad användning skall kunna tolereras och ibland uppmuntras.

Behov av att utnyttja erfarenhet finns också i skogar där det inte bör föreligga restriktioner såsom skogar från fröplantager och vid eventuella inventeringar behövs jämförelseobjekt som kan fungera som kontroller. Tidigare har de viktigare jämförelserna varit mindre beroende av dokumentation. Behandling av ett hygge såsom självföryngring eller plantering, plantering med tall, gran eller contorta kan vanligen avgöras i fält utan dokumentation av precis vilket föryngringsmaterial det var. Önskemålen på dokumentation av skogsbrukets kulturer ökar nu med den ökande användningen av olika typer av mer förädlade material.

Den genetiska variationen i förädling och skog i den avlägsna oförutsebara framtiden

Metoder för långsiktig förädling och produktion av föryngringsmaterial kan ändras. Detta diskuteras mycket kortfattat här.

Större ändringar i den genetiska variationen p.g.a. metodutveckling jämfört med de extrapolationer av nuläget som tas upp i det här dokumentet kommer huvudsakligen att vara en följd av medvetna beslut och inte en oavsiktlig konsekvens av metodutveckling. Tiden är inte mogen för dessa medvetna beslut, som kan innebära reduktion av den genetiska variationen. Om och när sådana beslut fattas kommer det säkert att ligga ett mer specifikt och aktuellt kunskapsunderlag bakom.

Det är knappast förutsebart vad teknikändringarna kan leda till. Vetenskap och teknik inom genetikområdet utvecklas mycket snabbt, men den operativa förädlingen och det förädlade materialet har påverkats ganska obetydligt, och i den mån påverkan skett är det huvudsakligen indirekt.

Förutsedda stora klimat och miljöändringar bidrar till att det är viktigt att bevara den genetiska variationen, se närmare i tidigare avsnitt om global warming.

Genomslag av ny teknik tar ofta lång tid

Med 1960 års teknik var det ekonomiskt och biologiskt möjligt att trygga 90 % av plantskolornas fröförsörjning med förädlad frö från plantager, trots detta har vi bara nått drygt 60 %. Sedan nittioalet fanns optionen att använda ett fåtal kloner (gransticklingar) till huvuddelen av planteringarna, ändå så rör det sig 2010 om mindre än en promille av plantorna. De visioner som förespeglas och ter sig realistiska för framtiden realiseras sällan när framtiden kommit. Det är orealistiskt att i den nära framtiden tänka sig förädlingssystem där det inte ingår rekombination av gener och ett element av decennielång fälttestning i valet av de träd framtidens skogar skall bygga på och då hamnar man på ett förädlingssystem som påminner om dagens. Svensk tall och gran med nästan sekellånga omloppstider tillhör de domesticerade arter där implementering av ny teknik går långsammast.

Snabbare och rikligare blomning

Blomningsstimulering i kombination med tidiga tester kan förkorta generationstiden i växtförädlingen. Men utarmningen av den genetiska diversiteten sker i direkt proportion till generationstiden, storleken av dagens förädlingspopulation får dimensioneras tiofalt större om generationstiden skall minskas radikalt. Dessutom kommer man ändå inte ifrån att långa fälttester är ett nödvändigt inslag, så möjligheterna att nå snabbare vinster genom att förkorta generationstiden är begränsade. Tidsavståndet mellan förädling och skogsodling kan dock förkortas och därigenom kan förädlingens påverkan på skogen och dess genetiska variation komma till uttryck några decennier tidigare än idag.

Molekylär förädling

Genomics, associations, marker aided selection etc. öppnar möjligheter att i ökad grad välja individer direkt på de gener som styr dem. En del bedömare anser detta kommer att bli en betydelsefull del av skogsträdsförädlingen i en framtid. På något decenniums sikt kan knappast tillämpningar förutses (Andersson, 2008). Det kommer förmodligen att ha ett begränsat inflytande på förädlingsstrategin i stort (förädlingspopulationernas storlek och struktur, cykeltid, diversitetsförlust, att det finns ett betydelsefullt inslag av fälttester). Däremot kan de ha betydelse för förselektion, selektionskriterier, antalet kandidater till urval. De molekylära metoderna kan leda till ett ökat tryck på få träd, eftersom det kan bli relativt besvärligt att få många som är lite besläktade med liknande genkonstellation och detta kan indirekt leda till minskad diversitet i skogarna även om strävan i förädlingspopulationen säkert kommer att vara att bevara mångfald och diversitet. Molekylär förädling skulle kunna leda till att diversiteten i just de utvalda generna och troligen också de gener som ligger närmast på kromosomen minskar kraftigare än med dagens selektion, som ser till summan av genernas inflytande. Markörgener har dock stor betydelse för andra förädlingsrelaterade frågor såsom identifiering av föräldrar, skattning av släktskap och skattning av genetisk diversitet.

GM

Med ”Genetisk modifiering” möjliggörs bl.a. att sammanföra gener från olika träd eller organismer med icke-sexuella metoder. Detta skulle kunna radikalt ändra förädlingsfilosofin. GM har knappast lämnat laboratoriet för skogsträd. Det finns mycket få fälttester kvar i världen efter en inledande entusiasm, och knappast något som är relevant för barrträdsförädling. Långvariga fälttester förefaller ofrånkomligt för tall och gran innan metoderna kan introduceras praktiskt. Försök att introducera GM skogsbruk skulle troligen initiera en svårbemästrad opinionsbildning. På lång sikt (sekler) har GM-tekniker att omkombinera arvs massa stor potential och deras troliga introduktion är ett argument för att inte vara allt för bekymrad över vad som händer i förädlingspopulationerna om några sekel, när andra förädlingsmetoder nog tagit över.

Klonskogsbruk

Skogodling med testade kloner som kanske också har enligt molekylär förädling önskvärda gener skulle kunna bli en realitet. I så fall kommer önskemål att uppkomma att bättre använda den nya tekniken genom att

använda skogsmark till odlingar med en lägre genetisk diversitet än Sverige har omfattande praktisk erfarenhet av.

Risk

Det finns scenarior – framförallt klonskogsbruk – där skogsbrukets önskemål och att utnyttja de genetiska vinsterna som blir möjligt kan leda till konflikter när man kontrasterar med ”beprovad erfarenhet”, d.v.s. erfarenheter från skogsodling i semipraktisk skala av odlingsmaterial med låg genetisk diversitet. Det är därför viktigt att sådan semipraktisk verksamhet intensifieras för att eventuell mer omfattande skogsbruk med lägre diversitet inte skall fördröjas p.g.a. brist på relevant erfarenhet.

En levande diskussion, forskning och samordning om fröplantager?

Fröplantager och skogsträdsförädling har diskuterats så länge de funnits. Ändring av den genetiska sammansättningen av Sveriges viktiga trädslag kan ses som en stor fråga. Den genetiska variationen är ett ständigt återkommande tema. De slutliga svaren kommer nog aldrig, det är bra om den finns en levande debatt. Det här dokumentet t.ex. blir nog i stora delar snarare en utgångspunkt än en slutpunkt för fortsatt diskussion. Sveriges framtida skogar skapas förmodligen minst ett halvsekel framåt huvudsakligen i fröplantager. Det finns skäl att regelbundet och kontinuerligt ventilerar denna skogligt centrala framtidsfråga. Fröplantager är viktigare att nu diskutera i vidare kretsar än långsiktig förädling. Diskussion om den långsiktiga förädlingen är i mycket en teknisk fråga för expertis och begränsar handlingsfriheten på några decenniers sikt i valet av skogsodlingsmaterial ganska lite, medan anläggning av fröplantager har stor betydelse för den faktiska skogen, inte minst dess genetiska variation, och borde beröra många och när en fröplantage väl är anlagd så är en del av den skogliga framtiden låst. Kommer det att föras en sådan diskussion i framtiden? Bör man göra något för att trygga att det blir en levande diskussion?

Livlig debatt och forskning tills nu

De fem sista åren har det varit en livlig debatt. Det var en stor internationell fröplantagekonferens i Umeå 2007 och en i Korea 2009. Regeringen har givit uppdrag, som resulterat i åtminstone det här dokumentet som berör fröplantager och en del andra uppdrag i ganska nära anslutning. En serie avhandlingar med beröring till fröplantager har lagts fram i Sverige under de senaste decennierna och två av dem har utmärkt sig internationellt. Sjösättningen av det svenska TreO fröplantageprogrammet har genererat diskussioner och aktiviteter. Det skapades tre regionala TreO grupper som fortfarande känns fräscha och möts regelbundet. Forskarskolan i genetik och förädling har haft beröring med fröplantageaktiviteter och dess doktorander har kommit i kontakt med fröplantager. Skogstyrelsens Centrala frö och Planträd har aktiverats och sammanträder nu två gånger om året och en befattningshavare har skogstyrelsens genetik på heltid så skogstyrelsen spelar nu en större genetisk roll de sista fem år än i början på seklet. Det sista decenniet har SLU producerat många fröplantageinriktade studier, kanske flest i världen.

Intensivt nordiskt samarbete

Nordiskt skogsgenetiskt samarbete pågår i två olika samarbetsorgan, som båda varit aktiva de sista åren. Det fanns i början av decenniet ett samarbetsorgan för nordiskt forskning, ”Nordic Group for the Management of Genetic Resources of Trees” med rötter i 70-talet, som har reorganiserats som ”Genecar”. I mitten av 90-talet ledde detta till en minskning av intensiteten, men Genecar verkar nu fått upp farten, kanske Genecar skulle kunna arrangera något med anknytning till fröplantager i framtiden, fast det är osäkert om organisationen får förlängt nordiskt mandat. Det finns också ett samarbete om skogliga genresurser, tidigare Nordiska frö- och plantrådet ordnade ett seminarium om fröplantager i Skåne 2005. Det har reorganiserats som ”Nordgen-Skog” och har en ganska stor aktivitet som är lite praktiskare orienterat jämfört med Genecar.

Men fokus på fröplantager kan minska

Men det finns en serie omständigheter som kan göra att fröplantager försvinner ur fokus snart. Det är en liten del av Skogforsks ramprogram och Skogforsk ger ett intryck att successivt förlora fokus på förädling och fröplantager. TreO programmet blir snart rutin och är fokuserat på praktiska problem omkring nyetablering (samägandefrågor t.ex.) snarare än förädlingsorienterad metodutveckling. Jag har pensionerats och därmed försvinner förmodligen den drivande kraften för SLU:s fröplantageforskning. SLU:s skogsgenetiker (februari 2010) synes nu som grupp svagare än någonsin förut sedan 40-talet. Min tjänst har inte återbesatts, i varje fall inte än. Det riktas kritik mot SLU:s genetikenhet att den för ensidigt riktar sig mot traditionell skogsgenetik såsom den kvantitativa genetiken kring fröplantager och förädling. Forskarskolan i genetik och förädling avvecklas. Genecars mandat går ut och Nordgen-skog kanske ger ökat fokus på genbevarande även om det inte blivit så hittills. Lågkonjunkturen kan leda till att intresset för fröplantager som ett medel till högre produktion mattas. Fröplantager betraktas som ett genomforskat område och en föråldrad metod och står sällan i centrum för nya forskningssatsningar. Samtidigt behövs det intensifierade situationer inför att TreO programmet löper ut, och hur de ganska intensiva forskningsinsatserna det gångna decenniet skall omsättas i bättre fröproduktion.

Därför föreslår jag att man börjar diskutera organisatoriska åtgärder för att öka chansen att en levande fröplantagediskussion fortsätter. Ett förslag är att TreO organisationen får ökat mandat så att de tre regionala grupperna får vidgade befogenheter och blir permanenta fröplantage- och fröförsörjningsgrupper och att kontakten med forskningen stärks och att den centrala TreO gruppen blir aktiv och bl.a. ordnar en årlig sammankomst om fröplantager på alternerande platser med några inbjudna, i första hand forskare från universitetsvärden, och att frågor omkring genetisk variation blir återkommande punkter. Även de regionala grupperna kan eftersträva att – såg vartannat år – ha diskussioner i utvidgade forum med medverkan av forskare utanför Skogforsk. En drivande kraft på en diskussion hur genetiskt bättre fröplantager skall åstadkommas är en livaktig forskning inom området och detta kan befaras minskas i samband med förändringar på SLU.

Ett exempel på hur svårt det är att få en levande diskussion är att jag erbjudit det här dokumentet till diskussion för världen på min web, men detta kan knappast sägas ha resulterat i ett enda diskussionsinlägg ”från världen”. Även de jag ber om inlägg och information från sina specialområden är oftast fåordiga.

Referenser och litteratur

- Ackzell, L., Elfving B. & Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *For. Ecol. Manage.* 65: 105-113.
- Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. Fröplantager – anläggning och skötsel. Skogforsk handledning, 97 s.
- Almäng, A. 1996. Utländska gran- och tallprovenienser i svenskt skogsbruk. Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för skoglig genetik och växtfysiologi. Arbetsrapport 54. (Examensarbete i skogsgenetik). 54 s.
- Andersson, B. & Sundblad, L-G. 2003. Frystest – ett effektivt hjälpmedel för att få rätt plantor till rätt lokal. Skogforsk, Resultat nr 7, 2003.
- Andersson, B. 2008. Långt kvar till genteknik i skogen. Skogforsk rapport 13-2008.
- Andersson, EW, 1999. Gain and Diversity in Multi-Generation Breeding Programs. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 95 42pp+4 chapters.
- Bouffier, L., Raffin, A. & Kremer, A. 2008. Evolution of genetic variation for selected traits in successive breeding populations of maritime pine. *Heredity* 101: 156
- Burdon, JJ. 1987. Diseases and plant population biology. Cambridge. University Press.
- Capretti, P. & Goggioli, V. 1992. Observation on the longevity and the spread of *Heterobasidion annosum* in stumps of white fir and Norway spruce. *Micologia Italiana*, 21: 15-20.
- Ehrenberg, C. & Gullberg, U. 1977. Skogliga genresurser. Inst för skogsgenetik. SLU. Rapp & Upps 24. 140 sidor
- Eiche, V. 1966 Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. *Stud. For. Suec.* 36: 1–218
- El-Kassaby, YA. & Ritland, K. (1996) Impact of selection and breeding on the genetic diversity in Douglas-fir. *Biodivers Conserv* 5:795–813
- Ericsson, T. 1988, Odlingstest av tallplantagefrö i Norrland (Scots pine seed orchard tests in northern Sweden, Results from assessments in summer 1984 of field trials planted 1973-75), The Institute for Forest Improvement, Uppsala, Report 1, 1-46.
- Eriksson, G., Jonsson, A. & Lindgren, D. 1973. Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110.
- Eriksson, G., redaktör. 1976. Granförädling. Institutionen för skogsgenetik. Skogshögskolan.
- Eriksson, G., Ekberg, I., Dormling, I. & Matern, B. 1978. Inheritance of bud-set and bud-flushing in *Picea abies* (L.) Karst. *Theor. Appl. Genet.* 52:3-19.
- Eriksson, G. och Ilstedt, B. 1986. Stem volume of intra and interprovenance families of *Picea abies* (L.) Karst. *Scand. J. For. Res.* 1:141-152.
- Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. 2009. Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8.
- Garcia-Gil, MR., Olivier, F., Kamruzzahan, S. & Waldmann, P. 2009. Joint analysis of spatial genetic structure and inbreeding in a managed population of Scots pine *Heredity*: 103:90-96
- Gammel, P., Peterson, G. & Remröd, J. 1992. Framtida skogsbruk och angelägen skogsforskning i södra Sverige. Sammanfattning av forskarseminarier på Tagels gård. SLU Info/Skog Rapport 9.

- Godt, MJW., Hamrick, JL., Edwards-Burke, MA. & Williams, JH. 2001. Comparisons of genetic diversity in white spruce (*Picea glauca*) and jack pine (*Pinus banksiana*) seed orchards with natural populations. *Canadian Journal of Forest Research* 31:943-949.
- Gullberg, U., Aldén, T., Bucht, S., Linder, S. & Simak, M. 1977. Klonskogsbruk och vegetativ förökning – rapport angående framtida forskningsinsatser inom området. Skogshögskolan. Stockholm.
- Hannerz, M. & Almäng, A. 1997. Utländska gran- och tallprovenienser i svenskt skogsbruk. Skogforsk. Resultat 7.
- Hannerz, M., Eriksson, U., Wennström, U. & Wilhelmsson, L. 2000. Tall- och granfröplantager i Sverige – en beskrivning med analys av framtida fröförsörjning. SkogForsk, Redogörelse 1:2000. 40 s.
- Heuertz, M., De Paoli, E., Källman, T., Larsson, H., Jurman, I., Morgante, M., Lascoux, M. & Gyllenstrand, N. 2006. Multilocus Patterns of Nucleotide Diversity, Linkage Disequilibrium and Demographic History of Norway Spruce [*Picea abies* (L.) Karst] *Genetics* 2006 174: 2095–2105
- Heybroek, HM. 1982. Monocultures versus mixtures: Interaction between susceptible and resistant trees in a mixed stand. -In: Resistance to diseases and pests in forest trees. Proc. 3:rd Int. Workshop on the genetics of host-parasite interaction in forestry, Wageningen, Netherlands, 14-21 September 1980. eds. HM Heybroek, BR Stephan & K.v.Weissenberg, pp 326-341
- Hughes, A., Inouye, R., Johnson, BD., Underwood, MTJ. & Vellend, N. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*, 11(6): 609-623.
- Hurme, P., Repo, T., Savolainen, O & Pääkonen, T. 1997. Climatic adaptation of bud set and frost hardiness in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Can. J. For. Res.* 27: 716–723
- Hägglund, B. 1983. Breeding for Future production. Forest tree breeding – potential and limitations. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. 81 (3) 1-112.
- Högberg, K-A. & Jansson, G. 2001. Odlingstester av tallfröplantager i södra Sverige. Skogforsk, Redogörelse nr 3, 2001.
- Jordbruksdepartementet. 1978. Skogliga genresurser - bevarande, utnyttjande och förnyelse. Betänkande av genbankutredningen. Ds Jo 1978:12.
- Kang, KS. 2001. Genetic gain and gene diversity of seed orchard crops. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 187 75pp+ 11 chapters.
- Kardell, L. 2003. Svenskarna och skogen. Del 1. Från ved till linjeskepp. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping.
- Kardell, L. 2004. Svenskarna och skogen. Del 2. Från baggböleri till naturvård. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping.
- Kaya, Z. & Lindgren, D. 1992. The genetic variation of inter-provenance hybrids of *Picea abies* and possible breeding consequences. *Scand J For Res* 7:15-26.
- Koski, V., Skröppa, T., Paule, L., Wolf, H. & Turok, J. 1997. Technical guidelines for genetic conservation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 42 p.
- Lagercrantz, U. & Ryman, N. 1990 Genetic structure of Norway spruce (*Picea abies*): concordance of morphological and allozymic variation. *Evolution* 44: 38–53.
- Laikre, L. & Palmé, A. 2005. Spridning av främmande populationer i Sverige. Naturvårdsverkets rapport 5475.

- Laikre, L., Palmé, A., Josefsson, M., Utter, FM. & Ryman, N. 2006. Spread of alien populations in Sweden. *Ambio* 35:255–261.
- Laikre, L., Palmé, A., Larsson, LC. & Lindberg, E. (redaktörer). 2007. Spridning av genetiskt främmande populationer i Sverige. Vad vet vi? Vad gör vi? Vilka är effekterna? Naturvårdsverkets rapport 5683.
- Laikre, L., Larsson, LC., Palmé, A., Charlier, J., Josefsson, M. & Ryman, N. 2008. Potentials for monitoring gene level biodiversity: using Sweden as an example, *Biodivers Conserv* 17:893–910.
- Langlet, O. 1964 Proveniensalets betydelse för produktion och skogsträdsförädling av gran. *Sv Skogsvårdsförb Tidskr* 62:145-155.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885 ("MINT").
- Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54: 80-92.
- Lindgren, D. & Prescher, F. 2008. Bättre fröplantager för Sveriges framtid. Skogsakta 2-2008.
- Lindgren, D. 1992. Produktion av förädlad granfrö. Översyn av genetiskt material lämpligt för produktion av förädlad granfrö. Production of improved Norway spruce seeds for Sweden. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig genetik och växtfysiologi. Arbetsrapport 40. 98 pages. <http://www-genfys.slu.se/staff/dagl/Froplantager/GRANUTREDN1992Del0.doc>
- Lindgren, D. 2009. A way to utilise the advantages of clonal forestry for Norway spruce? Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 114: 08–15.
- Lindgren, D., Gustafsson, L., Hulthén, H. & Lundkvist, K. 1990. Klonskogsbruk. SLU. Skogsvetenskapliga fakulteten. Rapport nr 9.
- Lindgren, D., Karlsson, B., Andersson, B. & Prescher, F. 2008. The Swedish seed orchard program for Scots pine and Norway spruce. In Lindgren D (editor) Proceedings of a Seed Orchard Conference, Umeå, Sweden, 26-28 September 2007. pp 142-154.
- Lindgren, D., Paule, L., Shen, X., Yazdani, R., Segerström, U., Wallin, J-E. & Lejdebros, M-L. 1995. Can viable pollen carry Scots pine genes over long distances? *Grana* 34:64-69.
- Newton, AC., Begg, GS. & Swanston, JS. 2009. Deployment of diversity for enhanced crop function, *Annals of Applied Biology* 154(3):309-322
- Nilsson, B. 1958. Studier av 3-åriga avkommor efter korsning svensk gran × kontinentgran. Föreningen för växtförädling av skogsträd, Årsberättelse 1957.
- Nilsson, B. 1974. Heterosis in an intraspecific hybridization experiment in Norway spruce. In: Proceedings IUFRO conference Stockholm p197-206.
- Nilsson, J-E. 1992. Growth and survival of spontaneous provenance hybrids of *Pinus sylvestris*. *Scand. J. For. Res.* 7:193-203.
- Olsson, T. 2001. Parameters, relationship and selections in pines. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria*. 192 27pp+4 chapters.
- Pakkanen, A., Nikkanen, T. & Pulkkinen, P. 2000. Annual variation in pollen contamination and outcrossing in a *Picea abies* seed orchard. *Scand. J. For. Res.* 15: 399-404.
- Pâques, L.E. (INRA, P01) April 2009. Inter-specific and inter-populations hybridisation in Europe Summary of survey realised

- Peacock, L., Hunter, T., Turner, H. & Brain, P. (2001). Does host genotype diversity affect the distribution of insect and disease damage in willow cropping systems? *J. Appl. Ecol.*, 38: 1070–1081.
- Persson, A. & Persson, B. 1992 Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) provenances at three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. Institutionen för skogsproduktion. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Persson, A. 1994. Stem cracks in Norway spruce in southern Scandinavia: causes and consequences. *Ann. For. Sci.* 51:315-327.
- Persson, B. & Ståhl, E.G. 1993. Effekter av proveniensförflyttning och förband i en försöksserie med tall (*Pinus sylvestris* L.) i norra Sverige (Rapport 35, Institutionen för skogsproduktion, SLU), 92 s. Garpenberg.
- Persson, B. 1994. Effects of provenance transfer on survival in nine experimental series with *Pinus sylvestris* (L.) in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 9: 275–287
- Persson, B. & Ståhl, E.G. 1990. Survival and yield of *Pinus sylvestris* as related to provenance transfer and spacing at high altitudes in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 5:381-395.
- Persson, B. 1994. Effects of provenance transfer on survival in nine experimental series with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Sweden. Paper IV in *Effects of climate and provenance transfer on survival, production and stem quality of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in northern Sweden. Thesis* SLU Dept. For. yield Res. 37. 42pp.
- Persson, T. 2006. Genetic expression of Scots pine growth and survival in varying environments. Doctoral theses, SLU. ISSN 1652-6880.
- Prescher, F. 1986. Transfer effects on volume production of *Pinus sylvestris* L.: A response surface model. *Scand Journal of forest Research* 1:285-292.
- Prescher, F. 2007. Seed Orchards – Genetic Considerations on Function, Management and Seed Procurement. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 2007:75.
- Prescher, F., Lindgren, D., Almqvist, C., Kroon, J., Lestander, T. & Mullin, T. 2007. Female fertility variation in mature *Pinus sylvestris* clonal seed orchards. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 280-289.
- Pyhäjärvi, m.fl. 2007. *Genetics* 177: 1713-1724.
- Rhone, V. (redaktör). 1993. Norway spruce provenances and breeding. Proceedings of the IUFRO S2.2-11 Symposium Latvia 1993. 263 p.
- Rodriguez, YP., Gerendai, AZ., Pappinen, A., Peltola, H. & Pulkkinen, P. 2009. Differences in wood decay by *Heterobasidion parviporum* in cloned Norway spruce (*Picea abies*). *Canadian Journal of Forest Research*, 39: 26-35.
- Dalin P, Kindvall O, Björkman C (2009) Reduced Population Control of an Insect Pest in Managed Willow Monocultures
- Rosvall, O. & Ståhl, P. 2008. New Swedish Seed Orchard Program *In* Lindgren D (editor) Proceedings of a Seed Orchard Conference, Umeå, Sweden, 26-28 September 2007. pp 216-217
- Rosvall, O. 1999. Enhancing Gain from Long-Term Forest Tree Breeding while Conserving Genetic Diversity. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 109 65pp+4 chapters.
- Rosvall, O., Lindgren, D. & Mullin, T.J. 1998. Sustainability, robustness and efficiency of a multi-generation breeding strategy based on within-family clonal selection. *Silvae Genetica*, 47:307-321.

- Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Redogörelse nr 1 1998, Skogforsk), 66 s.
- 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. Genetic gain from present and future seed orchards and clone mixes. SkogForsk, Redogörelse nr 1, 2001. 41 pp.
- Roulund, H. 1983. Experimentelle undersøgelser med sticklinger og betragtninger over klonskovbrug i piceaarter. Dansk doktorsavhandling.
- Ruotsalainen, S. 2002. Managing breeding stock in the initiation of a long-term tree breeding program. Finnish Forest Research Institute, Research Papers 875., 95 + 61 pp.
- Schmidt, R.A. 1978. Diseases in forest ecosystems: The importance of functional diversity. In: Horsfall JG & Cowling EB (eds) Plant disease, an advanced treatise II: 287-315. Acad Press.
- Segal, A., Manisterski, J., Fischbeck, G. & Wahl, I. 1978. How plant populations defend themselves in natural ecosystems. I: Horsfall J G & Cowling E B (eds) Plant disease, an advanced treatise V: 75-102. Acad Press.
- Simak, M. & Bergsten, U. 1988. Databas över skogsfrölitteratur publicerad i Sverige fram till 1975. Sv. lantb. univ., Inst. f. skogssk. Rapporter nr 23
- Skogsstyrelsen, 2009a. Regler om användning av främmande trädslag. Meddelande 2009-7
- Skogsstyrelsen. Skogsvårdslagen och skogsstyrelsens författningssamling.
- Skrøppa, T. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Norway spruce (*Picea abies*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Sonesson, J., Bradshaw, R., Lindgren, D. & Ståhl, P. 2001. Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. SkogForsk Report 1: 59 pages.
- Sonesson, J., Swedjemark, G., Almqvist, C., Jansson, G., Hannrup, B. & Rosvall, O. 2007. Genetic variation in responses of *Pinus sylvestris* trees to natural infection by *Gremmeniella abietina*. Scandinavian Journal of Forest Research 22: 290-298.
- Stener, L-G. & Werner, M. (eds.) 1989. Norway spruce; Provenances, Breeding, and Genetic Conservation. Proceedings of the IUFRO working party meeting, S2.02-11, in Sweden 1988. Report No. 11. The Institute for Forest Improvement, Uppsala. 336 p.
- Stoehr, M., O'Neill, G., Hollefreund, C., & Yanchuk, A. 2005. Within and among family variation of orchard and wild-stand progeny of interior spruce in British Columbia Tree Genet Genomes (2005) 1: 64–68.
- Stoehr, MU, & El-Kassaby, YA. 1997. Levels of genetic diversity at different stages of the domestication cycle of interior spruce in British Columbia. Theor Appl Genet 94:83–90
- Sundblad, L-G. & Andersson, B. 1995. No difference in frost hardiness between high and low altitude *Pinus sylvestris* (L.) offspring. Scand. J. For. Res. 10, 22-26.
- Szabor, J. (ed.) 2009. Conservation of Forest Ecosystems in Europe. Proceedings from conference with IUFRO WP “Norway spruce provenances and breeding” Dendrology 61 supplement.

- Tollefsrud, MM., Kissling, R., Gugerli, F., Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Cheddadi, R., van der Knaap, WO., Latalowa, M., Terhürne-Berson, R., Litt, T., Geburek, T., Brochmann, C. & Sperisen, C. 2008. *Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen*. Molecular Ecology 17:4134-4150.
- Tollefsrud, MM., Øystein Johnsen, Ø. & Skrøppa, T. 2009. Granas historie kartlagt ved DNA analyser Av . Skog og Landskap glimt 01/09
http://www.nordgen.org/ngdoc/forest/glimt_01_09_granas_historie.pdf
- Torimaru, T., Wang, X-R., Fries, A., Andersson, B. & Lindgren, D. 2009. Evaluation of pollen contamination in an advanced Scots pine seed orchard in Sweden. *Silvae Genetica* 58:262-269.
- Umeaerus, V. 1982. New problems, trends and visions in agriculture resistance breeding. -In: Resistance to diseases and pests in forest trees. Proc. 3:rd Int. Workshop on the genetics of host-parasite interaction in forestry, Wageningen, Netherlands, 14-21 September 1980. eds. HM Heybroek, BR Stephan, Kv Weissenberg, p 381-386
- Vallée, G. 1985. Remarks on clonal forestry relating to the question period which followed presentations. In Zsuffa L, Rauter R M & Yeatman C W (redaktörer) 1985. *Clonal Forestry: It's impact on tree improvement and our future forests*. Canadian Tree Improvement Association 19th meeting, 1983. Proceedings Part 2. 167-169.
- Wennström, U., Johansson, K., Lindström, A. & Stattin, E. 2008. Skogsskötselserien nr 2, Produktion av frö och plantor, Skogsstyrelsen.
http://www.svo.se/episerver4/dokument/sks/Fakta_om_skog/Skogsskotselserien/Produktion-av-fro-och-plantor/02_produktion_av_fro_och_plantor.pdf
- Werner, M. 2010. Skogsträdsförädling under 70 år inom Föreningen för Växtförädling av Skogsträd och efterföljande organisationer. In press.
- Werner, M. och Stener, L-G. 1989. Proceedings of the IUFRO meeting of working party on Norway spruce; provenance, breeding and genetic conservation, Sweden.
- Werner, M., Karlsson, B. & Palmer, CH. 1991. Ortens gran - ett osäkert alternativ i Götaland. Institutet för skogsförbättring, Information Skogsträdsförädling nr 4 1990/91. 4 s.
- Werner, M. & Karlsson, B. 1983. Resultat från 1969 års granprovenienser i syd- och mellansverige. I: Årsbok 1982 (Föreningen skogsträdsförädling och Institutet för skogsförbättring), 90-158.
- Werner, M. Karlsson, B. 1981. Resultat från 1969 års granprovenienser i Syd och Mellansverige. Institutet för Skogsförbättring, årsbok 1982. 90-158. Uppsala
- Wibeck, E. 1912. Tall och gran af sydlig härkomst i Sverige. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt, häfte 9, 1912. 60 s. Stockholm.
- Wright, SI. & Gaut, BS. 2005. Molecular population genetics and the search for adaptive evolution in plants. *Mol. Biol. Evol.* 22: 506-519.
- Yazdani, R. & Lindgren, D. 1990. Hur tallens gener sprids vid naturlig föringring under fröträd. Skogsfakta. Biologi och skogsskötsel. Nr 74
- Zobel, B. 1982. The world's need for pest-resistant forest trees. -In: Resistance to diseases and pests in forest trees. Proc. 3:rd Int. Workshop on the genetics of host-parasite interaction in forestry, Wageningen, Netherlands, 14-21 September 1980. eds. HM Heybroek, BR Stephan, Kv Weissenberg, p 1-8.

Forskningsuppslag (Bilaga 1)

Gränsen mellan operativ förädling och forskning och om forskningen bäst bedrivs fristående eller i nära anknytning till den operativa förädlingen är och skall vara flytande. Detta är heller ingen lista eller prioriteringar på önskvärd forskning, utan bara uppslag som uppdraget inspirerat till.

Skogslandskapets genetik

Det vore önskvärt med studier om *skogslandskapets genetik*. Landskapet omfattar en blandning av avkommor från olika under tiden allt mer högförädlade plantager, föryngring med oförädlad material, reservat och stora arealer skogliga impediment. Enligt Skogsstyrelsens nya skogsmarksbegrepp är skogsmarksarealen 27, 7 milj. ha varav 21, 2 för skogsbruk. Till detta kommer 3,1 milj. ha buskskogsmark.

Landskapet utgör en blandning av olika arter, målsättningar och olika ståndortsförhållanden. Hur påverkar landskapets olika komponenter varandra (genmigration, biodiversitet, släktskap, ekonomi, risker)?

Anlägg skogar med låg genetisk variation så att de senare kan utvärderas

Det finns för få skogsodlingar av gran och tall i Sverige med liten genetisk variation för att möjliggöra en välgrundad bedömning och kvantifiering av eventuella risker vid tillämpning av lågdiversitetskogsbruk i stor skala. Det finns många objekt i försöksskala, så det är inte det som i första hand saknas, och resultaten motiverar eller belyser ofta tillämpningar, men i mycket begränsad skala och med tveksam relevans och generaliserbarhet. Inte heller tillkommer i dagsläget lite större objekt i praktisk odling i önskvärd omfattning för att kunna göra meningsfulla framtida riskvärderingar, eftersom det anses riskabelt eller besvärligt. Jag uppmuntrar skogsbruket att se till att sådana objekt skapas och jag uppmanar Skogsstyrelsen att se positivt på detta (så länge det har begränsad omfattning). Detta utvecklas närmare i avsnittet "Bra att få erfarenhet av skogsbruk med låg genetisk variation". Jag hade själv gärna sett ett storskaligt "praktiskt" försök med skördar från enstaka plantagekloner och uppmuntrar till ett sådant. Jag uppmuntrar också till survey-undersökningar och att skapa förutsättningar för framtida sådana (se bilaga 3).

SLU har avvecklat skogsgenetisk forskning

Mycket forskning som är relevant för den problematik som berörs i den här utredningen, har avvecklats de sista femton åren. Det innebär att kompetensen att avhandla dessa viktiga frågor för en av landets viktigaste naturresurser hos SLU har minskat. Proveniensforskningen, som sysslar med skillnader mellan och också inom bestånd och olika ursprungsområden och odlingslokaler, framförallt baserat på långsiktiga fältförsök, lades ned vid avvecklingen av SLU:s Garpenbergsavdelning 1995. Den tidigare SLU-institutionen för skogsgenetik i Uppsala har avvecklats och dess skogsgenetiska innehåll har överlevt huvudsakligen i institutionsnamnet och några åldrande pensionärer, exempel på avvecklade discipliner är skogligt genbevarande och genekologi, det senare kunde ses som en efterträdare till proveniensforskningen. Den sista kvarvarande skogsgenetikenheten vid SLU i Umeå är när detta skrivs utomordentligt svag. Dag Lindgren och medarbetare har arbetat mycket med fröplantager, men Lindgren pensionerades 090930 och har (ännu?) inte fått

någon efterträdare. Det finns anledning att förmoda att en huvuddel av genetisk forskningen omkring fröplantager och därmed användning av förädlad material då försvinner från SLU. Enheten har ingen professor och toppas av en halvtidsanställd docent. SLU:s egentliga skogsgenetik har skurits ned med mer än 60 % sedan 1995 (mycket mer om professorstjänsten inte återbesätts) och är nu svagare än någonsin sedan före institutionen för skogsgenetik skapades 1948. SLU prioriterar som de andra universiteten sådan forskning som betraktas som internationellt framstående och grundläggande, och inte i första hand forskning med fokus på praktiskt viktiga aspekter av svensk skog och fröförsörjning. Den mera grundläggande skogsgenetiska forskningen vid de andra universiteten har å andra sidan stärkts, men denna är mindre inriktad på att ge en syntetiserad bild av de problemställningar det faktiska skogsbruket aktualiserar. Om samhället vill styrka kunskapen om förädlad material och belysa dess användning och problem omkring detta samt optimera användningen, så borde en del av denna nu avvecklade skogsgenetiska forskning vid SLU återuppbyggas.

Studier av förädlingspopulationen med molekyllära metoder, framförallt ”grundarträden”

Det föreslås att förädlingen sparar vävnadsprover eller DNA från de träd vars gener rekombineras i förädlingsarbetet. Man kan kombinera detta med att samla in och analysera DNA från ”grundarträden” för att göra studier av t.ex. deras genetiska struktur, släktskap och möjliga invandringshistoria genom en kartläggning på gennivå. Dessutom kunde den som höll i studien också administrativt sköta insamling och dokumentation. En sådan verksamhet har initierats 2010, men det är ett embryo och inte ett färdigt system.

Studier av tallens och granens genetiska variation

Tall och gran är Sveriges ekonomiskt och ekologiskt viktigaste arter. Mot den bakgrunden känns det inte tillfredställande att flera fiskarter av relevans för Sverige tycks ha varit föremål för fler studier av genetisk variation än tall och gran. En utökning av intensiteten av studier relaterade till den genetiska variationen gran och tall kunde vara berättigad med hänsyn till arternas centrala betydelse för Sverige, och speciellt att studier av deras genetiska förändringar över tiden har påpekats vara få.

Kan långt förflyttade provenienser medföra olägenheter?

I samband med användningen av främmande eller förflyttade provenienser inom art har det framförts behov av undersökningar. Det finns en del skogliga försök där man under olika förhållanden i försöksmässiga former kan jämföra populationer som förflyttats olika långt och ibland även hybridiserade populationer med föräldrar av olika ursprung. Jag tänker då inte minst på de tester som anlagts och anläggs inom den långsiktiga förädlingen. Någon kunde arbeta för att få tillstånd de typer av försök som anses nödvändiga utöver de som redan finns. Många skogsföretag har beståndsregister med härkomstuppgifter, så jämförelser mellan olika härkomster kan göras på stora ytor i reguljära skogsodlingar. Kanske man kan fånga in lämpliga objekt samtidigt med den markägarenkät jag föreslår i bilaga 3.

Genbevarande

Det är av intresse att nu och även om några hundra år kunna med t.ex. genetiska markörer se hur genpoolen förändrats över århundraden med

avseende på bl.a. förändringen av den nya skogens genetiska ursprung. För att kunna göra detta måste man bevara prover av granens genmassa som speglar den sydsvenska genpoolen i början på 1800-talet. Detta är fortfarande möjligt genom insamling i befintliga gamla skogar. Kanske eller kanske inte material som DNA kan extraheras ur bevaras utan åtgärder, men detta är inte klart. Den skogliga genbanken på skogsstyrelsen har ansvaret för dessa frågor.

Uppslag som ligger inom eller nära den operativa förädlingen (Bilaga 2)

Lagra vävnad som möjliggör senare DNA analys av förädlingspopulationernas grundare

Den framtida skogsträdsförädlingen av gran och tall planeras bygga på avkomman till nära 1500 plusträd vardera. Det är en balanserad population som fortlever med artificiella korsningar så den ”effektiva populationsstorleken” som uttryck för drift i genfrekvenser över generationer blir ännu större, och att det oftast är ett mycket lägre tal i förhållande till det verkliga i en naturlig population med dess stora fertilitetsvariationer är irrelevant. Det är av betydande intresse att följa vilket genomslag dessa ”grundare” får i Sveriges skogar under århundradena framöver. Detta kan göras endast om man har deras DNA. Detta har man nästan säkert om man långtidslagrar (århundraden) vävnadsprover (kanske frö) eller extraherat DNA, det kan nog vara bra att lagra flera former. Plusträden finns nu i arkiv i fält och frö från dem lagras ofta i kylrum, men detta är inte för alltid, och frö kan vara besvärligare att hantera om det är mammans genotyp och inte fröets som efterfrågas. Detta är *ett* skäl till att jag föreslår att man vidtar åtgärder för att försäkra sig om att DNA profiler kan fastställas hundratals år framåt. Jag tror detta är tekniskt förhållandevis enkelt och billigt. Det huvudsakliga problemet är administrativt. Hur skall det bäst göras tekniskt? Vem skall göra det? Vem verkställer och vem kontrollerar att det verkligen har blivit gjort? Och är operativt användbart? Jag föreslår att Skogforsk vidtar åtgärder för att försäkra sig om att DNA profiler av grundarträden till den långsiktiga förädlingen kan fastställas såväl inom omedelbar framtid som om några hundra år genom lagring av prover. Parallellt skulle vävnadsprover från några hundra representanter för naturskogar kunna lagras för framtida jämförelse med vävnadsprover från grundare och med framtida skogar. När det gäller ”slutförvaringen” så verkar det naturliga att lägga ansvaret på den skogliga genbanken.

En del av de utvalda plusträden kan nog betraktas som ett användbart stickprov av den ”halvnaturliga” genetiska variationen av tall i hela Sverige. Urvalseffekten är dokumenterat låg. DNA analys skulle i stort avslöja den genetiska variationen i ”starttillståndet” på nationell nivå. ”Stickprov” är tillräckligt stort och mycket jämnt fördelat över hela landet. Om än inte helt perfekt så fyller det samtidigt andra ändamål och är lätt att samla in från befintliga trädarkiv. Ett projekt med en sådan inriktning påbörjas i början av 2010. För gran i södra Sverige och för några andra forskningsuppgifter kan en insamling dock behöva kompletteras. Det skulle också kunna kompletteras med några prover från träd i reservat. Dock tror jag att nackdelen med att det är utvalt är så liten och en insamling av ”icke utvalt” material är ohanterligt svår om den skall göras representativ för Sverige att det blir svårt att få någon att överhuvudtaget göra den. Så det räcker med en insats huvudsakligen fokuserad på förädlingsmaterialet.

Strukturering av förädlingspopulationen

I de separata förädlingspopulationerna (ett drygt tjugotal) grupperas det ursprungligen utvalda plusträds materialet. De testas, önskvärda träd väljas och korsas för att skapa nya generationer träd i dessa slutna delpopulationer. De

olika förädlingspopulationerna inriktas mot olika geografiska områden och klimatområden. Det sätter gränser för hur stora olikheter i ursprung och härkomst som blandas i förädlingen. Det kan sägas vara en direkt avsikt att individerna skall komma från olika bestånd och olika ståndorter inom en urvalsregion. Detta framförallt för att vidga den genetiska variationen, men också för att bryta eventuell lokal inavel. Förädlingen kan möjligen sägas syfta till att framställa lokalraser anpassade för områden i stil med ”södra Lappland”. Eventuella speciella anpassningar på beståndsnivå har brutits och det finns sällan mer än ett plusträd från samma bestånd som efter test valts till förädlingspopulationen (ursprungligen valdes och testades upp till cirka tio träd per bestånd).

Det skulle gå att hålla reda på och korsa individer som har ursprung som är förhållandevis nära varandra i högre grad än vad som görs. För närvarande tror jag inte man kan säga att denna aspekt beaktas alls utöver indelningen i geografiskt olika förädlingspopulationer. D.v.s. man kunde undvika att ursprungen helt blandas ihop, utan göra så att det i en del finns korsningar som kommer från föräldrar med liknande ursprung. Eftersom det finns 20 tals förädlingspopulationer för en art kanske detta också kan beaktas vid struktureringen av förädlingspopulationer som ännu inte är helt slutförd. I första hand är det en fråga om att ha korsningar där föräldrarna kommer från samma ursprungsområde (inte den ena utländsk och den andra svensk; eller den ena västkontinental och den andra östkontinental; eller den ena rumän och den andra balt). Man behöver sedan inte anlägga speciella försök för att se skillnader, man kan söka efter eventuella skillnader i de ordinarie förädlingsförsöken eller anpassa förädlingens korsningar så man kan få information från avkomman. Beter sig hybrider intermediärt i förhållande till föräldrapopulationerna? För att sådana jämförelser skall kunna göras fodras att det också korsningar mellan individer från ”ursprungspopulationerna”. Teorin säger att första generationens hybrider kan förväntas uppföra sig homogent, men ökad variation klyver ut i andra generationen. Även sådana jämförelser borde bli möjliga, som en del av förädlingen om man beaktar det när korsningsscheman fastläggs.

Det är mest akut att försöka korsa medlemmar i förädlingspopulationen av gran med ursprung i södra Sverige med träd med ursprung inte allt för långt bortifrån. Kanske kan man bygga upp ett segment i förädlingspopulationen med sydsvenskt ursprung. För grundarena till de sydsvenska granförädlingspopulationerna tycker jag det skulle för varje population dokumenteras hur många grundare som hör till ungefär följande kategorier: 1) vald i Sverige i bestånd (eller klontest) med förmodad svenskt ursprung; 2) vald i Sverige i bestånd (eller klontest) med utländsk härkomst; 3) vald i bestånd i Sverige med okänd härkomst; 4) vald i utlandet (gärna med landssymbol).

Kontroller

I några förädlingspopulationer finns parallella kontrollträd, d.v.s. när plusträden valdes, valdes också några ”icke plusträd”, vars avkomma dragits upp parallellt med testen av plusträd. Syftet var att i en framtid skatta förädlingsframstegen och dissekera dess orsaker (framför allt vad som var en urvalseffekt) genom experimentella jämförelser. Detta öppnar möjligheten att jämföra den genetiska variationen mellan dessa kontrollträd och de parallella

plusträden för att studera om man förlorat någon genetisk variation vid plusträdsurvalet. Man kan korsa kontrollträd på samma sätt som utvalda plusträd korsas. Man borde kunna dra slutsatser om huruvida urval och förädling reducerar den genetiska variationen genom jämförelser med ett väl genomtänkt kontrollmaterial. Förädlingen bör vinnlägga sig att ha tillräckligt med ”kontroller”, d.v.s. parallella oförädlade (och kanske oförflyttade) material, för att kunna bedöma förädlingens effekter och analysera effekternas komponenter. Jämförelse mellan ”kontroll” och ”förädlad” blir pålitligare ju bättre kontrollen är. Iakttagelser i verkligt skogsbruk och riktiga försök kompletterar varandra, men riktiga försök fordrar riktiga kontroller.

Klimatförändringar och nya molekylära metoder

Den svenska långsiktiga förädlingen är utformad så att den bevarar genetisk variation och är väl förberedd för de justeringar som kan behöva genomföras p.g.a. klimatförändringar och nya DNA-metoder. Aktuella förändringar av inriktningen diskuteras i en sedan 2006 pågående översyn av det svenska förädlingsprogrammet. Ändringar som diskuterats p.g.a. global uppvärmning är att vidga den geografiska spännvidden över vilket ett material testas och att flytta det geografiska målområdet för en förädlingspopulation så att den möter ett framtida klimat, som den från början var avsedd för. Detta kan ske genom att i första hand flytta målområdet uppåt och i andra hand norrut. En ändring som diskuterats p.g.a. utvecklingen av molekylära metoder är att göra kontrollerade korsningar med blandningar (”polycrossmixar”) av många fäder som är kandidater till förädlingspopulationen, och sedan i efterhand klara av vilka som är fäder till de bästa avkommorna med DNA. Jag anser att diskussionen inom förädlingsorganisationen har tillräcklig bredd för att klara av att bedöma när molekylär metodutveckling och klimatförändringar motiverar åtgärder inom förädlingen. Det finns klara inslag av konservatism i tillämpningen i förädlingen, men jag tycker det är riktigt att den långsiktiga förädlingen inte skall ändra strategi snabbt, abrupt och radikalt utan med eftertanke och successivt under decennier.

Uppslag för att lära känna den svenska skogen bättre (Bilaga 3)

Det förefaller som om åtgärder är motiverade för att förbättra kännedomen om den genetiska strukturen av den svenska skogen och dess förändringar, samt att förbättra möjligheten att göra sådana beskrivningar i framtiden och att stimulera markägare till bättre dokumentation om genetiken av de egna skogarna. Man kan tänka sig många olika åtgärder. Den ena behöver inte utesluta den andra och det kan finnas andra sätt att angripa problemen än dem jag nämner. Förslagen är menade att ge inspiration till konkreta åtgärder snarare än exakta och detaljerade förslag till åtgärder. Jag anser inte det är katastrofalt – eller ens särskilt riskabelt – om inget görs. Beskrivna önskemål bör inte tas som motiv till ”tvångsåtgärder” eller direkta ”kommandon”, men å andra sidan är det klart önskvärt att några åtgärder/initiativ i den riktning jag skisserar leder till något. Och händer det i stort sett inget påtagligt de närmaste åren bör någon nog höja rösten.

En regelbundet återkommande rapport vart 3e år om den skogsgenetiska situationen i Sveriges skogar

Rapporten kunde författas av Skogsstyrelsen och framförallt rikta sig till skogsbrukets och forskningens olika organ, men även sändas till det organ som centralt håller ögonen på främmande provenienser i Sverige och Naturvårdsverket, samt tillhandahållas för försäljning eller på nätet. Rapporten kunde första gången ägna speciell uppmärksamhet åt importer och förflyttningar av skogsfrö, men senare ha varierande fokus i olika nummer. Skogsstyrelsen är central myndighet för skogen och har bäst tillgång till statistik och kan överväga regeländringar och kan köpa in tjänster i den mån den egna expertisen är otillräcklig. Ett alternativ vore att lägga det på SLU, som också har en del miljöövervakande funktioner, men de viktiga kopplingarna till beståndsetablering, skogsgenetik och förädling skulle då bli svagare. CFOP på Skogsstyrelsen är ett naturligt och bra organ för en del av diskussionerna omkring ett sådant här dokument när det publicerats.

Tre års omdrev verkar lagom, skogen är ett trögt system där saker inte händer snabbt. Ett längre omdrev skulle göra att det inte längre upplevs som en kontinuerlig funktion utan engångsinsats, med för liten kontinuitet mellan engångsinsatserna. Reaktionerna på rapporten kan fortfarande komma ihåg och bli vägledande när en ny rapport utarbetas. Skogforsk kan göra en egen rapport (som blir en underbilaga) om förädlingens påverkan (bl. a. omfattningen av förädlad material av ”lokalprovenienser” och skattningar av graden av förflyttning). Skogsstyrelsen kan göra sammanvägningar med annat material (genbanker, skog på marker där aktivt skogsbruk inte är en drivande kraft, självföryngring etc.). Rapporten kan belysa bl.a. möjligheten att göra försök för att belysa skillnaden mellan lokalt och långt förflyttat material, samt att göra jämförelser mellan högförädlad och tämligen oförädlad material. Rapporten kan belysa andel av skogarnas gener som förflyttats olika sträckor i olika tidsperspektiv och andelen skog där man kan säga att en stor del av generna inte migrerat mycket de sista seklen. Rapporten kan belysa historisk förändringstakt. Rapporten bör eftersträva kvantifieringar.

En positiv inställning hos myndigheterna (Skogsstyrelsen) till skogsodling med skördar från enstaka kloner i fröplantager i begränsad omfattning och förenklad hantering av mer rutinmässiga särplockningsfall

En förenklad legal hantering av särplockningsärenden och vissa hopslagningar av skogsodlingsmaterial skulle vara önskvärt. Det är önskvärt att myndigheterna (Skogsstyrelsen) är toleranta mot vad man bedömer som försöks och utvecklingsverksamhet och kan göra undantag från de legala procedurerna för skogsodlingsmaterial i handel.

Ett organ för en bättre nationell översikt av det totala fröplantageprogrammet

Det enklaste sättet att åstadkomma detta är att ge vidgade uppgifter till TreO-organisationen och dess fyra grupper (tre regionala grupper och en central styrelse). Även TreO-programmets hemsidor o dyl. från början av 2000-talet bör kunna fräschas upp med hänsyn till den stora betydelsen av att anlägga nya fröplantager. Det nuvarande TreO programmet löper ut och det är ett skäl att sluta att kalla organisationen för TreO och detta kan vara ett skäl för formell omorganisation. En annan väg vore att vidga Skogsstyrelsens uppgifter. Skogforsk kommer nog att på eget initiativ göra sådana här översikter och slå larm om fröplantagebehovet inte verkar tillgodoses. Det fungerade bra med TreO, så det kan vara acceptabelt att låta problemet med en bättre total översikt lösa sig självt.

Kartläggning av hur väl markägarna vet vad som finns i deras skogar

Föreställningen om den genetiska sammansättningen i våra skogar är ganska grovkornig och oprecis. Det är intressant i vilken grad det ens är teoretiskt möjligt att med någon grad av exakthet utreda vad som med genetisk utgångspunkt finns i skogarna. En huvudfråga är att undersöka vilken information markägarna faktiskt kan ta fram själva på en förfrågan, d.v.s. i vilken omfattning de beståndsregister/skogsbruksplaner som skogsägarna själva för omfattar tillräckligt relevant information. Eftersom okunskapen är stor om hur mycket egentligen markägaren vet och eftersom det förekommer kritik för att man inte känner till vad som finns i skogarna och eftersom nationella sammanställningar måste bygga på vad markägarna vet, och eftersom det ligger i allas intresse att markägarna känner och är intresserade av vad som finns i deras skogar, så föreslår jag en enkätundersökning till ett stickprov av markägare i Skogsstyrelsens regi. Detta skulle kunna kopplas till några av Skogsstyrelsens skogskonsulenter på distriktsnivå, som även kunde kontakta de utvalda markägarna för att höja svarsfrekvensen och för att få en bättre bild av de som inte svarar (vad som ligger bakom inget svar är ju en viktig del av alla enkätundersökningar).

Min vision är att man slumpar ut säg 300 punkter på svensk skogbevuxen mark enligt någon slags stratifierat mönster (mer skogsodlat, mer i södra Sverige, mer i yngre skog, mer privata markägare etc.) och genom enkäter till markägaren söker information om skogsodlingsmaterialet. Rapporten bör visa hur väl det genetiska materialet är känt, i vilka former kännedomen föreligger (i skogsbruksplan eller på annat sätt, information om stambrevsnummer eller annan information etc.) och vilka slutsatser som kan dras av detta. Slutsatser kan också dras om det faktiska genetiska läget i skogen (om än antalet punkter

är lågt). Detta kan tjäna som ett underlag till framtida diskussioner om behov och metoder att förbättra situationen.

Ett antal ”referensytor” rapporteras regelbundet från storskogsbruket

Man kan kanske tänka sig att flera eller en enda skogsägare (Sveaskog vore bäst) gjorde något slags slumpmässigt urval av t.ex. tidigare avverkad skog med uppgifter om genetiskt föryngringsmaterial som rapporterades till Skogsstyrelsen för att ge underlag till statistik. Dessa ytor kan sägas fungera som referensytor och i viss mån ett stickprov som kan ligga till underlag för begränsade generaliseringar.

Plantproducenternas rapporterade statistik till skogsstyrelsen kanske kan marginellt förbättras

En frivillig rapportering från plantskolorna fungerar bra idag och ger upphov till informativ statistik. En mer detaljerad redovisning av producerade plantor skulle vara lätt att administrera och kunna ge underlag till en något förbättrad nationell och regional statistik. Detta betraktas dock som ingrepp i kommersiella hemligheter, anses besvärligt, missvisande och onödigt.

Motsvarande problem finns i andra länder, det är problem med att göra internationella sammanställningar. Plantskolornas statistik säger inte var materialen verkligen används, köparnas fakturaadresser kan vara mycket långt från den geografiska användningen av material (plantering inklusive plantanskaffning utförs ofta genom andra än markägaren).

Rapporteringsystemet från plantproducenterna är idag frivilligt och fungerar inte hundra procentigt, men i varje fall tillfredställande. Frågar man efter mer kanske rapporteringsgraden minskar och om man gjorde rapportering mer obligatorisk, så minskar kanske ”entusiasmen”. Men jag tror ändå att *något* mer information kan fås ur plantskolornas rapportering.

Trovärdig diskussion gentemot skogsbruket

Diskussionen om skogsbrukets effekt på genetisk variation och förädlingens andra effekter är evig och kommer aldrig att vara över. Det är viktigt att finna former för att de viktigaste aktörerna förstår skogsbrukets situation för att undvika ”kulturkrockar” eller att man ”talar förbi varandra”. Jag tror det skulle bli mindre ”kulturkrockar” och ”misstänksamhet” som försvårar en del kontaktytor och öka förståelsen för problemen, om de grupper som arbetar med frågor omkring genetisk variation och förflyttning hos skogsträd hade ett tydligt samarbete med forskare från skogsbruket/Skogforsk och med skogsgenetiker från SLU som är väl insatta i skogsbrukets frågor. Jag tycker t.ex. Naturvårdsverket skulle fästa viss uppmärksamhet på denna problematik. Att jag och Skogforsk velat ha en referensgruppen knuten till denna utredning kan ses som ett led i detta. Dock är jag och Gösta Eriksson och Nils Ryman (för att nämna några) nu nära eller över pensionsstrecket. Det är därför lämpligt att istället involvera t.ex. någon av dem, som nu går ut som nya doktorer från forskarskolan skogsgenetik – förädling. Naturvårdsverket ordnade hearings, men de föredragande från Skogsbruket var på en nivå ovanför forskare, och de som sitter utanför Stockholm/Uppsala finner det inte attraktivt nog att åka och bara lyssna.

Noggrannare beräkning av andelen utländsk härkomst och ursprung för gran i Götaland

Det bör gå att göra en bättre beräkning av hur stor del av granen i Götaland (eller ett något större område) som har ursprung (föräldrar eller i vissa fall farföräldrar) i Götaland och hur stor del som kommer från utlandet som genom medveten import fram till 2010. Möjliga datakällor diskuteras på annan plats i detta dokument (en del dokumentation finns på skogsstyrelsen). Det borde därmed gå att ge ett bättre svar på frågan hur granimporterna påverkat skogens genetiska sammansättning och struktur i Götaland. Jag tycker Skogsstyrelsen, som har det övergripande ansvaret för Sveriges skogar, borde ha ansvaret för detta. Det står mer om detta på andra ställen i detta dokument.

Stöd att stambrevsnummer skrivs in i skogsbruksplaner/beståndsregister

Försök få det naturligt att skriva in stambrevsnummer i skogsbruksplaner när detta är möjligt. Denna fråga kan tas upp i pågående standardiseringsarbete för skoglig datainformation.

En levande diskussioner om fröplantager etc. har fått ett speciellt avsnitt i detta dokument.

"MINT" projektet (Bilaga 4)

SLU fick ett regeringsuppdrag att undersöka möjligheterna till intensivodling av skog (Jo 2008/1885, "MINT") parallellt med det uppdrag som denna rapport är en del av. En slutrapport från MINT föreligger: Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. (2009). *Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885*

Nedladdningsbar PDF: www.slu.se; www.futureforests.se; <http://www2.slu.se/press/2009/MINTSlutrapport.pdf>; <http://www.slu.se/mint09>; <http://www.slu.se/?id=1757> (från de senare länkarna kan faktaunderlagen hämtas). Det viktigaste faktaunderlaget för denna rapport är Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. 2009. *Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen*. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8.

Mitt uppdrag (genetisk variation och därmed förknippade risker med skadegörare) överlappar delvis med MINT, framför allt när det gäller klonskogsbruk av gran, och de med intensivodling förknippade risker av skadegörare. Därför analyserar jag i det nedanstående MINT ur framförallt dessa synpunkter.

I det nedanstående i denna bilaga har jag markerat vad jag betraktar som mina mer personliga reflexioner med understruket. Mer eller mindre ordagranna eller förkortade (editerade) citat från utredningen (MINT eller faktaunderlagen) markeras med kursiv text. Jag gick igenom MINT huvudsakligen för att få uppslag till skador av skadegörare, men det står mycket annat med beröring till klonskogsbruk gran som jag tänkt mycket över, och som har uppenbar koppling till genetisk variation, så det blev omfattande kommentarer. Mina tidigare tankar och sammanställningar om "klonskogsbruk" går delvis att nå genom hemsidan

<http://www-genfys.slu.se/staff/dagl/FamilyForestry/LinksFamiljeskogsbruk.htm>

Övergripande kommentar: MINT skall nog tolkas som en utmärkt, inspirerande, informativ och omfattande översikt av möjligheter och status och ett intressant räkneexempel, som inspirerar och analyserar och tar upp möjliga förändringar och scenarior, snarare än vad MINT kanske ger intryck av, ett övergripande förslag hur en del av Sveriges skogspolitiska målsättning skulle kunna tolkas och realiseras.

I föreliggande rapport redovisar SLU resultaten från regeringsuppdraget (Jo 2008/1885) att utreda möjligheter till intensivodling av skog på nedlagd jordbruksmark och skogsmark med låga naturvärden.

I linje med direktiven har intensivodling av skog använts som ett samlingsbegrepp för sådana skötselmodeller som ger betydande tillväxtökningar, men som på grund av gällande lagstiftning eller till följd av myndigheters råd och anvisningar begränsas vad gäller praktisk tillämpning. Utredningsdirektiven efterfrågade en bred genomgång av möjligheter och risker med intensivodling. Exempel på sådana skötselmodeller är behovsanpassad gödsling, användning av vegetativt förökad gran (grankloner), och odling av contortatall och hybridasp.

Utredningen skulle analysera risker och jag trodde att det skulle stå om risker med klonskogsbruk av gran och andra intensivmodeller, som kan förknippas med genetisk variation. Dock verkar MIN'T mer fokuserad på risker för insekternas och svamparnas mm. mångfald, fast det står ju lite om risker med skadegörare också.

Eftersom ”min” utredning fokuserar på gran och tall så är huvuddelen av mitt intresse på klonskogsbruk med gran.

Klonskogsbruk av gran

Det mest effektiva sättet att utnyttja genetiska fördelar är att använda vegetativt förökat skogsodlingsmaterial (kloning), t.ex. sticklingar. Med klonskogsbruk avses att man etablerar bestånd som består av en blandning av vegetativt förökade plantor. Vegetativ förökning kan ske genom produktion av rotade sticklingar eller genom somatisk embryogenes. Gran kan förökas genom bulksticklingar som görs direkt av otestade fröplantor med goda genetiska egenskaper, såsom kontrollerade korsningar av testade och utvalda plusträd. Vid somatisk embryogenes för gran används ett embryo från ett frö som behandlas med tillväxthormoner så att det initieras en ”oorganiserad” tillväxt av cellvävnad. Genom tillsatts av ett annat hormon kan cellvävnaden börja bilda nya ”somatiska” embryon, vart och ett med barr och rotanlag, färdiga att bilda var sin ny granplanta. Metoden är inte kommersiellt färdigutvecklad, men bedöms bli så inom en nära framtid.

Beroende på vilken vegetativ förökningsmetod som används så kommer tiden som det tar att föröka upp ett material till stora plantkvaniteter att variera. Sticklingar är ett långsamt sätt att föröka material, speciellt om fröpartierna är begränsade, medan somatisk embryogenes teoretiskt inte har några begränsningar i möjligt antal plantor.

Det finns redan idag ett genetiskt utgångsmaterial för gran som kan ge produktionsvinster på mer än 30 % jämfört med oförädlad odlingsmaterial. Om befintlig föröknings teknik används kan det på 3 – 5 år sikt finnas ett vegetativt förökat plantmaterial i stor skala. Skogsskötsel med förädlad eller klonad gran skiljer sig i princip inte från normal granskogsskötsel. Skötselåtgärderna under en omloppstid ska därför anpassas till odlingsmaterialets förädlingsnivå. Valet av ståndort för plantering av vegetativt förökad gran skiljer sig inte principiellt från val av ståndorter för gran i övrigt. Ett selekterat plantmaterial med en ökad produktionsförmåga kan anses öka produktionen proportionellt oberoende av ståndortsindex. I ekonomiska kalkyler där räntan beaktas, kommer lönsambeten att bli högre på goda ståndorter med högre produktion och kortare omloppstider.

Klonskogsbruk av gran har relativt stor potential att öka produktionen i svenska skogar, men det kan dröja ett antal år innan metoden är klar för storskalig användning. Eftersom skötseln i klonskogsbruk inte behöver avvika från traditionell skötsel är modellen klar att implementeras så snart tillräckligt med klonat material finns tillgängligt.

Användningen av grankloner regleras av föreskrifter till skogsvårdslagens §7 (användning av skogsodlingsmaterial och handel med sådant material). I dessa föreskrifter stipuleras att vegetativt förökat material inte får användas på mer än 5 % av en brukningsenhet. Dock får alltid 20 hektar föryngras med kloner på en brukningsenhet. Dessa föreskrifter innebär relativt fritt användande av grankloner för de flesta privata markägare i södra Sverige medan det kan innebära betydande restriktioner för stora markägare... Av den potentiella arealen för klonskogsbruk ägs 69 % av enskilda markägare...

Ekonomin för grankloner får anses vara mycket god jämfört med fröförökad gran. Detta förklaras av en relativt stor produktionsökning till en liten kostnad i form av ökade förnyingskostnader. Forskarseminarium: Klonskogsbruk. Det saknas idag produktionsteknik för storskalig tillämpning.

DL kommentar: Klonskogsbruk med gran (sticklingar) kan sjösättas för omfattande användning nästan omedelbart, det behövs nog inget tidskrävande utvecklingsarbete utanför berörda företag. Däremot tar själva förökningen en icke obetydlig tid från frö till planta om man använder den etablerade sticklingstekniken, och det ter sig sannolikt för mig att det blir tal om längre tider än MINT antar. Det är en kommersiellt riskabel satsning och plantskolorna är därför knappast motiverade att göra annat än begränsade satsningar för ett begränsat plantantal innan det står klart att efterfrågan verkligen är stor och uthållig. Det verkar omedelbart lönsamt för markägarna, det befintliga regelverket lägger inte hinder i vägen, i varje fall knappast före ca 2025, och metoden är tillräckligt beprövad för att direkt användas i den omfattning det kan bli tal om. Det är bara att trycka på knappen (för vissa beslutsfattare)! Om det går bra och storskogsbruket samtidigt inser att ändringar bör ske successivt, kommer restriktionerna för stora markägare med all sannolikhet att anpassas innan de hinner bli allvarligt och onödigt begränsande, eftersom metoden då blivit mer beprövad, så en ökning av den tillåtna omfattningen kommer att te sig motiverad. MINT's gissning att somatisk embryogenes snart är färdig för storskalig användning får stå för de som gjort den, själv är jag inte lika optimistisk utan tror att de med somatisk embryogenes förknippade kostnaderna och kommersiellt/legalt trassel kommer att vara starkt begränsande många år framöver (i likhet med södra USA, där SE står och stampar på en procent av marknaden sedan några år), men tycker att det är trevligt att man försöker. Man kan tänka sig kombinationer så att de första förökningsstegen sker med SE, men det senaste förökningssteget med sticklingar. Detta tillämpas framgångsrikt exempelvis för Sitkagran på Irland, och jag rekommenderar att pröva den modellen för gran i Sverige. Jag gör också reflexionen att MINT överhuvudtaget inte nämner testade kloner, som ger större vinst. Mervärdet av denna vinst har ofta överdrivits och svårigheten att tillgodogöra sig den har underdrivits, men det är ändå en vinstpotential värd att nämna. Många anser testade kloner vara det enda som står för begreppet "klonskogsbruk". Istället har MINT enbart utgått från otestade kloner (avkomor av goda testade föräldrar). **Jag tycker det är utomordentligt bra att det nu officiellt erkänts att klonskogsbruk går utmärkt och kan ge stora vinster utan testade kloner och att SLU och skogsbruket verkar ha köpt idén.**

Enligt mina beräkningar (Lindgren 2009) så är produktionshöjningen av klonskogsbruk med otestade kloner jämfört med fröplantager endast 10 % med undantag av när plantagefrö inte finns, vilket beror på försummelse att i tid bygga ut granfröplantagerna, då vinsten på kortare sikt blir 20 %. De över 30 % som MINT nämner ser jag som ett specialfall eller kanske relateras till ortens proveniens som knappast används för gran i södra Sverige. Uppförökningstiden 3–5 år är troligen optimistisk i stor skala. Granen blommar sällan, logistiken i korsningar sätter gränser för antalet frö som kan erhållas för ett givet avsättningsområde. Blir efterfrågan stor tror jag ofta man tvingas till flera uppförökningscykler och därmed längre tid för

uppförökningen. Man kan räkna på lite olika sätt, olika exakta siffror är vanligen inte en fråga om rätt eller fel utan om olika modeller och betraktelsesätt och i avsaknad av verkliga storskaliga system går det inte att fastställa vad som är operativt möjligt.

Den enda åtgärden som behövs är en ändring i skogsektorns sätt att tänka och vilja att utvecklas i innovativ riktning. Jag tror MINTs analyser av tillväxtökningen är riktiga, visserligen är de lite för höga jämfört med ett perfekt fröplantageprogram, men detta kommer nog inte att förverkligas, och om klonskogsbruket expanderar enligt MINT-visionen så kommer sannolikt testade kloner också så småningom och då blir vinsten något högre. Detta gör att jag tror på MINTs analyser när det gäller skillnaden mellan ett skogsbruk med bara fröplantager och ett med klonskogsbruk.

MINT saknar en utförligare analys varför idag grankloner bara används på mindre än en promille av granföryngringarna och aldrig fått ett genombrott, trots att det är biologiskt, tekniskt och ekonomiskt möjligt att använda avsevärt fler sticklingsklonplantor än idag. De legala hindren är inte begränsande, mycket stora utvecklingsinsatser har gjorts under ett halvsekel, och massor av ledande personer inom skogsbruket och annorstädes har stött utvecklingsarbete med vegetativ förökning (huvudsakligen dock den mer svårframkomliga SE vägen).

Jag citerar en tidigare vision på området från den senaste klonskogsbruksutvärderingen (Sonesson m.fl. 2001):

”Svenskt scenario: Mycket i denna undersökning avhandlar effekterna av plantering i monoklonbestånd eller klonblandningar med få kloner, eftersom det är under sådana förhållanden effekterna av klonskogsbruk blir mest påtagliga. Ur en svensk synvinkel är detta en rätt hypotetisk situation. Ett mer sannolikt scenario för den närmaste framtiden i Sverige är i korta drag detta: År 2010 planteras omkring 10 miljoner sticklingar, huvudsakligen bulksticklingar med testade föräldrar utvalda för höga avelsvärden. Fröplantorna massförökas genom en eller två cykler av sticklingsförökning. Bulksticklingarna har normalt mindre än 200 kopior per klon, så antalet utplacerade kloner är väldigt stort (50–100 000). Resten av sticklingarna (ca 10 %) är testade kloner, till största del utvalda i förädlingspopulationer där plantorna har hållits juvenila i häckar. I experimentell skala produceras sticklingar från testade kloner som härstammar ifrån embryokulturer, som har hållits unga genom kryolagring medan fälttestning pågick. De utvalda klonerna förökas genom att ta sticklingar från plantor som utvecklats från somatiska embryon.”

Denna vision till 2010 har ju inte alls realiserats, läget 2010 är ungefär som läget 2001, dock kanske man kan ersätta år 2010 med 2017 beträffande totala dimensioneringen av klonskogsbruk, men vara optimistiskare om SE-andelen av klonskogsbruket. Om det blir så har man då under de gångna nio åren kommit två år närmare den visionära ”horisonten”.

Eftersom MINT – enligt sina instruktioner – bara tar upp sådant som det finns legala eller andra restriktioner för, tar MINT bara upp klonskogsbruk av gran och nämner överhuvudtaget inte den enkla åtgärd, som ger störst effekt på Sveriges skogsproduktion till lägst kostnad, och som redan är på gång i stor skala. Det är att anlägga tillräckligt med granfröplantager med de testade kloner, som nu finns tillgängliga och att anlägga genetiskt bättre fröplantager och utnyttja de befintliga fröplantagerna genetiskt bättre och eftersträva att ligga närmare vad som är optimalt. Detta är möjligt om man bedriver mer fröplantageforskning och förbättrar kontaktytan mellan fröplantageoperatörerna och forskningen. Skogforsk behandlar i andra regeringsuppdrag hur man kan öka fröutbytet från plantagerna, men detta är inte särskilt kritiskt för skogsproduktionen, det går lika bra att öka plantagearealen. Vad som är viktigare är att metoder att höja den genetiska kvalitén av plantagefröet används och att följa det nationella fröförsörjningsläget.

Jag tycker inte MINT lyckats förmedla de för beräkningen mest kritiska faktorerna när det gäller den genetiska biten av intensivskogsbruk av gran. Det gäller generellt för alla sådana här beräkningsscenarior att de sällan är transparanta och lättsammanfattade när det gäller de för resultaten viktigaste grundantagandena. MINT jämför med ett referensalternativ

Jag tror det är viktigare att satsa på att genom förädlingsteoretisk forskning göra fröplantagerna ännu bättre och att utnyttja dem rationellare än att ta steget till klonskogsbruk om man strävar efter högre skogsproduktion och ökad intensitet.

Referensscenario – vad jämför vi med?

För att beskriva effekterna av intensivodling behövs en referens att relatera till. I utredningen användes referensscenariot från SKA-VB 08, vilket finns beskrivet i slutrapporten från [SKA-VB 08 Skogsstyrelsen. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008. Rapport 25.](#)

Detta bygger i sin tur på Rosvall & Wennström (2008). Jag tolkar det som att skillnaden mellan fröplantager och ”grankloner” sätts till ungefär 15 %, vilket stämmer hyggligt med vad som framförs i t.ex. Lindgren (2009) som förmodligen liknar de antaganden som MINT använt. Om det möjligen är lite högt på lång sikt i en värld med perfekta fröplantageprogram så kompenseras detta av att MINT bara räknat med otestade kloner och det är troligt att det på lite längre sikt också kommer ett inslag av testade kloner om klonanvändningen blir omfattande som ger något högre vinst, så jag instämmer i 15 % operativt.

Den genetiska vinsten skattas schablonmässigt till 0.5% per år lika för alla landsändar och trädslag. Detta kan vara riktigt, själv hade jag inte gjort motsvarande beräkning på några decennier och eftersom det ändå är en schablon och ”educated guess” kan man hugga till med det jämna 0.5% per år. Det är en kanske riktig om än optimistisk skattning. En mer försiktig schablon 0.4% som jag tror mer på vore motiverad i detta sammanhang, den används i Lindgren (2009). Det är oundvikligt att en sådan här siffra är osäker, bl.a. eftersom det inte finns fullt relevanta försök i slutavverkningsålder och eftersom den är olika i olika landsdelar och med olika trädslag. Jag nämner några andra argument för att vinstökningsskattningen kan vara hög.

Vinstökningen per år fodrar tillräckligt stora och säkra resurser för den långsiktiga förädlingen och jag gissar att dagsläget är att de är knappa, de har urholkats de sista åtta åren. En modellberäkning förutsätter att allt går som på rås, i praktiken gör det nästan aldrig det, utan det inträffar fördröjningar, misslyckanden och administrativt trassel av olika slag, vilket leder till att den årliga vinsten blir lägre än den prognostiserade. En modellberäkning förutsätter att det aldrig görs misstag i idenfikationer, men misstag förekommer i begränsad – men okänd – omfattning, vilket drar ned den beräknade vinsten. Förädlarna har akademiserats och Skogforsk har tagit över mycket av forskarutbildningen i skogsgenetik från SLU och mycket av forskning om förädlingsteori och plantagebiologi som förut gjordes av SLU har glidit över till Skogforsk och tar resurser från den långsiktiga förädlingen. Förädlingsmålen antas konstanta, men i praktiken kommer de i någon grad att ändras (exempelvis ändras miljön och därmed förädlingsmålet av global warming). Allt detta gör att den realiserade vinsten per år blir lägre än den beräknade. Det förutsätts också en för landet optimal användning av tillgängligt frö, men frömarknaden och fröanvändningen förefaller avvika från det perfekta i högre grad än SKA-VB 08 faktiskt tagit hänsyn till. Inte heller övergången från förädlingspopulation till produktionspopulation sker optimalt. Jag tycker att siffran borde göras till föremål för en mera nyanserad analys med olikheter mellan arter och landsdelar och mer transparant på hur vinsten per år skattas och beaktande nya framför allt svenska förädlingsteoretiska studier (jag är mycket tveksam om de kan sägas stödja en så hög vinst) och mer diskuterande och reflekterande hur stora framstegen egentligen är. Dessutom tycker jag det är tveksamt av Skogsstyrelsen och MINT (=SLU) att helt lita på Skogforsks förädlare vid vinstberäkningar, eftersom det finns ett trovärdighetsproblem, förädlarna har ett egenintresse av att förädlingen framstår som lönsam och effektiv. SLU borde spela en större roll här! Eftersom schablonvinsten bryts ned i olika delar med ganska sofistikerade beräkningar på frötillgång, vilket döljer osäkerheten i den grundläggande vinstskattningen och ger intrycket av en högre grad av precision, än vad som föreligger. Jag tycker osäkerheten borde ha nämnts i SKA-VB 08s osäkerhetsdiskussionsavsnitt, som ändå är fyra sidor.

Den genetiska vinsten för granplantager ca 2025 underdrivs, eftersom det prognostiseras en överproduktion av granfrö som kan användas till en ökning av det faktiskt använda fröets genetiska kvalitet genom t.ex. särplockning.

Grankloners bidrag till merproduktion med MINT

Om intensivodling tillämpas på 15 % av den produktiva skogsmarksarealen ökar den möjliga avverkningen gradvis för att om ca 70 år stabiliseras på en nivå som ligger ca 30 miljoner kubikmeter högre per år jämfört med dagens skogsbruk.

DL Kommentar: Intensivskogsbruk utan förädlat material av gran skulle bara ge 20 miljoner kubikmeter. Intensivskogsbruk med bättre fröplantager än vad som rutinmässigt antagits som bättre omsatte förädlingsframstegen i praktisk odling skulle ge ett tillskott på uppskattningsvis en miljon kubikmeter till en i sammanhanget mycket låg kostnad.

Jag tycker att grankloner i första hand skall användas på goda boniteter i södra Sverige. Merkostnaden per planta blir ungefär densamma överallt, men vinsten i merproduktion förväntas bli större på de höga boniteterna i södra Sverige,

och merproduktionen kan skördas efter kortare tid. Eftersom konkurrerande vegetation är mer omfattande och insektsproblemen värre på goda boniteter i södra Sverige används större och dyrare plantor och då blir merkostnaden per planta mindre och förmodligen acceptablare av det skälet.

Skogsodling på nedlagd åkermark

..ta i anspråk ca 400 000 hektar nedlagd jordbruksmark för intensivodling inom den period som beaktas i beräkningarna. I konsekvensanalyserna beskogas 10 000 hektar nedlagd jordbruksmark per år under perioden 2010–2050... vilket på sikt skulle kunna ge ökad avverkning med 6 miljoner kubikmeter... Av den arealen beskogas 30 % med gran medan resterande areal beskogas med hybridasp.

Jag tycker att huvudalternativet på nedlagd åkermark bör vara gran – om möjligt klonad. Det finns mycket mer beprövad positiv erfarenhet och mindre tveksamhet hos markägarna och behovet av hägnad blir lägre. Det är nog också på 20 års sikt lättare att förädla fram bättre gran än bättre hybridasp. Om hybridasp behandlas som ett främmande trädslag och den framtida ramen för främmande trädslag sätts till vad den är för bara contorta idag (15000 ha/år), så blir 7000 hektar/år hybridasp på nedlagd jordbruksmark en väl stor del.

Andra värden

Intensivodling av gran (jämfört med lågintensiv granskog med inslag av andra arter) påverkar artrikedom genomgående negativt. *Intensivodling av gran har större negativa effekter än intensivodling av andra arter. Analyserna pekar på tämligen stora negativa effekter på biologisk mångfald av intensivodling. För skogsmarken dras genomgående slutsatsen att intensivodlingarna kommer att ha färre arter och fler vanliga sådana jämfört med referensbestånd, d.v.s. att en trivialisering av floran och faunan kommer att ske. Orsaken är framförallt att intensivbestånden bedömts vara mörkare och mer slutna, enbart bestå av ett trädslag, sakna skiktning och luckighet, d.v.s. att de kommer att vara mer homogena och likformiga jämfört de konventionella. Intensivskogsbruk antas få ganska stora negativa effekter på biodiversiteten på beståndsnivå. Effekterna på rekreation, jakt, rennärning, kulturmiljön och landskapbildningen bedöms som negativa, men om högst tio procent av skogsmarken berörs blir effekterna begränsade på landskapsnivå. Effekterna på klimatet bedöms som mycket positiv.*

DL kommentar: De negativa effekterna beror på framgångsrik skogsodling i sig, och den genetiska påverkan är att det bidrar till en växtligare och enhetligare kultur. Det är inte troligt att den genetiska variationen spelar en nämnvärd roll, åtminstone inte om man inte har monoklonkulturer. Möjligen kan genetisk variation förstärka de nackdelar som beskrivs, eftersom den kan leda till ett effektivare ståndortsutnyttjande. De eventuella nackdelarna med intensivodling av gran får man till största delen även med inte intensivodlad gran.

Bilaga 18 ... plantageskogsbruk med tall i sydöstra USA

Konceptet med etablerade fröplantager slog snabbt igenom. Fortfarande idag anläggs de flesta tallplantageskogarna med frö från fritt pollinerade halvsyskon familjer, men utvecklingen går i riktning mot ökad användning av frö från kontrollerade korsning mellan elitkloner. I framtiden beräknar man högre vinster klonskogsbruk med vegetativ förökning. På ännu längre sikt (flera decennier) antar man att transgena träd kommer att innebära ännu högre genetiska vinster.

DL kommentar: Alla plantor i sydöstra USA är förädlade. Knappt en procent är vegetativ förökning och det ökar, men mycket långsamt de sista åren. Frö från kontrollerade korsningar har ökat under ett decennium, men har inte nått tio procent. Resten är fröplantager. Optimismen att GMO skall tillämpas har gått ned och det praktiska utvecklingsarbetet är lagt på is. Mitt intryck är att MINT använder överdrivet optimistiska formuleringar. Den dominerande delen av skogsträdsodlingen är med halvsyskonfamiljer från skörd av enstaka plantagekloner odlade i stora (många hektar) block. Detta går bra och man är nöjd med systemet. Detta är relevant för Sverige, eftersom en storskalig operation med arter, odlingsmiljöer och förutsättningar som liknar de svenska genomgående arbetar med mindre genetisk variation och tycker det går utmärkt, inga skador kopplas till den låga genetiska diversiteten har observerats, vilket är ett mycket starkt argument att något reducera den genetiska variation i Sverige också.

Risk för skador vid intensivodling

Det finns i nuläget inget som tyder på att ungskogsgödslade bestånd av gran skulle drabbas av skadegörare i större utsträckning än vanlig granskog. Gödsling kan öka trädets begärlighet som föda åt insekter och vilt, men det finns också observationer som tyder på att motståndskraften ökar (t.ex. mot barrätande insekter). Genom att öka tillväxten förkortas odlingstiden; en kortare omloppstid kan vara positivt ur rotrotessynpunkt.

Vid klonskogsbruk finns det risk för att den begränsade genetiska variationen kan leda till omfattande skador om resistens mot en specifik skadegörare saknas hos odlingsmaterialet. Klonskogsbruk innebär å andra sidan också en möjlighet att genom selektivt urval ta fram en större resistens än i traditionellt förnyringsmaterial.

Mer finns i Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. 2009. *Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen*. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8.

Abiotiska skador

Riskerna för abiotiska skador vid användning av förädlats eller klonat granmaterial skiljer sig inte avsevärt från de risker som finns vid gängse användning av gran i svenskt skogsbruk. I viss mån skulle riskerna för frostskaador kunna betraktas som mindre, eftersom detaljkunskapen är bättre än för oförädlad material.

3.5 Skador av insekter, svamp och vilt vid intensivodling

Insekter

Forskning rörande insekt-växt relationer har visat på samband mellan egenskaper hos träden och olika insektsarters utveckling på dessa träd. Kunskap om hur dessa egenskaper hänger ihop med risker för utbrott med skador som följd är dock fragmentarisk.

Det står inget om insekter relaterat till klonskogsbruk för gran, däremot står det för andra arter att val av genetiskt material har betydelse.

Svamp

Principer för svampangrepp vid intensivodling

Det finns ett samspel mellan skadegörare, värdträd och miljö. I ljuset av framtida klimatförändringar kan nya skadebilder uppstå i redan befintliga värd-skadegörarförhållanden. Vi kan också befara att sjukdomar från kontinenten sprids till vårt land.

Klonskogsbruk av gran

Klonskogsbruk ger allmänt möjligheter att utnyttja ett odlingsmaterial som har en högre resistens mot skadegörare. Detta gäller särskilt gran med högre motståndskraft mot rotticka.

Flera undersökningar har visat på skillnader i mottaglighet hos olika individer av gran för angrepp av rotticka. Man har även konstaterat att de gener som styr mottagligheten för infektion av rotticka inte är kopplad till tillväxten. Det är således möjligt att använda vissa kloner av gran och samtidigt kunna hålla en hög tillväxt (Svedjemark & Karlsson 2004). Granklonerna är inte helt resistenta och angreppets svårighetsgrad är kopplad till vilken individ av rottickan som attackerar trädet (Rodríguez m.fl. 2009).

Val av kloner måste ske med stor omsorg. Vid fel val kan rottickans tillväxt i träden bli direkt förödande med mycket höga spridningshastigheter som följd (Capretti & Goggioli 1992). Det finns en risk att rottickan på sikt kan anpassa sig till mindre mottagliga grankloner. En riskspridning förordas därför starkt.

Vilt

Än mindre vet vi om hur betes- och skadekänsliga olika kloner är av arter som skulle komma att användas i ett framtida intensivskogsbruk.

Klonskogsbruk av gran

Olika trädkloner varierar i morfologi och kemi – egenskaper som ofta är viktiga för de stora växtätarnas selektion av föda. Flera experiment med bete på olika kloner visar att betesmönster och betes-/skaderisker kan variera kraftigt mellan kloner. Viltbete på gran är mest omfattande på plantstadiet och det är troligt att olika kloner kommer att betas med olika intensitet. Med rådande kunskap kan endast tester visa på framtida skaderisker.

Capretti, P. & Goggioli, V. 1992. Observation on the longevity and the spread of Heterobasidion annosum in stumps of white fir and Norway spruce. Micologia Italiana, 21: 15-20.

Rodríguez, Y.P., Gerendain, A.Z., Pappinen, A., Peltola, H. & Pulkkinen, P. 2009. Differences in wood decay by Heterobasidion parviporum in cloned Norway spruce (Picea abies). Canadian Journal of Forest Research, 39: 26-35.

Svedjemark, G. & Karlsson, B. 2004. Variation in incidence and genetic impact on natural infection of Heterobasidion annosum in Picea abies (L.) Karst. in genetic trials in south Sweden. Forest Ecology and Management, 203: 135-145.

Abiotiska skador

Riskerna för abiotiska skador vid användning av förädlats eller klonat granmaterial skiljer sig inte avsevärt från de risker som finns vid gängse användning av gran i svenskt skogsbruk. I viss mån skulle riskerna för frostskaador kunna betraktas som mindre, eftersom detaljkunskapen är bättre än för oförädlad material.

DL kommentar: Skadegörarmönstret beror på interaktioner mellan värd och skadegörare. Skadebilden kan komma att ändras när klimatet blir varmare. Former av intensivodling som gödsling och vattning kan öka effekten av skadegörare och därför är det inte otroligt att genetiskt betingad tillväxtökning också gör det. Det är dock långtifrån säkert att detta blir effekten, det går inte att entydigt säga om inslagen i framtidens skog är positiva eller negativa ur skadesynpunkt, allmänt finns skäl att tro att den eventuellt ökade skaderisken är mindre än fördelarna ur produktionssynpunkt.

MINT framför påståendet att den begränsade genetiska variationen kan leda till omfattande skador av skadegörare. Det framförs inte många exempel på vad MINT bygger detta påståande på. Kloner och skogsodlingsmaterial skiljer sig i känslighet och en försäkring mot detta är att undvika monoklonskulturer. Härvidlag backar MINT upp min egen uppfattning. Klonskogsbruket erbjuder lite större möjligheter att få resistens mot specifika skadegörare än traditionellt förädling, men MINT överdriver nog betydelsen av detta.

MINT nämner inte de risker som enligt Naturvårdsverket och en del forskare skulle kunna vara förknippade med långa förflyttningar, i första hand av gran (främmande gran, allt utom lokalproveniensen). Intensivskogbruket i södra Sverige avser att använda huvudsakligen sådana "utländska" material. Att de inte behandlas av MINT antyder att denna typ av risker betraktas som försumbara av de som medverkat i MINT.

Vid klonskogsbruk finns det en risk att den begränsade genetiska variationen kan leda till skador om resistens mot en specifik skadegörare saknas hos odlingsmaterialet och om den genetiska variationen är liten. Klonskogsbruk innebär å andra sidan också en möjlighet att genom selektivt urval ta fram en större resistens än i traditionellt förädlingsmaterial. Det kan därför vara möjligt att minska effekten av vanliga skadegörare som rotröta, men hittills okända skadegörare som drabbar vissa individer hårdare än andra kan få allvarliga konsekvenser. Att minska den genetiska diversiteten genom att plantera en eller ett fåtal överlägsna kloner kan därför med dagens kunskap troligen inte rekommenderas. Om däremot klonblandningar med ett större antal individer med bevisad resistens mot till exempel rotröta används kan risken för skador bli mindre än för fröförökad gran.

Förädlingsmålen måste vara breda och generella, möjligen kunde resistens mot rotröta vara ett sådant om det finns en generell resistens. Förädling bedrivs alltid på så sätt att skador av skadegörare i ett försök är en negativ faktor, d.v.s. generell bättre hälsa ingår alltid i förädlingen. Man skall nog inte överbetona de specifika möjligheterna att välja resistent material för kloner, åtminstone inte för ett långlivat trädslag med ett komplext skademönster. Jag tycker nog att det är relativt entydigt att skaderisken ökar vid monoklonkultur (fast förmodligen i liten grad) och tills vidare bör huvudlinjen vara att använda flera kloner i blandning, och då blir inte risken märkbart annorlunda än med fröplantor.

Författningsändringar

DL kommentar: I avsnittet om författningsändringar och rättsliga frågor står det mycket om främmande eller ovanliga trädslag och vegetativ förökning. De nuvarande begränsningsreglerna för vegetativ förökning av gran syftar till att inte förhindra utvecklingen genom detaljföreskrifter utan huvudsakligen ge ett tak. Tanken var nog att det skall göras en ny utredning innan taket får ökas, och den utredningen bör utgå från de aktuella tillämpningsmetoderna när skogsbruket börjar närma sig taket, inte i nuläget där vegetativ förökning förekommer mycket sparsamt och det är osäkert hur en eventuell ökning kommer att vara strukturerad. När utvecklingen leder till att man börjar närma sig taket kan skogsstyrelsen ta ställning till regeländringar utgående från den användning som då ter sig önskvärd och en sammanställning av kunskapsläget då (vilket passar bra in på begreppet "adaptiv skogsskötsel" som MINT framför). För närvarande är storleksordningen en promille av producerade granplantor vegetativt förödade, och det är alltså helt onödigt och förefaller klämfingrigt att nu modifiera (lätta upp) restriktionsreglerna. De nuvarande

reglerna tillkom 2002 efter en omfattande utredning (Sonesson m.fl. 2001) och ersatte krångligare och mer begränsande regler. Att nu omformulera och liberalisera reglerna för att svara på mer eller mindre slumpmässigt tillkomna nya vindar och tankesätt och måhända orealistiska räkneexempel innan det faktiskt kommit nämnvärt med kloner i backen skulle verka inkonsekvent och vingligt, vilket skulle minska förtroendet för skogsstyrelsens regelverk. En eventuell styrning av vegetativ förökning till skogsmarken som är minst värdefull ur andra synpunkter är ingalunda självklart. Det är oklart varför vegetativ förökning skall ses som motstående en massa andra intressen och i så fall varför det skall vara den vegetativa förökningen som alltid skall ge vika. Den variant av klonskogsbruk som föreslås av MINT är en mycket "oförargligare" form av klonskogsbruk än klonskogsbruk med en eller ett fåtal testade kloner, vilket nog legat i bakgrunden när de nuvarande gränserna sattes, så det finns ett mycket gott skäl att minska på restriktionerna eller kanske helt ta bort dem, om detta blir den dominerande formen av klonskogsbruk. Men jag rekommenderar att vänta med omprövningar tills man ser klarare detaljerna av vad som verkligen realiseras. En testning av SE-kloner för att skogsbruket då ansåg att ett fåtal testade kloner var enda sättet att tillgodogöra sig vinsterna av vegetativ förökning har knappast kommit i backen innan vinden vänder och testade kloner helt försvunnit som huvudspår. Visserligen är detta en ändring jag tycker är helt riktig, men man måste ändå ha en viss motståndskraft mot tvära och ganska slumpmässigt tillkomna inspel innan man ändrar regelverket. Merkostnaden för vegetativ förökning är mest motiverad på höga boniteter med korta omloppstider, och dessa återfinns nog ofta på f.d. jordbruksmark. Man skulle kunna ha klonskogsbruk utan restriktioner (utan att det räknas in i de lagliga högsta gränserna) på nedlagd jordbruksmark, där skogsodling ändå är en radikal ändring av tidigare markanvändning. Det finns dock en aspekt som kan motivera ändrade regler och det är att regleringen rör alla trädslag och odling av vegetativt förädlad löv – framförallt hybridasp – kan expandera och regleringen kan bli lokalt begränsande av detta skäl. Man skulle alternativt kunna göra en regeländring så att man inte räknar in löv (hybridasp) i begränsningarna för klonskogsbruk, eftersom det finns goda skäl att stimulera till en ökning av lövandelen på granens bekostnad, och dessa skäl är nog starkare de närmaste decennierna än eventuella risker med klonskogsbruk av löv. Man skulle också kunna bestämma sig för att inte räkna in klonplanteringar före 2011 i de fem procenten, då ger man en viss belöning till de som gått före och gett underlag för erfarenhetsuppbyggnad!

När det gäller genetik kopplat till variation inom art i mer biologisk bemärkelse så är utredningen bara något så när utförlig när det gäller poppelodlingarnas genetik. Poppel i Sverige har problem med anpassning till klimatet och är känslig för diverse allvarliga svampsjukdomar (t.ex. *Melampsora*, *Septoria*, *Marsonia*, *Xanthomonas* och *Pseudomonas*). Det är därför viktigt att testa olika material i långsiktiga fältförsök för urval av kloner. Idag används främst klonen OP42 (*P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*) vid nyetablering av poppelodlingar. Den har visat mycket hög medeltillväxt. Det finns dock ett flertal lokaler där den drabbats kraftigt av frostsador och av sjukdomar vid 12 – 15 års ålder. Produktionen är i det senare fallet emellertid så bra att den ändå verkar lönsam, trots att bestånden i vissa fall måste avvecklas tidigt.

Det finns inget idag kommersiellt tillgängligt skogsodlingsmaterial för poppel i Sverige. Storskalig odling har hittills inte förekommit i Sverige. Odling av poppel är ingen väl

beprövad skötselmetod. Omfattande FoU-insatser kommer att erfordras om poppel skall odlas i stor skala.

DL kommentar: Det är anmärkningsvärt att den kommersiella poppelodlingen inte kommit förbi stadiet att massanvända en enda sedan länge utnyttjad klon utan att lyckats utvidga klonportföljen. Det är troligt att de allvarliga problemen med svampsjukdomar och kanske också anpassningsproblemen har att göra med att man så hårt inriktat sig mot ett skogsbruk utan genetisk variation och utan att regelbundet byta klon av en gröda som har mycket längre omloppstid än jordbruksväxter. Detta har påpekats många decennier, men verkar inte givit någon effekt (samma påpekanden har begränsade effekter på Salix). Samtidigt demonstrerar det att ett genetiskt variationsfritt skogsbruk kan leda till kommersiell framgång och föredras av markägarna, även om farhågor om känslighet skadegörare besannas.

Utredningsarbetet (Bilaga 5)

Uppdraget

Regeringen gav Skogforsk ett uppdrag via Formas rörande skogsträdsförädling (regeringsbeslut Jo2008/1883). Inom ramen för detta har Skogforsk bett Dag Lindgren om assistans med ett avsnitt för att: ”belysa vilka effekter som en ökad användning av förädlad plantmaterial kan komma att ha på den genetiska variationen och plantornas känslighet för skadegörare”. Det är Dag Lindgren som (på delegering från Skogforsk) är ansvarig för texten i detta dokument.

Dag Lindgren: Professor i skogsgenetik vid Sveriges Lantbruksuniversitet sedan 1977. Dag Lindgren var Sveriges enda tjänstgörande professor i skogsgenetik (eller liknande) och ”fakultetsprofessor”, men sedan 091001 pensionerad. När detta skrivs finns inte någon i Sverige som tjänstgör som professor i skogsgenetik eller kan förutses göra det före hösten eller har motsvarande funktioner. Dag Lindgren har hemtelefon 090 193860, email Dag.Lindgren@genfys.slu.se, hemsida: http://www-genfys.slu.se/staff/dagl/HomePage/DagL_HomePage.htm

Referensgrupp: Prof. Martin Lascoux, Uppsala Universitet; Prof. Nils Ryman, Stockholms Universitet; Prof. Outi Savolainen, Uleåborgs Universitet; Referensgruppen har haft möjlighet att ge synpunkter under utredningens gång, men har inget formellt ansvar för den slutliga utformningen.

Sammanträden

Utredningen med referensgrupp hade ett sammanträde på Arlanda 090511. Deltagare var Martin Lascoux, Dag Lindgren, Nils Ryman, Outi Savolainen, Ola Rosvall, Bo Karlsson och Sanna Black-Samuelsson. Det pågående utredningsarbetet har diskuterats vid Skogsstyrelsens centrala frö och planråd 090429 och 091125 och därefter av den referensgrupp Skogforsk har för Skogforsks regeringsuppdrag.

Avgränsningar

- Ej främmande arter (dessa tas upp i andra sammanhang, t.ex. MINT och det finns t.ex. en ”ekologisk konsekvensbedömning” om contorta).
- Nästan enbart gran och tall (de dominerar skogsplantproduktionen och skogskulturer).
- Inte genbevarande mer än perifert.
- Svensk skog (och relevanta paralleller), erfarenheter skall vara tillämpbara i Sverige.
- Ganska lite om klonskogsbruk, det behandlas utförligt i MINT, det tillämpas nästan inte alls idag. Det finns en ”ekologiskt konsekvensbedömning” (Sonesson m.fl., 2001), där det rekommenderas en ytterligare utredning om det framkommer ett klart intresse att överskrida ungefär nuvarande begränsningar (5 % av ett skogsmarkinnehav).
- Inte GMO. Det är uppenbarligen inte aktuellt i svenskt skogsbruk, och kommer säkert att ventileras mycket i andra sammanhang innan det blir det.

- Lite ”molekylär förädling”, vad många lägger in i molekylär förädling används inte i svensk förädling idag och detta är inte rätta platsen för en genomgång av möjligheter.
- Har inte brytt mig så mycket om ”*ökad* användning”. Användningen är redan idag omfattande, det är väl snarare effekterna av en omfattande användning som skall belysas.
- Definitionen på skogsmark har nyligen ändrats, men detta har inte slagit igenom i alla siffror i detta dokument.

Utländska och flyttade provenienser berörs även om avsikten inte är att det skall vara en slutlig eller fullständig behandling. Det är svårt att diskutera genetisk variation i förädlad material fristående från utländska ursprung. Frågan har fått ökad aktualitet genom införandet av nya enhetliga regelverk och diskussionen som föregått dem och den verkar inte vara under behandling av någon annan, och någon bra modern allsidig sammanställning finns inte.

Målgrupp

Formellt och i viss mån reellt är ”målgruppen” förstås regeringen. Men operativt finns det säkert ytterligare läsare och min avsikt är att det skall behandlas av några grupperingar även utan regeringens initiativ. Det är svårt att uttrycka vilka dessa ytterligare målgrupperna är. Delar av texten skall passa som grundmaterial för ett vidare auditorium än skogsgenetikspecialister. Följande målgrupper har jag tänkt mig:

- De som gör kunskapspopulariseringar riktade mot olika grupper;
- De som är intresserade av skogsbrukets konsekvenser, både professionella forskare och andra med hyggliga bakgrundskunskaper;
- Professionella forskare inom skogsgenetik och angränsande områden;
- Skogsforsks förädlare och rådgivande organ för den gröna sektorn;
- Skogsstyrelsens skötsel och genetik inriktade aktiviteter och centrala frö och plantråd;
- Naturvårdsverkets speciella skogsgenetik och skogsskötsel funktioner.

Andras möjlighet att kommentera och bidra till utredningsarbetet

Från våren till utgången av 2009 skrevs utkastet till denna utredning på webben tillgängligt för världen, och först i januari började utredningstexten skilja sig i små detaljer från vad som legat på webben allmänt tillgängligt. Vem som helst har kunnat kommentera. Bl.a. har referensgruppen, CFOP:s ledamöter och deltagarna i ett möte om främmande arter och gener 090519 direkt uppmanats att utnyttja möjligheten att kommentera.

På svenska

Jag tyckte att detta dokument inte riktar sig till en internationell publik. Det är inriktat på svenska förhållanden och inte så genomarbetat i ett internationellt perspektiv och inte avsett för internationell spridning (även om jag räknar med att några svenskspråkiga skogsgenetiker och förädlare i grannländerna är intresserade).

Tid

Uppdraget till regeringen skulle vara klart 10-03-31, fast Formas ville ha det till 10-02-28 f.v.b. Jag har arbetat med denna text från slutet av 2008 till början av mars 2010.

MINT

Frågor om skadegörare och en del andra problem med beröring till detta dokument tas upp i MINT. Jag har därför redovisat MINT och mina synpunkter på MINT i bilaga 4.

Tack

Jag har tagit och haft en del kontakter och i en del fall fått hjälpfulla och ibland mycket hjälpfulla kommentarer. Referensgruppen och andra bl.a. från Skogforsk och ledningen av Skogforsks regeringsuppdrag gav många värdefulla synpunkter och har grovläst manuskriptet.

Kommentarer

Det verkar inte finnas motsvarande utredningar/dokument till det här i omvärlden. Jag har upprättat en web i anslutningen till detta dokument. Det är min avsikt att behålla och underhålla den några år framåt (givet att min f.d. arbetsgivare SLU accepterar detta). URL är: http://www-genfys.slu.se/staff/dagl/GenetiskVariation/genetisk_variation.htm

Skogsgenetiska termer och ordförklaringar (Bilaga 6)

Fast texten i huvuddel är populär finns det en del fackuttryck. Skogsgenetisk ordlista på svenska finns på: http://www-genfys.slu.se/staff/dagl/Glossaries/Skogsgenetisk_ordlista.htm och på engelska på: [English - Word](#)

Det är på gång en Skogsenzyklopedi på svenska, en ny version av en äldre <http://libris.kb.se/bib/8375672>, som kommer att bli tillgänglig på nätet, förmodligen åtminstone delvis till sommaren 2010, denna kommer att omfatta också skogsgenetik och på de flesta punkter vara fyligare än den ordlista jag bifogar här. Nedan är huvuddelen av de termer som finns i denna utredning och en del andra.

Abiotisk, det som inte är levande. Abiotiska företeelser är t.ex. vatten och väder och processer som inte åstadkoms av levande organismer.

Adaptation, processen att bli anpassad.

Additiv genverkan, till den del genernas verkan kan adderas betecknas detta som additiv genverkan.

Additiv varians, (additive variance) förädlingsvärdenas varians, den additiva variansen är den för urvalsförädling tillgängliga genetiska variansen.

Allel, en av två eller flera former av en gen som förekommer i ett lokus; är allelernas antal större än två bildar de ett system av **multipla alleler**. Varje kromosom innehåller endast en av allelerna.

Allmän kombinationsförmåga, (GCA, general combining ability), en individs värde grundat på dess avkommors medelvärde om de parats med resten av populationen.

Anpassning, är graden med vilken en individ kan leva och fortplantas under bestämda miljöförhållanden, den ställs alltid i relation till andra individer av samma art. Anpassning vill professionella genetiker och biologer ofta tolka Darwinistiskt, d.v.s. det är en fråga om förmåga att föra avkomma vidare. Skogsbrukare och skogsgenetiker inriktade på träd med lång omloppstid tolkar anpassning som överlevnad, skogsproduktion och hälsa, vilket nog i praktiken kan ses som samma tolkning som den darwinistiska, och det darwinistiska begreppet är ju knappast operativt i situationer när skogsodling är viktigt. Det moderna skogsbruket avbryter trädens liv långt innan den avkommealstrande perioden är över för de genetiskt reproduktivt framgångsrikaste träden. Däremot klonförökas träd i fröplantager och blir därmed enormt reproduktiva, och en minskande del av den faktiska reproduktionen kommer från träd i skogen. I princip strävar skogsträdsförädling efter låg reproduktionsförmåga, eftersom detta ger mer allokering till värdefull stamved. I praktiken är tidig och riklig reproduktion en fördel i fröplantager och förädling så det faktiska urvalet är nog för och inte emot reproduktionsförmåga. Kanske de två mekanismerna jämnar ut varandra. Det är inte meningsfullt att försöka göra en exakt definition för detta dokument och förmodligen har det ingen nämnvärd praktiskt skillnad i detta dokument. Dock strävar dokumentet att använda anpassning i den mening som är vanligast bland svenska skogsträdsförädlare. Inom denna utrednings område är distinktionen oväsentlig mellan olika synsätt bl. a. hur skogsbruket och hur biologer ser det och anpassning anges fast det inte menas exakt samma sak på alla ställen.

Artificiell korsning, honblommor isoleras innan de är receptiva för att förhindra pollinering med okänt pollen. När de är receptiva besprutas honblommorna med känt pollen.

Avelsvärde = förädlingsvärde, (breeding value, BV). Värdet av en individ som förälder, den del av en individens genotyp som är oberoende av andra delar och därför additiv och överförbar. Avelsvärdet är dubbla allmänna kombinationsförmågan.

Avkommeprövning Syftar ofta på att man bedömer ett plusträd på grundval av dess avkomma.

Bestånd, en geografiskt avgränsad samling av träd som sköts på ett likartat sätt, ofta kan de träd av en art som ingår i ett bestånd betraktas som en population.

Beståndsfrö, Frö som insamlats i skogsbestånd, sätt ofta i motsats till ”förädlad frö” från fröplantage. Beståndet kan vara vildväxande ”naturligt”, men också en kulturskog. Kvaliteten hos beståndsfrö varierar beträffande fysiologisk och genetisk kvalitet. Beståndsfrö av gran och tall samlas oftast från avverkade bestånd. Beståndsfrö har olika förutsättningar att växa på en plats delvis beroende på vilket geografiskt område som fröet kommer ifrån. Därför anger Skogsstyrelsen gränser för hur beståndsfrö får förflyttas.

Blomningsstimulering, Metoder för att få träd att blomma tidigt och rikligt. Torkstress, värmebehandling och hormoninjektioner är metoder som prövats.

Bulksticklingar, bulk syftar på att många kloner blandas okontrollerat, exempelvis tillhörande samma korsningsfamilj, se stickling.

Crossing over, överkorsning, utbyte under meiosen av gener mellan kromosomerna i ett kromosompar. Crossing over åstadkommer därmed omkombination av arvsanlag inom kromosomer, vilket bidrar till genetisk variation.

Diploid, (2n), en individ med två homologa kromosomuppsättningar.

Diversitet, mångfald, ekologisk term, används ofta för att uttrycka artrikedom, men genetisk diversitet kan också uttrycka mångfald inom en art eller population.

Dominans, samspel mellan alleler på homologa loci, graden av heterozygotens avvikelse från medelvärde av respektive homozygoter.

Dominant, den av allelerna hos en heterozygot som i högre grad sätter sin prägel på individen än den andra allelen, som då betecknas som recessiv; om A är dominant över a kommer AA och Aa att ha samma fenotyp.

Effektiv populationsstorlek, (effektivt antal) En population kan karaktäriseras av storleken av en ideal population med slumpmässig avkomma, men konstant storlek som i något avseende beter sig likadant som den aktuella populationen. Detta kan vara inavelsökning eller drift i genfrekvenser över generationerna. Det kan också vara det genomsnittliga släktskapet i ett givet ögonblick (Status nummer).

Ekoklin, ärftlig anpassning längs en miljögradient.

Ekotyp, grupp av individer inom en art som har en viss ärftligt anpassning till en bestämd ståndort.

Epistasis, samspel mellan gener i olika loci.

Eukaryot, en organism vars celler, till skillnad från bakterier, innehåller en cellkärna och embranbundna organeller. Svampar, alger, protozoer, högre växter och djur är alla eukaryoter.

F₁-generation, avkommor efter korsning mellan två föräldrar, avkommor efter korsningar mellan F₁-individer betecknas som F₂ osv. F står för filial generation.

Fenologi, ungefär ”årsrytm”.

Fenotyp, summan av en viss genotyps egenskaper vid ett visst tillfälle. Fenotypen utgör genotypens reaktion med miljön; fenotyp = genotyp + miljö.

Fertilitet, en individs förmåga att få avkomma.

Fitness, ett uttryck för en individs bidrag till nästa generation.

Fixering av alleler, när endast en allel finns kvar i en population trots att det fanns flera från början.

Fotoperiod, daglängd, den ljusa delen av dygnet; motsatsen = nattlängd.

Fotoperiodisk reaktion, är en typ av förändringar som initieras av förändringar i förhållandet daglängd/nattlängd.

Fri avblomning, (open pollination, wind pollination) pollinering som sker utan mänsklig påverkan, kan inkludera självpollinering.

Fröplantage, anläggning för att producera genetiskt högvärdigt frö.

Fylogeny, den evolutionära historien av en grupp organismer eller gener.

Fytotron, en serie klimatkamrar i vilka olika miljöfaktorer såsom daglängd, ljusintensitet, temperatur och luftfuktighet kan regleras.

Förädlingsvärde = avelsvärde, se detta ord.

Gamet, könscell (gameterna är haploida).

Gen, arvsanlag, den enhet som överför information från en generation till nästa; utgör ett DNA-segment av en kromosom; många gener består av 1) kodande sekvenser (exoner) som översätts till protein, 2) mellanliggande icke-kodande sekvenser (introner) 3) en reglerande del (promotor) som möjliggör översättningen (transkriptionen) och 4) änd- (stopp) sekvenser. Genen kodar ofta för en biokemisk funktion.

Genbank, samling av genotyper; pollenbank, fröbank, vävnadsodlingsbank, klonarkiv, genetiskt försök; bestånd, som har som en huvuduppgift att bevara genetiska resurser. Även administrativa funktioner för bevarande av genresurser ingår i genbanksbegreppet.

Gendiversitet, kan syfta på att gener som ligger på samma plats i genomet är olika eller att de är kopior av olika gener om man går en bit bak i stamtavlan. Man kan också kalla det alleldiversitet. I detta dokument används ofta sannolikheten att gener inte är kopior av samma gen längre bak i stamtavlan som ett kvantitativt mått på gendiversitet och genetisk diversitet.

Genekologi, läran om samspelet mellan genotyp och miljö.

Genetisk drift leder till slumpmässiga ändringar av genfrekvenser och fixering av alleler i små populationer.

Genetisk diversitet, genetiskt betingade olikheter, i striktare bemärkelse kan det syfta på skillnader i DNA som ligger på samma ställe i den genetiska koden.

Genetisk gallring, borttagning av genetiskt underlägsna individer från en fröplantage.

Genetisk struktur, fördelningen av den genetiska variationen mellan och inom populationer.

Genetisk varians, statistisk begrepp, den varians i en kvantitativ mätning som kan tillskriva genetiska faktorer.

Genetisk variation, att individer är genetiskt olika.

Genetisk vinst, genomsnittlig förbättring av avkomman jämfört med ursprungspopulationen.

Genflöde, individer från en population med en genfrekvens som skiljer sig från den i en annan population deltar i genereringen av avkomman i den andra populationen.

Genfrekvens, den frekvens med vilken en viss gen förekommer i en population, genfrekvenser uttrycks vanligen som fraktioner av 1.

Genom, (uttal genóm) kromosomuppsättning, könsceller hos diploida organismer har ett genom, polyploida arter har fler än två genom.

Genotyp × miljösamspel, något förenklat innebär det att olika genotyper ändrar rangordning från en miljö till en annan.

Genotyp, den ärftliga konstitutionen; ofta används termen för förhållandet i ett enstaka lokus, men kan också avse den totala effekten av en individs gener på en viss egenskap.

Genteknik innefattar olika tekniker för att i laboratoriet studera DNA och/eller RNA- molekyler för att få information om genernas struktur, funktion och hur de regleras samt överföring av gener mellan olika individer av samma eller olika arter.

GMO (GM), Genetiskt Modifierad Organism, organism som har fått sin arvs massa förändrad med hjälp av genteknik. DNA delar från olika källor kombineras ihop i en molekyl. DNAt kan härröra från helt olika organismer (transgena organismer), men även andra typer av omstuvningar av DNA kan förekomma. Denna nedärvs sedan på ett normalt sätt från förälder till avkomma. Begreppet genetiskt modifierad organism har blivit allmänt känt i samband med genetiskt modifierade växter som odlas för livsmedelsproduktion. GMO är ett viktigt hjälpmedel i forskning. Tillämpning i skogsbruk är mycket kontroversiell och några fleråriga fältförsök har 2010 inte förekommit i Sverige.

Grundstam, planta som används vid ympproduktion. På grundstammen ympas en kvist från ett plusträd.

Halvsyskonfamilj, plantor med samma moder, men olika fäder, t.ex. skörd från ett enstaka träd.

Haploida kromosomtalet (n), antalet kromosomer i en haploid cell. Könscellerna är haploida; barrträdens s.k. frövrå är en haploid vävnad.

Hardy-Weinbergs lag, ger genotypfrekvenserna som förväntas hos en population efter en generation av slumpmässig parning, genotypfrekvenser som funktion av genfrekvenser för en population i jämvikt.

Helsyskonfamilj, plantor med samma mor och far, vanligen resultat av en kontrollerad korsning.

Heritabilitet, betecknas med h^2 och är definitionsmässigt additiv varians/fenotypisk varians. Heritabiliteten för en viss egenskap utgör en skattning av överensstämmelsen mellan besläktade individer och antar värden mellan 0 och 1.

Heterosis, förekomst av ökad storlek och vitalitet hos hybrider jämfört med föräldrarna eller föräldrapopulationen.

Heterozygot, individ som bildar mer än ett slags könsceller beroende på att samma lokus hos ett par homologa kromosomer innehåller olika alleler.

Homologa kromosomer, kromosomer som är identiska ifråga om storlek, form och locus, men där allelerna kan vara olika så att t.ex. *A* finns i den ena homologen medan *a* finns i den andra. Diploida organismer har par av homologa kromosomer.

Homozygot, förekomst av samma alleler i samma lokus hos homologa kromosomer.

Hybrid, avkomma efter korsning mellan ärftligt olika föräldratyper (det kan röra sig om olika arter, olika raser, eller olika förädlingslinjer).

Hybrid-DNA, består av en DNA-molekyl som framställts i laboratoriet genom att sammansmälta DNA-sekvenser som normalt inte hör samman.

Härkomst (frökälla, seed source) avser varifrån materialet mer direkt kommer, växtplatsen för modern, t.ex. tallfröplantagen Västerhus kan vara en härkomst. Begreppen ursprung och härkomst används ofta inom skogsgenetik och legala texter med anknytning till skogsgenetik. Distinktionen ger lätt upphov till förvirring.

Inavel, (inbreeding) korsning mellan besläktade individer eller självbefruktning.

Inavelsdepression, nedsättningen av vitaliteten efter inavel.

Inavelskoefficient, (F) är en skattning av sannolikheten att två alleler i samma locus i de båda homologa kromosomerna i en individ är identiska genom arv, d.v.s. härstammar från en och samma gen hos en gemensam förfader.

Inkompatibilitet, hinder för korsning mellan två individer så att befruktningen uteblir. Termen används även för att beteckna att sammanväxning av ympkvist och underlag ej kommer till stånd av biologiska skäl.

Isozymer (även isoenzymer eller allozymer), enzym som finns i flera molekylärt olika former, men med likartad funktion.

Klin, ärftlig anpassning längs en miljögradient.

Klon, genetiskt identiska individer åstadkomna genom vegetativ förökning, ympar, sticklingar, rotskott.

Klonskogsbruk, skogsbruk med utnyttjande av genetiskt lika individer, vanligen genom vegetativ förökning med sticklingar eller somatisk embryogenes.

Koppling, innebär att generna inte nedärvs oberoende av varandra utan som om de vore kopplade, vilket beror på att de är belägna på samma kromosom; ju kortare avståndet är mellan två gener desto starkare koppling.

Kopplingsjämnvikt, förhållanden mellan genotypkombinationer av alleler i olika loci är inte vad slumpen skulle förväntat åstadkomma. Den vanliga tolkningen är att det rör sig om kopplade loci som ligger nära varandra i samma kromosom.

Korsbefruktning, motsats till självbefruktning, korsning mellan icke besläktade individer.

Kritisk nattlängd för knoppsättning, den nattlängd vid vilken 50 % av plantorna i ett material bildat toppknopp.

Kromatid, dotterhalva av kromosom.

Kromosom, (eg. färgkropp) bärare av arvsanlagen, dess DNA har förmåga till exakt självreproduktion; förekommer i cellkärnan hos högre organismer. De DNA-strängar som förekommer i mitokondrier och kloroplaster är enklare strukturellt.

Kryolagring, lagring i mycket låg temperatur för att konservera livskraften, man tänker i första hand på somatisk embryogenes.

Kvantitativ genetik. Syftar huvudsakligen på mätningar, relationer mellan, förutsägelser av eller ändringar i kvantifierbara egenskaper ur genetisk synpunkt (exempelvis avelsvärde, heritabilitet, genetisk korrelation, inavel, släktskap).

Kvantitativ nedärvning, gener i många loci påverkar egenskapen, varje gen har en ringa påverkan.

Locus (plural **loci**), bestämd position (ställe) på en kromosom där en gen är belägen.

Lokalproveniens, syftar för skogsodlingsmaterial av lokal härkomst med förmodat ursprung nära lokalen, men hur nära som lokalt innebär är inte närmare specificerat.

Lågdiversitetskogsbruk, används i detta dokument för typer av skogsbruk som har medvetet låg genetisk variation. Det mest drastiska fallet är ett bestånd som består av träd som är av en enda klon och saknar genetisk variation. Mindre drastiska fall är en blandning av några få kloner; en helsyskonfamilj eller en skörd från en enda klon i en fröplantage (halvsyskonfamilj).

Massförökning, för att skogsträdsförädlingens frukter skall komma till praktiskt utnyttjande måste det förädlade materialet massförökas. Detta sker sexuellt i fröplantager, men också vegetativt med sticklingar eller i framtiden vävnadskulturer.

Maternell effekt, den del av moderns påverkan som inte kan tillskrivas överföring av moderns nukleära gener till avkomman. Frövikt kan vara maternellt betingad.

Meios eller reduktionsdelning, den celledelning som leder till bildning av de haploida könscellerna.

Mendels lagar, förklarar uppkomsten av bestämda kategorier med bestämda frekvenser av individer med specifika egenskaper. Lagarna gäller för såväl kvalitativ nedärvning som kvantitativ nedärvning, men är vanligen omöjliga att upptäcka för de senare.

Mitokondrie, en organell, ca $1-3 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, som finns i alla eukaryota celler. Mitokondrierna är energifabriken i cellen och innehåller bl.a. enzymer för de slutliga reaktionerna med vilka organiska material oxideras till koldioxid och vatten. DNA-strängarna i mitokondrierna innehåller ca 60 gener.

Molekylär förädling, tekniker för att använda molekylära metoder i förädlingen. Molekylära markörer kan användas för föräldraskapsbestämningar och att se var i genomet gener som påverkar organismen är belägna. Med genteknik kan det vara möjligt att åstadkomma riktade genetiska förändringar.

Molekylär klocka, i arvsmassan ansamlas mutationer med ungefär samma hastighet under evolution. Man kan därför med molekylär analys få en uppfattning om ungefär hur länge sedan arter eller raser differentierades.

mRNA (messenger RNA), den information som finns lagrad i DNA översätts via transkription till mRNA som i sin tur, via translationen, för informationen vidare till ett protein.

Multipla alleler, se allel.

Multiple Population Breeding System (MPBS), genresurspopulationen delas upp i ett antal underpopulationer, som utsätts för olika urval.

Mutation, plötslig ärftlig förändring; kan bero på en strukturell kromosomförändring eller kemisk förändring i DNA.

Naturligt urval förutsätter att det finns en ärftligt betingad fenotypisk variation som ger olika anpassning, vilket leder till att avkomman skiljer sig genetiskt från föräldragenerationen.

Parcell, den minsta självständiga försöksenheten.

Plasticitet, den fenotypiska plasticiteten utgör den amplitud samma genotyp, familj, population, proveniens uppvisar under olika odlingsförhållanden; Den evolutionära (genetiska) plasticiteten ger möjlighet till framtida evolution.

Plastid, en organell i växtceller som genom fotosyntes bildar och/eller förvarar bl.a. kolhydrater. Plastider som innehåller den gröna pigmenten klorofyll kallas för kloroplaster och utför fotosyntesen. DNA-strängarna i plastiderna innehåller ca 120 gener.

Plusträd, utvalt träd med överlägsen fenotyp.

Polycross, artificiell pollinering med en blandning av pollen.

Polyloid, organism med mer än två kromosomuppsättningar.

Polyploidi, förekomst av en serie olika kromosomtal, som utgör multipler av ett tal (grundtal).

Population, vanligen en samling individer från ett avgränsat område och som har en viss grad av anpassning till sin växtplats. Notera att population ofta syftar på något som förändras över tiden.

Populationsgenetik. Fokuserar på gen- och genotyp frekvenser i populationer och deras ändringar.

Proveniens, population eller grupp av individer av samma art förekommande inom eller härstammande från ett med större eller mindre noggrannhet angivet område.

Receptivitet, mottaglighet, det stadium hos en blomställning eller enskild blomma då denna är mottaglig för pollen.

Recessiv, allel som kommer till uttryck endast i homozygot form; döljs i närvaro av dominant allel.

Reciproka korsningar, omkastning av fader och moder; korsningen $A \times B$ är reciprok till $B \times A$ (modern sätts vanligen först i denna typ av uttryck).

Regulatorgen, en gen som reglerar en annan gens aktivitet. Många regulatorgener kodar för transkriptionsfaktorer, vilka är proteiner som binder till promotorområdet och påverkar hur aktivt genen transkriberas till mRNA.

Repetitivt DNA, innebär att vissa sekvenser av DNA återkommer många gånger i det haploida genomet, t o m upp till en miljon gånger och utgör hos barrträdsarterna 70–80 % av det totala DNA.

Ribosom, en cellulär partikel, bildad av proteiner och RNA, där mRNA translateras till protein.

Selektionsdifferential, skillnaden mellan medelvärdet i den utvalda delen av en population och utgångspopulationens medelvärde.

Selektionsintensitet Selektionsdifferentialen uttryckt i utgångspopulationens standardavvikelse.

Självfertilitet, självbefruktnings ger upphov till en avkomma.

Självpollinering, innebär att pollen från den egna individen ombesörjer pollineringen.

Självsterilitet, oförmåga att ge en avkomma vid självbefruktnings.

Skräp-DNA, DNA som förmodligen saknar funktion.

Specifik kombinationsförmåga, innebär att vissa par av föräldrar vid samkorsning ger en avkomma som starkt avviker, positivt eller negativt, från vad förväntas med ledning av deras allmänna kombinationsförmåga (se detta ord).

Stambrev, skogsodlingsmaterial får saluföras endast om det finns stambrev för materialet. I Sverige utfärdas stambrev för frö producerat i Sverige, skogsodlingsmaterial importerat från land utanför EU samt för växtdelar. Stambrev utfärdas av Skogsstyrelsen efter ansökan. Stambrevet är ett certifikat innehållande uppgifter om skogsodlingsmaterialets härkomst. Syftet är att säkerställa härkomstuppgifterna samt att markägaren i framtiden, via uppgifterna i stambrevet, ska kunna identifiera sitt bestånds härkomst. För att få stambrev för svenskt frö krävs att det kommer från en godkänd frökälla och att det finns insamlingsintyg och i förekommande fall klängningsintyg. Ansökan ska göras på särskild blankett inom en månad efter insamling alternativt klängning.

Sticklingar, (vanligen) avskurna stam-, gren- eller rotdelar med eller utan blad, vilka kan användas för vegetativ förökning av växter antingen genom att de sticks ned i jord

eller annat lämpligt odlingssubstrat för att slå rot och bilda ny planta eller ympas på annan växt. En stickling ger upphov till en ny planta med identiskt samma genetiska konstitution som ursprungsplantan. En uppsättning sticklingar från samma moderväxt kallas en klon. Används nu i begränsad skala för direkt utplantering i skogsmark, s.k. klonskogsbruk. Vid energiskogsodling används uteslutande sticklingar vid planteringen.

Strobilus, blomställning.

Termoperiod, en under dygnet regelbundet växlande temperatur (t.ex. 20° C dagtemperatur och 10°C nattemperatur).

Tetraploid, (4n) en individ med fyra homologa kromosomuppsättningar.

Transgen växt, till växten har överförts en gen med hjälp av genteknik.

Triploid, (3n), en individ med tre homologa kromosomuppsättningar.

Upprepat urval, återkommande urval som ingår i ett cykliskt förädlingsprogram.

Ursprung (origin) avser varifrån ett materials gener ursprungligen härstammar, det kan t.ex. vara Harz i Tyskland eller Belarus. Men när man går längre tillbaks än moderträd så uppstår osäkerhet, de olika förfäderna behöver inte stå på samma växtplats, och ju längre tillbaks man går, ju mer heterogent blir ursprunget, och ju mer kan också de ärftliga egenskaperna ha påverkats på vägen.

Zygot, cell som bildas genom sammansmältning av en äggcell och en pollencell.

Jo2008/1883

Bilaga 6. Kunskapssammanställning Skogsskötselserien



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden, Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Skogsträdsförädling

Manuskript under färdigställande.

Denna kunskapssammanställning om skogsträdsförädling ingår som del nr 19 i *Skogsskötselserien*, en kunskapssammanställning om skogsskötsel, publicerad och fritt tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Delen *Skogsträdsförädling* kommer att slutredigeras under mars 2010 och publiceras på nätet, sannolikt i april. I slutredigeringen ingår bland annat att rita om diagram så de får en enhetlig profil, utforma ett omslag (förstasida), m m.

Författare är: Ola Rosvall, Bengt Andersson, Karl-Anders Högberg, Lars-Göran Stener, Gunnar Jansson, Curt Almqvist, Johan Westin, samtliga vid Skogforsk.

Skogsskötselserien är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar. Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skogsskötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. Plantering av barrträd
4. Naturlig förnyring av tall och gran
5. Sådd
6. Röjning
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. Skötsel av björk, al och asp
10. Skötsel av ädellövskog
11. Blädningsbruk
12. Skador på skog
13. Skogsbruk - mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för människan i skogen
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi
19. *Skogsträdsförädling*

Skogsskötselserien finansieras av Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet och LRF Skogsägarna. Bidrag har även lämnats av Energimyndigheten för behandling av frågor som rör skogsbränsle och av Stiftelsen Skogssällskapet.

Styrgrupp för projektet:

Carl Appelqvist, Skogsstyrelsen (projektägare)
Arne Albrektson, SLU; ersatt i januari 2008 av Urban Nilsson, SLU
Jan-Åke Lundén, LRF Skogsägarna
Hans Winsa, Skogsindustrierna
Jonas Bergquist, Skogsstyrelsen

Projektledare: Clas Fries, Skogsstyrelsen

Skogsskötselserien – Skogsträdsförädling

2010

Författare: Ola Rosvall (avsnittet *Betydelsen av förädlade träd i skogsbruket*), Bengt Andersson (*Egenskaper hos förädlade plantor* och *Skogsträdsförädling för ett förändrat klimat*), Karl-Anders Högborg (*Användning av förädlade plantor* och *Hur sker massförökning?*), Lars-Göran Stener (*Användning av förädlade plantor*), Gunnar Jansson (*Hur går skogsträdsförädling till?*), Curt Almqvist (*Hur sker massförökning?*), Johan Westin (*Förädlade träd i skogslandskapet*), samtliga vid Skogforsk.

Redaktörer: Karl-Anders Högborg och Clas Fries

Typografisk formgivning: Michael Håkansson, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Illustrationer och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen

Foto omslag: NN

Utgivning: Skogsstyrelsens förlag, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Innehåll

SKOGSTRÄDSFÖRÄDLING	5
Betydelsen av förädlade träd i skogsbruket	6
Förädlade träd ger högre tillväxt, vitalitet och kvalitet.....	6
Skogsbruk innehåller osäkerhet och risk	7
Tillväxt, motståndskraft och goda kvalitetsegenskaper kan förenas.....	7
Skötsel av förädlade träd på beståndsnivå	9
Förädlade plantor ger jämnare förnygring	9
Tidigare gallring med förädlade träd	10
Tidigare förnygringsavverkning	10
Skogssådd	10
Natur- och miljöhänsyn.....	12
Skogsskötselstrategier med förädlade träd.....	13
Vanliga skötselprogram och deras lönsamhet.....	13
Varianter av vanliga skogsskötselprogram	19
Förädlade träd öppnar för nya skötselprogram	23
Ökade avverkningsmöjligheter med förädlade träd på bestånds-, fastighets- och företagsnivå	24
Framtida tillväxtökning ger avverkningsmöjligheter i nuvarande bestånd	25
Beslut på beståndsnivå ger effekt på fastighets- och företagsnivå.....	26
Ökade avverkningsmöjligheter genom förädlade skogar på nationell nivå	30
Egenskaper hos förädlade plantor	33
Tall och gran	33
Första plantageomgången – 10 % högre tillväxt.....	33
Andra plantageomgången – 10–20 % högre tillväxt.....	34
Tredje plantageomgången – 25 % högre tillväxt, bättre kvalitet och överlevnad.....	34
Hög robusthet och genetisk variation	36
Särplockning och sticklingar ökar vinsten	39
Förädling av andra trädslag än tall och gran	40
Användning av förädlade plantor.....	41
Plantor från granplantager.....	42
Plantor från tallplantager.....	43
Nya plantager med contortatall anläggs.....	44
Lärk	45
Sitkagran och douglasgran	46
Lövträd	46
Hur går skogsträdsförädling till?	50
Förädlingsteori	52
Metodik i den svenska förädlingsstrategin	56
Genetisk variation	58
Allelfrekvensernas betydelse för variationen.....	58
Additiv varians som mått på genetisk variation.....	60
Effektiv populationsstorlek, släktskap och inavel.....	61
Hur sker massförökning?	62
Generativ förökning	62
Tre omgångar svenska fröplantager.....	62
Plantbehovet styr fröbehovet som styr plantagebehovet	63

Klonurval till fröplantager	64
Lokalisering och anläggning av fröplantager	65
Kott- och fröproduktion i plantager	66
Åtgärder för att öka fröproduktionen	70
Vegetativ förökning	73
Metoder för vegetativ förökning.....	73
Mikroförökning.....	76
Genetisk vinst med vegetativ förökning – olika modeller	78
Vegetativ förökning i förädlingen.....	79
Vegetativ förökning i skogsbruket.....	79
Skogsträdsförädling för ett förändrat klimat.....	81
Vad vet vi om det framtida klimatet?	81
Förutsättningar för skogsproduktion om 100 år.....	82
Behöver vi plantor med nya egenskaper?	83
Anpassning på lång sikt	84
... och modifierad användning på kort sikt.....	85
Nya trädslag	86
Förädlade träd i skogslandskapet	88
Skogsodling har påverkat skogslandskapet.....	88
Från beståndsfrö till plantagefrö	88
Skogsodlingens betydelse på kort sikt	89
Skogsodlingsmaterialens betydelse på lång sikt	90
Skogsodlingens effekt på genbevarande och evolution	92
Skogsodlingens effekt på genetisk variation.....	93
Genetisk variation i enskilda egenskaper.....	95
Klonskogsbruk kan ge hög produktion men har risker.....	97
Familjeskogsbruk – de bästa klonerna korsas.....	98
Litteratur	99
Litteratur för fördjupning	105

SKOGSTRÄDSFÖRÄDLING

Skogsträdsförädlingens betydelse. Skogsträdsförädling är den viktigaste komponenten i strävan efter att öka virkesproduktionen. Effekterna är långsiktiga men blir stora. Den högre tillväxten betyder att skötselprogram kommer att ändas så att gallringar kommer tidigare och omloppstiden kortas. Detta samtidigt som andra egenskaper också förbättras. Ekonomiska kalkyler visar på god lönsamhet på de allra flesta markerna.

Högre tillväxt och förbättrad kvalitet. Det förädlade material som finns praktiskt tillgängligt idag ger en ökad tillväxt på mellan 10 och 20 % beroende på vilken plantage fröet hämtas från. Kvalitetsegenskaperna (rakhet, grenvinkel, grengrovlek, etc) är bättre jämfört med oförädlad beståndsmaterial även om förbättringarna inte är lika påtagliga.

Användning av förädlad material. Det finns god kunskap om var det förädlade materialet passar att använda för huvudträdslagen tall, gran, björk och contortatall. För övriga trädslag varierar kunskapen, men det finns genetiska urval och fröplantager för de flesta.

Genetisk vinst och genetisk variation balanseras. Skogsträdsförädling kan delas upp i tre moment som upprepas i cykler: urval, korsning och testning. Efter testning sker ett nytt urval och en ny förädlingscykel har påbörjats. Den svenska förädlingsmodellen balanserar genetisk vinst och genetisk variation på ett effektivt sätt genom att förädlingspopulationer delas upp i underpopulationer som behandlas separat.

Massförökning. Den helt dominerande metoden att i stor skala utnyttja de genetiska framstegen i förädlingen är genom fröplantager. Fröplantager anläggs med syfte att producera stora mängder frö med testade och utvalda föräldrar. Vegetativa förökningsmetoder, till exempel sticklingsförökning och somatisk embryogenes, kan öka den genetiska vinsten ytterligare och kan förväntas ta en betydligt större andel av plantproduktionen när de utvecklats och blivit mer kostnadseffektiva.

Effekter i skogslandskapet. Skogsträdsförädlingens effekter i skogslandskapet är små i förhållande till den påverkan som skogsodling i sig innebär. Högre tillväxt ger sannolikt kortare omloppstider och därmed i genomsnitt tätare och mörkare skogar, men det tar lång tid för att detta ska bli påtagligt. Sådana effekter kan också motverkas genom olika skötselåtgärder.

Betydelsen av förädlade träd i skogsbruket

Att använda förädlade plantor får betydelse för det enskilda beståndets utveckling och skötsel, den aktuella fastighetens eller företags avverkningsmöjligheter samt påverkar hela landets virkesförsörjning. Att satsa på förädlade träd är som att byta till skog på bättre bonitet. Skogen växer fortare, gallringarna kommer tidigare, omloppstiden blir kortare och effekterna på natur och miljö är små. Genom att förädlade träd är mer motståndskraftiga, har bättre överlevnadsförmåga och i flera avseenden bättre kvalitet kan föryngring och skogsskötsel modifieras på olika sätt. Generellt ökar lönsamheten påtagligt eftersom förädlade plantor inte kostar mycket mer än oförädlade.

Förädlade träd ger högre tillväxt, vitalitet och kvalitet

I dag kan man köpa plantor från fröplantager med olika förädlingsnivå. Från de äldsta plantagernas vinstnivå på 10 % ökad medeltillväxt, jämfört med oförädlad beståndsförö, till de yngsta nu producerande med upp till 20 % vinst i medeltillväxt. Ännu några procentenheter kan läggas till på vinsten om man gör en så kallad särplockning, dvs att man plockar kottar på de bästa träden i plantagerna. Gransticklingar från kontrollerade korsningar ger 20–25 % tillväxtvinst, men finns än så länge bara i liten skala.^{1 2}

Förädlade träd har förutom ökad tillväxt även ökad vitalitet och högre överlevnad. Detta är högst påtagligt för tall i norra Sveriges höglägen där avgångarna till följd av väder- och skadesvampar pågår under många år. Ökad vitalitet gör också att det blir mindre kvalitetsnedsättande skador, till exempel sprötkvistar och dubbeltoppar.

Förädlade träd har även förbättrad stamkvalitet i andra avseenden. De är rakare, har större grenvinkel, dvs grenarna står mer rakt ut från stammen, de har klenare grenar och mindre defekter vid grenvarven. Virket kommer därmed att ha en bättre kvistkvalitet.

Det går inte att lika enkelt som för tillväxt ange hur mycket kvalitetsegenskaper förbättrats. Det varierar från fröplantage till fröplantage och från landsända till landsända. Yngre fröplantager med utvalda testade plusträd ger upphov till plantor med bättre vitalitets- och kvalitetsegenskaper än äldre. Det enklaste sättet att ta reda på vilka förädlade träd som är lämpliga för en viss plats samt deras egenskaper är att besöka Skogsforsks hemsida Kunskap Direkt³ (se även avsnittet *Användning av förädlade plantor*).

¹ Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

² Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlings effekter för simulering med Hugin i SKA 08. Skogforsk, *Arbetsrapport* 665, 38 s.

³ Se: www.skogforsk.se (länk: KunskapDirekt / Verktyg).

Skogsbruk innehåller osäkerhet och risk

Att plantera och sköta skog är alltid förknippat med osäkerhet och risk. Skogsskötsel är en lågintensiv verksamhet om man jämför med till exempel jordbruk och trädgårdsskötsel. Träd och plantor är hänvisade till att växa under lång tid – kanske 100 år – med små möjligheter att påverka miljön. De utsätts för växlande väder och många skadeorganismer. Och vem vet vad marknaden efterfrågar när träden skall avverkas?

Målsättningen med skogsträdsförädlingen är att öka trädens förmåga att motstå skador och att bättre utnyttja den begränsade tillgången på resurser som ljus, växtnäring och vatten, att förädla för basala trädegenskaper som motstår förändringar både i miljö och på virkesmarknad. Men här krävs en viss ödmjukhet vad gäller förädlarnas förmåga att förutse alla möjliga risker och mäta rätt egenskaper hos träden. Därför är själva fältprovningen av förädlingsmaterialen upplagd så att det långsiktigt går att övervaka om något oförutsett inträffar.

I de befintliga förädlingsmaterialen känner vi inte till några förändringar som innebär förhöjd risk. Det finns ändå några förhållanden som rör osäkerhet och risk som kan nämnas här. När förädlarna väljer träd till fröplantager och fortsatt förädling lägger de vikt på olika egenskaper så att den totala nyttan mätt i ekonomiskt värde skall bli så stor som möjligt. De flesta egenskaper nedärvs oberoende av varandra men några kan hänga ihop och några stå i motsatsförhållande till varandra. Då blir viktningen av egenskaperna en avvägning mellan dem och resultatet en kompromiss.

Tillväxt, motståndskraft och goda kvalitetsegenskaper kan förenas

I skogsträdsförädlingen bevakas särskilt de egenskaper som kan försämrats av att en annan egenskap förbättras. Det gäller även egenskaper som man valt att inte förbättra. Skogforsk kartlägger därför kontinuerligt, med hjälp av fälttesterna, hur olika egenskaper samvarierar. Den senaste sammanställningen är gjord av Ericsson (2007).⁴ I stora drag kan man säga att det inte finns några allvarliga motsättningar mellan tillväxt och virkeskvalitet vad gäller stamraket och grenegenskaper (figur SF1).

Snabbväxande träd får bredare årsringar och därmed lägre densitet, men denna form av lägre densitet är densamma som en högre bonitet skulle ha medfört och kan motverkas genom att hålla skogen tätare. Veddensitet är en viktig egenskap för biomassatillväxt, utbyte av pappersmassa och virkets hållfasthet. Med stor vikt på tillväxt vid urval kan även den genetiskt betingade densiteten på lång sikt komma att minska, varför sambandet mellan tillväxt och densitet studeras extra noga.

⁴ Ericsson, T. 2007. Parameter estimates of genetic variation and correlation in growth of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Sweden. Skogforsk, manuskript, 20 s.



Figur SF1 Det har visat sig i skogsträdsförädlingen att hög tillväxt kan för-
enas med kvalitetsegenskaper som stamraket och gynnsamma grenvinklar.
Foto Ola Rosvall.

Det finns heller ingen motsättning mellan motståndskraft mot skador och god kvalitet, tvärtom hänger dessa egenskaper ihop. När det gäller tillväxt och motståndskraft finns en generell hypotes som säger att träd i en resursrik miljö använder mindre resurser på försvarssubstanser och mer på tillväxt⁵ och skulle då uppnå genetiskt betingad hög tillväxt på bekostnad av mindre omfattande försvarsmekanismer. Hypotesen är dock inte bekräftad för förädlade träd. Beroende på skadegörare och skademekanism förekommer både positiva och negativa samband mellan tillväxt och motståndskraft

Den mest grundläggande motsättningen mellan egenskaper gäller tillväxt och frosthärdighet. Det är t ex känt från proveniensforskningen att sydförflyttade tallpopulationer överlever bättre men växer sämre.⁶ Det gäller i princip också för enskilda träd och beror främst på minskad risk för väderskador när tillväxten slutar tidigare på hösten. Låg härdighet och väderskador ökar också risken för angrepp av skadesvampar, till exempel *Gremmeniella* (tallens knopp- och grentorka). När förädlarna väljer träd med god härdighet ökar därför resistensen mot *Gremmeniella*. Men det finns också en komponent i resistensen som är oberoende av tillväxten. Uppföljningar i fältförsöken har visat på mindre skador på förädlade träd, både av den vanligare varianten av

⁵ Coley, P.D., Bryant, J.P. & Chapin, F.S., III. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defence. *Science* 230, 895–899.

⁶ Eiche, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36, 219 s.

Gremmeniella, så kallade *small tree type*, och den mindre vanliga, så kallade *large tree type*.⁷

Data från genetiska försök för *large tree type* fanns inte förrän de stora angreppen uppträdde i början av 2000-talet. Det är ett exempel på att fältprovningens övervakningssystem utnyttjades.

Kravet på en bra synkronisering mellan trädens tillväxtperiod och växtplatsens vegetationsperiod är bakgrunden till proveniensforskningen och anledningen till att det finns olika fröplantager för olika klimat.^{8 9 10}

Skötsel av förädlade träd på beståndsnivå

Att satsa på förädlade träd och sköta dessa bestånd är som att byta till skog på bättre bonitet. Skogen växer fortare, gallringarna skall göras tidigare och omloppstiden blir kortare. Standardmodellen för skogsskötsel inklusive naturhänsyn i skogar med förädlade träd är alltså samma som för vanlig skog på en något högre bonitet. Men förädlade träd med speciella egenskaper öppnar för nya skogsskötselmodeller jämfört med om oförädlade träd används.

Förädlade plantor ger jämnare föryngring

Oftast ser förädlade plantor ut som vanliga plantor. Plantskolorna anpassar såddtidpunkt och skötsel så att plantorna skall få en avpassad storlek till de kruksystem som används. Odlingssystem, krukstorlek, avstånd mellan plantorna och odlingstid avgör därför i högre grad plantornas utseende än deras genetiska konstitution.

Frö från fröplantager är oftast större och mer utvecklat än beståndsfrö. Det gör att plantpartierna normalt blir jämnare, men ökar också plantornas tillväxt den första sommaren. Särskilt granplantor från fröplantager kan växa länge på hösten. Det kan leda till höstfrostsador på plantorna, varför det är vanligt med lågnattsbehandling i plantskolan för att påskynda knoppsättning och invintring.¹¹

Både den högre tillväxten och motståndskraften mot skador hos förädlade plantor ökar överlevnaden. Det skulle kunna utnyttjas genom att plantera färre plantor och ändå få lika tät skog som med oförädlade plantor. Ofta är dock antalet huvudstammar av barrträd i svenska ungskogar så lågt att många anser det som en fördel att de förädlade plantorna ökar tätheten. Men i princip skulle man alltså kunna sänka föryngringskostnaden något genom att plantera färre förädlade plantor med högre överlevnadsförmåga och ändå nå samma täthet som med oförädlade plantor.

⁷ Sonesson, J., m fl. 2007. Genetic variation in responses of *Pinus sylvestris* trees to natural infection by *Gremmeniella abietina*. *Scand. J. For. Res.* 22, 290–298.

⁸ Persson, B. 1994. Effects of climate and provenance transfer on survival, production and stem quality of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Sweden. SLU, inst. för skogsproduktion, *Rapport* 37, 43 s.

⁹ Persson, A. & Persson, B. 1992. Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. SLU, inst. för skogsproduktion, *Rapport* 29, 67 s.

¹⁰ Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 1998, 66 s.

¹¹ Se *Skogsskötselserien* nr 2, Produktion av frö och plantor.
www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Tidigare gallring med förädlade träd

Med en snabb etablering av förädlade plantor med hög tillväxt blir konkurrensförhållandena mer gynnsamma jämfört med självföryngrade barr- och lövplantor. Mest påtagligt är det här för förädlad contortatall och hybridlärk som redan i oförädlad form är betydligt mer konkurrenskraftig mot lövföryngring än tall och den vanligtvis mer långsamstartande granen. En kombination av stora gransticklingar och högsta förädlingsgrad ger dock en mycket snabb tillväxt för granarna i ungskogen.

Förädlade plantor hävdar sig alltså bättre mot konkurrerande träd än oförädlade. För plantor från de flesta nuvarande fröplantagerna av tall och gran är effekterna emellertid inte så stora att de påtagligt minskar röjningsbehovet. Och möjligheten att skapa blandbestånd med lövträd är oförändrade. Generellt är det lönsammare att röja en skog med hög täthet och tillväxt, precis på samma sätt som att det är lönsammare med investeringar på en högre än en lägre bonitet med dagens skogsskötselsystem.

Gallring kan utföras på många olika sätt beroende på målsättningen med skogsbruket. Men i standardfallet bestäms tidpunkten för gallringarna av skogens täthet. Vid ett givet stamantal gallras bestånd på olika boniteter ungefär vid samma utvecklingsstadium. Detta läge bestäms av övre höjdens utveckling. Gallringen sätts in senare, dvs vid högre övre höjd, om stamantalet är lågt. Vid ett högt stamantal sätts gallringen in tidigare och därmed vid en lägre övre höjd.¹²

Oberoende av stamantal förkortas tiden till gallring på en bättre bonitet eller om man använder förädlade träd. Jämfört vid samma stamantal blir gallringsuttaget både vad gäller medelstammens storlek och totaluttaget ungefär lika i oförädlad och förädlad skog oavsett förädlingsgrad och därmed blir alltså gallringsnettot oförändrat.

Tidigare föryngringsavverkning

Det är inga skillnader mellan att föryngringsavverka en förädlad eller oförädlad skog. Om målet med skogsskötseln är högsta lönsamhet och virkespriserna är stabila bestäms tidpunkten för föryngringsavverkning till det läge då beståndets tillväxt inte längre kan förränta markens och beståndets värde.¹³

Den högre tillväxten i förädlad skog gör att virkesförrådet och det kapitalvärde som det representerar byggs upp snabbare och att slutavverkningstidpunkten nås tidigare. Det här resonemanget förutsätter att förädlade och oförädlade träd har samma kvalitet och betalas med samma pris.

Skogssådd

Plantagefrö är överlägset beståndsfrö vid skogssådd. En anledning är att plantagefrön är stora och fullmatade med en frövikts ungefär 50 % högre än ett normalt beståndsfrö. Försök med skogssådd av tall visar att plantagefröplantor efter två år är ca 25 % högre än plantor av beståndsfrö och har drygt dubbla barrbiomassan.^{14 15}

¹² Se Skogsskötselserien nr 7, Gallring. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

¹³ Se Skogsskötselserien nr 18, Skogsskötselns ekonomi, s 31.

www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

¹⁴ Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in boreal forest using orchard or stand seed. SLU, Acta Universitatis agriculturae Sueciae, *Silvestria* 204.

Skogssåddförsök med plantage- och beståndsfrö av contortatall och gran visar på liknande vinster med plantagefrö. Den högre frövikten hos plantagefrö förklarar ungefär hälften av den tidiga tillväxtökningen hos tall vid skogsådd även om plantagefrön vid samma frövikt ger högre plantor än vad beståndsfrö ger. Den vinst som är kopplad till god frökvalitet hos plantagefrö vid skogssådd är en ”engångsvinst” och motsvarar ca ½ års försprång jämfört med plantor uppkomna ur beståndsfrö.

Den genetiska vinsten av att använda plantagefrö kan förväntas vara lika stor som vid plantering och ger en tillväxtökning som varar hela omloppstiden.

Överlevnaden vid skogssådd är oftast starkt förknippad med plantstorlek. Eftersom plantor uppkomna från plantagefrö är större har de därför generellt sett högre överlevnad än plantor från beståndsfrö, vanligen 5–15 % högre. Differensen är oftast störst på lokaler där avgångsorsaken är uppfrysning, vilket är en av de vanligaste avgångsorsakerna vid skogssådd.

Tillgången på plantagefrö är begränsad och priset på plantagefrö är avsevärt högre än för beståndsfrö. Ett tilltalande alternativ är att blanda plantage och beståndsfrö vid sådden. Då kan tillgängligt plantagefrö spridas över en större areal och kostnaden per hektar blir lägre än vid sådd med rent plantagefrö. I ett såddförsök med blandsådd av plantage- och beståndsfrö gjordes en simulerad röjning efter 5 år där högsta plantan i varje såddfläck lämnades. Andelen plantagefröplantor i beståndet ökade från 50 % vid anläggningen till 80 % efter röjning.

Fröträd i förädlad skog

Naturlig föryngring med fröträd kan tillämpas i förädlad skog på samma sätt som i oförädlad. Det avgörande är att släktskapet mellan fröträden är så lågt att det inte uppkommer inavel hos de självföryngrade plantorna. Inavel leder till nedsatt vitalitet och tillväxt.^{16 17} Det kommer att finnas ett visst släktskap mellan träden i en förädlad skog som kommer från fröplantageplantor. Men släktskapet mellan fröträd i förädlad skog är oftast lägre än släktskapet mellan fröträd i en naturligt föryngrad skog. Det beror på att träden i ett naturföryngrat bestånd är närmare släkt med varandra än föräldraträden i fröplantager, speciellt de träd som står nära varandra.

Vid klonskogsbruk med få kloner kommer fröträden att vara genetiskt identiska i samma omfattning som klonernas andel av beståndet. Korsning mellan träd som tillhör samma klon är jämförbart med självpollinering. Självpollinering ger upphov till den högsta graden av inavel. Det vanliga är då att det inte ens blir några frön.

Om det finns minst 5–10 kloner i blandning i en klonskog fungerar en fröträdsställning också bra för självföryngring. Rent teoretiskt kommer då 80–90 % av pollenet som pollinerar en viss fröträdsklon från de andra obesläktade fröträdsklonerna. De 10–20 % av pollenet som kommer från den egna klonen resulterar huvudsakligen i motsvarande mängd mindre frö. Av den

¹⁵ Wennström, U. 2002. Som du sår får du skörda. Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt. Skogforsk, Resultat 20, 2002, 4 s.

¹⁶ Falconer, D.S. & Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to quantitative genetics*, 4th Edition. Longman. London and New York. 464 s.

¹⁷ Eriksson, G., Ekberg, I. & Clapham, D. 2006. *An introduction to Forest Genetics*. SLU, inst. för växtbiologi och genetik. 185 s.

lilla andel av självbefruktningen som resulterar i levande plantor konkurreras de flesta successivt ut. Produktionsförlusten blir därför liten i jämförelse med produktionsvinsten av att fröträden är förädlade.¹⁸ I praktiken tillkommer inflytandet av det allmänna pollenmolnet som står för i storleksordningen hälften av alla pollineringar och av insädd från omgivande bestånd. Därför fungerar det att självföryngra även om det bara skulle finnas en enda klon i beståndet och alla fröträd därmed är genetiskt identiska. Men i ytterligare nästa generation skulle släktskapet öka.

Bland det sämsta tänkbara är att ställa fröträd i en skog med träd från en enda kontrollerad korsning. Där är alla träd och därmed de utvalda fröträden helsyskon. Den realiserade inavelsnedsättningen blir därmed stor. Det skulle i princip bli resultatet av att ställa fröträd i självföryngringen av en skog med bara två kloner och ingen inkorsning av utifrån kommande pollen.

Natur- och miljöhänsyn

Från natur- eller miljösynpunkt skiljer sig inte en kulturskog med förädlade träd på något påtagligt sätt från en kulturskog med oförädlade träd. Naturvärden skapas framförallt genom skogsskötseln, i synnerhet via hänsyn vid slutavverkning men även genom trädslagsval vid plantering och röjning. Kvarlämnade av evighetsträd, högstubbar, död ved, lövträd samt den nya skogens trädslagssammansättning, täthet och luckighet (gläntor) kan regleras på samma sätt i en förädlad som i en oförädlad skog.¹⁹

Den ökade tillväxten genom förädlade träd kan användas för att behålla avverkningsnivån oförändrad på en fastighet eller i ett landskap om virkesmarknaden är mättad. Då behövs det mindre areal produktionskog och utrymmet ökar för en mer naturvårdsinriktad skötsel på övrig areal. Men utnyttjas förädlade träd för att öka den totala virkesproduktionen i landskapet kan möjligheten till kortare omloppstider förändra natur- och miljövärdena.

Kortare omloppstid leder långsiktigt till en större årlig avverkningsareal. Visserligen blir träden i den mogna skogen lika stora men de är yngre och varje utvecklingsstadium går fortare, även hyggesfasen. Ökad tillväxt och ökade virkesuttag uttag innebär i princip ökad markförurning. Modellstudier av ökad tillväxt under lång tid i hela landskap visar på ökad kolinlagring, minskad mängd grov död ved men ingen tydlig effekt på avrinningsvattnets kväveinnehåll.²⁰

Även om förädlade träd eller bestånds direkta effekt på andra organismer i ekosystemet inte studerats i någon större omfattning så bedöms det inte föreligga några märkbara effekter på biologisk mångfald med dagens skogsodlingsmaterial.²¹ Inte heller vid ett tänkt klonskogsbruk med klonblandningar är det trädens genetik utan sammanhanget med intensivt skogsbruk som är

¹⁸ Sonesson, J., m fl. 2001. Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 59 s.

¹⁹ Se *Skogsskötselserien* nr 14, Naturhänsyn. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

²⁰ Weslien, J., m fl. 2009. Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modeling study. *Scand. J. For. Res.* 24, 333–347.

²¹ Rytter, L., m fl. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar med hänsyn till miljö och sociala värden. Skogforsk, *Arbetsrapport* 684, 94 s.

negativt för den biologiska mångfalden på beståndsnivå och om det får en så stor omfattning att det skulle dominera i landskapet.^{22 23}

Om den ökade tillväxten skulle bero på att förädlade träd kan bygga upp en större barrmassa per hektar, som i exemplet med den snabbväxande contortatallen jämfört med vanlig tall, skulle förädlade skogar vara mörkare och därmed påverka utrymmet för tillväxt hos andra *autotrofa* organismer.²⁴ Men ökad tillväxt kan uppkomma på olika sätt. Träden kan som contortatall eller gran absorbera en större andel av inkommande solenergi men de kan också omvandla solenergi effektivare, fördela mer av *assimilatet* på stamtillväxt eller förlora mindre tillväxt genom avgång och skador. Själva tillväxten kan pågå under längre tid under vegetationsperioden eller ske snabbare under en kortare tid.

Skogsträdsförädlarna arbetar med hypotesen att under många generationer av förädling så bidrar alla dessa faktorer till ökad tillväxt och att inflytandet från faktorerna varierar från träd till träd. Det är i linje med det faktum att nästan alla gener på ett eller annat sätt påverkar tillväxtförmågan, inte några få tillväxtgener.²⁵

Skogsskötselstrategier med förädlade träd

I princip går skogsskötsel vid trakthyggesbruk ut på att anpassa skogens täthet till dess tilltagande höjd. Allteftersom träden blir längre och större glesas skogen ut. Under ett träds utveckling innebär det praktiskt att man omskolar plantor i plantskolan och enkelställer, röjer och gallrar i skogen.

Att utveckla skogsskötselstrategier är ett kompromissande mellan att få hög tillväxt genom många men slanka träd i tät skog och att producera värdefulla stora träd i glesare skog. När väl målsättningen är fastlagd är det beståndets höjd och stamantal som bestämmer när åtgärden skall göras. Även om många skogsägare inte har en strikt ekonomisk målsättning med sitt skogsbruk är det bra att göra ekonomiska analyser för att förstå konsekvenserna av olika handlingsalternativ.

Vanliga skötselprogram och deras lönsamhet

Exempel för T24 och G24

I figur SF2 samt tabell SF1 redovisas stående virkesförråd över tiden i ett tallbestånd och ett granbestånd som anlagts med förädlade plantor som växer 15 % bättre i jämförelse med oförädlade. Kostnader för föryngring och avverkning samt en genomsnittlig virkesprislista för senare år under mellan-svenska förhållanden har använts för att beräkna kostnader och intäkter samt att optimera omloppstiden vid ett reall räntekrav på 2,5 %. I kostnaden för föryngring ingår markberedning, plantor, plantering, hjälpplantering, röjning samt kostnader för olika åtgärdskontroller. Alla kostnader för föryngring är

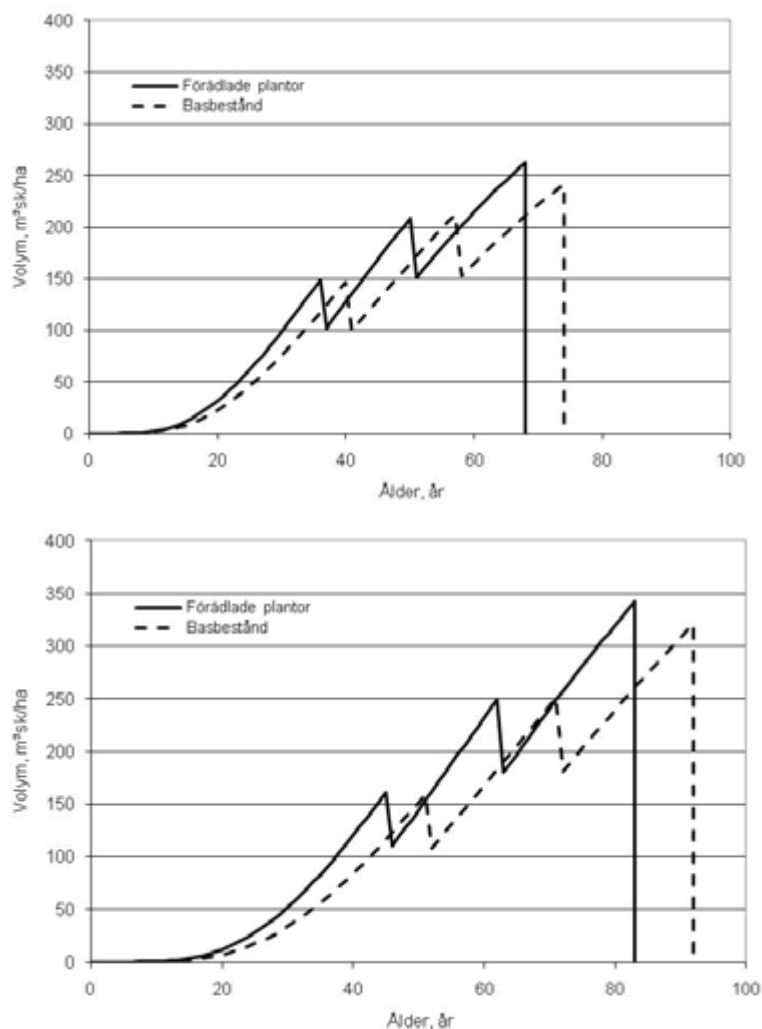
²² Sonesson, J., m fl. 2001. Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. Skogforsk, *Redogörelse 1*, 2001, 59 s.

²³ Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. *Möjligheter till intensivodling av skog*. Slutrapport regeringsuppdrag JO 2008/1885. SLU, 136 s.

²⁴ Andersson, B., Engelmärk, O., Rosvall, O. & Sjöberg, K. 1999. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbruk med contortatall i Sverige. Skogforsk, *Redogörelse 1*, 1999.

²⁵ Eriksson, G., Ekberg, I. & Clapham, D. 2006. *An introduction to Forest Genetics*. SLU, inst. för växtbiologi och genetik. 185 s.

lika utom den extra kostnaden 0,04 kr per planta för plantagefrö. Kostnaderna uppkommer efter kortare tid i det förädlade beståndet eftersom utvecklingen går snabbare. De modeller som använts för att beräkna skogsproduktion och ekonomiskt utfall är beskrivna av Rosvall & Eriksson (2002).²⁶



Figur SF2 Virkesförrådets utveckling för oförädlade och förädlade plantor i ett tallbestånd (a) och ett granbestånd (b) med ståndortsindex H100 24 m. Ekonomiskt optimal omloppstid vid räntan 2,5 %.

²⁶ Rosvall, O. & Eriksson, B. 2002. Nya fröplantager i Sverige – underlag för strategiska beslut. Skogforsk, Arbetsrapport 499, 27 s.

Tabell SF1 Virkesproduktion och ekonomi under mellansvenska förhållanden för oförädlad och förädlad tall och granskog på ståndortsindex H100 24 m. Antalet planterade plantor per ha är 2 300 och röjning sker vid 3 m övre höjd. Antalet träd per ha vid första gallring är 1 800 och bestånden gallras två gånger enligt figur SF2. Källa: Rosvall m fl (2007).²⁷

	Tall		Gran	
Förädlingseffekt på tillväxten, %	0	+15	0	+15
Ekonomiskt optimal omloppstid, år	74	68	92	83
Medeltillväxt, m ³ sk/ha och år	5,0	5,8	5,2	6,0
Totalproduktion, m ³ sk/ha	361	383	457	480
Föryngringskostnader, kr/ha (nuvärde)	– 8 064	– 8 198	– 8 983	– 9 170
Markvärde, kr/ha	8 686	13 655	5 779	10 640

I dessa båda fall, där förädlade plantor ökar medeltillväxten med 15 %, förkortas omloppstiden med 6 år för tall och 9 år för gran. Därmed blir den totala tillväxtökningen under den kortare omloppstiden bara 5–6 % högre. Markvärdet ökar med 57 % för tall och 84 % för gran. Det är alltså lönsammare att avverka bestånden tidigare än att bygga upp stora virkesförråd under en längre omloppstid.

Effekt av 10–30 % tillväxtökning på olika bonitet

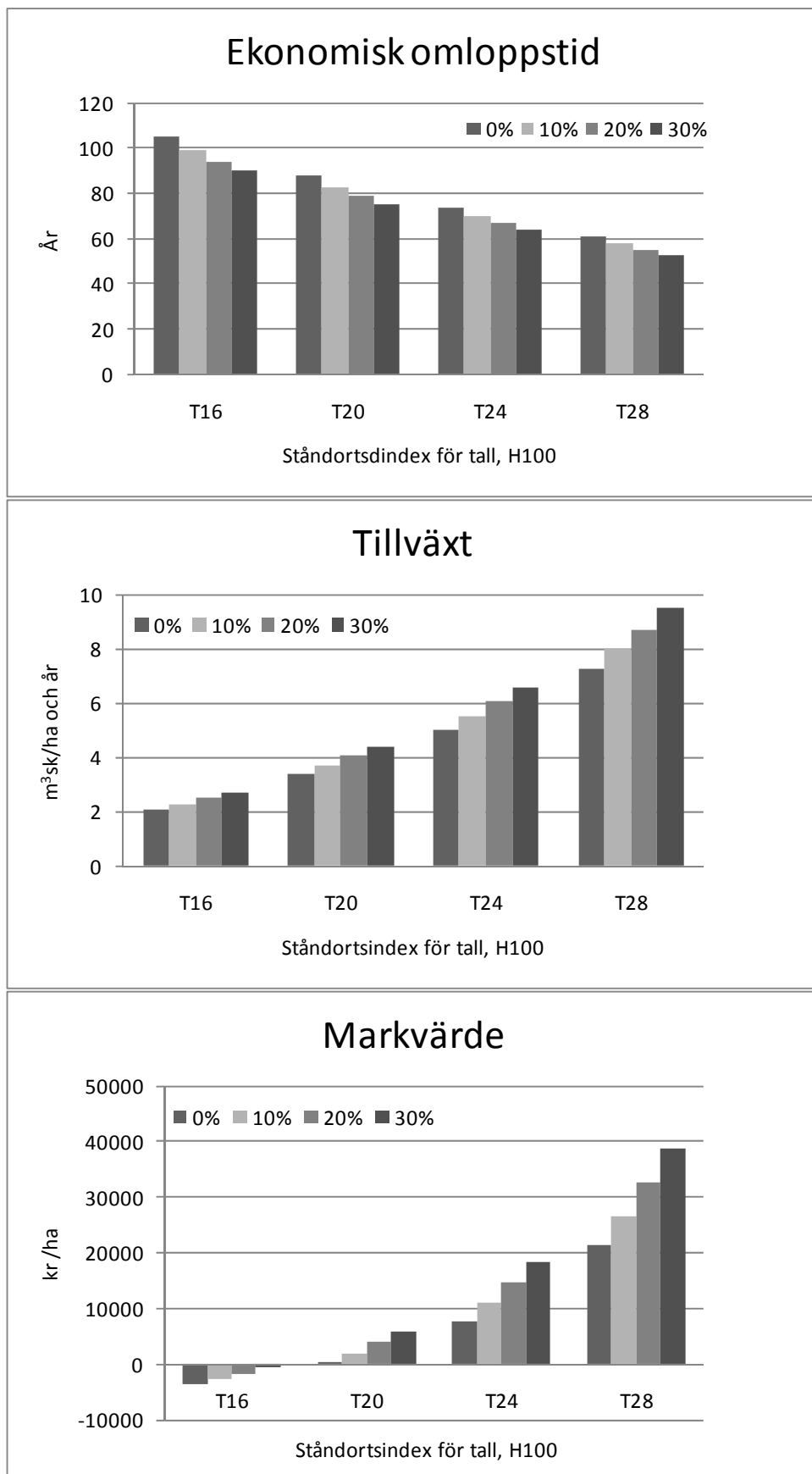
I figur SF3 och SF4 redovisas hur ekonomiskt optimal omloppstid, medeltillväxt, och markvärde påverkas av att använda förädlade plantor av tall och gran på olika ståndortsindex.

Skötselprogram för jämförelsen av effekt av tillväxtökningen

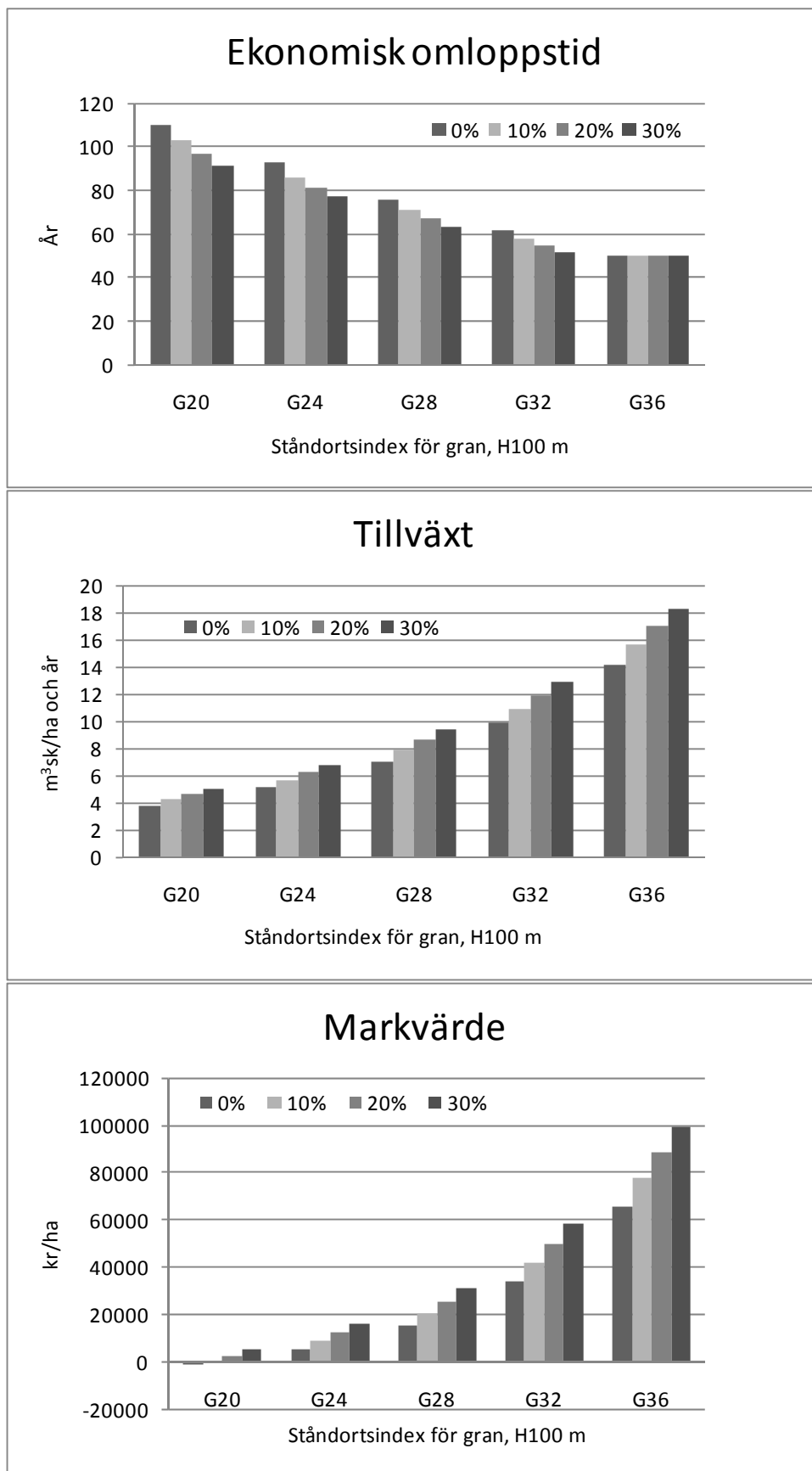
Skötselprogrammen är anpassade så att det investeras mer på höga än på låga ståndortsindex. För tall varierar plantantalet mellan 1600 och 2500 plantor per ha. Förädlade plantor kostar 0,04 kr extra. Röjning sker vid 3 m övre höjd till en kostnad som varierar mellan 1550 och 2450 kr per ha. I övrigt är de olika föryngringskostnaderna lika per planta eller per ha. Stammantalet vid första gallring varierar mellan 1200 och 2000 per ha. T16 gallras en gång, övriga två gånger. Första gallring sker som låggallring med 35 % (T16 40 %) vid 12–13 m övre höjd och andra gallring också som låggallring med 25–30 % vid 16–18 m övre höjd.

För gran varierar plantantalet beroende på ståndortsindex mellan 2300 och 2500 plantor per ha. Röjning sker vid 3 m övre höjd och kostnaden varierar mellan 2350 och 3550 kr per ha. Plantkostnaden varierar mellan 1,10 och 1,70 med tillägg av 0,04 kr för förädlade plantor och planteringskostnaden varierar mellan 1,00 och 1,20. I övrigt är de olika föryngringskostnaderna per planta eller per ha lika. Stamantalet vid första gallring varierar mellan 1800 och 2200 per ha. Första gallring sker med 35 % som låggallring vid 14 m övre höjd och andra gallring också som låggallring med 30 % vid 18–19 m övre höjd. Priser och kostnader avser mellansvenska förhållanden.

²⁷ Rosvall, O., m fl. 2007. Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket – underlag för lönsamhetsberäkningar. Skogforsk, *Arbetsrapport* 640, 59 s.



Figur SF3 Effekt av 10, 20 och 30 % ökad tillväxt av förädlad tall på ekonomiskt optimal omloppstid, medeltillväxt och markvärde på olika ståndortsindex vid 2,5 % ränta.

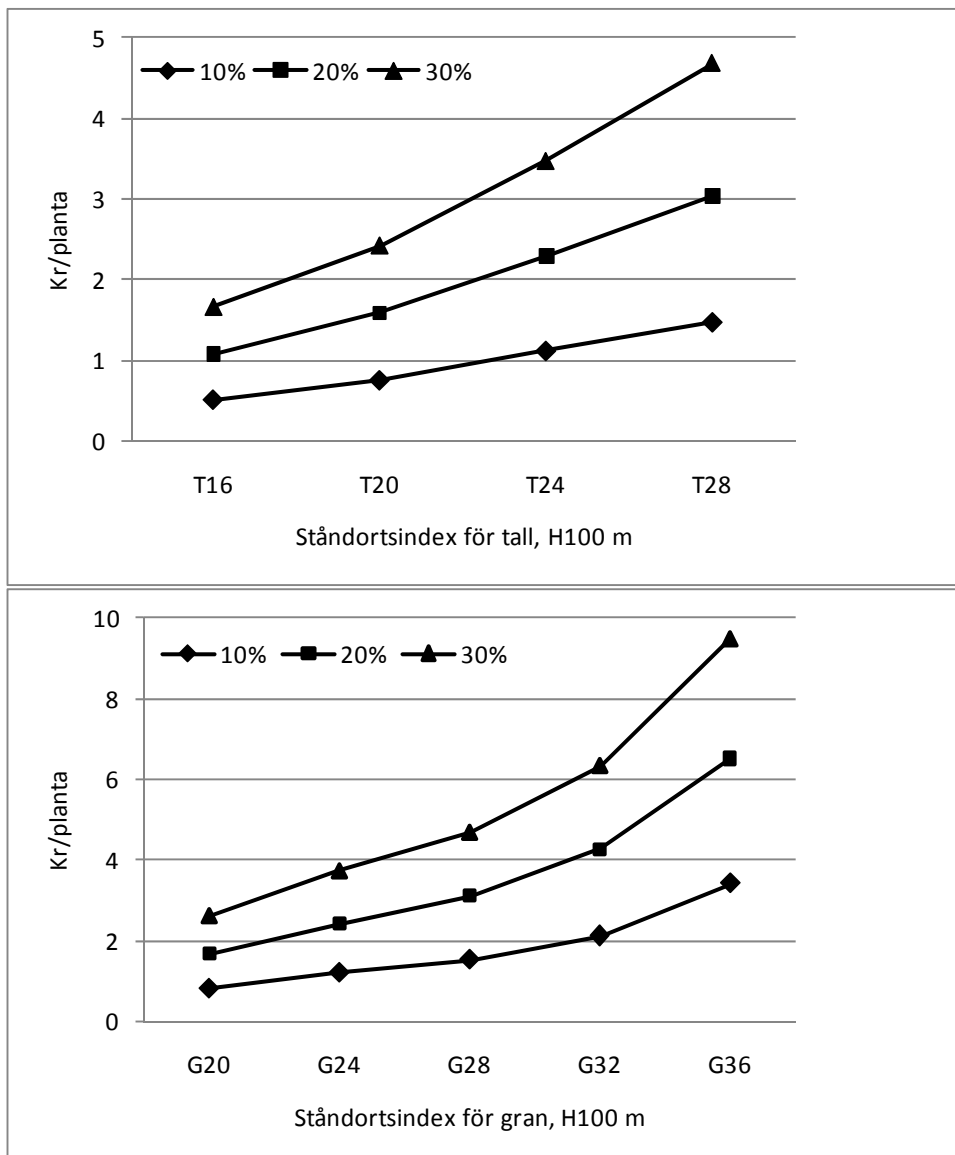


Figur SF4 Effekt av 10, 20 och 30 % ökad tillväxt av förädlad gran på ekonomiskt optimal omloppstid, medeltillväxt och markvärde på olika ståndortsindex vid 2,5 % ränta.

När tillväxten ökar med 10, 20 och 30 % förkortas den ekonomiskt optimala omloppstiden med ca 5, 10 och 15 % för tall och med 7, 12 och 17 % för gran. Trots lågt plantantal och en gallring på ståndortsindex T16 är det inte lönsamt att plantera vid det aktuella räntekravet 2,5 %. Men med förädlade plantor som växer 30 % bättre blir plantering nästan lönsamt. På T20 nås visserligen förräntningskravet med oförädlade plantor, men marginalerna är små jämfört med om man väljer förädlade plantor. För gran på G20 räcker det med att de förädlade plantorna växer 10 % bättre för att plantering skall bli lönsamt.

Skulle vi sänka räntekravet eller anta att framtida priser blir högre än dagens blir plantering med oförädlade plantor lönsamt även på låga ståndortsindex. Kalkylen visar vikten av att hålla i utgifterna på de svagaste markerna och att förädlade plantor bidrar till ökade intäkter och ökad lönsamhet. Ju högre ståndortsindex desto mer ökar lönsamheten av att välja förädlade plantor.

I figur SF5 redovisas det ökade nettonuvärdet av att plantera förädlade plantor utslaget per planta. Det motsvarar det pris man skulle kunna betala extra för förädlade plantor utan att den ursprungliga lönsamheten förändras vid 2,5 % ränta (Observera att plantering på T16 är olönsamt även vid 30 % förädlingseffekt och på G20 vid 10 % förädlingseffekt enligt ovan.) Vid det aktuella räntekravet finns det t ex utrymme att betala 3 kr extra för gransticklingar till SI G28 om de växer 20 % bättre.



Figur SF5 Ökat nettonuvärde per planterad planta av tall och gran med olika förädlingsvinst på olika ståndortsindex vid 2,5 % ränta. Det motsvarar det pris man skulle kunna betala extra med bibehållen lönsamhet vid detta räntekrav.

Varianter av vanliga skogsskötselprogram

Enligt standardmodellen för skötsel på en högre bonitet planteras något fler plantor och skogen hålls något tätare (även om detta är omdiskuterat). De anförda skälen är att en bättre mark har biologisk bärkraft för en tätare skog och ekonomisk bärkraft för en större investering i både anläggning och skötsel. För det enskilda trädet motverkar den tätare skogen den snabbare ungdomstillväxten, vilket ger tätare årsringar och klenare kvist, varvid virkets kvalitet förbättras.

Skötselprogram med högre tillväxt och oförändrad årsringsbredd

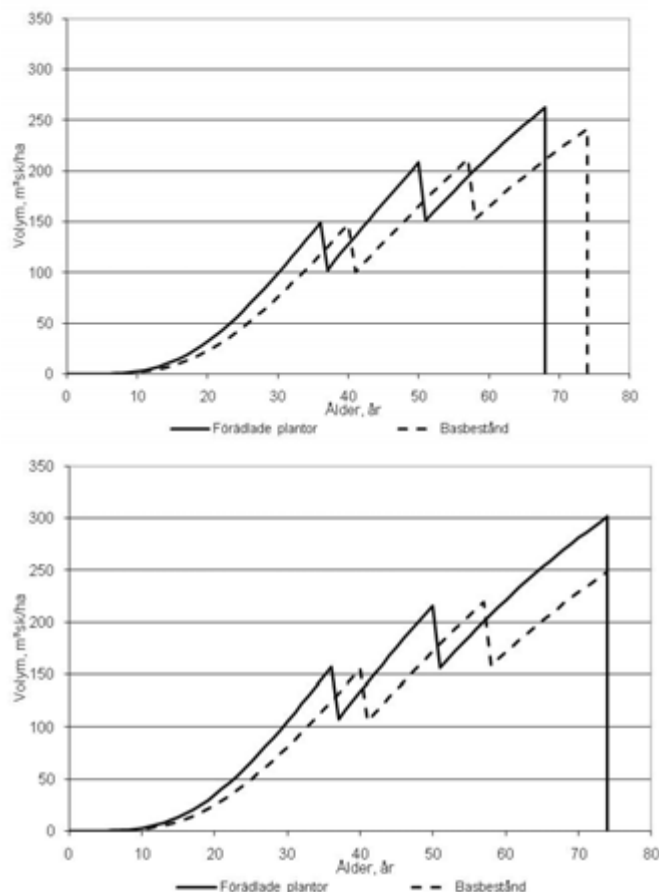
Om man startar den förädlade skogen med samma stamantal som den oförädlade och vill nå samma antal träd i slutavverkning innebär normal skötsel att

gallringar och slutavverkningar kommer tidigare. Träden utvecklas snabbare och man kan plantera nästa skogsgeneration tidigare. I det fallet får träden grövre årsringar (samma diameter på kortare tid).

Ett alternativ skulle kunna vara att ta ut mertillväxten i den förädlade skogen i form av fler träd av samma storlek och ålder och därmed samma årsringsbredd som i den oförädlade skogen. Då får man plantera tätare och hålla skogen tätare under hela omloppstiden. Inom ramen för dessa alternativ kan skötseln varieras på olika sätt beroende på skogsägarens målsättning och förväntningar.

I figur SF6 och tabell SF2 visas en enkel ekonomisk analys av exempel på fyra skogsskötselstrategier för den förädlade skogen. Två av dem illustreras i figur SF6:

1. Oförädlad skog planteras med 2300 plantor/ha som regleras till att ha 1800 stammar/ha vid första gallring. Ekonomiskt optimal omloppstid blir 74 år (figur SF6).
2. Förädlad skog med samma plant- och stamantal (2300 resp. 1800) och gallringsinriktning. Ekonomiskt optimal omloppstid (68 år).
3. Förädlad skog med samma plant- och stamantal (2300 resp. 1800) och gallringsinriktning under oförändrad omloppstid (74 år).
4. Förädlad skog med högre plant- och stamantal (2600 plantor/ha och 2100 stammar/ha vid första gallring) under oförändrad omloppstid (74 år), dvs samma årsringsbredd som i oförädlad skog (figur SF6).



Figur SF6 Volymutveckling för oförädlad och förädlad tallskog som växer 15 % bättre. I a) anläggs och sköts bestånden med samma stamantal och slutavverkas vid respektive beståndets ekonomiskt optimala omloppstid. I b) anläggs och sköts det förädlade beståndet med fler stammar och avverkas vid det oförädlade beståndets optimala omloppstid. Tillväxtökningen tas här ut i form av fler träd med samma ålder, diameter och därmed årsringsbredd som i det oförädlade beståndet.

Högst markvärde vid aktuell ränta (2,5 %) uppnås med förädlade plantor och en ekonomiskt optimal omloppstid på 68 år (tabell SF2). Genom att plantera 300 fler plantor per hektar och öka antalet träd vid första gallring från 1800 till 2200 per hektar kan man efter 74 år avverka 86 fler träd per hektar med samma ålder och medeldiameter (24,1 cm), dvs samma årsringsbredd som i den oförädlade skogen. För att det skall löna sig måste virkespriset för de mer långsamväxande träden öka så mycket att den dyrare beståndsanläggningen kompenseras så att markvärdet inte sänks. (I kalkylexemplet användes samma prislista oavsett årsringsbredd.) Men markvärdet höjs ungefär lika mycket av alla förädlingsalternativen, vilket också visar att man kan ha samma omloppstid i den förädlade skogen som i den oförädlade utan påtagligt sänkt lönsamhet.

Tabell SF2 Beståndsutveckling och ekonomi för oförädlad och förädlad skog som växer 15 % bättre vid olika slutavverkningsålder och beståndstäthet. Jämförelse görs med förädlad skog vid ekonomiskt optimal omloppstid och om omloppstiden förlängs till samma som för oförädlad skog. I jämförelsen ingår också förädlad skog som har tätare utgångsförband för att man skall kunna skörda flera (86 per hektar) lika grova och lika gamla träd som då har samma årsringsbredd. Kalkylränta 2,5 %.

	Om- lopps- tid (år)	Antal stammar per ha			Medel- diame- ter (Dg, cm)	Medel- tillväxt (m ³ sk/ha och år)	Mark- värde (kr/ha)
		Plan- tor	Vid första gallring	I slut- avverk- ning			
Oförädlad	74 ¹⁾	2 300	1 800	574	24,1	5,0	8 851
Förädlad	68 ¹⁾	2 300	1 800	577	24,6	5,8	13 877
Förädlad med förlängd om- loppstid	74	2 300	1 800	567	25,7	5,8	13 578
Förädlad med förlängd om- loppstid och tätare	74	2 600	2 100	660	24,1	6,0 ²⁾	12101

1) Ekonomiskt optimal omloppstid.

2) Ökad tillväxt på grund av både förädling och större utgångstäthet.

Skötselprogram med extra hårdig tall och gran

På bonitet T20 är skogsvårdslagens täthetskrav vid senaste tidpunkt för hjälpplantering i allmänhet 1 700 huvudplantor per ha och i svårföryngrad skog 1 300 huvudplantor per ha.²⁸ Fortsatta avgångar kommer att reducera antalet huvudstammar ytterligare. Skogsvårdslagens föryngringskrav är ett minimikrav. I det följande exemplet antas därför att det är önskvärt att uppnå 1 300 träd per ha vid första gallring och att beståndet då gallras så att det blir ca 600 träd per ha i slutavverkning.

På en skogsodlingslokal i Norrlands inland är överlevnaden när ungsbogen är slutet oftast bara 50 % med lokal proveniens. Den kan till exempel förbättras till 70 % genom att sydförflytta beståndsplantor två breddgrader eller genom att välja lämpliga fröplantageplantor. För att uppnå 1 300 träd per ha krävs då 2 600 plantor per ha av lokalt beståndsfrö eller 1 860 plantor per ha av nordligt beståndsfrö eller hårdighetsförädlade plantor. Det ger en besparing på 740 plantor per ha.

I tabell SF3 finns ett kalkylexempel. Med plantor som ökar överlevnaden från 50 % till 70 % sparas 1 400 kr per ha (nuvärde) i föryngringskostnad för att nå 1 300 stammar per ha före gallring och markvärdet ökar med 1 600 kr per ha. Det är lika stor markvärdesförbättring som att välja förädlade plantor som växer 10 % bättre med oförändrad överlevnadsförmåga. Väljer man förädlade plantor som både ökar överlevnaden och tillväxten sparas man 1 300 kr per ha i föryngringskostnad och vinner 3 300 kr per ha i markvärde.

Tabell SF3 Värdet av ökad överlevnadsförmåga från 50 till 70 % genom att 740 färre plantor per ha planteras för att nå 1 300 stammar per ha vid första gallring.

²⁸ Skogsvårdslagstiftningen. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Lagen). Alternativt Skogsvårdslagen – Handbok. 2009. Skogsstyrelsens förlag.

	2 600 plantor per ha		1 860 plantor per ha	
Plantornas överlevnad, %	50 %	50 %	70 %	70 %
Plantornas tillväxtökning, %	0	10 %	0	10 %
Föryngringskostnad, kr (nuvärde)	-8 327	-8 498	-6 919	-7 059
Omloppstid, år	86	81	85	81
Medeltillväxt, m ³ sk/ha och år	3,2	3,5	3,2	3,5
Markvärde, kr/ha	121	1 742	1 724	3 407

Frosthärdig gran produceras i speciella fröplantager för användning på frostbenägna lokaler i södra och mellersta Sverige. Frosthärdig gran ger förutom en överlevnadsvinst också en tidsvinst genom att tillväxten inte hämmas på grund av frostsador på årsskotten. Varje års tidsvinst ger lika stor tillväxtökning som beståndets medeltillväxt. För ett granbestånd med SI G28 innebär 5 års tidsvinst totalt 36 m³sk per ha. Det är i storleksordning ungefär hälften av de 77 m³sk per ha som 15 % tillväxtökning genom förädling ger under en hel omloppstid.

Förädlade träd öppnar för nya skötselprogram

Smalkroniga träd

Det finns genetiskt smalkroniga träd som växer bra utan att breda ut sina kronor och få grova kvistar. De antas att dessa träd är mer effektiva att utnyttja marknäring och solljus samtidigt som de inte är så konkurrenskraftiga. Motsatsen är starkväxande vidkroniga träd som växer bra genom att breda ut sig och ta i anspråk en större mängd av marknäring och solljus. De är konkurrenskraftiga och får grova kvistar när de ges utrymme. Man talar på engelska om olika ideotyper: *crop ideotypes* (*beståndsideotyp*) respektive *competition ideotypes* (*konkurrensideotyp*).²⁹ Det har gett upphov till idéer om nya skötselprogram. I Sverige experimenteras med detta.

Om man enbart planterar *crop ideotypes*, smalkroniga effektiva träd, skulle man kunna hålla en tätare skog och nå större produktion per hektar. Å andra sidan kanske en skog med bara konkurrensstarka träd ändå producerar mest per hektar. Vi vet inte vilka trädtyper som producerar bäst i det långa loppet.

Det är emellertid uppenbart i fältförsök som närmar sig gallringstidpunkt att man med glest planterade genetiskt smalkroniga träd snabbt kan få stora träd med oförändrad eller reducerad mängd kvist och därmed bibehållen god virkeskvalitet jämfört med träd med normal kronutveckling. Med till exempel 1000 träd per ha istället för 2000 blir givetvis totalproduktionen mindre under tiden fram till gallring. Men då glesas även en tätare skog ut. Kanske kan man helt undvika gallring och ha kvar alla 1000 "effektiva" stammar per ha fram till slutavverkning och därmed kompensera för den tidiga tillväxtförlusten. Normalt gallrar man ner till ca 650 träd per ha vid sista gallring.³⁰

Även om totalproduktionen skulle bli lägre är skötselsystemet intressant genom den låga föryngrings- och skötselkostnaden, det bibehållna höga virkesvärdet och att skogen blir öppen och ljus. Kanske kan detta vara ett sätt att kombinera skogsbruk och annan markanvändning, till exempel rennärning.

²⁹ Dickman, D.I. 1985. The Ideotype Concept Applied to Forest Trees. I: Attributes of Trees as Crop Plants. Cannell, M.G.R. & Jackson, J.E. (redaktörer), s 89–101.

³⁰ Se Skogsskötselserien nr 7, Gallring. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

”Varannan planta förädlad”

Det kommer alltid att vara brist på plantor med de allra bästa genetiska egenskaperna. När plantor med lika hög förädlingsnivå finns tillgängliga i stor mängd kommer det alltid att finnas något nytt och ännu bättre i begränsat antal. Den ständiga bristen på ”det bästa” bör i sig leda till högre pris för högförädlade träd. Om dessa träd massförökas med sticklingar eller i framtiden med somatisk embryogenes blir plantpriset uppskattningsvis minst det dubbla, på grund av den högre produktionskostnaden.

Det faktum att det bara är ett mindre antal träd som går fram till slutavverkning och att dessa producerar huvuddelen av virkesvolymen och värdet under en omloppstid har gett upphov till idén att plantera ”varannan planta förädlad” (figur SF7). Övriga plantor är lämpligen de ”näst bästa” som är tillgängliga. De kan till exempel vara plantagefröplantor planterade mellan gransticklingar eller beståndsfröplantor planterade mellan plantagefröplantor. Under vissa förhållanden kan man kanske förlita sig på naturlig föryngring av barr- och lövträd.

De högförädlade träden kommer att vara mer konkurrenskraftiga och dominera beståndet efter gallringar. De lågförädlade träden upprätthåller hög arealproduktion i beståndets tidiga fas och bidrar med sin konkurrens till de högförädlade trädens kvalitetsdaning.



Figur SF7 Vid stor skillnad i pris och tillväxt mellan plantor av olika förädlingsnivå kan ”varannan planta förädlad” vara en modell som sänker föryngringskostnaden jämfört med om endast högförädlade plantor användes, samtidigt som de flesta träd som går fram till slutavverkning är högförädlade. Illustration Bo Persson.

Varannan planta förädlad är ett oprövat system, men man har testat att i praktiken distribuera två plantsorter till varje föryngringsyta och till varje plantör och det har fungerat i stor skala.³¹ Modellberäkningar visar att slutavverkningsbeståndet med stor sannolikhet kommer att domineras av de förädlade träden.³² Vidare skulle det gå att förstärka de förädlade trädens konkurrensförmåga vid etablering genom att använda något större plantor.³³

Ökade avverkningsmöjligheter med förädlade träd på bestånds-, fastighets- och företagsnivå

Vid övergång från föryngring med oförädlade träd till föryngring med förädlade träd, liksom vid införande av alltmer högförädlade sorter, påverkas både nuvarande och framtida avverkningsmöjligheter. Tillväxtökningen i ett nyplanterat förädlat bestånd kan förstås inte skördas förrän i framtida gallringar

³¹ Till exempel på dåvarande Korsnäs AB:s marker.

³² Referens ska tas fram.

³³ Jäghagen, K. & Albrektson, A. 1996. Induced competition among Scots pine seedlings and its effect on future timber quality. *New Forests* 12, 163–174.

och vid slutavverkning i beståndet självt. Däremot påverkas de omedelbara möjligheterna att avverka de bestånd som nu är mogna för förnygringsavverkning. Genom att på bred front införa förädlade plantor påverkas därför hela fastighetens nuvarande avverkningsmöjligheter. För ett skogsägande industriföretag påverkas hela virkesförsörjningen.

Framtida tillväxtökning ger avverkningsmöjligheter i nuvarande bestånd

Det finns många teorier och namn på strategier där *framtida tillväxtökningar kan avverkas redan nu*. I Nordamerika talas om *the allowable cut effect*³⁴, i Sverige talas om SCA-modellen.^{35 36} Detta tänkande bygger ofta på att man betraktar en fastighet som en enhet. Åtgärder i ett bestånd leder till möjligheter i ett annat. Ingen av dessa modeller är emellertid underbyggda med en invändningsfri ekonomisk teori. Tillämpning av *allowable cut* har till exempel politiska dimensioner.

Vanlig investeringsteori på beståndsnivå är emellertid invändningsfri och fullt tillräckligt för att beräkna både kort- och långsiktiga avverkningsmöjligheter.³⁷ Den ekonomiska mekanismen bakom möjligheten att omedelbart öka avverkningen i befintlig skog när man överväger att plantera förädlade plantor beror på att markvärdet höjs. Den nuvarande skogen skall då med sin tillväxt förränta sitt eget kapital plus det högre markvärdet, vilket den inte kan göra lika länge. Det blir således lönsamt att snabbare ersätta gammal skog med ny som växer bättre (se faktaruta).

Tidigare avverkning av befintlig skog när markvärdet höjs med förädlade plantor – analys på beståndsnivå.

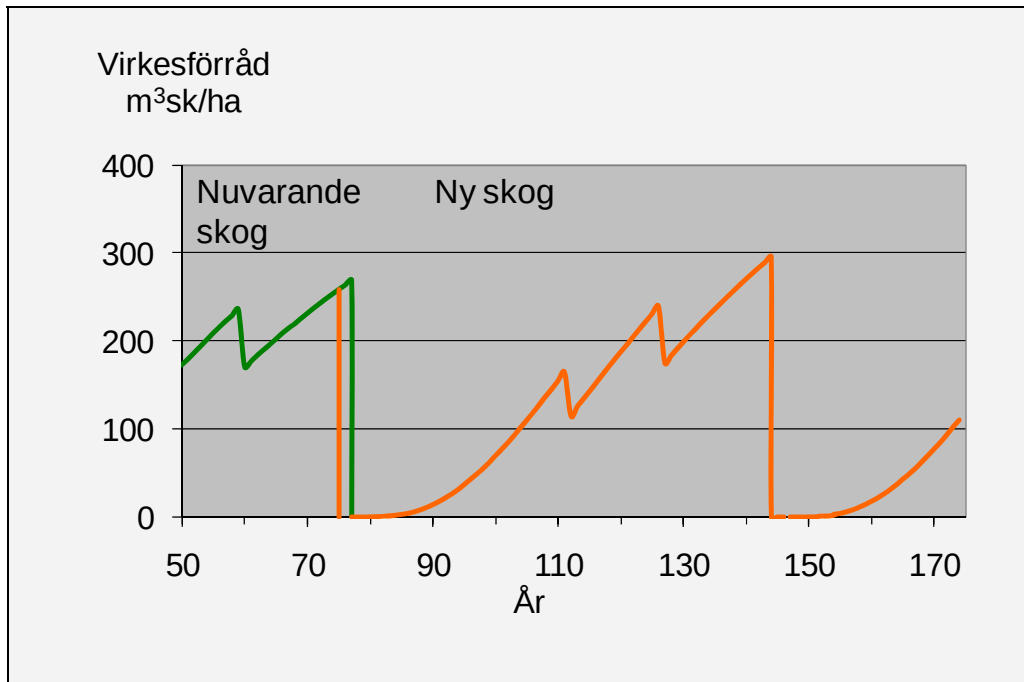
Möjligheten att plantera förädlade plantor som förbättrar lönsamheten leder till att markvärdet ökar. Det gäller all mark där man kan plantera förädlade plantor oavsett om den är kal eller bevuxen med skog. Ett befintligt skogsbestånd skall då med sin tillväxt förränta sitt eget kapital plus det högre markvärdet. Med ett höjt markvärde kan nuvarande tillväxt inte förränta det större kapitalet lika länge som tidigare. Den nuvarande skogen blir därmed avverkningsmogen något tidigare (figur SF8). Det blir således lönsamt att snabbare ersätta gammal skog med ny vars tillväxt är högre. Förädlade plantor ökar alltså inte bara den långsiktiga virkesförsörjningen, utan även den kortsiktiga.

³⁴ Schweitzer, D.L., Sassaman, R.W., & Schallau, C.H. 1972. Allowable cut effect: some physical and economic implications. *J. For.* 70, 415–418.

³⁵ Hagner, S. 1969. Styrmedel för val av ekonomiskt optimal insatsnivå i olika skogsvårdsarbeten samt några nya hjälpmedel för beslutsfattandet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 8.

³⁶ Hagner, S. 2005. *Skog i förändring – vägen mot ett rationellt och hållbart skogsbruk i Norrland 1940–1990*. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien, Stockholm, 398 s.

³⁷ Referens ska tas fram.



Figur SF8 Möjligheten att plantera förädlade plantor höjer markvärdet i nuvarande skog (grön linje i diagrammet) så att tillväxten inte kan förränta det sammanlagda kapitalvärdet av stående virkesförråd och mark. Nuvarande skog blir avverkningsmogen några år tidigare och ersätts med ny skog (röd linje i diagrammet).

Det är inte alla tillväxthöjande åtgärder som medför en höjning av markvärdet. Om en tillväxthöjande åtgärd är dyr kan de högre investeringskostnaderna medföra att markvärdet blir oförändrat eller minskar trots ökade intäkter på grund av tillväxthöjningen. Att byta till förädlade plantor har emellertid en mycket stark höjande effekt på markvärdet eftersom det oftast nästan inte kostar något extra. I vissa fall sänks till och med kostnaden. Plantering med förädlade plantor innebär i detta sammanhang ett teknikgenombrott. Det kan även sägas vid införande vissa snabbväxande trädslag.

Markvärdet beräknas i dessa sammanhang som nuvärdet av alla framtida kostnader och intäkter i all oändlighet.³⁸ Det är det pris till vilket man kan köpa kal skogsmark och nå lönsamhet vid den alternativränta som uppställts. Alternativräntan är den högsta ränta man kan få genom att investera pengarna på annat sätt under samma tidsrymd och med samma risk.

Beslut på beståndsnivå ger effekt på fastighets- och företagsnivå

En viktig förutsättning för omedelbart ökad avverkning är förstås att det finns skog som är mogen för förnygringsavverkning. Ett skogsföretag som startar med beskogning av till exempel kal åkermark måste vänta till första gallringen för att kunna avverka. Detsamma gäller om företaget bara äger unga skogar.

³⁸ Se Skogsskötselserien nr 18, Skogsskötselns ekonomi.
www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Möjligheten att öka den omedelbara avverkningen gäller alltså för varje enskilt bestånd som är moget för förnygringsavverkning men får effekt på hela skogsinnehavets avverkningsmöjligheter och därmed skogstillstånd. Ökad avverkning på kort sikt och kortare omloppstid på lång sikt påverkar åldersklassfördelning och årlig åtgärds mängd för hela skogsinnehavet (se faktaruta).

För en skogsägare, liten som stor, med tillgång på avverkningsmogen skog genererar varje nytt utbud av mer högförädlade plantor en omedelbar markvärdesökning och möjlighet till ökad avverkning i äldre skog. Om hela denna möjlighet avverkas på en gång av många skogsägare och i stor skala, kan det påverka marknaden så att priserna sänks. För ett skogsföretag som försörjer egen industri kan den långsiktiga virkesförsörjningen bli alltför ojämn. Olika typer av skogsägare och skogsföretag, stora eller små, kan vilja ha jämna inkomster eller jämn virkesförsörjning. Särskilt för större företag är det vanligt att hushålla med avverkningarna så att de blir jämnt stigande. Vid den ekonomiska analysen behövs olika restriktioner för att i praktiken uppnå företagets alla mål (se faktaruta).

Förändrad skogshushållning med förädlade plantor – analys på fastighetsnivå^{39 40}

Genom att inkludera tillväxt- och markvärdesökningen av att använda förädlade plantor i en ekonomiskt baserad avverkningsberäkning kan man optimera skogshushållningen.

Ett alternativ är att maximera nuvärdet, dvs nettot av alla framtida utgifter och inkomster diskonterade till beslutstillfället. Det leder dock till ojämn avverkning och ojämn förrådsutveckling som visas för avverkningsstrategi (2. *Högsta nuvärde* i figur SF9). I den första perioden avverkas alla nu plötsligt ”överåriga” nuvarande bestånd direkt eftersom de inte förräntar det höjda markvärdet. Det medför lägre uttag till dess den nya skogen ”vuxit i kapp” den gamla. Då avverkas både de sista nuvarande bestånden och de första nya förädlade bestånden som ju har kortare omloppstid. Den förhöjda avverkningen sänker inledningsvis virkesförrådet men det återställs snabbt av den nya snabbväxande skogen.

Om man istället väntar med uttaget (visas ej i figur SF9) och avverkar nuvarande skog vid ursprunglig omloppstids slut uppkommer en enda hög avverkningstopp när den nya skogen vuxit i kapp den gamla och båda avverkas samtidigt. Väntar man med uttaget byggs virkesförrådet upp, men långsammare eftersom ny skog införs i lägre takt. Båda alternativen: att maximera nuvärdet eller vänta med uttaget leder alltså till stora svängningar i avverkning och stående virkesförråd. Det kan vara oacceptabelt för en stor skogsägare som påverkar marknaden eller ett skogsindustriföretag som eftersträvar jämn virkesförsörjning.

³⁹ Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Framtida tillväxtökning kan tas ut redan i dagens skog. Skogforsk *Resultat* 4, 2006, 4 s.

⁴⁰ Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Den gamla skogen står i vägen för den nya. I: Utvecklingskonferens 2006. Skogforsk, *Redogörelse* 2, 2006, s 94–104.

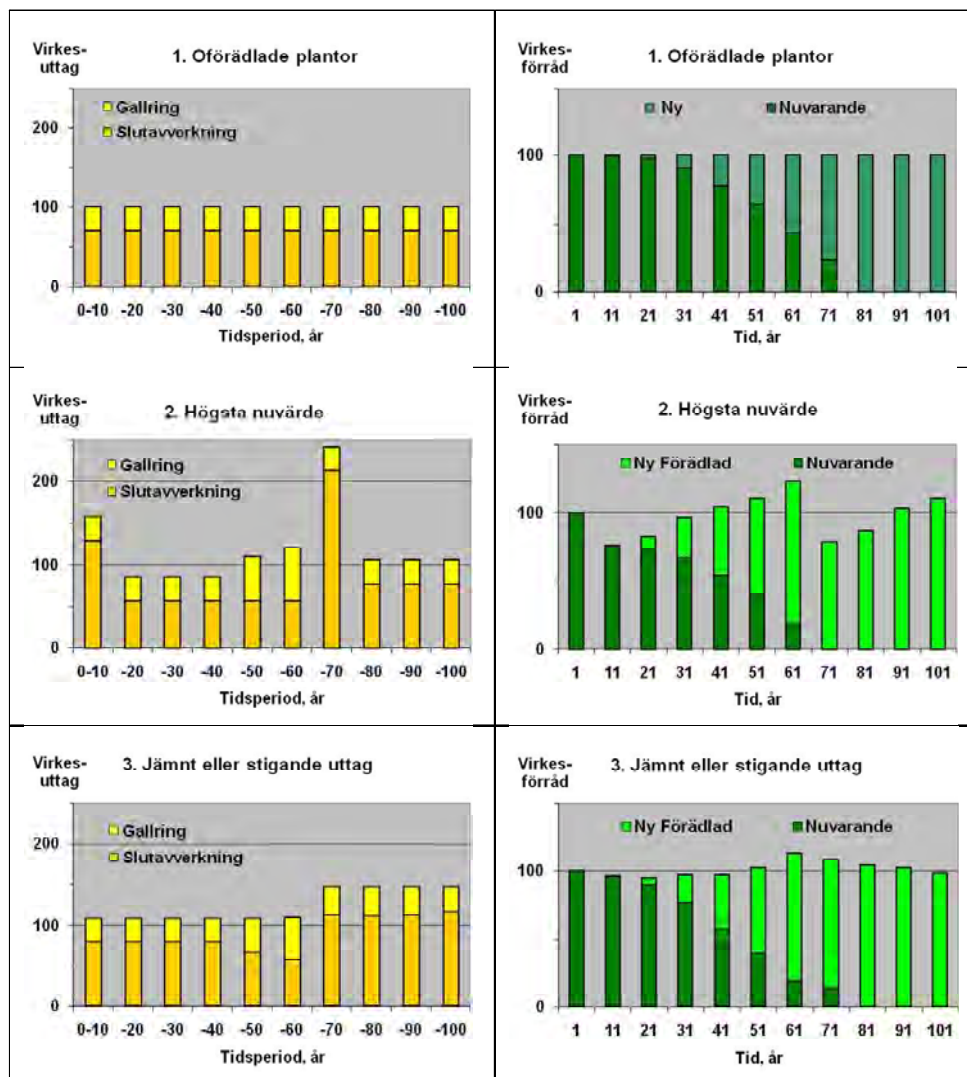
Genom att formulera andra mål och införa olika restriktioner kan man med ekonomisk optimering utveckla andra bättre passande avverkningsstrategier. En skogsägare vill kanske ha jämn inkomst eller jämnt virkesflöde till industrin. Ett vanligt önskemål är att avverkningarna aldrig skall minska. Det visas för strategi 3. *Jämnt eller stigande virkesuttag*. Med det kravet visar modellberäkningar att ca ¼ av den förväntade tillväxtökningen kan avverkas på kort sikt. På lång sikt blir avverkningsökningen lika stor som tillväxtökningen.

Denna ekonomiska princip tillämpas i *Indelningspaketet* som dominerat skoglig strategisk planering och avverkningsberäkning på företagsnivå under senare årtionden.⁴¹ Men Indelningspaketet har inte inkorporerat förädlingseffekterna, även om det är fullt möjligt. Den möjligheten kommer att finnas i Heurekas planeringsverktyg *Beståndsvi*s och *Planvi*s.^{42 43}

⁴¹ Jonsson, B. Jacobsson, J., & Kallur, H. 1993. The Forest Management Planning Package. Theory and application. *Studia Forestalia Suecia* 189, 26 s.

⁴² Anon. 2010. *The Heureka Research Programme. Final report for phase 2, October 2005 – September 2009*. SLU, inst. för skoglig resurshushållning. Under färdigställande.

⁴³ Wikström, P., Klintebäck, F. & Westling, J. 2008. Beståndsvi, en simulator för analys av skogsskötsel. SLU, *Fakta Skog* 4, 2008. Även tillgänglig på: <http://heureka.slu.se/wiki>.



Figur SF9 Virkesuttag och virkesförråd (i relativa tal) under en 100-årsperiod när man planterar förädlade plantor på en fastighet med jämn åldersklassfördelning (normalskog). Med 1. *Oförädlade plantor* är avverkning och virkesförrådet lika över tiden. Om man som med strategi 2. *Högsta nuvärde* bara ser till lönsamheten uppkommer två avverkningstoppar och en ojämn förrådsutveckling. I den första perioden avverkas fler av de äldre oförädlade bestånden för att de inte förräntar det höjda markvärdet. I period sju avverkas både de sista nuvarande bestånden och de första nya förädlade bestånden som har kortare omloppstid. Med strategi 3. *Jämnt eller stigande uttag* hushållar man med avverkningen så att den aldrig sjunker. Det ger också ett stabilare virkesförråd. Källa Rosvall m fl (2006).^{44 45}

⁴⁴ Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Den gamla skogen står i vägen för den nya. I: Utvecklingskonferens 2006. Skogforsk, *Redogörelse* 2, 2006, s 94–104.

⁴⁵ Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Framtida tillväxtökning kan tas ut redan i dagens skog. Skogforsk, *Resultat* 4, 2006, 4 s.

Ökade avverkningsmöjligheter genom förädlade skogar på nationell nivå

Det finns en rad tillväxthöjande åtgärder vars tillämpning skulle få stort genomslag för hela Sveriges virkesutbud.⁴⁶ Alla metoder ställer krav på markägarens engagemang. De krävs kunskap hos markägaren för att fatta beslut. Planer skall upprättas, investeringsmedel ska anskaffas och någon skall utföra arbetet. Skogsgödsling och dikesrensning är exempel på kunskapsintensiva åtgärder. Plantering med snabbväxande trädslag där kunskap och erfarenheter i allmänhet är mindre och osäkerhetsfaktorerna fler kräver många överväganden och riskanalyser. Intensivare förnygring kan medföra olönsamt höga investeringar.

Att plantera förädlade plantor från fröplantager däremot kräver nästan ingen extra kunskap, besluten är enkla och det kostar oftast inget extra. Investeringarna i fröplantager är gjord av skogsföretag och plantskolor och plantskolornas huvudsortiment är just förädlade plantor. Att investera i högförädlad material i form av sticklingar eller andra dyra plantor kräver däremot ett ekonomiskt övervägande och tillgång till investeringsmedel. Därför kan genomslaget inte förväntas bli lika stort som för billiga fröplantageplantor även om det skulle vara lönsamt med de dyrare plantorna.

Förädlade plantor har störst total potential

Det har under åren gjorts ett antal analyser för att uppskatta hur mycket olika tillväxthöjande åtgärder kan öka tillväxt och avverkning på nationell nivå. Den senaste är Skogliga konsekvensanalyser 2008, SKA-VB -08⁴⁷, framtagna i ett samarbete mellan Skogsstyrelsen och Sveriges lantbruksuniversitet. Där uppskattas tillväxttökningen av att plantera förädlade plantor från och med 2010 till 6–7,5 % i slutet av den 100-åriga analysperioden. Effekten baseras på att man använder plantagefröplantor med verklighetens restriktion att det kommer att vara brist på förädlad granfrö i 30 år. Det kan jämföras med effekten av att införa behovsanpassad gödsling (BAG) i granungskog på 5 % av skogsmarksarealen (1,1 milj. ha) under en 50-årsperiod. Skötselprogrammet omfattar gödsling vartannat år från julgransstorlek till dess granungskogen är fullsluten, då gödslingsintervallet utökas till 5 år. Det skulle öka tillväxten med 5–6 % i mitten av analysperioden. Men att gödsla så intensivt under så lång tid kräver stora utgifter och lönsamheten med ett sådant program är osäker.

I regeringens utredning Möjligheter till intensivodling av skog (MINT) valde man ut 15 % av Sveriges skogsmarksareal med låga naturvärden för att analysera effekten av intensivskogsbruk i stor skala. Då kan behovsanpassad gödsling och nya trädslag ge större tillväxttökning än förädlade plantor.⁴⁸ Men BAG och nya trädslag kan inte, som förädlade plantor, tillämpas på huvuddelen av skogsmarken, både av ekonomiska och miljömässiga skäl. Därför

⁴⁶ Se Skogsskötselserien nr 16, Produktionshöjande åtgärder.

www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁴⁷ Skogliga konsekvensanalyser 2008 (SKA-VB -08). 2008. Skogsstyrelsen. Rapport 25, 2008. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (Länk: Bokhandeln / Rapporter.)

⁴⁸ Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. *Möjligheter till intensivodling av skog*. Slutrapport regeringsuppdrag JO 2008/1885. SLU, 136 s.

medför förädlade plantor den största potentialen att öka hela landets skogstillväxt.

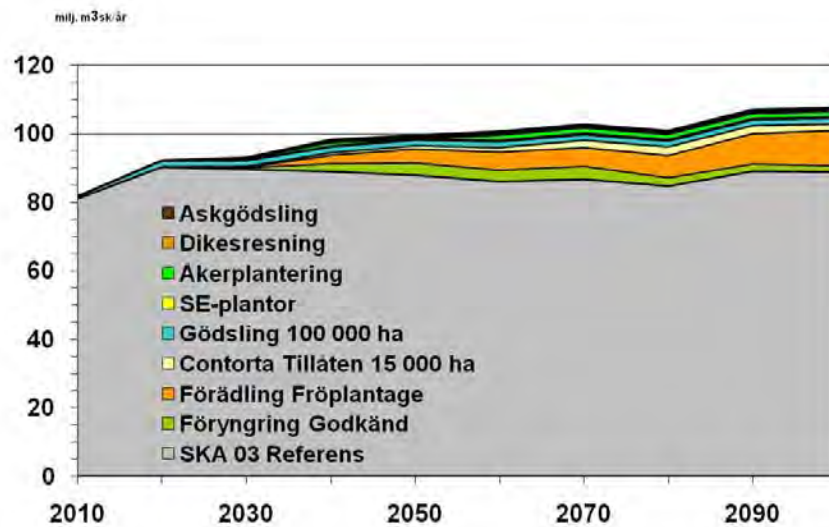
I en något äldre analys som avsåg all produktionsskog inkluderades den potentiella tillväxtökningen hos ett större antal åtgärder än i SKA-VB-08.⁴⁹ Där beräknades även effekten av att använda förädlade plantor i en situation där det inte är brist på plantagefrö och för ett alternativ där man kan eliminera den väntetid som uppkommer till dess en nyplanterad fröplantage ger frö. Det sistnämnda skulle kunna ske med metoder för vegetativ förökning, metoder som för närvarande bara finns i liten skala men som kan komma att tillämpas i framtiden. Att plantera förädlade fröplantageplantor på 75 % av skogsmarksarealen skulle ge en tillväxtökning på lång sikt med 9 %. Om väntetiden till fröproduktion i fröplantagerna kunde elimineras skulle ökningen bli 14 %.

I analysen bedömdes att om alla kända åtgärder (inklusive plantering på åkermark och nydikning) vidtogs så skulle Sveriges skogstillväxt kunna höjas med ca 50 %. Den totala tillväxtökningen om alla metoder sattes in i "rimlig praktisk omfattning" bedömdes vara 20 % varav 17 % från de fyra traditionella metoderna: bättre förnygring, plantering med fröplantageplantor, contortatall inom tillåten areal samt tillämpning av traditionell gödsling på 100 000 ha per år. De skulle bidra med 4 %, 9 %, 2 % och 2 % vardera (figur SF10). Till detta kom sammanlagt 3 % tillväxtökning från en rad intensiva metoder om ca 0,6 % vardera, varav en var den marginella effekten av klon-skogsbruk med SE-plantor⁵⁰ om de används på 5 % av som för närvarande är den tillåtna arealen.

Förädlade plantor intar alltså en särställning för att öka Sveriges tillväxt och avverkning genom att stå för mer än hälften av den rimliga tillväxtökningen. I verkligheten kanske den möjligheten kommer att vara ännu mer dominerande.

⁴⁹ Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* nr 4, 2007, s 13–30.

⁵⁰ SE = somatisk embryogenes. Se avsnittet *Hur sker massförökning?* Se även *Skogsskötselserien* nr 2, Produktion av frö och plantor. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.



Figur SF10 Tillväxtökning för hela Sverige under kommande 100-årsperiod om man skulle tillämpa ett antal produktionshöjande åtgärder i "rimlig praktisk omfattning". Denna omfattning är en bedömning gjord med hänsyn till ekonomi, naturhänsyn och nuvarande lagstiftning. Det är bara traditionell skogsgödsling, och i viss mån askgödsling av torvmark, som har effekt på kort sikt. Att som i detta exempel uppnå godkända för-yngringar enligt skogsvårdslagens krav och plantera förädlade plantor har störst effekt. Källa: Rosvall (2002).⁵¹

Rotnettot efter avdrag för drivningskostnader för den totala årliga tillväxtökningen i Sverige av förädlade plantor (enligt figur SF11) beräknas till 1,2 miljarder kr per år under andra halvan av detta århundrade. Värdet gäller för antagandet att det genomsnittliga rotnettot för all avverkning är 166 kr per m³ sk. Nuvärdet för all ökad avverkning under 100 år blir då 1,8 miljarder kronor vid 2 % ränta. Förädlingsvärdet i industrin är mer än 10 gånger större.

⁵¹ Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademins Tidskrift* nr 4, 2007, s 13–30.

Egenskaper hos förädlade plantor

Förädlade skogsplantor har sitt ursprung i naturskogen. Eftersom skogsträdsförädlingen pågått endast under ett fåtal trädgenerationer har förädlade plantor stora likheter med oförädlade naturplantor, till skillnad från t ex jordbruksväxter där den förädlade grödan skiljer sig betydligt från den vilda ursprungsväxten. Trots att skogsträdsförädlingen i detta sammanhang är ung och till stora delar oexploaterad har ett antal ekonomiskt viktiga egenskaper kunnat förbättras.

Tall och gran

Första plantageomgången – 10 % högre tillväxt

Den egentliga förädlingen av skogsträd startade i Sverige på 1950-talet även om genetikens och framförallt härstamningens (*proveniensen*) betydelse för skogsplantornas och beståndens utveckling hade diskuterats redan ett halvsekel tidigare.⁵² Enskilda trädindivider med fördelaktiga egenskaper valdes då ut i naturskogarna, så kallade *plusträd*. Störst vikt lades vid hög tillväxt, stam- och grenkvalitet samt sundhet. Plusträden ympades till fröplantager för att producera frö för plantframställning.

Med början på 1960-talet korsades plusträden och genetiska fältförsök anlades (*avkommeförsök*). Resultat från prövningen av denna första omgång plusträd och fröplantager visade att *arvbarheten* för urvalsegenskaperna var relativt låg och varierande.⁵³

Plantor från plusträd hade ca 10 % högre tillväxt än oförädlade beståndsplantor, beräknat uthålligt över en hel omloppstid.⁵⁴ Skillnader i stam- och grenkvalitet var mindre men en viss förbättring hade skett, speciellt i relation till den ökade tillväxten. För överlevnad var skillnaderna obetydliga, vilket är naturligt eftersom det inte går att selektera plusträd på hårdighet – alla träd som levde vid urvalstillfället hade ju till synes samma hårdighet.

I tabell SF4 ges exempel på resultat från utvärdering av genetiska tester. Tillväxtskillnaden som mäts upp i yngre försök, i detta fall vid 27 års ålder, översätts sedan till skillnad över hela omloppstiden med hjälp av tillväxt- och produktionsfunktioner. Nio procents skillnad i trädhöjd vid 27 års ålder, motsvarar ett högre ståndortsindex (T23 istället för T22 i vårt exempel), som i sin tur betyder 10 % högre totalproduktion över hela omloppstiden.

Funktionsberäkningarna jämförs också med data från de äldre försök som finns tillgängliga, vilket verifierar att förädlade träd utvecklas som om de växte på en bördigare mark (högre ståndortsindex/bonitet) i jämförelse med oförädlade.

⁵² Langlet, O. 1971. Two hundred years of gene ecology. *Taxon* 20, 653–722.

⁵³ Till exempel: Andersson, B. & Bäckström, I. 1993. *Plusträdskloner i tallfröplantage 10 Östteg. Avelsvärden nr 14*. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut. Uppsala. 12 s.

⁵⁴ Andersson, B., m fl. 2007. Characteristics and development of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 37, 84–92.

Tabell SF4 Resultat från 36 tallavkommeförsök i norra Sverige, där plusträdsavkommor jämförs med beståndsavkommor vid 27 års ålder. Källa: Andersson m fl (2007).⁵⁵

Egenskap	Beståndsavkommor	Plusträdsavkommor
Överlevnad (%)	50	49
Träd med sprötkvist (%)	50	51
Träd med stambrott (%)	7	6
Trädhöjd (%)	100	109
Träddiameter (1,3 m) (%)	100	105
Trädvolym (%)	100	119

Den första omgångens fröplantager är fortfarande i drift och en betydande del av de förädlade plantor som finns att tillgå i dag kommer från dessa plantager. På grund av inkorsning av oförädlad pollen från omkringliggande skogar reduceras vinsterna något jämfört med det som mätts upp i fältförsöken, till exempel blir tillväxtförbättringen i praktiken 8 % istället för 10 %.

Andra plantageomgången – 10–20 % högre tillväxt

För att vidga den genetiska basen och lägga grunden till långsiktiga förädlingsprogram för tall och gran genomfördes ett kompletterande plusträdsurval under 1980-talet. Plusträden valdes i medelålders bestånd, oftast anlagda genom plantering eller sådd. Tanken var att urvalet skulle bli effektivare, dels på grund av likaldrigheten och dels för att stam- och grenkvalitet lättare kan bedömas på yngre träd. Träden ympades till fröplantager (andra plantageomgången) och genetiska tester anlades direkt med fritt avblommat frö (okänd fader). Fröplantagerna ”spetsades” ofta med de bästa plusträden från första plantageomgången eftersom de kunde väljas ut baserat på genetiska tester.

Tillväxtökningen för plantor från dessa plantager varierar mellan 10–20 % jämfört med oförädlade plantor. Kvalitet och överlevnad är också högre. Vinsterna varierar bland annat beroende på hur stor andel testade plusträd som ingår i plantagen. I praktiken reduceras vinsterna något på grund av inkorsande pollen i plantagerna.

Tredje plantageomgången – 25 % högre tillväxt, bättre kvalitet och överlevnad

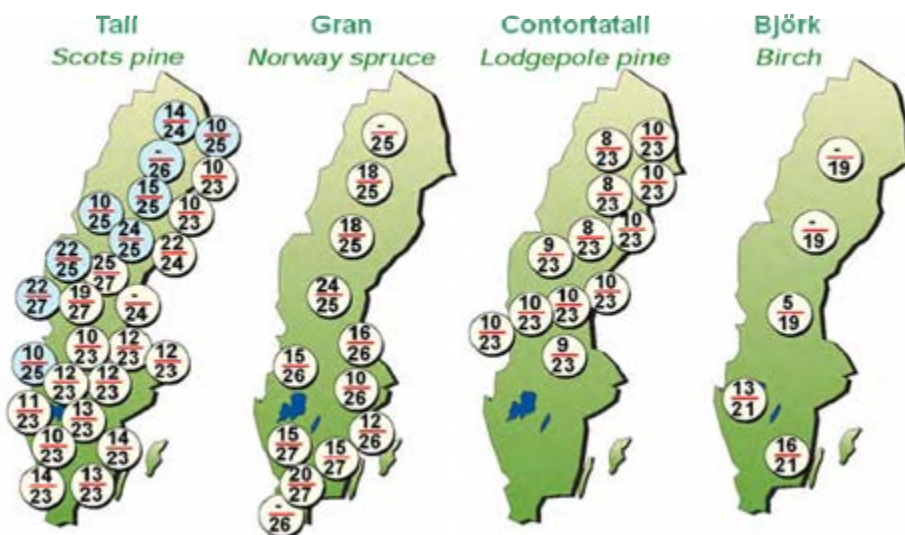
Den genetiska fälttestningen av första och andra omgången plusträd och plantager är nu till största delen genomförd. De bästa träden (ca 15 % av de testade) korsas nu för fortsatt förädling och de allra bästa träden (ca 3 % av de testade) ympas eller sticklingförökas till en tredje plantageomgång, så kallade TreO-plantager. Vid urvalet av bra träd tas hänsyn till följande egenskaper:

- Vitalitet
 - biotisk resistens, dvs mot svamp, insekter, etc.
 - abiotisk resistens, dvs mot klimat, etc.

⁵⁵ Andersson, B., m fl. 2007. Characteristics and development of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 37, 84–92.

- Biomassaproduktion per hektar
 - tillväxtkapacitet
 - tillväxteffektivitet
 - stamvolym
 - veddensitet
- Anpassningsbarhet eller robusthet
 - stabil prestation över varierande miljö
- Stam- och vedkvalitet
 - förbättrad biomassaallokering (mer stam), stamrakhet
 - kontrollerade gren-, fiber-, m fl egenskaper

Egenskaperna vägs ihop med ekonomiska vikter till ett långsiktigt värdeindex. Indexet varierar något från trädslag till trädslag och över geografiska områden, till exempel ges tillväxt och kvalitet hög vikt för gran i sydliga och milda lägen medan klimathärdighet är extra viktigt för tall i nordliga och kärva lägen. Till viss del kompenseras avgångar genom att omkringstående träd utnyttjar uppkomna luckor, men vid höga avgångar blir det påtagliga produktionsförluster.⁵⁶



Figur SF11 Vinst i arealproduktion för nuvarande 2:a omgångens (överst) och framtidens 3:e omgångens (nederst) fröplantager. Blå cirklar indikerar ytterligare vinst för överlevnad med 5-8% vid 50% överlevnadsnivå. Efter Rosvall m.fl. 2001.

Jämfört med oförädlad material har plantor från TreO-plantagerna teoretiskt ca 25 % högre produktion, bättre resistens mot sjukdomar och skadegörare, högre stam- och grenkvalitet och större robusthet mot variation i odlingsmiljön (figur SF12).⁵⁷ Tallplantageplantor för kärva områden har dessutom 5–

⁵⁶ Berlin, M., m fl. 2009. Economic weight of tree survival relative to volume production in tree breeding: A case study with *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 24, 288–297.

⁵⁷ Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

12 % högre överlevnad och granplantageplantor för Syd- och Mellansverige har senare skottskjutning och skadas mindre av vår- och försommarfroster.

Sammantaget innebär ökad motståndskraft bättre överlevnad och att det blir mindre kvalitetsnedsättande skador, till exempel sprötkvistar och dubbeltoppar (figur SF12).



Figur SF12 Plantor från kontrollerad korsning mellan föräldraträd i TreO-plantage (vänster) och från naturbestånd (höger). Foto Bengt Andersson.

De flesta TreO-plantager är unga eller under anläggning och producerar därför inte frö ännu. Där frö finns reduceras de genetiska vinsterna på grund av inkorsande pollen på samma sätt som för övriga plantageomgångar. I praktiken innebär det att TreO-plantor har ca 20 % högre produktion istället för 25 %. Det kan jämföras med en höjning av ståndortsindex från till exempel T/G24 till T/G26–28.

I webb-programmet *Plantval* på Skogforsks hemsida⁵⁸ beräknas den realiserbara genetiska vinsten vid användning av plantageplantor på valfri förökningslokal.

Hög robusthet och genetisk variation

Träd är generellt anpassade till varierande miljö på grund av de olika förhållanden som de möter under sin långa livslängd. Men de förädlade träden är utvalda efter prestation på *många* lokaler (kärva – milda, bördiga – magera, fuktiga – torra, etc.) och bara de träd som är bra på alla lokaler går vidare i förädlingsprogrammen. De är mer generalister än specialister och har därför extra hög anpassning. Det ger en större robusthet mot varierande miljöförhållanden och även mot förändringar i klimatet. Förädlade träd har därmed både hög kapacitet (växer bra under gynnsamma förhållanden) och hög effektivitet

⁵⁸ Se: www.skogforsk.se (länk: KunskapDirekt / Verktyg / Plantval).

(växer bra under begränsande förhållanden). Det skiljer dem från förädlade jordbruksgrödor och träd med korta omloppstider som till exempel eukalyptus, där det oftast behövs omfattande markbearbetning och näringstillförsel för att fullt utnyttja förädlingsvinsten.

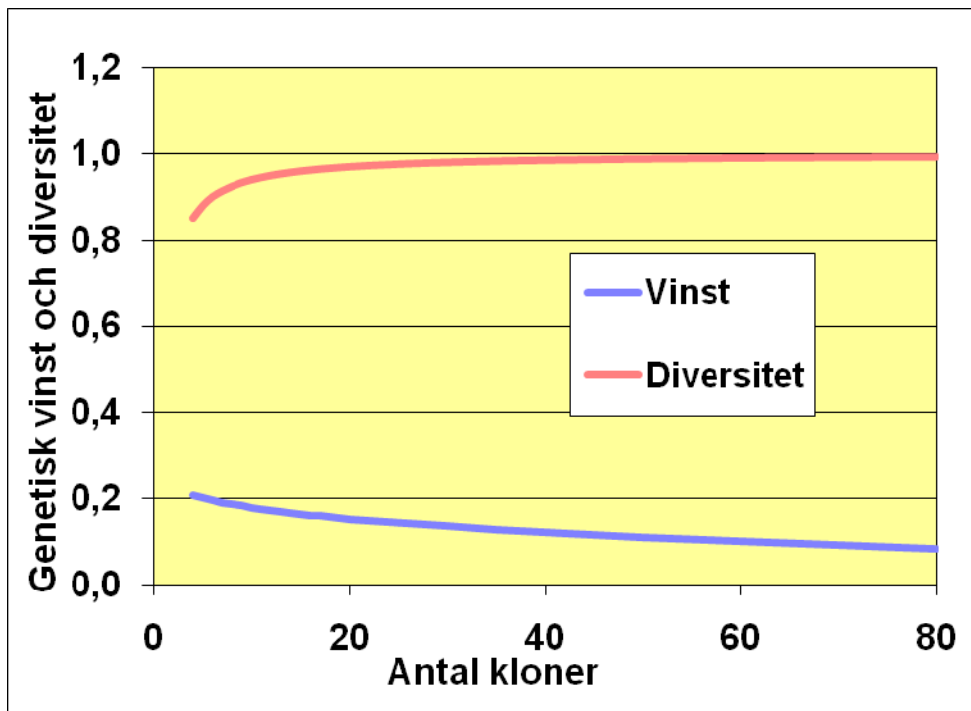
Förädlade plantor från fröplantager ger bestånd med minst lika stor *genetisk variation* som naturligt förnygrade bestånd.^{59 60} Eftersom plantager består av plusträd med relativt stor geografisk spridning kan plantagefrö egentligen förväntas ha större variation än beståndsfrö. Dessutom är plantageplantorna mindre inavelsbelastade. I naturen hamnar en stor del av fröet i närheten av moderträdet och moderträdet pollineras i första hand av de närmaste träden. Även om fjärrpollen står för en del av pollineringen innebär detta att ett visst släktskap och inavel byggs upp i naturskogen efter ett antal generationer. I det förädlade materialet kan släktskap och inavel kontrolleras och hållas på en låg nivå.

I figur SF13 visas hur genetisk vinst och diversitet påverkas av antalet kloner i en plantage. Den genetiska vinsten är beräknad med genomsnittet för plusträd som nollnivå. För att jämföra med oförädlad beståndsmaterial ska därför vinsten ökas med 10 %. Beräkning av genetisk diversitet utgår från att alla föräldraträd är obesläktade. I ett naturligt förnygrat bestånd är gendiversiteten lägre än 1,0 (1,0 = träden helt obesläktade, 0,0 = träden tillhör en enda klon) och beror på hur mycket besläktade föräldraträden är. För svenska förhållanden ger en plantage med 16 obesläktade kloner en bra balans mellan vinst och diversitet.⁶¹

⁵⁹ Godt, M.J.W., m fl. 2001. Comparisons of genetic diversity in white spruce (*Picea glauca*) and jack pine (*Pinus banksiana*) seed orchards with natural populations. *Can. J. For. Res.* 31, 943–949.

⁶⁰ Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54, 80–92.

⁶¹ Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54, 80–92.



Figur SF13 Genetisk diversitet (röd) och genetisk vinst (blå) för plantor från fröplantager med olika antal obesläktade kloner. Vid 15-20 kloner är den genetiska diversiteten mycket nära den maximala och den genetiska vinsten fortfarande hög. (Bearbetad efter Lindgren & Prescher (2005).)⁶²

På landskapsnivå kan den genetiska variationen på sikt däremot bli mindre med plantor från fröplantager, speciellt om samma plantage används över stora områden och under lång tid. I praktiken är minskningen dock liten eftersom plantagerna inkorsas med en hel del pollen utifrån (både lokalt och regionalt) och det kommer en viss andel självföryngrade plantor i planteringarna.

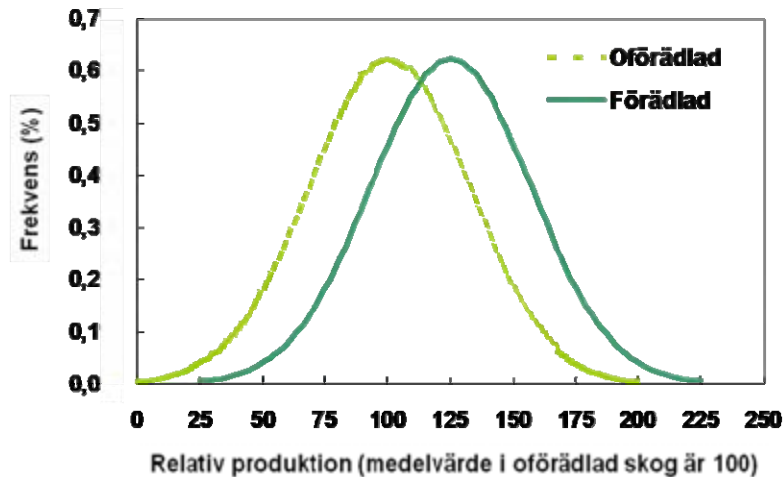
Den övervägande orsaken till *fenotypisk variation*⁶³, som till exempel storleksskillnader mellan träd, beror på miljön. Av slumpskäl blir förhållandena vad gäller mark, klimat, skador, m m, olika för plantorna vid plantering. Det ger dem olika vitalitet, resurstillgång och konkurrensförhållande till grannar. Man kan därför inte räkna med lägre variation i trädhöjd eller lägre diameter-spridning i en förädlad skog. Detsamma gäller även för en skog med ett litet antal kloner. Först i extremfallet med en enda klon på en mycket homogen mark och effektiva föryngringsmetoder kan man räkna med minskad höjd- och diametervariation, jämfört med om man använder oförädlade plantor på vanlig skogsmark.

Det finns emellertid egenskaper där arvet verkar starkare och miljö och skötsel har mindre inflytande. Dit hör en del kvalitetsegenskaper, till exempel grenvinkel. Även om förädlingen förbättrat den genomsnittliga grenvinkeln något så är fortfarande variationen i grenvinkel oförändrad i en förädlad skog från fröplantager eller klonblandningar. Men det skulle gå att framställa ett skogsodlingsmaterial med mindre variation i grenvinkel.

⁶² Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54, 80–92.

⁶³ Den skillnad vi ser eller kan mäta mellan trädindivider och som är en kombination av genetik och miljö.

För ett förädlad plantmaterial är alltså variationen (både genetisk och fenotypisk) lika stor som i ett oförädlad plantmaterial (figur SF14). Det gäller både de egenskaper som direkt påverkats av förädling och de som indirekt påverkats.



Figur SF14 Variationen i till exempel trädstorlek eller tillväxt är lika stor i den förädlade som i den oförädlade skogen. Källa: Rosvall m fl (2001).⁶⁴

Särplockning och sticklingar ökar vinsten

I de plantager som idag producerar frö kan *särplockning* tillämpas, dvs kottar plockas bara från de genetiskt bästa träden.⁶⁵ Vinsten från särplockat plantagefrö eller utvalda kloner som sticklingförökats varierar från fall till fall beroende på syfte och urvalskriterier. Det kan antingen vara någon specifik egenskap som fokuseras (skottskjutningstidpunkt, hårdighet, ökad resistens mot skadegörare, etc) eller ett högt sammantaget *indexvärde*. Generellt kan sägas att ett mervärde skapas genom att producera mer av det mest högförädlade materialet eller att matcha det mot specifika odlingsförhållanden.

I en situation med frööverskott kan den genetiska vinsten för till exempel indexvärdet ökas med 3–6 procentenheter om de 6–10 bästa klonerna skördas i en plantage med 50 plusträdskloner.⁶⁶ I en bristsituation, där allt plantagefrö används, kan särplockning också motiveras. Den genetiskt bästa delen av fröskörden kan då användas på de mest produktiva markerna i goda avsättningslägen och därmed ge ett mervärde för användaren.

En möjlighet är också att särplocka de hårdigaste klonerna för användning på kärva föryngringslokaler medan resterande skörd används i mildare lägen. På så sätt kan särplockning och styrd användning ge ytterligare vinsten.

Gransticklingar från klonblandningar finns att tillgå i begränsad omfattning för framförallt Götaland. På beställning produceras frö från kontrollerade korsningar mellan de bästa granklonerna. Plantor framställs från fröet och

⁶⁴ Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

⁶⁵ Se även *Skogsskötselserien* nr 2 och 16, Produktion av frö och plantor, respektive Produktionshöjande åtgärder, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁶⁶ Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Skogforsk, *Arbetsrapport* 665, 38 s.

uppförökas sedan vegetativt med sticklingförökning. Inom en inte alltför avlägsen framtid kan uppförökningen ske genom en kombination av *somatisk embryogenes* och *sticklingförökning*, eller med somatisk embryogenes enbart.⁶⁷

Den genetiska variationen i ett särplockat material eller en speciellt utvald klonblandning är obetydligt lägre än i ett material från en hel plantageskörd. Särplockning av till exempel 10 kloner i en plantage med 50 kloner minskar den genetiska diversiteten i fröskörden med 1 %.⁶⁸

Förädling av andra trädslag än tall och gran

Contortatall har använts vid skogsodling i mellersta och norra Sverige sedan 1970-talet. Det finns ett långsiktigt förädlingsprogram och producerande fröplantager. Plantageplantornas egenskaper är jämförbara med första plantageomgången för tall och gran, dvs ca 10 % högre tillväxt och en viss förbättring av stam- och grenkvalitet. Till skillnad mot inhemska trädslag reduceras inte vinsten av inkorsande, oförädlad pollen. Nya plantager med genetiskt testat material och högre genetisk vinst är under anläggning.

Björk används i mindre omfattning för förnygring men förädlad frö från bland annat växthusplantager finns tillgängligt i varierande omfattning. Förädlade plantor har ca 15 % högre tillväxt och något bättre kvalitet (grenegenskaper och stamraket) än oförädlade.⁶⁹

Det finns också fröplantager för ek, bok, ask, lind, lönn, rönn och fågelbär.⁷⁰ Plantageträden är fenotypiskt utvalda för främst hög vitalitet (skadefrihet) och stam- och grenkvalitet, men också tillväxt. Syftet med fröplantagerna är både fröproduktion för praktiskt skogsbruk och genbevarande. De utgör också basmaterial för eventuell förädling i framtiden.

Äldre fröplantager med sibirisk lärk för norra Sverige och hybridlärk (europeisk lärk x japansk lärk) för södra Sverige finns i produktion.⁷¹ Plantageträden är fenotypvalda för främst stamraket och hög vitalitet (till exempel motståndskraft mot lärkkräfta).

Fältförsök med ett stort antal barrträdsarter från Nordamerika och Ryssland finns anlagda i forskningssyfte, bland annat med tanke på framtida klimatförändringar. Försöken utgör också en materialbas för eventuell framtida förädling.

⁶⁷ Se *Skogsskötselserien* nr 2 och 16, Produktion av frö och plantor, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien och avsnitt *Hur sker massförökning?*

⁶⁸ Kang, K.S. 2001. Genetic gain and gene diversity of seed orchard crops. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 187.

⁶⁹ Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

⁷⁰ Se *Skogsskötselserien* nr 10, Skötsel av ädellövskog, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁷¹ Hannerz, M., Hajek, J., Stener, L.-G. & Werner, M. 1993. Lärkfröplantager i Sverige. Skogforsk, *Resultat* 8, 1993, 4 s.

Användning av förädlade plantor

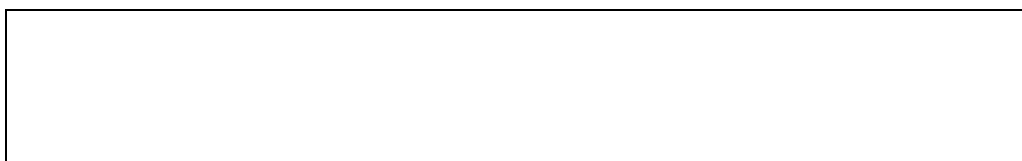
Inför en plantering eller sådd av ett nytt bestånd ställs man inför olika val. Exempel på frågor som dyker upp är: Vilket är syftet med skogsbruket? Hur passar odlingsmaterialet klimatiskt och vilket är dess lämplighet för ståndorten? Vilken förädlingsgrad är önskvärd och ska materialet vara nord-, syd- eller inte förflyttat alls? Friheten för användning av skogsodlingsmaterial är stor, men begränsningar finns och dessa behandlas i föreskrifterna till skogsvårdslagen.⁷²

Vad gäller skogsodlingsmaterial anger skogsvårdslagen att: "För skogsodling får endast användas skogsodlingsmaterial som kan ge skogsbestånd som har goda förutsättningar att utvecklas väl och som kan utnyttja marken för tillfredsställande virkesproduktion". Lagen är ganska generös och det är mycket som är tillåtet vid val av skogsodlingsmaterial, men allt är inte lämpligt (figur SF15).

Vid föröngning på egen mark får man använda frö från egna bestånd. Ska man däremot sälja eller köpa frö, ollon eller plantor, måste materialet komma från bestånd eller fröplantager som Skogsstyrelsen godkännt.⁷³ En förteckning över dessa fröplantager och bestånd finns i den så kallade rikslängden.⁷⁴ Några andra föreskrifter finns inte när det gäller plantor som förökats från frö.

För vegetativt förökat skogsodlingsmaterial gäller en arealrestriktion för användning. Maximalt 5 % av arealen på en brukningsenhet får planteras med vegetativt förökade plantor, dock får alltid 20 ha planteras. Dessutom finns regler för förflyttning av bok och ek, "som av europeisk härkomst endast får användas för skogsodling om skogsodlingsmaterialets härkomst antingen är nordligare än latitud 51 °N eller ostligare än longitud 20 °O".⁷⁵

När man väljer frö eller plantor binder man sig för både möjligheter och begränsningar för åtminstone en omloppstid framöver. Det finns därför all anledning att göra ett aktivt val av skogsodlingsmaterial, med hänsyn tagen till information om materialets ärftliga egenskaper.



Figur SF15 Det är viktigt att välja material som passar ortens klimat. Bilden visar en ekstam med stamspricka. Det är en holländsk ekproveniens som är planterad vid sjön Roxen i Östergötland. Sprickan beror sannolikt på dålig klimatanpassning. Foto: Martin Werner.

⁷² Skogsvårdslagen § 7. *Skogsvårdslagstiftningen*. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Lagen). Alternativt *Skogsvårdslagen – Handbok*. 2009. Skogsstyrelsens förlag.

⁷³ SKSFS 2002:2, Produktion och saluföring av skogsodlingsmaterial. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Lagen / Författningar).

⁷⁴ Se: Rikslängd för godkänt skogsodlingsmaterial. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Fakta om skog / Skogsodlingsmaterial / Rikslängd).

⁷⁵ *Skogsvårdslagstiftningen*. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Lagen). Alternativt *Skogsvårdslagen – Handbok*. 2009. Skogsstyrelsens förlag.

I detta sammanhang kan det vara viktigt att definiera begreppet proveniens som ofta används inom skogsbruket. Ett odlingsmaterials *proveniens* är ett geografiskt avgränsat område som fröet hämtats från. Detta ska inte förväxlas med *ursprung* som betecknar den plats eller område som föräldraträden hämtats från.

Till exempel har ett frö skördat från ett självföryngrat bestånd samma proveniens och ursprung, medan frö från ett bestånd i Sverige som planterats med vitryskt material har svensk proveniens men vitryskt ursprung. Frö från fröplantager, där föräldraträden hämtats från flera bestånd inom samma geografiska område, ska då betecknas som en proveniens enligt definitionen ovan. Det är emellertid mer praktiskt att använda beteckningen *plantagefrö* eller *plantagematerial* för att visa att det skett ett urval av föräldraträd.

I praktiskt språkbruk har därför beteckningen proveniens snävats in till att gälla oförädlad *beståndsmaterial*. Observera att en proveniens kan utgöras av ett stort område (10-tals km²) med ett flertal bestånd där kott kan skördas. Det innebär att frökällan för en viss proveniens aldrig är densamma mellan olika årsskördar, vilket i sin tur betyder att plantornas egenskaper kan variera kraftigt mellan olika fröpartier med samma proveniens. Materialet från en fröplantage är betydligt mer homogent år från år.

Plantor från granplantager

Det finns för närvarande (2010) 33 fröproducerande granplantager i Sverige med varierande ålder och förädlingsnivåer. Första omgångens plantager anlades under 1950- och 1960-talen med ympar av otestade plusträd, dvs bra träd som valts i skogen. De ger ca 10 % högre produktion och oförändrad stamkvalitet jämfört med skogar som anläggs med beståndsfrö av lämplig lokal proveniens.⁷⁶

Under 1980- och 1990-talen etablerades en andra omgång plantager. En del av den andra omgångens plantager utgörs också av otestade plusträd men det finns också plantager som baseras på en blandning av otestade och testade plusträd. Förädlingsvinsten för andra omgångens plantager är 12–25 % (ju större andel testade plusträd desto högre vinst).

Första omgångens plantager kommer på sikt att fasas ut och den andra och så småningom även den tredje omgångens plantager kommer successivt att ta över. Tredje omgångens plantager är under etablering och kommer att ge förädlad frö om 15–20 år. De baseras helt på fälttestade plusträd och förädlingsvinsten kommer då att bli ca 25 %.

Uppgifter om vilka fröplantager som kan användas på en viss lokal och nivå på förädlingsvinsten hittar man i webb-programmet *Plantval*.⁷⁷

Tyvärr är tillgången på plantagefrö av gran inte lika stor som efterfrågan. I Götaland är ca 60 % av fröbehovet täckt, i Svealand ca 90 % och i Norrland ca 70 %. Ett alternativ till förädlade plantor i Götaland är proveniensers från Nordosteuropa (t ex provenienserna Vitebsk, Minsk och Grodno från Vitryssland och Rezekne från Lettland). Dessa har en vinstnivå som motsvarar den första omgångens fröplantager, ca 10 %. Svenska proveniensers bör inte användas i Götaland eftersom de börjar växa tidigt på våren vilket ökar risken för frostsador. Dessutom invintrar de tidigt i förhållande till det milda syd-

⁷⁶ Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

⁷⁷ Se: www.skogforsk.se (länk: KunskapDirekt / Verktyg / Plantval).

svenska höstklimatet, vilket medför förkortad växtperiod och därmed lägre produktion.

Alternativet till förädlad granfrö i Svealand är sydsvenska provenienser men också här kan i många fall nordosteuropeiska provenienser användas.⁷⁸

Alternativet till förädlad svensk gran i Norrland är förädlad finsk gran, om det finns att tillgå, eller svenska provenienser hämtade 2–3 breddgrader söder om den tänkta odlingslokalen. I gynnsamma klimatlägen i södra Norrland fungerar även baltiska och vitryska provenienser väl. På höglägen eller på klimatiskt kärva lokaler i Norrland bör man eftersträva provenienser med mer lokalt ursprung, dvs 0–2 breddgrader söder om den tänkta odlingslokalen. Provenienser med ursprung norr om den tänkta odlingslokalen bör undvikas i hela Norrland eftersom de invintrar tidigt, vilket ger låg produktion.

Vegetativt förökade plantor alternativ för gran

För gran finns också ett annat alternativ till förädlade fröplantor, nämligen vegetativt förökade plantor från bra familjer. Familjerna framställs genom att de genetiskt bästa plusträden korsas med varandra. Den begränsade mängd frö som erhålls kan sedan massförökas vegetativt så att man från varje frö erhåller ett antal genetiska kopior. Den vegetativa förökningen kan ske genom sticklingförökning eller somatisk embryogenes (se avsnittet *Massförökning*).

Endast små mängder sticklingförökade plantmaterial från bra familjer har fram till idag producerats. Med vegetativ förökning av utvalda familjer kan man nå en förädlingsvinst på ca 35 % med ungefär samma genetiska variation som frö från en fröplantage. Plantpriset är dock 50–100 % högre för sticklingar jämfört med fröplantor.

Somatisk embryogenes är betydligt snabbare i förökningstakten än sticklingar men hittills har ingen kostnadseffektiv förökningsteknik utvecklats.

Plantor från tallplantager

Det finns mer än 60 fröplantager av tall av olika ålder och förädlingsgrad i Sverige. Den första omgångens plantager anlades under 1950- och 1960-talen, och innehåller otestade plusträd. Liksom för gran ger de ungefär 10 % förädlingsvinst i tillväxt jämfört med oförädlad material. Den andra omgångens plantager har mer variabelt innehåll. I många fall ingår testade plusträd, och förädlingsvinsten varierar mellan 10 och 15 %. Tredje omgångens plantager är under anläggning och här har urvalet kunnat göras starkare efter att alla plusträd testats. Den tredje omgångens plantager kan beräknas ge frö om ca 10–15 år och förädlingsvinsten ökar då till över 20 %.⁷⁹

Tallens nedärvda reaktion på ljus- och temperaturmiljö bestämmer växtförmåga och hårdighet, och skillnaden är tydlig mellan träd från olika landsändar. Träd som flyttas norrut slutar växa senare och träd som flyttas söderut slutar växa tidigare på hösten jämfört med ortsegna träd. Detta kan utnyttjas

⁷⁸ Hannerz, M. & Almäng, A. 1997. Utländska gran- och tallprovenienser i svenskt skogsbruk. Skogforsk, Resultat 7, 1997, 4 s.

⁷⁹ Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

för ökad hårdighet i norra Sverige genom sydförflyttning, men det sker på bekostnad av tillväxten.⁸⁰

Egenskaperna tillväxt och hårdighet får olika vikt då klimat- och produktionsförutsättningar varierar. I ett kallt läge har klimathårdigheten stor betydelse, men på en mild lokal kan man satsa på hög tillväxt utan särskilda krav på hårdighet. Med denna baskunskap kan användningen av plantagefröet optimeras av skogsodlaren, som kan välja den tall som bäst kombinerar hårdighet och tillväxt för en given odlingslokal.

Förflyttningseffekterna avtar söderut, varför skogsodlaren kan välja material med större frihet i södra Sverige. I Götaland finns också en klimatgradient från torrt kontinentalt i öster till maritimt fuktigt i väster, men den har inte visat någon inverkan på tall. Träd som är genetiskt bra i öster är även bra i väster.⁸¹ Från norra Svealand och norrut blir materialvalet viktigare i och med att höstfroster och vinterkyla skadar tallar med ett för sydligt beteende och ofullständig invintring.

Förutom för de allra kärvaste lägena i Norrland finns ett överskott på plantagefrö av tall. Oförädlad tall används därför i mycket liten utsträckning. I vissa plantager kan kotten skördas med så kallad särplockning av de genetiskt allra bästa plusträden (se avsnittet *Egenskaper hos förädlade plantor*). Därmed ökas förädlingsvinsten ytterligare med några procent. Det särplockade fröet används till plantproduktion och fröet från de resterande plusträden kan till exempel användas vid skogssådd.

Liksom för gran finns information att hämta om tallplantager och deras användningsområde i webb-programmet *Plantval*.⁸²

Nya plantager med contortatall anläggs

För odling i Sverige har contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*) hämtats i västra Kanada med ursprung i det vidsträckta British Columbias inland och södra delen av Yukon-territoriet. Ca 100 ha contortaförplantager ger frö för alla delar av Sverige där odling är tänkbar, även om erfarenheterna från Mellansverige och söderut hittills är begränsade på grund av lagstiftningens användningsrestriktioner.

Nya förplantager håller på att anläggas av Skogforsk på uppdrag av skogsbruket efter att contortaförädlingen sedan ca 2005 har återupptagits. Förädlingen inriktas på urval av nästa trädgeneration genom i huvudsak klontestning av korsningar mellan plusträd, vilka valts i avkommeförsök och praktiska svenska contortatallodlingar.

Vid odling av contortatall är materialvalet inte lika kritiskt som för vanlig tall. Provenienser som växer bra i norra Norrland växer påfallande bra också i södra Norrland. För att contortatallskogen ska utvecklas väl ska man undvika alltför bördiga och/eller finjordsrika marker – contortatallen är en tall och bör användas enbart på typiska tallmarker.⁸³

⁸⁰ Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 1998, 66 s.

⁸¹ Hannrup, B., Jansson, G., & Danell, Ö. 2008. Genotype by environment interaction in *Pinus sylvestris* (L.). *Silvae Genetica* 57(6), 306–311.

⁸² Se: www.skogforsk.se (länk: KunskapDirekt / Verktyg / Plantval).

⁸³ Witzell, J. & Karlman, M. 2000. Importance of site type and tree species on disease incidence of *Gremmeniella abietina* in areas with a harsh climate in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 15, 202–209.

Redan för oförädlad material är i allmänhet överlevnaden bättre och merproduktionen 30–40 % jämfört med tall.⁸⁴ Erfarenheter från skogsodling med contortatall är att älgen ofta skadar contortatallen i mindre utsträckning än tallen.. Den är också resistent mot knäcksjuka och därför lämpad för tallmarker med mycket asp.⁸⁵

Råd om plantage-/proveniensval för contortatall finns på Skogforsk's hemsida.⁸⁶

Lärk

Vid plantering av lärk i södra Sverige rekommenderas i första hand hybridlärk (*Larix eurolepis*) som är en korsning mellan japansk lärk (*Larix kaempferi*) och europeisk lärk (*Larix decidua*). Japansk lärk kan vara ett alternativ på milda lokaler där risken för höstfrost är liten. Anledningen till att ren europeisk lärk inte bör användas är dess känslighet för lärkkräfta. Vad beträffar sibirisk lärk så saknas i dag bra underlag för att rekommendera dess användning i Götaland.⁸⁷

Det finns fem svenska fröplantager med hybridlärk: Hjälmshult, Klev, Maglehem, Lagan och Trolleholm. De tre första utgörs av ympar från utvalda plusträd i skogen (otestade plusträd) medan de två sistnämnda är relativt nya plantager och består av ympar från testade plusträd och rekommenderas därför i första hand.

Hybridlärk från danska fröplantager är bra alternativ till de svenska där i första hand Sorö, Holbaek och Fårefolden rekommenderas. I några yngre svenska fältförsök ingår både hybridlärk från Maglehem och Holbaek. Resultaten tyder på en bättre tillväxt men sämre rakhet för Maglehem jämfört med Holbaek.⁸⁸

Nya resultat har visat att frö från hybridlärkfröplantager inte alltid är hybrider.⁸⁹ Troligen beror detta på dålig synkronisering av blomningen mellan de två arterna. Man bör därför alltid begära uppgifter av plantskolan om andelen hybrider i det plantparti man avser köpa.

Kunskapen om hur långt norrut hybridlärk kan användas är dålig. Milda lokaler i södra Svealand borde dock vara lämpliga. Ju längre norrut man kommer desto hårdigare material behövs, vilket gör rysk lärk (*L. sukaczewii*) eller sibirisk lärk (*L. sibirica*) till ett naturligt val. Exempel på svenska sibiriska lärkplantager är Östteg, Domsjöänget och Dammsjön. Dessa har dock inte skördats på länge på grund av dålig kottsättning.

Hybriden mellan sibirisk och japansk lärk kan vara ett bra alternativ i mellersta Sverige. Erfarenheten av denna hybrid är dock liten och endast begrän-

⁸⁴ Elfving, B. & Norgren, O. 1993. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden. I: Lindgren, D. (redaktör), *Pinus contorta* from untamed forests to domesticated crop, Proceedings of the IUFRO meeting and Frans Kempe Symposium 1992 on *P. c.* provenances and breeding. SLU, inst. för genetik och växtfysiologi. Rapport 11, s 69–80.

⁸⁵ Se Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁸⁶ Se: www.skogforsk.se (länk: KunskapDirekt / Verktyg / Plantval).

⁸⁷ Stener, L.-G. 2005. Hybridlärk – ett bra komplement till gran i södra Sverige. Skogforsk, Resultat 16, 2005, 4 s.

⁸⁸ Stener, L.-G. 2007. Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiska ursprung. Skogforsk. Arbetsrapport 650, 21 s.

⁸⁹ Ditlevsen, B. 2003. Produktion af hybridlaerk fro. *Skoven* 11, 529–531.

sade mängder plantagefrö har skördats. Aktuella fröplantager listas i Rikslängd för godkänt skogsodlingsmaterial.⁹⁰

Sitkagran och douglasgran

Sitkagran (*Picea sitchensis*) kan ge mycket hög produktion i humida områden i södra Sverige och kan vara ett alternativ till gran. Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*), som ger ett värdefullt virke, är ofta problematisk vid etableringen (på grund av frost- och viltskador) och är främst ett alternativ på milda lokaler i Götaland.⁹¹ Erfarenheten av skogsodling i Sverige med dessa trädslag är liten och därför bör de användas med viss försiktighet. Man kan reducera risken genom att blanda med något annat mer beprövat trädslag, till exempel lärk.

Svenska fröplantager av sitkagran och douglasgran är under uppbyggnad och förväntas ge skörd om 10–15 år. I dagsläget rekommenderas i första hand danska fröplantager och i andra hand frötäcksbestånd från Sverige.⁹²

Lövträd

Lövträdsplanter är ett mycket litet sortiment jämfört med barrträdsplanter. Man kan därför inte förvänta sig att just den proveniens och planttyp som man helst vill ha alltid finns att köpa. Planter bör därför beställas i god tid från plantskolan, helst minst två år innan plantering.

Björk

Vårtbjörk (*Betula pendula*) är det enda lövträdsdrag som förädlas i ett löpande program. Totalt har ca 1100 plusträd valts i svenska, finska, baltiska och tyska bestånd. Plusträden testas i fält och i södra Sverige har de genetiskt bästa ympats upp för produktion av frö i fröplantager.

Vårtbjörk är relativt tålig vid förflyttning. Något förenklat är effekterna av en förflyttning inom ± 2 °C från ursprungslokalen liten och någon effekt av förflyttning i öst-västlig riktning har inte kunna påvisats.⁹³

Upp till Mälardalen rekommenderas i första hand förädlad material från växthusfröplantagerna i Ekebo, vilka bedöms öka värdeproduktionen med ca 15 % jämfört med oförädlade planter. Frilandsfröplantagerna i Asarum i Blekinge och Lilla Istad på Öland (under uppbyggnad) används i andra hand. Norr om Mälardalen rekommenderas förädlade planter från Finland avsedda för motsvarande klimatområde. I sista hand bör frö från frötäcksbestånd inom två breddgraders avstånd från odlingslokalen användas.⁹⁴

För glasbjörk (*Betula pubescens*) saknas svenskt förädlad frö, varför man i södra Sverige är hänvisad till frö från frötäcksbestånd som godkänts av

⁹⁰ Se: www.skogsstyrelsen.se (länk: Fakta om skog / Skogsodlingsmaterial).

⁹¹ Karlsson, B. 2007. Sitka- och Douglasgran – alternativ för ett nytt klimat. Skogforsk, *Resultat* 17, 2007, 4 s.

⁹² Se: www.skovognatur.dk (länk: Skov / Produkter / Froe / Froekildebeskrivelse).

⁹³ Stener, L.-G. 1997. Förflyttning av björkprovenienser i Sverige. Skogforsk, *Redogörelse* 3, 1997, 30 s.

⁹⁴ Se: Rikslängd för godkänt skogsodlingsmaterial. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Fakta om skog / Skogsodlingsmaterial / Rikslängd).

Skogsstyrelsen.⁹⁵ För mellersta Sverige rekommenderas i första hand finskt förädlad frö och längre norrut svenskt eller finskt beståndsfrö.⁹⁶

Asp

Vanlig asp (*Populus tremula*) rekommenderas inte vid skogsodling utan det är hybridasp som bör användas. Hybrid Aspen har ungefär dubbelt så hög virkesproduktion som den vanliga aspen.⁹⁷

Hybridasp

Hybridasp (*Populus tremula* x *P. tremuloides*), dvs korsningen mellan vår vanliga asp och nordamerikansk asp, kan ge en mycket hög produktion på god mark. Det finns 280 kloner av hybridasp i fälttester på tidigare åkermark. På basis av volymtillväxt och vitalitet har de 15 genetiskt bästa klonerna valts ut till kommersiell förökning.⁹⁸ Med detta selekterade material kan produktionen på bördig före detta åkermark i södra Sverige uppgå till 25 m³sk per ha och år med en omloppstid på 20–25 år.

I första hand rekommenderas en klonblandning av de 15 selekterade klonerna som i rikslängden går under beteckningen Ekebo-Hybridasp. Materialet är avsett att användas upp till Mälardalen. De finska kloner som förekommer på marknaden finns ingen erfarenhet av, men är sannolikt att föredra i Svealand (latitud 60–62).

Vi har ännu mycket liten erfarenhet av hybridaspodling på skogsmark och av odling på frostlänta lokaler. Sannolikt kan en hög produktion uppnås även på skogsmark med SI G32 eller bättre. Hybridasp bör dock användas med försiktighet på dessa lokaler.

Poppel

Enskilda kloner ur poppelarterna *Populus trichocarpa*, *P. deltoides*, *P. balsamifera*, *P. maximowiczii* och hybrider dem emellan, har i tester visat en högre tillväxt än hybridasp, dvs minst 25 m³sk per ha och år på bördiga marker.⁹⁹ Idag är det främst klonen OP42 som används i södra Sverige. Att använda en och samma klon år efter år är dock ett risktagande. Ett urval av 15 poppelkloner har nyligen gjorts, baserat på totalt 140 fälttestade kloner i Götaland. Detta selekterade material kommer att saluföras som en klonblandning från och med år 2010 under namnet Ekebo-Poppel. Poppel är mer känslig för klimatskador än hybridasp och bör därför endast användas på milda lokaler i Götaland.

Klibbal och gråal

Totalt finns 140 plusträd av klibbal (*Alnus glutinosa*) i fälttester i Götaland. Resultat vid 9 års totalålder tyder på att klibbal från sydligaste Sverige kan

⁹⁵ Se: Rikslängd för godkänt skogsodlingsmaterial. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Fakta om skog / Skogsodlingsmaterial / Rikslängd).

⁹⁶ Stener, L.-G. 2005. Förädlad björk och hybridasp, snabbt växande alternativ för södra Sverige. Skogforsk, Resultat 7, 2005, 4 s.

⁹⁷ Se Skogsskötselserien nr 9, Skötsel av björk, al och asp.

www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁹⁸ Stener, L.-G. 2005. Förädlad björk och hybridasp, snabbt växande alternativ för södra Sverige. Skogforsk, Resultat 7, 2005, 4 s.

⁹⁹ Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Skogforsk, Arbetsrapport 571, 28 s.

användas upp till Mälardalen.¹⁰⁰ Resultaten gör det möjligt att etablera bättre fröplantager än de som finns tillgängliga idag. I första hand rekommenderas material från fröplantagerna i Kolleberga och Trolleholm. I andra hand används material från av Skogsstyrelsen godkända frötäktbestånd nära odlingsplatsen.

Eftersom förädlat frö saknas för gråal (*Alnus incana*) så är man hänvisad till godkända frötäktbestånd nära odlingsplatsen.¹⁰¹

Ädla lövträd

Förädlingsarbetet med ek (*Quercus robur*) och bok (*Fagus sylvatica*) är av begränsad och oregelbunden omfattning. Tidigare aktiviteter (under 1940- och 1950-talen) har resulterat i två mindre fröplantager för respektive trädslag, som var och en innehåller otestade plusträd från Götaland.

Rödek (*Q. rubra*) är på grund av sin högre tillväxt och därmed kortare rotationstid ett intressant alternativ till vanlig ek. Det har valts ut 60 plusträd av rödek i bra bestånd i Götaland och Danmark. Ympar av dessa kommer att etableras i en fröplantage år 2010 och fröskörd kan förväntas efter ca 15–20 år.

Förädlingsarbetet med ask (*Fraxinus exelsior*), fågelbär (*Prunus avium*), lind (*Tilia cordata*), lönn (*Acer platanoides*) och rönn (*Sorbus aucuparia*) är också av mycket begränsad omfattning. Det råder dock brist på bra inhemskt skogsodlingsmaterial, varför en mindre satsning på att bygga upp fröplantager gjordes i början på 1990-talet. I Skåne finns således 3–5 ha stora plantager av respektive trädslag, där varje plantage innehåller ympar från 100 plusträd utvalda i Götaland.¹⁰²

Det saknas kunskap om proveniensförflyttning av ädla lövträd i Sverige.¹⁰³ Allra viktigast är, att skogsodlingsmaterialet är anpassat till klimat och ståndort. Att välja material som flyttats långt är ett risktagande. Så lokalt material som möjligt bör därför användas. För ädellövträd gäller generellt att man i första hand bör välja förädlat material från fröplantager som rekommenderas inom det aktuella området. I andra hand bör man välja skogsodlingsmaterial från det frötäktbestånd som ligger närmast den aktuella föröngningsplatsen. Finns inte sådant material väljs material från ett frötäktbestånd som ligger inom ett område med liknande klimat som på föröngningsytan. Lind anses vara flyttningstålig och kan tolerera en viss nordförflyttning. Detsamma gäller ask med dess sena knoppsprickning och tidiga invintring. För lind och ask kan nordligt polskt och tyskt material vara ett alternativ i allra sydligaste Sverige.

Askskottsjukan, *Chalara fraxinea*, är nu spridd inom hela askens utbredningsområde i Sverige.¹⁰⁴ Den försämrar vitaliteten kraftigt och kan leda till att träden dör, såväl unga som äldre. Genetiska skillnader har påvisats mellan

¹⁰⁰ Stener, L.-G. 2007. Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal. Skogforsk, Arbetsrapport 649, 43 s.

¹⁰¹ Se: Rikslängd för godkänt skogsodlingsmaterial. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Fakta om skog / Skogsodlingsmaterial / Rikslängd).

¹⁰² Stener, L.-G. & Werner, M. 1997. Bättre frökällor för odling av ädellöv. Skogforsk, Resultat 11, 1997, 4 s.

¹⁰³ Se Skogsskötselserien nr 10, Skötsel av ädellövskog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

¹⁰⁴ Se Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

olika kloner, vilket indikerar att man via förädling kan reducera skadorna.¹⁰⁵
Tills vidare bör dock inte ask användas vid skogsodling. Sedan länge befinner sig alm (*Ulmus glabra*) i en liknande situation på grund av den holländska almsjukan.¹⁰⁶

¹⁰⁵ Stener, L.-G. 2007. Studie av klonskillnader i känslighet för askskottsjuka. Skogforsk, Arbetsrapport 648, 4 s.

¹⁰⁶ Se Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Hur går skogsträdsförädling till?

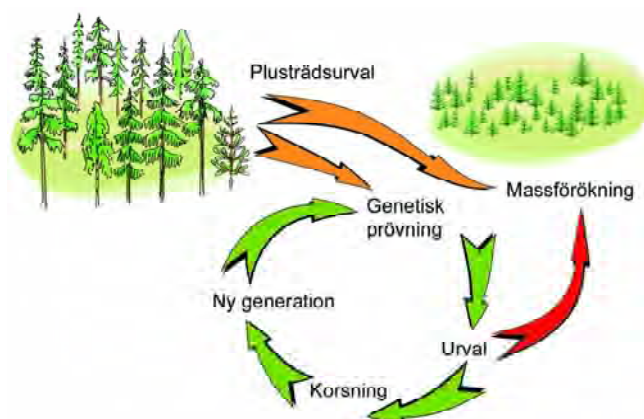
Skogsträdsförädling är en praktisk verksamhet med målet att ständigt förbättra viktiga egenskaper hos förädlingsmaterialet som sedan kan utnyttjas i massförökning. Men skogsträdsförädling är inte bara en serie praktiska operationer utan det krävs också teoretisk underbyggnad för att den ska leda till resultat så säkert och effektivt som möjligt.

Skogsträdsförädling börjar med ett urval av *plusträd* i bestånd med bra proveniens (figur SF16). De första plusträden i Sverige valdes under 1940- och 1950-talen i äldre bestånd med god kvalitet. De utvalda träden bedömdes utifrån ett antal uppställda kriterier och detta innebar att man valde träd som hade bra tillväxt, var friska och hade god kvalitet. En nackdel med detta urval var att kvistar och stamskador övervallats och var inte längre synliga.

Från plusträden samlades ympris för anläggning av fröplantager. En andra omgång plusträd valdes på 1970- och 1980-talen för att öka den genetiska basen. Detta urval skedde i likåldriga planterade bestånd i åldern 30–40 år. Man kunde då bättre ta hänsyn till egenskaper som grenvinkel och grendiameter. Avkommor från de valda plusträden planterades sedan ut i genetiska tester. Förädlingen fortsätter sedan i återkommande moment: urval, korsning, testning, osv – generation efter generation (figur SF17).



Figur SF16 Ett förädlingsprogram börjar vanligen med urval av plusträd i skogen. Foto Nils Jerling.



Figur SF17 Förädling i syfte att förbättra egenskaper börjar med urval av plusträd i skogen och bedrivs sedan i de återkommande stegen testning, urval och korsning. Vid det första plusträdsurvalet samlades även ympris in för att anlägga första omgångens fröplantager. I varje generation väljs träd ut för fortsatt förädling och för massförökning.

Förädlingsteori

Många av de egenskaper vi mäter hos träd såsom höjd, diameter och volym bestäms av flera gener där varje gen har en liten effekt på egenskapen. Studiet av dessa egenskaper kallas kvantitativ genetik och inkluderar uppdelning av den *fenotypiska variationen* i olika genetiska och miljömässiga komponenter. Fenotypen, dvs det vi ser och kan mäta av trädets egenskaper brukar beskrivas med modellen:

$$P = G + E$$

där P är fenotypvärde, G är det underliggande värdet för genotypen och E är miljöeffekter.

Dessa båda effekter, G och E, är sammanblandade och går inte att skilja från varandra hos en enskild trädindivid. För att kunna separera effekterna från varandra måste förädlaren anlägga genetiska tester i form av *avkommeprövningar* eller *klontester*. Genom avancerade statistiska analyser kan man sedan dela upp den totala variationen på olika komponenter, så kallade *varianskomponenter*. Dessa varianskomponenter används sedan för att skatta viktiga genetiska parametrar.

Genetiska parametrar

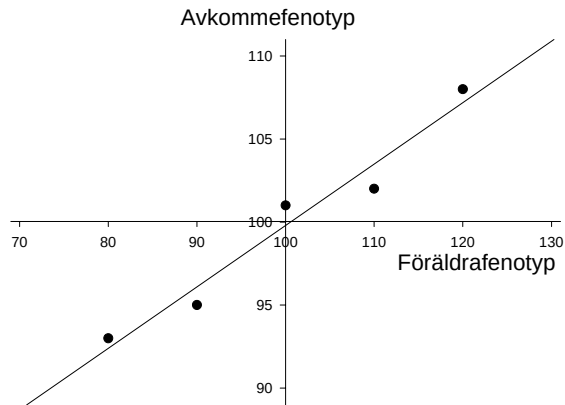
Heritabilitet, arvbarhet, är en grundläggande genetisk parameter och ett viktigt begrepp inom förädlingen. Det anger hur stor andel av den totala variationen för en egenskap som har genetisk bakgrund, dvs hur stor andel som ärvs. Heritabiliteten är därmed ett mått på överensstämmelsen mellan besläktade individer och kan anta värden mellan 0 och 1. Heritabiliteten kan skattas på flera olika sätt. Det vanligaste är att man bildar en kvot mellan den genetiska variansen och den fenotypiska (totala) variansen:

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P}$$

där h^2 är heritabiliteten, V_A den genetiska variansen och V_P den fenotypiska variansen.

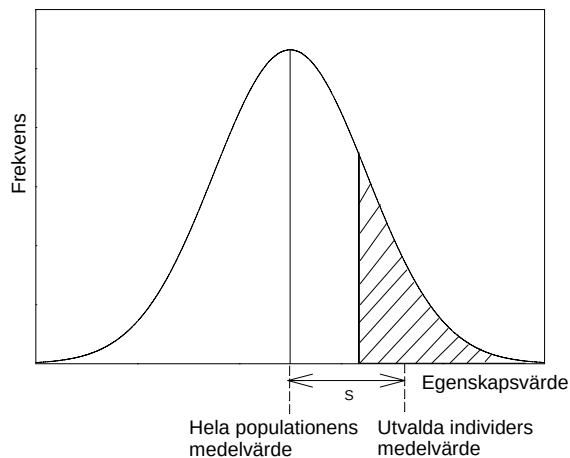
Om heritabiliteten är hög är det lätt att göra genetiska framsteg från en generation till nästa generation. Vi kan påverka heritabiliteten genom att anlägga försöken på ståndorter med liten variation, vilket bidrar till att minska den miljömässiga variationen som ofta utgör den största delen av den fenotypiska variansen.

Ett annat sätt att skatta heritabiliteten är att studera sambandet mellan föräldrar och avkomma. Grafiskt illustreras detta i figur SF18. Om sambandet mellan till exempel föräldraträdens grenvinkel och deras avkommors grenvinkel är starkt säger vi att heritabiliteten för denna egenskap är hög.

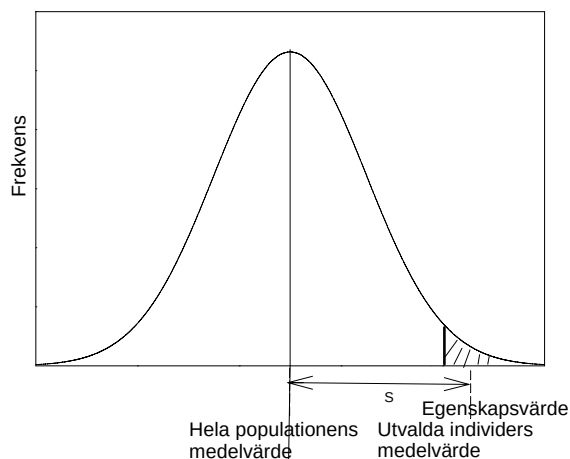


Figur SF18 Sambandet mellan föräldrarnas medelvärde och avkommornas medelvärde, där totalmedelvärdena i båda fallen satts till 100. Observera att det är fenotypvärden där både genetik och miljö spelat roll. Vid hög heritabilitet blir överensstämmelsen mellan förälder och avkomma hög, såsom i diagrammet.

*Selektionsintensiteten*¹⁰⁷ är kopplad till hur stor andel av populationen som väljs (figur SF19). Ju mindre andel som väljs, dvs desto högre selektionsintensitet, och därmed också möjlighet till större vinst.



¹⁰⁷ Selektionsintensiteten definieras som selektionsdifferensen dividerad med den fenotypiska standardavvikelsen, där selektionsdifferensen är skillnaden mellan medelvärdet för de utvalda individerna och medelvärdet för hela populationen.



Figur SF19 Ju mindre andel av träden i en population vi väljer desto större blir vinsten. Den skuggade delen illustrerar de utvalda individerna i populationen. s (selektionsdifferensen) betecknar skillnaden mellan de valda individernas medelvärde för en egenskap och hela populationens medelvärde. Diagrammen visar selektionsdifferensen vid svagt (övre diagrammet) och starkt urval (nedre diagrammet).

Genetisk vinst

En förutsättning för att göra genetiska framsteg är att det finns genetisk variation för egenskapen och att den är arvbar, eller med andra ord att det finns en heritabilitet. Vinsten från en generation till nästa illustreras i figur SF20. Den *genetiska urvalsvinsten* kan bestämmas med formeln:

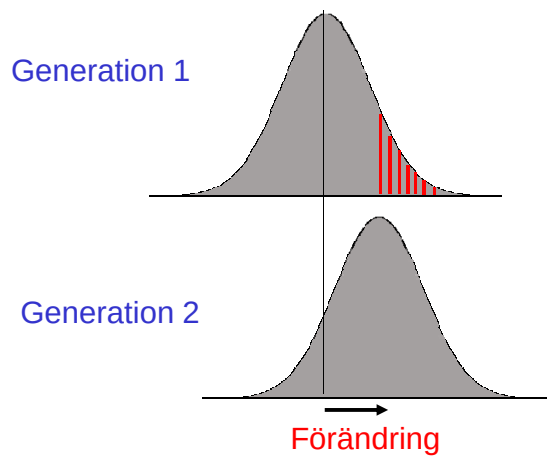
$$\Delta G = \sigma_A r_{AI} i$$

där ΔG är den genetiska urvalsvinsten, σ_A är den genetiska variationen, r_{AI} är säkerheten i skattningarna och i är selektionsintensiteten.

Den genetiska variationen bestäms med hjälp av data från genetiska tester. Skattningarnas säkerhet beror på hur många avkommor (eller antalet kopior av kloner) som testas och heritabilitetens storlek. Som nämnts ovan är selektionsintensiteten ett mått på hur stor andel av populationen som väljs.

Man kan då fråga sig hur man som förädlare kan påverka vinsten. Den naturliga genetiska variationen kan vi inte påverka. Säkerheten påverkas av heritabilitet och antal upprepningar av plantor inom en familj eller inom en klon. Man kan påverka säkerheten genom att öka antalet upprepningar och genom att välja bra försökslokaler. Urvalsintensiteten kan man också påverka genom att bestämma hur stor andel man väljer. Om man testar många individer och sedan väljer endast en liten del av dessa ökar vinsten.

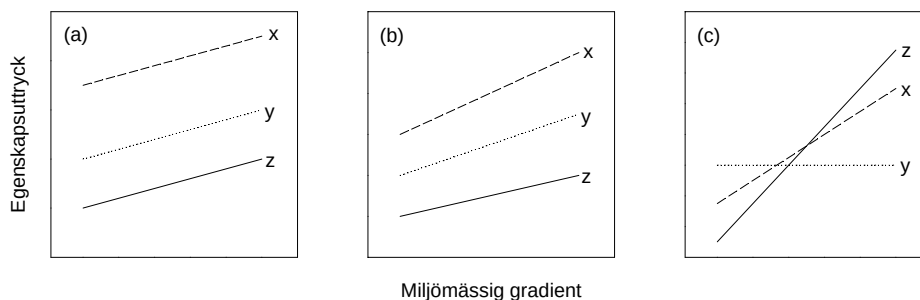
När man väljer individer för fortsatt förädling eller för fröproduktion i fröplantager tar vi hänsyn till flera egenskaper samtidigt. Olika individers värden vägs då ihop till ett index med hjälp av egenskapernas ekonomiska värde.



Figur SF20 Genom förädling vill vi förbättra en egenskap från en generation till nästa generation. Klockkurvorna representerar fördelningen av trädindivider i generation 1 respektive 2, från låga till höga värden för en egenskap, till exempel trädhöjd. Den rödmarkerade delen i den övre figuren anger hur stor andel i generation 1 som väljs som föräldrar till generation 2. Den nedre figuren visar hur trädindivider i generation 2 fördelar sig.

Genotyp-miljösamspel

När vi väljer material för praktisk skogsodling vill vi att det ska producera bra under olika ståndortsförhållanden. Man brukar uttrycka detta som att genotyp-miljösamspelen ska vara litet (figur SF21). Detta innebär att rangordningen av olika sorter ska vara ungefär densamma på olika ståndorter. Om vi har ett stort genotyp-miljösamspel innebär detta att vi bör använda olika genetiska material på olika ståndorter, och därmed också bedriva förädling för olika ståndorter. Om samspelen bara beror på att skillnaderna mellan sorter ökar med till exempel ökad bonitet (så kallade skaleffekter) men att rangordningen av sorter är densamma är det inget som vi behöver bekymra oss om.

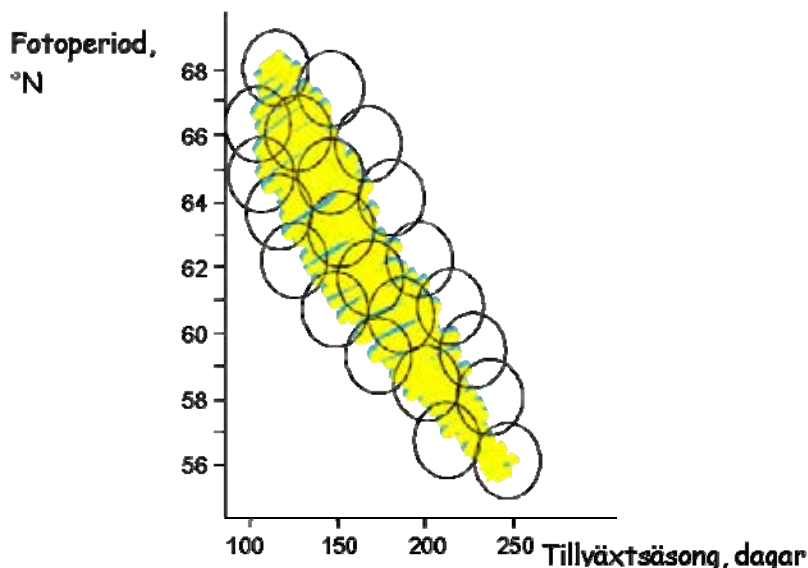


Figur SF21 Egenskapsvärden hos tre olika genetiska material plottade mot en miljömässig gradient, (a) inget genotyp-miljösamspel, (b) samspel beroende på skaleffekter, och (c) samspel orsakade av rangordningsskillnader i olika miljöer.

Metodik i den svenska förädlingsstrategin

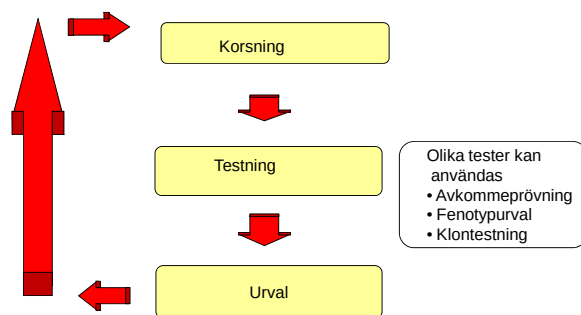
Den svenska förädlingsstrategin bygger på att förädlingsmaterialet delas upp i ett antal delpopulationer för varje träslag (figur SF22). Varje population har ett målområde med avseende på temperaturklimat (som bestämmer vegetationsperioden) och fotoperiod (som avgör när träden invintrar). Fotoperioden är beroende av latituden.

Populationerna anpassas även till förhållanden som ligger utanför de klimatförhållanden vi har idag med syftet att anpassa skogsodlingsmaterialet till framtida klimatförändringar. På detta sätt skapas lämpliga skogsodlingsmaterial för framtiden oavsett om klimatet blir varmare eller kallare. För våra huvudträslag gran och tall innehåller förädlingspopulationen drygt 1000 individer fördelade på ett 20-tal delpopulationer med minst 50 individer i varje population. De olika delpopulationerna hålls skilda från varandra i förädlingen och blir därmed obesläktade.



Figur SF22 Schematisk fördelning av förädlingspopulationerna. Varje delpopulation har ett målområde med avseende på latitud (fotoperiod) och tillväxstsäsongens längd. Det färgade området motsvarar nuvarande variation i fotoperiod och tillväxstsäsong i Sverige. (Y-axeln: Fotoperiod ändras till Latitud.)

Plusträden är utgångspunkten för förädling, där långsiktig förädling bedrivs i var och en av delpopulationerna. Den långsiktiga förädlingen bygger på en upprepning av de tre momenten: testning, urval och korsning (figur SF17 och SF23). För varje generation får vi träd med bättre egenskaper. All förädling bygger på den genetiska variation som finns inom arten. För att förädlingen ska bli effektiv koncentreras den till egenskaper som har högt ekonomiskt värde, samt uppvisar genetisk variation och arvbarhet. Strategierna kan variera för olika träslag beroende på till exempel de biologiska förutsättningarna.



Figur SF23 Förädling bedrivs i de återkommande stegen korsning, testning och urval. För gran och tall tar en förädlingsgeneration 20–25 år. Illustration Bo Persson.

Testning

Testning börjar med att plantor från de utvalda kandidaterna testas i fältförsök (figur *SF24*). Gran går att föröka vegetativt och kandidaterna testas därför som kloner vid urval till nästa generation. Tall är svårare att föröka vegetativt och som huvudalternativ används därför tillsvidare kandidaternas avkomma i form av fröplantor för att testa vilka de bästa är (figur *SFkah9*). Varje material testas på fyra till fem olika lokaler för att träden ska utsättas för olika ståndortsförhållanden. Vid 10–15 års ålder mäts ett antal egenskaper på träden.



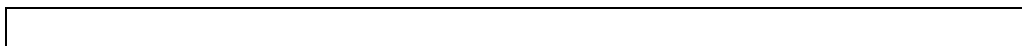
Figur SF24 Efter korsning planteras träden ut i fälttester i olika miljöer. Efter ett antal år mäts olika egenskaper hos träden. Foto Skogforsk.

Urval

Data från mätningarna i fältförsöken bearbetas för att beräkna avelsvärden, dvs värden som anger hur bra avkomma trädet får med avseende på olika egenskaper. Baserat på dessa värden kan man sedan göra urval dels för fortsatt förädling, dels för massförökning.

Korsning

Genom korsningar mellan föräldrarna i en delpopulation skapas en ny förädlingsgeneration (figur *SF25*). Vid korsningen får varje individ en unik slumpmässig variation av sina föräldrars gener, vilket i varje generationsskifte återskapar en betydande genetisk variation. För varje föräldraträd skapas upp till 100 avkomma som sedan testas i fältförsök. För varje population genererar korsningsarbetet därmed upp till 5000 kandidatträd.





Figur SF25 Träd som väljs till förädlingspopulationen korsas med varandra och blir kandidater till nästa generation. Foto Skogforsk.

Genetisk variation

Genetisk variation behövs för att kunna bedriva långsiktig förädling men också för att möjliggöra artens naturliga utveckling. Detta innebär dock inte att de planterade skogarna måste innehålla alla genvarianter. Ett begränsat antal träd används som föräldrar till framtida skogar, men den genetiska variationen bland träden kan hanteras utan att man för den skull måste bevara alla sällsynta gener.¹⁰⁸

Grunden för den genetiska variationen är de olika varianter som finns av en gen. Dessa genvarianter, som kallas *alleler*, styr olika biokemiska processer i trädet. Genetisk variation kan beskrivas på flera olika sätt till exempel i form av:

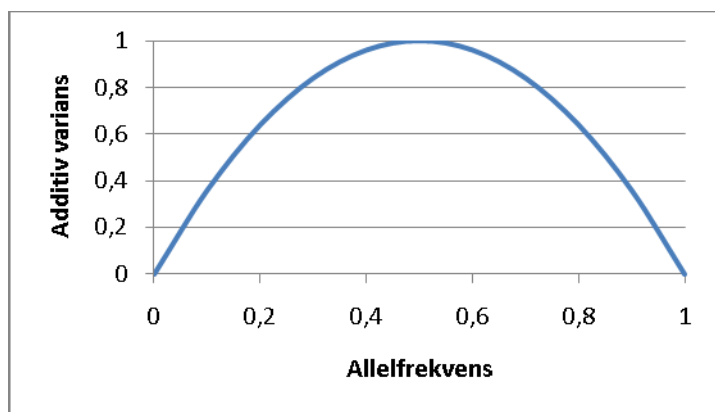
- Allelrikedom mätt med biokemiska metoder på träd i en population och beskrivet som andelen gener som har mer än en allel och frekvensen för dessa alleler. Variation i mätbara egenskaper som uppskattas med statistisk variansanalys av försöksdata från träd i en population.
- Effektiv populationsstorlek baserat på släktskap mellan träden i en population.

Vi ska här kortfattat gå igenom betydelsen av var och en av dessa.

Allelfrekvensernas betydelse för variationen

Figur SF26 beskriver den genetiska variationen för en gen som förekommer i två varianter (alleler) i en trädpopulation. Genetisk variation uttrycks ofta som additiv varians som är ett användbart statistiskt mått. Störst variation uppkommer när de båda varianterna är ungefär lika vanliga, dvs frekvensen är 50 %. Det är alltså de relativt sett vanliga allelerna som bidrar mest till den genetiska variationen. Alleler som förekommer i mycket liten eller mycket hög frekvens bidrar inte särskilt mycket till variationen. Det tar många generationer av selektion i förädlingen, eller naturligt urval, för att förändra frekvensen av dessa. Alleler som är verkligt sällsynta måste bli vanligare genom slumpen eller genom selektion innan de påverkar den genetiska variationen.

¹⁰⁸ Danell Ö. 1992. Genetisk variation på olika sätt. *Skog & Forskning* 1/92, s 29–45.



Figur SF26 Sambandet mellan allelfrekvensen och den mätbara variationen i en trädegenskap uttryckt som additiv varians.

Allelrikedomen i förädlingspopulationen bestäms av på vilket sätt och hur många plusträd som valts att ingå i förädlingsprogrammen samt i vad mån dessa plusträd får föra sina gener vidare i nya generationer. Med plusträden fångas ett stickprov av alla genvarianter i skogen – ju större stickprov ju fler mindre vanliga alleler kommer att ingå.

Det finns ingen möjlighet och ingen nytta med att fånga och bevara alla genvarianter utan det gäller att dimensionera förädlingsprogrammen så att de alleler som påverkar variationen bevaras. Tabell SF5 visar minimiantalet individer som behövs för att med viss sannolikhet bevara alleler. För att med stor sannolikhet bevara alleler som finns i frekvenser på 1 % behövs omkring 1000 individer. För gran och tall består den svenska förädlingspopulationen av mer än 1000 träd för respektive trädslag fördelade på ett antal delpopulationer med minst 50 individer i varje. Förädlingsprogrammen är därmed dimensionerade för att med stor sannolikhet bevara de alleler som påverkar variationen. Dessutom är korsnings- och urvalsprogrammet upplagt för att förlusterna av mindre vanliga alleler skall bli så små som möjligt vid varje generationsskifte.

Tabell SF5 Det minsta antalet individer som måste ingå i populationen för att med viss sannolikhet bevara en allel i nästa generation.¹⁰⁹

Allelfrekvens (%)	Sannolikhet för att bevara sällsynta alleler		
	95 %	99 %	99,9 %
20	21	28	39
10	51	66	88
5	117	149	194
1	754	916	1146

Ny variation skapas genom mutationer som kan beskrivas som en slumpmässig förändring av DNA-strängen med ändrad funktion hos genen som följd. Det uppkommer en ny allel. De flesta mutationer är skadliga och kommer därför att försvinna. Ibland ger en mutation en förbättrad överlevnad eller annan förbättrad egenskap som ger individen en fördel. Även de flesta sådana mutationer kommer genom slumpen att försvinna. När de 50 utvalda

¹⁰⁹ Gregorius, H.-R. 1980. The probability of losing an allele when diploid genotypes are sampled. *Biometrics* 36, 643–652.

föräldraträden i varje population i det svenska programmet korsas genereras 10 000-tals nya individer. Sammantaget för tall och gran betyder det 100 000-tals träd. Det ger möjlighet för mutationer att uppkomma och att kompensera för förluster av sällsynta alleler och därmed bidra med ny variation.

Additiv varians som mått på genetisk variation

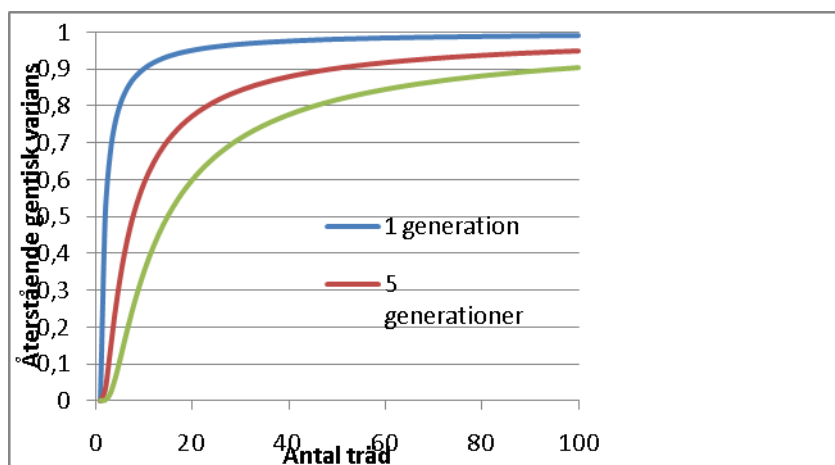
Additiv genetisk variation i en trädegenskap avser variationen i de genetiska effekter som nedärvs till avkomman oavsett med vilka andra träd ett visst träd korsas. Det är alltså trädens genomsnittliga effekt på en trädegenskap i kommande generationer som är basen för den additiva variationen. Denna uppskattas genom det statistiska måttet *additiv varians*. Man bortser då från att vissa korsningspar kan ge speciella effekter hos avkomman, vilket ger upphov till *icke additiv variation*.

För långsiktig förädling är det den additiva variationen som är av intresse och det är mer relevant att studera hur den additiva variationen utvecklas vid olika storlek på populationen än att studera allelfrekvenser.

Den andel av den ursprungliga additiva genetiska variationen som återstår efter ett generationsskifte kan beräknas som:

$$V_A(t) = \left(1 - \frac{1}{N_e}\right)^t V_A(0)$$

Där $V_A(t)$ är den återstående additiva variansen efter t generationer, N_e är ett mått på populationsstorleken och $V_A(0)$ är den ursprungliga additiva variansen. Grafiskt illustreras detta i figur SF27 för en, fem och tio generationer vid olika populationsstorlekar.



Figur SF27 Reduktionen av den additiva variansen efter en, fem och tio generationer vid olika storlek på populationen. (Y-axeln: Fotoperiod ändras till Latitud.)

På kort sikt och upp till tio generationer (200 år eller mer för våra barrträd) är minskningen av variationen liten om populationsstorleken överstiger 40–

50 individer.¹¹⁰ Genom hårt urval för en önskvärd egenskap kommer variationen för denna egenskap att minska. Men större delen av den ursprungliga variationen återskapas genom att generna kombineras om när förädlarna korsar träden med varandra.

De flesta trädegenskaperna är förädlarna inte intresserade av och urvalet kommer varken att påverka deras medelvärde eller variation. Några egenskaper hänger ihop med dem som förädlarna väljer för. De kommer att påverkas mer eller mindre beroende på hur starkt egenskaperna är sammankopplade. Datorsimuleringar för att analysera utvecklingen av den genetiska variationen i de svenska förädlingsprogrammen visar att programmet är uthålligt och robust.¹¹¹

Effektiv populationsstorlek, släktskap och inavel

Genom att hålla reda på släktskapet i en population kan man mäta hur mycket olika träd bidrar till kommande generationer. Om alla träd bidrar med lika med många avkommor bevaras både alleler och mätbar genetisk variation i så hög grad som möjligt. Om fler avkommor från några träd och färre från andra blir föräldrar till kommande generation ökar det genomsnittliga släktskapet. Allelfrekvenserna ändras och sannolikheten att mindre vanliga alleler förloras ökar. Den effektiva populationsstorleken har blivit mindre. Man använder alltså släktskapsrelationerna i en population för att mäta hur mycket den effektiva populationsstorleken avviker från den faktiska populationsstorleken.

En annan aspekt på uthållig förädling är att ökat släktskap med tiden ger upphov till viss inavel. Inavel beror på korsning mellan besläktade individer. Släktskapet mellan två individer ökar sannolikheten för att en avkomma ska få en allel i dubbel uppsättning. (Eftersom föräldrarna är släkt kan båda bära samma allel som kan gå i arv till en avkomma.) Ökningen av inavelsgraden blir då ett mått på minskningen av den genetiska variationen inom en individ.

Inavel kan också leda till inavelsdepression. Barrträd har en relativt stor andel ogynnsamma eller skadliga gener som döljs av att de förekommer tillsammans med en funktionsduglig genvariant hos ett träd. Om ett nytt träd får dessa i dubbel uppsättning kan de vara direkt skadliga eller minska överlevnaden hos träden. Med en populationsstorlek på 50 individer blir lägsta möjliga inavelsökningen 0,5 % per generation. En halvering av populationen leder till en fördubbling av inavelsökningen. Som jämförelse kan nämnas att många avelsprogram med husdjur har inavelsökningar på mer än 1 % utan påtagliga negativa effekter trots att programmen pågått under många generationer.¹¹²

¹¹⁰ Danell Ö. 1992. Genetisk variation på olika sätt. *Skog & Forskning* 1/92, s 29–45.

¹¹¹ Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 1998, 66 s.

¹¹² Danell Ö. 1992. Genetisk variation på olika sätt. *Skog & Forskning* 1/92, s 29–45.

Hur sker massförökning?

För att skogsträdsförädlingens vinster praktiskt ska kunna tas tillvara måste träd med önskade egenskaper kunna massförökas. Det kan ske generativt genom produktion av frö i fröplantager eller vegetativt, främst med sticklingar eller genom mikroförökning, dit somatisk embryogenes hör.

Generativ förökning

Fröplantager har under hela skogsträdsförädlingens historia varit det helt dominerande sättet att omsätta förädlingens vinster till skogsodlingsmaterial. Detta gäller såväl i Sverige som i övriga världen. Fröplantager kommer under överskådlig tid att vara det dominerande sättet att producera skogsodlingsmaterial för det svenska skogsbruket.

År 2007 kom 48 % av alla granplantor som såldes i Sverige från svenska fröplantager. För tall var andelen 80 %.¹¹³ Andelen plantor som kommer från plantagefrö har ökat med tiden och kan förväntas fortsätta öka ytterligare i takt med att nyare plantager med bättre genetiskt material kommer in i produktion.

Idén att använda speciella planteringar med vegetativt förökat material för produktion av skogsfrö går ända tillbaka till 1787 då den framfördes av en tysk vid namn Burgsdorf.¹¹⁴ Den första dokumenterade fröplantagen anlades runt 1880 av holländare på Java. Trädslaget var *Cinchona ledgeriana* och ur dess bark utvanns kinin, ett ämne som används i malariamediciner. I Europa anlades den första fröplantagen i Skottland år 1931, en hybridlärkplantage. Sveriges första fröplantage anlades 1949 i Drögsnäs vid Brunsberg i Värmland och var en tallplantage.¹¹⁵

Tre omgångar svenska fröplantager

Tallplantagen i Drögsnäs var starten på ett omfattande program för tall- och granfröplantager och fram till mitten av 1970-talet hade 574 hektar tall- och 234 hektar granfröplantager anlagts.

Första omgången – EttO

Plusträdsurvalet till den första omgången plantager gjordes företrädesvis i gamla naturbestånd. De egenskaper som urvalet baserades på var volymproduktion, sundhet och kvalitetsegenskaper, men även veddensiteten vägdes in i begränsad omfattning.

Urvalet av plusträd ansågs dock för litet för att vara bas för ett långsiktigt förädlingsprogram, och ett ytterligare plusträdsurval genomfördes under 1980-talet. Även denna gång var urvalskriterierna volymproduktion, sundhet, kvalitetsegenskaper och veddensitet.

¹¹³ Se: www.skogsstyrelsen.se (länk: Fakta om skog / Statistik / Skogsvård / Återväxt).

¹¹⁴ Feilberg, L. & Söegaard, B. 1975. Historical review of seed orchards. I: Faulkner, R. Seed Orchards. *Forestry Commission Bulletin* 54.

¹¹⁵ Anon. 1962. Förteckning över fröplantagerna. Föreningen skogsträdförädling. *Årsbok 1962*. Appelbergs Boktryckeri, Uppsala, s 6–16.

Andra omgången – TvåO

Under 1980-talet påbörjades anläggningen av en andra omgång fröplantager. Dessa baserades på de nyutvalda plusträden, men även till viss del på plusträd från det tidigare urvalet som hunnit bli avkommeprövade. I Norrland valdes också en del hårdiga plusträd ut med hjälp av frystester av avkommor från plusträden.

Totalt hade det fram till 1999 anlagts 350 hektar tall- och 230 hektar granfröplantager i den andra omgången.

Tredje omgången – TreO

Avkommebedömningen av plusträden från de två urvalsomgångarna var i stort sett klar i början av 2000-talet. Baserat på denna kunskap om plusträdens genetiska värde påbörjade skogsbruket den tredje omgångens fröplantager, det så kallade TreO-programmet.¹¹⁶ I dessa plantager ingår plusträd som i avkommeprövningarna visat sig vara allra bäst. I TreO-programmet kommer enligt nu gällande operativa planer (februari 2010) omkring 220 hektar tall- och 370 hektar granfröplantager att anläggas, och alla plantager i programmet beräknas vara anlagda omkring 2015.

Plantbehovet styr fröbehovet som styr plantagebehovet

Enligt Skogsstyrelsens statistik har plantproduktionen under perioden 1998–2007 i medeltal varit 123 milj. tall- och 189 milj. granplantor per år, dvs totalt 312 milj. plantor per år.¹¹⁷

Ett annat sätt att beräkna plantbehovet är att utgå från avverkad areal och antaganden om plantantal per hektar och andel självföryngring. Det har Skogforsk gjort och använt i beräkningar med Hugin i SKA-VB -08¹¹⁸ och kommit fram till ett årligt plantbehov på 196 milj. tall- och 217 milj. granplantor per år, dvs. totalt 413 milj. plantor per år.¹¹⁹

Som tumregel kan man använda följande omräkning: Ett kilogram plantagefrö ger cirka 100 000 plantor. Använder man denna tumregel så blir det årliga behovet cirka 1230 kg tallfrö och 1890 kg granfrö enligt Skogsstyrelsens plantproduktionsstatistik och cirka 1960 kg tallfrö och 2170 kg granfrö enligt beräkningarna i SKA-VB -08.

För att gå från fröbehov till plantageareal behövs uppgifter över vad fröplantagerna producerar i medeltal per år och ytenhet. I beräkningarna inför starten av TreO-programmet användes två nivåer varav den lägre ansågs mest realistisk då man beaktar dagens skötselintensitet i fröplantagerna.¹²⁰ Denna produktionsnivå är för tallplantager cirka 10 kg frö per ha och år och för granplantager cirka 6 kg frö per ha och år.¹²¹ Baserat på ovan presenterade

¹¹⁶ Rosvall, O. 2003. Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige. Skogforsk, *Arbetsrapport* 549.

¹¹⁷ Se även *Skogsskötselserien* nr 2 och 16, Produktion av frö och plantor, respektive Produktionshöjande åtgärder, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

¹¹⁸ Skogliga konsekvensanalyser 2008 (SKA-VB -08). 2008. Skogsstyrelsen. *Rapport* 25, 2008. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (Länk: Bokhandeln / Rapporter.)

¹¹⁹ Rosvall, O., m fl. 2007. Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket – underlag för lönsamhetsberäkningar. Skogforsk, *Arbetsrapport* 640, 59 s.

¹²⁰ Almqvist, C., Wennström, U. & Karlsson, B. 2009. Hur öka tillgången på förädlad skogsodlingsmaterial. Skogforsk, *Stencil*.

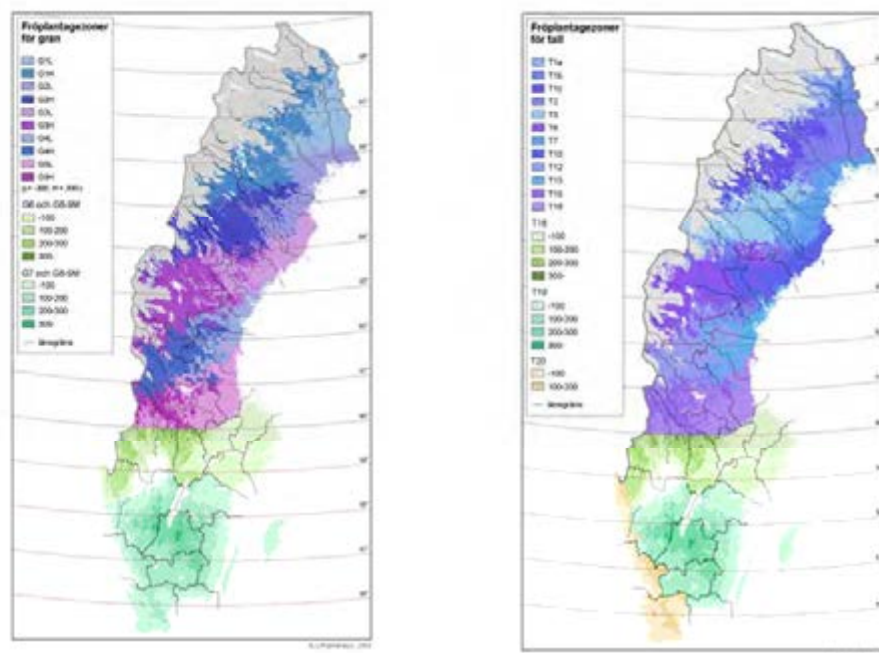
¹²¹ För tall 9,5 och 11,0 kg per ha och år för norra respektive södra Sverige, och för gran 5,6 och 6,7 kg per ha och år för norra respektive södra Sverige.

behovs- och produktionsdata blir plantagebehovet 123–196 hektar tall- och 315–362 ha granplantager som årligen är i aktiv produktion för att nå full behovstäckning av plantagefrö för plantproduktion.

Om man även avser att täcka fröbehovet för skogssådd med plantagefrö så måste framförallt arealen tallplantager för norra Sverige utökas.

Klonurval till fröplantager

En fröplantage ska förse ett visst geografiskt område med lämpligt frö. För att kunna uppskatta plantagebehovet har Sverige delats in i ett antal fröplantagezoner. Inom en plantagezon är de klimatiska förhållandena så likartade att samma frömaterial med lämplig klimatanpassning kan användas. Det finns 15 plantagezoner för tall och 14 för gran (figur SF28).



FigurSF28 Plantagezoner för tall och gran. Källa: xxxx.

Vid anläggandet av en ny fröplantage väljer plantageintressenterna i samarbete med förädlarna vid Skogforsk ut ett lämpligt klonmaterial för plantagen. Klonerna väljs ur förädlingspopulationerna som har sitt målområde i och i nära anslutning till det geografiska område där plantagens frö skall användas. Klonerna väljs ut baserat på information från genetiska fälttester.

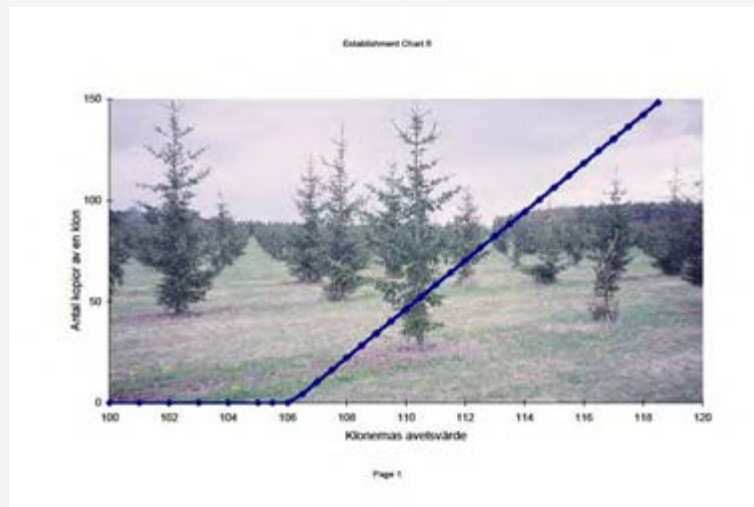
Genetisk vinst och diversitet

Inom TreO-programmet planeras plantagerna att anläggas med omkring 25 kloner per plantage och dessa kloner får ingå i plantagen i proportion till sitt avelsvärde. Beräkningar visar att detta ger en lika stor genetisk vinst som en plantage med cirka 15 kloner, där klonerna ingår i lika proportioner.¹²² Den effektiva populationsstorleken i fröet blir dock så hög som 22. Ett sätt att uttrycka det på är att den genetiska diversiteten i en plantage med 25 kloner

¹²² Rosvall, O., m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, Redogörelse 1, 2001, 41 s.

som ingår proportionellt mot sitt avelsvärde är lika stor som i en plantage med 22 kloner där alla klonerna ingår i lika proportioner (se faktaruta).

Proportionellt utnyttjande (linear deployment)¹²³



Figur SF29 Proportionellt utnyttjande av kloner vid anläggandet av en plantage. I exemplet tas 25 kloner med ett högre avelsvärde än 105 med i plantagen. Den klon som har det högsta avelsvärdet kommer att bidra med 10 % av plantageträden och den klon som har det lägsta avelsvärdet bidrar med 0,7 % av plantageträden.

Lokalisering och anläggning av fröplantager

Markvalet är mycket viktigt för att plantagen skall ge stora och regelbundna skördar. Fröplantager anläggs vanligtvis på jordbruksmark, men det är även möjligt att anlägga dem på skogsmark av lämplig beskaffenhet.

Det är många faktorer som påverkar en lokals lämplighet som plantagemark (figur SF30).¹²⁴ De viktigaste är:

Arrondering. Marken bör vara sammanhängande och ha en kompakt form.

Klimat. Klimatet sätter i stor utsträckning gränsen för hur produktiv plantagen kan bli. Allmänklimatet i det aktuella området bör vara gynnsamt. Lokalklimatet har stor betydelse för fröproduktionen. Ett bra lokalklimat karaktäriseras av avsaknad av kalluftsströmmar, upphöjt läge, skydd för kalla och fuktiga vindar samt solexponering.

Markfaktorer. Jordart, textur, jorddjup och dränering påverkar plantageträdens vitalitet, tillväxt och blomningsvillighet. Bäst är jordar av sandigt till sandigt-moigt material med viss finjordsandel. Jorddjupet bör vara mer än en halvmeter och dräneringen god.

Tidigare markanvändning. Marken bör vara fri från kemikalier och inte kompakterad.

Övriga faktorer. Det är många andra faktorer som påverkar valet, till exem-

¹²³ Lindgren, D., m fl. 2008. Unequal deployment of clones to seed orchards by considering genetic gain, relatedness and gene diversity. *Forestry* 82(1), 17–28.

¹²⁴ Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. *Fröplantager – anläggning och skötsel*. Skogforsk,Handledning, 97 s.

pel isolering från pollen utifrån, förekomst av hägg¹²⁵, bevattningsmöjligheter och konfliktrisker.



Figur SF30 Tallplantage 620 Gnarp är väl arronderad vilket gör att trädraderna blir långa och lättskötta. Marken är väl dränerad och den svaga slutningen gör att risken för frostsador under blomningen på våren minskar. Foto Lars Klingström.

När markfrågan är löst vidtar anläggandet av fröplantagen. Då plantagen ska planeras är det viktigt att dess funktionalitet under hela livslängden är i fokus. Hur plantagen utformas med vägar, vändtegar, lastplats, dränering, personalutrymmen, förvaringsutrymmen för maskiner och kott m m avgör till stor del hur lättarbetad plantagen kommer att bli. I TreO-programmet är det rekommenderade avståndet mellan trädraderna i plantagen 7 m, vilket är tillräckligt för att ge plats för arbetsmaskiner mellan raderna även då plantageträden är uppvuxna.

För att minska risken för självbefruktning ska varje plantage-träd av en klon vara omgivet av plantage-träd av andra kloner. Detta uppnås genom att man med så kallad randomisering ser till att plantage-träden av en viss klon blir väl utspridda i plantagen.

Kott- och fröproduktion i plantager

Användning av tidiga skördar

Väntetiden från anläggning till dess att plantagen börjar producera frö varierar avsevärt mellan olika plantager och mellan trädslag. En väl anlagd tallplantage kan börja producera kott efter 5–10 år, medan en granplantage normalt tar minst 10 år på sig innan kottproduktionen börjar.

Hos barrträd startar honblomning och kottproduktion flera år tidigare än hanblomning och pollenproduktion. De första skördarna kommer därför att vara pollinerade av utifrån kommande pollen i en omfattning på upp till 100 %. Pollinering med sådant utifrån kommande, oförädlad pollen kallas

¹²⁵ Skadesvampen *grankottrost* värdväxlar mellan hägg och grankottar.

inkorsning. Den höga inkorsningen gör att unga plantager med svag hanblomning inte kommer upp i sin fulla genetiska kapacitet vad gäller egenskaper som tillväxt, hårdighet och kvalitet. I en plantage utan egen pollenproduktion går man miste om fadereffekten och därmed halva den genetiska vinsten. Den höga inkorsningen innebär inte att fröet inte kan användas, men att man måste vara medveten om vad det innebär för fröets användbarhet.

Det går att minska inkorsningen genom att tillföra i förväg insamlad pollen, antingen utan att isolera honblommorna, vilket kallas *tilläggspollinering*, eller efter att honblommorna isolerats.¹²⁶ Hur stor påverkan inkorsningen har beror på plantagens lokalisering i förhållande till användningsområdet. Detta gäller även de senare skördarna då plantagens pollenproduktion nått full kapacitet.

För plantager lokaliserade inom eller norr om sitt användningsområde påverkas inte hårdigheten negativt av inkorsningen. Är plantagen lokaliserad söder om sitt användningsområde kommer bakgrundspollenet att vara både ”oförädlat” och av ett sydligare ursprung än vad som är lämpligt för plantagens tänkta användningsområde. Detta kan göra att användningsområdet för plantagefröet inte blir detsamma som plantagen ursprungligen var tänkt för. För att bestämma lämpligt användningsområde bör därför varje årsskörd plantagefrö frystestas.^{127 128}

Frystest av plantagefröpartier

Omfattande undersökningar har visat att det finns ett starkt samband mellan hårdigheten mätt i frystest och överlevnad i fält på kärva lokaler. Skogforsk har erfarenhet från långvarig testverksamhet av plantagefröpartier som visar att en enskild årsskölds hårdighet kan variera motsvarande $\pm 1,5$ breddgrader från plantagens genomsnittliga hårdighet. Det är därför viktigt att testa varje årsskörd från plantager vars material är avsedda för områden med hårdighetsproblem.

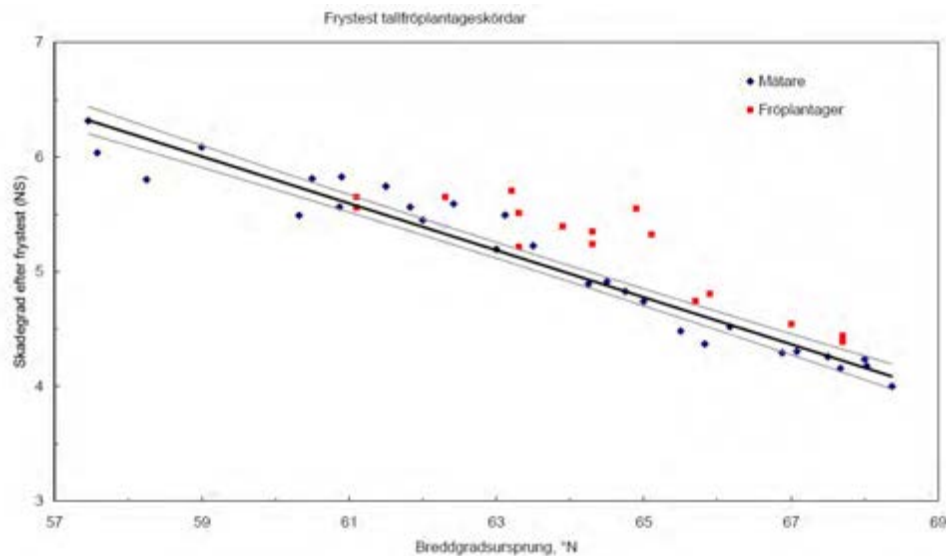
Vid en frystest odlas först plantor i växthus i en kontrollerad odlingsregim i cirka 10 veckor. Därefter får plantorna invintra genom att en konstgjord höst skapas med sänkt temperatur och lång natt. Plantorna utsätts sedan för låg temperatur, mellan minus 10 och 20 °C, i en fryskammare. Efter frysningen får plantorna stå i växthus några veckor innan deras skador bedöms.

I varje testomgång ingår plantor från naturbestånd med en geografisk spridning från söder till norr. Varje naturbestånd har ett känt ursprung och naturbeståndens fältöverlevnad är känd från en stor mängd äldre fältförsök. Vid utvärderingen jämförs skadorna på plantageplantorna med skadorna på naturbeståndsplantorna. Plantagefröets hårdighet beskrivs då som jämförbar med ett naturbestånd från en viss latitud och därmed fås också ett mått på förväntad fältöverlevnad (figur SF31).

¹²⁶ Eriksson, U., Jansson, G., Yazdani, R. & Wilhelmsson, L. 1995. Effects of supplemental mass pollination (SMP) in a young and a mature seed orchard of *Pinus sylvestris*. *Tree Physiology* 15, 519–526.

¹²⁷ Andersson, B. 1992. Autumn frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed orchard crops. I: Lindgren, D. (redaktör). Provenance and forest tree breeding for high altitudes. Proceedings of the Frans Kempe Symposium in Umeå June 10–11, 1986. SLU, inst. för skoglig genetik och växtfysiologi, *Rapport* 6, s 99–111.

¹²⁸ Nilsson, J.-E. & Andersson, B. 1987. Performance in freezing tests and field experiments of full-sib families of *Pinus sylvestris* (L.). *Can. J. For. Res.* 17, 1340–1347.



Figur SF31 Exempel på ett resultat från en frystest av plantagefröpartier. Plantagefröpartierna jämförs med fröpartier från naturbestånd (så kallade mätare) med känd härkomst. Ju längre norrifrån ett material är hämtat desto mindre blir skadorna i frystest. Fröplantagematerialet har gett något mer skador än mätarna vilket indikerar att inkorsning med lokalt pollen har skett. Källa: Skogforsk. (Vid renritning av diagrammet ska (NS) på y-axeln tas bort.)

Beskärning av tallplantager

Det finns i grunden två principiellt olika sätt att sköta plantagetråd:

- Plantageträden får växa fritt och plantageskötaren gallrar successivt bort träd för att ge kvarstående träd tillräckligt med plats, ljus och näring för att de ska producera bra med kott.
- Plantageträden beskärs regelbundet så att tillväxten bromsas och alla träd kan behållas. Med beskärning formas trädens kronor så att hela trädkronan solbelyses och kan delta i produktionen av frö och pollen.

I Sverige tillämpas i praktiken endast den andra modellen med beskärning av plantageträden. Ett av de viktigaste skälen till detta är att obesurna plantagetråd blir för höga och gör kottinsamling från stora plattformar kostsam, bland annat på grund av de bestämmelser för arbetarskydd som gäller vid arbete på höga höjder.

Ett plantageträds svar på en beskärning är att kompensera förlusten av barmassa. En rätt utförd beskärning skapar därigenom fler skottspetsar vilka i sin tur är platser där blommor kan bildas (figur SF32). En beskuren trädkrona kan därför ha fler skottspetsar som kan bära blommor än en obesuren trädkrona av samma storlek.



Figur SF32 Vid beskärning bildas flera skottspetsar där blommor kan bildas. Foto Curt Almqvist.

Genom att beskärningen håller tillbaka plantageträdens höjdtillväxt, tar det längre tid innan träden i ett viss förband börjar beskugga varandra. Detta gör att en beskuren plantage kan ha fler produktiva plantageträd per hektar än en obeskuren, där träd successivt måste gallras bort för att inte träden skall beskugga varandra för mycket.

Sammantaget gör detta att produktionen i en beskuren plantage kan vara lika hög eller högre per arealenhet som i en obeskuren plantage (figur SF33). Utöver det finns många praktiska fördelar med att begränsa plantageträdens storlek:

- Det är lättare och billigare att samla in kottarna från plantageträden.
- Det gör det möjligt att sätta in åtgärder mot t.ex. insektsangrepp.
- Intensivare skötselåtgärder, som t.ex. tilläggspollinering kan bara utföras effektivt på små plantageträd.



Figur SF33 Beskärning i tallfröplantage 610 Hade hösten 2004. Foto Curt Almqvist.

Beskärning av granplantager

Granplantagerna blommar senare än tallplantagerna och träden i många av de äldre plantagerna var ganska stora innan de började ge skördar av praktisk

betydelse. Problemet med för höga träd vid kottplockning är samma för gran som för tall, men granens mer koncentrerade kottsättning tillåter plockning på lite högre träd. Problemet blev till slut så stort att man började prova att även på granar kapa toppen, dvs toppa dem.

Granens honblommor anläggs i grenarnas skottspetsar. Årlig beskärning av ledande skott medför därför att det inte bildas några honblommor alls. Toppning av stammen minskar kottproduktionen momentant, men grenar i de översta kvarvarande grenvarven bildar efter några år nya toppar som återställer blomningsförmågan.

Vid toppning vrider sig de övre grenarna uppåt och bildar en korg (figur SF34). Det är på dessa nya toppar fortsatt kottsättning sker. På träd där toppningen bara tar bort toppen och några av de översta grenvarven bildas dubbel eller trippeltoppar som växer tätt ihop. Det kan ofta vara svårt att se att dessa träd är toppade. På äldre grova träd med vida kronor kan det ta längre tid för nya toppar att komma upp, då dessa ofta bildas genom att nya skott växer ut från de övre grenarna.

Granen blommar inte rikligt varje år. Även hos normalt växande granar, som inte utsatts för beskärning, är det glest mellan rikliga blomningsår. Toppade granar hinner därför oftast bilda nya toppar som kan producera blommor vid nästa bra blomningsår. Granplantager kan därför skötas med skörd av kottbärande toppar.



Figur SF34 Beskärning i granfröplantage 504 Ålbrunna hösten 2009. Foto Curt Almqvist.

Åtgärder för att öka fröproduktionen

Intensivare skötsel

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 åtgärder för att motverka detta sätts in. 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 har vuxit sig tillräckligt stora för att börja blomma och producera kottar och frön.

Det är realistiskt att med en ökad intensitet förkorta etableringsfasen med 5–6 år i en enskild plantage.

Skötsel under produktionsfasen syftar till att hålla plantageträden i en god vitalitet och näringsstatus så att de orkar med en regelbunden och hög kott-sättning. 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, etc.

Det är realistiskt att med en ökad intensitet i skötseln under produktionsfasen öka fröproduktionen med 15–20 % i en enskild plantage. Eftersom intensitetsökningen ger högst båtnad (nytta) i plantager med hög genetisk nivå ska insatserna i första hand sättas in i dessa plantager. Även i zoner med betryggande totalförsörjning kan det vara lönsamt att öka skötselintensiteten i de bästa plantagerna och ”pensionera” de gamla med låg förädlingsvinst.

Blomningsstimulering

Den dominerande metoden för att stimulera blomning är att behandla plantageträden med hormonet *gibberellin*. Det är ett av trädens naturliga blomningshormon och det tillförs genom ett borrhål i stammen. Därifrån transporteras det ut i trädets ledningsbanor till skottspetsarna där blomknopparna bildas. Effekten av en gibberellinbehandling varierar beroende på de naturliga förutsättningarna för blomning. Hos gran kan effekten förstärkas med *rotbeskärning*, *strangulering*, *partiell ringbarkning* och *gödslin* 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.¹²⁹

Effekten av en blomningsstimulerande behandling varierar beroende på de naturliga förutsättningarna för blomning. Generellt kan man säga att effekten av en behandling är säkrare på tall än på gran. När en behandling av gran ger effekt så är dock oftast responsen betydligt kraftigare än hos tall.

Erfarenheterna från Skogsforsks försök med blomningsstimulering i granplantager är att man vid en lyckad behandling av en granplantage kan få en produktionsökning på 70 procent eller mer. Det lyckas dock inte varje år. Vår bedömning är att man kan lyckas vid ungefär vartannat försök. För att försöka bör de vädermässiga förutsättningarna vara gynnsamma, vilket gör att en ytterligare reduktion är nödvändig. Ekonomiska beräkningar baserade på försök i praktisk skala visar att det för plantageägaren är mycket god ekonomi att blomningsstimulera gran.¹³⁰

¹²⁹ Almqvist, C. & Eriksson, M. 2008. Ökad produktion i plantage 501 Bredinge – försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. Skogforsk, Arbetsrapport 658, 14 s.

¹³⁰ Almqvist, C. 2007. Practical use of GA4/7 to stimulate flower production in *Picea abies* seed orchards in Sweden. I: Lindgren, D. (redaktör). *Proceedings of a Seed Orchard Conference*, Umeå, 26–28 September, 2007, s 16–24.

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 % högre skörd.¹³¹

Insektskontroll

Insektskontroll är aktuellt endast för granfröplantager då tall normalt inte har problem med kott- och fröförstörande insekter. I genomsnitt förstörs cirka 40 % av granfröproduktionen i en plantage av insekter. Granens kottar och frö kan angripas av ett flertal arter, de allvarligaste är *grankottmott*, *grankottmätare*, *grankottvecklare* och *grankottflugan*.¹³²

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 SF35).



Figur SF35 Besprutning i en granfröplantage mot kottinsekter. Preparatet Turex sprutas med fläktspruta. Foto Olle Rosenberg.

Erfarenheter från Skogforsks försök med Btk är att behandlingen kan minska insektsskadorna med omkring 60 %. Behandlingen ökar också kottar-

¹³¹ Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. *Fröplantager – anläggning och skötsel*. Skogforsk,Handledning, 97 s.

¹³² Se även: *Skogsskötselserien* nr 2, Produktion av frö och plantor, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

nas klängbarhet (möjligheten att få ut fröet ur kottarna) och fröutbytet eftersom kottarna inte producerar lika mycket kåda för att skydda sig mot angrepp.

En minskning av skadeangrepp med 60 % då skadenivån är 40 % innebär att skadenivån minskar till 16 %. Kalkyler över kostnader för insektskontroll visar att det för plantageägarna är mycket god ekonomi i insektskontroll i granfröplantager.¹³³

Vegetativ förökning

Vegetativ förökning innebär att delar av en växt behandlas så att delarna växer ut till kompletta plantor. På så sätt skapas nya, genetiskt identiska individer från en ursprungsindivid. En grupp individer med samma arvsanlag kallas för en klon. Klonbegreppet är centralt i all genetik och gäller för alla organismer. Metoderna för vegetativ förökning är många, med varierande grad av komplexitet.

Användning av vegetativ förökning i skogsbruket har många fördelar, såväl i förädling som vid massförökning. I förädlingen är tidsvinsten och ökad urvalsstyrka de största fördelarna. Vegetativ massförökning är attraktiv eftersom ett mindre antal kloner med mycket goda egenskaper ger större genetiska vinster jämfört med fröförökat material. Vid fröförökning i fröplantager används vegetativ förökning indirekt i och med att föräldraträden klonas genom ympning för att en större mängd frö ska kunna skördas. En ytterligare fördel är i situationer där det är brist på lämpligt frö. Vegetativ förökning kan då helt eller delvis avhjälpa detta.

Det är en stor variation mellan trädslag vad gäller förmågan att förökas vegetativt. I svenskt skogsbruk tillämpas vegetativ förökning endast i liten skala och då med poppel (*Populus sp.*), hybridasp (*Populus tremula x tremuloides*) och gran. Tall och många ädla lövträd hör till de svåraste trädslagen att föröka vegetativt.

Metoder för vegetativ förökning

Avläggare

Genom att böja ner lågt sittande kvistar och täcka med jord kan rötter bildas på kvisten och om kvisten skiljs från moderplantan eller trädet bildar den nu rotade kvisten en ny planta. Denna metod tillämpas i en del fall i trädgårdsnäringen men är alltför omständlig och dyr att använda i skogsbruk. Som kuriosita kan nämnas att gran naturligt kan föröka sig på detta sätt i vissa speciella miljöer, till exempel nära trädgränsen i fjällen och i skärgårdar. Granen klonar sig alltså själv i vissa situationer.

Ympning

Ympning innebär att en del av en växt sammanfogas med en annan och efter sammanväxning fungerar som en planta eller ett träd. I normalfallet tas kvistar från det träd man vill föröka. Kvisten (dvs *ympen*) skärs av och sätts sedan på ett skott på en annan planta (som kallas *grundstam*) (figur SF36). Ympen fixeras vid ympstället och ympen och grundstammen kan sedan växa samman

¹³³ Almqvist, C., m fl. 2008. Granfröplantagerna – en guldgruva för skogsbruket. Skogforsk, Resultat 3, 2008, 4 s.

så att ledningsbanorna fungerar också upp till ympen. Efterhand som ympen växer till, beskärs grundstammen så att det till slut bara finns växande skott från ympen och grundstammen enbart tjänstgör med nedersta delen av stammen och rot.



Figur SF36 En kvist av tall som ska ympas på en grundstam. Foto Skogforsk.

Ympningstekniken är mycket gammal och bland annat vin har ympats sedan antiken. De allra flesta trädslag går att ympa även om en del kan vara besvärliga och ympkvisten stöts bort efter en tid. I regel är fröplantager i Sverige anlagda med träd som klonats genom ympning.

Ympkvisten kan reduceras till att endast omfatta knopp och lite omkringliggande ved. Denna lilla ymp kan sedan ersätta motsvarande knopp och ved som tas bort från ett skott på en grundstam. Denna metod brukar kallas okulering och är vanlig för fruktträd men har också provats för framställning av kloner till fröplantager.

Ympning i olika former är dock för dyr för användning i massförökning.

Sticklingförökning

Förökning med sticklingar är liksom ympning en metod som använts länge för många växter. Den går till så att skott klipps från en moderplanta, skotten rotas, och de rotade sticklingarna bildar en klon. Sticklingförökning av skogsträd omnämns i kinesiska skrifter från medeltiden, det rörde sig då om kinesisk gran (*Cunninghamia lanceolata*). Av större betydelse skogligt sett är den sticklingförökning som skett av sugi (*Cryptomeria japonica*) i Japan sedan 500 år tillbaka.

I övriga världen är sticklingförökning i skogsbruket en yngre företeelse och det är framför allt poppel och en del barrträd som nått nivåer i något så när stor skala. Vissa poppelarter är mycket lättrotade och kan stickas direkt på

föryngringsobjektet (. För de flesta arter avtar förmågan hos skotten att rota sig med stigande ålder. Dessutom ökar risken för att de rotade plantorna förlorar sin *apikala dominans*.¹³⁴ Hur snabbt rotningsförmågan avtar och växtsättet försämras varierar mellan trädslag. Denna åldersbegränsning är avgörande för möjligheten till och utformningen av en storskalig sticklingförökning.

Rotningsmiljön för sticklingar skiljer sig en hel del från vanlig fröplantsodling eftersom det krävs en hög luftfuktighet under de första veckorna av rotningsprocessen. Detta ställer krav på ett genomsläppligt substrat som klarar en fuktigare miljö utan att det blir syrebrist i substratet. Likaså gynnas rotningen av att rotningsbädden kan värmas underifrån. Utgångsmaterialet, sticklingarna, är känsligare än frö och det är viktigt att moderplantorna är vitala och friska och befinner sig i rätt fysiologisk fas.

Intresset för sticklingförökning av gran blev mycket stort efter publicerandet av en tysk artikel som beskrev hur en storskalig sticklingförökning kunde läggas upp.¹³⁵ Idén var att tillämpa seriell förökning, dvs rotade sticklingplanter fungerade som nya moderplanter i tre- till fyraårsintervall och på detta sätt kunde en ursprungsplanta ge upphov till uppåt tusen planter efter några förökningscykler. Intervallet sattes till maximalt fyra år som är den kritiska åldern för god rotningsförmåga hos gran.

De tyska studierna har visat att man erhåller godtagbara resultat i förökningen upp till och med sju förökningscykler med seriell förökning och intervall på högst fyra år.¹³⁶

Ett alternativ till seriell förökning är den så kallade häckmetoden.¹³⁷ Här beskär moderplantan årligen och för gran strävar man efter att inte låta moderplantan bli högre än 50 cm, samtidigt som målet är att plantan ska bli buskig och producera ett stort antal skott. Genom den återkommande beskärningen behålls rotningsförmågan under en längre tid än fyra år och var gränsen går med denna metod är inte klarlagt. Om massförökning är målet måste även häckmetoden inkludera några cykler av seriell förökning för att få upp antalet moderplanter per ursprungsplanta.

I Sverige startades på 1970-talet två parallella projekt med sticklingförökning av gran, vid Skogsstyrelsen och vid dåvarande Hilleshög AB. Båda inriktade sig på klonskogsbruk med testade kloner. I Skogsstyrelsens projekt tillämpades seriell förökning medan Hilleshög AB använde häckmetoden. Under den ekonomiska nedgången i början av 1990-talet vek marknaden så kraftigt att båda projekten lades ner och något säkert svar på uthålligheten med de båda metoderna kan därför inte ges.

Sticklingförökning har inte mekaniserats utan innehåller flera manuella moment. Detta betyder att kostnaden för en sticklingplanta blir högre än för en fröplanta, uppskattningsvis 50–100 % högre, ibland ännu mer.

För hybridasp finns en alternativ metod som i egentlig mening inte är sticklingförökning. Genom att ta rotsegment från moderplantan och lägga i lämp-

¹³⁴ Apikal dominans: Benägenheten att växa upprätt.

¹³⁵ Kleinschmit, J., Müller, W., Schmidt, J. & Racz, J. 1973. Entwicklung der Stecklingvermehrung von Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) zur Praxisreife. *Silvae Genetica* 26, 197–203.

¹³⁶ Dekker-Robertson, D.L. & Kleinschmit, J. 1991. Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica* 40, 202–214.

¹³⁷ Bentzer, B. 1981. Large scale propagation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) by cuttings. I: Symposium on clonal forestry, Uppsala, April 8–9, 1981. SLU, inst. för skogs-genetik, *Research notes* 32, 33–42.

ligt substrat kan plantor utvecklas från respektive segment. Metoden kallas förökning med *rotsticklingar* och tillämpas i mycket blygsam omfattning i Sverige och Finland.

Mikroförökning

Under 1900-talets andra hälft utvecklades nya metoder för vegetativ förökning som till stora delar sker i laboratorier. Gemensamt för dessa är att vävnadskulturer initieras och stimuleras att bilda skott eller fortsätta att växa genom behandling med växthormoner. Man skiljer på två typer av mikroförökning, *organogenes* och *somatisk embryogenes*.

Organogenes

Organogenes är en samlingsbeteckning för metoder där skott och rot bildas under skilda tidsperioder under förökningen. Olika vävnader eller organ kan fås att bilda skott genom behandling med cytokinin (ett växthormon som stimulerar celldelning). Skotten rotas sedan genom behandling med auxin (ett växthormon som stimulerar cellsträckning och rotbildning). Flera olika former av organogenes finns men för skogsbruket är det främst *meristemförökning* som har nått tillämpning om än blygsam.

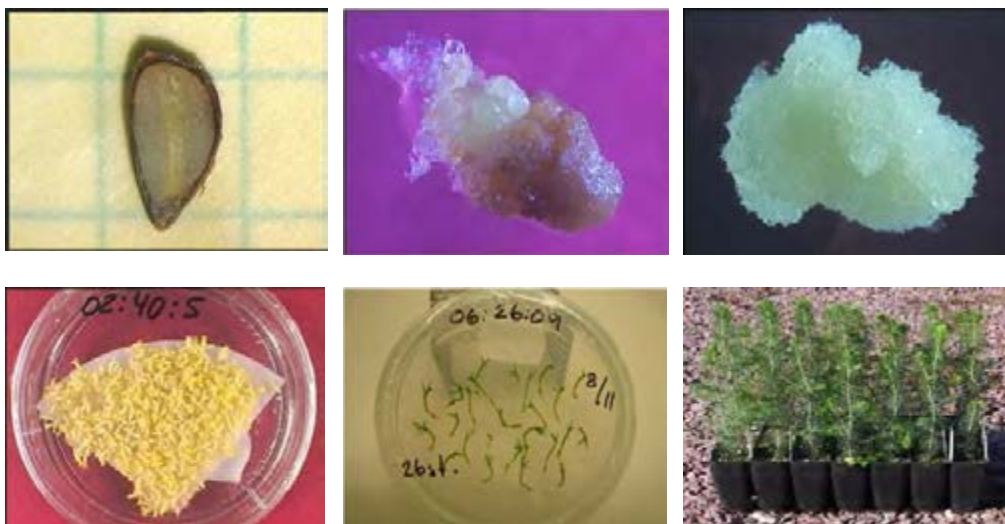
Meristemförökning startar med att *meristem* (tillväxtzoner) i aktiva knoppar stimuleras att växa genom behandling med cytokinin och att utveckla flera skott per ursprungsmeristem. Knopparna kan vara såväl befintliga som inducerade *adventivknoppar*. De bildade skotten kan sedan fortsätta att förökas genom upprepade delningar. Två till tre nya skott kan bildas från ett skördat skott. Skotten rotas med hjälp av auxin och acklimatiseras sedan successivt till normal odlingsmiljö med lägre luftfuktighet och osterila förhållanden.

Metoden har nackdelen att innehålla många manuella moment och blir därför dyr. Många lövträd kan förökas genom meristemförökning och även knoppar från äldre träd är möjliga att använda även om förökningsförmågan avtar med åldern. Kommersiell förökning har skett med björk i Finland och hybridaspplantor på den svenska marknaden är oftast förökade med denna metod.

Somatisk embryogenes

Utgångsmaterial är i detta fall ett fröembryo som med hjälp av växthormoner (ofta både cytokinin och auxin) stimuleras att bilda en *vävnadskultur*. Fortsatt behandling med växthormoner gör att kulturen växer och när man har en tillräcklig mängd vävnad stimuleras nya embryon att mogna genom att behandla med abskissinsyra (ett tillväxthämmande växthormon). Embryona får sedan gro, groddplantorna acklimatiseras till växthusmiljö och odlingen fortsätter som vanligt.¹³⁸ Forskning och utveckling har i Sverige koncentrerats till gran och under överskådlig tid är det gran som är aktuell att förökas med denna metod. Se bildserien i figur SF38.

¹³⁸ von Arnold, S., m fl. 2005. Propagation of Norway spruce via somatic embryogenesis. *Plant cell, tissue and organ culture* 81, 323–329.



Figur SF37 Somatisk embryogenes är en förökningsmetod som följer ett schema med olika moment. Den startar med att ett fröembryo prepareras fram som initieras att bilda en vävnadskultur. Kulturen får sedan växa (*proliferera*) tills man har lämplig mängd vävnad, då mognadsmomentet tar vid. De mogna somatiska embryona får sedan gro till småplantor som acklimatiseras till växthusförhållanden och därefter odlas på vanligt sätt. Bildsekvens somatisk embryogenes. Bilder Skogforsk. **Pilar som illustrerar de olika stegen ska läggas in.**

Under tillväxtfasen kan vävnadskulturen frysas ner och lagras i flytande kväve ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), så kallad *kryopreservering* eller *kryolagring*. Detta ger möjlighet att behålla förökningsförmågan under en lång tid. Jämfört med sticklingförökning där ett modermaterial måste hållas *juvenilt*¹³⁹ med antingen seriell förökning eller återkommande beskärning är det en stor fördel.

En annan fördel är att förökningen är mycket snabb. Vissa kloner fördubblar mängden vävnad på två veckor och teoretiskt skulle man kunna producera en miljon plantor av en sådan klon två år efter att kulturen startas.

Den stora nackdelen för somatisk embryogenes är densamma som för andra mikroförökningsmetoder. De många manuella moment där skott, embryon och plantor hanteras en och en gör att kostnaden blir hög. Framför allt i Nordamerika, men också på andra håll i världen, har stora resurser satsats på utveckling av metoder där embryon hanteras automatiskt. Hittills (2010) har dock ingen kommersiell produkt presenterats.

Trots att någon automatisk metod ännu inte utvecklats finns exempel på tillämpningar av somatisk embryogenes, till exempel för loblollytall (*Pinus taeda*) i sydöstra USA, några olika granarter i östra Kanada, sitkagran (*Picea sitchensis*) på Irland och radiatatall (*Pinus radiata*) på Nya Zeeland. I vissa fall går somatiska plantor direkt ut till skogsbruket, i andra fall tillämpas sticklingförökning med moderplantor som producerats med somatisk embryogenes. Totalt rör det sig i dagsläget om ca 10 milj. plantor per år som produceras genom somatisk embryogenes.

¹³⁹ Juvenil är en beteckning för ungdomligt beteende (t ex god rottningsförmåga) och används för att klassificera en individ åldersmässigt. Motsatsen betecknas adult.

Genetisk vinst med vegetativ förökning – olika modeller

Vegetativ massförökning i skogsbruket kan tillämpa två huvudlinjer för att tillgodogöra sig genetisk vinst, förökning av otestade eller testade kloner. I dagsläget är det endast gran, hybridasp och poppel som är aktuella för svenskt skogsbruk.

Förökning av otestade kloner

Förökning av otestade kloner innebär att klonerna förökas från ett fröparti utan att man har information om de enskilda klonernas prestation i fält. Den genetiska vinsten vid förökning av otestade kloner kan beräknas via kunskap om det fröparti klonerna hämtas från. När man förökar ett fröparti utan kännedom om de enskilda föräldrarna bakom fröpartiet brukar man kalla det *bulkförökning*, med innebörden att enskilda kloner inte hålls isär under förökningen.¹⁴⁰

På senare tid har ett nytt begrepp införts vid förökning av otestade kloner, *familjeskogsbruk*. Innebörden är att man har information om föräldrarna i fröpartiet som ska förökas och därmed kan skatta den förväntade genetiska vinsten bättre. Genom att välja frö från *elitföräldrar* kan man öka vinsten jämfört med bulkförökning av ett frö från känd proveniens men okända föräldrar.

Mängden frö från bra familjer är begränsad och om sticklingförökning tillämpas måste ett relativt stort antal familjer ingå och mer än en förökningscykel måste till för att nå upp till en plantproduktion i praktisk skala. Man kan också välja att föröka genom att beskära moderplantor och skörda kvistar från samma moderplantor under några år.

Somatisk embryogenes har öppnat möjligheter för ytterligare en variant av familjeskogsbruk med otestade kloner. I och med att förökningshastigheten är betydligt större kan material i praktisk skala framställas från ett relativt litet antal kloner från ett litet antal familjer. Med ett mindre antal familjer kan urvalet göras snävare och den genetiska vinsten höjas ytterligare jämfört med sticklingförökning. Genom att man känner släktskapet mellan familjerna och därmed klonerna kan den genetiska variationen i ett förökat material kontrolleras.

Vid urvalet krävs en avvägning av hur skarpt man kan göra urvalet utan att riskera att plantmaterialet avviker från förväntad prestation beräknad på föräldrarna och utan att ta för stora risker vad gäller odlingssäkerhet. Observera att man med denna ansats håller isär klonidentiteter under förökningen, men utan att känna till klonernas enskilda prestationsförmåga.

Även om förökning med somatisk embryogenes ännu ger dyra plantor (automatiska metoder ännu inte utvecklade) kan en somatisk planta användas som moderplanta i sticklingförökning och ge upphov till många plantor, vilket minskar förökningskostnaden per planta.

Förökning av testade kloner

Med testade kloner kan man gå ytterligare ett steg längre i urvalsstyrka och välja de bästa klonerna inom de bästa familjerna. Denna variant av vegetativ massförökning brukar kallas *klonskogsbruk*. Här krävs en fälttestning för att

¹⁴⁰ Högberg, K.-A., Eriksson, U. & Werner, M. 1995. Vegetativ förökning av skogsträd – med tonvikt på gran. Skogforsk, Redogörelse 1, 1995.

bestämma enskilda kloners prestation och till följd av detta måste också kloner odlas och lagras på ett sådant sätt att förökningsförmågan behålls. Klon-skogsbruk ger den högsta genetiska vinsten genom det snäva urvalet och om man hittar kloner som kombinerar egenskaper på ett bra sätt ökar vinsten ytterligare. Nackdelen är att man får vänta på resultat från fälttester.

Problemen med åldrandeeffekter vid sticklingförökning^{141 142} gör att klon-skogsbruk är svårt för att inte säga orealistiskt med sticklingar. Med somatisk embryogenes däremot kan klonerna kryolagras och testtiden väljas fritt. Liksom med otestade kloner kan en dyr somatisk planta fungera som moderplanta i sticklingförökning och därmed minska förökningskostnaden per planta.

Vegetativ förökning i förädlingen

Den grundläggande positiva effekten med vegetativ förökning i förädlingen är att kandidater i nästa förädlingsgeneration kan testas genom kopior av sig själva i stället för att testas genom sina avkommor. Denna möjlighet ger två fördelar.

Den ena fördelen är att man gör en avsevärd tidsvinst, eftersom man inte behöver invänta blomning hos kandidaterna. Den andra fördelen är att man för samma kostnad kan testa fler kandidater och därmed öka urvalsintensiteten.

Vegetativ förökning genom sticklingförökning tillämpas i dag i förädlingsprogrammen med gran, contortatall och björk. Försök med tall pågår men ännu har inte en tillräckligt bra metod utvecklats för rutinmässig tillämpning i förädling.

Vegetativ förökning i skogsbruket

När det gäller vegetativ massförökning i svenskt skogsbruk är det i dagsläget tre trädslag som är aktuella: poppel, hybridasp och gran.

Poppel och hybridasp produceras i blygsam omfattning, ca 100 000 respektive 400 000 plantor per år. Plantproduktionen har varierat kraftigt historiskt beroende på att etableringskostnaden är hög (dyrare plantor och behov av hägn), vilket har medfört att produktionen ökat i situationer då bidrag utgått. Under perioder utan bidrag har produktionen legat kring 50 000 plantor per år.

Alla plantor av poppel och hybridasp som planteras i Sverige är vegetativt förökade. Poppelplantorna utgörs av *rotade sticklingar*, medan hybridaspplantorna är *meristemförökade*. En liten del hybridaspplantor är förökade genom *rotsticklingar*. Flertalet hybridaspplantor utgörs av kloner som är testade och utvalda i Sverige. Om några år är situationen densamma för poppel.

Gran är det trädslag i Sverige som har störst plantproduktion och är helt dominerande i södra Sverige. Ungefär 2/3 av de ca 300 milj. plantor som årligen planteras i Sverige är granplantor. En sådan efterfrågenivå är realistisk också på längre sikt. Ungefär hälften av granplantorna är förädlade, dvs. fröet kommer från en fröplantage. Endast en mycket liten del av plantorna är i dagsläget (2010) vegetativt förökade, ungefär 100 000 sticklingar per år, och produktionen sker efter order. Dessa sticklingar är producerade enligt famil-

¹⁴¹ Borchert, R. 1976. The concept of juvenility in woody plants. *Acta Horticulturae* 56, 21–36.

¹⁴² Dekker-Robertson, D.L. & Kleinschmit, J. 1991. Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica* 40, 202–214.

jeskogsbruksmodellen och ligger på en vinstnivå motsvarande en TreO-plantage eller högre.

Med en mer utbyggd produktion av gransticklingar skulle andelen förädlade granplantor kunna utökas avsevärt. På lång sikt borde det vara möjligt att kunna försörja marknaden helt med förädlad material om den vegetativa förökningen (somatisk embryogenes och sticklingar) utvecklas mer. Den dyrare förökningen kommer att bli allt mindre avgörande i takt med att material med allt högre genetisk vinst finns att erbjuda.

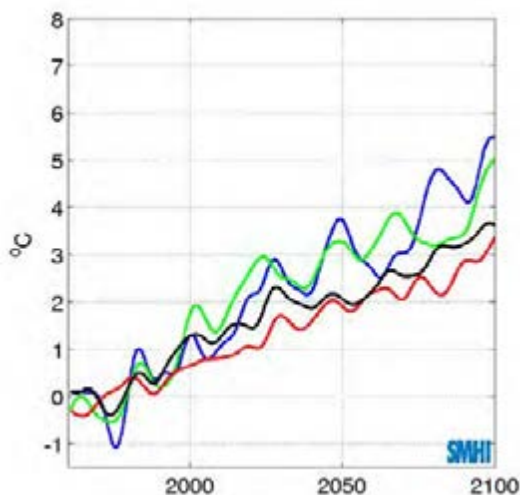
Skogsträdsförädling för ett förändrat klimat

Klimatet påverkar skogens produktion och vitalitet. När klimatet förändras ställs nya krav på skogsodlingsmaterialen. Med förädling har vi möjlighet att ligga steget före och ta fram material som passar i ett framtida klimat. Vi kan också direkt genom ändrad användning av dagens frökällor möta en pågående klimatförändring.

Vad vet vi om det framtida klimatet?

Den dominerande uppfattningen bland klimatforskare är att vi befinner oss i en period med global uppvärmning och att den kommer att fortsätta åtminstone de närmsta århundradena.¹⁴³ För Sveriges del räknar man med en ökning av årsmedeltemperaturen på 4–5 grader från 1961 till 2100,¹⁴⁴ vilket är 2–3 grader mer än medeltalet för den globala ökningen. Det här är stora förändringar och kan liknas vid att Östersund får ett temperaturklimat jämförbart med det som vi idag har i Mälardalen.

Den beräknade temperaturökningen är något större under vintern än under sommaren (figur SF38), speciellt längs Norrlandskusten och i Svealand.



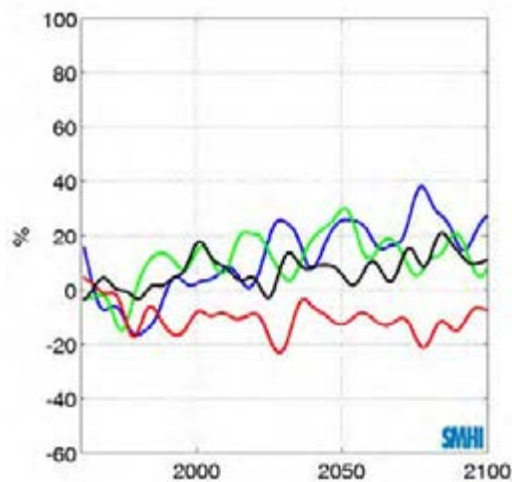
Figur SF38 Beräknad temperaturförändring för östra Svealand 1961–2100 jämfört med medelvärdet 1961–1990 för scenario B2 (vinter- blå graf, vår- grön, sommar-röd, höst-svart). Källa: Rossby Centre, SMHI (2007).¹⁴⁵

Årsnederbörden förändras också och beräknas öka med i medeltal 10–20 % över landet. Nederbördsökningen sker framförallt under vintern. Under sommaren blir nederbörden ganska oförändrad i norra Sverige, och lägre än idag i Götaland och Svealand (figur SF39). Mindre nederbörd i kombination med högre temperatur innebär ökad risk för torka. Beträffande vindhastigheter är framtidsprognoserna osäkrare och man räknar inte med någon påtaglig förändring.

¹⁴³ Se: www.ipcc.ch

¹⁴⁴ Se: www.smhi.se

¹⁴⁵ Se: www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/klimatforskning



Figur SF39 Beräknad nederbördsförändring för nordöstra Götaland 1961–2100 jämfört med medelvärdet 1961–1990 för scenario B2 (vinter- blå graf, vår-grön, sommar-röd, höst-svart). Källa: Rossby Centre, SMHI (2007).¹⁴⁶

Vädret förväntas också bli extremare med risk för mer ihållande perioder med till exempel hög nederbörd eller torka.

Förutsättningar för skogsproduktion om 100 år

För plantor och träd är temperatursumman under vegetationsperioden eller vegetationsperiodens längd de variabler som bäst förklarar överlevnad och produktion. Det är därför mer lämpligt att utgå från förändringar i dessa än i årsmedeltemperatur för att förutspå trädens reaktion på klimatförändringar.

Klimatforskarnas scenarier pekar på en betydligt förlängd vegetationsperiod om 100 år. Av figur SF40 framgår att vegetationsperioden beräknas bli 30–40 dagar längre i norra Sverige och upp mot 100 dagar längre i södra Sverige. Det innebär att det i södra Sverige kan komma att saknas sammanhängande perioder med dygnsmedeltemperatur under +5 °C, dvs ingen vinter i vanlig bemärkelse.

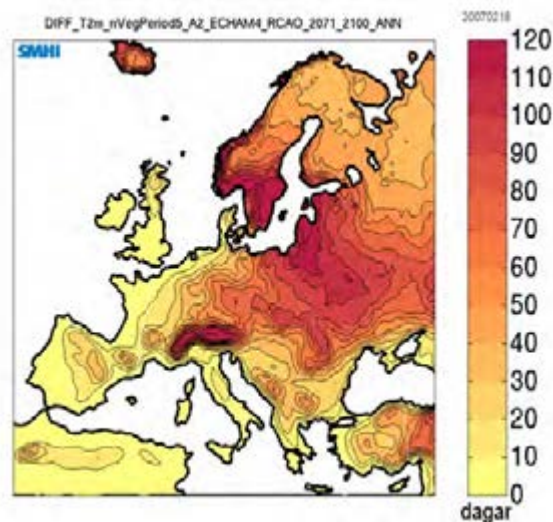
Den förlängda vegetationsperioden, tillsammans med snabbare näringsomsättning i marken till följd av högre temperatur, är viktiga faktorer som gör att skogsproduktionen kommer att öka. Forskarna räknar med i genomsnitt 20–40 % högre produktion om 100 år jämfört med idag, den högre delen av intervallet gäller i norr och den lägre delen i söder.¹⁴⁷

Ett mildare klimat med högre temperatur innebär inte enbart produktionsmässiga fördelar. Risken för skador av vår- och försommarfrost beräknas öka i södra Sverige.¹⁴⁸ Eftersom skottskjutningen startar vid ett tidigare datum i det varmare klimatet, är också nätterna längre och därmed ökar utstrålnings-effekten under natten som kan leda till frosttemperaturer. Andra faktorer som kan påverka produktionen negativt är att risken för skador från svampar och insekter förväntas öka.

¹⁴⁶ www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/klimatforskning

¹⁴⁷ Bergh, J., Nilsson, U., Kjartansson, B. & Karlsson, M. 2010. Impact of climate change on the productivity of Silver birch, Norway spruce and Scots pine stands in Sweden with economic implications for timber production. *Ecological Bulletins* 53 (15), 000–000.

¹⁴⁸ Ola Langvall, SLU, Asa försökspark och fältforskningsstation. Muntlig uppgift.



Figur SF40 Beräknad förlängning av vegetationsperioden (beräknad med tröskelvärde +5 °C) mellan perioden 1961–1990 och perioden 2071–100. Källa: Rossby Centre, SMHI (2007).¹⁴⁹

Behöver vi plantor med nya egenskaper?

Träd är arter med lång livslängd och därmed anpassade till att klara varierande förhållanden. Under en omloppstid möter träd såväl ovanligt kalla och korta somrar som ovanligt långa och varma. Denna inbyggda anpassning gör att träden också klarar en viss klimatförändring. På lång sikt anpassar sig träden till ett förändrat klimat genom det naturliga urvalet. Men denna anpassning sker i efterhand, dvs när en klimatförändring väl inträffat kommer det naturliga urvalet att gynna trädindivider som är bättre anpassade till de nya klimatförhållandena. Det innebär att det naturliga urvalet för anpassning till en förlängd vegetationsperiod kommer att släpa efter betydligt.¹⁵⁰ Efter en klimatförändring som pågått i 100 år, kunde tall och björk enligt beräkningarna utnyttja mindre än hälften av den förlängda vegetationsperioden. Avståndet mellan faktisk och utnyttjad vegetationsperiod kommer sedan att öka i takt med att klimatförändringen fortgår.

Ur ett evolutionärt perspektiv är det naturliga urvalet tillräckligt för att trädarterna ska kunna anpassa sig och fortleva men fördröjningen innebär risk för skador och produktionsförluster. Genom växtförädling finns möjlighet att ta fram sorter som passar i ett nytt klimat redan innan förändringen skett. Vi kan på detta sätt skapa en beredskap för framtida klimatförändringar och bättre ta tillvara den högre produktionspotentialen och samtidigt minska risken för skador.¹⁵¹

¹⁴⁹ www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/klimatforskning

¹⁵⁰ Kuparinen, A., Savolainen, O., & Schurr, F.M. 2010. Increased mortality can promote evolutionary adaptation of forest trees to climate change. *Forest Ecology and Management* 259, 1003–1008.

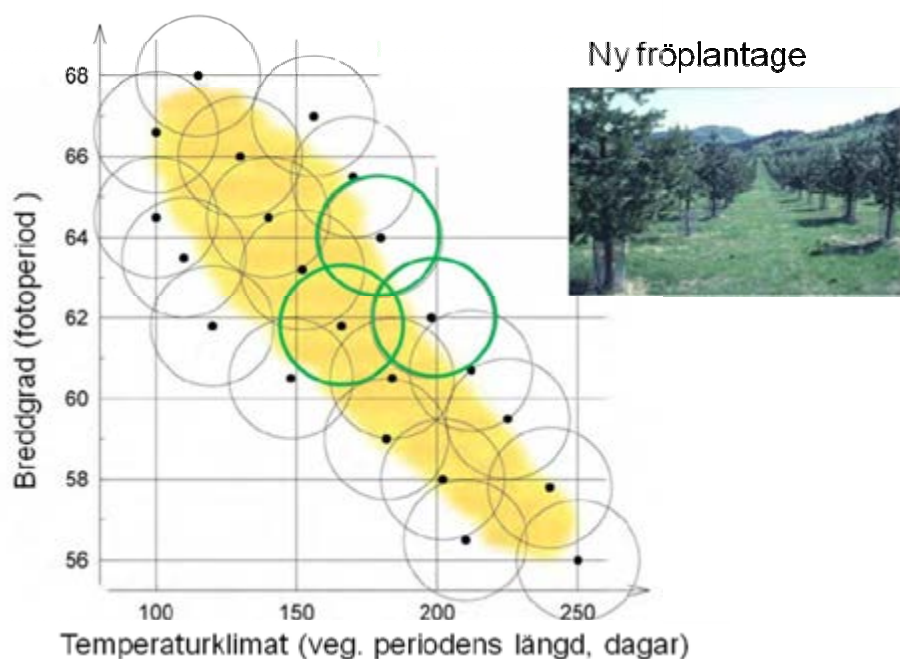
¹⁵¹ Andersson, B. 2010. Helgardera mot klimatförändringarna. I *UKONF10*, Skogsforsks Utvecklingskonferens 2010.

Anpassning på lång sikt ...

Den långsiktiga förädlingsstrategin är upplagd för att skapa en beredskap för framtida klimatförändringar. Det görs genom att utveckla förädlingspopulationerna (grupper av avelsträd) så att de passar för ett framtida klimat, dvs har en annorlunda klimatprofil än den som passar för dagens förhållanden (se avsnittet *Metodik i den svenska förädlingsstrategin* i kapitlet *Hur går skogsträdsförädling till?*). För varje breddgrad finns förädlingspopulationer som är anpassade både till nuvarande temperaturklimat och till kallare respektive varmare klimat. Tekniskt görs detta genom att avelsträden testas på många lokaler med stor variation i temperaturklimat. De träd som presterar bäst (vitalitet, tillväxt, kvalitet) på till exempel de mildaste lokalerna väljs som bas för en population anpassad för ett framtida mildare klimat.

Men hänsyn tas också till hur träden presterar på olika testlokaler. Bara de träd som utvecklas väl på alla lokaler (torra – fuktiga, bördiga – magra, etc) går vidare i förädlingsprogrammen, dvs generalister prioriteras före specialister. Urvalskriterierna gör att de förädlade träden blir mer robusta – de är mer anpassningsbara och klarar förändringar bättre.

Träd till fröplantager kan väljas från populationer med klimatprofil som ligger utanför dagens, och sedan producera frö som passar i ett framtida klimat (figur SF41). På så sätt kan anpassningen ligga parallellt med klimatförändringen istället för att släpa efter som den naturliga anpassningen.



Figur SF41 Fröplantage anpassad för ett framtida klimat med längre vegetationsperiod än dagens. Källa: Andersson (2010).¹⁵²

¹⁵² Andersson, B. 2010. Helgardera mot klimatförändringarna. I UKONF10, Skogsforsks Utvecklingskonferens 2010.

... och modifierad användning på kort sikt

Att ta fram en ny förädlingspopulation med ny klimatprofil tar tid – ca 25 år. Det arbetet pågår och har kommit olika långt för olika områden och träslag. För varje ny förädlingsgeneration kommer avelsträden att successivt anpassas till nya förhållanden. Efter till exempel fyra generationer finns avelsträd som passar för klimatsituationen år 2100.

Just nu anläggs fröplantager som passar för ett något varmare klimat än dagens. Men det tar ca 15 år innan de börjar producera frö i tillräcklig skala för praktisk användning.

Eftersom klimatet redan nu är i förändring är det viktigt att direkt ta fram en strategi för hur dagens frökällor kan användas i delvis nya områden och därmed anpassa skogen successivt till ett klimat i förändring. I takt med att klimatet blir varmare kan en viss frökälla användas allt längre norrut och på allt högre höjd över havet. Men trots en varmare framtid är det dagens klimat som är avgörande för hur återbeskogningen lyckas. Därför måste vi kompromissa mellan etableringssäkerhet idag och produktion i framtiden.

Första steget i en användningsstrategi är att ta fram en välgrundad modell över hur klimatet utvecklas över tiden. Klimatforskarnas resultat visar att årsmedeltemperaturen sannolikt kommer att öka med 4–5 grader mellan 1961 och 2100.¹⁵³ Det motsvaras av en årlig ökning av temperaturen på 0,03 grader, vilket är vår bästa kunskap om hur framtidens klimat kommer att se ut. Med utgångspunkt från denna årliga temperaturökning modifierar vi modellen så att den överensstämmer bättre med förhållandena för skogsodling och skogsproduktion. Modifieringen innebär att vi halverar den beräknade temperaturökningen – alltså 0,015 grader per år istället för 0,03. Reduceringen motiveras av att:

- uppvärmningseffekten är mindre på sommaren (figur SF38) och därmed påverkas temperatursumman under vegetationsperioden och vegetationsperiodens längd mindre än vad som avspeglas i årsmedeltemperaturen,
- även om klimatmodellerna uttrycker den bästa kunskapen om klimatet finns en osäkerhet i modellerna,
- det medför mindre negativa effekter på föryngring och skogsproduktion av att underskatta än överskatta uppvärmningseffekten, dvs riskhänsyn.

I nästa steg behöver en avvägning göras mellan:

- föryngring i dagens klimat och,
- tillväxt/produktion i ett framtida klimat.

Ett bestånd som etableras idag kommer i genomsnitt att växa i ett klimat som ligger mitt i den kommande omloppstiden. För tall i norra Sverige kan det exempelvis vara efter 40 år (omloppstid 80 år) medan det för gran i södra Sverige kan vara efter 30 år (omloppstid 60 år). Genom att låta överlevnad

¹⁵³ Se: www.smhi.se

vid etablering väga lika tungt som produktion under kommande omloppstid, fås en lämplig kompromiss som avspeglar arealproduktionen. Konsekvensen blir att för skogsodling idag välja plantmaterial som passar i ett klimat som ligger $\frac{1}{4}$ in i den kommande omloppstiden, till exempel 20 år framåt för tall i norr och 15 år framåt för gran i söder (figur SF42). Genom att välja plantmaterial som passar för en något mildare lokal än den faktiska vinner vi produktion i framtiden.

Figur in här.

Figur SF42 Modell för klimatförändring och lämpligt val av förnyngningsklimat ...

Slutligen gör vi en beräkning av hur årsmedeltemperaturens förändring påverkar temperatursumman under vegetationssäsongen, för att kunna karaktärisera en lokal ur skogsodlingssynpunkt. En höjning av årsmedeltemperaturen med en 0,6 grader motsvarar klimatet på 100 m lägre altitud i terrängen,¹⁵⁴ och 100 m förändring av altituden förändrar temperatursumman med 83,7 dygnsgrader oberoende av latitud.¹⁵⁵ Den årliga temperaturökningen på 0,015 grader innebär således att temperatursumman ökar med 2,1 dygnsgrader. I exemplet med tall i norra Sverige bör vi då välja plantmaterial som passar för en lokal med ca 40 dygnsgraders högre temperatursumma än dagens, och för exemplet gran i södra Sverige blir motsvarande ökning ca 30 dygnsgrader.

Rekommendationerna för plantval på KunskapDirekt¹⁵⁶ ¹⁵⁷ håller på att uppdaterats för att gälla för plantering år 2010, där hänsyn också tas till det framtida produktionsklimatet. Rekommendationerna uppgraderas sedan kontinuerligt i takt med klimatförändringen och klimatforskningens senaste kunskap om framtidens klimat.

Nya trädslag

Mycket talar för att tall och gran kommer att vara våra huvudträdslag i skogsbruket även i framtiden. Vi har lång praktisk erfarenhet av odling med tall och gran, och kunskap om hur de reagerar på långa förflyttningar till vitt skilda miljöer. Båda trädslagen är generalister, tåliga och anpassningsbara.

Men ett förändrat klimat innebär att växtbetingelserna för nya trädslag, som inte tidigare funnits i odlingsområdet, kan bli tillräckligt fördelaktiga för skogsodling. Nya trädslag kan vara ett effektivt alternativ i jämförelse med att anpassa de redan befintliga trädslagen. Trädslag som idag finns enbart i Sydsverige kan användas längre norrut om klimatet blir varmare (till exempel ädla lövträd), och helt nya trädslag kan komma att passa i södra Sverige. Trädslag med kort omloppstid som till exempel hybridlärk, hybridasp och poppel ger möjlighet till trädslagsbyte redan efter 20–30 år och därmed bättre möjlighet att möta ett förändrat klimat.

¹⁵⁴ Ångström, A. 1974. *Sveriges klimat*. Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag.

¹⁵⁵ Morén, A-S., Perttu, K. L. 1994. Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land. *Studia Forestalia Suecica* 194. 19 s.

¹⁵⁶ Se: www.skogforsk.se (länk: KunskapDirekt / Verktyg / Plantval).

¹⁵⁷ Andersson, B. 2010. Uppgradering av "Plantval". Skogforsk. *Manuskript*.

Nya trädslag med potential att växa i Sverige testas kontinuerligt i forskningen som en option för framtiden, och till exempel sitkagran utgör redan ett lämpligt alternativ till inhemsk gran i delar av Sydvästsverige. Men innan nya trädslag används i praktisk skala krävs miljökonsekvensanalyser, politiska beslut och en allmän acceptans genom till exempel certifiering.

Förädlade träd i skogslandskapet

Människan har ekologiskt påverkat en betydande del av jordens landareal sedan lång tid. För 10 000 år sedan kunde domesticeringen av växter och djur samt ny teknik göra att befolkningen ökade, vilket medförde en mer direkt påverkan av landskapet. I Sverige har människan inverkat på den ekologiska utvecklingen sedan inlandsisen drog sig tillbaka. Det har knappast funnits plats för en rent ”naturlig” utveckling.

Med eld, jakt och extensivt skogsbete kunde ett ganska litet antal människor sätta sin prägel på skogslandskapet även i glest befolkade delar. En successivt växande befolkning medförde allt hårdare tryck på skogsresurserna genom ökat behov av boskapsbete och olika typer av råvara från träd. Under den snabba befolkningsökningen från 1700-talets första hälft och fram till mitten av 1900-talet tog jordbruket omfattande skogsområden i anspråk. Dagens landskap är således starkt påverkat av människan och skulle annars sett mycket annorlunda ut.

I takt med ökad urbanisering och nya bruksmetoder inom jordbruket, t ex ökad användning av konstgödsel och minskat ängsbete, har trycket på skogen avtagit och jordbruksmark har återgått till skogsmark vilket ofta inneburit etablering av barrskog.

Skogsodling har påverkat skogslandskapet

Minskande skogsresurser ökade efterhand behovet av skogsodling, dvs skogar anlagda genom sådd eller plantering. Skogsodlingen tog sin början i liten skala i västra Sverige redan i början på 1800-talet då efterfrågan på sågat virke ökade.¹⁵⁸ En omfattande sågverksutbyggnad inleddes som vid mitten av 1800-talet nådde norra Sverige. Minskande arealer med naturligt uppkommen skog kombinerat med en successivt ökad skogsodlad areal har under senare delen av 1900-talet bidragit till en snabb förändring av den svenska skogen.

Förändringarna har varit störst i delar av södra Sverige där påverkan varit starkast och varat längst. Jordbrukets framväxt gjorde att nya arter kunde vandra in från andra regioner samtidigt som det fortfarande fanns plats för de flesta av de ursprungliga skogsarterna. Detta påverkar florans och faunans artsammansättning, men det handlar om relativt långsamma processer som påverkar den biologiska mångfalden med fördröjning. Den totala mängden arter ökade till följd av den större variationen av miljöer med eller utan träd. Både mängden livsmiljöer och antalet arter i landskapet var antagligen som störst högst just före den storskaliga industrialiseringen som startade för ungefär 200 år sedan.¹⁵⁹

Från beståndsfrö till plantagefrö

Skogsodling innebar till en början främst sådd. Med de såddmetoder som användes under 1800-talets slut krävdes mycket frö per hektar. Insamling av frö för skogsodling kom igång tidigt och fröet samlades troligtvis in så lokalt som möjligt. Efterhand samlades frö in i geografiskt avgränsade områden,

¹⁵⁸ Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001. Skogspolitisk historia. Skogsstyrelsen, *Rapport 8A*, 2001, 256 s.

¹⁵⁹ Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001. Skogspolitisk historia. Skogsstyrelsen, *Rapport 8A*, 2001, 256 s.

frötäktssområden. Fröets egenskaper blev därmed i genomsnitt mer förutsägbara och likartade.

Det ökande behovet av skogsfrö under 1800-talets slut medförde att frö började importeras från utlandet. Utgående från praktiska erfarenheter förstod man tidigt betydelsen av frökällans *härkomst* eller *proveniens*, dvs det område eller den plats varifrån en planta eller ett frö är hämtat.

Genom den organiserade proveniensforskningen som påbörjades under början av 1900-talet ökade kunskapen om proveniensens betydelse för tillväxt och överlevnad. Det debatterades om variationen mellan populationer (provenienser) inom en art var ett uttryck för en anpassning till specifika typer av habitat, så kallade *ekotyper*, eller om det var ett uttryck för en *klinal variation* som bäst kunde beskrivas av populationernas geografiska ursprungs breddgrad och höjd över havet. Resultat från experiment med tall gav ett starkt stöd för en klinal variation i tillväxt och överlevnad.¹⁶⁰

Under 1950- och 60-talen började fröplantager anläggas för tall och gran. Jämfört med oförädlade provenienser blev plantagefröets egenskaper mer förutsägbara och likformiga.

Tall och gran hämtades från kontinentala Europa

Redan på 1840-talet uppmärksammades att tall av mellaneuropeisk proveniens inte passade i Sverige. Bestånd i södra Sverige var av mycket låg kvalitet och de flesta tallar dog redan efter 15-20 år – uttrycket *tysktall* myntades. De negativa erfarenheterna med ”tysktallen” gjorde att gran med ursprung från Tyskland också fick dåligt rykte. Emellertid uppvisade granbestånd av utländsk proveniens i södra Sverige inte några uppenbara defekter och ”tyskgranen” betraktades vid 1900-talets början som fullt hårdig i Götaland och i stora delar av Svealand.

Med stöd av positiva resultat från proveniensförsök fortsatte en omfattande import av granfrö från centrala Europa till södra Sverige. Under 1900-talets slut kom rapporter om en större frekvens topp- och grentorka på granar från centrala och sydöstra Europa och en större frekvens stamsprickor på provenienser från Slovakien och Rumänien.¹⁶¹ De uppkomna skadorna har lett till att dessa provenienser inte används i Sverige idag. Under de senaste decennierna har frö från Vitryssland dominerat vid framställning av granplantor för södra Sverige och under de senaste åren har fröanvändningen förskjutits mot områden av Baltikum, delvis av politiska skäl.

Skogsodlingens betydelse på kort sikt

Skogsodlingens betydelse för genresursen av tall och gran är på några decenniers sikt måttlig i stora delar av deras utbredningsområde i Sverige. En orsak är att merparten av trädslagens genresurser delas med våra nära grannländer och genom pollentransporter sker en utjämnande effekt på generna. Den svenska genresursen av huvudträdslagen är därför inte särskilt unik för Sverige. Vidare spelade skogsodlingen arealmässigt en ganska liten roll i en stor

¹⁶⁰ Eiche, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36, 219 s.

¹⁶¹ Skrøppa, T. & Dietrichson, J. 1986. Winter damage in the IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Communications of the Norwegian Forest Research Institute* 39.10

del av landet fram till mitten av 1900-talet och ännu är det betydande delar av skogsmarksarealen som inte skogsodlats.

I södra Sverige är idag ursprunget för beståndsfrö av gran idag osäkert på grund av den omfattande importen av kontinental europeisk gran under de senaste dryga hundra åren. Där påverkar pollen från de importerade granprovenienserna sannolikt skogen redan idag. I norra Sverige är ursprunget för en granfröskörd däremot relativt oförändrat, även om rekommendationerna under de senaste 30–40 åren varit inriktad på en generell nordförflyttning av inhemsk gran.

För tall i norra Sverige har rekommendationerna under lång tid varit inriktade på sydförflyttning av tall för att öka överlevnaden, speciellt i de kärvare områdena av Norrland. Sammantaget bör effekter i norra Sverige av pollen från förflyttade material vara försumbara på kort sikt.¹⁶²

Skogsodling har stor ekologisk påverkan, till exempel minskar mängden död ved i kulturskogen vilket påverkar ekosystemet. I kulturskogen är också bredden av skogsmiljöer av olika typ mindre och skogar saknas som fått växa utan mänsklig påverkan under lång tid.

Skogsodling med oförädlad material i form av trakthyggesbruk har förmodligen i sig betydligt större ekologisk påverkan än den ytterligare påverkan som skogsodling med förädlad material skulle ha. Trakthyggesbruket har sedan mitten av 1800-talet ansetts som det lämpligaste skogsbrukssättet för svenska skogsförhållanden. Under 1900-talet har både skogstillståndet och skogslagstiftningens uppbyggnad medverkat till att skapa förutsättningar för trakthyggesbrukets genomslag.¹⁶³

Exempel på ytterligare faktorer som gör att de svenska skogarna idag avviker betydligt från ett naturligt tillstånd är ökad landskapsfragmentering, av människan orsakade klimatförändringar, högt betestryck av klövvilt samt luftföroreningar. Också dessa faktorer har mycket större inverkan på de svenska skogarna än vad användning av förädlad skogsodlingsmaterial har och kan förväntas få inom den närmaste framtiden.

Skogsodlingsmaterialens betydelse på lång sikt

Ändrad skötsel med förädlad material

Användning av förädlad skogsodlingsmaterial kan i stort sett ses som ekvivalent med en bonitetshöjning, dvs en ökning av markens produktionsförmåga. Genom att förädlade träd är mer motståndskraftiga, har bättre överlevnadsförmåga och bättre kvalitet kan föryngring och skogsskötsel modifieras på olika sätt. Skogen växer fortare, gallringarna kommer tidigare och omloppstiden blir kortare.

Ökad överlevnad kan innebära att beståndstätheten ökar vilket påverkar florans och faunans artsammansättning.¹⁶⁴ Samtidigt kan ökad överlevnad innebära att färre plantor planteras, vilket i viss mån motverkar den ökade

¹⁶² Lindgren, D. 2008. Frötäkt och frötäktsområden av gran och tall i Sverige. Skogsstyrelsen, Rapport 8, 2008.

¹⁶³ Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001. Skogspolitisk historia. Skogsstyrelsen, Rapport 8A, 2001, 256 s.

¹⁶⁴ Weslien, J., Finér, L., Jónsson, J. Á., Koivusalo, H., Laurén, A., Ranius, T. & Sigurdsson, B.D. 2009. Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modeling study. *Scand. J. For. Res.* 24, 333–347.

tätheten. En ökad användning av förädlad material påverkar hela landskapets biologiska mångfald, men det är en långsam process.

Hybridisering mellan svensk gran och importerad gran

I södra Sverige har den omfattande användningen av kontinental europeisk gran pågått under lång tid. Hybridisering mellan granar med utländsk härkomst och granar med svensk härkomst förekommer antagligen i betydande omfattning redan idag. De resultat som rapporterats pekar mot en intermediär nedärvning, dvs att hybridernas egenskaper motsvarar föräldrarnas genomsnitt.¹⁶⁵

Mindre släktskap i förädlade skogar än i naturskogar

I en naturligt föryngrad skog står besläktade träd nära varandra och befruktar varandra, vilket ger upphov till viss inavel.^{166 167} I en fröplantage kommer träden inte från samma bestånd och träden är därför inte nära besläktade. På längre sikt kommer pollen från förädlade och förflyttade provenienser att påverka även naturligt föryngrad skog. Det tar dock lång tid innan denna påverkan får nämnvärd nationell betydelse med undantag för gran i Götaland, där vi har denna situation redan idag.

Kulturskog kan föryngras naturligt

När man anlägger en kulturskog är förväntan vanligtvis att nästa generation också skall vara kulturskog. Men det kan snarast ses som ett etiskt krav att skogsbruket inte i någon nämnvärd grad lämnar kulturer efter sig som inte har förmåga att föryngra sig själva.

I kulturskogar som anlagts med fröplantageplantor fungerar en fröträdsställning bra för självföryngring. Att det går bra att ställa fröträd vid föryngringsavverkning i en kultiverad förädlad skog beror på att släktskapet mellan fröträden är lågt och att mängden utifrån kommande pollen är stor. Ett visst släktskap kommer att finnas i en förädlad skog med ursprung från fröplantager men jämfört med naturlig föryngring i naturbestånd är släktskapet lägre. Inflytandet av utifrån kommande pollen är stort, i storleksordningen 50 % av alla pollineringar i en fröplantage sker med sådant pollen.

Vid klonskogsbruk med ett fåtal kloner ökar risken för släktskap då man ställer fröträd. Om de valda fröträden i stor utsträckning tillhör samma klon kommer fröträden att vara genetiskt identiska. I den mån dessa träd pollinerar varandra leder detta till den högsta graden av inavel, *självpollinering*. Emellertid resulterar självpollineringen i första hand i att embryona dör vilket minskar fröproduktionen. Bildas fröplantor konkurreras de snart ut. Påverkan på det vuxna beståndet blir liten och det blir huvudsakligen något glesare mellan träden.

¹⁶⁵ Eriksson G., Ekberg I., Dormling I., & Matern B. 1978. Inheritance of bud-set and bud-flushing in *Picea abies* (L.) Karst. *Theor. Appl. Genet.* 52, 3–19.

¹⁶⁶ Lindgren, D. 2008. Frötäkt och frötäktsområden av gran och tall i Sverige. Skogsstyrelsen, Rapport 8, 2008. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Bokhandeln / Rapporter).

¹⁶⁷ Garcia-Gil, M. R. Olivier, F. Kamruzzahan, S. Waldmann, P. 2009. Joint analysis of spatial genetic structure and inbreeding in a managed population of Scots pine. *Heredity* 103, 90–96.

Under förutsättning att det finns mycket annat pollen i luften skulle det fungera med en enda klon i beståndet. En klonskog med en blandning av många obesläktade kloner fungerar ungefär som en fröplantage.

Skogsodlingens effekt på genbevarande och evolution

Genbevarande på eller utanför den naturliga växtplatsen

Skogsodlingens ökande betydelse i skogslandskapet leder till ett ökat behov av genbevarande. En metod kan vara att lämna områden att utvecklas fritt utan medveten påverkan av människan, till exempel nationalparker och naturreservat, eller att vissa skötselåtgärder i sådana områden är accepterade eller rent av önskvärda. Även skogar under fri utveckling påverkas indirekt av människan genom till exempel brandfrekvens, fragmentering, vilttryck, nedfall och atmosfärens sammansättning.

Polleninflöde från omgivningen är också en viktig faktor för våra vanligaste arter, som gör det omöjligt att helt isolera ett reservat från förändringarna i resten av skogarna.

En annan metod för genbevarande kan vara att bevara gener utanför den naturliga växtplatsen, till exempel i form av klonarkiv, i fryslager med frö eller som pollen. I fryslager kan man lagra stora kvantiteter väl definierade fröpartier i små volymer. Ibland måste resursen förnyngas, men tiden mellan generationsväxlingar kan förlängas avsevärt om materialet lagras lång tid som frö. Lagring av frö under svala förhållanden ökar säkerheten för att genresurserna verkligen bevaras. Det är billigare och enklare än i klonarkiv eller i bestånd speciellt avsatta för genbevarande.¹⁶⁸ Botaniska trädgårdar, proveniensförsök, arboreta och andra odlingar utanför utbredningsområdet kan också ha en viss betydelse för genbevarandet.

Skogsträdsförädling innebär genbevarande

Långsiktig skogsträdsförädling kan ses som ett genbevarande i sig. Genetisk variation är en förutsättning för förädling och det är av fundamentalt intresse för den långsiktiga förädlingen att den genetiska variationen upprätthålls i förädlingspopulationen. Det är också av intresse att det genetiska materialet är väl anpassat till svenska förhållanden. Skogsträdsförädling som bedrivs på ett långsiktigt och uthålligt sätt innebär att de genetiska resurserna både utnyttjas och bevaras.

Svensk skogsträdsförädling arbetar med flera tusen existerande kloner av tall och gran. Förädlingsmaterialen för tall och gran delas in i en stor mängd underpopulationer som vardera bygger på ca 50 individer. I var och en av dessa populationer bedrivs ett balanserat förädlingsarbete efter ungefär samma riktlinjer.¹⁶⁹ Nya generationer skapas med kontrollerade korsningar som eliminerar inflytandet av utifrån kommande pollen. Underpopulationerna hålls genetiskt isolerade från varandra vilket bidrar till bevarandet av genresurserna.

¹⁶⁸ White, T.L., Adams, W.T. & Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CAB International. 682 s.

¹⁶⁹ Namkoong, G., Barnes, R.D., & Burley, J. 1980. A philosophy of breeding strategy for tropical forests. *Tropical forestry papers* 16, University of Oxford.

De olika underpopulationerna har olika geografiska målområden i termer av ljus- och temperaturklimat vilket ökar förädlingens flexibilitet inför framtida miljöförändringar. Simuleringar av en planerad svensk granförädling tio generationer framåt i en sluten delpopulation med 50 startträd ledde till en blygsam minskning (6,2 %) av den genetiska variationen över 10 förädlingsgenerationer.¹⁷⁰

Genresurserna kommer i ett längre tidsperspektiv att ändras avsevärt genom skogsträdsförädlingens selektiva urval. Det kan därför på sikt bli stor skillnad i egenskaper mellan träd som selekterats i förädlingsurval och evolutionens naturliga selektion av träd även om den genetiska variationen är ungefär densamma. Förädlingen innebär att urvalet baseras på många försöksplanter som växer i olika miljöer. Det är troligt att de förädlade träden är mer flexibla och robusta och klarar av varierande förhållanden bättre än de oförädlade träden. En möjlighet att behålla relativt opåverkade populationer är att bygga upp underpopulationer av liknande storlek som förädlingspopulationerna och tillåta att urval och korsningar sker slumpmässigt.

En förädlingspopulation bör ge utrymme för mutationer

Genom evolutionens gång kommer trädens egenskaper successivt att ändras genom naturliga urval och mutationer. Mutationer är plötsliga ärftliga förändringar beroende på strukturella kromosomförändringar eller kemiska förändringar i DNA.

De flesta mutationer är skadliga och sådana alleler blir aldrig vanliga. Men ibland ger en mutation en genförändring som gör att individerna i genomsnitt överlever bättre och förväntas få fler avkommor. De flesta sådana mutationer kommer trots detta att försvinna, men blir mutationen tillräckligt vanlig för att inte försvinna av slumpen kommer den att finnas hos fler och fler individer för varje generation. När de svenska förädlingspopulationerna uppförökas i varje generationsskifte blir antalet i träd i populationerna så stort att det skapar möjlighet för att fånga nya mutationer, som kan vara till nytta på lång sikt.

Skogsodlingens effekt på genetisk variation

Mätbar variation och genetisk variation

Naturskogar påverkas i högre grad av miljön, till exempel beståndets historik, skötsel och ståndort, än av genetiken – även om genetiken har betydelse. Kulturskogar har mer enhetlig historik och skötsel men kan genetiskt sett vara mer olika jämfört med naturskogar. Den odlade skogens anläggningssätt med samtidig plantering av planter på ett hygge kan öka upplevelsen av likformighet på beståndsnivå jämfört med upplevelsen av en naturskog uppkommen efter naturlig föryngring. Även i en odlad skog beror storleksskillnader mellan träd framför allt på miljöeffekter och skogsskötsel.

Man kan förvänta sig ungefär samma mätbara variation i trädhöjd eller traddiameter i en skog med förädlade träd som i skogar med oförädlade träd. För egenskaper som höjd och diameter gäller samma sak även för en skog

¹⁷⁰ Rosvall, O., Lindgren, D. & Mullin, T. 1998. Sustainability robustness and efficiency of a multigeneration breeding strategy based on within-family clonal selection. *Silvae Genetica* 47, 307-321.

med ett litet antal kloner. Det är först i extremfallet med en enda klon på en homogen mark som man kan förvänta minskad mätbar variation i höjd och diameter.

Större genresurs med importerad gran i södra Sverige?

Det anses i många sammanhang bra att bryta en genetisk "isolering" och att "röra om i genpoolerna". Är det något som är dåligt eller ger dålig anpassning tenderar det då att rensas bort av det naturliga urvalet. Som exempel borde den genetiska variationen i den sydsvenska granen snarast öka när genmaterial från inte bara Vitryssland utan även från andra platser i Europa tillåts att blandas.

Även om gran av svensk eller utländsk härkomst skulle vara utarmad på någon sällsynt genvariant så kommer denna genvariant att finnas hos de framtida granarna men i lägre frekvens. Genvarianterna förs i naturen vidare av miljontals träd och detta gäller även med dagens skogsodling. Sällsynta genvarianter kommer att finnas kvar i södra Sverige de närmaste seklerna.¹⁷¹

Diversiteten i skogen från en fröplantage

Genom plusträdsurval förväntas den genetiska variationen (egentligen variansen) för urvalsegenskaper att tillfälligt minska med 5–10 % jämfört med de skogar där urvalet ägde rum.¹⁷² I fröplantagerna omkombineras sedan generna genom sexuell förökning och cirka hälften av den minskade genetiska variationen återbildas. Skulle urvalet upphöra återbildas hela den mätbara variationen efter några generationer.

Vilka egenskaper som urvalet baseras på och i vilken utsträckning som dessa egenskaper nedärvs är viktig för hur mycket variation som kan gå förlorad. För tillväxtegenskaper som t.ex. höjd och diameter, med relativt låg arvbarhet, är den genetiska variationen som förloras vid plusträdsurval marginell. Vid urval för egenskaper som bestäms av ett begränsat antal gener kan minskningen i genetisk variation däremot bli betydande.¹⁷³ De flesta träd-egenskaper är dock komplexa och förefaller vara kontrollerade av många gener.

Självpollinering i fröplantager kontra i naturbestånd

Självpollinering förekommer i fröplantager, men inte i högre utsträckning än i frö från naturbestånd. Självpollinering är den mest extrema formen av inavel och leder ofta till inavelsdepression och en lägre livskraft hos avkomman. Självpollinering ökar sannolikheten för att avkommorna får skadliga mutationer i dubbel upplaga och att den skadliga effekten därmed kommer till uttryck i plantan.

Självpollinering har liten kvantitativ betydelse i den skog som härrör från en plantage, den berör vanligen bara några procent av träden och en stor del av dessa konkurreras ut. Skogsproduktionen minskar någon procent till följd

¹⁷¹ White, T.L., Adams, W.T., & Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CAB International. 682 s.

¹⁷² Lindgren, D. 2009. *Effekten av urval på kvantitativ genetisk varians*. Opublicerat dokument.

¹⁷³ Bouffier, L., Raffin, A. & Kremer, A. 2008. Evolution of genetic variation for selected traits in successive breeding populations of maritime pine. *Heredity* 101, 156–165.

av ökad inavel, i såväl den förädlade skogen som den naturliga skogen, vilket kan ses som ett ganska marginellt problem.¹⁷⁴

Utifrån kommande pollen och självföryngring ökar den genetiska variationen

Omkring hälften av pollenet i en fröplantage kommer från bestånd utanför fröplantagen och ökar den genetiska variationen väsentligt. Detta faktum medför att de allra flesta genvarianter i den naturliga skogen också finns i fröplantageavkomman. Det är troligt att omkring 20 % av produktionen i planteringar i norra Sverige kommer från självföryngring och beståndsföryngring.¹⁷⁵ Andra undersökningar antyder en något högre siffra.¹⁷⁶ Självföryngringsinslaget ökar den genetiska variationen i de planterade bestånden.

Klonantalets betydelse i fröplantager

Det finns inga tecken i verkligheten och heller inga teoretiska överväganden som gör det troligt att den genetiska variationen i dagens planteringar med fröplantagematerial blir något problem på beståndsnivå om fröplantagen innehåller 20 kloner.¹⁷⁷ Klonerna i en fröplantage varierar i ursprung med några breddgrader. Fröet kan därför förväntas vara bättre anpassat över ett något större intervall av odlingslokaler än beståndsfö. Plantor med härstamning från fröplantage kan därför förväntas vara något mer robusta gentemot klimatändringar än plantor i självföryngringar.

Genetisk variation i enskilda egenskaper

Variation i klimatanpassning viktig för överlevnad

För våra barrträdsarter är anpassningen mellan fenologi och temperaturklimat på odlingsplatsen avgörande för den långsiktiga överlevnaden.¹⁷⁸ Speciellt för tall ökar plantavgångarna med ökad klimatisk kärvhet på odlingslokalen¹⁷⁹ och avgångarna är ofta ett resultat av upprepade skador under en följd av år.^{180 181} Egenskaper som är relaterade till klimatisk anpassning till exempel knoppsprickning, uppvisar ofta större genetisk variation än tillväxtegen-

¹⁷⁴ Lindgren, D. 2008. Se: www-genfys.slu.se/staff/dagl/Frotakt/FrötäktGranNorr.doc.

¹⁷⁵ Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *For. Ecol. Manage.* 65, 105–113.

¹⁷⁶ Hägglund, B. 1983. Breeding for Future production. Forest tree breeding – potential and limitations. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 81 (3), 1–112.

¹⁷⁷ Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54, 80–92.

¹⁷⁸ Junttila, O. 1996. Plant adaptation to temperature and photoperiod. *Agricultural and Food Science in Finland* 5, 251–260.

¹⁷⁹ Eriksson, G., Andersson, S., Eiche, V., Ifver, J. & Persson, A. 1980. Severity index and transfer effects on survival and volume production of *Pinus sylvestris* in northern Sweden. Bestämning av ett hårdhetsindex för norra Sverige med hjälp av proveniensförsök med tall. *Studia Forestalia Suecica* 156.

¹⁸⁰ Eiche, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36, 219 s.

¹⁸¹ Stefansson, E. & Sinko, M. 1967. Experiments with provenances of Scots Pine, with special regard to high ground in N. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 47, 108 s.

skaper¹⁸². Den genetiska variationen i de egenskaper som är viktiga för överlevnad gör att det finns goda förutsättningar för genetiska urval för ökad överlevnad¹⁸³. Det naturliga urvalet gynnar ofta överlevnad mer än till exempel. virkesproduktion.

Välanpassade träd tenderar att överleva i större utsträckning och kan lämna fler avkommor till nästa generation¹⁸⁴ men det är en långsam process. Lokala populationer kan vara anpassade till extrema klimathändelser som inträffar mycket sällan, vilket kan vara en förklaring till att flera nordliga arter inte förefaller utnyttja hela den möjliga tillväxtperioden för tillväxt¹⁸⁵. I förädlingsprogram där urval för tillväxt och produktion ges relativt sett högre vikt än vid naturligt urval kan hög överlevnad och hög tillväxt kombineras genom aktiva urval.

Tillväxtegenskaper varierar tillräckligt för genetiskt urval

Tillväxtegenskaper står i jämförelse med till exempel vissa kvalitetsegenskaper under ett relativt starkt inflytande av miljö och skogsskötsel. Andelen genetisk variation av den totala mätbara variationen är relativt låg och arvbarheten ligger därför på en relativt sett låg nivå. På förhållandevis homogena marker minskar vanligtvis miljövariationen och sålunda ökar arvbarheten, såvida inte andra miljöeffekter tillkommer som påverkar tillväxten. Upprepade froster som ofta påverkar tillväxten för vissa familjer mer än andra kan innebära ökad arvbarhet och komplicerar tolkningen av vilken egenskap som egentligen mätts.

Den genetiska variationen för tillväxtegenskaper är tillräckligt stor för att skapa goda möjligheter för genetiska urval och förädling. I Sverige finns emellertid få försök som vuxit närmare en omloppstid, men det finns inga indikationer på att den genetiska vinsten avtar med tilltagande ålder. För trädslag med kortare omloppstid (till exempel radiatatall (*Pinus radiata*) och loblollytall (*Pinus taeda*) har förädlingsvinsterna stått sig över omloppstiden.¹⁸⁶

Kvalitetsegenskaper har relativt hög arvbarhet

Det finns egenskaper där arvet verkar starkare och miljön har mindre inflytande. Dit hör en del kvalitetsegenskaper som till exempel grenvinkel. Även om förädlingen ökat den genomsnittliga grenvinkeln något, dvs grenar som förhållandevis går mer vinkelrätt ut från stammen, så är fortfarande synintrycket att den genomsnittliga variationen i grenvinkel är relativt oförändrad i en förädlad skog från fröplantager eller klonblandningar.

Veddensitet är en viktig egenskap för biomassatillväxt, massautbyte och virkets hållfasthet. Om urval görs endast för tillväxt är det inte osannolikt att

¹⁸² Ekberg, I., Eriksson, G. & Weng, Y. 1985. Between- and within-population variation in growth rhythm and plant height in four *Picea abies* populations. *Studia Forestalia Suecica* 167.

¹⁸³ Eriksson, G., 1998. Evolutionary forces influencing variation among populations of *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 32(2), 173–184.

¹⁸⁴ White, T.L., Adams, W.T. & Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CAB International. 682 s.

¹⁸⁵ Morgenstern, E.K. 1996. *Geographic Variation in Forest Trees*. UBC Press, Vancouver, B.C.

¹⁸⁶ Carson, S.D., Garcia, O. & Hayes, J.D. 1999. Realized Gain and Prediction of Yield with Genetically Improved *Pinus radiata* in New Zealand. *Forest Science* 45(2), 186–200.

man på lång sikt minskar den genetiskt betingade densiteten, varför sambandet mellan tillväxt och densitet studeras extra noga.

Den genetiska variationen har begränsad betydelse för skadegörare

Den genetiska variationen har begränsad betydelse för anpassning av parasiter och deras spridning i skogsbruket. Om en klon över tiden planteras över tillräckligt stora arealer kan den efter hand bli mer mottaglig om parasiten anpassar sig. Det kan finnas gränser för hur stor arealen ska vara för att utgöra en ökad risk för kloner.

I praktiken har ekonomiskt betydelsefulla skadegörare ofta ekologiska nischer som är större än en art. Till exempel kan nämnas de för gran viktiga svamparna honungsskivling och rotticka samt de viktiga skadeinsekterna snytbagge, större granbarkborre, ädelgranbladlus och barrskogsnunna. Inga av dessa arter är begränsad till en enskild barrträdsart som värd.

Allvarliga angrepp av svampsjukdomar (till exempel knäckesjuka och *Gremmeniella*) är ofta diagnostiserade som direkta skadegörare, fast den verkliga orsaken kan vara en proveniens med ett för sydligt tillväxtmönster för att passa förhållandena där den planterats. Urval för att minska skador kan alltså snarare vara urval för anpassning och då hade det varit effektivare att använda information om ursprunget vid urvalet. Beroende på skadegörare och skademekanism förekommer både positiva och negativa samband mellan tillväxt och motståndskraft.

Klonskogsbruk kan ge hög produktion men har risker

Klonskogsbruk innebär att genetiska kopior av ett antal utvalda träd odlas praktiskt i stor skala. Klonskogsbruk ger förutsättningar för en snabb användning av genetiskt högvärdiga kloner. Det kan ge en mer likformig gröda som kan bli enklare och lönsammare att sköta och skörda och ger en för slutanvändaren mer värdefull produkt.

Ett stort problem för klonskogsbruk är bristen på relevanta undersökningar om dess miljöeffekter. Slutsatser måste därför grundas på slutsatser från studier av andra arter eller miljöer. Storskaliga landsomfattande satsningar på klonskogsbruk kan få effekter på pollenmolnets sammansättning.

Minskad genetisk diversitet inom klonskogsbruket kan även uppfattas som ett produktionsproblem, då diversitet kan vara önskvärd för biomassaproduktion. En blandning av kloner kan använda den ekologiska ytan mer effektivt. Om en klon misslyckas kan en annan ta över det frigjorda ekologiska utrymmet i ett bestånd anlagt med en klonblandning.

En sjukdom eller svamp kan anpassa sig och sprida sig snabbare i ett genetiskt likartat bestånd, vilket motverkas av en klonblandning.¹⁸⁷ En gröda som genetiskt sett är mer diversifierad kan troligtvis uppvisa en mer stabil produktion över en lång rad av miljöer och skörden är mer ”upprepningsbar” och misslyckas mer sällan.

¹⁸⁷ White, T.L., Adams, W.T. & Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CAB International. 682 s.

Familjeskogsbruk – de bästa klonerna korsas

Med familjeskogsbruk avses ett skogsbruk baserad på förökning av de bästa familjerna efter korsningar av de bästa avelsvärderade träden. Efterhand som nya framsteg görs i förädlingen byts korsningarna ut mot nya. Den högre vinsten med familjeskogsbruk jämfört med till exempel fröplantager innebär en lägre diversitet i de skogar som anläggs. En lägre diversitet kan accepteras med tanke på familjeskogsbrukets karaktär av ”spjutspets” och den marginella omfattning på nationell nivå som den kan tänkas få under överskådlig tid.

Det finns behov av att successivt bygga upp ökad praktisk erfarenhet av skogar med lägre diversitet, såväl klonskogsbruk som familjeskogsbruk, för att kunna göra bra och välgrundade bedömningar av vinster och risker i framtiden.

Med somatisk embryogenes har förutsättningarna för vegetativ massförökning förbättrats de sista åren genom att det tekniskt går att framställa obegränsade kvantiteter av klonat frö från korsningar mellan de bästa avelsvärderade granklonerna. Det återstår dock att se om detta kan utnyttjas till ett fungerande system för skogsbruket. Det är först då som klonskogsbruk och familjeskogsbruk kan få en sådan omfattning att diversitet och mångfald påverkas på nationell nivå.

Litteratur

- Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *For. Ecol. Manage.* 65, 105–113.
- Almqvist, C. 2007. Practical use of GA4/7 to stimulate flower production in *Picea abies* seed orchards in Sweden. I: Lindgren, D. (redaktör). *Proceedings of a Seed Orchard Conference, Umeå, 26–28 September, 2007*, s 16–24.
- Almqvist, C. & Eriksson, M. 2008. Ökad produktion i plantage 501 Breddinge – försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. Skogforsk, *Arbetsrapport* 658, 14 s.
- Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. *Fröplantager – anläggning och skötsel*. Skogforsk,Handledning, 97 s.
- Almqvist, C., Wennström, U. & Karlsson, B. 2009. Hur öka tillgången på förädlad skogsodlingsmaterial. Skogforsk, *Stencil*.
- Almqvist, C., Simonsen, R., Wennström, U. & Rosenberg, O. 2008. Granfröplantager – en guldgruva för skogsbruket. Skogforsk, *Resultat* 3, 2008, 4 s.
- Andersson, B. 1992. Autumn frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed orchard crops. I: Lindgren, D. (redaktör). Provenance and forest tree breeding for high altitudes. Proceedings of the Frans Kempe Symposium in Umeå June 10–11, 1986. SLU, inst. för skoglig genetik och växtfysiologi, *Rapport* 6, s 99–111.
- Andersson, B. 2010. Helgardera mot klimatförändringarna. I *UKONF10*, Skogsforsks Utvecklingskonferens 2010.
- Andersson, B. 2010. Uppgradering av ”Plantval”. Skogforsk. *Manuskript*.
- Andersson, B. & Bäckström, I. 1993. *Plusträskloner i tallfröplantage 10 Östteg. Avelsvärden nr 14*. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut. Uppsala. 12 s.
- Andersson, B., Engelmark, O., Rosvall, O. & Sjöberg, K. 1999. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbruk med contortatall i Sverige. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 1999.
- 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, 84–92.
- Anon. 1962. Förteckning över fröplantager. Föreningen skogsträdförädling. *Årsbok 1962*. Appelbergs Boktryckeri, Uppsala, s 6–16.
- Anon. 2010. *The Heureka Research Programme. Final report for phase 2, October 2005 – September 2009*. SLU, inst. för skoglig resurshushållning. Under färdigställande.
- von Arnold, S., Bozhkov, P., Clapham, D., Dyachok, J., Filonova, L., Högberg, K.-A., Ingouff, M. & Wiweger, M. 2005. Propagation of Norway spruce via somatic embryogenesis. *Plant cell, tissue and organ culture* 81, 323–329.

- Bentzer, B. 1981. Large scale propagation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) by cuttings. I: Symposium on clonal forestry, Uppsala, April 8–9, 1981. SLU, inst. för skogsgenetik, *Research notes* 32, 33–42.
- Bergh, J., Nilsson, U., Kjartansson, B. & Karlsson, M. 2010. Impact of climate change on the productivity of Silver birch, Norway spruce and Scots pine stands in Sweden with economic implications for timber production. *Ecological Bulletins* 53 (15), 000–000.
- Berlin, M., Jansson, G., Danell, Ö., Andersson, B., Elfving, B. & Ericsson, T. 2009. Economic weight of tree survival relative to volume production in tree breeding: A case study with *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 24, 288–297.
- Borchert, R. 1976. The concept of juvenility in woody plants. *Acta Horticulturae* 56, 21–36.
- Bouffier, L., Raffin, A. & Kremer, A. 2008. Evolution of genetic variation for selected traits in successive breeding populations of maritime pine. *Heredity* 101, 156–165.
- Carson, S.D., Garcia, O. & Hayes, J.D. 1999. Realized Gain and Prediction of Yield with Genetically Improved *Pinus radiata* in New Zealand. *Forest Science* 45(2), 186–200.
- Coley, P.D., Bryant, J.P. & Chapin, F.S., III. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defence. *Science* 230, 895–899.
- Danell Ö. 1992. Genetisk variation på olika sätt. *Skog & Forskning* 1/92, s 29–45.
- Dekker-Robertson, D.L. & Kleinschmit, J. 1991. Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica* 40, 202–214.
- Dickman, D.I. 1985. The Ideotype Concept Applied to Forest Trees. I: Attributes of Trees as Crop Plants. Cannell, M.G.R. & Jackson, J.E. (redaktörer), s 89–101.
- Ditlevsen, B. 2003. Produktion af hybridlaerk fro. *Skoven* 11, 529–531.
- Eiche, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36, 219 s.
- Ekberg, I., Eriksson, G. & Weng, Y. 1985. Between- and within-population variation in growth rhythm and plant height in four *Picea abies* populations. *Studia Forestalia Suecica* 167.
- Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001. Skogspolitisk historia. Skogsstyrelsen, *Rapport* 8A, 2001, 256 s.
- Elfving, B. & Norgren, O. 1993. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden. I: Lindgren, D. (redaktör), *Pinus contorta* from untamed forests to domesticated crop, Proceedings of the IUFRO meeting and Frans Kempe Symposium 1992 on *P. c.* provenances and breeding. SLU, inst. för genetik och växtfysiologi. *Rapport* 11, s 69–80.

Eriksson, G., 1998. Evolutionary forces influencing variation among populations of *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 32(2), 173–184.

Eriksson, G., Andersson, S., Eiche, V., Ifver, J. & Persson, A. 1980. Severity index and transfer effects on survival and volume production of *Pinus sylvestris* in northern Sweden. Bestämning av ett hårdhetsindex för norra Sverige med hjälp av proveniensförsök med tall. *Studia Forestalia Suecica* 156.

Eriksson, G., Ekberg, I. & Clapham, D. 2006. *An introduction to Forest Genetics*. SLU, inst. för växtbiologi och genetik. 185 s.

Eriksson G., Ekberg I., Dormling I., & Matern B. 1978. Inheritance of bud-set and bud-flushing in *Picea abies* (L.) Karst. *Theor. Appl. Genet.* 52, 3–19.

Eriksson, H. 2007. Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar. Skogsstyrelsen, Rapport 8, 2007. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Bokhandeln / Rapporter).

Eriksson, T. 2007. Parameter estimates of genetic variation and correlation in growth of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Sweden. Skogforsk, *manuskript*, 20 s.

Eriksson, U., Jansson, G., Yazdani, R. & Wilhelmsson, L. 1995. Effects of supplemental mass pollination (SMP) in a young and a mature seed orchard of *Pinus sylvestris*. *Tree Physiology* 15, 519–526.

Falconer, D.S. & Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to quantitative genetics*, 4th Edition. Longman. London and New York. 464 s.

Feilberg, L. & Söegaard, B. 1975. Historical review of seed orchards. I: Faulkner, R. Seed Orchards. *Forestry Commission Bulletin* 54.

García-Gil, M.R., Olivier, F., Kamruzzahan, S. & Waldmann, P. 2009. Joint analysis of spatial genetic structure and inbreeding in a managed population of Scots pine. *Heredity* 103, 90–96.

Godt, M.J.W., Hamrick, J.L., Edwards-Burke, M.A., & Williams, J.H. 2001. Comparisons of genetic diversity in white spruce (*Picea glauca*) and jack pine (*Pinus banksiana*) seed orchards with natural populations. *Can. J. For. Res.* 31, 943–949.

Gregorius, H.-R. 1980. The probability of losing an allele when diploid genotypes are sampled. *Biometrics* 36, 643–652.

Hagner, S. 1969. Styrmedel för val av ekonomiskt optimal insatsnivå i olika skogsvårdsarbeten samt några nya hjälpmedel för beslutsfattandet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 8.

Hagner, S. 2005. *Skog i förändring – vägen mot ett rationellt och hållbart skogsbruk i Norrland 1940–1990*. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien, Stockholm, 398 s.

Hannerz, M. & Almäng, A. 1997. Utländska gran- och tallprovenienser i svenskt skogsbruk. Skogforsk, *Resultat* 7, 1997, 4 s.

Hannerz, M., Hajek, J., Stener, L.-G. & Werner, M. 1993. Lärkfröplantager i Sverige. Skogforsk, *Resultat* 8, 1993, 4 s.

- Hannrup, B., Jansson, G., & Danell, Ö. 2008. Genotype by environment interaction in *Pinus sylvestris* (L.). *Silvae Genetica* 57(6), 306–311.
- Hegan, R. L. & Luckert, M. K. 2000. An economic assessment of using the allowable cut effect for enhanced forest management policies: an Alberta case study. *Can. J. For. Res.* 30, 1591–1600.
- inbreeding in a managed population of Scots pine. *Heredity* 103, 90-96.
- Hägglund, B. 1983. Breeding for Future production. Forest tree breeding – potential and limitations. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 81 (3), 1-112.
- Högborg, K.-A., Eriksson, U. & Werner, M. 1995. Vegetativ förökning av skogsträd – med tonvikt på gran. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 1995.
- Jacobsson, J. 1986. Optimization and Data Requirements. A Forest Management Problem. SLU, inst. för biometri och skogsindelning. Doktorsavhandling. 143 s.
- Jonsson, B. Jacobsson, J., & Kallur, H. 1993. The Forest Management Planning Package. Theory and application. *Studia Forestalia Suecia* 189, 26 s.
- Junttila, O. 1996. Plant adaptation to temperature and photoperiod. *Agricultural and Food Science in Finland* 5, 251–260.
- Jäghagen, K. & Albrektson, A. 1996. Induced competition among Scots pine seedlings and its effect on future timber quality. *New Forests* 12, 163–174.
- Kang, K.S. 2001. Genetic gain and gene diversity of seed orchard crops. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 187.
- Karlsson, B. 2007. Sitka- och Douglasgran – alternativ för ett nytt klimat. Skogforsk, *Resultat* 17, 2007, 4 s.
- Kleinschmit, J., Müller, W., Schmidt, J. & Racz, J. 1973. Entwicklung der Stecklingvermehrung von Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) zur Praxisreife. *Silvae Genetica* 26, 197–203.
- Kuparinen, A., Savolainen, O., & Schurr, F.M. 2010. Increased mortality can promote evolutionary adaptation of forest trees to climate change. *Forest Ecology and Management* 259, 1003–1008.
- Langlet, O. 1971. Two hundred years of gene ecology. *Taxon* 20, 653–722.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. *Möjligheter till intensivodling av skog*. Slutrapport regeringsuppdrag JO 2008/1885. SLU, 136 s.
- Lindgren, D. 2008. Frötäkt och frötäktsområden av gran och tall i Sverige. Skogsstyrelsen, *Rapport* 8, 2008. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (länk: Bokhandeln / Rapporter).
- Lindgren, D. 2008. Se: www-genfys.slu.se/staff/dagl/Frotakt/FrötäktGranNorr.doc.
- Lindgren, D. 2009. *Effekten av urval på kvantitativ genetisk varians*. Opublicerat dokument.

Lindgren, D. 2009. *Global warming and seed orchards with special reference to Sweden*. Abstract. IUFRO WP 2.09.01 Seed Orchards conference from September 8 to 11, 2009, Jeju Island, Republic of Korea.

Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. *Silvae Genetica* 54, 80–92.

Lindgren, D., m fl. 2008. Unequal deployment of clones to seed orchards by considering genetic gain, relatedness and gene diversity. *Forestry* 82(1), 17–28.

Löfgren K. G. 1988. On the Economic Value of Genetic Progress in Forestry. *Forest Science* 34, 708–723.

Morén, A-S., Perttu, K. L. 1994. Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land. *Studia Forestalia Suecica* 194, 19 s.

Morgenstern, E.K. 1996. *Geographic Variation in Forest Trees*. UBC Press, Vancouver, B.C.

Namkoong, G., Barnes, R.D., & Burley, J. 1980. A philosophy of breeding strategy for tropical forests. *Tropical forestry papers* 16, University of Oxford.

Nilsson, J.-E. & Andersson, B. 1987. Performance in freezing tests and field experiments of full-sib families of *Pinus sylvestris* (L.). *Can. J. For. Res.* 17, 1340–1347.

Persson, A. & Persson, B. 1992. Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. SLU, inst. för skogsproduktion, *Rapport* 29, 67 s.

Persson, B. 1994. Effects of climate and provenance transfer on survival, production and stem quality of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Sweden. SLU, inst. för skogsproduktion, *Rapport* 37, 43 s.

Rosvall, O. 2003. Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige. Skogforsk, *Arbetsrapport* 549.

Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademins Tidskrift* nr 4, 2007, s 13–30.

Rosvall, O. (redaktör). 2002. ”Rätt” proveniens skadas mindre av Gremmeniella – och det går att förädla för ökad motståndskraft. Skogforsk, *Resultat* 5, 2002, 4 s.

Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 1998, 66 s.

Rosvall, O., Lindgren, D. & Mullin, T. 1998. Sustainability robustness and efficiency of a multigeneration breeding strategy based on within-family clonal selection. *Silvae Genetica* 47, 307–321.

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. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 41 s.

Rosvall, O. & Eriksson, B. 2002. Nya fröplantager i Sverige – underlag för strategiska beslut. Skogforsk, *Arbetsrapport* 499, 27 s.

Rosvall, O., Bergström, R., Jacobson, S., Pettersson, F., Rosén, K., Thor, M. & Weslien, J. 2004. Ökad produktion i familjeskogsbruket – analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. Skogforsk, *Arbetsrapport* 574, 97 s.

Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Den gamla skogen står i vägen för den nya. I: Utvecklingskonferens 2006. Skogforsk, *Redogörelse* 2, 2006, s 94–104.

Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006. Framtida tillväxtökning kan tas ut redan i dagens skog. Skogforsk, *Resultat* 4, 2006, 4 s.

Rosvall, O., m fl. 2007. Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket – underlag för lönsamhetsberäkningar. Skogforsk, *Arbetsrapport* 640, 59 s.

Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Skogforsk, *Arbetsrapport* 665, 38 s.

Rytter, L., Hannerz, M., Högbom, L., Ring, E. & Weslien J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar med hänsyn till miljö och sociala värden. Skogforsk, *Arbetsrapport* 684, 94 s.

Schweitzer, D.L., Sassaman, R.W., & Schallau, C.H. 1972. Allowable cut effect: some physical and economic implications. *J. For.* 70, 415–418.

Simonsen, R., Rosvall, O. & Gong P. 2007. Ökad skogsproduktion i Holmens skogar – en lönsamhetskalkyl. Skogforsk, *Resultat* 8, 2007, 4 s.

Simonsen, R., Rosvall, O. & Gong P. 2007. Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder hos Holmen Skog – en fallstudie. Skogforsk, *Redogörelse* 5, 2007, 34 s.

Skogliga konsekvensanalyser 2008 (SKA-VB -08). 2008. Skogsstyrelsen. *Rapport* 25, 2008. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se (Länk: Bokhandeln / Rapporter.)

Skogsvårdslagen – Handbok. 2009. Skogsstyrelsens förlag.

Skrøppa, T. & Dietrichson, J. 1986. Winter damage in the IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Communications of the Norwegian Forest Research Institute* 39.10

Sonesson, J., Bradshaw, R., Lindgren D. & Ståhl, P. 2001. Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. Skogforsk, *Redogörelse* 1, 2001, 59 s.

Sonesson, J., Swedjemark, G., Almqvist, C., Jansson, G., Hannrup, B., Rosvall, O. och Kroon, J. 2007. Genetic variation in responses of *Pinus sylvestris* trees to natural infection by *Gremmeniella abietina*. *Scand. J. For. Res.* 22, 290–298.

Stefansson, E. & Sinko, M. 1967. Experiments with provenances of Scots Pine, with special regard to high ground in N. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 47, 108 s.

Stener, L.-G. 1997. Förflyttning av björkprovenienser i Sverige. Skogforsk, *Redogörelse* 3, 1997, 30 s.

Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Skogforsk, *Arbetsrapport* 571, 28 s.

Stener, L.-G. 2005. Förädlad björk och hybridasp, snabbt växande alternativ för södra Sverige. Skogforsk, *Resultat* 7, 2005, 4 s.

Stener, L.-G. 2005. Hybridlärk – ett bra komplement till gran i södra Sverige. Skogforsk, *Resultat* 16, 2005, 4 s.

Stener, L.-G. 2007. Studie av klonskillnader i känslighet för askskottsjuka. Skogforsk, *Arbetsrapport* 648, 4 s.

Stener, L.-G. 2007. Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiska ursprung. Skogforsk, *Arbetsrapport* 650, 21 s.

Stener, L.-G. 2007. Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal. Skogforsk, *Arbetsrapport* 649, 43 s.

Stener, L.-G. & Werner, M. 1997. Bättre frökällor för odling av ädellöv. Skogforsk, *Resultat* 11, 1997, 4 s.

Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in boreal forest using orchard or stand seed. SLU, Acta Universitatis agriculturae Sueciae, *Silvestria* 204.

Wennström, U. 2002. Som du sår får du skörda. Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt. Skogforsk, *Resultat* 20, 2002, 4 s.

Weslien, J., Finér, L., Jónsson, J. Á., Koivusalo, H., Laurén, A., Ranius, T. & Sigurdsson, B.D. 2009. Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modeling study. *Scand. J. For. Res.* 24, 333–347.

White, T.L., Adams, W.T. & Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CAB International. 682 s.

Wikström, P., Klintebäck, F. & Westling, J. 2008. BeståndsVis, en simulator för analys av skogsskötsel. SLU, *Fakta Skog* 4, 2008. Även tillgänglig på: <http://heureka.slu.se/wiki>.

Witzell, J. & Karlman, M. 2000. Importance of site type and tree species on disease incidence of *Gremmeniella abietina* in areas with a harsh climate in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 15, 202–209.

Ångström, A. 1974. *Sveriges klimat*. Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag.

Litteratur för fördjupning

Danell, Ö. 1993. Breeding programmes in Sweden. 1. General approach. I: *Progeny testing and breeding strategies, Proceedings from a Meeting with the Nordic Group of Tree Breeding, October 1993*. Editerad av Lee, S.J., Forestry Commission, Edinburgh.

White, T.L., Adams, W.T. & Neal, D. 2007. *Forest genetics*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK.

Zobel, B. & Talbert, J. 1984. *Applied forest tree improvement*. John Wiley & Sons, New York.

Jo2008/1883

Bilaga 7. Plantval på webben



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden, Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Sammanställning av resultat inom delprojekt webbaserade riktlinjer för användning av förädlat material

Bakgrund och mål

Plantval är ett webbaserat verktyg för rådgivning om lämpliga skogsodlingsmaterial av tall, gran, contortatall och björk. Verktöget är en vidareutveckling av ett Excelverktyg (Tall i norra Sverige), och webbprogrammet Val av skogsodlingsmaterial (först lanserat år 2000). År 2007 publicerades en första version av Plantval som en del i Kunskap Direkt. Parallellt publicerades också en engelsk version (Planter's guide).

Målet med detta delprojekt var att utveckla den plattform som Plantval erbjuder genom att utöka och förbättra informationen så att den blir tillgänglig även för icke-expert. I målet ingick också att uppdatera och förfinas informationen om de olika plantagematerialen.

Behovet av förbättringar identifierades med hjälp av den genomförda attitydundersökningen, samt med fröansvariga och referensgruppen för det övergripande projektet. Övriga delprojekt (kunskapssammanställning m.m.) har bidragit med den nödvändiga bakgrundsinformationen.

Plantval kommer att fortsätta att utvecklas även efter att detta delprojekt är avslutat. Frågor kring t.ex. klimatanpassning av Plantval kommer att behandlas inom ramarna för Future Forest och EU-projektet NovelTree.

Förändringar i Plantval

INFORMATION OM FÖRÄDLING OCH SKOGSGENETIK

En informationsserie ("Genväg till bättre skog") togs fram baserat på bl.a. Skogsskötselserien, del 19, och "förädlingsbroschyren". Serien ligger som en egen katalog under Plantval, och är tillgänglig via länkar från denna och andra ställen i Kunskap Direkt. Den innehåller sidor med information om förädling i allmänhet, skötsel av förädlad skog, hur förädling går till, genetisk variation, miljö- och naturhänsyn, provenienser.

Länkar finns också till filmer om förädling (längre 14 minuters "Bröllop i skogen" och 6-minuters om förädling).



Exempel på sidor i "Genväg till bättre skog" (www.kunskapdirekt.se/plantval)

DEMONSTRATIONSYTOR

Inom ramen för ett annat delprojekt publiceras demonstrationsförsök med förädlat material i Kunskap Direkt, där Google Maps funktioner bäddas in i Kunskap Direkts ordinarie ramverk. Demonstrationsytorna finns tillgängliga från Plantvals startside.

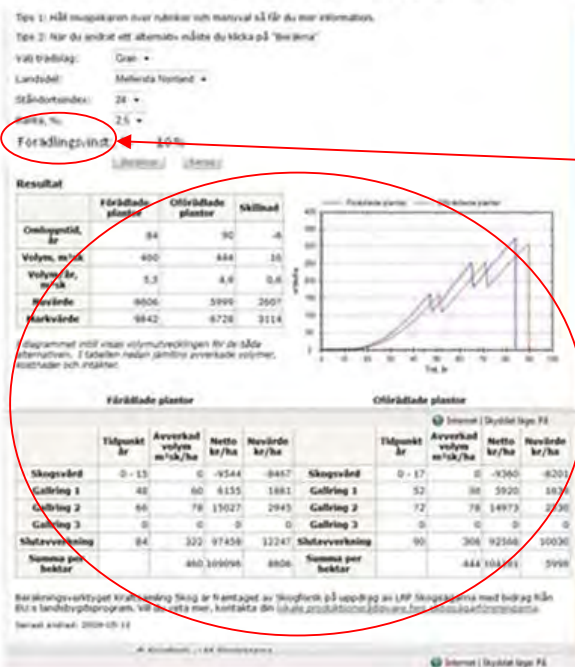


En mindre, men zoom- och flyttbar, karta är inbäddad i Kunskap Direkts ramverk. En större karta i Google maps öppnas med länk i separat fönster.

FÖRÄDLINGENS EKONOMI

Verktöget "Kraftsamling Skog" togs fram för att räkna ekonomiskt utfall av produktionshöjande åtgärder. Ett separat verktyg har nu tagits fram där förädlingsvinsten har renodlats. I denna kan användaren välja mellan olika nivåer på genetisk vinst, efter att ha testat olika plantager i Plantval. Verktöget kommer att publiceras i mars-april, efter att nya ingångsvärden har lagts in. Tills vidare länkas till det ursprungliga Kraftsamling Skog, där jämförelser görs mellan förädlat och oförädlat plantmaterial, med en fast nivå på förädlingsvinsten.

Ekonomiska vinster med förädlade plantor



"Fördelingsvinst" anges i 2-procentklasser.

Här presenteras oförädlad och förädlad material bredvid varandra, med netto- och nuvärden, markvärde samt volymutfall

Ekonomi med förädlade plantor beräknas för hela omlöppstiden med det nya verktyget.

JUSTERINGAR I PLANTVAL

Verktyget Plantval har under året modifierats och uppdaterats. Ytterligare förbättringar är beställda hos konsult och väntar på att färdigställas under våren.

Plantageinformation

Plantagelistorna håller på att uppdateras med nya plantager, deras status, förändrad fördelingsnivå och inkörsning. Även särplockade plantagepartier ingår i listan.

Användningskartorna har fått en annan utformning med mer markerad färg i kärnområdet och svagare i utkanten, för att markera att material är möjligt att använda i ett bredare område, även om det inte är helt optimalt.

Lövträd

Proveniens- och plantageråd för ädla lövträd samt björk, al och asp finns i Kunskap Direkt, och de är nu integrerade via knapplänkar från Plantvals startside.

Justeringar i programmet

Åtskilliga detaljer har putsats upp, som tillägg av funktioner som redaktören kan styra, förbättrade kopplingar till databasen, rättningar av smärre fel.



Klimatanpassning

Klimatanpassning av råden görs i två steg. I det första, där programmering först testas i utvecklingsmiljö, anpassas råden efter det klimat (temperatursumma) som beräknas råda vid halva omloppstiden om plantorna sätts idag (2010). Bengt Andersson har tagit fram ett principförslag för detta.

I ett kommande steg skapas möjlighet för användaren att själv bedöma konsekvenserna av en förändrad temperatur.

Från index till volym

Index ska kunna räknas om till volym genom att användaren anger H100 för planteringslokalen. Detta arbete är hittills bara på skisstadiet.

Gränssnitt

Startsidan på Plantval har fått ett nytt utseende som ska förenkla för den som vill veta mer, eller ha mer grundläggande information om förädling. Här finns nu länkar till "Genväg till bättre skog", det engelska Planter's guide, filmer om förädling, demonstrationsytor, ekonomiberäkningar och tips för den som vill fördjupa sig (länk läggs ut till Skogsskötselserien nr 19 när den är publicerad).

KUNSKAP DIREKT

Sajtstart Ordlista A - Ö Skogsskötelse (BETA) Logga ut

Startsida Hjälp Skötsel av lövskog Skötsel av barrskog Väggar Verktyg

» Alla Verktyg

Antal planter
Antal stammar
Beståndsväl
Bondet
Bygga väg
Cirkelprovvyta
Frost risk (English)
Frostrisk
Gelfra med INGVAR
Gallringsmall - björk, al, asp
Gallringsmall - ek, bok, ask
Gallringsmall - tall och gran
Gödningsskalkyl
Hybridasp
Kraftsamling Skog
Lönsamhet i skogsvårdsarbete
Markvegetation
Mätenheter
Mätning i beståndet
Nuvärdet
Planter's guide
Planthöjd
Plantval
Demonstrationsytor
Logga in PopUp

Plantval

Välj trädslag
Tall Gran Cembra Väktbjörk Ädelbjörk Björk, al, asp

Plantval är ett verktyg som hjälper dig att välja rätt skogsodlingsmaterial (froplantage eller proveniens). 1. Välj trädslag och 2. markera din planteringslokal. Verktyget rangordnar materialen efter deras beräknade produktion på den aktuella lokalen. Beräkningen tar hänsyn både till förväntad tillväxt och överlevnad.

LÖNSAMHET om du vill använda en anpassad inställning av Plantval.

Tips: Håll muspekaren över knappar och beskrivningar så får du mer information!

Mer om skogsträsförädling (öppnas i nya fönster)

Genväg till bättre skog - information om förädling 10
Filmen om förädling - 4 minuter 10
Bröllop i skogen - film 14 minuter 10
Demonstrationsföreläsning med förädlade träd 10
Räkna med förädling - beräkningsverktyg 10
Planter's guide - "half-English" version of Rannval 10
Väktbjörk - omväxlingsprogrammet 10

Plantval är en vidareutveckling och ersättning för det ursprungliga [Välj skogsodlingsmaterial](#), framtaget av Tore Ericsson, Skogforsk. Plantval är framtaget av Skogforsk med ekonomiskt stöd från Föreningen Skogsträsförädling.

Klimatanpassning: Rekommendationerna i Plantval bygger på analyser som gjordes under 1990-talet. För närvarande pågår en anpassning av rekommendationerna till att gälla för planteringar 2010 och framåt med beaktande av klimatforskarnas framskridna prognoser. Den nya versionen beräknas vara klar 2010. För mer information kontakta [Bengt Andersson](#).

Synpunkter och rapporter om felaktigheter tas tacksamt emot av [redaktionen](#).

Senast ändrad: 2010-02-04

Plantval har fått en delvis ny startsida.

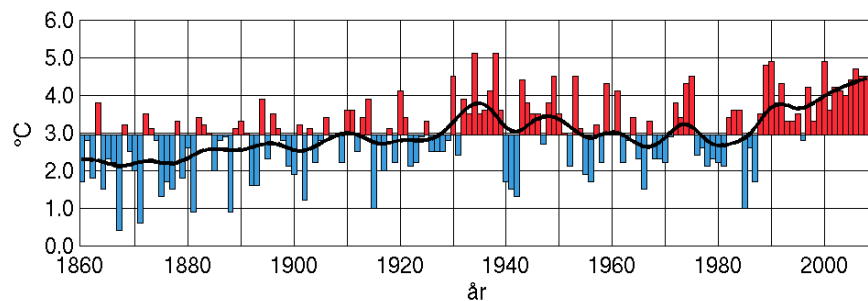
Uppgradering av "Plantval"

Rekommendationer för val av skogsodlingsmaterial behöver uppdateras framför allt med tanke på den klimatförändring som pågår och även har skett sedan rekommendationerna togs fram. Det förenklade produktionsindex (överlevnad x medelhöjd vid 30 års ålder) som används för tall behöver också modifieras eftersom det något överdriver överlevnadens betydelse då avgångar till viss del kompenseras av att omkringstående träd utnyttjar utrymmet och växer bättre. Det leder till att vi använder lite onödigt hårdigt material med kortare tillväxtperiod och vissa tillväxtförluster som följd.

En grundligare analys av klimatpåverkan och produktion kommer att göras tillsammans med METLA i EU-projektet "NovelTree", men redan nu kan vi uppdatera Plantval med ny kunskap utan att göra om grundanalyserna. Uppgraderingen görs inom ramen för Skogforsks bidrag i "Regeringsuppdraget" och "Future Forests".

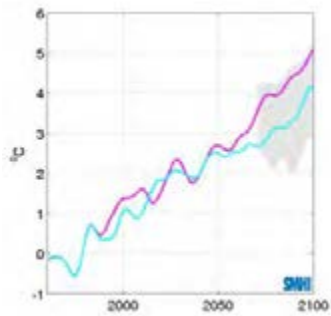
Klimatförändring

Figuren visar årsmedeltemperaturen i Sverige från 1860 till 2009.



Figur 1.
Årsmedeltemperaturen i Sverige (°C) baserat på 37 stationer spridda över landet (<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.2430>)

Klimatforskarna utgår från medeltemperaturen för senaste klimatstandard-perioden 1961-1990 och predikterar sedan utvecklingen från 1960 till 2100. Under denna period på 140 år räknar man med en ökning av årsmedeltemperaturen på 4-5 grader i Sverige. Figur 2 visar som exempel temperaturutvecklingen för området södra Norrland. Den årliga temperaturökningen uppskattas därmed till ca 0,03 grader per år ($140/4,5$) med start 1961.

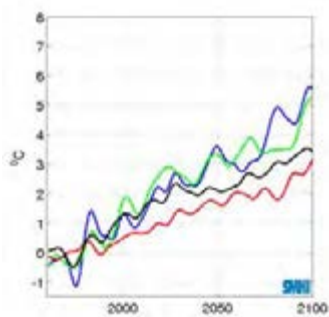


Figur 2.
Beräknad temperaturförändring 1961-2100 jämfört med medelvärdet perioden 1961-1990. Kurvan visar löpande 10-årsmedelvärde för A2 (cerise) och B2 (turkos). Det grå området i perioden 2071-2100 visar spridningen av 4 regionala beräkningar med en atmosfär-hav-modell utifrån två globalmodeller och A2/B2.
(<http://www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser/Sveriges-lans-framtida-klimat-1.8256>)

Uppgradering av klimat i Plantval

De försök som ligger till grund för nuvarande tillväxt- och överlevnadsfunktioner för tall i norra Sverige i Plantval (Perssons funktioner från 1994) anlades mellan 1950 och 1980. Klimatdata i funktionerna kommer från perioden 1930–1960. Sambandet mellan klimat och trädens tillväxt/överlevnad kan antas vara grundläggande och ganska konstant – en viss temperatursumma påverkar överlevnad och tillväxt på ett visst sätt oberoende av tidsperiod. Därför har det mindre betydelse vilken klimatperiod som använts i funktionerna (1930–1960 eller 1961–1990). (Men sambandet kommer att analyseras med nya klimat och försöksdata i EU-projektet). För att prognostisera utvecklingen på en viss lokal under nuvarande eller framtida klimat behöver lokalens klimat uppgraderas med den förändring som skett från det att försöken som funktionerna bygger på anlades till lokalens klimat idag 2010. Frågan är hur justeringen ska göras – hur mycket och i vilken takt?

Tills vidare av försiktighets- och andra skäl halverar vi den klimatförändring som klimatforskarna predikterat – alltså 0,015 grader per år istället för 0,03. Vi motiverar reduktionen med att uppvärmningseffekten är mindre på sommaren och därmed påverkar temperatursumman under vegetationsperioden mindre än vad som avspeglas i årsmedeltemperaturen (Figur 3), modellosäkerhet och att det medför mindre negativa effekter på föryngring och skogsproduktion av att underskatta än överskatta uppvärmningseffekten.



Figur 3.
Uppdelning av temperatureffekt i Fig. 2 på vinter (blå), vår (grön), sommar (röd), höst (svart).

Uppdatering till nuläge

Vi utgår från samma år som klimatforskarna (1961) eftersom det överensstämmer väl med den tidpunkt då försöken anlades. Men eftersom temperaturen varit ganska konstant under den senaste standardperioden 1961-1990 (fig. 1), låter vi ökningen börja 1990 istället för 1961 – ett ytterligare försiktighetsantagande. År 2010 är då medeltemperaturen 0,30 grader högre än 1990 ($20 \text{ år} \times 0,015 \text{ grader}$). En höjning av årsmedeltemperaturen med 0,6 grader motsvarar klimatet på 100 m lägre altitud i terrängen (Ångström 1974), och 100 m förändring av altituden förändrar temperatursumman med 83,7 dd (dygnsgrader) enligt Morén & Perttu (1994) oberoende av latitud. Temperatursummefunktionen i Plantval bör därmed skrivas om så att en valfri lokal får 42 dd högre temperatursumma ($((0,3/0,6) \times 83,7)$ för att bättre överensstämma med klimatet idag 2010.

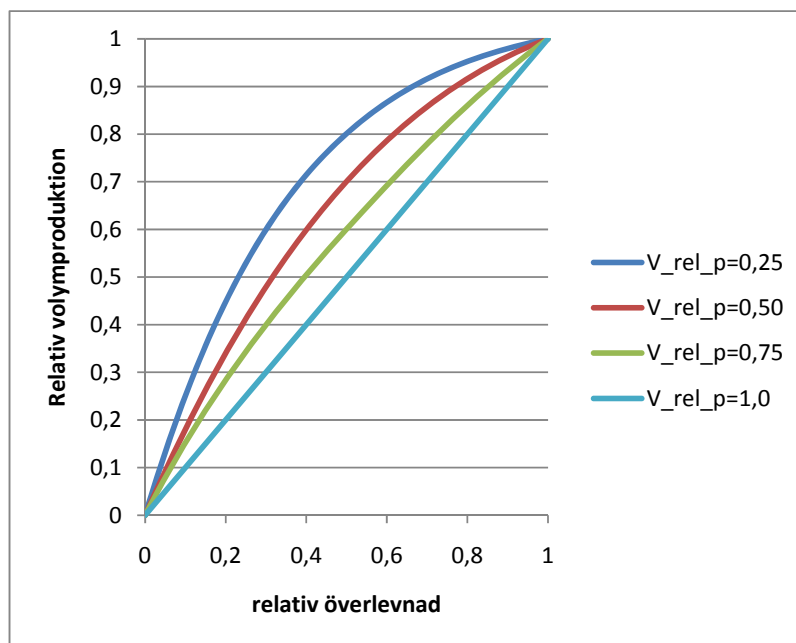
Uppdatering med hänsyn till framtida klimat

Det räcker inte med att uppdatera klimatet på en lokal till det aktuella utan vi bör också ta hänsyn till att det framtida klimatet, d.v.s. det klimat som kommer att råda för ett bestånd som anläggs idag, sannolikt är mildare än i dag. Den förbättrade produktionsmiljön gör det rimligt att riskera något högre avgång idag för att totalt under omloppstiden vinna mer i arealproduktion. Om vi enbart maximerar tillväxten med olika tallmaterial på en lokal, utan att tänka på överlevnaden, bör vi utgå från det klimat som råder i mitten av kommande omloppstid (eller kanske ännu bättre den period då medeltillväxten är högst). Vi antar en omloppstid på 80 år (tall i norr) och hamnar då på klimatet om 40 år. Därefter konstruerar vi ett produktionsindex med tillväxtklimat från år 2050 och överlevnadsklimat från 2010 (de första åren är mest avgörande för överlevnad) – alltså, dagens klimat används för att skatta överlevnadens betydelse för arealproduktionen och framtidens klimat för att skatta tillväxtens betydelse för arealproduktionen. Ett förenklat sätt är att använda klimatdata om 20 år (halva framskrivningsperioden för tillväxt) för att skatta både överlevnad och tillväxt, eftersom de båda egenskaperna väger ungefär lika tungt för arealproduktionen. För att få temperatursumman för år 2030 adderas ytterligare 42 dd till lokalens temperatursumma ($((0,015 \times 20/0,6) \times 83,7)$). Totalt blir då temperatursummeökningen $42+42=84$ dd. Denna uppdatering av klimatfaktorn bör även gälla för andra trädslag (gran, contorta och björk) och användningsrekommendationerna behöver då justeras också för dessa.

För att kontinuerligt uppgradera klimatet i Plantval i takt med nuvarande klimatprognoser bör temperatursumman ökas med 2,1 dd ($((0,015/0,6) \times 83,7)$ årligen. Klimatforskarnas prediktioner bör också bevakas kontinuerligt så att bästa möjliga kunskap används för uppskattning av dagens klimat och framskrivning av klimatet 20 år framåt.

Sammanvägning av tillväxt och överlevnad – produktionsindex (gäller främst tall – vi undersöker också gran, contorta, björk)

I dag används ett enkelt index (överlevnad x medelhöjd vid 30 års ålder) för att beskriva relativa skillnader i arealproduktion. Det överdriver dock överlevnadens betydelse då avgångar till viss del kompenseras av att omkringstående träd utnyttjar utrymmet och växer bättre (Elfving m.fl.) och leder till att vi använder onödigt hårdigt material med tillväxtförluster som följd. Om avgångarna är starkt luckiga blir det förenklade indexet ganska rättvisande, men om avgångarna är mer jämt fördelade blir produktionsförlusten i praktiken mindre. Enligt Berlin m.fl. kan avgångarnas spatiala fördelning beskrivas med en variation mellan $p=0$ och $p=1$. Vid $p=0$ är avgången helt jämt fördelad (ingen luckighet) och vid $p=1$ är avgången helt uppdelad (starkt luckig, d.v.s. halva ytan dör). I Figur 4 visas hur olika luckighet påverkar arealproduktionen totalt över omloppstidens.



Figur 4.
Överlevnadens inverkan på volymproduktionen vid olika luckighetsvariation och utgångstäthet 2 500 stammar /ha.

Berlin m.fl. visar att en luckighet beskriven med den relativa variationen $p=0,20 - 0,25$ överensstämmer väl med empiriska data från fältförsök.

Luckighet $p=0,25$ ger en minskad vikt på överlevnad jämfört med luckighet $p=1,0$ (gamla indexet). Avgång på 50 % reducerar då arealproduktionen med endast ca 15-20 % istället för tidigare 50 %. Med luckighet $p=0,20 - 0,25$ maximeras arealproduktionen. Men vi vill också väga in kvalitetsfaktorer för att få ett värdeindex istället för ett produktionsindex. Ökad sydförflyttning ger då något högre stam och grenkvalitet. Också risken för framtida skador minskar för sydförflyttat material (sydförflyttad tall var t.ex. mindre skadad vid senaste gremmeniellautbrottet). Ytterligare motiv är att försök ofta planteras i tätare förband och ofta blir jämnare än i praktiken. Dessutom varierar årsmånen kraftigt och oförutsägbart, vilket kan motivera högre vikt på överlevnad (sydförflyttning).

Större sydförflyttning kan åstadkommas genom att lägga högre vikt på överlevnad i indexet. Ett enkelt sätt att uppnå detta är att välja funktion med större luckigheten (högre p -värde). Resonemanget leder till att vi väljer luckighet $p=0,5$. (OBS Testa också Tores index från Stefanssons serie – Tore säger att förbanden i serien inte är representativa idag och därför kanske vi håller oss till det som gjorts av Berlin och Elfving).

Förändring jämfört med nuvarande version av Plantval

Klimatjustering av lokalen – uppskrivningen med 84 dd innebär att rekommendationen blir ca 0,5 grader mindre sydförflyttning (något mer i milda lägen och något mindre i kärva lägen). Arbete pågår.

Nytt produktionsindex – produktionsindex med luckighetsvariation $p=0,5$ minskar sydförflyttningen med 0,25-0,75 grader, mest i milda lägen och minst i kärva lägen. Arbete pågår.

Sammantagen effekt – vad händer för mildare lägen i norr – nordförflyttning? Blir skogsodlingsresultatet (överlevnaden) rimlig eller rekommenderar vi så sydligt material att användaren reagerar på för hög risk. Etc., etc. Arbete pågår.

Arbete pågår för att beräkna hur *andra trädslag påverkas av klimatjustering*.

Jo2008/1883

Bilaga 8. Förädlingsbroschyr



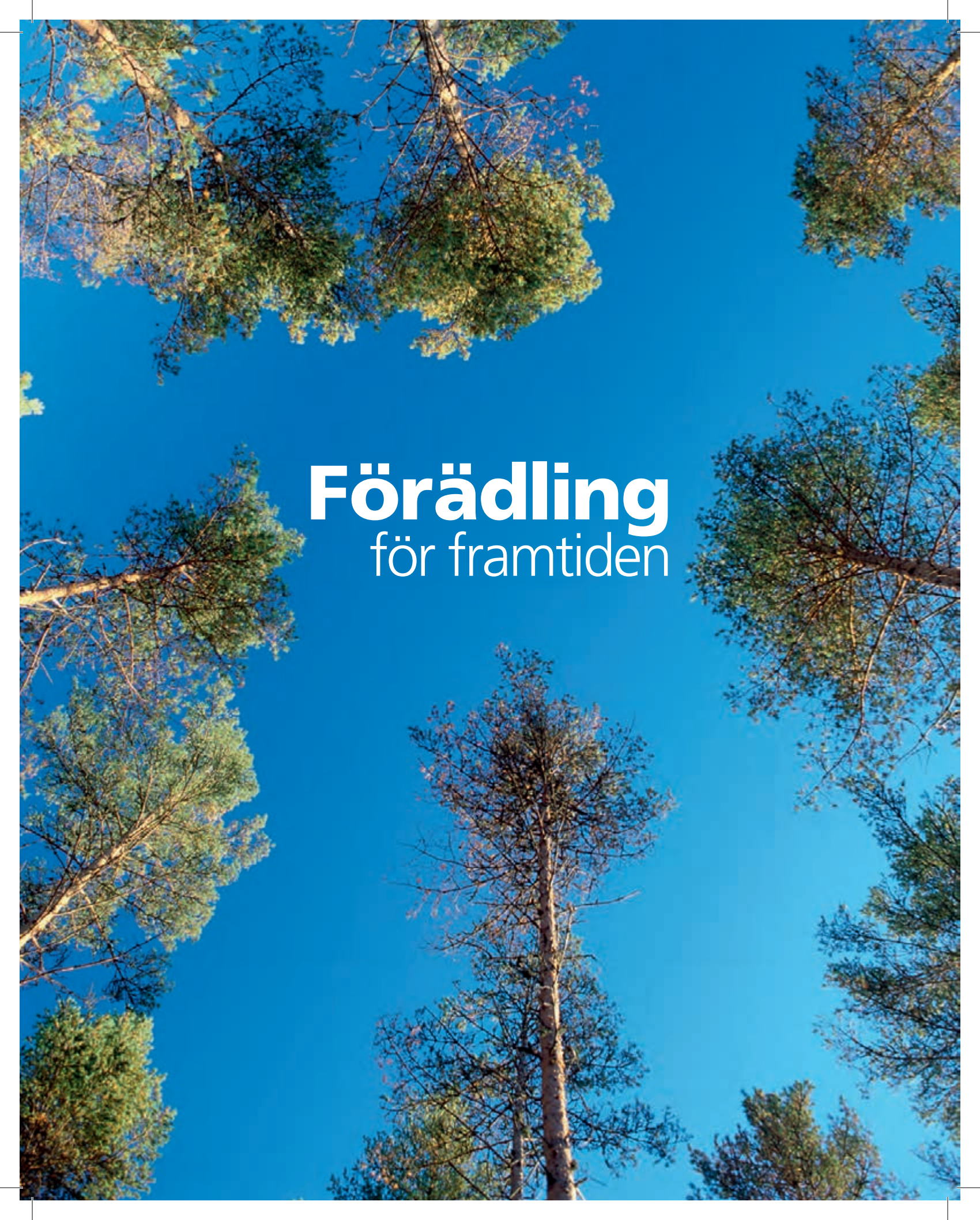
STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden, Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se



Förädling för framtiden

Skogforsk ansvarar för skogsträdsförädlingen i Sverige. Vi arbetar i först hand med tall, gran, contorta och björk. Men bedriver också visst förädlingsarbete med andra trädslag som hybridasp, douglasgran, lärk och sitkagran.

Kontakta gärna våra förädlare om du vill veta mer om skogsträdsförädling. Du är också välkommen till oss på ett studie besök. Skogforsks förädlare finns på tre platser i Sverige; Ekebo, Uppsala och Sävar.

Webbplats och e-post

www.skogforsk.se, skogforsk@skogforsk.se

Ekebo

Telefon: 0418-47 13 00, Besöksadress: Ekebo, Svalöv

Uppsala

Telefon: 018-18 85 00, Besöksadress: Dag Hammarskölds väg36A, Uppsala

Sävar

Telefon: 090-203 33 50, Besöksadress: Tomterna 1, Sävar



Mer virke med förädlade plantor

Det går att göra mycket för att få ut mer virke ur skogen. Det enklaste är att sätta förädlade plantor från fröplantager. Man behöver varken vara expert eller rik, och besluten är enkla att ta.

Dagens förädlade plantor ökar tillväxten med 10–15 procent. Morgondagens plantor kan ge upp till 25 procent högre tillväxt. Ekonomin blir bättre eftersom träden växer snabbare och kan avverkas efter kortare tid. Eller så man kan välja att avverka större träd eller fler träd per hektar. Bra kvalitet och lägre kostnader i skogsvård och avverkning leder dessutom till ökade intäkter per kubikmeter.

Samtidigt har de förädlade plantorna ökad motståndskraft mot klimatförändringar och sjukdomar. Förädlade skogar är ett sätt att möta en osäker framtid.

Ola Rosvall
Forskningschef, Skogforsk

Grundtekniken för växtförädling är beprövad. Man testar och jämför ett stort antal trädindivider. De lämpligaste väljs ut och används för att skapa en ny generation träd för testning. För varje generation väljs träd med allt bättre egenskaper.

Genom att utnyttja den genetiska variationen har avkastningen inom jordbruk och trädgårdsnäring ökat mångfalt. Samma möjligheter finns i skogsbruket. Men till skillnad från de andra näringarna ska träden växa under mycket lång tid, kunna klara skiftande förhållanden och utnyttja begränsade resurser effektivt.

Arbetet med att förädla skogsträd har pågått sedan 1930-talet och Sverige är sedan länge ett föregångsland.

Bättre lönsamhet, tillväxt och kvalitet

Genom att ta hänsyn till olika egenskaper i förädlingen kan det totala ekonomiska värdet öka. Tillväxt, överlevnadsförmåga och kvalitet är några exempel på egenskaper.

Förädlarna beräknar det ekonomiska värdet av varje egenskap med hänsyn till träslag, var träden ska användas och hur skogen ska skötas. På så sätt kommer till exempel överlevnadsförmåga att väga tyngre i karkt klimat och kvistkvalitet kommer att väga tyngre för tall än för gran. I avvägningen tas även hänsyn till osäkerhet i mätningarna.

Tillväxt väger alltid tungt och kan mätas mer entydigt än till exempel virkeskvalitet. Det är därför förädlarna oftast bara anger det genetiska framsteget för tillväxt.

Målet med förädlingen är att öka värdet på skogen och avkastningen från skogsbruket. Det sker tack vare att de förädlade plantorna har bättre överlevnadsförmåga, tillväxt och kvalitet. Lönsamheten ökar, eftersom merkostnaden är försumbar.

Att satsa på förädlade träd är som att byta till skog på bättre bonitet. Skogen växer fortare, gallringarna kommer tidigare, omloppstiden blir kortare, och effekterna på natur och miljö är små. Förädlade plantor har stor betydelse för det enskilda beståndets utveckling och skötsel. Men också för fastighetens eller företagets avverkningsmöjligheter. Ja, det påverkar hela Sveriges virkesförsörjning.

Dagens förädlade plantor växer 10–15 procent bättre än plantor från lokala skogsbestånd. I takt med att förädlingen fortsätter anläggs nya fröplantager som kommer att ge allt bättre frö. Redan nu kan man i begränsad omfattning köpa plantor med upp till 20 procent högre tillväxt än de lokala plantmaterialen. Tillgången kommer att öka framöver.

Effekten av förädlade träd märks redan vid plantetableringen. Förädlade träd är mer robusta. De har högre motståndskraft och tolerans mot väder, frost och skadegörare. I genomsnitt skadas de mindre och överlever bättre.

Förädlade träd har också bättre kvalitet. De är rakare, grenarna står mer rakt ut från stammen och de är mindre skadade vid grenvarven. De kommer därmed att ge dig bättre betalt för virket.



Foto: Mattias Berglund / Istockphoto

Välj rätt planta

När trädslaget är bestämt är det dags att välja sort. Förädlade plantor av frö från fröplantager växer bättre än lämpligt förflyttade plantor från vanliga skogsbestånd. De i sin tur växer bättre än plantor från lokala bestånd.

Plantorna ska ha egenskaper som passar klimatet för den plats där de ska växa. Deras ursprung har stor betydelse för både odlingssäkerheten och virkesproduktionen. Förädlarna arbetar därför med många trädpopulationer som är anpassade till Sveriges alla landsändar och klimat. Det gäller därför att välja plantor från en fröplantage med lämpligt ursprung.

Man kan köpa både förädlade och oförädlade plantor vid de flesta plantaskolor. Det är också möjligt att i mindre omfattning köpa högförädlade granplantor som har förökats med sticklingar. Plantskolorna hjälper till med sortvalet eller så kan man använda programmet »Plantval« på www.kunskapsdirekt.se/plantval. Här kan du också se var i Sverige olika förädlade träd passar bra.

Fröplantager är det vanligaste sättet för att producera förädlad frö. Det råder brist på förädlad granfrö. Endast omkring 50 procent av granplantorna kommer från plantagefrö. På kort sikt kan tillgången till granfrö öka genom att fröplantagerna sköts mer intensivt. På längre sikt kommer nyanlagda fröplantager att öka tillgången.

Det är vanligt med överskott på tallfrö. 80 procent av tallplantorna kommer från plantagefrö. När det finns överskott plockas bara kottarna på de bästa träden, vilket ökar plantornas genetiska värde.

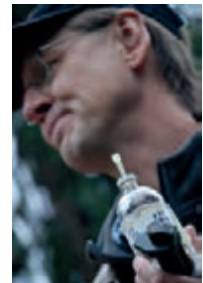


Foto: Erik Viklund/Skogforsk

Varje år planteras cirka 350 miljoner tall- och granplantor i Sverige.



Foto: Stefan Örtenblad/SkogenBild



Foto: Mark Evans / Istockphoto

Bevarade gener

Inom alla arter finns det en stor genetisk variation. Det är stor skillnad mellan en tax och en schäfer, trots att de tillhör samma art. Så är det också med våra skogsträd. Det finns både rakare träd och träd som har högre tillväxt än andra. En del börjar växa tidigt på våren, andra lite senare, trots att de växer alldeles bredvid varandra. Några blir mer skadade än andra. Det finns också många trädegenskaper som vi inte ser eller bryr oss om men som kan vara viktiga nu eller i framtiden.

Det är grundläggande att förädlarna bevarar den genetiska variationen. Den är själva förutsättningen för uthållig förädling. Den genetiska variationen är också en förutsättning för fortsatt utveckling om skogsbruket skulle upphöra – en försäkring för arters fortlevnad. Om miljön förändras finns det alltid träd som kan föra arten vidare.

Genetisk variation bevaras därför både i förädlingspopulationerna och i de olika plantmaterial som planteras i skogen.

En tall har tiotusentals gener som styr trädets alla livsprocesser. Genom årmiljonerna har det utvecklats olika varianter av en del av generna. Det är själva grunden för den genetiska variationen av trädens egenskaper.

En del varianter av en gen är vanliga. Andra är sällsynta. Nya genvarianter uppkommer genom »felkopieringar« i arvsmassan, så kallade mutationer. De flesta saknar betydelse, men några innebär förbättringar.

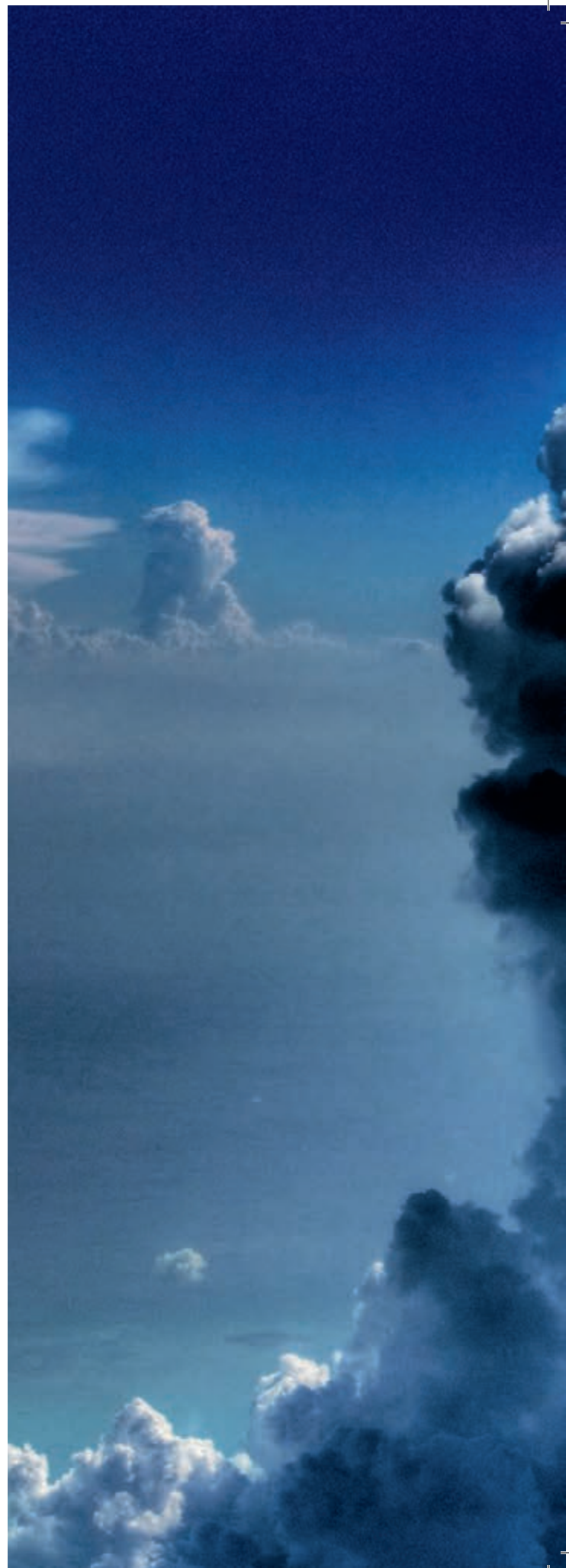
Om förädlarna har för små förädlingspopulationer riskerar de att förlora genvarianter som är mindre vanliga idag men som kan bli betydelsefulla i framtiden. Det svenska förädlingsprogrammet är därför dimensionerat och utformat för att bevara även mindre vanliga genvarianter.

Redo för framtida förändringar

Att blicka in i framtiden är svårt. Skogsträd ska leva länge i en tuff och föränderlig miljö. Att plantera och sköta skog är alltid förknippat med osäkerhet och risk. Genom förädling ökar trädens förmåga att anpassa sig till miljön och motstå skador. Förädlade träd har därför större livskraft och överlever i högre grad än oförädlade träd.

Ingen vet med säkerhet hur klimatet kommer att utvecklas. För att förädlade träd ändå ska vara förberedda för klimatförändringar, testas de på platser med både varmare och kallare klimat än nuvarande genomsnitt. Förädlingen anpassar på så sätt träden till nya förhållanden snabbare än det naturliga urvalet som verkar först när klimatet ändrats.

Förädlarna väljer dessutom ut de träd som klarar olika miljöer bäst. De träden och deras avkommor har därmed också ökad förmåga att klara förändringar över tiden. Trots att medelvärdet förändras till det bättre, ser man till att det finns tillräcklig genetisk variation från träd till träd för olika egenskaper i alla plantpartier.





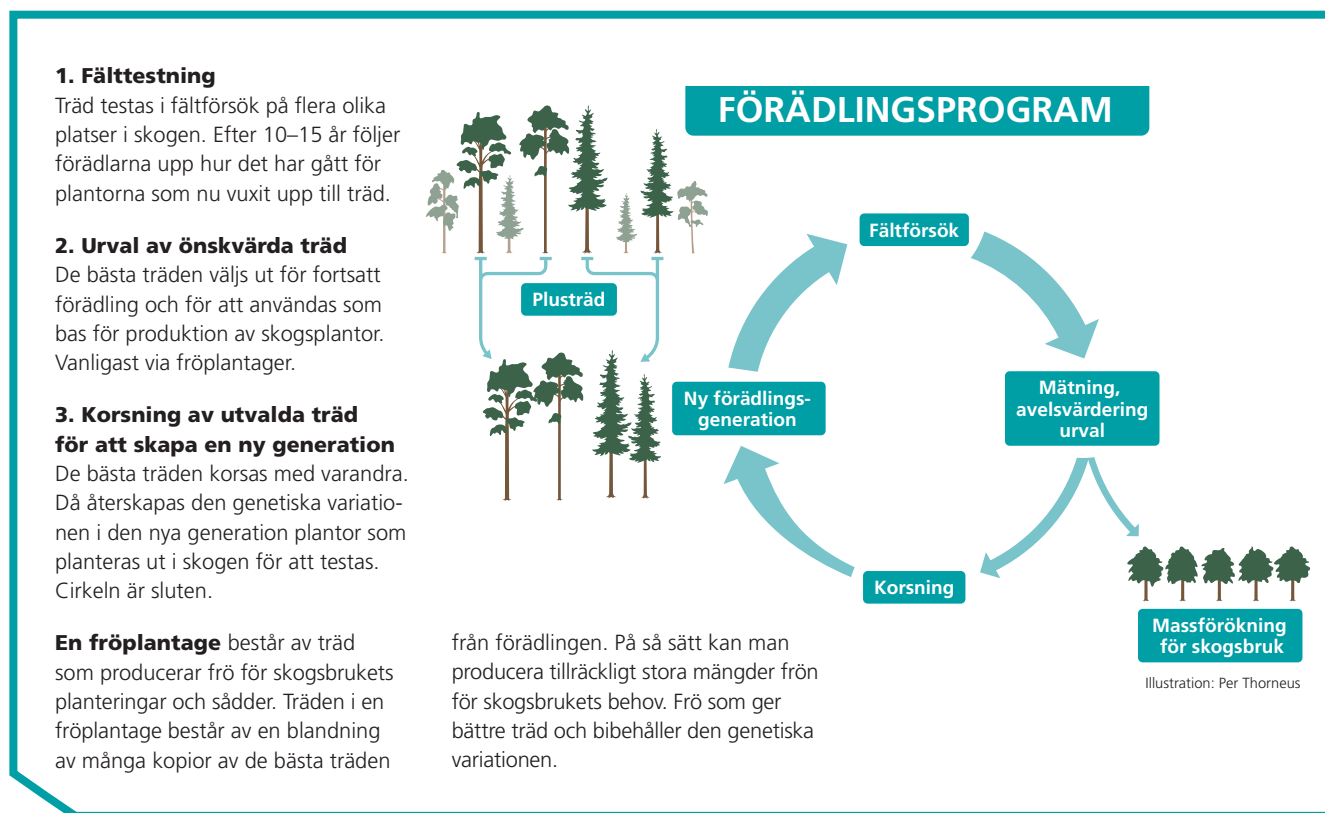
Så här förädlas svenska skogsträd

Förädlingens mål är att öka värdet på skogen och avkastningen från skogsbruket och ge tillgång till bra plantor. Samtidigt ser förädlarna till att inga viktiga arvsanlag går förlorade för framtiden. Förädlingen startade med att man runt om i hela Sverige valde ut ett stort antal friska, välväxande träd med raka stammar och kläna kvistar. Sedan delades de in i grupper, populationer, avsedda för olika delar av landet.

För att skilja ut egenskaper som påverkas av generna från de som påverkas av miljön testar man trädens avkomor, så kallad avkommeprövning. Man kan också testa kloner av träden, så kallad klontestning.

Förädlarna håller reda på mätvärden och släktskap för miljontals träd i tusentals fältförsök. All denna information är grunden för den genetiska värderingen av ett träd. Det ger också möjlighet att spåra egenskaper över flera generationer, både framåt och bakåt i tiden.

Om till exempel nya skadeangrepp uppkommer på äldre skog så kan den kunskapen användas för att anpassa valet av yngre släktingar som ska användas i framtida förädlingsarbetet. Och i fröplantagerna kan dåliga träd bytas ut, eller tas bort.



Natur- och miljövärden är mer beroende av skogens skötsel och skogslandskapets utformning än om träden är förädlade eller inte. Även om förädlade träd har mindre effekt på natur och miljö än andra tillväxthöjande åtgärder så är de ofta en del i ett intensivare skogsbruk.

Med ökad överlevnad och tillväxt blir bestånden tätare och omloppstiderna kortare. Det kan påverka friluftslivet och minska utrymmet för annan flora och fauna. Högre tillväxt, kortare omloppstid och ökade virkesuttag ger ökad markförurning och kan ge mindre död ved.

Men eventuella negativa effekter är små och kan kompenseras med anpassad skötsel och hänsyn. Högre tillväxt och lönsamhet kan öka utrymmet för större natur- och miljöinsatser. Och förädlade träd kan motverka klimatförändringen. Ökad tillväxt binder mer kol i träd och mark. Ökade uttag av biobränsle är på lång sikt CO₂ neutralt och mer skogsindustriprodukter kan ersätta oljekrävande industriprodukter.



5 frågor om förädling

1. Hur mycket snabbare växer förädlade plantor i praktiken?

Dagens skogsägare får 10–15 procent högre tillväxt genom att använda förädlade träd istället för träd från lokala bestånd. Den högre tillväxten kan tas ut i fler kubikmeter, större träd, fler träd eller kortare omloppstid.

2. Enskilda oförädlade träd kan vara större än förädlade träd. Varför är det så?

Det är inte bara generna som styr trädens tillväxt. Faktum är att det bara är en mindre del av skillnaden mellan träden i en skog som beror på generna. Resten beror på att förutsättningarna varierar. Skillnader i mikroklimat, olika tillgång på näring, vatten och solljus samt konkurrens från andra träd är några exempel. Ett oförädlad träd kan därför vara bättre än ett förädlad. Men i genomsnitt växer förädlade träd bättre.

3. Finns det risker med att använda förädlade träd i skogsbruket?

Ett viktigt mål med förädlingen är att öka odlingssäkerheten genom att minska risken för skador av väder och olika organismer, alltifrån skadesvampar till älgar. Förädlarna testar träden på många platser med olika miljö och väljer dem som är bäst i genomsnitt. Risken för skador är därför mindre jämfört med oförädlade träd. Genom att dessutom behålla genetisk variation i bestånden försäkras man sig mot det oväntade och oförutsedda.

4. Är förädlade träd samma sak som genmodifierade träd?

Nej, det är de inte. För att utveckla trädens egenskaper vid vanlig förädling ökar man frekvensen av önskvärda arvsanlag i en population av träd. Man korsar utvalda träd, testar den nya generationen i skogen och väljer ut



Somatisk embryogenes kan bli en intressant metod för framtiden. Från ett enda frö kan man framställa många plantor. Men metoden är dyr och måste utvecklas och testas innan den kan användas i praktiskt skogsbruk.

de mest önskvärda individerna för fortsatta korsningar. Vid genmodifiering ändrar man i stället enskilda gener i enskilda träd på laboratoriet. För tall och gran är det ännu bara fråga om forskning. Genmodifierade träd kommer inte att planteras ute i våra skogar i stor skala inom en överblickbar framtid.

5. Hur används kloner i skogsbruket?

En klon uppstår när man förökar en planta vegetativt. Alla plantor i klonen har samma arvsanlag. Klonens storlek kan variera från två plantor till många tusen.

Klonförökade plantor är det snabbaste sättet ta tillvara den genetiska vinsten. Jämfört med plantor från fröplantager kan förädlingsframstegen användas 20 år tidigare i det praktiska skogsbruket. Klonförökning kan röra sig om kloner som testats i fält och som förökas upp till stora mängder. Det kan också vara kloner som förökats från plantor med mycket bra föräldrar där det finns begränsat med frö.

I skogsbruket används vegetativ förökning i mycket liten skala. Den sticklingförökning av gran som sker görs från plantor med bästa möjliga föräldrar, ett mycket stort antal kloner och ett litet antal plantor av varje klon. Den genetiska variationen i ett sådant plantparti blir hög. Ett annat exempel på klonförökning i praktiskt skogsbruk, om än i mycket liten skala, är sticklingar eller vävnadskulturförökade plantor av poppel- och hybridaspkloner som är testade i fältförsök.

Gemensamt för all vegetativ förökning är att man måste balansera vinst och risk i det plantmaterial man tar fram. Tillräckligt många kloner från tillräckligt många föräldrar måste finnas med för att den genetiska variationen inte ska bli för låg.



Korta fakta om förädling

Målet med skogsträdsförädlingen i Sverige är att ge skogsbruket bästa möjliga plantmaterial och se till så att inga viktiga arvsanlag går förlorade för framtiden.

Förädlade träd har för närvarande ungefär 10–15 procent högre tillväxt än oförädlade träd. De fröplantager som nu byggs skall ge skogar med 20–25 procent högre tillväxt.

Varje år planteras cirka 350 miljoner tall- och granplantor i Sverige.

Omkring 50 procent av granplantorna och 80 procent av tallplantorna kommer från fröplantagefrö.

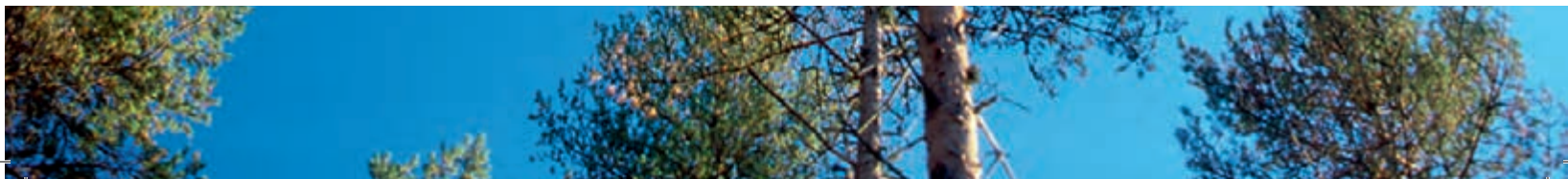
I Sverige finns 477 hektar plantager från den första omgången som planterades på 1950- och 1960-talet, 608 hektar som startades på 1980- och 1990-talet samt 211 hektar nyanlagda och 362 hektar planerade fröplantager i det så kallade TreO-programmet.

Arbetet med skogsträdsförädling började på 1930-talet i Sverige.

Skogsträdsförädlingen finansieras gemensamt av skogsbruket och samhället, fröplantagerna av skogsbruket.

Du kan köpa förädlade plantor på de flesta plantskolor.

På www.kunskapdirekt.se/plantval kan du se var i Sverige olika förädlade träd passar bra



Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 9. Filmmanus



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Manus förädlingsfilm

Barn:

Det här trädet har Morfar sparat till mig.

Han säger att det är svårt att såga fina plankor ur ett träd som ser ut så här. Jag tror han har rätt.

Morfar säger att träd som man planterar idag, kommer inte att se ut så här när de blir stora.

Hur han kan veta det redan nu, det vet jag inte...

Speaker:

Man kan tro att de träd naturen själv skapar är de bästa. Men omkring 1930 kunde pionjärer inom skogsforskningen konstatera att skogsbruket hade mycket att vinna på att efterlikna jordbruket. För i jordbruket har grödor framgångsrikt förädlats i tusentals år.

Och precis som i jordbruket så ger skogsträdsförädlingen bättre och bättre träd med snabbare tillväxt, bättre kvalitet och ökad överlevnadsförmåga.

Redan i dag växer de förädlade träden 10-20 procent snabbare än träden i naturskogen. (har flyttat upp denna mening från stycket under)

Förädlingens främsta syfte är att ge svenskt skogsbruk tillgång till det bästa plantmaterialet. *(snurran: Massförökning).*

Förädlarna ser samtidigt till att den genetiska variationen bibehålls så att inga viktiga arvsanlag går förlorade för framtiden. Det är en förutsättning för att kunna förbättra egenskaperna ytterligare och även fånga upp nya positiva egenskaper.

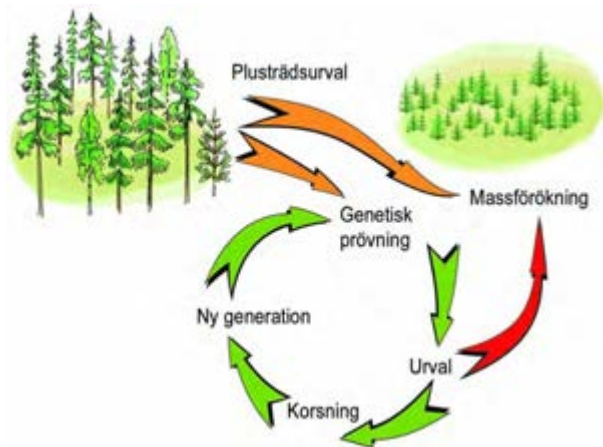
Men vad tjänar man då på att plantera förädlad material? Jo, de förädlade plantorna växer snabbare och blir större. Skogsägaren får 10 till 20 procent mer virke och en kortare omloppstid. Hur mycket det motsvarar i kronor och ören varierar förstås i olika delar av landet. På KunskapDirekt kan du se hur mycket just du kan tjäna på att välja förädlad material .

Vi ska nu följa de olika stegen i utvecklingen av det som ska bli morgondagens skogar.

Det började med att man valde ut plusträd ute i vanliga skogar.

Sekvensen med plusträdsurval (kanske en text över bilder som visar plusträdsurval).

Förädlingscykeln kan få komma in vid ett antal tillfällen för att visa var i förädlingen man befinner sig.



Plusträden var stora, hade raka stammar och klena kvistar.

I det första steget skördades plusträdens kottar.

I steg två planterades trädens avkommor ut i olika försöksplanteringar där de testades under verkliga förhållanden. Även om plusträden såg perfekta ut vid urvalet så är det väl känt att träd till stor del påverkas av den miljö de växer upp i. Allt går inte i arv till nästa generation.

(Bilder på randomisering av plantor).

(Highlight på genetisk prövning i figuren)

Här kan man lägga in en karta över t.ex. Sydsverige med 4 försökslokaler markerade. Kanske dyka ner på ett försök (a lå Google Earth) med någon som mäter plantor.

Genom att mäta och analysera försöken får forskarna besked om vilka plusträd (föräldraträd) som har god genetik och vilka som bara hade tur och råkade bli bra på grund av miljön. Sorter som klarar sig bra på flera försökslokaler med varierande klimat och markförhållanden står väl rustade inför en okänd framtid. *(analysavsnitt med K-A på kontoret)* *(Snurran: urval)*

I det tredje steget väljs de bästa föräldraträden ut, ympas och planteras sedan i fröplantager som producerar förädlad frö. *Bra plantor kan också förökas genom att man gör sticklingar.* Med en ny metod går det numera att från fröembryon framställa stora mängder plantor från ett enda frö, och alla har då samma arvsanlag .

I det sista steget korsas de bästa föräldraträden med varandra för att i framtiden ge upphov till nya, ännu bättre träd. *Korsningsavsnittet.* Av de 100-tals plantor som förädlarna korsat

fram från varje träd (alt. Av de 100-tusentals plantor som förädlarna korsat fram kommer...) kommer enbart de som kombinerar anpassning, tillväxt och virkeskvalitet på bästa sätt, att gå vidare till nästa generation. *(Här kanske man kan lägga in sekvenser på bra och dåliga träd, kan man köra med delad ruta så att man ser dem samtidigt?)*

Cirkeln är nu sluten, men arbetet fortsätter. Genom att hela tiden korsa de träd som har de bästa egenskaperna fortsätter förädlarna att utveckla ännu bättre träd samtidigt som träden hela tiden anpassas till nya klimatförhållanden. Tack vare förädlarnas långsiktiga arbete och testning av mängder av plantor kommer morgondagens skogsägare att få skogar med bästa möjliga kvalitet, tillväxt och avkastning.

Barn: När morfar och jag var i affären och köpte äpplen så berättade han något.

Han sa, att man har tagit en massa äppelträdsorter, blandat dem och gjort nya sorter, för att det ska bli ännu godare äpplen.

Man kan alltså göra äpplen godare och få träd att växa snabbare och bli längre och tjockare.

Undrar om man kan göra så att fisk blir godare också?

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 10. Demonstrationsytor



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden. Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Innehåll

Inledning.....	3
Vinjettexter.....	5
Södra Sverige.....	5
Mellansverige.....	7
Norra Sverige	8
Kartöversikt Knutstorp.....	9
Knutstorp. Försök S1327 med gran.....	10
Knutstorp. Försök F1351 med lärk.....	12
Ryfors, Mullsjö. Försök F1347 med gran.....	14
Kartöversikt Norra Kvill.....	16
Norra Kvill. Försök 721. Demoytor nr 1-8.....	17
Norra Kvill – Försök 538. Demoytor nr 9 och 10.....	20
Kartöversikt Tönnersjö	22
Tönnersjö. Försök F1298 med björk	23
Tönnersjö. Försök F1290 med gran.....	27
Tönnersjö. Försök F1316 med lärk.....	29
Resultat från granförsök 1322 i Sjundevill.....	33
Material.....	33
Revision och analys:	33
Kommentarer	33
Resultat från revision av demoförsök F1317 med lärk. Sjundevill.	37
Material.....	38
Revision och analys	38
Kommentarer	38
Resultat från demonstrationsförsök 1287 med tall i Sjundevill.....	42
Material.....	42
Revision och analys:	42
Kommentarer	42
657 Byske. Försök med tall.....	45
485 Flurkmark. Försök med tall.....	47
631 Umgransele. Försök med tall	50
655 Vännfors, Vännäs. Försök med tall.	51
Ätnarova, Gällivare. Försök med olika trädslag.....	53
638 Kulbäcksliden. Försök med gran – Genetiska produktionsskillnader	55
639 Kulbäcksliden. Försök med gran – Genetiska produktionsskillnader vid olika förband.....	57

640 Kulbäcksliden. Försök med gran - Ny förädlingsgeneration	59
641 Kulbäcksliden. Försök med gran – Fröplantor, bulksticklingar och kloner	61

Inledning

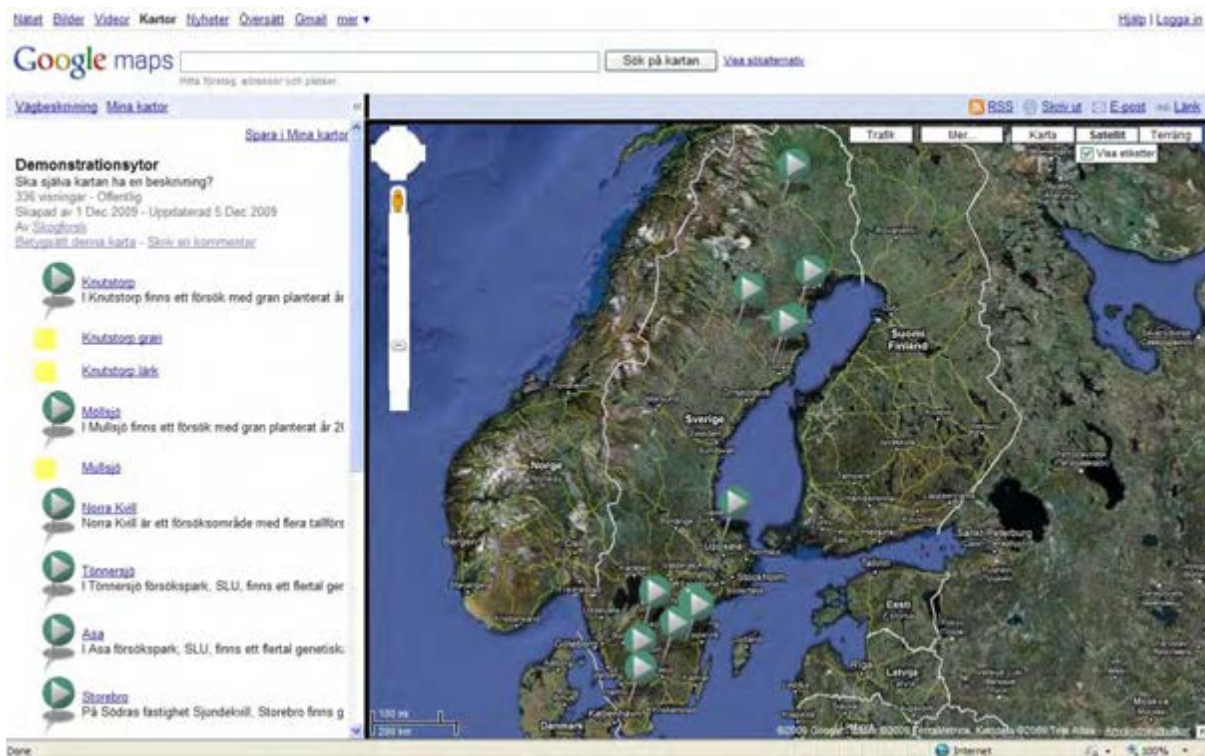
Huvudsyftet med demonstrationsytorna är åskådliggöra förädlingens potential genom att i fält visa skillnader mellan sorter av olika förädlingsgrad och ursprung. För detta ändamål har ett urval av Skogforsks genetiska fältförsök använts. Försöken är geografiskt spridda i hela Sverige och är utvalda för att besökaren kan se tydliga skillnader mellan olika sorter.

Trädslagen utgörs främst av gran och tall men även lärk, sitkagran, douglasgran och björk finns med. Demonstrationsytor som etablerades år 2007 med björk och hybridasp skall också läggas in i detta nya system.

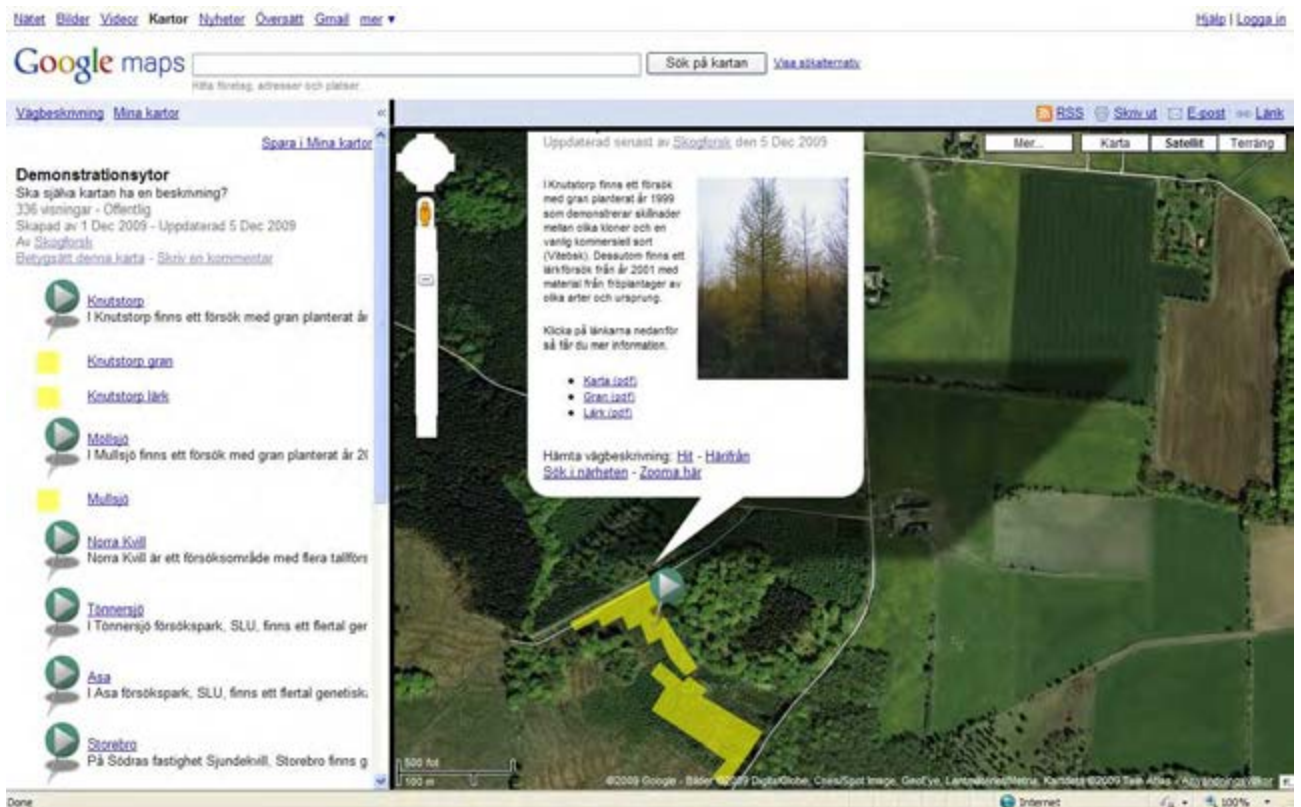
Var försöken finns, hur man hittar dit, information om fältförsökens utformning och de mest relevanta resultaten läggs ut till allmänheten via Google-Map. I vår kommer försöksytorna att skyltas upp och stigar kommer att röjas fram för att underlätta framkomligheten.

Nedan ges en kortbeskrivning av hur den intresserade kan gå till väga:

1. Länken till Demoytorna kommer att läggas ut på Skogforsks hemsida under Kunskap-Direkt som är ett välbesökt webforum där allehanda kunskap om skogsskötsel och odlingsmaterial finns samlad. <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Alla-Verktyg/Plantval/Google-maps-test/>
2. Klickar man på länken så blir de aktuella försöken synliga (Figur 1).
3. Genom att klicka på ett enskilt försök så zoomas man till platsen där försöket är lokaliserat (Figur 2).
4. För att få fram information och resultat från försöken klickar man på ett antal länkade dokument. Här ges också möjlighet att få en vägbeskrivning om hur man från valfri punkt tar sig hit.
5. Nedan redovisas försöksvis de texter som presenteras efter att man zoomat till ett visst försök (se den vita rutan i figur 2).



Figur 1. Försökens lokalisering på Google_Map.



Figur 2. Zoomning till försöken i Knutstorp, Skåne. Det övre gula området är granförsök S1327 och det nedre är larkförsök F1351.

Vinjettexter

Nedan presenteras de inledande beskrivande texter som kommer att finnas på GoogleMap för respektive försök.

Södra Sverige.

På **Knutstorps** gods finns ett försök med gran planterat år 1999 som demonstrerar skillnader mellan olika kloner och en vanlig kommersiell sort (Vitebsk). Dessutom finns ett lärkförsök från år 2001 med material från fröplantager av olika arter och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Knutst_Karta.pdf

Gran_Knutstorp.doc

Lärk_Knutstorp.doc

Knuts_lärk.jpg

Filerna skall göras om till pdf + ändra namn till Karta, Gran och Lärk.

Koordinat: 55° 59' 36.08" N, 13° 09' 35.54" E.

På Margretholm utanför **Mullsjö** finns ett försök med gran planterat år 2001 som demonstrerar skillnader mellan material av olika förädlingsgrad (provenienser, fröplantage och familjer).

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Mullsjö.doc

Mullsjö_web.jpg

Koordinat: 57° 55' 44.88" N, 13° 48' 19.94" E.

Norra Kvill är ett försöksområde med flera tallförsök från 1950- och 60-talen. Marken är relativt mager med ett ståndortsindex på T22. Två försök (F721 och F538) har använts för att demonstrera skillnader mellan tall av olika förädlingsgrad och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Karta_Norra_Kvill.doc

F721.doc

F538.doc

Norra_Kvill_web.jpg

Koordinat: 57° 43' 41.15" N, 15° 35' 04.13" E

I **Tönnersjö** försökspark, SLU, finns ett flertal genetiska fältförsök. Ett urval av försök med olika sorter av gran, lärk, douglas, sitka och björk har valts ut med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Karta_Tönnersjö.doc

Tönnersjö_Björk

Tönnersjö_Douglas

Tönnersjö_Gran

Tönnersjö_Lärk

Tönnersjö_Sitka

Gran_web.jpg

Koordinat: 56° 41' 48.23" N, 13° 06' 50.46" E

I och utanför SLU:s försökspark i **Asa**, finns ett flertal genetiska fältförsök. Ett urval av försök med olika sorter av gran, tall och sitka har valts ut med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Ej komplett!

Koordinat: 57° 08' 27.61" N, 14° 48' 30.24" E

På Södras fastighet **Sjundekvill, Storebro** finns genetiska fältförsök med gran tall och lärk med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Gran_Storebro.doc

Lärk_Storebro.doc

Tall_Storebro.doc

Koordinat: 57° 35' 58.90" N, 15° 49' 58.00" E.

MELLANSVERIGE

På Sätuna ABs marker vid **Björklinge** finns två genetiska fältförsök med gran och tall med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Koordinat, Tall: 60° 4' 37.78" 17° 32' 10.11"

Koordinat, Gran: 60° 2' 15.47" 17° 32' 4.78"

På Bergvik Skogs marker vid **Österfärnebo** finns två genetiska fältförsök med gran och tall med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad och ursprung.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Filer saknas och foto är ännu inte framtagna

Koordinat, Tall (S22F711OBS): 60° 16' 32.84" 16° 47' 48.59"

Koordinat, Gran (S22F0220300): 60° 15' 57.43" 16° 47' 44.53"

På Bergvik Skogs marker i närheten av Skogforsks Värmlandskontor vid **Brunsborg** finns två genetiska fältförsök med tall och ett med gran med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad och ursprung.

Filer saknas och foto är ännu inte framtagna

Koordinat, Tall (S22F9810278): 59° 37' 32.05" 12° 58' 10.31"

Koordinat, Tall (S22F9910279): 59° 37' 46.97" 12° 58' 14.73"

Koordinat, Gran (S22S0220303): 59° 37' 20.59" 12° 57' 51.69"

NORRA SVERIGE

Byske är ett tallförsök planterat år 2001 där skillnader i produktion och kvalitet demonstreras mellan sorter av olika förädlingsgrad (kontrollerade korsningar, fröplantage och beståndsmaterial).

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Byske_657.doc

Koordinat: 65° 2' 7.00" N, 21° 6' 44.70" E.

Flurkmark är ett tallförsök planterat år 1988 där skillnader i produktion och kvalitet demonstreras i större parceller mellan sorter av olika förädlingsgrad (kontrollerade korsningar och beståndsmaterial).

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Flurkmark_485.doc

Koordinat: 64° 2' 7.47" N, 20° 13' 13.17" E.

Umgransele är ett tallförsök planterat år 1997 där skillnader i produktion och kvalitet demonstreras mellan sorter av olika förädlingsgrad (kontrollerade korsningar och beståndsmaterial).

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Umgransele_631.doc

Koordinat: 64° 40' 22.88" N, 18° 12' 49.67" E.

Vännfors är ett tallförsök planterat år 2001 där skillnader i produktion och kvalitet demonstreras mellan sorter av olika förädlingsgrad (kontrollerade korsningar, fröplantage och beståndsmaterial).

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Vännfors_655.doc

Vännfors.jpg

Koordinat: 64° 1' 2.61" N, 19° 55' 54.89" E.

Ätnarova är ett försök där produktionen för åtta olika trädslag i hårt klimat demonstreras.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Ätnarova_409.doc

Koordinat: 67° 3' 18.02" N, 20° 18' 0.11" E.

Kulbäcksliden är ett försöksområde med fyra olika granförsök planterade år 1998 där skillnader i produktion och kvalitet mellan sorter av olika förädlingsgrad demonstreras.

Klicka på PDF-filerna nedanför så får du mer information.

Kulbäcksliden_638.doc

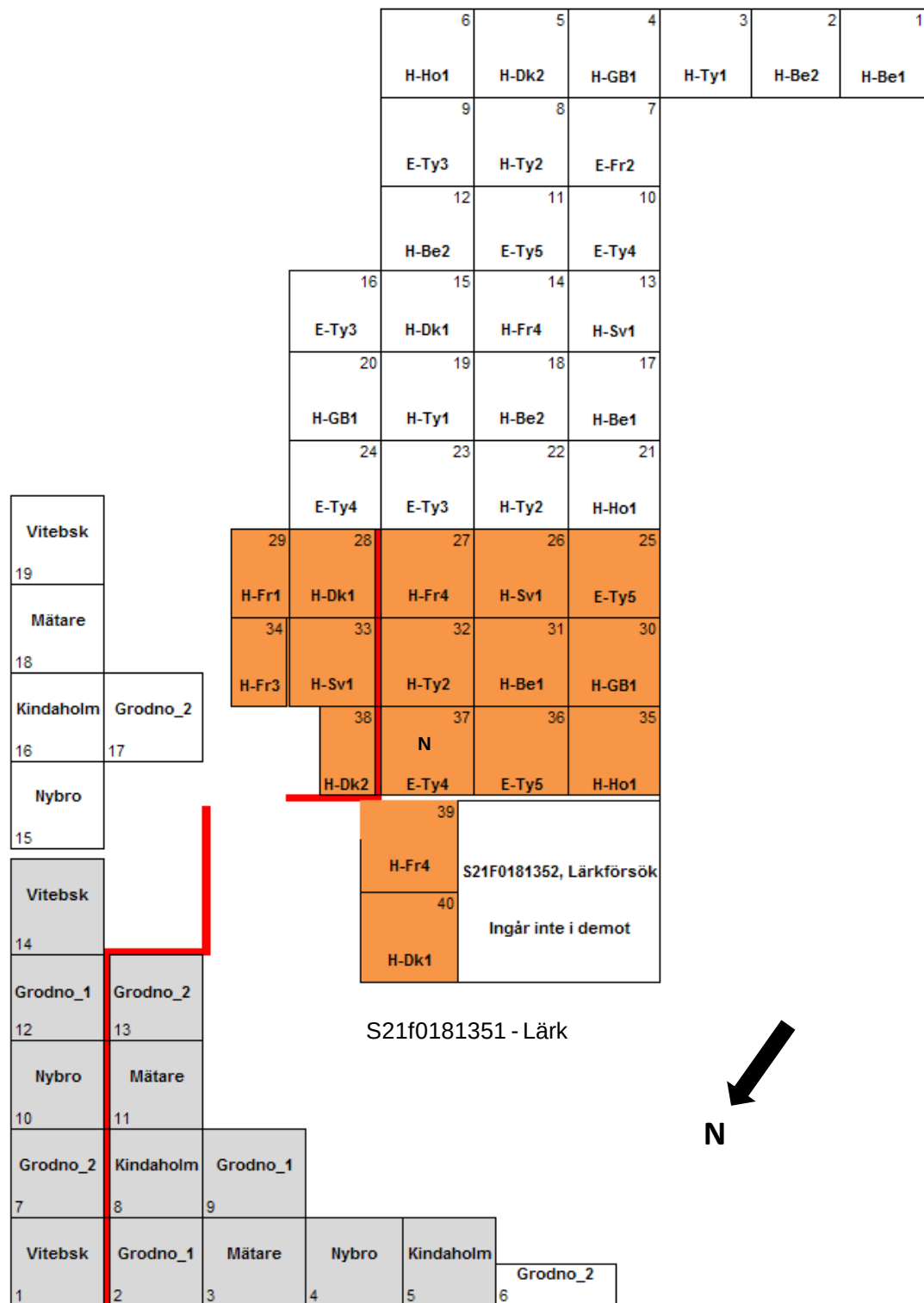
Kulbäcksliden_639.doc

Kulbäcksliden_640.doc

Kulbäcksliden_641.doc

Koordinat: 64° 08' 51.00" N, 19° 35' 25.13" E.

Kartöversikt Knutstorp



S21f0181351 - Lärk



S21S9921327 - Gran

Bilväg

Knutstorp. Försök S1327 med gran.

Syfte: Att demonstrera skillnader mellan gransorter av olika förädlingsgrad.

Plantering: Våren 1999.

Koordinat: 55° 59' 36.08" N, 13° 09' 35.54" E. Avser koordinat enligt WGS84.

Design: Varje sort finns vardera i tre parceller vanligen om 14 x 14 träd i förbandet 2 x 2 m. Röjning mellan parceller och uppkvistning av kantträd har gjorts i det gråa området (se karta).

Material: 1. Sticklingar av gran från 5 kloner med ursprung från Sverige (Nybro och Kindaholm) samt från Ryssland (varav två från Grodno och en från Vitebsk). Klonerna har inte valts på grundval av någon specifik egenskap utan är 5 av totalt ca 100 kloner ?? som sticklingförökades samtidigt och som det fanns mycket plantor av.
2. Jämförelsematerialet, s.k. mätare, utgörs av fröplantor med ursprung från Vitebsk, Ryssland. Detta är en proveniens som ofta används i södra Sverige.

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 82 % och höjden 34 dm sommaren 2007, dvs efter 8.5 års tillväxt i fält (se tabell nedan).

Det är stora skillnader i tillväxt mellan de olika sorterna. De två bästa klonerna (Nybro och Kindaholm) var 9 respektive 13 % bättre än genomsnittet för alla sorter. Mätarsorten (M), var bland de sämst växande sorterna.

Det var också skillnader i andel träd med dubbelstam, där Grodno_2 var mest drabbad.

Klonerna finns även i andra försök och den inbördes rangordningen i detta försök överensstämmer väl med de i de övriga försöken.

Variationen i höjd mellan plantorna i respektive parcell om 14 x14 träd skiljer inte mellan sorter. Det innebär att klonerna, där alla plantor tillhörande en och samma klon är genetiskt identiska, har lika stor variation som de sexuellt förökade fröplantorna. Den klonvisa variationen är främst ett resultat av en stor variation i miljön.

Försöket visar att det finns en stor potential att förbättra dagens skogsodlingsmaterial genom urval av de genetiskt bästa sorterna utifrån fälttestning.

Vid skogsodling i södra Sverige rekommenderas i första hand förädlad material från fröplantager. Sticklingar eller somatiska plantor med ursprung från genetiskt utvalda kloner är ett ännu bättre alternativ, men går i praktiken idag inte att få tag på. Eftersom det är brist på plantor från fröplantager används fortfarande provenienser från främst Vitryssland och Litauen. Svenska provenienser rekommenderas inte eftersom de har en tidigare knoppsprickning vilket ökar risken för frostsador. Dessutom avslutar de tillväxten alltför tidigt på hösten.

Medelvärden (Mv) och test av statistisk signifikans (Sign) efter mätning sommaren 2007, dvs efter 8.5 års tillväxt i fält. Samtliga egenskaper anges i %, dvs siffrorna avser andelen träd som överlevt och andelen träd med dubbelstam. Höjden anges i % av medelvärdet för samtliga sorter. Variationskoefficienten är ett mått på variationen för höjd inom respektive parcell. Sorter som för en viss egenskap innehåller samma bokstav i "Sign"-kolumnen är inte statistiskt skilda.

Typ	Ursprung	Överlevnad		Höjd		Dubbelstam		Varkoeff	
		Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign
Klon	Grodno_1, Ryssland	78	A	99	ABC	2.6	B	8.1	A
Klon	Nybro, Sverige	87	A	109	AB	2.8	B	7.6	A
Klon	Kindaholm, Sverige	88	A	113	A	8.7	B	7.8	A
Klon	Vitebsk, Vitryssland	81	A	95	BC	5.5	B	8.9	A
Klon	Grodno_2, Ryssland	76	A	87	C	21.2	A	9.3	A
Fröplanta	Mätare, Vitebsk, Vitryssland	78	A	93	C	4.2	B	9.0	A
Medelvärde		82		100		6.9		8.5	
Försöksmedelvärde				34 dm					

Knutstorp. Försök F1351 med lärk

Syfte: Att demonstrera skillnader mellan lärk av olika arter och ursprung

Plantering: Våren 2001

Koordinat: 55° 59' 32.00" N, 13° 09' 38.02" E. Avser koordinat enligt WGS84.
Design: Varje sort finns vardera i max tre parceller vanligen om 9 x 9 träd i förbandet 1.8 x 1.8 m. Rökning mellan parceller och uppkvistning av kantträd har gjorts i det orange området.

Material: Fröplantor från fröplantager med olika ursprung och arter (se tabell nedan).

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 71 % och höjden 42 dm sommaren 2007, dvs efter 5 års tillväxt i fält (se tabell).

I genomsnitt har hybridarterna bättre tillväxt och rakhet än de europeiska. Det är dock stora skillnader i tillväxt såväl inom som mellan arter.

De bästa sorterna av lärkhybriderna skiljer sig inte statistiskt från de bästa europeiska lärksorterna. Tendensen i detta och i andra lärkförsök är att Maglehem växer något bättre än Holbaek, som dock har bättre rakhet.

Resultaten indikerar att det förutom Maglehem och Holbaek, även finns andra nordeuropeiska hybridlärkfröplantager som är tänkbara att använda åtminstone i allra sydligaste Sverige.

Vid plantering av lärk i södra Sverige rekommenderas i första hand hybridlärk. Japansk lärk kan vara ett alternativ på milda lokaler där risken för höstfrost är liten. Anledningen till att europeisk lärk inte rekommenderas är dess känslighet för lärkkräfta. Sibirisk lärk kan ännu inte rekommenderas i södra Sverige p.g.a. brist på resultat från tester av olika sorter. Nya försök anlagda i början av 2000-talet kommer dock att ge möjlighet att välja ett klimatiskt väl anpassat sibiriskt material före år 2020.

Medelvärden (Mv) och test av statistisk signifikans (Sign) av olika lärksorter efter mätning hösten 2005, dvs efter 5 års tillväxt i fält. Överlevnad avser andelen (%) levande träd. Rakhet bedömdes i en skala 1-9 där 1 var extremt krokigt och 9 var spikrakt. Diameter, höjd och rakhet anges i % av medelvärdet för alla sorter, dvs ett värde över 100 innebär att sorten är bättre än genomsnittet. Sorter som för en viss egenskap innehåller samma bokstav i "Sign"-kolumnen är inte statistiskt skilda.

Förkortning (se karta)	Land	Fröplantage	Ant ytor	Överlevnad		Diameter		Höjd		Rakhet	
				Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign
Europeisk lärk											
E-Fr2	Frankr	VG310 Le Theil. Sudeterna.	1	69	A	77	BC	81	DC	78	CD
E-Ty3	Tyskl	Bad Gottleuba. Sudeterna.	3	74	A	84	ABC	88	ABC	96	ABCD
E-Ty4	Tyskl	Dietzhausen 60225.	3	65	AB	87	ABC	92	BCD	94	ABCD
E-Ty5	Tyskl	Dietzhausen 60226.	3	85	A	103	AB	99	ABC	94	ABCD
Hybridlärk											
H-Be1	Belg	83/506/DE Halle.	3	63	AB	96	ABC	97	ABC	83	BCD
H-Be2	Belg	96/557/DE Ciergnon.	3	67	AB	74	BC	81	DC	89	ABCD
H-Dk2	Danm	FP201 Farefolden.	2	37	B	57	C	64	DC	101	ABCD
H-Dk1	Danm	Holbaek	3	57	AB	90	ABC	96	BC	119	A
H-GB1	England	NT23.	3	74	A	98	ABC	93	BCD	96	ABCD
H-Fr1	Frankr	FH201 Barres.	1	73	A	91	ABC	87	BCD	104	ABCD
H-Fr3	Frankr	FH201a	1	83	A	106	AB	93	BCD	109	AB
H-Fr4	Frankr	FH201b	3	75	A	117	AB	111	AB	108	ABC
H-Ho1	Holl	Lh01 Vaals-01. Hybrid x Hybrid	3	83	A	106	AB	104	ABC	117	A
H-Sv1	Sve	Maglehem FP-51.	3	80	A	125	A	126	A	114	A
H-Ty1	Tyskl	Lola1 Klausheide.	2	69	A	89	ABC	91	BCD	75	D
H-Ty2	Tyskl	SäFoA Lohmen	3	80	A	110	AB	104	ABC	102	ABCD
Medelvärde					71		100		100		100
Försöksmedelvärde					71 %		46 mm		42 dm		4.80

Ryfors, Mullsjö. Försök F1347 med gran

Syfte: Att demonstrera skillnader mellan gransorter som har olika förädlingsnivå.

Plantering: Våren 2001.

Koordinat: 57° 55' 44.88" N, 13° 48' 19.94" E. Avser koordinat enligt WGS84.

Material: Fröplantor av gran med ursprung från:
1. två svenska provenienser Emmaboda, Småland och Kindaholm (ortens proveniens) samt en vitrysk proveniens Vitebsk.
2. de genetiskt bästa föräldrarna i fröplantage Maglehem, Skåne (s.k. särplockning).
3. tre sorter som valts på grundval av bra tillväxt och kvalitet i genetiska fältförsök i Götaland där flera hundra kloner testats. Fröplantorna från dessa föräldrar utgörs av halvsyskonfamiljer (Fam1, Fam2 resp. Fam3) efter friavblomning (okänd far).

Design: Varje sort finns i vardera tre parceller om 10 x10 träd i förbandet 1.8 x 1.8 m.

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 78 % och höjden 30 dm hösten 2008, d.v.s. efter 8 års tillväxt i fält (se tabell nedan). Plantor från de föräldrar som testats och valts utifrån bra resultat i tidigare anlagda fältförsök är de som vuxit bäst. Familj 1, som var bäst i dessa försök, är också bäst här.

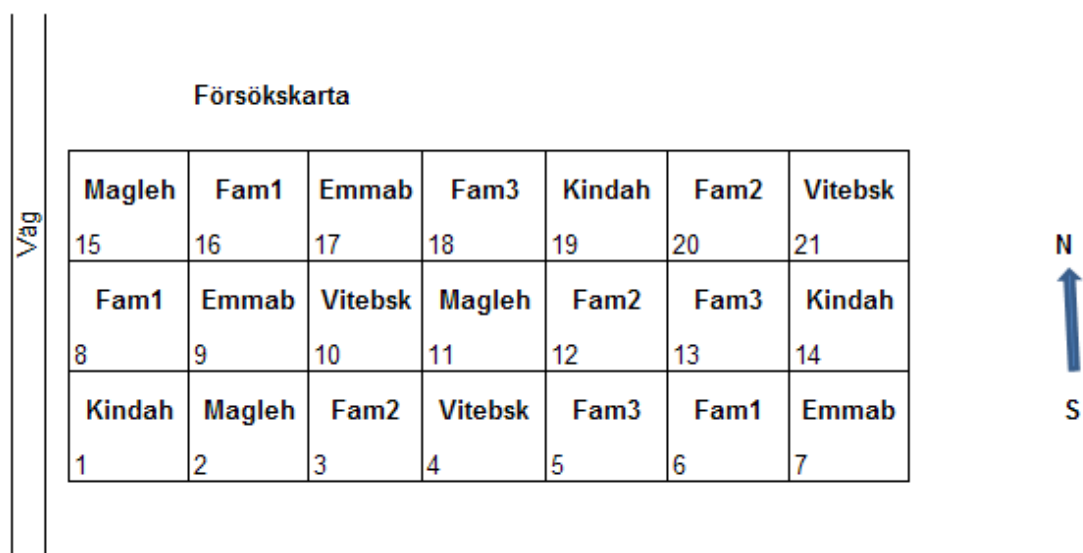
Plantor med ursprung från Maglehemsplantagen har inte vuxit enligt förväntan och de har dessutom sämst överlevnad. Visserligen har de hämmats kraftigt av vattenöverskott i den sydliga delen av parcell nr 2, men resultatet förändras inte mycket om denna del tas bort i analysen.

Svenska provenienser, såsom Emmaboda och Kindaholm, har tidigare knopp-sprickning än östeuropeiska provenienser (Vitebsk), vilket gör dem mer utsatta för vårfrost. Dessutom avslutar de svenska provenienserna tillväxten tidigare på hösten än de vitryska, d.v.s. de utnyttjar inte Sydsveriges milda höstar för tillväxt. Detta är anledningen till att provenienser från Vitryssland och Nordeuropa rekommenderas före svenska provenienser vid plantering av gran i Götaland. Förstahandsalternativet vid skogsodling av gran är dock förädlad material från fröplantager. Sticklingar med ursprung från genetiskt utvalda kloner är ett ännu bättre alternativ, men är idag mycket svåra att komma över.

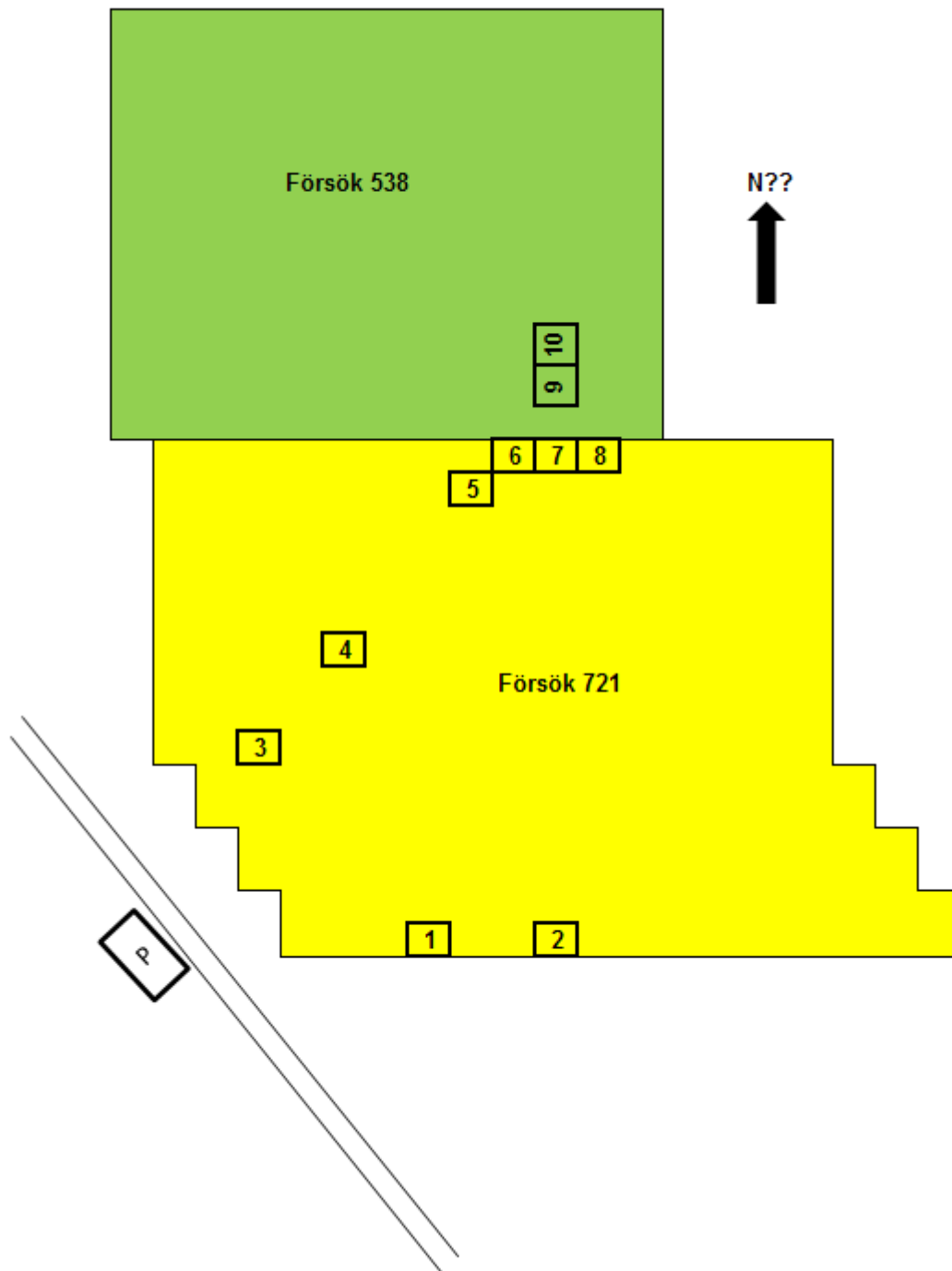
Frostskador yttrar sig bl.a. i form av ökad frekvens sprötkvist och dubbelstam. I detta försöket finns inga skillnader mellan sorterna för dessa skador, vilket indikerar att det ännu inte varit någon svårartad frost. Den bäst växande sorten (Fam1) har sämst raket. Detta torde dock inte vara något problem eftersom andelen raka träd trots allt är så hög som 92 %.

Medelvärden (Mv) och test av statistisk signifikans (Sign) efter mätning hösten 2008, dvs efter 8 års tillväxt i fält. Samtliga egenskaper anges i %, dvs siffrorna avser andelen träd som överlevt, andelen raka träd, andelen träd med sprötkvist resp dubbelstam. Höjden anges i % av medelvärdet för samtliga sorter. Sorter som för en viss egenskap innehåller samma bokstav i "Sign"-kolumnen är inte statistiskt skilda.

Material	Överlevnad		Höjd		Rakhet		Sprötkvist		Dubbelstam	
	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign
Prov Vitebsk	85	A	92	B	100	A	4	A	8	A
Fröplgt Maglehem	61	B	93	B	98	AB	9	A	5	A
Prov Emmaboda	85	A	95	B	98	AB	4	A	9	A
Prov Kindaholm	78	AB	92	B	99	A	6	A	15	A
Genetiskt utvalt. Fam1	78	AB	124	A	92	B	12	A	7	A
Genetiskt utvalt. Fam2	74	AB	100	AB	98	A	12	A	14	A
Genetiskt utvalt. Fam3	74	AB	104	AB	95	AB	12	A	15	A
Medelv	76		100		97		8		10	
Försöksmedelvärde			30 dm							



Kartöversikt Norra Kvill

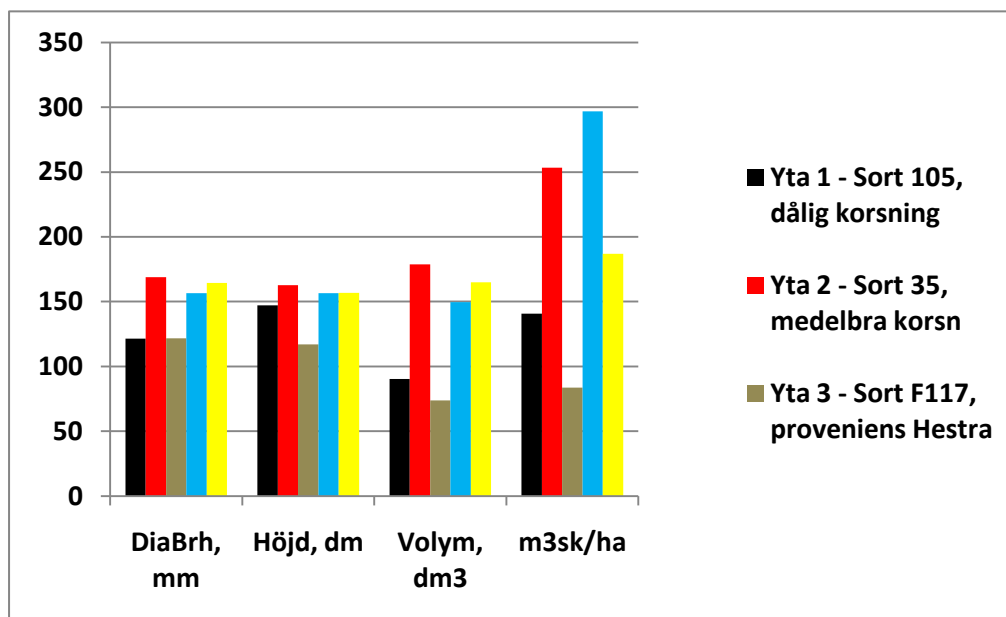


Försöksskiss över försök 721 och 538 med inritade demoparceller.
Koordinat: 57° 43' 37.31" N, 15° 35' 05.25" E. (WGS84)

Norra Kvill. Försök 721. Demoytor nr 1-8

Försök 721 är ett avkommeförsök med tall som planterades år 1964 i förbandet 1.4 x 1.4 m. Det innehåller 62 helsyskonfamiljer efter korsningar mellan de 30 plusträd som ingår i fröplantage 49, Ekebo. Dessutom ingår två vid den tiden vanliga bruksprovenienser. Varje sort representeras av 3-4 parceller, vardera om 6x6 träd.

Till demoytorna har 8 kontrasterande familjer valts ut (figur 1 och 2). Försöket mättes hösten 2009, d.v.s. vid 48 års totalålder. Försöket gallrades år 1990 och 1998 ??? I figur 1 och 2 nedan presenteras enbart data från ytorna 1-8 för de träd som levde år 2009. I tabell 1 och 2 redovisas även medelvärden från samtliga 3-4 parceller där respektive sort ingått.



Figur 1. Medelvärde för diameter, höjd, trädvolym samt volym per hektar baserat på alla levande träd år 2009. Yta 1 – 5.

Tabell 1. Medelvärden för de träd som levde hösten 2009 (tot ålder 48 år), för demoytorna 1 - 5 samt för alla parceller tillhörande respektive sort.

Sort	Yta nr	Typ	Trädvisa medelvärden			Per hektar medelvärden		
			DiaBrh	Höjd	Volym	Ant lev	Grundyta	Volym
			mm	dm	dm3	stam/ha	m2/ha	m3sk/ha
105	1	Dålig korsn	122	147	90	1559	18	141
			131	153	104	1370	19	144
35	2	Medelkorsn	169	163	179	1417	32	253
			154	162	148	1665	31	253
F117	3	Prov Hestra	122	117	74	1134	14	84
			135	138	100	1169	18	131
65	4	Bra korsn	157	157	150	1984	39	297
			163	161	162	1559	33	261
H164	5	Prov Lönneberga	165	157	165	1134	24	187
			156	153	144	1606	31	236

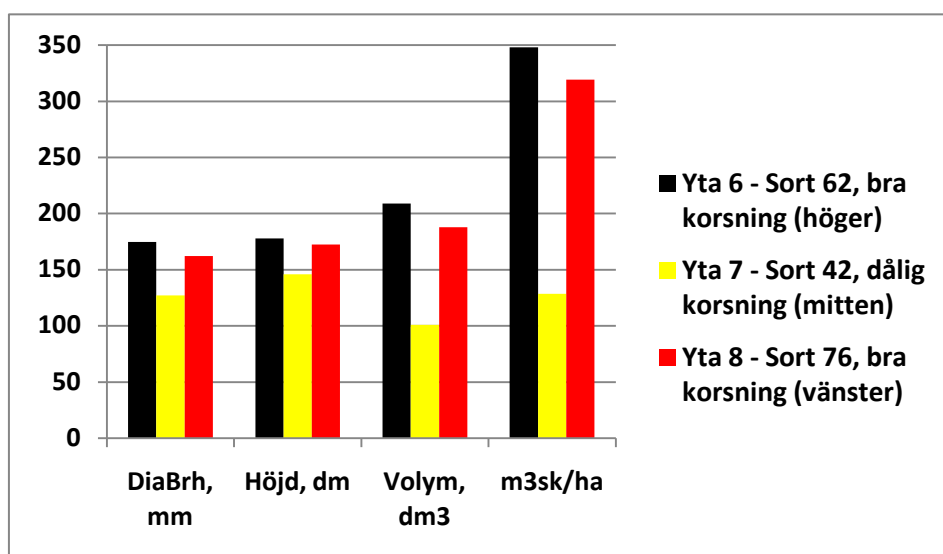
Resultaten i figur 1 och tabell 1 visar att proveniens Hestra (yta 3) och den dåliga korsningen (yta 3) är de sämsta sorterna. Skillnaderna mellan dessa två sorter är mer markanta på demoytorna än för medelvärdet från de 4 ytorna per sort. Parcellerna är små vilket gör de "per hektar" skattade medelvärdena mycket osäkra, speciellt för enskilda ytor.

Den bra korsningen, d.v.s. sort 65 (yta 4), är den bästa vad avser volym/ha (Figur 1). Den ligger dock något lägre för höjd, diameter och trädvolym än den medelbra korsningen (yta 2) och proveniens Lönneberga (yta 5). Detta är sannolikt ett resultat av en större konkurrens på yta 4, där stamantalet/ha är betydligt större än på yta 2 och 5. Om vi tittar på medelvärdena för alla 4 ytor per sort (tabell 1) så är stamantalet ungefär detsamma för dessa tre sorter. Där är den bra korsningen bäst för samtliga egenskaper. Proveniens Lönneberga ligger på samma nivå som den medelbra korsningen. Rang-ordningen för de 5 sorterna var densamma år 1997, d.v.s. före andra gallringen, men skillnaderna var då större. Stamkvaliteten har också bedömts på alla ytor, men någon nämnvärd skillnad mellan sorter har inte gått att urskilja.

Resultaten från yta 6, 7 och 8 är exempel på att det är stor skillnad på vilka föräldrar som ligger bakom en korsningsfamilj (tabell 2, figur 2). Volym/ha skiljer sig markant. Trots fler stammar/ha och därmed större konkurrens på yta 6 och 8 med de två bra korsningarna är även de trädvisa medelvärdena större än för yta 7 med den dåliga korsningen. Mönstret är detsamma när man tittar på medelvärdet för alla ytor tillhörande resp sort (tabell 1). Observera att sorterna i yta 6 och 8 har en gemenam förälder, d.v.s. de är halvsyskon.

Försöken i Norra Kvill visar generellt betydelsen av att välja ett genetiskt bra skogsodlingsmaterial. Att välja frö eller plantor, är att binda sig för både möjligheter och begränsningar för åtminstone en omloppstid framöver. Det finns därför all anledning att göra ett aktivt val. Vad du väljer är upp till dig och beror bl.a. på klimatområde, typ av ståndort och syftet med skogsbruket.

Det finns mer än 60 fröplantager av tall i Sverige av olika ålder och förädlingsgrad. Första omgångens plantager anlades under 1950 och 60-talen med ympar av otestade plusträd, d.v.s. bra träd som valts i skogen. De ger ca 10 % högre produktion och oförändrad kvalitet jämfört med skogar som anläggs med beståndsfrö av lämplig lokal proveniens. Andra omgångens plantager etablerades under 1980- och 90-talen. Under de kommande åren kommer den första omgångens plantager att fasas ut och den andra och så småningom kommer den tredje omgångens plantager att ta över. Den andra omgångens plantager har mer varierande innehåll. I många fall ingår testade plusträd, d.v.s. träd som blivit valda på grundval av bra genetiska egenskaper efter att ha testats i fält. Förädlingsvinsten varierar här mellan 10 och 15 %. I tredje omgångens plantager, som nu är under anläggning, kommer enbart testade träd att ingå, vilket kommer att ge en förädlingsvinst på drygt 20 %.



Figur 2. Medelvärde för diameter, höjd, trädvolym samt volym per hektar baserat på alla levande träd år 2009. Yta 6 – 8.

Tabell 2. Medelvärden för de träd som levde hösten 2009 (tot ålder 48 år), för demoytorna 6-8 samt för alla parceller tillhörande respektive sort.

Sort	Yta nr	Typ	Trädvisa medelvärden			Per hektar medelvärden		
			DiaBrh	Höjd	Volym	Ant lev	Grundyta	Volym
			mm	dm	dm3	stam/ha	m2/ha	m3sk/ha
62	6	Bra korsning	175	178	209	1701	41	355
	Alla (4 st)		170	171	188	1311	31	262
42	7	Dålig korsning	127	146	101	1276	17	129
	Alla (4 st)		140	154	119	1134	18	140
76	8	Bra korsning	162	172	188	1701	37	319
	Alla (4 st)		155	161	149	1346	27	226

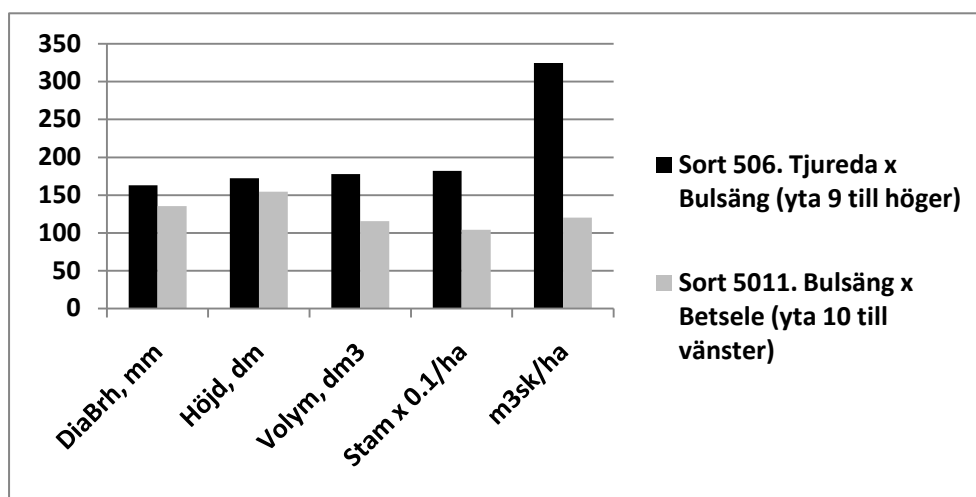


En av demonstrationsparcellerna i Norra Kvill

Norra Kvill – Försök 538. Demoytor nr 9 och 10

På Norra Kvills försöksområde finns bl.a. tallförsök 538 där träd från olika delar av landet korsats med varandra. Syftet var att undersöka effekterna av att korsa föräldrar som hämtats från geografiskt skilda områden. Försöket kan användas för illustration av mer drastiska förflyttningseffekter. Förflyttningsfrågan är aktuell eftersom det ibland rekommenderas sydförflyttning av tall som en kvalitetshöjande åtgärd.

Försök 538 anlades 1954 med 18 olika tallsorter. Varje sort planterades i 8 x 10 stora parceller, med 3-6 upprepningar i förbandet 1.2 x 1.2 m. I försöket har två korsningar valts ut för jämförelse. Den ena är en korsning mellan en småländsk (Tjureda) och en västgötsk tall (Bulsäng), den andra är en korsning mellan samma västgötska tall och en västerbottnisk (Betsela). Försöket mättes hösten 2009, d.v.s. vid en totalålder på 58 år. Det gallrades år 1990 och 1998 ??? men i figuren nedan presenteras enbart data för de träd som levde år 2009 i två närliggande parceller. I tabell 1 presenteras även medelvärden från samtliga parceller för de två sorterna.



Figur 1. Medelvärde för diameter, höjd, trädvolym samt stamantal och volym per hektar baserat på alla levande träd från två närliggande parceller (sorter). Sort 506 är en korsning mellan tall från Tjureda, Småland och Bulsäng, Västergötland. Sort 5011 är en korsning mellan samma tall från Västergötland och Betsela, Västerbotten. Medelvärdena avser tillståndet hösten 2009, dvs vid 58 års total ålder. Notera att stamantal skall multipliceras med 10 för att få korrekt värde per ha.

Tabell 1. Medelvärden för de träd som levde hösten 2009 (total ålder 58 år), för de två demoytorerna (9 resp 10) samt för alla parceller tillhörande respektive sort.

Sort	Yta nr	Trädvisa medelvärden			Per hektar medelvärden		
		DiaBrh	Höjd	Volym	Ant lev	Grundyta	Volym
		mm	dm	dm3	stam/ha	m2/ha	m3sk/ha
506	9	163	172	178	1823	39	324
	Alla (5 st)	170	176	193	1354	32	276
5011	10	136	155	116	1042	15	120
	Alla (3 st)	155	170	158	955	19	163

Man kan konstatera att ytorna 9 och 10 skiljer sig åt kraftigt (figur 1). Volymen per ha är nästan 3 gånger större för sort 506. Antalet stammar per hektar är visserligen betydligt fler för sort 506,

men medelträdet är trots detta grövre, högre och håller mer volym än sort 5011. Mönstret var detsamma år 1997, vid 46 års totalålder, d.v.s. året innan andra gallringen?

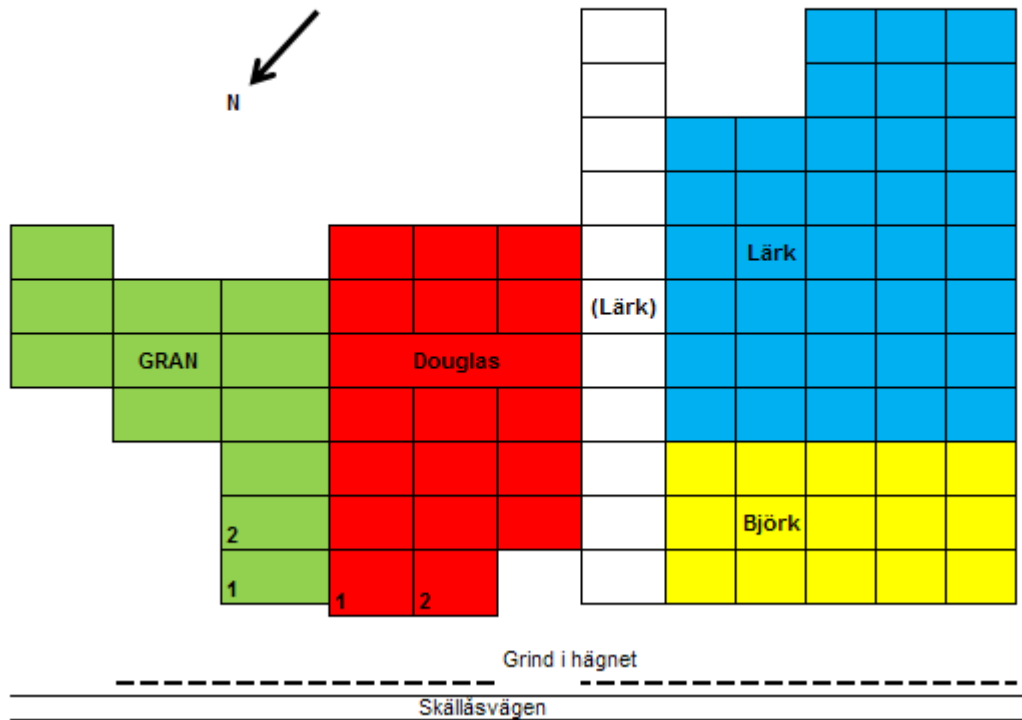
Om man studerar medelvärdena från samtliga parceller med sort 506 respektive sort 5011 ser vi att skillnaderna mellan sorter minskar, men de är fortfarande stora (tabell 1). Det är uppenbarligen stora skillnader mellan olika parceller. Parcellerna är små vilket gör de ”per hektar” skattade medelvärdena osäkra.

Kvaliteten har också bedömts, men någon nämnvärd skillnad mellan sorter har inte gått att urskilja.

Slutsats: Resultaten indikerar att stark sydförflyttning av tall minskar volymproduktionen påtagligt utan att förbättra kvaliteten nämnvärt.

Kartöversikt Tönnersjö

Principskiss över försöken i Tönnersjö. Sitkan ligger på ett separat ställe. Se topokarta.
 "(Lärk)" ingår inte i demoserien. Det är ett avkomme-försök där 86 olika lärksorter testas



Tönnersjö. Försök F1298 med björk

Syfte: Demonstration av skillnader mellan olika björksorter.

Plantering: Våren 1998.

Koordinat: 56° 41' 48.23" N, 13° 06' 50.46" E (enligt WGS84).

Design: Varje sort finns vardera i tre parceller om 3 x 3 träd i förbandet 2 x 2 m.

Material: Fröplantor från friblommande plusträd, från korsningar mellan utvalda föräldrar och fröplantor från tre frötäktbestånd (Börshult i E-län, Visingsö i F-län och Nödebo i Danmark).

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 94 %, höjden 61 dm och diametern 48 mm hösten 2004, dvs vid en total trädålder på 8 år (se tabell nedan).

Rent statistiskt är det få signifikanta skillnader. Tendensen är dock att helsyskonfamiljen, dvs en korsning mellan två bra föräldrar, har bättre tillväxt och kvalitet än de övriga sorterna.

Dansk Nödebo är ett frötäktbestånd i Danmark där träden har sitt ursprung från Visingsö. Att den ofta har dålig kvalitet beror sannolikt på att den pollineras av dålig dansk björk.

Observera att en kvalitetsgallring genomfördes vintern 2006/2007 varvid de 50 % sämsta träden avlägsnades. Detta har minskat skillnaderna mellan sorterna.

Vid skogsodling av björk i södra Sverige rekommenderas i första hand plantor med ursprung från växthusfröplantagen i Ekebo.

Parceller med de sorter som redovisas i tabellen har markerats i fält via fyra hörnkäppar enligt färgerna i tabellen. En röjd stig är uppmärkt med lila färg i kartan.

Medelvärden (Mv) och test av statistisk signifikans (Sign) för fyra av de totalt 20 testade sorterna (se karta) efter mätning hösten 2004, dvs efter 8 års total ålder. Överlevnad avser andelen (%) levande träd. Stamkvalitet bedömdes i en skala 1-5 där 1 var dåligt och 5 var bra. Diameter, höjd och kvalitet anges i % av medelvärdet för samtliga 20 testade sorter (absolut medelvärde), dvs ett värde över 100 innebär att sorten är bättre än genomsnittet. Sorter som för en viss egenskap innehåller samma bokstav i "Sign"-kolumnen är inte statistiskt skilda.

Material	Träd Färg	Överlevn		Höjd		Diameter		Kvalitet	
		Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign
313. Familj som kombinerar bra tillväxt med bra kvalitet	Svart	93	A	104	AB	112	A	115	A
357. Familj som har bra tillväxt	Grön	96	A	105	AB	115	A	96	AB
198. Dansk Nödebo	Blå	100	A	106	AB	108	A	83	B
199. Visingsö, F-län	Röd	100	A	100	AB	102	AB	94	AB
197. Börshult, E-län	Gul	89	A	86	B	80	B	92	AB
Medelvärde		100		100		100		100	
Försöksmedelvärde		94 %		61 dm		48 mm		3.31 (1-5)	

321	356	354	198	305	355	356	350	305	354
305	310	197	199	351	352	198	351	306	352
350	314	352	311	350	353	358	321	353	356
306	351	353	314	321	357	197	310	355	199
313	311	355	306	313	354	314	313	358	198
319	357	358	319	310	199	319	311	357	197

Kartskiss för björken i Tönnersjö. Varje siffra anger respektive sort som planterats i en ursprunglig parcell om 3 x3 träd i förbandet 2x2m.

Tönnersjö. Försök F1308 med douglasgran

Syfte: Test av avkommor till 102 plusträd av douglasgran med olika ursprung med syfte att välja de genetiskt bästa träden till fortsatt förädling och till fröplantager.

Plantering: Våren 1998

Koordinat: 56° 41' 48.23" N, 13° 06' 50.46" E (enligt WGS84).

Design: Av varje sort finns 17 plantor som planterats med 1-2 plantor per parcell i förbandet 1.8 x 1.8 m.

Material: Fröplantor odlade efter kottskörd på plusträd valda i bestånd och i fröplantager med olika ursprung (se tabell nedan). Två vanliga proveniensers av gran ingår som jämförelsematerial.

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 60 %, höjden 39 dm och diametern 46 mm hösten 2007, dvs efter 10 års tillväxt i fält (se tabell).

Liksom de båda granprovenienserna har fröplantage Sorö bättre överlevnad än försöksmedelvärdet.

Gran från Maglehemsplantagen och douglas från fröplantage FP229 samt beståndet "Stendal" tillhör de mest vitala och bäst växande grupperna i detta försök, liksom i tre andra sydsvenska försök där samma sorter testas.

Det finns dock enskilda sorter inom flertalet grupper som är betydligt bättre än försöksmedelvärdet. Föräldraträden till sådana sorter som visat sig vara bra i samtliga försök kommer att användas i en ny svensk fröplantage som kan ge skörd om 15-20 år. Fram till dess rekommenderas i första hand material från danska fröplantager.

I försöket har enstaka träd från de två gransorterna och från några bra douglassorter märkts upp i parcell 1 och 2 (se karta).

Medelvärden för olika grupper av douglasgran och två granproveniensers efter mätning hösten 2007, dvs efter 10 års tillväxt i fält. "Överlev", avser andelen (%) levande träd, "Dbst" anger andelen träd med dubbelstam och "Vital" avser andelen träd med bra vitalitet. Diameter och höjd anges i % av medelvärdet för alla sorter, dvs ett värde över 100 innebär att sorten är bättre än genomsnittet. "Antal" anger det antal träd som analysen baseras på vid fältålder 10.

Typ	Namn (Grupp)	Land	Antal	Överlev	Höjd	Diam	Vital	Dbst
Fröplantage	FP210, Sorö	Danm	308	73	97	96	76	46
Fröplantage	FP228, Gurre Vang	Danm	114	46	98	101	83	37
Fröplantage	FP229, Gurre Vang	Danm	7	41	103	120	80	31
Bestånd	Linå Vesterskov	Danm	193	51	90	84	66	44
Bestånd	Silkeborg Österskov	Danm	77	58	94	90	65	47
Bestånd	Stendal	Danm	270	62	104	106	76	38
Gran	Fröplgt Maglehem	Sve	21	68	125	150	99	5
Gran	Proveniens Minsk	Vitryssl	26	87	108	107	100	0
Medelvärde				60%	100%	100%	77%	39%
Försöks medelvärde					39 dm	46 mm		

Uppmärkning av individer i fält. Douglas - Tönnersjö

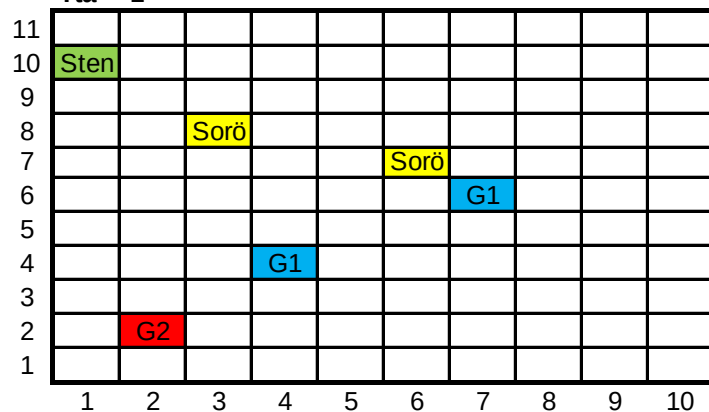
Sten = Avkommor till plusträd valda i det danska beståndet "Stendal"

Sorö = Avkommor till plusträd från danska fröplantagen Sorö

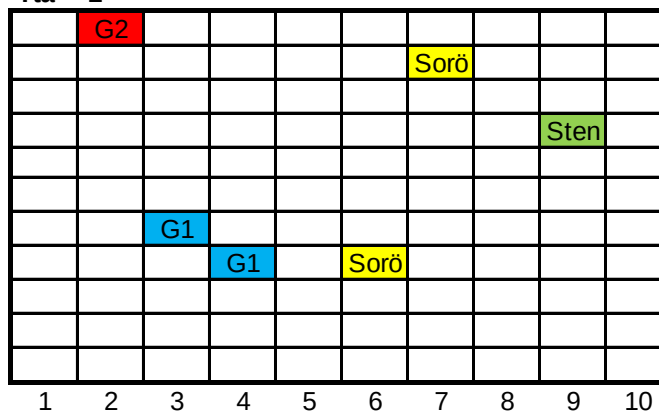
G1 = Gran - Minsk, Vitryssland

G2 = Gran - Fröplantage Maglehem

Yta = 1



Yta = 2



Tönnersjö. Försök F1290 med gran

- Syfte: I försöket testas kloner av gran för urval till nästa förädlingsgeneration och till massförökning.
- Plantering: Våren 1998
- Koordinat: 56° 41' 48.23" N, 13° 06' 50.46" E (enligt WGS84).
- Design: Av varje klon finns 4 plantor som planterats slumpmässigt i förbandet 1.8 x 1.8 m.
- Material: Totalt testas 511 grankloner med ursprung från genetiskt bra föräldrar som valts utifrån resultat i tidigare fälttester. Olika kombinationer av föräldrapar har korsats och frö har såtts upp från 16 korsningsfamiljer. Från var och en av familjerna har ca 35 plantor klonats upp i form av grensticklingar. Fyra sticklingar per klon har planterats ut slumpvis i vart och ett av fyra försök, varav Tönnersjö utgör det näst sydligaste. Detta är standardkonceptet vid förädling av gran i Sverige. Som jämförelsematerial såddes frö från proveniens Minsk (Ryssland) och från fröplantage Maglehem varefter 35 plantor per fröparti sticklingförökades.
- Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 92 % och diametern 61 mm hösten 2007, dvs efter 10 års tillväxt i fält.
- Den bästa klonen var för diameter 31 % bättre än genomsnittet för samtliga 511 kloner och den sämsta klonen var 30 % sämre. Medelvärde för klonerna med ursprung från Maglehemsplantagen var ungefär som genomsnittet för alla 511 kloner. Den bästa Maglehemsklonen var rankad som nr 44 och den sämsta som nr 508. Klonerna från Minsk-familjen var i snitt 18 % sämre än klonmedelvärdet, varvid den bästa klonen var rankad som nr 377 och den sämsta som nr 511.
- Resultatet indikerar att stora genetiska vinster kan göras genom att välja ut de allra bästa individerna till fortsatt förädling och till massförökning.
- I försöket har enstaka träd från korsningsfamiljerna med de bäst växande klonerna, från fröplantage Maglehem och proveniens Minsk märkts upp i parcell nr 1 och 2 (se karta).

Relativa genetiska värden för diameter i försök 1, 2 och 3 och för höjd i försök 4, år 2007, dvs. efter 10 års tillväxt i fält, samt rank (1=bäst till 511=sämst) som baseras på ett över försöken sammanvägt klonvärde. Endast kloner som märkts upp i försöket ingår i tabellen. Ett relativt klonvärde på t.ex. 131 anger att klonen är 31 % bättre än genomsnittet av alla 511 klonerna. Försök 1 = Tönnersjö.

Klon	Typ av material	Förkortn på karta	Diameter			Höjd	Rank
			Frsk1	Frsk2	Frsk3	Frsk4	Alla
371	Korsningsfamilj 1	K1	131	120	111	109	1
372	Korsningsfamilj 1	K2	116	119	111	110	3
401	Korsningsfamilj 2	K3	122	107	108	108	6
408	Korsningsfamilj 2	K4	118	111	109	107	9
543	Fröpltg Maglehem	Mag	96	101	98	98	320
520	Proveniens Minsk	Mi1	86	87	97	89	491
517	Proveniens Minsk	Mi2	86	84	90	98	492
Försöksmedelvärde			61 mm	70 mm	56 mm	52 dm	

Märkning av individer i fält. Gran - Tönnersjö

K1 = Bra klon i bra korsningsfamilj nr 1

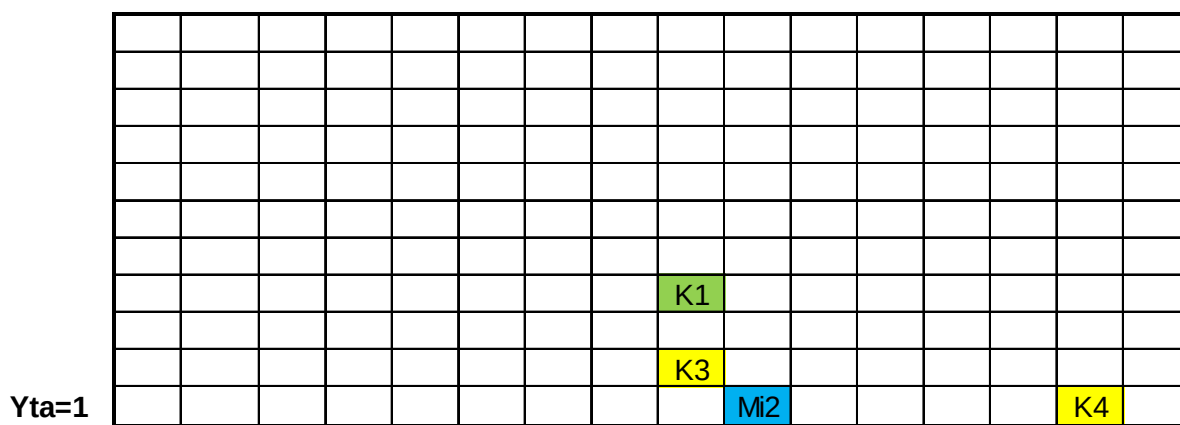
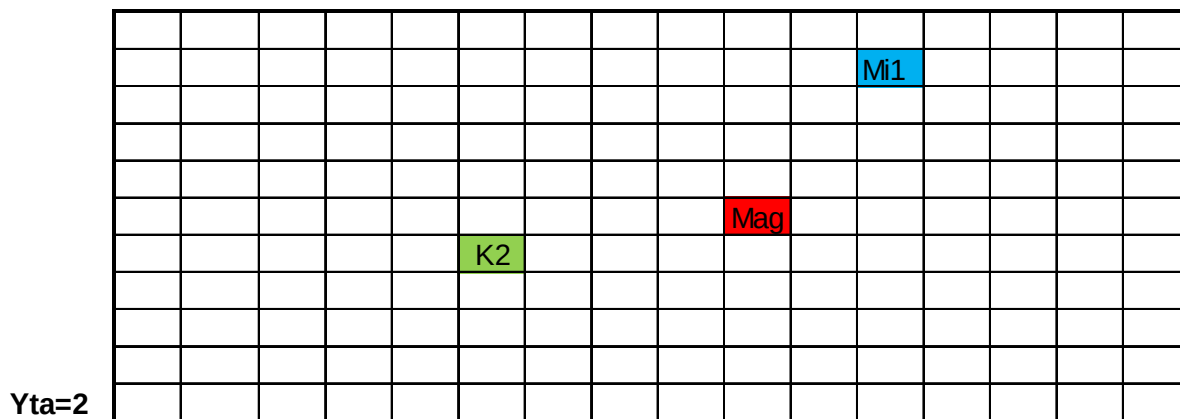
K2 = Bra klon i bra korsningsfamilj nr 1

K3 = Bra klon i bra korsningsfamilj nr 2

K4 = Bra klon i bra korsningsfamilj nr 2

Mi1, 2 = Gran - Minsk, Vitryssland

Mag = Gran - Fröplantage Maglehem



Tönnersjö. Försök F1316 med lärk

Syfte: Att demonstrera skillnader mellan lärk av olika arter och ursprung

Plantering: Våren 1998

Koordinat: 56° 41' 48.23" N, 13° 06' 50.46" E (enligt WGS84).

Design: Varje sort finns vardera i tre parceller om 6 x 6 träd i förbandet 2 x 2 m.
Obs! Intill demoförsök F1316 ligger lärkförsök F1314 som är ett avkommeförsök, där avkommor från plusträd av olika lärkarter testas.

Material: Fröplantor från fröplantager med olika ursprung och arter (se tabell nedan)
Observera att fröplantage Dammsjön sedan 1988 är en ren sibirisk fröplantage, eftersom den enda japanska klonen då höggs bort. Fröet till plantorna i försöket har skördats innan år 1988 på de 15 sibiriska klonerna i fröplantagen. Det innebär att plantorna kan vara såväl ren sibirisk lärk som hybrider mellan sibirisk och japansk lärk.

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 77 % och höjden 73 dm hösten 2006, dvs efter 9 års tillväxt i fält (se tabell).

Med undantag för överlevnad är det få statistiskt signifikanta skillnader mellan olika sorter.

Resultatet från detta och andra försök indikerar dock att det finns europeiska och japanska sorter som har samma tillväxtkapacitet som hybridlärk samt att hybridlärk från Maglehem växer något bättre men har sämre rakhet än hybridlärken från Holbaek-plantagen.

Vid plantering av lärk i södra Sverige rekommenderas i första hand hybridlärk. Japansk lärk kan vara ett alternativ på milda lokaler där risken för höstfrost är liten. Anledningen till att europeisk lärk inte rekommenderas är dess känslighet för lärkkräfta. Sibirisk lärk kan ännu inte rekommenderas i södra Sverige p.g.a. brist på lämpligt skogsodlingsmaterial. Nya försök anlagda i början av 2000-talet kommer dock att ge möjlighet att välja ett klimatiskt väl anpassat sibiriskt lärkmaterial före år 2020.

I försöket har parceller med några intressanta sorter runt den lilafärgade stigen märkts upp. Träden i kantraderna till dessa parceller har kvistats upp. Aluminiumstolpar med parcellnr och materialbeskrivning finns i nedre vänstra parcellhörnet.

Medelvärden (Mv) och test av statistisk signifikans (Sign) av olika lärksorter efter mätning hösten 2006, dvs efter 9 års tillväxt i fält. Överlevnad avser andelen (%) levande träd. Rakhet bedömdes i en skala 1-9 där 1 var extremt krokigt och 9 var spikrakt. Diameter, höjd och rakhet anges i % av medelvärdet för alla sorter, dvs ett värde över 100 innebär att sorten är bättre än genomsnittet. Sorter som för en viss egenskap innehåller samma bokstav i "Sign"-kolumnen är inte statistiskt skilda.

Förkortning	Material	Land	Överlevnad		Höjd		Diameter		Rakhet	
			Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign	Mv	Sign
Europeisk lärk										
E-Hjäl	Fröpltg Hjälmskult	Sverige	91	AB	101	ABC	95	AB	101	A
E-Sud1	Plusträd, Sudeterna	Tjeckien	84	ABC	103	ABC	97	AB	89	A
E-Sud2	Plusträd, Sudeterna	Tjeckien	87	AB	107	AB	102	AB	88	A
Japansk lärk										
J-Klev1	Fröpltg Klev, plusträd 1	Sverige	92	AB	90	BC	97	AB	102	A
J-Klev2	Fröpltg Klev, plusträd 2	Sverige	66	CD	100	ABC	101	AB	101	A
J-Klev3	Fröpltg Klev, plusträd 3	Sverige	53	D	98	ABC	107	AB	119	A
J-Klev4	Fröpltg Klev, plusträd 4	Sverige	84	ABC	99	ABC	102	AB	108	A
J-Klev5	Fröpltg Klev, plusträd 5	Sverige	75	BC	108	AB	108	AB	117	A
Sibirisk lärk										
S-Sib1	Bestånd, s:a Sibirien	Ryssland	3	E						
S-Damsj	Fröpltg Dammsjön	Sverige	92	AB	95	ABC	95	AB	94	A
S-Sib2	Ivanov	Ryssland	97	A	88	C	83	B	103	A
Hybridlärk										
H-Holb	Fröpltg Holbaek	Danmark	88	AB	98	ABC	97	AB	102	A
H-Magle	Fröpltg Maglehem	Sverige	96	A	113	A	118	A	92	A
Medelvärde			77		100		100		100	
Försöksmedelvärde			77%		73 dm		81 mm		5.17 (1-9)	

Tönnersjö. Försök F1276 med sitkagran

Syfte: Test av avkommor till 369 plusträd av sitkagran med olika ursprung med syfte att välja de genetiskt bästa träden till fortsatt förädling och till fröplantager.

Plantering: Våren 1996.

Koordinat: 56° 42' 16.15" N, 13° 06' 44.76" E (enligt WGS84).

Design: Av varje sort finns 10 plantor som planterats slumpmässigt i förbandet 1.8 x 1.8m.

Material: Avkommor från plusträd valda i bestånd och från kloner i olika fröplantager (se tabell nedan). Två vanliga provenienser av gran ingår som jämförelsematerial.

Resultat: Den genomsnittliga överlevnaden var 78 % och diametern 101 mm hösten 2008, dvs efter 13 års tillväxt i fält (se tabell).

Granprovenienser hade högre överlevnad men sämre tillväxt än genomsnittet för alla sorter. Detta är ett generellt resultat i samtliga 5 försök där samma sorter testas.

Granens relativa diameter är i snitt ca 70 % av försöksmedelvärdena i de 5 försöken (medelvärdet varierar mellan 55 - 85 %).

Det är fyra materialgrupper som har betydligt högre tillväxt än genomsnittet (gråmärkta i tabellen). Inom varje grupp finns det enskilda sorter som växer betydligt bättre än gruppmedelvärdet. Sådana sorter som visat sig vara bra i samtliga försök kommer att användas i en ny svensk fröplantage som kan ge skörd runt år 2020. Fram till dess rekommenderas i första hand material från danska fröplantager.

I försöket har enstaka träd från några bra sorter samt gran märkts ut i parcell 6 - 8.

Medelvärden för olika grupper av sitkasorter och två granprovenienser efter mätning hösten 2002 (höjd) och 2008 (övriga variabler), dvs efter 7 resp. 13 års tillväxt i fält. "Överlev", avser andelen (%) levande träd. "Dbst" och "Spröt" anger andelen träd med dubbelstam respektive sprötkvist. Diameter och höjd anges i % av medelvärdet för alla sorter, dvs ett värde över 100 innebär att sorten är bättre än genomsnittet. "Antal" anger det antal träd som analysen baseras på vid fältålder 13.

Material (grupp)	Land	Antal	Egenskap				
			Överlev	Höjd	Diam	Dbst	Spröt
Nya plusträd valda i bestånd	Sverige	530	83	113	111	6	18
Gamla plusträd valda i bestånd	Sverige	49	76	83	82	0	14
Fröplantage Åkulla	Sverige	207	71	114	112	13	10
Fröplantage Nödebo	Danm	627	72	113	109	11	12
Fröplantage Öygarden, Kaupanger	Norge	253	79	77	82	9	10
Fröplantage Honganvik	Norge	782	80	85	89	7	13
Plusträd valda i bestånd	Skottland	338	75	102	105	9	15
Korsning mellan bra föräldrar	Skottland	13	61	121	124	15	31
Gran - Emmaboda	Sverige	28	93	72	64	0	14
Gran - Vitebsk	Ryssland	28	96	73	60	18	7
Medelvärde		2855	78	100	100	9	14
Försöksmedelvärde			78 %	37 dm	101 mm	9 %	14 %

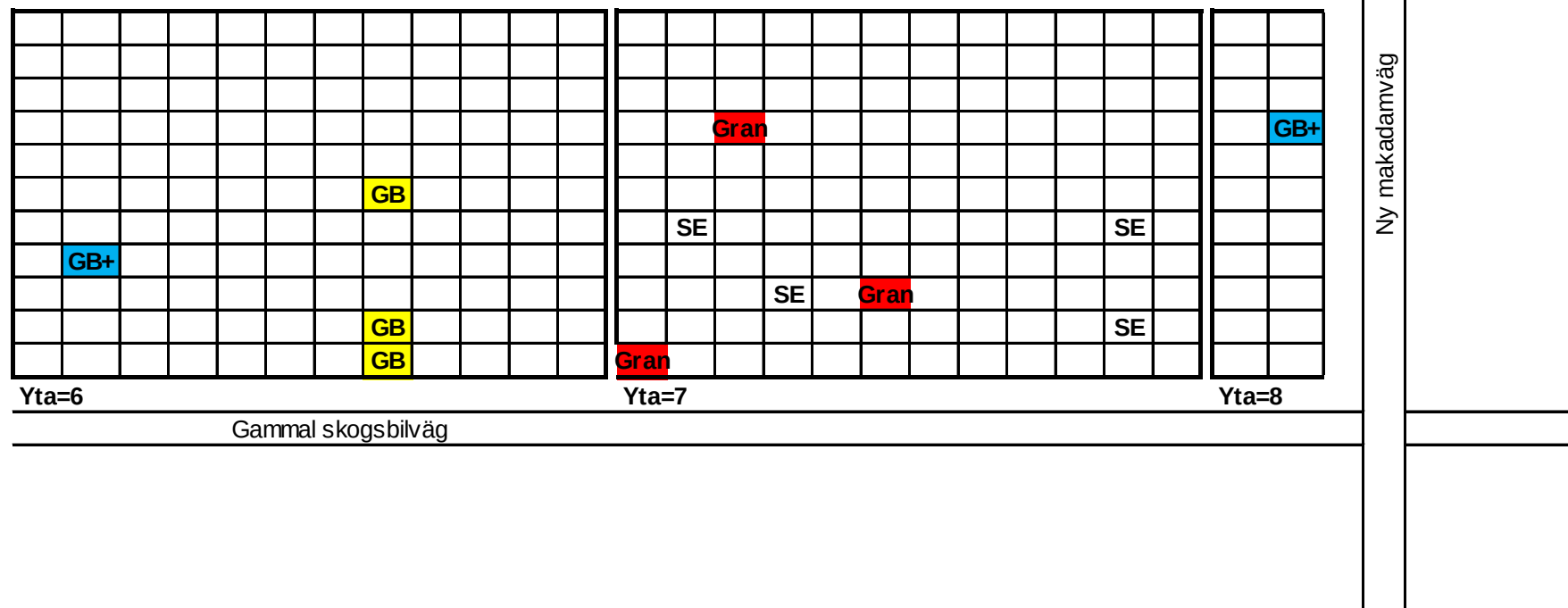
Märkning av individer i fält. Sitka - Tönnersjö

SE = Avkommor från nya plusträd valda i svenska bestånd

GB = Avkommor från plusträd valda i skotska bestånd

GB+ = Plantor från korsningsfamiljer med bra skotska föräldrar

Gran = Gran - Emmaboda och Vitebsk



Resultat från granförsök 1322 i Sjundekvill

EFTER REVISION HÖSTEN 2006

MATERIAL

Försök S21F9921322 är ett demonstrationsförsök med gran på Södra Skogsägarnas fastighet Sjundekvill som ligger utanför Storebro i norra Kalmar län. Försöket planterades våren 1999 med tvååriga täckrotsplantor som producerats på SkogForsks försöksstation Ekebo. Försöket är designat som ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar per sort. De 11 sorterna är planterade i parceller om 10x10 träd med 2 m kvadratförband. Sorterna finns listade i Tabell 1.

De klonade plantor var i dålig kondition redan vid utplanteringen och hjälpplanterades hösten 1999. P.g.a. plantbrist kompletterades dessa parceller med material från två andra kloner, således består parcellerna nu av tvåklonsblandningar. Sommaren 2002 och 2005 lövröjdes försöket.

REVISION OCH ANALYS:

Hösten 2002, 4 år efter plantering, reviderades försöket för första gången. Alla plantor höjdmättes. Dessutom registrerades frostsador och andra skador eller defekter.

Vid mätningen var överlevnaden 78 % och medelhöjden 112 cm. 3 % av plantorna hade tecken på frostsador och 1 % beskrevs som tynande. Den statistiska analysen visade att överlevnad och höjd uppvisade signifikanta skillnader mellan sorter. Frostsadorna var inte signifikanta.

Hösten 2006, 8 år efter plantering, mättes försöket för andra gången. Medelhöjden var 274 cm och överlevnaden 76 %. Andra egenskaper som registrerades var förekomst av dubbelstammar/toppar, granbarrlus, och andel instabila eller lutande träd. Tillväxt år 5-8 och höjdtillväxtprocent beräknades. Skillnader mellan sorter var signifikanta för alla egenskaper.

Tabell 1 och Figur 1 visar resultaten från revisionen mer i detalj.

KOMMENTARER

Det har uppstått en rejäl spridning mellan olika sorter. Som förväntat ligger fröplantagerna på den övre halvan med Södras fröplantage Bredinge som bästa plantage. Att de tre plusträdsavkommorna ligger bra till är inte förvånande. De är testade i avkommeprövningar och har befunnits bra. Föräldraträden kommer att ingå i nästa generations fröplantager (3O) och kommer att ge än bättre resultat när de korsas med varandra. De plantor som ingår i försöket har vildpollen som far. Om man antar att vildpollen ligger på samma genetiska nivå som t.ex. proveniens Emmaboda betyder det att värdet på en plantage anlagd med plusträdsavkommornas föräldrar skulle ligga på nivån 125-130.

Det mest förvånande vid en första anblick är den låga höjden för klonerna. Dessa kloner är utvalda efter att ha presterat bra i klontester. De hade dock problem i plantskolan och plantmaterialet var så dåligt att en stor del av plantorna dog och hjälpplanterades efter första sommaren.

Under de åtta år försöket vuxit har det inte drabbats av någon kraftig vårfrost. Det är en anledning till att de tidigt skjutande svenska provenienserna hänger med bra. Proveniensen Vitebsk har startat dåligt vilket är förvånande, men ger en tankeställare om proveniensers "opålitlighet". Proveniensers som är testade i försök är ofta inte samma fröparti som det som skördas och används idag. Fröplantagens fördel är att det är alltid samma träd som fröet skördas från.

Tabell 1. Resultat från revisionen 2006. Sorterna är rangordnade efter medelhöjd. Förklaringar se under tabellen. Egenskaper som inte har en ålder inom parentes avser resultat år 8.

Sort	H(8) (cm)	Sign. H(8)	Överl (%)	H(4) cm	H(8) (%)	TV (cm)	TV (%)	Lus (%)	Dbst (%)	Inst (%)
Plusträdsavk. Asa	337	Ab	72	126	122	211	174	19	11,2	3,7
Fröplantage Breedinge	332	abcd	78	132	120	199	152	12	2,3	5,0
Plusträdsavk. Bölö	306	bcdef	88	135	111	171	124	27	4,2	7,5
Plusträdsavk. Engaholm	305	bcdef	68	129	111	177	137	31	9,3	3,8
Fröplantage Slogstorp	285	cdefgh	70	116	103	169	149	27	4,2	3,0
Prov. Rezekne	280	defgh	83	119	101	161	133	4	3,1	3,5
Prov. Emmaboda	266	efgh	81	110	97	157	147	22	7,0	1,6
Prov. Grythyttan	253	efghi	82	110	92	143	132	30	9,9	7,7
Utvald klon (Rysk)	234	ghij	72	99	85	135	138	32	0,6	7,9
Utvald klon (Minsk)	224	ij	69	81	81	142	173	41	14,7	0,2
Prov. Vitebsk	211	ij	80	89	76	122	137	17	3,6	0,0
Försöksmedeltal	274		76	112	100	161	145	26	5,9	3,3

H(8) – Höjd 8 år efter plantering. Absoluta tal och procentuellt mot försöksmedelvärde.

Sign – Signifikans. Värden med samma bokstav är ej signifikant åtskilda.

Överl – Överlevnad.

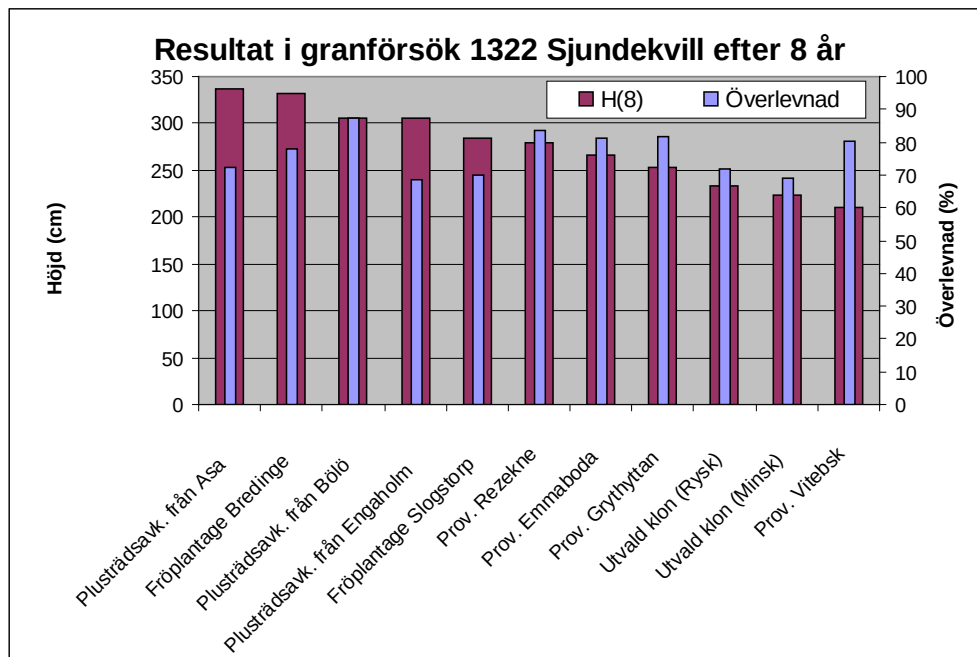
H(4) – Höjd 4 år efter plantering.

TV – Tillväxt i höjd år 5-8. Absoluta tal i cm och procentuell ökning från år 4.

Lus – Andel träd med granbarrlus.

Dbst – Andel träd med dubbelstammar och dubbeltoppar.

Inst – Andel instabila eller lutande stammar.



Figur 1. Diagram som visar höjd och överlevnad efter 8 år i försöket.

Resultat från revision av granförsök 1322 Sjundekvill hösten 2006. 8 år efter plantering.



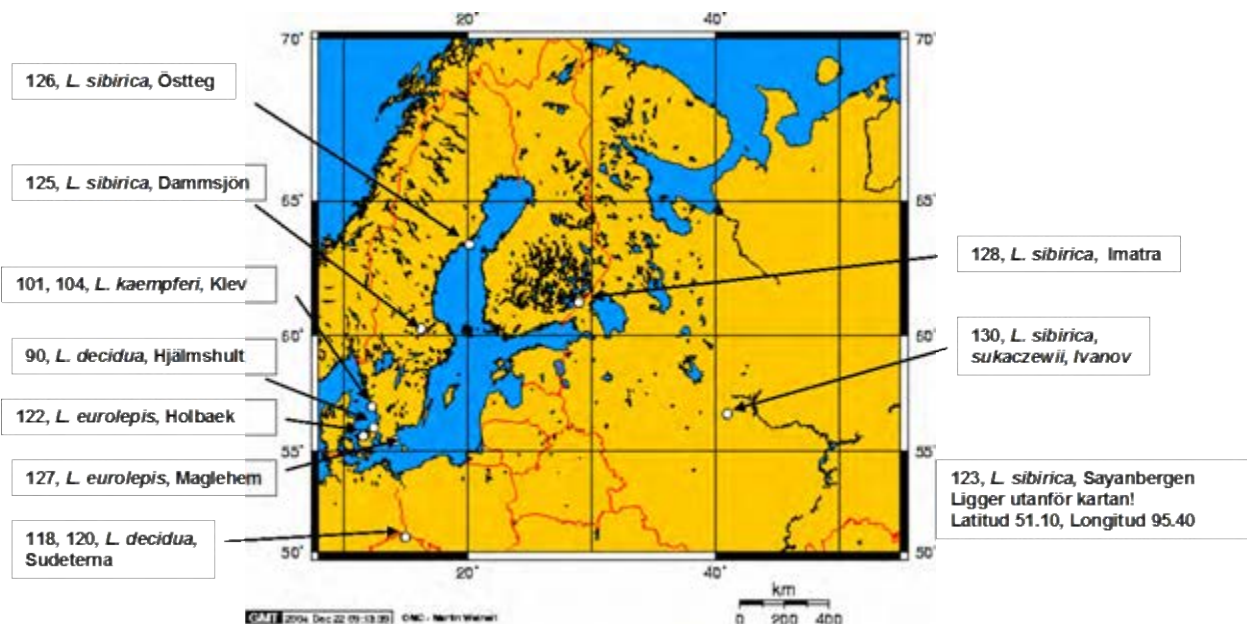
Väg längs stängsel

Figur 2 är en karta som visar parcellmedelvärden och antal levande plantor vid mätningen = överlevnadsprocent.

Koordinat (WGS84): 57° 35' 58.90" N, 15° 49' 58.00" E.

Resultat från revision av demoförsök F1317 med lärk. Sjundevik.

EFTER REVISION HÖSTEN 2006



MATERIAL

Försök F1317 är ett demonstrationsförsök med olika lärksorter på Södras fastighet Sjundevik, Storebro. Försöket (S21F9881317) är upplagt som ett randomiserat blockförsök med huvudsakligen 3 upprepningar av varje sort. Det innebär att varje sort kan återfinnas i tre parceller i försöket. Varje parcell har 6x6 plantor med ett förband på 2x2 m. Storleken på parcellerna är således 12x12 m.

I södra Sverige används främst hybridlärk (*Larix x eurolepis*) i skogsplante-ringar men även andra lärkarter kan utgöra alternativ. I försöket ingår de två mest använda hybridlärksorterna samt ett urval av japansk -, europeisk - och sibirisk lärk. Försöket planterades våren 1998 med huvudsakligen ettåriga täckrotsplantor odlade på SkogForsks forskningsstation Ekebo. Sort 130 (*Larix sukaczewii*) inköptes dock från Ramlösa plantskola och sorterna 126 och 128 (sibirisk lärk) som var väldigt små efter ett års odling behölls ytterligare ett år i plantskolan innan de planterades ut våren 1999. På grund av stabilitetsproblem stöttades en hel del plantor våren 1999 genom att binda upp dem till en bambupinne.

REVISION OCH ANALYS

Försöket reviderades hösten 2006, d.v.s. efter 9 års tillväxt i fält. Diametern i brh. mättes på samtliga levande träd i varje 6x6 parcell medan höjd och stamkvalitet registrerades för träden i en inre central parcell om 4x4 träd.

I medeltal har 68 % av plantorna överlevt. Det är endast sort 123 (sydlig sibirisk lärk med 5 % överlevnad) som skiljer sig signifikant från övriga sorter.

Medeltillväxten var bra med en medelhöjd på 63 dm och diameter på 62 mm. För höjd motsvarar detta en årlig medeltillväxt på 6 dm som för olika sorter varierade mellan 3-8 dm. Den artvisa jämförelsen visar att såväl hybridlärk som europeisk lärk har signifikant bättre tillväxt än sibirisk lärk. Maglehemslärken tenderar att växa bättre än Holbaek och det är inga signifikanta skillnader i stamkvalitet dem emellan.

KOMMENTARER

Resultaten visar att det finns japanska och europeiska sorter som har samma höga tillväxtkapacitet som hybridlärk. En korsning mellan europeisk och japansk lärk ger nödvändigtvis inte högproduktiva hybridlärkar. Hybridlärkens egenskaper beror helt på de ingående föräldrasorternas egenskaper. De kloner som ingår i Maglehemsplantagen är fenotypiskt utvalda plusträd från bestånd i södra Sverige med troligt skotsk ursprung. Från gamla försök har vi indikationer på att europeisk lärk från Sudeterna (sort 118, 120) och Polen (sort 90) skall vara betydligt bättre. Det kommer att bli intressant att se resultatet när dylika högproduktiva europeiska och japanska lärkar med bra stamkvalitet används för framkorsning av nya hybridfamiljer. Det finns alltså goda förutsättningar för att förbättra dagens skogsodlingsmaterial av lärk. Det är dock inte givet att man skall koncentrera sig på att ta fram ett genetiskt högvärdigt skogsodlingsmaterial av hybridlärk. Om framtida försöksresultat visar att någon av de rena arterna är väl så bra som hybriderna kan givetvis sådana sorter göras tillgängliga för skogsbruket också.

Resultaten indikerar att hybridlärk från Maglehem bör föredras i inre och norra Götaland framför hybridlärk från Holbaek. Observera dock att detta endast grundas på resultat från ett försök!

Anledningen till att de sibiriska sorterna förutom nr 125 (Damsjön) haft hög dödlighet och/eller dålig tillväxt är sannolikt att de inte är anpassade till klimatet i södra Sverige. Att

sort 125 vuxit bra beror troligen på att den inte är en artren sibirisk lärk utan en hybrid mellan sibirisk och japansk lärk. Kiellander som arbetade mycket med olika lärkarter under 1940, 1950 och 1960-talen menade att denna hybrid borde ge ett mer högklassigt sågtimmer än *L. eurolepis*. På grund av en sämre diametertillväxt rekommenderade Kiellander att den endast skulle användas på lokaler i Götaland och Svealand där *L. eurolepis* inte var tillräckligt hårdig (t.ex. inre Götaland, östra Svealand). Vi har dock mycket begränsad kunskap om denna hybrid.

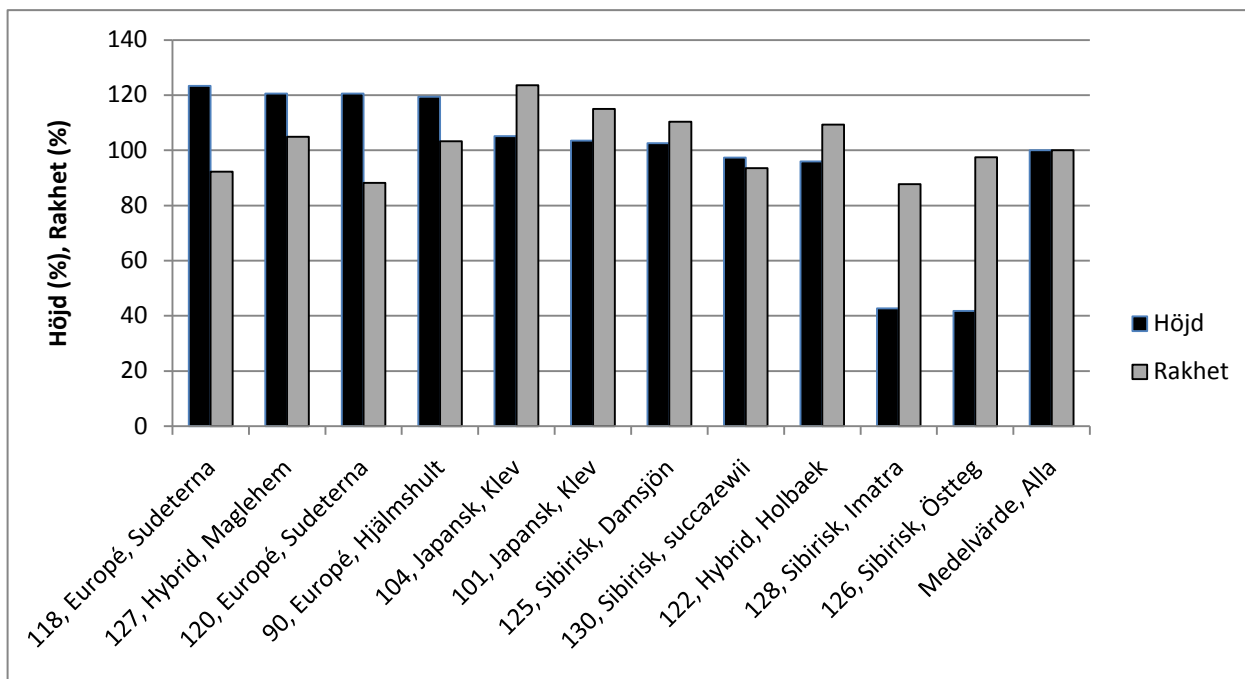
En av Kiellanders slutsatser var att den sibiriska lärkens diametertillväxt är underlägsen hybridlärkens varför den inte kan hävda sig i södra Sverige. Visserligen har den generellt bättre stamkvalitet, men för att få ett bra ekonomiskt utbyte i ett skogsbruk med lärk måste god stamkvalitet kombineras med hög tillväxt. Vad jag känner till finns det idag inga vetenskapliga grunder för att rekommendera sibirisk lärk i Götaland. Däremot kommer vi inom 10-15 år ha tillförlitliga resultat via Owe Martinssons (Jämtlands läns Institut för landsbygdsutveckling) nyligen utlagda tester med olika sibiriska lärkprovenienser. Till dess bör vi i första hand i Götaland använda hybridlärk eller möjligen japansk lärk på milda lokaler där risken för höstfrost är liten. Anledningen till att ren europeisk lärk inte bör användas är dess känslighet för lärkkräfta (*Lachnelulla willkommi*) vilket tydligt framfördes av Kiellander. Sannolikt är det främst i maritima områden där risken är störst för kräftskador. Men så länge vi inte vet hur känsliga olika europeiska sorter är för kräfta och hur stor risken för kräftskador är längre in i landet så bör man av försiktighetsskäl inte använda europeisk lärk i större skala.

Observera att försöken inte har vuxit mer än 9 år så det är för tidigt att dra några slutgiltiga slutsatser. Resultaten bör dessutom följas upp av ytterligare fälttester och observationer från praktiska planteringar för att få bättre underlag för rekommendationer.

Tabell. Sortvisa och artvisa medelvärden efter 9 års tillväxt. Sorter som innehåller samma bokstav inom respektive egenskap (kolumn "Sign") är inte statistiskt, signifikant åtskilda.

Värdena för överlevnad avser det faktiska medelvärdet i % medan övriga egenskaper avser det relativa värdet, d.v.s. i förhållande till försökets medelvärde. Rakhet bedömdes i skala 1-9 där 1 var mycket krokigt och 9 spikrakt träd. Ett relativt värde över 100 indikerar att sorten eller arten är bättre än genomsnittet. Sort 123 har endast ingått vid analysen av överlevnad p.g.a. dess dåliga överlevnad.

Sort	Material	Överlevnad		Höjd		Diameter		Rakhet	
		Mv, %	Sign	Mv, %	Sign	Mv, %	Sign	Mv, %	Sign
Europeisk lärk									
90	Fröplgt Hjälmshult	82	A	119	AB	120	AB	103	AB
118	Plusträd, Sudeterna	87	A	123	A	123	AB	92	AB
120	Plusträd, Sudeterna	90	A	121	AB	117	AB	88	B
Japansk lärk									
101	Fröplgt Klev	48	AB	104	AB	116	AB	115	AB
104	Fröplgt Klev	63	A	105	AB	116	AB	124	A
Sibirisk lärk									
123	Bestånd, s:a Sibirien	5	B						
125	Fröplgt Damsjön	77	A	103	AB	104	AB	110	AB
126	Fröplgt Östteg	63	A	42	C	24	C	97	AB
128	Fröplgt Imatra	69	A	43	C	32	C	88	B
130	Ivanov (L. sukaczewii)	87	A	97	B	95	B	94	AB
Hybridlärk									
122	Fröplgt Holbaek	64	A	96	B	101	B	109	AB
127	Fröplgt Maglehem	86	A	121	AB	136	A	105	AB
Alla		68		100		100		100	
Medelvärde		68 %		63 dm		62 mm		5.7	



STOREBRO



S21F9811287 Tall

6 12	3 13	5 14	2 15	1 16	4 17
5 6	1 7	2 8	6 9	4 10	3 11
2 1	5 2	3 3	1 4	6 5	

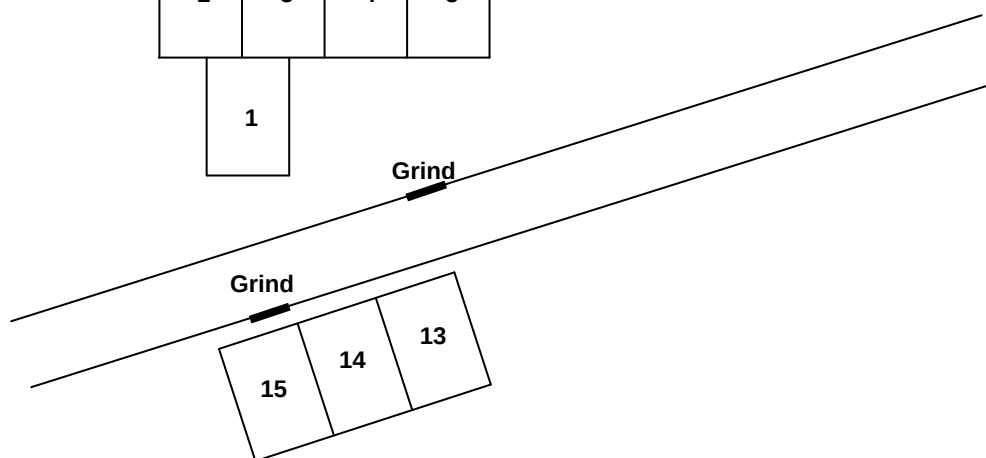
128 34
123 33
126 32
128 31

S21F9881317 Lärk demo

90 21	101 22	104 23	120 24	118 25	122 26	125 27	130 28	127 29	123 30
104 11	118 12	130 13	90 14	126 15	127 16	120 17	125 18	122 19	101 20
126 1	101 2	118 3	122 4	130 5	123 6	127 7	128 8	120 9	125 10

S21F9881315 Lärk

6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5			
1						



Koordinat (WGS84): 57° 35' 59.83'' N, 15° 49' 47.21'' E.

Resultat från demonstrationsförsök 1287 med tall i Sjundevill

EFTER REVISION HÖSTEN 2006

MATERIAL

Försök 1287 är ett demonstrationsförsök med tall på Södras fastighet Sjundevill som ligger utanför Storebro i norra Kalmar län. Försöket planterades våren 1998 med ettåriga täckrotsplanter som producerats på SkogForsks försöksstation Ekebo. Plantorna utsattes för långnattsbehandling under 3 veckor i maj vilket gav en robust planta med dubbelbarr. Försöket är designat som ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar av fem sorter och två upprepningar av en sort. Sorterna, som är listade i tabell 1, är planterade i parceller om 10x10 träd med 1,8 m kvadratförband.

REVISION OCH ANALYS:

Hösten 2002 reviderades försöket. Alla planter höjdmättes. Dessutom registrerades skador och defekter. Vid mätningen visade sig överlevnaden vara 85,4%. Medelhöjden vid mätningen var 172 cm. Endast 0,5 % beskrevs som skadade eller tynande. Den statistiska analysen visade att överlevnad och höjd uppvisade signifikanta skillnader mellan sorter.

Hösten 2006 mättes försöket för andra gången. Medelhöjden var då 432 cm och överlevnaden 84,7 %. Skillnaderna mellan sorter var signifikanta. Tillväxt år 6-9 och höjdtillväxtprocent beräknades också och även här fanns signifikanta sortskillnader. Förekomst av sprötkvist noterades och sortskillnaderna var signifikanta också för denna karaktär.

Tabell 1 och Figur 1 visar resultaten från revisionen mer i detalj.

KOMMENTARER

De olika sorterna rangordnar sig fortfarande som förväntat. Tillväxt- och kombinationsfamiljerna ligger i topp, de båda plantagematerialen lägre med något bättre tillväxt för den särplockade plantagen. Det oförädlade materialet och kvalitetsfamiljen ligger tillsammans en bit efter.

När det gäller tillväxten mellan år 6 och år 9 (TV) är mönstret i stort sett detsamma. Man kan notera att de bäst växande sorterna har en högre sprötkvistfrekvens. Orsaken är oklar, kanske är dessa känsligare för höst/vinterskador på terminalknopp. Det kan tilläggas att avståndet mellan plantagematerialen och det oförädlade materialet följer tidigare erfarenheter väl och detta är sålunda ett utmärkt demonstrationsförsök.

Tabell 1. Resultat från revisionen 2006. Sorterna är rangordnade efter medelhöjd. Förklaringar se under tabellen. Familj avser en korsning mellan föräldrar med hög tillväxt, med bra stamkvalitet respektive föräldrar som har både hög tillväxt och stamkvalitet (bra kombination).

Sort	H(6) cm	Överl (%)	H(9) (cm)	H(9) (%)	Sign. H(9)	TV (cm)	TV (%)	Spröt (%)
Familj, hög tillväxt	190	77	484	123	a	290	126	18,3

Familj, bra kombination	184	87	479	122	a	295	128	18,3
Plantage Albjershus (särplock)	178	90	442	113	ab	264	115	12,3
Plantage Tjuttorp	175	87	427	109	bc	253	110	11,3
Proveniens Vimmerby	162	84	391	100	c	230	100	11,0
Familj, god kvalitet	150	80	386	99	c	237	103	10,7

H(9) – Höjd 9 år efter plantering.

Sign – Signifikans. Värden med samma bokstav är ej signifikant åtskilda.

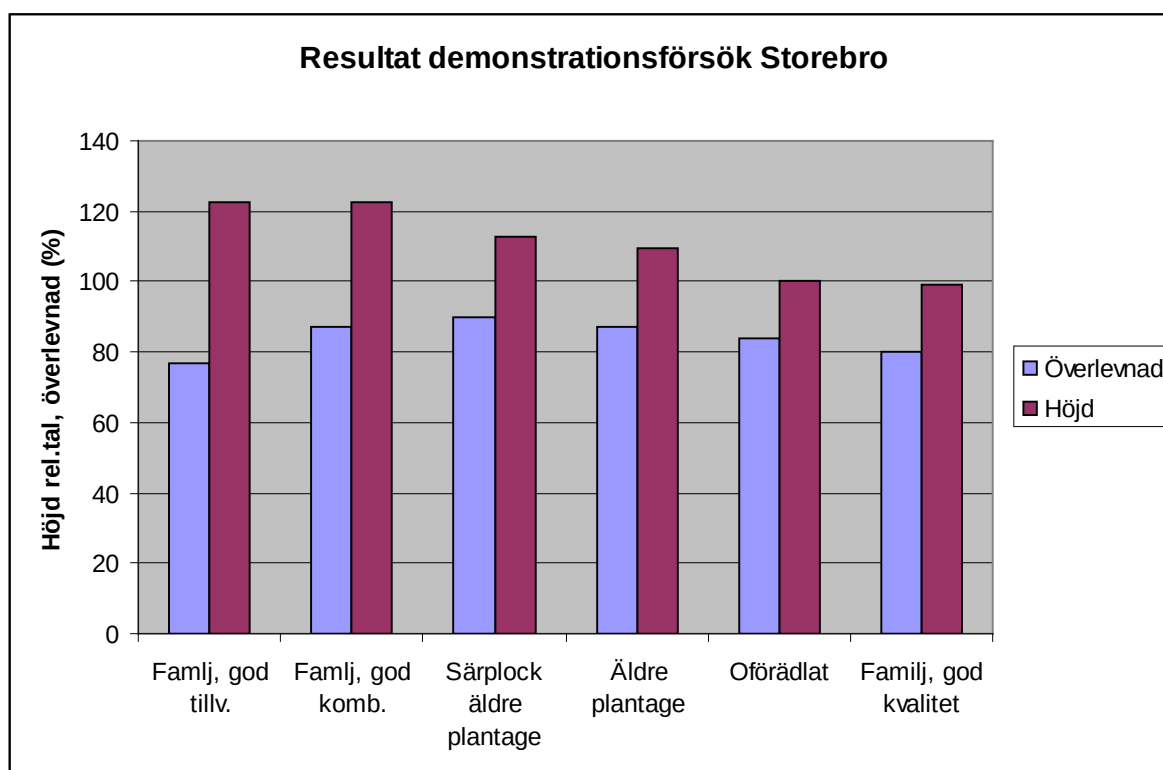
Överl – Överlevnad.

H(6) – Höjd 6 år efter plantering.

H(9)(%) – Höjd 9 år efter plantering i relation till oförädlad material (proveniens Vimmerby).

TV – Tillväxt i höjd år 6-9. Absoluta tal i cm och i relation till oförädlad material (proveniens Vimmerby).

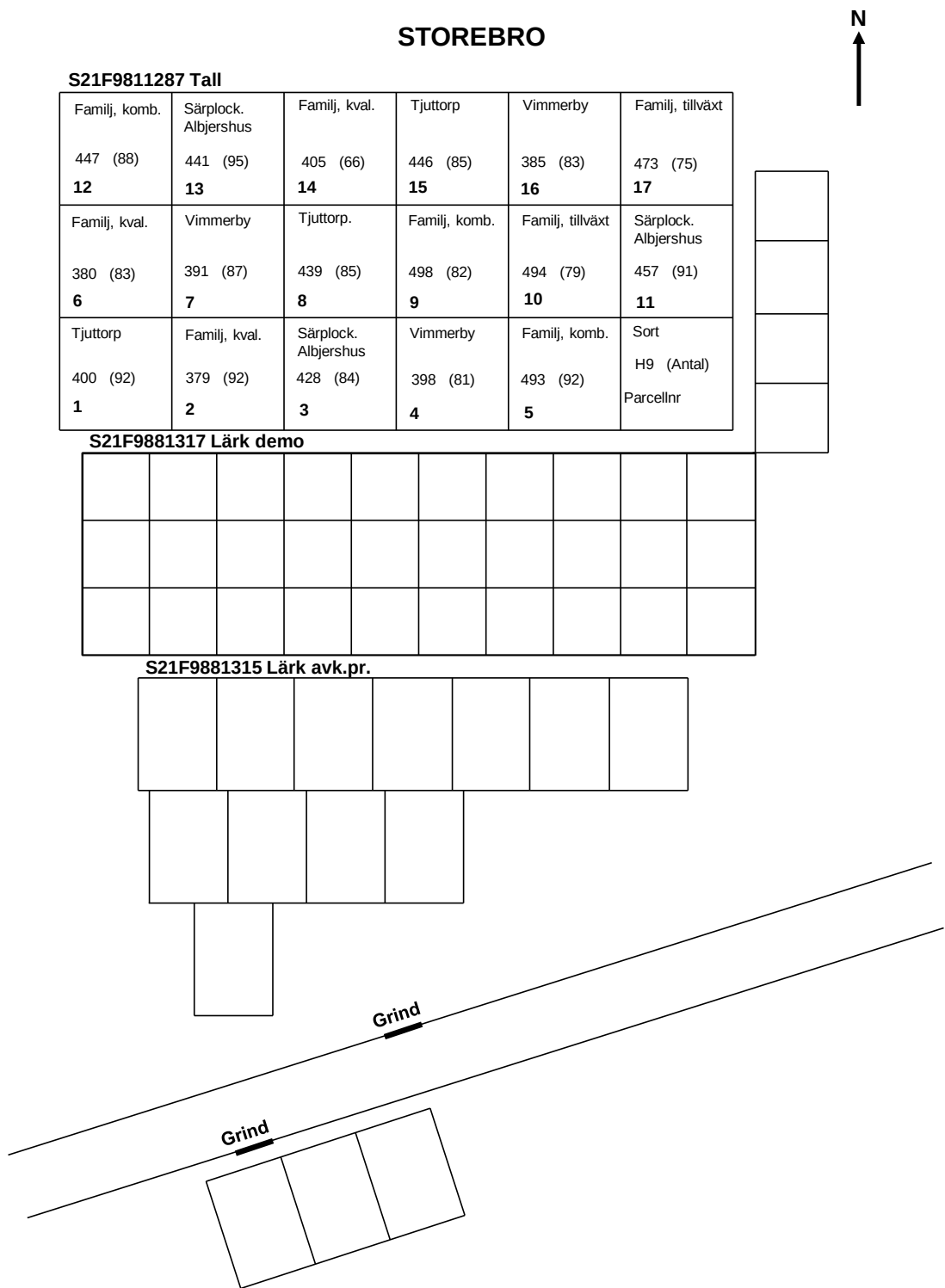
Spröt – frekvens träd med sprötkvist.



Figur 1. Diagram som visar höjd och överlevnad efter 9 år i försöket

Koordinat (WGS84): 57° 36' 02.09'' N, 15° 49' 48.06'' E.

Höjd i dm och överlevnad i % anges för varje parcell.



657 Byske. Försök med tall

Syfte: Att demonstrera skillnader mellan tallsorter av olika förädlingsnivå.

Plantering: Våren 2001.

Koordinat: 65° 2' 700" N, 21° 6' 44.70" E. Avser koordinat enligt WGS84.

Material: Försöket omfattar provytor med fröplantor av tall från lokala oförädlade tallbestånd i norra Sverige, fröplantager samt från helsyskonfamiljer från korsningar mellan olika grad av förädlade plusträd. Beståndsmaterialet är från Korpilombolo (lat. 66° 50' N) och Tärendö (lat. 67° 05' N). Plantagefröet är från 401 Hortlax (66° N) och 1 Skaholma (67° N). Plusträdsaterialet härstammar från lat. 65-68°N.

Design: Varje sort finns i vardera två parceller om 10 x10 träd i förbandet 2.2 x 2.0 m.

Resultat: Båda beståndsfröpartierna är sydförflyttade ca två breddgrader. Vid sydförflyttning ökar överlevnaden i kärva lägen men det sker på bekostnad av tillväxten som minskar. Arealproduktionen (m³sk/ha) blir dock bättre på lång sikt jämfört med ortens proveniens.

Båda plantagefröpartierna kan användas som förnygringsmaterial i Bysketrakten, men det något sydligare 401 Hortlax lämpar sig bäst. Ursprunget för Skaholma är jämförbart med fröpartierna från Korpilombolo och Tärendö. Vid en jämförelse förväntas träd från Skaholma växa 10 % bättre än beståndsmaterialet.

Huvuddelen av föräldraträden som ingår i korsningarna har visat bra resultat i fälttester och är utvalda till nästa generations förädling. Det finns även korsningar mellan föräldrar som visat sämre resultat än försöksgenomsnittet. De kommer inte att användas vidare i förädlingsarbetet.

För alla sorter finns en stor genetisk variation men det är inte bara generna som styr trädens tillväxt. De påverkas också av de lokala förutsättningarna i skogen. Frost, tillgång till näring, vatten och solljus samt konkurrens från andra träd är några exempel. Faktum är att det bara är 10-30 procent av skillnaderna mellan de enskilda träden som beror på generna. Resten beror på den omgivande miljön. Detta förklarar stora delar av den synbara variationen mellan träden inom en parcell.

SkogForsk
Umeå

Lolainr: S23F0110657
Namn: Byske
Lat: 65° 02'
Alt: 85 möh
Syfte: Förädl.pop. (F1) T4
Demoförsök

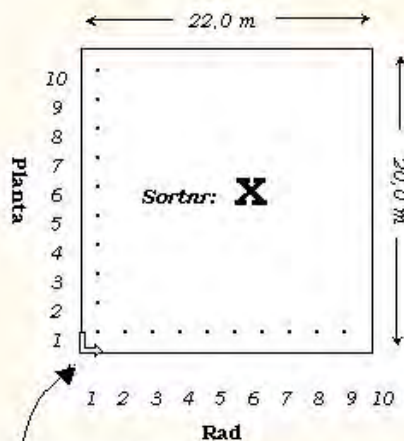
BLOCK :II

Stängslat II

37	26	49
2:31	2:32	2:33
7	48	3
2:28	2:29	2:30
2	80	9
2:25	2:26	2:27
31	87	11
2:22	2:23	2:24
27	29	79
2:19	2:20	2:21
25	42	50
2:16	2:17	2:18
39	16 35	1
2:13	2:14	2:15
89	46	86
2:10	2:11	2:12
43	75	23
2:7	2:8	2:9
33	88 84	81
2:4	2:5	2:6
65	40	52
2:1	2:2	2:3

Till Långsjöleden

Rutnyckel



BLOCK :I

Stängslat II

40	87	83	29
1:37	1:38	1:39	1:40
80	2	26	75
1:33	1:34	1:35	1:36
7	86	50	11
1:29	1:30	1:31	1:32
42	81	33	79
1:25	1:26	1:27	1:28
48	43	35	21
1:21	1:22	1:23	1:24
46	39	1	3
1:17	1:18	1:19	1:20
88	9	37	49
1:13	1:14	1:15	1:16
31	89	16	25
1:9	1:10	1:11	1:12
52	19	84	65
1:5	1:6	1:7	1:8
23	27	21	19 83
1:1	1:2	1:3	1:4

Mot Tåmeträsk

Vägbeskrivning: Utg.punkt Fällforsvägen,
(viadukt över E4 i Byske). Kör **Fällforsv.** 1.2 km
sväng sedan höger mot Finnträsk.
Följ den vägen till **Tåmeträsk**. Tag vänster vid
vägskylt **Långsjöleden**. Följ den vägen ca. 1.8 km.
Försöket ligger på vänster sida, alldeles intill
vägen.



485 Flurkmark. Försök med tall

- Syfte:** Att demonstrera skillnader mellan tillväxt och kvalitet mellan förädlad tall från nya fröplantager och oförädlad tall från bestånd.
- Plantering:** 1988
- Koordinat:** 64° 2' 7.47" N, 20° 13' 13.17" E. Avser koordinat enligt WGS84.
- Material:** Försöket utgörs av fröplantor av tall från två lokala tallbestånd samt helsyskonfamiljer från korsningar mellan plusträd med bra höjdtillväxt (Y4507 x Y4103) och mellan plusträd som förenar bra tillväxt med bra kvalitet (AC3065 x Y3088). Beståndsmaterialet härstammar från orten (latitud 63° 30') och från latitud 66° N.
- Design:** Totalt finns 4 parceller med storleken 12 x 90 träd per parcell i förbandet 2.0 x 2.0 m. Varje parcell utgörs av en och samma sort.
- Resultat:** Försöket är mätt vid tre tillfällen; 7, 12 resp. 16 år i fält. Överlevnaden är hög (ca 85 %) för alla sorter. Helsyskonkorsningarna var 16-25 % högre än ortens material efter 16 tillväxtsåonger i fält. Vid sydförflyttning ökar överlevnaden i kärva lägen men det sker på bekostnad av tillväxten som minskar. Detta stämmer väl med resultaten i detta försöket, där höjden för beståndsmaterialet från latitud 66° N var 5 % lägre än ortens material efter 16 tillväxtsåonger

HOLMEN SKOG AB

RUBRIK

Flurmark

RG **Lycksele**

KARTSKALA

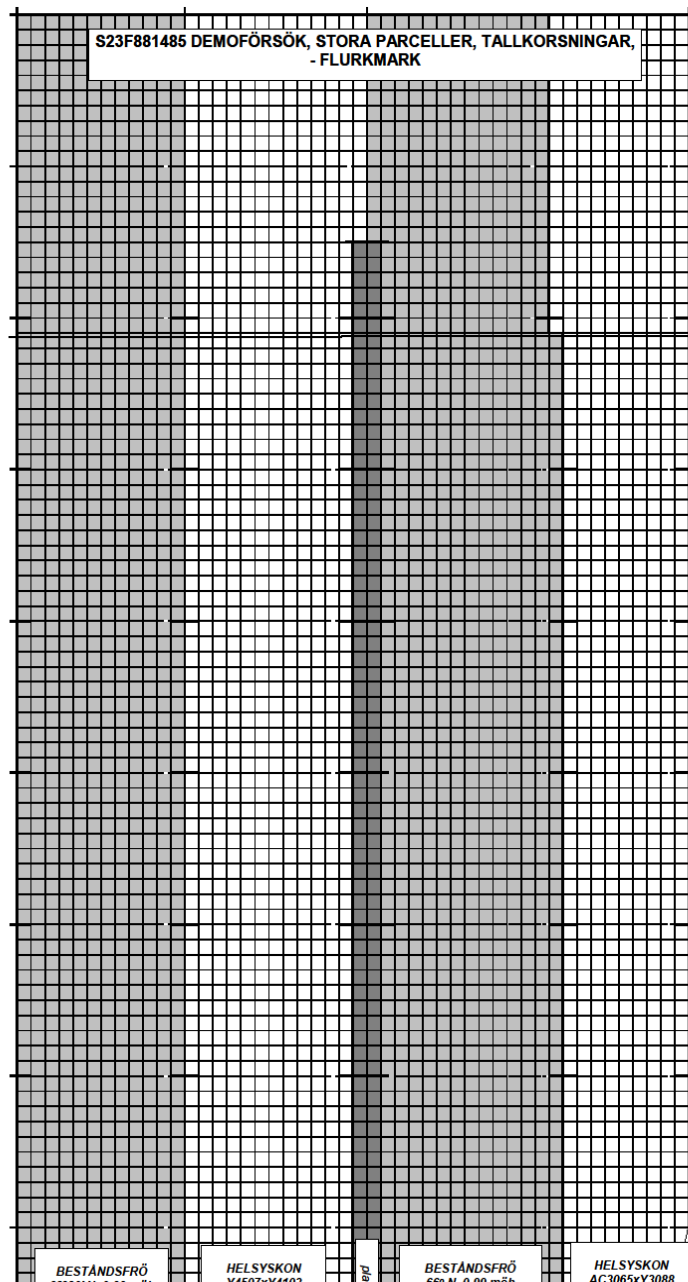
1:10000

KARTANS MITTPUNKT

711 08 171 63

DI **Robertsfors**





631 Umgransele. Försök med tall

Syfte: Att demonstrera skillnaden mellan tallsorter med olika förädlingsnivå.

Plantering: Våren 1997.

Koordinat: 64° 40' 22. 8830'' N, 18° 12' 49.67'' E. Avser koordinat enligt WGS84.

Material: Försöket utgörs av fröplantor av tall från lokala oförädlade tallbestånd i norra Sverige samt helsyskonfamiljer från korsningar mellan olika grad av förädlade plusträd. Beståndsmaterialet är från Malå (lat. 65°N) och från Parkalombolo (lat. 67° 30' N). Plusträdsmaterialet härstammar från lat. 64-67°N.

Design: Totalt finns 40 parceller med 8 x 8 träd per parcell i förbandet 2.0 x 2.0m. I parcell 1-30 och 38-40 utgörs varje parcell av en och samma sort. Parcell 31-37 utgörs av sortblandningar.

Resultat: Beståndsfröet från Malå representerar en måttlig sydförflyttning till skillnad från beståndsfröet från Parkalombolo som förflyttats kraftigt söderut. Vid sydförflyttning ökar överlevnaden i kärva lägen men det sker på bekostnad av tillväxten som minskar. Arealproduktionen (m³sk/ha) blir dock bättre på lång sikt jämfört med ortens proveniens.

Huvuddelen av föräldraträden som ingår i korsningarna har visat bra resultat i fälttester och är utvalda till nästa generations förädling. Det finns även korsningar mellan föräldrar som har sämre resultat än genomsnittet. De kommer inte att användas vidare i förädlingsarbetet.

För alla sorter finns en stor genetisk variation men det är inte bara generna som styr trädens tillväxt. De påverkas också av de lokala förutsättningarna i skogen. Frost, tillgång till näring, vatten och solljus samt konkurrens från andra träd är några exempel. Faktum är att det bara är 10-30 procent av skillnaderna mellan de enskilda träden som beror på generna. Resten beror på den omgivande miljön. Detta förklarar stora delar av den synbara variationen mellan träden inom en parcell.

655 Vännfors, Vännäs. Försök med tall.

Syfte: Att demonstrera skillnader i tillväxt och kvalitet mellan korsningar, plantage- och beståndsmaterial.

Plantering: Våren 2001.

Koordinat: 64° 1' 2.61" N, 19° 55' 54.89" E. Avser koordinat enligt WGS84.

Material: Försöket omfattar provytor med fröplantor av tall från lokala oförädlade tallbestånd i norra Sverige, fröplantager samt från helsyskonfamiljer från korsningar mellan olika grad av förädlade plusträd. Beståndsmaterialet kommer från Skellefteå älvdal (lat. 65° N) och Överkalix (lat. 66° 10' N). Plantagefröet kommer från 10 Östteg (65° N) och 401 Hortlax (66° N). Plusträdsaterialet härstammar från lat. 65-67°N.

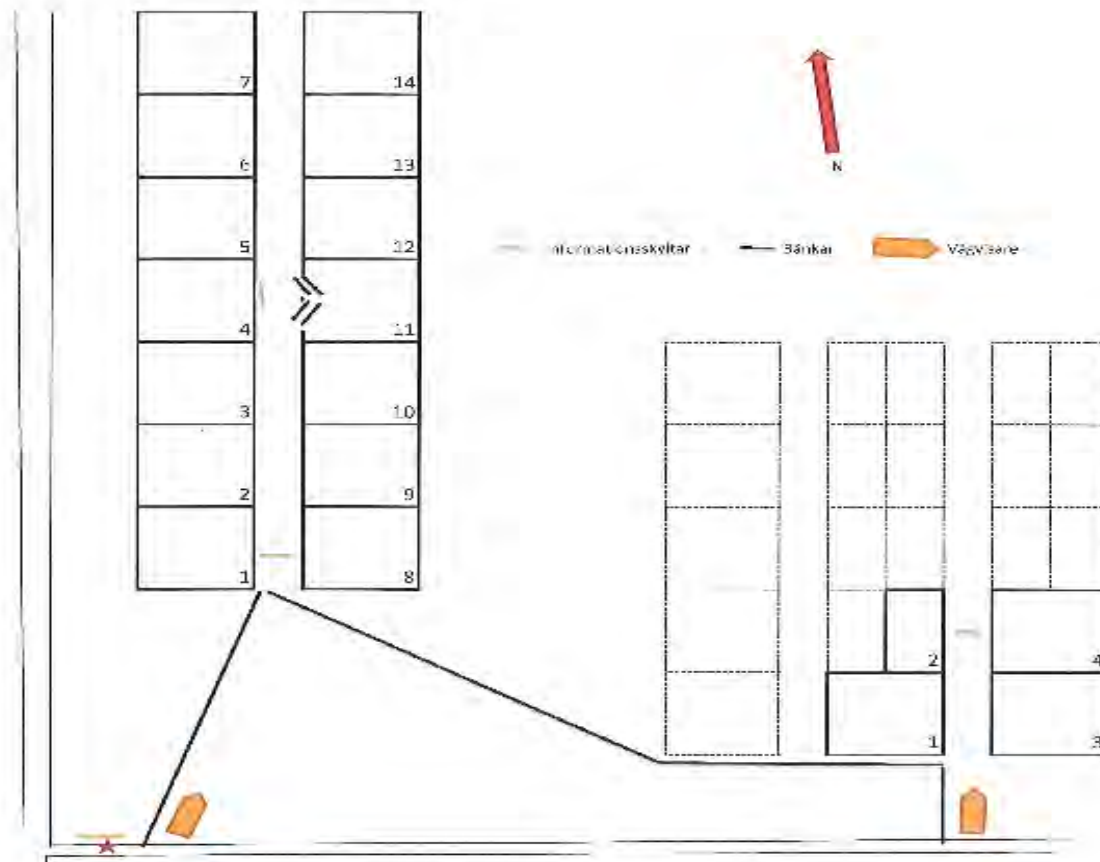
Design: Varje sort finns i vardera två parceller om 10 x10 träd i förbandet 2.2 x 2.0 m. Dessutom finns parceller där olika sorter blandats.

Resultat: Beståndsfröpartiet från Skellefteå älvdal är ett måttligt sydförflyttat fröparti medan fröpartiet från Överkalix representerar en kraftig sydförflyttning. Vid sydförflyttning ökar överlevnaden i kärva lägen men det sker på bekostnad av tillväxten som minskar. Arealproduktionen (m³sk/ha) blir dock bättre på lång sikt jämfört med ortens proveniens.

Material från Östteg är lämpligt att använda vid föryngring i Vännfors medan Hortlax har ett alltför nordligt ursprung. Vid en jämförelse förväntas träd från fröplantagerna växa 10 % bättre än beståndsmaterialet med likvärdigt ursprung.

Huvuddelen av föräldraträden som ingår i korsningarna har visat bra resultat i fälttester och är utvalda till nästa generations förädling. Det finns även korsningar mellan föräldrar som har sämre resultat än genomsnittet. De kommer inte att användas vidare i förädlingsarbetet.

För alla sorter finns en stor genetisk variation men det är inte bara generna som styr trädens tillväxt. De påverkas också av de lokala förutsättningarna i skogen. Frost, tillgång till näring, vatten och solljus samt konkurrens från andra träd är några exempel. Faktum är att det bara är 10-30 procent av skillnaderna mellan de enskilda träden som beror på generna. Resten beror på den omgivande miljön. Detta förklarar stora delar av den synbara variationen mellan träden inom en parcell.



Försöket i Vännfors

Ätnarova, Gällivare. Försök med olika trädslag

Syfte: Produktionsförsök med olika trädslag i hårt klimat.

Plantering: Våren 1985.

Koordinat: 67° 3' 18.02" N, 20° 18' 0.11" E. Avser koordinat enligt WGS84.

Material: I försöket ingår 8 trädslag: gran (*Picea abies*), vitgran (*Picea glauca*), svartgran (*Picea mariana*), sibirisk ädelgran (*Abies sibirica*), klippgran (*Abies lasiocarpa*), tall (*Pinus sylvestris*), contortatall (*Pinus contorta*) samt sibirisk lärk (*Larix sibirica*). Samtliga sorter av respektive trädslag är valda för sin höga potential avseende tillväxt och överlevnad i det kärva klimatet i norra Sverige. Två provenienser finns för vardera av gran, vitgran, svartgran och tall. Fröplantornas ursprung beskrivs nedan.

Gran: Två nordsvenska sorter a) fröplantage S23P8420006,19-Björkebo och b) bestånd S23A8120025, 67.5°N och 350 möh.

Vitgran: Två sorter från Alaska a) USA S23A8360215, Tetlin Junction, 63.32N, 500 möh och b) S23A8160063, Willow Island, Alaska, US, 64.68N, 120 möh.

Svartgran: Två sorter från Yukon territoriet i Kanada a) S23A8160101, Ogilvie River, 65.73N, 700 möh och b) S23A8160097, North Klondyke River, 64.05N, 609 möh.

Sibirisk ädelgran: En sort från Punkaharju i Finland (S23A8160109) med troligt ursprung från Nisnij Tagil, Ural, Ryssland, ca 54N, 600 möh.

Klippgran: En sort från British Columbia i Kanada (S23A8460225, Shuswap Lake, 51.13N, 548möh).

Tall: Två sorter varav en från a) norra Sverige (S231BD437, 68.11N, 325 möh) och en b) från norra Finland S23A8210001 Enareträsk, 69.5N, 115möh.)

Contortatall: En sort från Yukon territoriet i Kanada (S23A8260127, Eagles Nest Bluff, 62N, 580 möh)

Sibirisk lärk: En sort från svenska fröplantagen 14-Östteg (S23A8260129), som utgörs av plusträd valda i bestånd och försök i Sverige (61°-65°) där fröets ursprung varit Arkhangelsk resp. Raivola, Ryssland.

Design: Varje sort representeras av tre ytor med storleken 10 x 10 träd per yta i förbandet 2.2 x 2.0 m.

Resultat: Utvärdering pågår

Block I				Block II				Block III							
S23P8420006 (P. abies) Ruta 9	S231BD437 (P. sylvestris) Ruta 10	S23A8160063 (P. glauca) Ruta 11	S23A8260129 (L. sibirica) Ruta 12	S23A8120025 (P. abies) Ruta 9	S23A8160063 (P. glauca) Ruta 10	S23P8420006 (P. abies) Ruta 11	S23A8160109 (A. sibirica) Ruta 12	S23A8120025 (P. abies) Ruta 7	S23A8260127 (P. contorta) Ruta 8	S23A8160101 (P. mariana) Ruta 9	S23A8160109 (A. sibirica) Ruta 10	S231BD437 (P. sylvestris) Ruta 11	S23A8460225 (A. lasiocarpa) Ruta 12	S23A8160097 (P. mariana) Ruta 1	S23A8360215 (P. glauca) Ruta 2
S23A8160109 (A. sibirica) Ruta 5	S23A8460225 (A. lasiocarpa) Ruta 6	S23A8120025 (P. abies) Ruta 7	S23A8210001 (P. sylvestris) Ruta 8	S23A8460225 (A. lasiocarpa) Ruta 5	S23A8210001 (P. sylvestris) Ruta 6	S23A8160097 (P. mariana) Ruta 7	S231BD437 (P. sylvestris) Ruta 8	S23A8160097 (P. mariana) Ruta 1	S23A8210001 (P. sylvestris) Ruta 2	S23A8160063 (P. glauca) Ruta 3	S23A8260129 (L. sibirica) Ruta 4	S23A8360215 (P. glauca) Ruta 5	S23P8420006 (P. abies) Ruta 6		
S23A8260127 (P. contorta) Ruta 1	S23A8360215 (P. glauca) Ruta 2	S23A8160097 (P. mariana) Ruta 3	S23A8160101 (P. mariana) Ruta 4	S23A8260129 (L. sibirica) Ruta 1	S23A8260127 (P. contorta) Ruta 2	S23A8160101 (P. mariana) Ruta 3	S23A8360215 (P. glauca) Ruta 4								



Varje ruta består av
10 rader med 10 plantor per rad,
2 x 2 m förband mellan plantorna.

638 Kulbäcksliden. Försök med gran – Genetiska produktionsskillnader

Syfte: Demonstration av skillnader i produktion mellan tio olika genetiska material.

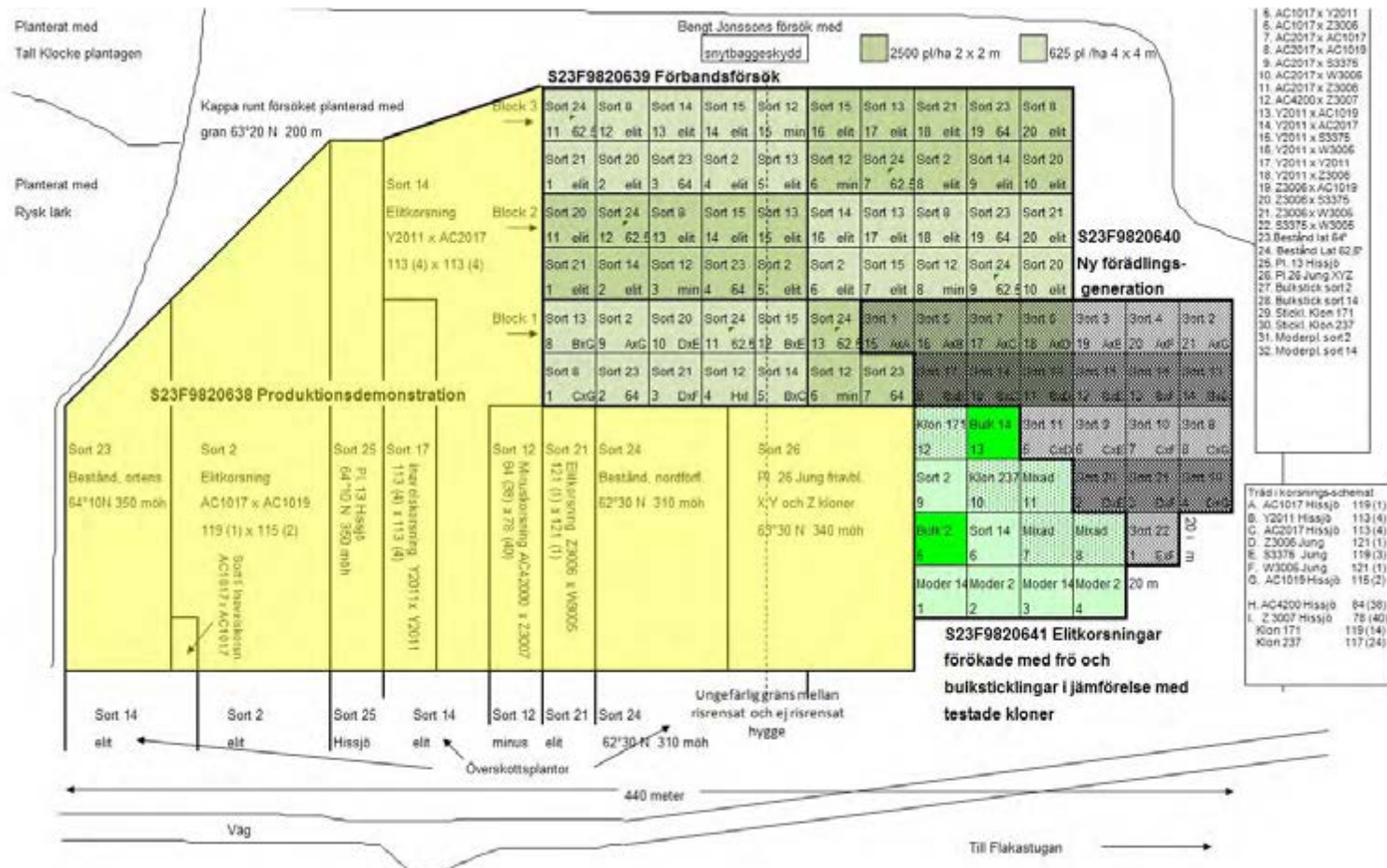
Plantering: Våren 1998.

Koordinat: 64°08'N, 19°35'Ö

Material: Totalt tio olika genetiska frömaterial (sorter).
Två sorter utgörs av beståndsfrö varav en sort är ortens proveniens (ca 0,5 ha) och en sort är nordförflyttad två breddgrader (drygt 200 km) (ca 0,5 ha),
Två sorter utgörs av fröplantagefrö varav en är från fröplantage 26-Jung med ursprung från södra Norrland (ca 0,7 ha) och en är från fröplantage 13-Hissjö (ca. 0,4 ha).
Tre sorter utgörs av elitkorsningar, d.v.s. korsningar mellan bra träd (♀×♂),
AC1017×AC1019 (ca 1 ha), Y2011×AC2017 (ca 0,8 ha) och Z3006 × W3005 (ca 0,2 ha).
En sort utgörs av en minuskorsning mellan två dåliga träd (♀×♂), AC4200 × Z3007 (ca 0,2 ha),
Två sorter är inavelskorsningar, d.v.s. träd korsade med sig själv (♀×♂), Y2011×Y2011 och AC1017×AC1017 (ca 0,3 ha vardera).

Design: Stora sortvisa ytor av varierande storlek (0.2-1.0 ha per yta) utan upprepningar med förbandet 2x2 m (se gulmärkt område på kartan).

Resultat: Mätresultat saknas för tillfället.

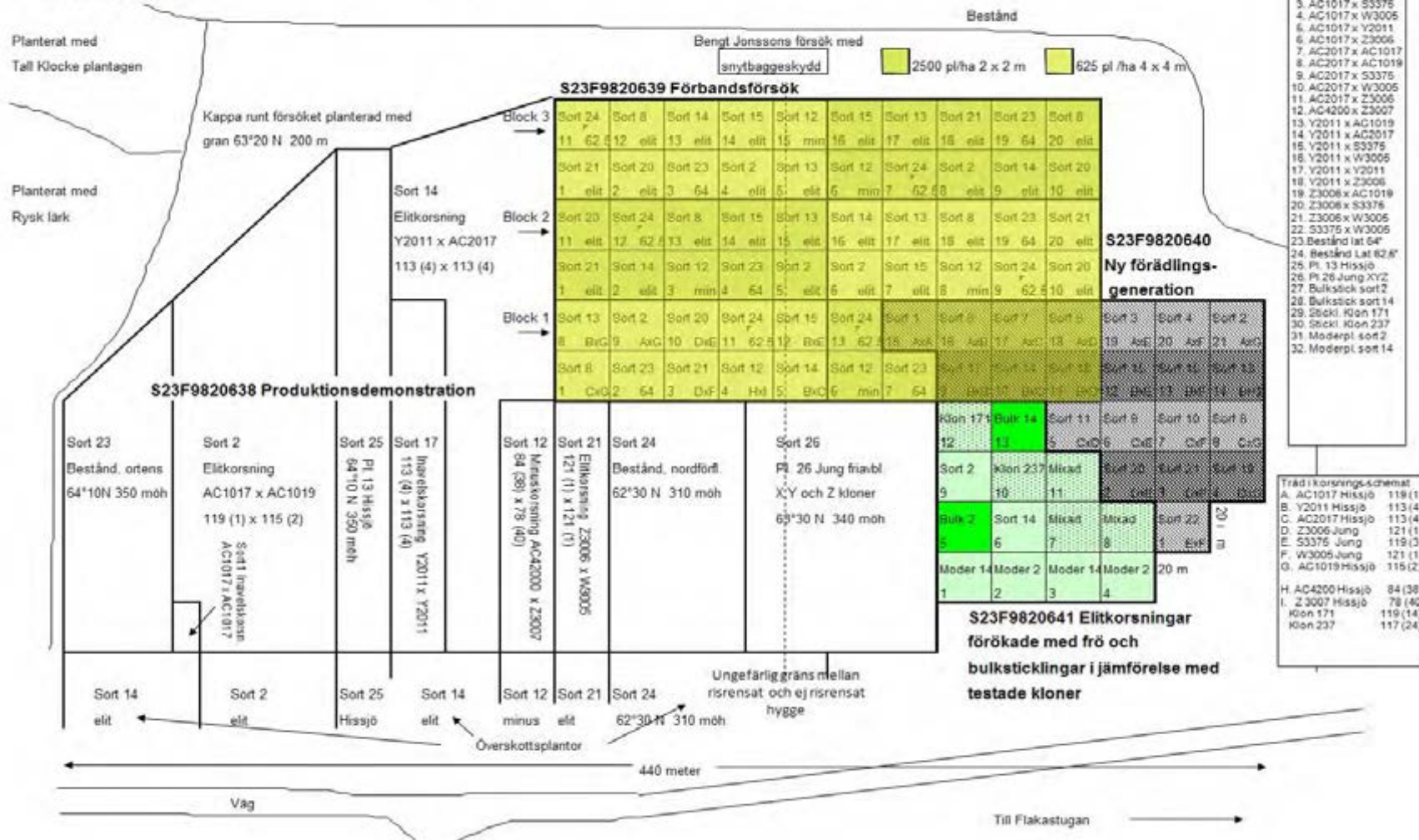


639 Kulbäcksliden. Försök med gran – Genetiska produktionsskillnader vid olika förband

- Syfte:** Demonstration av skillnader i produktion och kvalitet mellan 10 olika genetiska material vid två olika planteringsförband.
- Plantering:** Våren 1998.
- Koordinat:** 64°08'N, 19°35'Ö
- Material:** Totalt finns tio olika sorter.
Två sorter utgörs av beståndsfrö varav en är ortens proveniens och en är nordförflyttad två breddgrader (drygt 200 km),
Sju sorter utgörs av elitkorsningar d.v.s. korsningar mellan träd med bra tillväxt (♀×♂):
AC1017×AC1019, AC2017×AC1019, Y2011×AC1019, Y2011×AC2017,
Y2011×S3375, Z3006×S3375 och Z3006×W3005.
En sort är en s.k. minuskorsning, d.v.s. båda föräldrarna har dålig tillväxt AC4200×Z3007.
- Design:** Totalt finns 60 ytor med 10×10 träd per yta i förbandet 2×2 m, d.v.s. ytorna har en storlek av 20×20 m (se gulmarkerat område på karta). Varje yta utgörs av en och samma sort. De 10 sorterna finns i vardera 6 ytor varav tre i förbandet 2×2 och de övriga tre i 4×4 m (se gulmarkerat område på kartan). Sju ytor med 2×2 m förband i block 1 är gemensamma med försök 640, vilket möjliggör jämförelser med ytterligare sorter.
- Resultat:** Mätresultat saknas för tillfället.

S23F9820638-641 Demonstrationsförsök på Kulbäcksliden med olika syften.

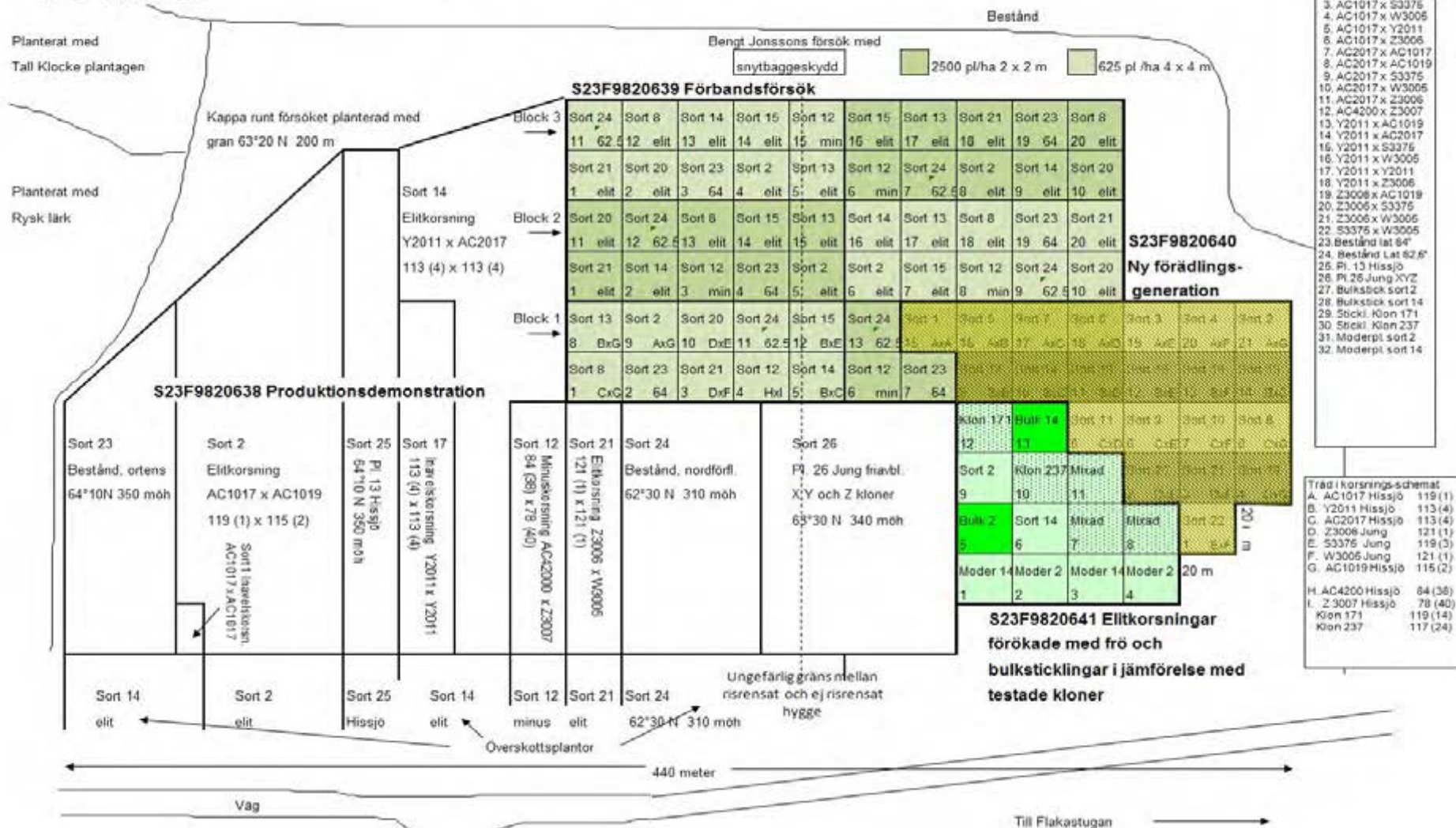
64° 08' N, 275 m.ö.h.



640 Kulbäcksliden. Försök med gran - Ny förädlingsgeneration

- Syfte:** Demonstration av föräldraträdens betydelse för avkommornas tillväxt när en ny generation skapas genom kontrollerade korsningar mellan träd med bra tillväxt.
- Plantering:** Våren 1998.
- Koordinat:** 64°08'N, 19°35'Ö
- Material:** Sju föräldrar har använts för att genom korsningar skapa en ny generation bestående av 21 nya familjer. Två ytor innehåller invelskorsningar, d.v.s. träd korsade med i sig själv.
- Design:** Totalt finns 21 ytor med 10×10 träd per yta i förbandet 2x2 m, d.v.s. ytorna har en storlek av 20×20 m (se gulmarkerat område på karta). Varje yta utgörs av en och samma familj. På ytor inom samma rad tvärs över sluttningen (t.ex. yta 15-21) har alla plantor samma mor men olika fäder. På ytor inom samma rad i sluttningens riktning (t.ex. yta 1, 3, 7, 13, 20) har alla plantor samma far men olika mödrar. Några av ytorna är gemensamma med försök 639.
- Resultat:** Mätresultat saknas för tillfället.

64° 08' N. 275 m.ö.h.



641 Kulbäcksliden. Försök med gran – Fröplantor, bulksticklingar och kloner

- Syfte:** Försök med elitkorsningar, bulksticklingar och testade kloner av gran med syfte att demonstrera skillnader mellan material av olika förädlingsgrad.
- Plantering:** Våren 1998 och 1999.
- Koordinat:** 64°08'N, 19°35'Ö
- Material:** Totalt finns 8 olika sorter:
1. Två kloner - klon 171 resp. klon 237. Klonerna är enskilda plantor utvalda i två familjer (Z4006×Y2003 resp. AC1014×Z4001, ♀×♂). Klonerna har sticklingförökats och ingår även i andra fälttester. Planterade år 1999.
2. Två elitkorsningar - AC1017×AC1019 (♀×♂) resp. Y2011×AC2017 (♀×♂), som testas som a) konventionella fröplantor, b) bulksticklingar och som c) moderplantor. Fröplantorna (a) från korsningarna planterades år 1999.
Bulksticklingarna (b) utgörs av sticklingar från fröplantorna i elitkorsningarna och planterades år 1998.
Moderplantorna (c) utgörs av de plantor som det klipptes ris från för att göra bulksticklingar och planterades år 1999.
Fröplantor, bulksticklingar och kloner finns även blandade (mixade).
- Design:** Totalt finns 13 ytor med 10×10 träd per yta i förbandet 2x2 m, d.v.s. ytorna har en storlek av 20×20 m (gul- och grönmarkerat område på kartan).
Två ytor innehåller klon 171 resp. klon 237.
Två ytor utgörs av fröplantor från respektive elitkorsning.
Två ytor utgörs av bulksticklingar från respektive elitkorsning.
Fyra ytor utgörs av moderplantor från elitkorsningarna.
Tre ytor innehåller sorter som blandats.
- Resultat:** Mätresultat saknas för tillfället.

64° 08' N, 275 m.ö.h.



Jo2008/1883

Bilaga 11. Nya demonstrationsförsök



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden, Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Innehåll

Demonstrationsförsök med gran av olika förädlingsgrad för Götaland	2
Syfte	2
Design.....	2
Revisioner	2
Material.....	2
Lokaler.....	2
Finansiering	2
Försökskarta	4
Demonstrationsförsök med grankloner i Gpop10 S22S0920237 Limå Bruk, Siljansnäs.....	4
Syfte	4
Anläggning & försöksdesign	4
Ingående sorter	5
Skötsel & mätningar	5
Finansiering	5
Resultat.....	5
Lokalisering.....	5
Försökskarta	6

Demonstrationsförsök med gran av olika förädlingsgrad för Götaland

SYFTE

Försökets huvudsyfte är att demonstrera skillnader mellan gransorter med olika genetiska vinstnivåer.

Ett annat syfte med försöken är att verifiera prognostiserade förädlingsvinster. Genom att parcellerna är relativt stora kommer produktionen att kunna följas även för arealproduktion. Försöken kan också följas efter gallring.

Försöken är tänkta att användas vid exkursioner och utbildningar. Vid försöket kommer försökshandlingar inkl kartor och resultat att anslås på en anslagstavla.

DESIGN

Parcellförsök med 4 upprepningar. Varje parcell är 7×7 plantor. Förbandet är 2×2 m.

REVISIONER

Försöken kommer att revideras med avseende på olika egenskaper i mån av finansieringen. Egenskaper som kan vara intresse för analys kan vara, överlevnad, skottskjutningstidpunkt, frostsador, höjd, diameter, volym, kvalitet etc.

MATERIAL

Försöket är uppdelat i 10 olika sorter vilka beskrivs nedan. Plantorna odlades som 2-åriga täckrotsplantor i container Nordpass. Obs att vissa sorter är blandade inom parceller (se förklaring i tabellen).

LOKALER

Försöken är planterade på 4 lokaler som framgår av karta nedan.

FINANSIERING

Plantodling och försöksanläggning har delvis bekostats med medel från ett regeringsuppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial odlingsmaterial enligt regeringsbeslut Jo2008/1883.

Sort	Regnr	Förklaring
10	S21A0020019	Proveniens Rezekne. Oförädlad gran från östra Lettland. Uppskattas ligga ca 10 % över svensk proveniens
20	S21A0720002	Särplockat frö avsett för granzon 8-9S från de bästa 6 % av utvalda plusträd i klonarkivet i Ekebo. Uppskattad vinst ca 25 %.
30	S21A9920001	Proveniens Ramkvilla. Oförädlad gran från centrala Småland. Uppskattas ha 0 % förädlingsvinst.
40	S21P0720001	Fröplantage G7 Lilla Istad. Uppskattad vinst 10–15 %.
50	S21P0720002	Fröplantage G7 Skallmeja. Uppskattad vinst ca 20 %.
60	S21P0720003	Fröplantage G7 Åby 2006. Uppskattad vinst ca 20 %.
70	S21P0720004	Fröplantage G7 Bredinge. Uppskattad vinst ca 20 %.
80	S21A0720001	Särplockat frö avsett för granzon 7 från de bästa 6 % av utvalda plusträd i klonarkivet i Ekebo. Uppskattad vinst ca 25 %.
81	S21A0720003	Särplockat frö avsett för granzon 7 från de bästa 6 % av utvalda plusträd i klonarkivet i Maltesholm. Uppskattad vinst ca 25 %. I samma parceller som sortnr. 80.
90	S21A0720005	Fröskörd för granzon i klonarkivet i Ekebo. De 20 % sämsta och de 6 % bästa föräldrarna ingår ej i denna skörd men i pollineringen. Uppskattad vinst ca 10–15 %.
91	S21A0720006	Fröskörd för granzon i klonarkivet i Maltesholm. De 20 % sämsta och de 6 % bästa föräldrarna ingår ej i denna skörd men i pollineringen. Uppskattad vinst ca 10–15 %. I samma parceller som sortnr. 90.
100	S21H0620050	Blandning av tio helsyskonfamiljer från kontrollerade korsningar mellan elitföräldrar i förädlingspopulationen för granzon G7.
-	-	
109	S21H0720192	Uppskattad vinst 30–35 %. Denna blandning har sortnr. 100 på kartan.

FÖRSÖKSKARTA



Karta över 2009 års demonstrationsförsök med gran

Demonstrationsförsök med grankloner i Gpop10 S22S0920237 Limå Bruk, Siljansnäs

SYFTE

Syftet med försöket är att demonstrera skillnader i tillväxt och andra egenskaper mellan grankloner från olika familjer i en förädlingspopulation. Klonerna i försöket är utvalda i 7 stycken helsyskonfamiljer, vilka har totalt 10 föräldrakloner. Från varje familj ingår 10 kloner i försöket.

ANLÄGGNING & FÖRSÖKSDESIGN

Försöket planterades våren 2009 på skogsmark. I försöket ingår varje klon i två parceller med 2x3 plantor i varje parcell i 2,0 x 2,5 m förband. De 140 parcellerna (2x70) är delades vid anläggningen in i 9 avdelningar som vardera innehåller 16 parceller. Totalt bestod försöket vid utläggning av 808 plantor. Materialet som ingår i försöket är delar av förädlingspopulation Gpop10. Demonstrationsförsöket anlades i samband med att de ordinarie klontesterna för förädlingspopulationen anlades. Material till demonstrationsförsöket togs ur familjer vars kloner rotat sig så väl att ett överskott fanns. Materialet är alltså att betrakta som ett slumpmässigt urval ur denna förädlingspopulation. I de ordinarie försöken ingår varje helsyskonfamilj med 40 kloner och totalt för en försöksserie om fyra försök med upp till 14 sticklingar per klon. Av dessa ska efter utvärdering av försöken den bästa klonen i varje helsyskonfamilj väljas ut för fortsatt förädling.

INGÅENDE SORTER

Observera att alla klonnummer inte ingår. Från varje helsyskonfamil ingår 10 kloner.

Helsyskon-id	Mor-id	Far-id	Klonnummer (fältnummer i fet stil)
S22H0220011	S22K8220103	S02M2033	S22K0720402 – 432
S22H0220024	S22K8220170	S02W6027	S22K0720921 – 951
S22H0220026	S22K8220175	S02W6027	S22K0721010 – 1038
S22H0220030	S22K8220218	S22K6021067	S22K0721165 – 1198
S22H0220031	S22K8220221	S02X3006	S22K0721210 – 1239
S22H0220032	S22K8220221	S22K6021067	S22K0721241 – 1280
S22H0220034	S22K8220234	S22K6021067	S22K0721322 – 1357

SKÖTSEL & MÄTNINGAR

- Försöket planterades våren 2009.
- Försöket kommer att revideras med avseende på olika egenskaper i mån av finansiering. Egenskaper som kan vara av intresse för analys kan vara: överlevnad, skottskjutningstidpunkt, frostsador, höjd, diameter, volym, kvalitet etc.

FINANSIERING

Plantodling och försöksanläggning har delvis bekostats med medel från ett regeringsuppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial enligt regeringsbeslut Jo2008/1883.

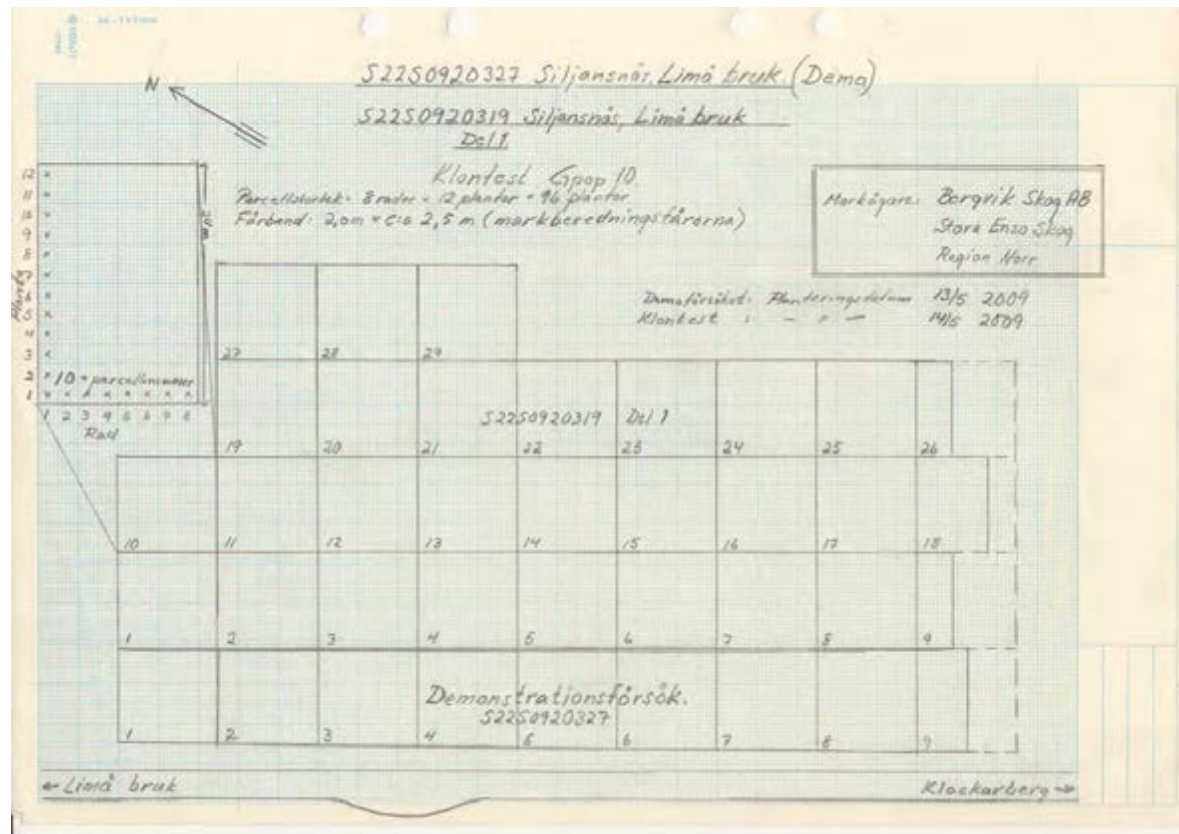
RESULTAT

Överlevnaden hösten 2009, efter 1 växtsäsong var god, i medeltal 98 %.

LOKALISERING



FÖRSÖKSKARTA



Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 12. Skötselplaner för fröplantager och fröhantering



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGSPENSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden. Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 697 2009



Bildtext: Skötseldiskussioner i plantage G7 Söregärde.

Granfröplantageskötselresa 2009-08-31 – 2009-09-03

NOTER FRÅN BESÖK I RESPEKTIVE PLANTAGE

Curt Almqvist & Ulfstand Wennström

Ämnesord: Fröplantager, gran, plantageskötsel.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Innehåll

Förord	2
Introduktion.....	3
Plantager på Lilla Istad	5
G8–9S Gåtebo	8
506 G6 Nedra Sandby (TvåO)	9
501 G7 Bredinge (TvåO)	10
G7 Söregärde (TreO).....	11
512 G6 Målilla (TvåO)	12
504 G5 Ålbrunna (TvåO)	13
G6 Adolfsdal (TreO)	14
G4 Ed (TreO)	15
517 G3 Mullträ (TvåO)	16
G3L Örbäck (TreO)	17
G3H Vojen (TreO)	18
G2 Östteg (TreO)	19
Frökedjan, workshop på Glunten i Uppsala	21
Bilaga 1 Utredning om behovet av klängkapacitet i Sverige	23

Förord

Skogforsk fick under 2009 ett regeringsuppdrag med syfte att öka användningen av förädlad skogsodlingsmaterial i svenska skogsbruk. Som en del av detta uppdrag genomfördes i månadsskiftet augusti – september en granfrö-plantageskötselresa i vilken förädlare och plantageskötselforskare vid Skogforsk deltog tillsammans med de skötselansvariga vid plantageintressentföretagen. Fokus för resan var granfröplantager, då det är för detta trädslag det råder störst brist på plantagefrö. Syftet med resan var att på ort och ställe i plantagerna följa upp deras status och diskutera vad som kan göras för att öka produktionen i de plantager som är i produktionsfas och hur de plantager som är i anläggningsfas ska skötas för att så snabbt som möjligt komma in i produktionsfas.

Under resan genomfördes även en workshop, Frökedjan. Vid denna diskuterades hur man kan effektivisera hanteringen från kotte till ända till såddmaskinen, allt för att ge högsta produktion i Sveriges skogar.

Uppsala och Sävar i december 2009

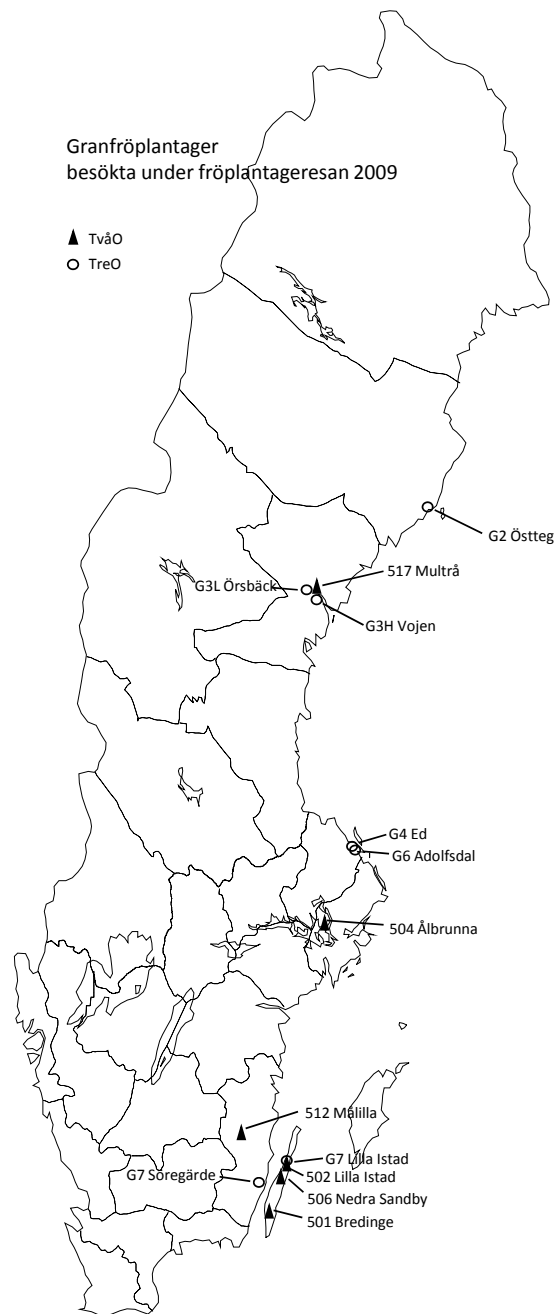
Curt Almqvist och Ulfstand Wennström

Introduktion

Här nedtecknade noter är på inget sätt en fullständig skötselrekommendation för respektive plantage. För att ta fram sådana är tiden i varje plantage på en resa av denna typ helt otillräcklig. Dessa noter är därför att betrakta som semi-strukturerade punkter att beakta vid utarbetandet av skötselplaner för plantagerna. Vi ber läsaren betänka att vissa av noterna är giltiga för fler plantager än den där de står upptagna.

Terminologin TvåO och TreO anger om en plantage är anlagd inom den andra eller tredje omgången fröplantager. TvåO-plantagerna anlades under 1980- och 1990-talet och de flesta av dem är nu inne i produktionsfas. TreO-plantagerna började anläggas i början av 2000-talet och är ännu i anläggningsfas.

Noterna är sammanställda av Curt Almqvist och Ulfstand Wennström tillsammans med övriga skogforskare (Lars-Åke Dahl, Mats Eriksson, Jörgen Hajek, Bo Karlsson, Olle Rosenberg, Ola Rosvall, Erik Walfridsson och Johan Westin) som deltog vid besöken av respektive plantage.



Figur 1.
Besökta granfröplantager under resan.

Plantager på Lilla Istad

G7:1 Lilla Istad TreO

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher och Börje Persson (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).



Figur 2.

Grangrundstammar i barkad fläck klara för ympning i G7:1 Lilla Istad TreO. I obehandlade fläckar föreligger sprutbehov. Foto: Ulfstand Wennström.

- Många av grundstammarna har nu nått lämplig storlek för fältympning. Inventering/kartering av plantagen i höst är nödvändig för att kunna förbereda fältympningsstart våren 2010.
- Ogräsbehandling med Kerb behövs nu i höst, i plantagehandboken är rekommendationen 2,5 l/ha. Lämpligt bl.a. med tanke på fältympningen i vår.
- Fältympningen måste planeras noga. Varje grundstam som skall ympas i vår bör märkas i fält. På märkningen ska det framgå klonnummer på den klon som skall ympas. Ympperiod vid fältympning är från det att knopparna börja svälla/spricka och cirka 3 veckor framåt.

- Grundstammar som riskerar att bli för stora klipps tillbaka för att behållas på lämplig höjd och vid lämplig skottdiameter för ympning. Även den grundstam som inte utnyttjas för ympning på en planteringspunkt bör skäras tillbaka, i första hand för att den ska bibehållas i användbart skick så länge den står kvar men också för att den inte ska konkurrera med ympen bredvid.
- Studerade ett mindre markbehandlingsförsök. Barkade ytor och marktäckta gav trevligaste intrycket. Börje som lagt ut försöket föredrog barkning. Det åtgår dock ca 100 liter bark per ymp.

G7:2 Lilla Istad (TreO)



Figur 3.
G7:2 Lilla Istad TreO. Fräst jord klar för plantering. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher och Börje Persson (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- På den nya delen där plantskoleympar ska planteras nu i höst bör marktäckning med bark/flis eller markväv övervägas.

- Bevattningsmöjlighet med droppbevattning likt den på G7:1-delen är inte planerad för denna del. Beredskap för stödbevattning på annat sätt behöver säkerställas. Hur löser man stödbevattning vid användande av marktäckväv, dräneringsrör vid varje ymp? I brandkåren har man ett spett man kan slå genom en vägg och spruta vatten på insidan, det kan givetvis även slås ner i backen.

502 G7 Lilla Istad (TvåO)



Figur 4.
502 G7 Lilla Istad TvåO, i förgrunden död del av plantagen, isbränna? Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher och Börje Persson (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

Besågs endast från plantagegrinden, p.g.a. tidsbrist.

- Beskärningsbehov föreligger.
- Slaghackning av gräsvall eftersatt.

G8-9S Gåtebo



Figur 5.
Staffan Nilsson och Fred Lönnberg planerar för 30 ha G8-9S och 3-4 ha sitkaplantage. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher och Börje Persson (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- Snabbt besök i en nyinköpt mark, f.d. golfbana. Kanträd lämnas som läskydd. Bevattningsdamm finns på plats.

506 G6 Nedra Sandby (TvåO)



Figur 6.
506 G6 Nedra Sandby (TvåO). Hög tid att toppa och gallra. I mitten av bilden en greminielladödad ymp. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher och Börje Persson (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- Anlagd med en mix av plantskoleympar, fältympar och sticklingar.
- Finns grundstammar där ympen dött som bör avlägsnas.
- Det finns en del grundstamsuppslag som behöver åtgärdas.
- Behov av lövsanering föreligger. Röjsåg med utrustning för stubbehandling med Roundup förordas.
- Slätter bör återinsättas, alternativt slaghackning.
- Toppad senaste gången 2002. Hög tid att toppa igen. Dags att skära in grenlängden.
- Om plantagen inte blommar 2010: beskär t.ex. en tredjedel av plantagen för att inte riskera att missa ett möjligt initieringsår. Vid utläggning av plantagedelarna bör klonernas rametfördelning mellan delarna beaktas.

- Plantagen planterad med $7 \times 2,5$ meters förband. Det är dags att gallra den till 7×5 meters förband. Detta görs i första hand genetiskt och i andra hand systematiskt.

OBS! Grundstamsproblematiken som nämns i andra & tredje punkten ovan måste först åtgärdas och plantagekartan uppdateras.

- Hanblomsknoppar noterades. Inger förhoppning om skörd 2010.

501 G7 Bredinge (TvåO)



Figur 7.
Vy av 501 G7 Bredinge TvåO från ett jaktorn. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher och Börje Persson (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- 2006 och 2007 erhöles två bra skördar i plantagen.
- Viss hanblomning noterades. Inger förhoppning om skörd 2010.
- En del kott finns. Bör insamlas. Ger troligen en användbar mängd frö. Insamling bra ur saneringssynpunkt.
- Plantageträden har sidobeskurits. Ser bra ut. Beskurna grenar har vitaliserats.

G7 Söregärde (TreO)



Figur 8.
Inspektion av G7 Söregärde TreO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher (Svenska Skogsplantor), Fred Lönnberg och Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- Toppning innan skörd för att bryta sticklingarnas apikala dominans och få dem att ”buska till sig”. Bör startas då trädet är 1,5 – 2,0 meter. Behöver göras kontinuerligt ett antal år framöver. Plantageträden som ingår i förbandsförsöket skall beskäras på samma sätt som övriga träd i plantagen.
- Slaghackat 2 gånger i år. Bra och lämpligt för att minska ogräskonkurrens och ogräsfrötryck. Kört i 2 riktningar – ser bra ut, och minskar mängden oslaget gräs i raderna.
- De nysatta småymparna och de nyligen fältympade plantorna bör stagas med en bambukäpp. Detta minskar risken att ympen bryts av fåglar som sätter sig på den.
- Vid första blomning (som då bara består av honblomning) bör tilläggs-pollinering eller kontrollerade korsningar övervägas. Producerat frö kan användas för bulksticklingproduktion.
- Gjorde även ett kortbesök i nyanlagd lärkplantage på skogsmark.

512 G6 Mållilla (TvåO)



Figur 9.
Hög tid att gallra i G6 Mållilla TvåO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Stellan Jägermyr (Bergvik), Finnvid Prescher(Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Bo Karlsson, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- Första skörd år 2007.
- Ingen skördevärd kottförekomst i år kunde noteras.
- Problem med dräneringen i delar av plantagen. Vatten trycks upp i plantagen från Emån genom dräneringen. Har dödat många plantagetråd. Backventil eller andra lösningar av problemet bör undersökas.
- Plantagen beskuren 2 gånger, senast år 2005.
- Förbandet för tätt för nuvarande trädstorlek. Gallring behövs. Bör göras genom att man i första hand ”rensar i genetiken” och i andra hand tar bort träd systematiskt.
- Behöver beskäras igen. Toppning år 2009 eller år 2010. Vid utebliven blomning dessa år bör del av plantagen toppas år 2010 i alla fall. Viktigt att hänsyn tas till det pågående försöket med gödsling och markbehandling i plantagen vid dessa åtgärder.

504 G5 Ålbrunna (TvåO)



Figur 10.
Gott om kott igen i 504 G5 Ålbrunna TvåO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Anders Lindgren (Bergvik), Bror Österman (Holmen), Finnvid Prescher och Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Jörgen Hajek, Olle Rosenberg, Ola Rosvall, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- En hyfsad skörd att insamla i år!
- Beskärning bör ske i samband med skörd. Behov av sidobeskärning föreligger.
- Beskärningsförsöket mycket intressant. Viktigt att fortsätta försöket. Vid beskärning i år bör alla ytor beskäras strax ovanför senaste kapsnitt. Det ger i princip fyra olika beskärningshöjder.
- Kottproduktionsdata från försöket ska insamlas i år.

G6 Adolfsdal (TreO)



Figur 11.
Inspektion av grundstammar i G6 Adolfsdal TreO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Anders Lindgren (Bergvik), Bror Österman (Holmen), Finnvid Prescher och Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Lars-Åke Dahl, Mats Eriksson, Jörgen Hajek, Olle Rosenberg, Ola Rosvall, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- Slaghackat en gång i en riktning i år.
- Plantagen behandlades med Kerb hösten 2008. Har givit god effekt, men nu är det mycket tistel i raderna (Kerb tar ej tistel).
- Hela plantagen bör våren 2010 behandlas med Matrigon i raderna mot tistel.
- Stort hjälpplanteringsbehov i plantagen. Lars-Åke Dahl som inventerade överlevnaden i plantagen vid vårt besök uppskattade omkring 25 % planteringspunkter med hjälpplanteringsbehov. Då inventeringen är klar vet vi den exakta överlevnadsprocenten.
- En hjälpplanteringsplan behövs. Viktigt att hjälpplanteringen sker med stora och vitala plantor. Ett alternativ till hjälpplantering våren 2010 är att vänta till 2011, men bara om det behövs för att ta fram lämplig grundstamsplanta.
- Innan hjälpplantering ska ett cirka 2 × 2 meter stort område runt varje planteringspunkt behandlas med Roundup.
- Vattensork orsakar problem i plantagen.

Föreslagna åtgärder:

I höst: slaghackning en gång till, helst i båda riktningarna. Vältning mellan plantraderna för packning av jord, helst i båda riktningarna. Sprutning med Kerb.

I vinter: Vid snötäcke packas snön med däcksvält eller likande utrustning, helst i bägge riktningarna. Kan behöva upprepas ett flertal gånger om snötäcket smälter bort och/eller nytt snötäcke bildas.

År 2010: Behandling med Matrigon mot tistel på våren. Slaghackning minst 2, helst 3–4 gånger och helst i bägge riktningarna. Vid behov vältning.

På vintern: Snöpackning på samma sätt som år 2009.

År 2011 – framåt: Intensiteten i markbehandlingen mot vattensork avgörs av hur väl behandlingen år 2009 och 2010 verkat.

- Start av fältympning våren år 2010. Pågående inventering ger svar på omfattning. Planering av ympningen bör påbörjas omgående.
- Den blockindelning som blivit gjord i samband med inventeringen bör permanentas med alu-etiketter för att inte tappas bort. Alu-profiler är uppsatta varje blockhörn.

G4 Ed (TreO)



Figur 12.
Dags att spruta Kerb hösten 2009 i G4 Ed TreO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Anders Lindgren (Bergvik), Bror Österman (Holmen), Finnvid Prescher och Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Mats Eriksson, Jörgen Hajek, Olle Rosenberg, Ola Rosvall, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

- Slaghackning av plantagen pågår vid besöket.
- Grundstamsplantorna behöver ges en betydligt större omsorg. De står och stampar i gräset och en del har frostsador. I höst bör behandling med Kerb utföras på en yta cirka 1 × 1 meter runt grundstamsplantor och små sticklingar, alternativt sprutas hela raderna.
- Gödsling av plantageträden behövs. TG växup med micro eller liknande. Utförs våren 2010.
- Behov av lövsanering i delar av plantagen. Röjsåg med aggregat för stubb-behandling med Roundup alternativt besprutning av skjutande stubbskott rekommenderas.
- Toppning innan skörd för att bryta sticklingarnas apikala dominans och få dem att ”buska till sig”. Bör startas då trädet är 1,5 – 2,0 meter. Behöver göras kontinuerligt ett antal år framöver. Plantageträden som ingår i förbandsförsöket skall beskäras på samma sätt som övriga träd i plantagen.

517 G3 Mullträ (TvåO)



Figur 13.
Morgondimma i 517 Mullträ TvåO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Jörgen Andersson och Stefan Svedin(SCA), Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Ola Rosvall, Erik Walfridsson, Ulfstand Wennström och Johan Westin (Skogforsk).

- Plantagen har återhämtat sig sedan 2007 då många ympar dog av torka. Gödsling 2008 (200 g/ymp) och blöt sommar 2009 har gett effekt, mörkgröna barr och vitala skott.
- Gav en liten första skörd 2008 på 8 hektoliter kott. Hittade hanblomknoppar på flertalet ympar. Inger förhoppningar om skörd 2010.
- Toppade uppstickare till 4 m 2007. Beskärning diskuterades, eventuell skörd år 2010 insamlas utan beskärning med skörd från skylift, bara toppa kottbärande träd, periodisk beskärning av en 1/3 del vartannat år. Skogforsk skissar på ett beskärningsförsök.
- Åtgärdsförslag för att få produktion: Spruta i raderna, gödsla vart 3e år, årlig gibberellinbehandling om gibberellinansökan ger klartecken.
- Insektsbehandling i beredskap, SCA har en fläktspruta. Inköpt för behandling mot steklar.

G3L Örbäck (TreO)



Figur 14.
Stefan Svedin framför G3L Örbäck TreO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Jörgen Andersson och Stefan Svedin(SCA), Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Ola Rosvall, Erik Walfridsson, Ulfstand Wennström och Johan Westin (Skogforsk).

- Skolexempel på lyckad plantageanläggning med kraftiga sticklingar.
- Anlagd juli-aug. 2008 med 4-åriga sticklingar, 1,5 liters kruka. Odlingsväv (1 m bred) täcker hela raderna. Planteringshål borrades innan väven lades ut, totalt 10 600 planteringspunkter. Kraftig gräsväxt i kanten av väven och en del av ymphålen. Stefan tycker att väven gärna kunde ha varit 1,5 bred. Kan inte gå med slaghack nära, eftersom risken finns att väven slits upp. Samtliga punkter är klonmärkta med en liten aluminiumsticka och etikett. Stubbruten del blev en dyr del av plantagen. Fyllde igen en större svacka med stubbar och rötter, ”svackan” är nu en planteringsbar yta.
- Åtgärd: Trampa ner gräskanten, slaghack i raderna 2 ggr/år, gräsröj utmed väven med röjsågsaggregat. Manuell röjning av gräs i planteringshålet där gräset är kraftigare än plantan. Gödsla skogsdelen, t.ex. genom att injicera gödsel genom väven ca 0,5 m från plantan eller genom att kasta in osmocote under väven vid planteringshålet.

G3H Vojen (TreO)



Figur 15.
G3H Vojen TreO. Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Jörgen Andersson och Stefan Svedin(SCA), Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Ola Rosvall, Erik Walfridsson, Ulfstand Wennström och Johan Westin (Skogforsk).

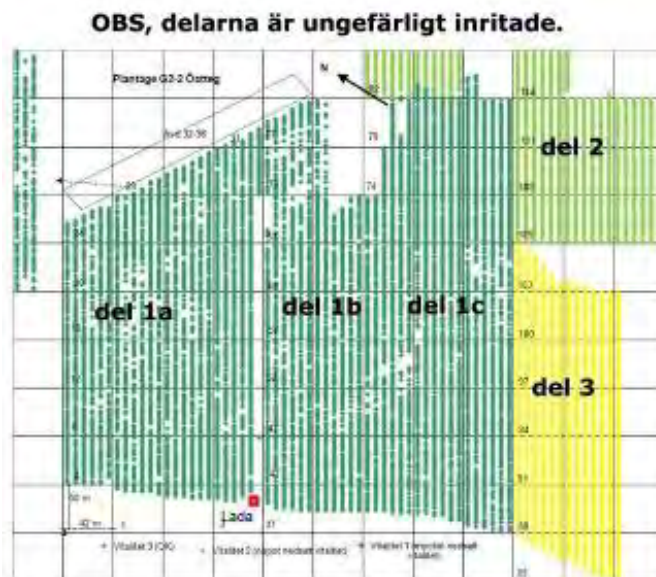
- Anlagd juli 2008 med en blandning av små och stora, sticklingar och ympar, olika ålder och olika krukstorlekar. Drygt 5 000 planterades 2008, 2 000 stycken våren 2009 och kvarvarande 1 500 våren 2010, totalt ca 9 000 plantor när plantagen är komplett. Hög överlevnad, <1 % byttes ut våren 2009. Gott om sorkgångar i plogkanten. Ett flertal ympar av klon 83–300 bar redan kott.
- Åtgärd: Trampa ner gräskanten. Slaghack i raderna 2 ggr/år. Gräsröj utmed väven med röjsågsaggregat. Manuell röjning av gräs i planteringshållet där gräset är kraftigare än plantan. Stötta upp gängliga ympar med stödkäpp.
- Mindre del av plantagen stängslas för fårbete. Tanken är att fåren betar ogräs och trampar sönder sorkgångar. Grannen i norr är positiv, tar hand om fåren och har tillsyn så att fåren inte betar eller fejar på granarna.
- Rovfågelstörar kan också provas. Vojen är en lämplig plantage eftersom den ändå inte får sprutas. Om störarna är 3 m höga är de inte i vägen vid senare beskärning. Ger förutom viss predation av sork även lite goodwill. När en större skrikörn satte sig på störarna i T2 Alvik blev platsen riksbekant bland ornitologer.

G2 Östteg (TreO)



Figur 16.
Behov av gräsbekämpning i G2 Östteg TreO del 3 (planterad 2009). Foto: Ulfstand Wennström.

Deltagare: Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Jörgen Hajek, Ola Rosvall, Erik Walfridsson, Ulfstand Wennström och Johan Westin (Skogforsk).



Figur 17.
Schematisk bild över G2 Östteg TreO.

- Planterat 11 500 sticklingar med $7 \times 2,5$ m förband på 20,2 ha. Anläggningen beräknas vara avslutat 2012.
- Del 1a, kännetecknas av granplantor i högt sly, gräset under kontroll och mossor i bottenskiktet. Åtgärd: fortsatt den påbörjade slyröjningen. Spruta stubbskotten med Roundup (avskärmning) vid midsommar 2010. Slaghack mellan rader 2 ggr/år i början av juli och i slutet av augusti.
- Del 1b, kännetecknas av granplantor i högt sly och gräsinväxt. Åtgärd: fortsatt den påbörjade slyröjningen. Behandling med Kerb i okt/nov 2009. Spruta stubbskotten med Roundup (avskärmning) vid midsommar 2010. Slaghack mellan rader 2 ggr/år i början av juli och i slutet av augusti.
- Del 1c, kännetecknas av mycket högt sly, högt gräs, klöver och förvedade granplantor. Åtgärd: spruta omgående med Roundup där gräset är så högt att det skärmar granen, 5 liter per ha i 400 liter vatten med vätmedel. Røj sly i oktober (ca 3–4 veckor efter Roundup). Kerb i okt/nov. Spruta stubbskotten med Roundup (avskärmning) vid midsommar 2010. Slaghack mellan rader 2 ggr/år i början av juli och i slutet av augusti.
- Del 2 (planterad 2008), kännetecknas av öppen jord och frostdödade granar, ca 10–20 % levande. Åtgärd: ingen åtgärd ännu, bevaka 2010. Hjälpplantera med 3–4 åriga sticklingar alt. 2–3 åriga ympar hösten 2012.
- Del 3 (planterad 2009), kännetecknas av knähög kvickrot och med granar (inte fullt förvedade) långt under gräset. Åtgärd: spruta omgående med Roundup där gräset är så högt att det skärmar granen, 5 liter per ha i 400 liter vatten med vätmedel. Kerb i okt/nov. Slaghack mellan rader 2 ggr/år i början av juli och i slutet av augusti. Bevaka 2010.
- Observera: vid behandling med Roundup hösten 2009, spruta de delar där gräset är så högt att granen är väl avskärmd av gräset. Spruta del 1c före del 3 eftersom granarna i 1c är bättre förvedade. Avskärma granplantorna vid behandlingen med Roundup midsommar 2010.
- Övrigt: Överlevnadsinventering före 15 oktober som underlag för stickning/ympning. Behövs speciellt i del 2 där avgångarna är stora.
- Förslag: Baserat på överlevnadsinventeringen produceras sticklingar vintern 2009/10. Döda kloner i sticklingisarkivet och låg rotningsförmåga gör att stickningen mest troligt måste kompletteras med ympning våren 2011. Sticklingar (3-åriga) och ympar (2-åriga) planteras hösten 2012.

Frökedjan, workshop på Glunten i Uppsala

Deltagare: Anders Lindgren (Bergvik), Bror Österman (Holmen), Anders Bylund (Stigsjö skog), Finnvid Prescher och Joakim Fjellström (Svenska Skogsplantor), Staffan Nilsson (Södra Skogsägarna), Curt Almqvist, Bo Karlsson, Mats Eriksson, Ola Rosvall, Erik Walfridsson och Ulfstand Wennström (Skogforsk).

Workshop om hur frökedjan, från kotte till såddmaskin kan effektiviseras för att ge högsta produktion i Sveriges skogar.

En utredning från Skogforsk visade att årsbehovet av tall- och granfrö är ca 6 750 kg inberäknat 3 300 kg för skogssådd, se bilaga1. Klängkapaciteten i Sverige (2009) räcker för att klänga 1,4 årsbehov förutsatt att kott kan lagras upp till ett år. Ojämn kottförekomst och frökvalitet gör att kapaciteten fortfarande är långt ifrån tillräcklig. Enligt Finnvid finns möjligheten att även klänga i Finland, Norge (endast beståndsför) och Polen, förutsatt att de inte har kottar samtidigt. Svenska skogsplantor långtidslagar kott i +1°C och Bergvik torra kottar i -4°C. Båda säger att det går bra.

Vem tar beslut om kottinsamling eller inte i en samägd plantage? Vem avgör vad som är lite eller mycket kott? Kotten kan vara svärplockade (höga träd eller utsprid på alla träd) eller lättplockade (låga träd eller koncentrerad på vissa individer). Svaren beror dels på förekomsten, dels på det enskilda bolagets behov av frö. Skogforsk fick i uppdrag att ta fram en metod för att enkelt skatta kottförekomsten. En tillförlitlig kottprognos ger ett bra beslutsunderlag för bl.a. skörd eller inte, antal kottplockare, kottplockarlön, transporter, klängning och frölagerhållning.

Kvalitetsuppföljning vid klängning diskuterades. Ett förslag är att när varje insamling är avslutad tas ett prov (ca 5–7 liter) för provklängning i Sävar. Provet ger en antydning om förväntat utbyte och kvalitet. I dag famlas det ofta i mörker efter orsak när en plantage ger dålig kvalitet eller lågt utbyte.

Godkännande av gibberelliner som blomningsstimulerande åtgärd. Staffan Nilsson arbetar med frågan, och tror på en positiv lösning i tid för användning 2010.

Insektsbehandling i granfröplantager diskuterades. Behöver man verkligen en fläktspruta, duger det inte med en upprättstående bom? Olle förklarade senare i Ålbrunna att en fläktspruta är att föredra för att få god spridning av mycket små droppar. För att flytta en dimma måste man flytta luftmassan, dysor räcker inte till.

I dag är endast biologiska preparat godkända för bekämpning av kottinsekter. Försök pågår med kemisk behandling.

Förslag att bolagen gemensamt inköper fläktsprutor i god tid före blomning. Det behövs ett flertal för att täcka behovet (dagen därpå fick vi höra att även SCA har en fläktspruta inköpt för bekämpning av tallsteklar). Curt Almqvist har gjort en utredning som visar att det behövs nio sprututrustningar i landet för att klara av att skydda produktionen i alla TvåO-plantager. Förmodligen går det att med god planering att klara sig med några färre. Föreslogs att en kort sprutkurs ordnas som bl.a. belyser hur och när man sprutar.

Utredning om behovet av klängkapacitet i Sverige

Ulfstand Wennström och Ola Rosvall

Sammanfattning

Fröbehovet och därmed behovet att klänga kott har ökat i Sverige genom den ökade tillämpningen av skogssådd samtidigt som klängar lagts ner. Här redovisas en översiktlig utredning av klängbehov och klängkapacitet i Sverige.

Behovet av tallfrö har tredubblats och sammantaget är årsbehovet av tall och granfrö 6 750 kg och motsvarande kottbehov om 11 250 hektoliter kott. Kapaciteten vid ”normal” drift har rapporterats vara 48 veckor per år i Lagan, 26 i Nässja, 12 i Sjögränd och 48 i Stigsjös kläng. Det innebär att 1,4 års fröbehov kan klängas vid normal drift. Den kan ökas till 1,7 årsbehov förutsatt att klängarna går med hög kapacitet hela året. Med hög kapacitet menas bl.a. att klängarna i Lagan och Nässja är i drift på lördagar, att grankott fryslagras etc. Redan normal drift innebär alltså att den största klängen är i drift under hela året. De övriga klängarna är samlokaliserade med plantproduktion, vilket minskar deras säsong. Det finns alltså redan i dagsläget en mycket begränsad tidsbuffert. En kapacitet på 1,4 – 1,7 årsbehov förutsätter ett relativt jämt flöde till klängarna.

Förekomst och skörd av kott är inte jämnt fördelade mellan år. Kottlagring längre perioder, ca 8 månader eller mer, innebär en risk för nedsatt frökvalitet. För att klara den normala variationen behövs ungefär dubbel kapacitet mot årsbehovet och för att klara de mer unika kottåren behövs ännu större kapacitet. Variationen i granens kottsättning är ännu större och det är inte ovanligt att kottår inträffar i hela landet. Grankott är samtidigt enklare att klänga och det kan finnas alternativa sätt att ta hand om extrema kottskördar.

Vår slutsats blir att klängkapaciteten skulle behöva öka med 40–100 % för att klara de ökade behoven på ett ändamålsenligt sätt. Dessutom bör effekterna av långtidslagring av kott, dvs. mer än 8 månader, utredas.

Inledning

Klängkapaciteten är en mycket viktig del i frökedjan. Eftersom förekomsten av och kvalitet kott varierar stort mellan år kan delar av skörden helt eller delvis spolieras om kapaciteten är för liten.

Under workshopen ”Frökedjan” presenterades en utredning från 2004 om klängkapaciteten i Sverige. Eftersom kapaciteten hos två av klängarna byggts ut har utredningen reviderats men nya uppgifter.

GENOMFÖRANDE

I utredningen har vi listat samtliga klängar i Sverige och tillsammans med företagen beräknat deras nuvarande kapacitet. Vi har jämfört klängkapaciteten med klängbehovet vid några olika förutsättningar. Vi har försökt se hur mycket klängbehovet varierar mellan år på grund av att kottsättningen i fröplantager och skogsbestånd varierar från år till år. Slutligen har vi diskuterat vilken överkapacitet som kan vara skälig.

Resultat

FRÖBEHOV

Fröbehovet för plantproduktion är skattat av Rosvall och Eriksson (2002) och för skogssådd av Rosvall och Wennström (2003) i samband med det nya plantageprogrammet. För sådd antas att 25 % av föryngringsytan i Norrland och 10 % i södra Sverige kommer att skogssås med en framtida frösnål teknik. För att årligen producera 170 miljoner tallplantor och 242 miljoner granplantor behövs sammanlagt 3 449 kg frö samt ytterligare 2 224 kg frö för skogssådd eller totalt 5 673 kg (tabell 1). För att beräkna mängden kott användes utbytet 0,6 kg frö per hektoliter kottar. Med dessa förutsättningar är det totala årliga klängbehovet 5 937 hektoliter tallkott och 3 517 hektoliter grankott eller totalt 9 453 hektoliter kott.

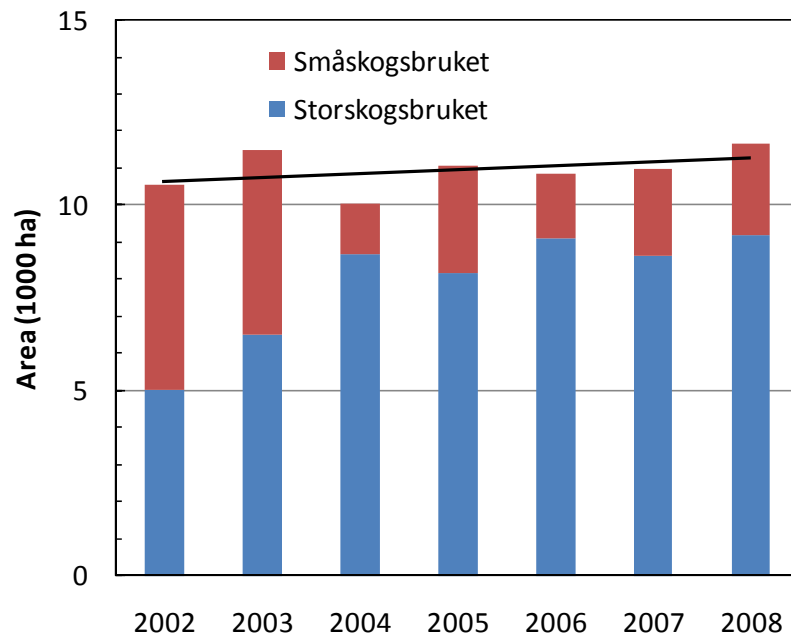
Tabell 1.
Sveriges frö- och klängbehov.

	Plantbehov (milj.)		Plantfröbehov (kg)		Skogssåddbehov (kg)		Totalt fröbehov (kg)		Totalt klängbehov (hl kott)			
	Tall	Gran	Tall	Gran	Tall Plant.	Tall Best.	Tall	Gran	Tall	Gran	Tall+Gran	Tall (%)
Norrland	99	67	761	545	893	893	2547	545	4245	908	5153	82%
Svealand	48	65	369	565	219	219	806	565	1343	942	2285	59%
Götaland	23	110	209	1000	0	0	209	1000	348	1667	2015	17%
Sverige	170	242	1339	2110	1112	1112	3562	2110	5937	3517	9453	63%

För att få en uppfattning om det nuvarande behovet av frö för skogssådd har vi sammanställt Skogsstyrelsens årligen återkommande intervjuundersökning (2002–2008) av markägare. Den visar att det för närvarande skogssås över 11 000 ha per år i Sverige, figur 1. Ungefär 80 % av sådden sker i Norrland. Enligt Skogsstyrelsen lämnar storskogsbruket tillförlitliga uppgifter medan det småskogsbruket ofta uttrycker en viljeyttring.

Med en såddareal på 11 000 ha och en såddgiva på 0,3 kg per ha är det årliga fröbehovet för skogssådd ca 3,3 ton tallfrö per år att jämföra med 2,22 enligt prognosen ovan. Vi har tagit fasta på ett kortsiktigt behov av 3,3 ton tallfrö för skogssådd.

Det sammanlagda kängbehovet blir då 11 250 hektoliter varav 7 730 hektoliter tall och 3 520 hektoliter.



Figur 1.

Areal skogssådd 2002–2008 baserat på Skogsstyrelsens intervjuer. Generellt kan sägas att storskogsbruket lämnar säkra uppgifter medan småskogsbruket mer uttrycker sin vilja.

KLÄNGKAPACITET

Klängkapaciteten har beräknats vid tre alternativ, normal, hög och maximal kapacitet (tabell 2). Kapaciteten vid "normal" drift har rapporterats vara 48 veckor per år i Lagan, 26 i Nässja, 12 i Sjögränd och 48 i Stigsjö kläng. Vid hög klängkapacitet förutsätts arbete på lördagar och vid maxkapacitet alla helger, dock med uppehåll under industrisemestern. Maxalternativet förutsätter dessutom att man i Nässja förvarar oklängda grankottar i frys i väntan på klängning.

Tabell 2.

Underlag för beräkning av klängkapacitet.

Lokal	Tall Kapacitet (hl/omgång)	Gran Kapacitet (hl/omgång)	Tall Omgångar/vecka	Gran Omgångar/vecka	Klängveckor per år
Lagan normal	56	56	2,5	5	48
Lagan hög	56	56	3,0	6	48
Lagan max	56	56	3,5	7	52
Nässja normal	25	20	2,5	5	26
Nässja hög	25	20	3,0	6	32
Nässja max	25	20	3,5	7	40
Sjögränd normal	38	32	2,0	4	12
Sjögränd hög	38	32	2,5	5	12
Sjögränd max	38	32	3,5	7	16
Stigsjö normal	20	35	5,0	5	48
Stigsjö hög	20	35	6,0	6	48
Stigsjö max	20	35	7,0	7	48

Observera att redan normalalternativet utnyttjar hela året i största klängen, Lagan och i Stigsjö kläng, och att övriga klängar är samlokaliserade med plantskoleverksamhet, vilket gör att deras tid inte kan förlängas till helårsutnyttjande. Det finns alltså redan i dag ingen större tidsbuffert.

Med dessa förutsättningar räcker klängkapaciteten för tall vid normal drift till 1,9 årsbehov och vid hög drift till 2,4 årsbehov och för gran till 5,5 årsbehov vid normal och 6,8 vid hög drift (tabell 3). En viktad sammanvägning av klängbehovet för både tall och gran (tall utgör 63 % av det totala klängbehovet, tabell 1) visar att klängkapaciteten räcker till att klänga 1,5 årsbehov vid normal och 1,7 vid hög drift. Vid absolut maximalt utnyttjande kan 2,2 årsbehov klängas.

Skattningen förutsätter att kotten kan lagras ett år utan vitalitetsnedsättning. En mer realistisk tidshorisont är kanske 8–10 månaders lagring vid lagring i kyl och 12 månader vid lagring i frys.

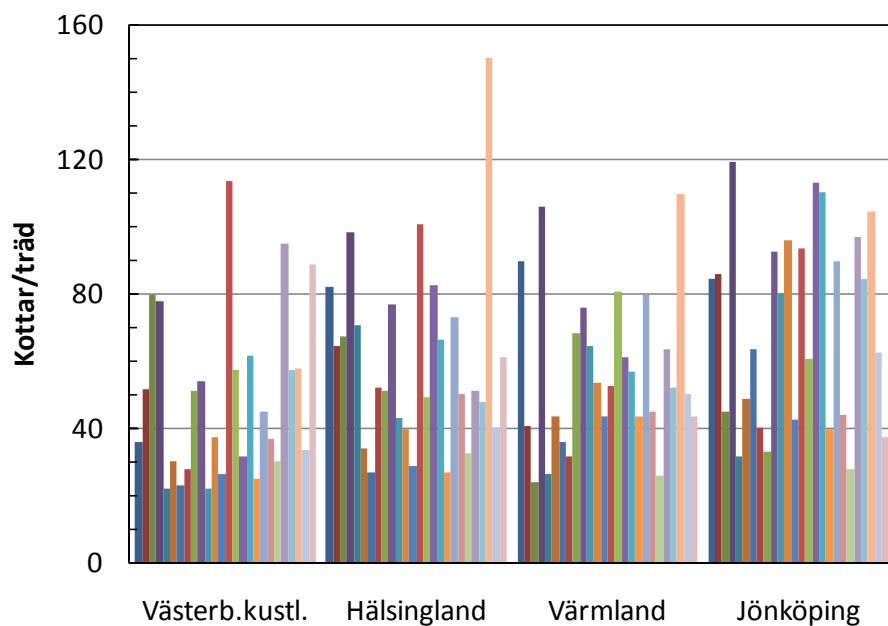
Tabell 3.
Klängkapacitet mätt som hektoliter kott/år eller årsbehov för enbart tall, enbart gran, samt för det gemensamma behovet av tall och gran.

	hl kott/år	Årsbehov
Tall normal	14 057	1,8
Tall hög	17 364	2,2
Tall max	21 756	2,8
Gran normal	19 256	5,5
Gran hög	23 904	6,8
Gran max	30 352	8,6
T+G normal	15 682	1,4
T+G hög	19 409	1,7
T+G max	24 443	2,2

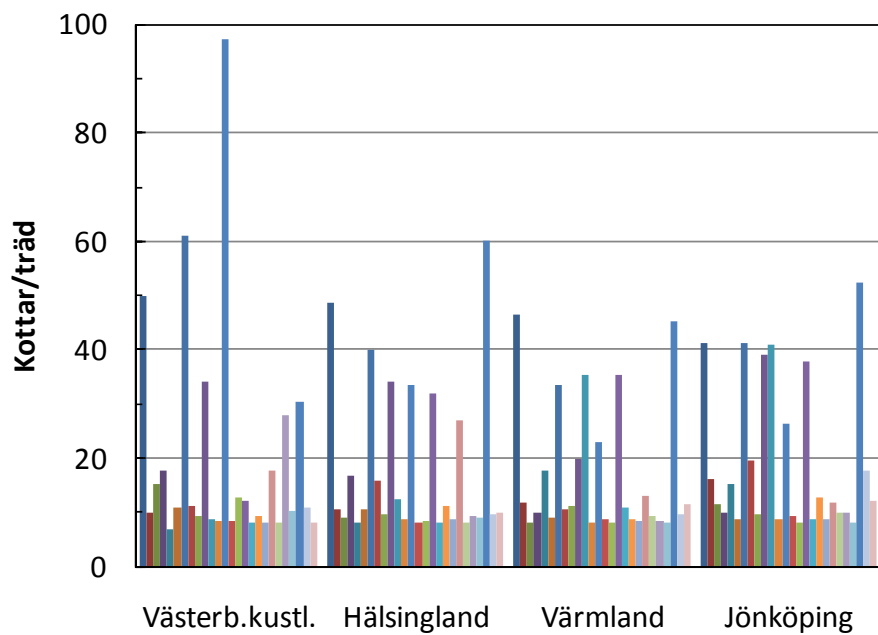
ÅRLIG VARIATION I KOTT- OCH FRÖSKÖRDAR

Rikskogstaxeringen

Rikskogstaxeringens kottinventering åren 1983–2008 visar att kottförekomst av tall och gran varierar stort mellan år, figur 2 och 3. Den genomsnittliga förekomsten av tall i hela landet är 64 kottar per provträd med en standardavvikelse på 30 kottar. Medelförekomsten av grankott är 18 kottar per träd med standardavvikelsen 15 kottar. Standardavvikelsen är troligen ännu större, då Rikskogstaxeringen vid kottinventering arbetar med klasser. Lägsta klassen är 0–10 kottar, vilket innebär träden aldrig kan ha 0 kottar, vilket ofta är fallet, speciellt för gran.



Figur 2.
Kottförekomst tall 1983–2008 för regionerna Västerbottens kustland, Hälsingland, Värmland och Jönköping (källa Riksskogstaxeringen).). Notera att riksskogstaxeringen vid inventeringen anger antalet kottar per träd i klasser, där den lägsta klassen är 0–10 kottar per träd. Förekomsten kan därför aldrig bli 0 kottar per träd.



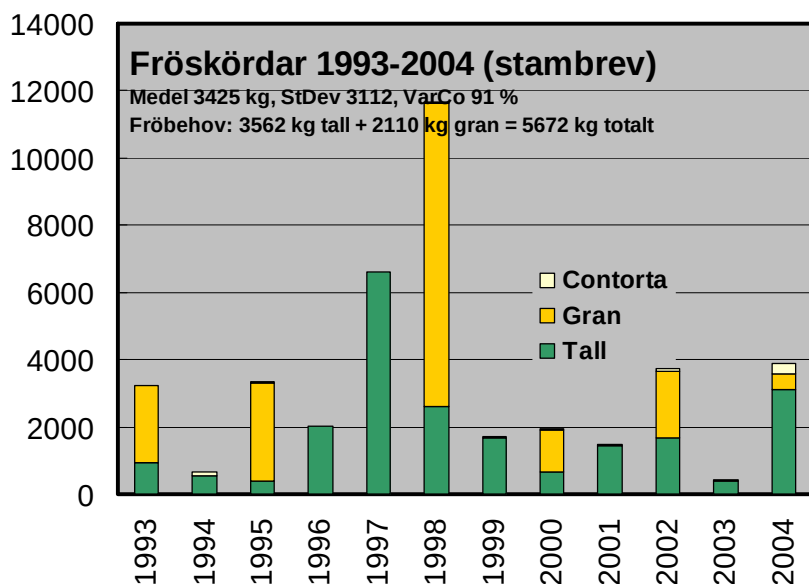
Figur 3.
Kottförekomst gran 1983–2005 för regionerna Västerbottens kustland, Hälsingland, Värmland och Jönköping (källa Riksskogstaxeringen). Notera att riksskogstaxeringen vid inventeringen anger antalet kottar per träd i klasser, där den lägsta klassen är 0–10 kottar per träd. Förekomsten kan därför aldrig bli 0 kottar per träd.

Stambrev

För att få använda ett fröparti kommersiellt måste partiet ha ett stambrev. Ansökan om stambrev måste göras till Skogsstyrelsen i samband med skörd. Variationen i fröskördar uppskattades med hjälp av de stambrev Skogsstyrelsen utfärdade för perioden 1993–2004, figur 4. De avser kottinsamling både i fröplantager och i skogsbestånd. Variationen mellan år var störst för gran.

Medelskörden per år var:

- För gran 1,5 ton med standardavvikelse 2,6 ton (170 %).
- För tall 1,8 ton med standardavvikelse 1,7 ton (95 %).
- För tall, gran och contorta 3,4 med standardavvikelse 3,1 ton (90 %).



Figur 4.
Fröskördar (med stambrev) av tall, gran och contorta i Sverige 1993-2004 (källa Skogsstyrelsen).

Fröbehandling

En ytterligare indikation på den stora variationen mellan år finns i Skogforsk statistik över fröbehandling i Sävar. Av de tallfröpartier som IDS-behandlades under perioden 2000–2006 var 43 % från frömogsnadsåret 1988 (tabell 4).

Tabell 4.
Frömängd och ålder av IDS-behandlat tallfrö i Sävar 2000-2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Medel
Behandlat (kg)	1009	1103	1011	1895	1219	1251	1703	1415
	%	%	%	%	%	%	%	%
Okänd ålder	10	9	8	2	5	17	18	8
Äldre än 1988	7	14	12	7	29	5	1	12
1988	51	48	58	41	24	32	39	43
6 år – 1989	2	3	7	12	25	38	32	14
<5 år	30	26	15	37	16	8	10	22

MINSKADE FRÖLAGER

En jämförelse av senare års kottinsamling och fröanvändning visar att svenskt skogsbruk under en tid sänkt sina frölager. Under perioden 1993–2004 skördades i genomsnitt ungefär hälften av dagens behov. Det innebär att klängarna inte belastats i normal omfattning under motsvarande tid.

Diskussion

Utredningen visar att behovet av tallfrö tredubblats genom det ökade tillämpningen av skogssådd. Samtidigt har klängkapaciteten minskats så att den nu vid normal drift är ungefär lite större än årsbehovet.

Eftersom kotttillgången inte är jämn behövs en överkapacitet för att ta till vara de goda kottåren. Frågan är hur stor överkapacitet som behövs. Lagring av kott kan vara en buffert i systemet. En verkningsfull buffert skulle kräva kottlagring i flera år men det är inte troligt att man kan lagra kott på ett tillförlitligt sätt mer än ett år, d.v.s. så mycket att ett års insamling kan klängas innan nästa års insamling. Kott är dessutom mycket skrymmande. För närvarande pågår ingen forskning om långtidslagring av kott, d.v.s. lagring >8 månader.

Variationen i kottsättning och kottinsamling visar att det inte är onormalt med 100 % avvikelse mellan år, eller enkel uttryckt ena året samlas ingenting och nästa år dubbelt mot normalt. För gran är variationen ännu större. Det finns ytterligare faktorer som påverkar variationen i kottinsamling, både biologiska och ekonomiska. Intresset, möjligheterna och kostnaderna för att plocka kott påverkas förutom av tillgång också av frömognad, förekomst av insekter och rostsvampar på gran, tillgång på kottplockare, kostnader för frölager etc. För tall i norra Sverige och gran i hela Sverige kan möjliga skördar helt spolieras av dålig frömognad resp. kott och fröinseker.

Sett på landsnivå och för trädslagen sammantagna kan det med denna förutsättning vara rimligt att klängkapaciteten är dubbelt så stor som årsbehovet. Grankottåren kommer mer sällan och ofta samtidigt i hela landet varför de särskilt påverkar dimensioneringen. Grankott är lättare att klänga och det kan planeras för provisoriska lösningar vid extrema situationer.

Utredningen visar att klängarna redan vid normal drift utnyttjar en stor del av för dem tillgänglig tid av året. Den normala kapaciteten kan ökas vid alternativen hög och extremt hög kapacitet men det realistiska är förmodligen att förbehålla de alternativen till de mest extrema kottåren. Det förefaller således rimligt att klängkapaciteten skulle behöva byggas ut med 50–100 %.

Litteratur

- Rosvall O. & Eriksson, B. 2002. Nya fröplantager i Sverige – underlag för strategiskt beslut. Skogforsk, Arbetsrapport nr 499, 27 s.
- Rosvall O. & Wennström, U. 2003. Fröplantagebehov för skogssådd – ett beräkningsunderlag. Skogforsk, Arbetsrapport nr 549, Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige, bilaga 6. 4 s.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 12 s.

Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 14 s.
Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 13. Gibberellin för blomningsstimulering



STIFTELSEN SKOGBRUKETS FORSKNINGSinSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden, Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Gibberellingodkännande.

Godkännande av en blandning av gibberellin A₄ och A₇ nedan kallat GA_{4/7} för användning som blomningsstimulerande hormon i fröplantager med barrträd

Delrapport

Intresse från användare.

Rundfrågning av intresset för behandling med blomningshormon GA_{4/7} i fröplantage gav svar från de svenska plantageägarna, sporadiska svar från några grannländer.

På frågan om hur stor plantageareal som avsågs att årligen behandla under en femårsperiod om GA_{4/7} blir godkänt i Sverige gavs följande svar:

Svenska Skogsplantor	130 ha
Bergvik	45
Södra	23
SCA	10
Holmen	5
Summa	213 ha

Svenska fruktodlare har tidigare använt GA_{4/7}. Vid kontakt med odlarnas organisation säger man att det, i motsats till fruktodlare i Sydeuropa, inte finns ngt intresse idag.

Intresse från leverantörer.

Ovanstående underlag är avgörande för att finna en leverantör som vill engagera sig i proceduren med ett godkännande i länder där det inte är godkänt idag.

Med ett pris på produkten i nivå med de inköp Skogforsk gjort under senare år (cirka 120 kr/gram) betyder det för en leverantör en årlig försäljning motsvarande högst en halv miljon svenska kronor.

De tre företag som äger registrering för GA_{4/7} är Sumotimo, Fine Agrochem och Globachem. Det sistnämnda, Globachem var det företag som visade sig intresserade av vårt ärende.

Förfrågan till och bearbetning av flera etablerade svenska företag i bekämpningsbranschen om medverkan till att få GA_{4/7} godkänt i Sverige m.fl. länder var länge utan respons. En konsult som jag sedan augusti 2009 diskuterat denna fråga med engagerar sig nu genom sin firma Organox, som leverantör i Sverige.

Ansökan.

I samarbete med Organox som underleverantör i Sverige o Finland lämnar Globachem under februari in registreringsansökan för GA_{4/7} till Kemi.

Då gäller det bl.a. dokumentation från leverantören, Skogforsk's arbetsrapport nr 658 2008, etikettutformning.

Efter de direktkontakter med Kemi som löpande förekommit sedan i höstas när jag en förhoppning att ett godkännande kan komma i tid till behandling denna säsong (juni 2010). Jag har löpande koll på detta i kommunikation med leverantören för att vid ett godkännande klara leverans av preparat.

Produkten.

Alla tre nämnda företag som "äger" produkten saluför idag ett granulat med ett 10 % -igt innehåll av GA_{4/7}.

De senaste årens försök under Curt Almqvist's ledning har skett med ett pulver med 92 % verksam substans. Detta pulver finns ej längre att tillgå.

I båda fallen löses produkten i ren sprit.

Curt Almqvist kommer nu att praktiskt pröva på vilket sätt granulatformuleringen modifierar arbetsgången vid behandling.

Projektkostnader:

Eget arbete och en mindre ersättning till konsult uppgår hittills till totalt 35.000 kr.

/Staffan Nilsson

Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial

Jo2008/1883

Bilaga 14. Skötselstrategier för högförädlat plantmaterial



STIFTELSEN SKOGSBRUKETS FORSKNINGINSTITUT • THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN

UPPSALA Uppsala Science Park, SE-751 83, Uppsala, Sweden. Ph. +46 18 18 85 00 Fax. +46 18 18 86 00

EKEBO Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv, Sweden Ph. +46 418 47 13 00 Fax. +46 418 47 13 29

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar, Sweden Ph. +46 90 203 33 50 Fax. +46 90 203 33 60

skogforsk@skogforsk.se · www.skogforsk.se

Mixed stand establishment with genetically improved and unimproved plant material for Norway spruce

Simulations of future yields and impacts on forest management

Bullock, B.¹, Nyström, K.² and Rosvall, O.³

Status: Working paper, March, 2010

Introduction/Background:

This study examines the impact of different mixtures of genetically improved and unimproved Norway spruce seedlings on forest yield and implications for management activities. Improved genetic material is in short supply in today's forestry. The idea with mixed stands is that the "ordinary unimproved plant material" is used as a supplement to obtain dense stands that will help to shape the quality of the limited improved plant material. These "trainer" trees would optimally be cut during pre-commercial and commercial thinnings, leaving the improved material to grow until final harvest. The expected genetic gain, expressed as an increase in site productivity when compared to unimproved material, for Norway spruce in the third generation seed orchards, has been estimated by Rosvall et al. 2001 to be over 25 %. These seed orchards will be operational in Sweden around 2020. Today, there is already a possibility to achieve a genetic gain at that level by using vegetative bulk propagation on improved seedlings. However, the seedling production at the nurseries will not supply 100 % of the planting area with genetically improved seedlings. Currently, more than 4 out of 10 planted commercial seedlings are unimproved, i.e. originate from seeds collected from forest stands (Anon., 2009).

The specific objectives of this paper were to quantify the proportion (number of trees and basal area) of improved and unimproved seedlings at the time of the first commercial thinning. The analyses reference to a spruce plantation planted with 2600 stems per hectare mixed with unimproved and improved spruce seedling, 50 % of each. We have assumed a genetic gain of 30 % for the improved material on a plantation site with a site index of G28 for natural spruce stands according to the Swedish site quality system (Hägglund & Lundmark, 1981).

¹Department of Forestry and Environmental Resources, NCSU, 3102 Jordan Hall, Box 8008, Raleigh, North Carolina, 27695, USA

² Department of Forest Resource Management, SLU, SE-90183 Umeå, Sweden

³ Skogforsk, Box 3, SE-91821 Sävar, Sweden

Stand Establishment:

Height distributions were generated 10 years after planting (T_0), species wise (sp: improved resp. unimproved) using the two-parameter Weibull distribution (1), i.e. the location parameter $\alpha=0$.

$$f(x) = \frac{\lambda}{\beta} \left(\frac{x-\alpha}{\beta} \right)^{(\lambda-1)} \times \exp \left[- \left(\frac{x-\alpha}{\beta} \right)^\lambda \right] \quad x-\alpha > 0 \quad (1)$$

The scale parameter (β) is given by the expected mean height, $\bar{H}$, at time (T_0). The shape of the distribution is given by the shape parameter (λ) and is estimated by the expected height variation species wise within the stand expressed by the coefficient of variation in height (CVH), c.f. Fahlvik et al. 2005. The set of functions that were derived in this study based on species-wise data for spruce dominated plots in the Hugin-young stand survey are presented below:

$$\hat{CVH} = \exp \left[-0.1357 - 0.1731 \times \bar{H} + 0.1357 \times \ln(\bar{H}) - 0.1049 \times \text{Reg} - 0.1331 \times PL \right]$$

$$\hat{\lambda} = \exp \left[-0.08548 + 0.004844 \times \bar{H} + 0.11367 \times CVH - 1.1331 \times \ln(CVH) \right]$$

$$\hat{\beta} = 0.1159 + 1.0788 \times \bar{H} - 0.1222 \times CVH$$

Where:

$$CVH = \text{Coefficient of variation of tree heights, } CVH = \frac{Sdv(h)}{\bar{H}}$$

PL = 1 for plantations, else PL = 0

Reg = 1 if Clark Evans Spatial Index > 1.1, else Reg = 0

The variation in tree heights reflects the variability of the site (σ_s^2 , within stand variation) and the individual tree growth (σ_t^2 , inherent tree variability, genetic growth capacity). The within stand variation due to site variation is the main component (approximately 80% of total variability in initial height) and assumed to be equal for improved resp. unimproved plant material. The CVH for the improved genetic material was reduced by 10% to account for the assumed less inherent tree variability (σ_t^2) in genetically improved material.

Initial State:

The outcome of the derived functions of the expected height distributions at initial state (T_0), according to our assumptions, is illustrated in figure 1.

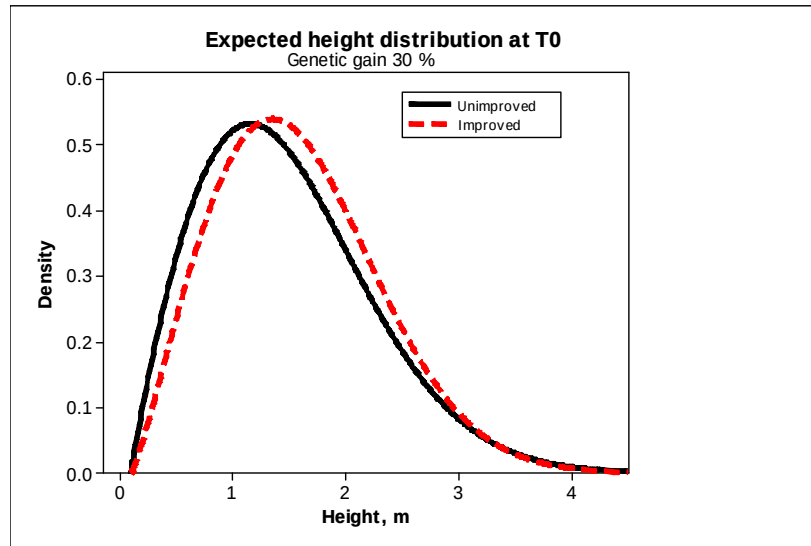


Figure 1. Estimated height distribution at 10 years total age of the mixed plantation of unimproved and improved Norway spruce seedlings.

The tree list used as the initial state at a total age of 10 years (T_0) were obtained by Weibull distributed random numbers given the estimated Weibull parameters (β , λ) according to the expected mean height and height variation, for the unimproved and improved seedlings. The growth unit in our growth model is individual trees on plots with an area of 100 m². 10 plots, each unique because of the randomly selected heights from the estimated height distribution, were simulated to represent the mixed stand at the initial state. The resulting empirical height distribution at the initial state in the simulations is presented in figure 2.

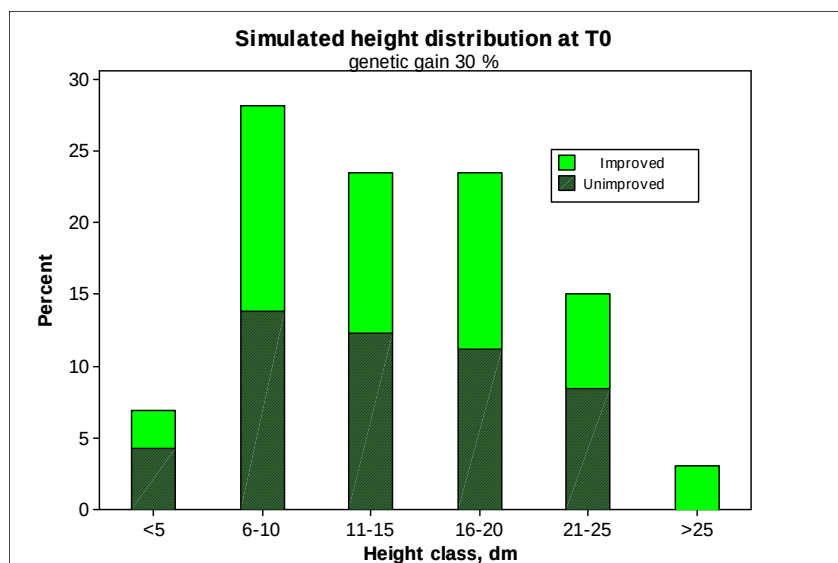


Figure 2. Proportions of number of stems in different height classes of unimproved and improved seedlings at initial state for the simulations.

Stand Growth:

Given the initial state of the stand, the stand development to first thinning (approximately 12 m) was estimated by height-age curves for crop trees and static relationships between diameter and height for individual trees (Elfving, 1982; Nyström & Söderberg, 1987). The effect of genetic gain in yield was assumed to be 30% greater than unimproved trees. For the example presented, that implies that the site index value increased from G28 for the unimproved to G31.9 for the improved trees.

For the example below, the stand was assumed to be composed of 50% improved genetic material and 50% unimproved genetic material at stand establishment of 2600 trees per hectare. Using the previously derived functions (stand establishment and growth functions), the stand was predicted from a total age of 10 years and the stand was then grown to 12 m mean height to simulate the first thinning at age 30 years. The mean height of the unimproved trees was 11.0 m and the mean height of the improved trees was 12.9 m, see figure 3.

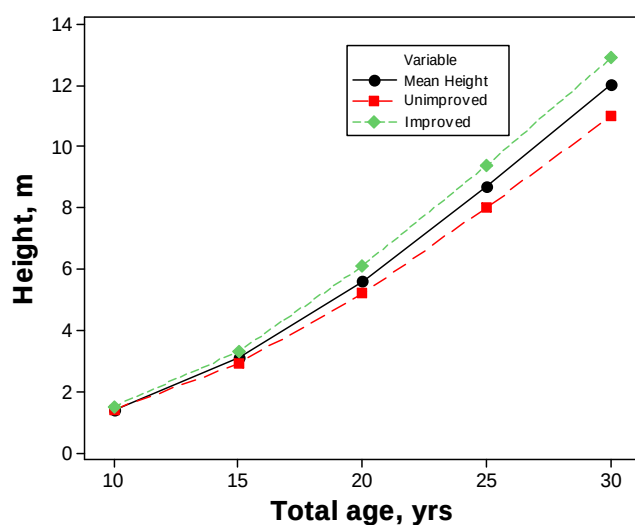


Figure 3. Mean height development for unimproved and improved seedlings

The basal area of the unimproved trees was estimated to 14.8 m²/ha and 24.2 m²/ha for the improved trees. The distribution of stems per hectare for each genetic background before thinning is shown in Figure 4.

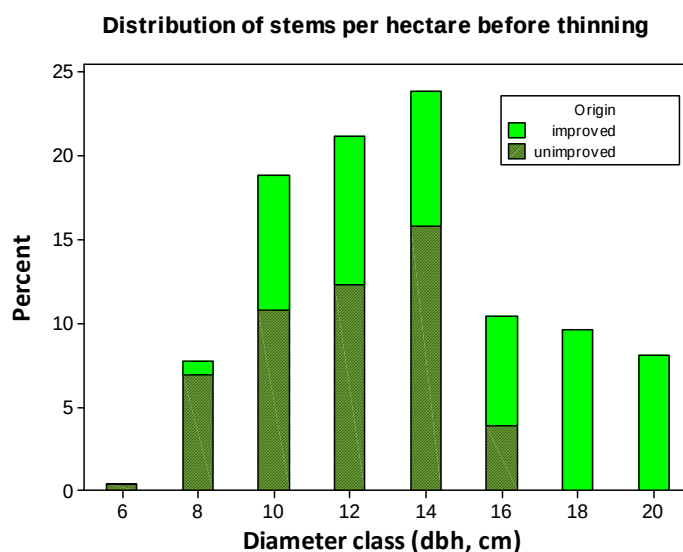


Figure 4. The distribution of stems for each genetic background before thinning

To determine which trees should be cut in a simulated thinning, a probability function (proportions) was used to determine which trees come from which size classes. The quartiles of the diameter distribution were used to estimate the proportion removed from each quartile. For the example given, 85% of the 1st quartile, 60% of the 2nd quartile, 40% of the 3rd quartile, and 15% of the 4th quartile were removed in the first commercial thinning.

improved material, have yet to be studied in more detail on empirical material. A research project titled, "Silviculture in genetically improved stands of Scots pine and Norway spruce" funded by Föreningen Skogsträdsförädling, has recently started to fill in our knowledge gaps in this area. Present study will be continued by comparing the impacts with different levels of assumed genetic response, and also by adding an effect to the improved seedlings simulating that a larger nursery stock is used, i.e. larger plants at planting.

Reference

- Anon. 2009. PLANTaktuellt, nr 1 2009. ISSN:1403-3321
- Elfving, B. 1982. HUGIN's ungskogstaxering 1976-1979. Swed.Univ. of. Agri. Sciences, Faculty of Forestry, Umeå. Projekt HUGIN, Rapport 27, 87 pp. (In Swedish.)
- Fahlvik, N., Agestam, E., Nilsson, U. & Nyström K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch.
- Hägglund, B. and Lundmark, J.-E. 1981. Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. National Board of Forestry, Jönköping, Sweden, 124 pp. ISBN 91-857448-14-5. (In Swedish)
- Nyström, K. and Söderberg, U. 1987. Tillväxtberäkningen för ungskog i HUGIN-systemet. En kontroll med data från återinventerade ungskogsytor. SLU, Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapport nr 18. ISSN 0281-7292. (In Swedish)
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G. 2002. Predicted genetic gain from existing and future seed orchards and clone mixes in Sweden. In: Haapanen, M. & Mikola, J. (eds.), Integrating tree breeding and forestry. Proceedings of the Nordic Group for Management of Genetic Resources of Trees, meeting at Mekrijärvi, Finland, March 23-27, 2001 (Research Papers 842, Finnish Forest Research Institute), 71–85. Vantaa. ISBN 951-40-1822-2.

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



SKOGFORSK

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