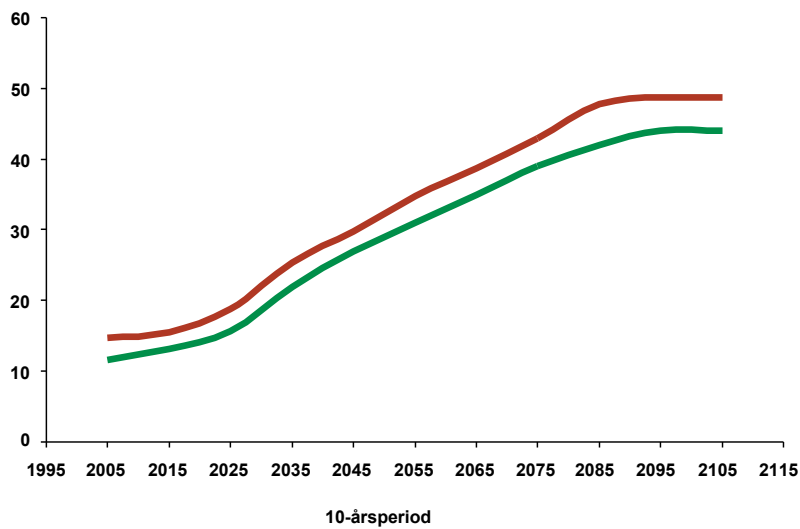


# ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 665 2008

Genetisk vinst hos  
fröplantageplantor, %



## Förädlingeffekter för simulering med Hugin i SKA 08

Ola Rosvall & Ulfstand Wennström

Ämnesord: Fröförsörjning, genetisk vinst, skogliga konsekvensanalyser, skogsproduktion.

## **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

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	4
Försättningar i Huginssystemet.....	4
Syfte .....	5
Förädlingsvinster i teori och praktik.....	5
Fröplantagevinster.....	6
Inväxning av naturföryngrade barr- och lövplantor.....	7
Provenienseffekter .....	8
Beståndsfröplantor av tall.....	8
Beståndsfröplantor av gran .....	11
Kombinerade förädlings- och provenienseffekter .....	11
Plantageplantor av tall.....	11
Plantageplantor av gran .....	11
Tillgång på fröplantageplantor och genetisk vinst 2005–2105 .....	14
Contortatall .....	20
Intensivt utnyttjande av förädlad material.....	20
Selektivt plockat tallplantagefrö (särplockning).....	21
Massförökning av elitfröpartier av gran med bulksticklingar.....	24
Ståndortsanpassning för optimal användning av förädlad plantmaterial .....	26
Genetiska effekter i befintlig skog.....	27
Referenser.....	27
Bilaga 1.....	29
Bilaga 2.....	31
Bilaga 3.....	33
Bilaga 4.....	35

## Sammanfattning

I den här rapporten redovisas uppgifter om genetiska vinster hos förädlade plantor och frön som föreslås bli tillämpade vid tillväxtberäkningar vid de nationella skogliga konsekvensberäkningarna för kommande 100-årsperiod i SKA 08. Utgångspunkten för de i den här rapporten redovisade beräkningarna var en sammanställning av genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar som utarbetades av Rosvall m.fl. (2001). Där framgår även hur vinstberäkningar kan göras.

För att kunna göra realistiska nationella tillväxtprognoser kompletterades vinstberäkningarna för olika skogsodlingsmaterial med nya prognoser för tillgången på förädlade plantor från nuvarande, påbörjade och planerade framtida fröplantager. Prognoserna över genetiska vinster och tillgång på skogsodlingsmaterial gjordes länsvis för att passa Huginssystemet.

I ett särskilt avsnitt beräknades effekterna av att tillämpa metoder som ger högre genetisk vinst än fröplantager. Det avser både tillgängliga metoder som selektiv skörd i fröplantager och bulksticklingar av högförädlade plantpartier men också eventuell framtida användning av SE-plantor (framställda genom somatisk embryogenes).

Resultaten visar att det under lång tid kommer att vara överskott på frö från tallfröplantagerna och underskott på frö från granfröplantagerna med undantag för gran i Svealand. Underskottet av granfrö kommer att bestå i ca 30 år. Det innebär en stark begränsning för att använda förädlade granplantor. Hur stor del av bristen som kan täckas med bulksticklingar eller SE-plantor beror på hur teknik och kostnader utvecklas för dessa förökningsmetoder.

Här redovisas de viktigaste vinstsiffrorna vid anläggning av ny skog med tall och gran uppdelad på N (Norrland och Svealand) och S (Götaland). Den genetiska vinsten redovisas i % ökad medeltillväxt och kan avse effekten jämfört med plantor av "rätt proveniens" eller jämfört med ortens oförädlade beståndsplantor, efter korrektion för bakgrundspollinering i fröplantagerna men inte för inväxning av träd av samma art som planterats:

Plantmaterial	Trädslag och landsända			
	Gran i N	Gran i S	Tall i N	Tall i S
<b>BASSCENARIE</b>				
<b>Beståndsplantor av lämplig proveniens</b>				
Populations- och förflyttningseffekt	7,5	11 (10–15)	Ökat antal huvudstammar, sänkt tillväxt	0
Eventuell reduktion för verklighetens inoptimalitet bör diskuteras	?	?	?	0
<b>Plantageplantor av lämplig proveniens</b>				
Populations- och förflyttningseffekt	4	5,6	Ökat antal huvudstammar	0
1:a omgången fröplantager Urvalseffekt	8,8	8,8	8,8	8,8
1:a omgången fröplantager Total genetisk vinst	12,8	14,4	Ökat antal huvudstammar + 8,8	8,8
Plantageplantor för olika beräkningsperioder,	Enligt tabell 7a tall och 7b gran med länsvisa genetiska vinster och omfattning på plantor i nuvarande och planerade fröplantager samt en ökning av förädlingsvinsten med ca 9 % vart 20:e år i framtida plantager			
1:a periodmitt 2015	16–49		Ökat antal huvudstammar i N +14–44	
<b>PRODUKTIONSSCENARIE</b>				
Selektiv skörd i tallfröplantager			Enligt tabell 9 med länsvisa tillväxteffekter	
1:a periodmitt 2015 Period 2–4	–	–	Ökat antal huvudstammar i N +15 +17–28	
Bulksticklingar	Enligt tabell 10 utan och med provenienseffekt			
1:a periodmitt 2015	27–32	29–36	–	–
Följande perioder	32–50	34–50	–	–

För contortatall finns i utgångsläget plantagefrö som ger 10 % ökad tillväxt, en siffra som kommer att öka med tiden (tabell 8).

I rapporten diskuteras efterhand möjligheterna att simulera effekterna i Hugin-systemet på ett tillfredsställande sätt och hur vissa beräkningsproblem skulle kunna lösas. I flera sammanhang diskuteras verklighetens inoptimalitet. Här redovisade vinster är dock konservativt räknade. Slutligen bör man ta ställning till hur eventuella förädlingseffekter i befintlig skog skall hanteras vid simuleringarna i Hugin.

## Inledning

- Skogsstyrelsen genomför under 2007 och 2008 en ny omgång skogliga konsekvensberäkningar, kallade SKA 08, för perioden 2010–2110, av den typ som tidigare gjorts med benämningarna SKA 99 och SKA 03. I skogliga konsekvensanalyser analyseras effekten av skogsskötsel och naturvård på framtida skogstillstånd, avverkningsmöjligheter och naturvårdstillstånd. SKA 08 omfattar förutom ett grundscenario baserat på ungefär nuvarande skogsskötsel och naturvård även scenarier för ökad skogsproduktion och ökad naturvård.
- I SKA 08 skall effekterna på tillväxt och överlevnad av proveniensval och skogsträdförädling inkluderas i grundscenariot. Dessutom skall ökad intensitet i användningen av förädlat material tillämpas i olika produktionsscenarier. Här redovisas hur tillväxteffekterna för dessa scenarier beräknats. Effekter och resonemang är till stor del hämtade från underlaget till de scenarier för ökad tillväxt som Skogforsk tidigare analyserat för Västernorrlands och Jönköpings län och som redovisats i ett dokument ”Tillväxtökningar simulerade med Hugin” (Rosvall 2003).

## FÖRSÄTTNINGAR I HUGINSYSTEMET

De skogliga konsekvensanalyserna genomförs med Hugin-systemet vid SLU och avser 100 år framåt i tiden uppdelad på 10-årsperioder. För en närmare beskrivning hänvisas till den senaste större analysen SKA 99 (Skogsstyrelsen, 2000). Utgångsläget för beräkningarna är Rikskogstaxeringens provytor. För SKA 08 är det provytor från perioden 1998–2002. Skötsel och naturvårdsprogram specificeras i detalj för olika skogsägarkategorier, beräkningsområden (län) och tidsperioder. Provytorerna i äldre skog skrivs fram med tillväxtfunktioner för äldre skog och i yngre skog med olika typer ungskogsfunktioner. Ny skog efter avverkning startas med ungsogsytor som hämtas ur särskild ungsogsdatabas. Valet av provyta beror på vilka föryngringsåtgärder som specificeras.

Hugin's tillväxtfunktioner för äldre skog (Söderberg, 1986) är framtagna ur taxeringsmaterial från ca 1970–1975 på ”borrkärngamla” träd. Funktionerna för ungskog och ungsogsdatabasen baseras på provytor från en särskild ungsogsinventering i skogar födda mellan ca 1950 och 1965 (Elfving 1982, 1992; Nyström, 2000). Ingetdera materialet för funktionsutvecklingen innehåller därmed föräd-

lingseffekter eller provenienseffekter av modernt slag. Undantaget kan vara gran i södra Sverige där ett visst inslag av kontinentgran kan finnas i ungskogsdatabasen men inflytandet på funktionerna är nog försumbart.

I den skog över ca 9 m som provtogs (klavytor) av Riksskogstaxeringen 1998–2002 och som är utgångsläge för scenarierna i SKA 08 förekommer det skog av ”rätt” proveniens eller förädlad skog, särskilt i södra Sverige där träden växer fortare och fler förädlade skogar har nått fram till klavytestadiet. Hur stor andel av nuvarande skog i som nått dit och innehåller förädlings effekter bör på något vis uppskattas och hanteras i beräkningarna. En grov uppskattning gjordes av Rosvall m.fl. (2004) vid en tidigare analys (bilaga 1). På motsvarande sätt bör metoder för framskrivningen av Riksskogstaxeringens inmätta ytor i ungskog och ungskogsdatabasens inhämtade ytor utvecklas för att de genetiska effekter skall kunna hanteras korrekt.

## **SYFTE**

Den här rapporten syftar till att ta fram genetiska effekter och tillgång på skogsodlingsmaterial under kommande århundrade. Vid avverkning i Hugin-simuleringarna skall man kunna välja mellan följande genetiska nivåer i den nya skogen:

- självföryngring med lokalt frö eller plantering med plantor av lokalt frö,
- plantering med plantor av lämplig proveniens,
- plantering med förädlade plantor.

Förädlings effekterna skall i bassceneriets första 10-årsperioder 2010–2040 avse plantering med plantor från befintliga eller nu planerad fröplantager och i kommande tidsperioder plantering med plantageplantor som kan förväntas ur nuvarande förädlingsprogram. Dessutom skall ett underlag skapas för genetiska effekter i mer produktionsorienterade skötsel scenarier.

## **Förädlingsvinster i teori och praktik**

Tillväxteffekter av förädling anges i % 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). Tillväxteffekterna simuleras bäst genom att öka ståndortsindex (SI) i motsvarande grad men det förutsätter tillväxtmodeller som är uppbyggda runt SI.

På basis av data för SI H100 och boniteten för tall och gran i norra och södra Sverige enligt Skogsstyrelsens gallringsmallar konstruerades funktioner för att beräkna ”SI-förädlad” när SI-oförädlad och tillväxtökningen i % är kända (ökning av medelproduktionen i %). Funktionerna redovisas i bilaga 2.

## FRÖPLANTAGEVINSTER

Förädlingsvinsten utgår från dem som framräknats för befintliga och planerade fröplantager i Rosvall m.fl. (2001). Fortsatt förädling beräknas ge ca 10 %-enheter tillväxtökning vart 20e år räknat på utgångsläget. Utvecklingen bryts godtyckligt vid mellan 50–60 % vinst, även om det är troligt att tillväxten jämfört med oförädlat kan fördubblas med förädling men tiden för att nå dit är osäker. Det spelar obetydlig roll för beräkningarna eftersom förädlingsvinster under senare delen av kommande 100-årsperiod får effekt först i nästa. Valet att räkna med %-enheter (och inte ränta på ränta) beaktar till viss del att den marginella genetiska vinstökningen för tillväxt är avtagande på lång sikt. För närvarande går förädlingen snabbar 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. fröplantageffekten.

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 ”fröplantageffekt” 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 inkorsningseffekt som varierar till följd av olika grad av bakgrundspollinering med oförädlat pollen.

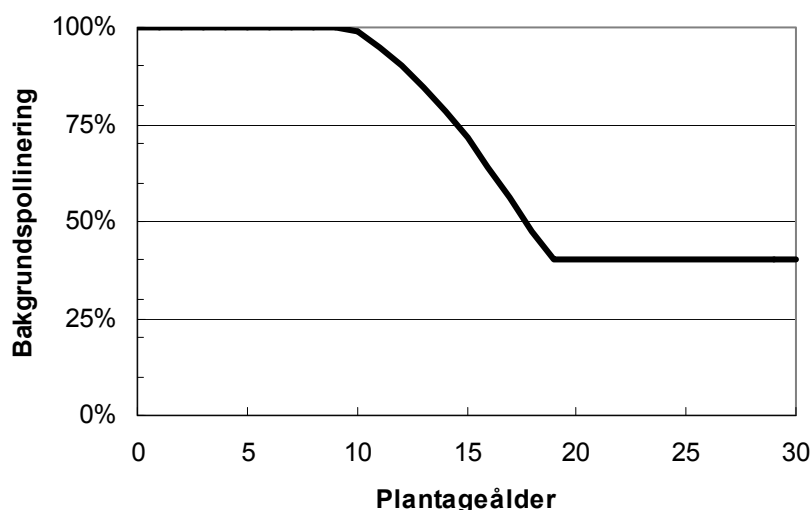
Den genetiska potentialen hos träden i de äldsta fröplantagerna är därmed  $6 + 2 + 2 = 10\%$  och i yngre plantager kan den t.ex. vara  $16 + 2 + 2 = 20\%$ . Bakgrundspollineringen minskar i betydelse med tiden när plantagens egen pollenproduktion ökar i mängd. Den uppskattas i en fullt producerande 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 plantagefröeffekten blir 8,8 % eftersom utkorsnings- och fröeffekten inte reduceras. Bakgrundspollineringen är större i unga än i äldre plantager.



Bakgrundspollineringen för både tall och gran har för det här arbetet skattats som en funktion av fröplantagens ålder (figur 1). Som grund för skattningen ligger verkliga observationen av pollenförekomst i en mängd tallfröplantager, främst norrländska. Vi antar att en pollenproduktion på över 25 kg/ha ger 40 % bakgrundspollinering. Bakgrundspollineringen  $y$  har skattats med funktionen.

$$y = 1 - 0,6 \times (0,13321p^2 - 0,1207p - 2,679)/25$$

där  $p$  är plantagens ålder.



Figur 1.  
Bakgrundspollineringen i tall- och granfröplantager som en funktion av plantagens ålder.

## INVÄXNING AV NATURFÖRYNGRADE BARR- OCH LÖVPLANTOR

Effekten av inväxning av naturföryngrade plantor av barr och löv bland de planterade förädlade träden skall hanteras på de provytor som samplas och skrivs fram i Hugin-beräkningarna. Det innebär ett problem för naturföryngrade plantor av samma art som det förädlade men inte för lövträd eller för annat barrträdsslag eftersom tillväxtfunktionerna är trädslagsvisa. Nedan redovisas några alternativa simuleringsmöjligheter.

Effekten av inväxning hanteras ofta i överslagsberäkningar genom att den genetiska vinsten reduceras med en faktor, t.ex. 0,8. Vid standardberäkningar med Hugin är reduktionsfaktorn beroende av stamantalet enligt tabell 1. Underlaget är hämtat från Hägglund (1983). Effekten av inväxning påverkas av röjning och gallring och verkar under den långa produktionsfasen. Ju större förädlingsvinst ju större chans att inväxten hamnar på efterkälke, röjs och gallras bort. Något ökad sannolikhet att inte komma med i den slutliga produktionsskogen borde även gälla för träd från plantagefrö uppkommet genom bakgrundspollinering. Hybridträden är mindre. Därför bör av dessa skäl inväxningens och inkorsningens effekt minskas med förädlingsnivån. Se de högra kolumnerna i tabell 1.

Tabell 1.  
Effekt av inväxningen på den genetiska vinsten och dess beroende av plantantal och förädlingsnivå.

Stammar/ha	Reduktionsfaktorer enl. Hägglund 1983	Reduktionsfaktor i nuvarande Hugin	Möjlig reduktionsfaktor vid högre genetisk vinst än 25 %
– 1 500	0,50	0,75	0,87
1 500 – 2 000	0,65	0,80	0,90
2 000 – 3 000	0,75	0,87	0,93
3 000 –	0,90	0,95	0,97

## Provenienseffekter

Förädlingsvinsterna i Rosvall et al. (2001) avser en genetisk effekt i den population som förädlats. Ofta men inte alltid är de ursprungliga plusträden valda i optimalt förflyttade populationer ("rätt proveniens") eller så förflyttas plantageplantorna före användning. För att få hela den genetiska effekten utöver lokalt oförädlad beståndsförö skall således en populationseffekt eller provenienseffekt adderas. Vi räknar med att utgångspopulationerna för plusträdsurvalet inte var lika optimalt förflyttade som dagens bruksprovenienser och/eller att förflyttning av nuvarande plantageplantor sker konservativt jämfört med bruksprovenienser. Provenienseffekten är därför större för plantor av beståndsförö än för plantageföröplantor.

## BESTÅNDSFRÖPLANTOR AV TALL

Förflyttning av tall tillämpas bara i norra Sverige varför det inte finns några effekter att ta hänsyn till i södra Sverige. Den i norra Sverige tillämpade sydförflyttning ger ökad överlevnad och därmed högre slutenhet men ger samtidigt minskad tillväxtpotential för de enskilda träden. Nettoeffekten vid samma antal utplanterade plantor och skötsel är ökad arealproduktion. Den på detta sätt sammantaget ökade medeltillväxten har prognostiserats för en hel omloppstid med hjälp av Eisches provenienser (Persson & Ståhl 1993) (tabell 2). Siffrorna får stöd av i fält uppnådda resultat från försök i Stefanssons provenienser som mätts vid betydligt högre ålder (Ericsson & Rosvall, 2004).

I tabell 2 anges effekten av optimal sydförflyttning på medeltillväxten för skogar på boniteter, SIH100, representativa för olika temperatursummor enligt Persson & Ståhl (1993) samt motsvarande beräknade värden enligt en funktion som tagits fram för att eventuellt kunna tillämpas i Hugin. Det är emellertid en mindre lämplig metod och tabellens främsta syfte är att redovisa de sammantagna produktions effekter av ökad överlevnad och något minskad tillväxt per träd som kan nås med proveniensförflyttning av tall.

Tabell 2:  
Förflyttningseffekt på medeltillväxten för tall i olika klimatlägen.

Skogsodlingslokalens tempertursumma, dygnsgrader	Effekt på medeltillväxten, % Från Persson och Ståhl (1993)	Effekt på medeltillväxten, % Beräknade värden <sup>1)</sup>
550	25	24
600	17	18
650	10	13
700	8	10
750	7	7
800	4	5
850	4	3
900	2	2
950	2	1
1 000	0	1
1 050	0	1
1 100	0	1

<sup>1)</sup> Proveniensen =  $\exp((0,00012029/2,0 + 11,83312) - 2,25883 \times \ln t\text{-sum} + 0,00166 \ln t\text{-sum}^4)$

I Hugin bör i stället provenienseffekterna simuleras separat för överlevnad (antal träd på en provyta som samplas från ungskogsdatabasen) respektive för tillväxten på de enskilda träden (utformning av tillväxtfunktioner etc.). En möjlighet skulle vara att sampla något tätare ytor så att fler barrhuvudstammar uppnås än det genomsnittliga för en viss temperatursumma. Rent praktiskt i Hugin kan detta simuleras genom att för ett visst klimatläge välja ungskogsytor från ett område med högre temperatursumma eller att sampla ytor med något högre ungskogskvalitet. Ungskogskvalitet är det mått som genereras av skötselåtgärder och styr samplingen av yta till beräkningsprogrammet. En viss tillväxtminskning skulle kunna nås genom att sänka SI för planterad tall. För tall finns det i dag och i framtiden nästan full täckning av plantagefrö. Därför kan effekten av att plantera beståndsföplantor av tall simuleras översiktligt.

Genomsnittliga effekter av sydförflyttning av tall redovisas i tabell 3. Där framgår bl.a. lokalproveniensen överlevnad i olika klimatlägen samt de optimala förflyttningssavstånden och deras effekt på överlevnad i % -enheter. Exemplet illustreras med skogsodningslokalens höjd över havet på breddgrad 63 men förflyttningseffekterna är oberoende av breddgrad.

I det operativa skogsbruket är och har inte förflyttningarna varit helt optimala. Därför skulle man kanske endast räkna med en viss andel av för förflyttningseffekten på överlevnad. Det illustreras i tabellens högra del med ett exempel där effekterna reduceras med en faktor 0,8 för plantageplantor och 0,5 för beståndsföplantor. Nivåerna bör utredas närmare före tillämpning.

Tabell 3.

Förflyttningseffekter för tall i norra Sverige enligt Rosvall m. fl. (1998). Effekterna gäller generellt för alla breddgrader men altituden för en tänkt lokal med viss temperatursumma är redovisad för breddgrad 63. I tabellens högra del ges exempel på korrektion för icke optimalt genomförande med en faktor 0,8 för plantageplanter 0,5 för beståndsplanter.

Temperatursumma	Altitud på latitud 63 för viss T-sum	Rekommenderad latitutförflyttning enl. figur 19 i Rosvall m.fl. (1998)	Avlästa effekter i Val av skogsodlingsmaterial på Skogforsks hemsida					Tänkbara korrigerade effekten på överlevnad att använda i Hugin-simuleringarna			
			Latitud-förflyttning	Överlevnad för lokalproveniensen	Överlevnad för flyttadproveniensen	Förflyttningseffekt på överlevnaden för flyttad proveniens	Index (Överlevnad X höjd) för flyttad proveniens	Förflyttningseffekter		Total överlevnad	
Graddagar	m	Lat.	Lat.	%	%	%		Plantage 0.8 %	Bestånd 0.5 %	Plantage 0.8 %	Bestånd 0.5 %
500	740		3	7	30	23		18,4	11,5	25,4	18,5
600	655	3,2	3	22	54	32	218	25,6	16,0	47,6	38,0
700	560	2,8	2,5	42	69	27	151	21,6	13,5	63,6	55,5
800	460	2,4	2	59	76	17	122	13,6	8,5	72,6	67,5
900	340	1,9	1,5 – 2,0	71	80	9	109	7,2	4,5	78,2	75,5
1 000	220	1,4	1,5	78	82	4	103	3,2	2,0	81,2	80,0
1 100	90	0,6	0	82	82	0	100	0,0	0,0	82,0	82,0
1 200	-60	0	0	82	82	0	100	0,0	0,0	82,0	82,0

## BESTÅNDSFRÖPLANTOR AV GRAN

Val av lämplig granproveniens ger framför allt ökad tillväxt och mindre frostskador. Även om frostskadorna sänker överlevnaden något är effekten av frost framför allt att utvecklingen fördröjs och medeltillväxten minskar. I södra Sverige används i huvudsak utländska granprovenienser. De uppskattas öka tillväxten med ca 10 % (Werner & Karlsson 1982; Persson & Persson 1992). På mycket frostlänta lokaler uppskattas tillväxtökningen vara 15 %. Det motsvarar en tidsvinst för de lämpliga provenienserna på mellan 3–5 år i jämförelse med de mer frostskadade lokala provenienserna. Med antagande att hårda frostskador drabbar 15 % av arealen blir den genomsnittliga vinsten 11 %. I Hugin kan det simuleras antingen med detta medeltal eller genom att låta olika tillväxteffekter uppkomma med olika sannolikhet. Jämfört med simuleringarna i F och Y län har vi nu med beaktande av ett större område av södra Sverige minskat provenienseffekten för gran i Södra Sverige från 12,5 till 11 % (Rosvall m.fl., 2004).

I norra Sverige uppskattas tillväxteffekten av att nordförflytta gran till i genomsnitt 7,5 % (Rosvall m.fl., 1998).

## Kombinerade förädlings- och provenienseffekter

### PLANTAGEPLANTOR AV TALL

Förädling av tall i norra Sverige sker både för att öka överlevnaden och tillväxten. Det möjliggör att kompensera för tillväxtförlusten hos hårdigare material. Dessutom kan materialen sydförflyttas för att ytterligare öka överlevnaden (minskar tillväxtpotentialen). Empiriska resultat visar att förlusten av tillväxtpotential vid sydförflyttning av plusträdsavkommor är mindre än för beståndsmaterial (Andersson m.fl. 2007).

Nuvarande tallplantager utsätts i genomsnitt för bakgrundspollinering av sydligt pollen, vilket sänker hårdighetspotentialen. Överslagsmässigt kan det i beräkningarna kvittas mot hårdighetsökningen genom förädlingen.

På sikt kommer förädlingen att kunna uppnå både god hårdighet och tillväxt och fröplantagerna kommer att planteras på samma breddgrad som användningen, vilket reducerar den negativa effekten av inkorsning på hårdigheten jämfört med nuläget. Vid simulering med Hugin är det därför lämpligt att välja provytor med högre överlevnad på samma sätt som vid sydförflyttning av beståndsfrö enligt tabell 3 och att tillämpa förädlingsvinsten för tillväxt fullt ut (reducerad för bakgrundspollinering). Effekten av att hänsyn då inte tas till minskad tillväxtpotential p.g.a. sydförflyttning är nog i det närmaste försumbart.

### PLANTAGEPLANTOR AV GRAN

Vid plantering med plantageplantor av gran nås av flera skäl inte samma provenienseffekt som vid flyttning av naturpopulationer. Dels har de ursprungliga plusträden inte alltid optimalt ursprung. Och dels består urvalsvinsten i gran till en del i att träden växer längre på hösten. De har med andra ord ett sydligt beteende, vilket minskar möjligheten till förflyttning. Det går därför inte att addera effekten av proveniens och effekten av urval i rätt proveniens. Vi antar här att ca 2/3 av provenienseffekten uppnås i plantagerna och reducerar den

effekten med bakgrundspollinering från vildpollen. Och vi förutsätter att bakgrundspollenet kommer från planteringszonens breddgrad.

I södra Sverige härrör både gamla och framtida granplantagematerial från introducerade granprovenienser med 10–15 % tillväxtökning beroende på frosteffekten, i genomsnitt 11 % enligt ovan. Med reduktionsfaktorn 2/3 blir den reducerade provenienseffekten ca 7 %. Med reduktion för bakgrundspollinering blir effekten 5,6 %. I norra Sverige är det osäkert om förädlade material skall komma ur lokala eller nordförflyttade populationer. Ofta tillämpas en svag nordförflyttning. Vi antar att detta kommer att optimeras med en vinst om 5 % reducerad till 4 % av bakgrundspollinering.

I tabell 4 finns underlaget sammanställt för att uppskatta provenienseffekter för förflyttat plantmaterial från bestånd och för plantagematerial samt den provenienseffekt som skall adderas till nuvarande och framtida plantageffekter.

Redovisade vinster avser att plantorna har lämpligt ursprung och förflyttas enligt rekommendationerna. I verkligheten uppnås inte detta fullt ut, varför någon form av reduktion kanske bör tillämpas. För proveniensförflyttning skulle det kunna ske med Hugins slumpgenerator och styras av en sannolikhet för att provenienseffekt uppnås eller inte. En enklare lösning skulle kunna vara att reducera alla förflyttningseffekter (provenienseffekter) med en faktor, t.ex. 0,8? För både bestånds och plantagematerial. Förädlings effekterna i plantagematerialen uppkommer även om plantorna inte flyttas optimalt och skall inte reduceras av detta skäl.

Tabell 4.

Förflyttningseffekter i % för beståndsrö och plantagematerial för tall och gran i norra (N) och södra (S) Sverige.

	Provenienseffekt i flyttat beståndsrö		Proveniens- och urvalseffekter i plantagerö både historiskt och framtida				
	Förflyttat beståndsrö	Tillämpat från år	Urvalsvinst för plusträd	Tillkommande provenienseffekt för plusträden	Vald provenienseffekt i förädlade material	Provenienseffekt i förädlade material efter bakgrundspollinering	Tillämpat från år
Gran							
S Sv Ej frostlänt	10	1970	10	- 10	5	4	1985
S Sv Frostlänt	15	1970	10	- 15	7	5	1995
N Sv	5-10	1970	10	- 5 (lokala)	5	4	1980
Tall							
S Sv	0	1970	10	0	0	0	1975
N Sv	- +30 % överlevnad - -8 % produktion - +30 index	1970	10	Se bilaga 1	Se bilaga 1	Se bilaga 1	1975
Contortatall	0	1970	10	0 %	0	0	1980
Björk	0	1970	5	5 %	0	?	1990

## Tillgång på fröplantageplantor och genetisk vinst 2005–2105

Med ledning av framtagna effekter har den realiserbara tillväxteffekten för varje befintlig, planerad och framtida fröplantage beräknats. I dagsläget 2007 kan befintliga fröplantager inte försörja plantskolorna med frö så att plantageplantor kan planteras på all föryngringsareal i alla landsändar. För att kunna simulera förädlingseffekterna behövs därför även kännedom om tillgången på fröplantageplantor i relation till det framtida plantbehovet.

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 av 154 000 ha. Arealfördelningen för plantering av tall och gran baserades på Riksskogstaxeringens uppdelning enligt bonitetsvisande trädsdrag. Den årliga föryngringsarealen bör öka i framtiden när omloppstiden minskar och därmed kan plantbehovet komma att öka. På kort sikt har vi antagit att plantbehovet är ca 150 milj. tallplantor och 200 milj. granplantor.

Det ungefärliga framtida plantbehovet för Hugins olika beräkningsområden (län och landsdelar) har tagits fram med ledning av de avverkningsarealer och de andelar som föryngrades med plantering i SKA 99 (Skogsstyrelsen, 2000). För tall användes prognosen utan ändringar. För gran har tillämpningen i SKA 99 ökat med en faktor 1,25 för att nå genomsnittsnivån 200 milj. granplantor. Vid beräkningarna har vi utgått ifrån att 2 300, 2 500 och 2 800 plantor planteras per ha i Norrland, Svealand respektive Götaland både för tall och gran. Antal producerade plantor per kg frö har beräknats vara 115 000 för granfrö och 130 000 för tallfrö i Norrland och Svealand och 110 000 i Götaland (Rosvall, 2003). De uppskattade plantbehoven redovisas i tabell 5.

En prognos har gjorts för produktionen av frö i varje befintlig fröplantage och för dess genetiska nivå och hur den förändras med tiden till följd av minskad bakgrundspollinering. Plantagematerialen har fördelats på Hugins beräkningsområden med ledning av plantagens optimala användningsområden. Den totala fröproduktionen uttryckt i tillgång på plantageplantor redovisas i tabell 6.

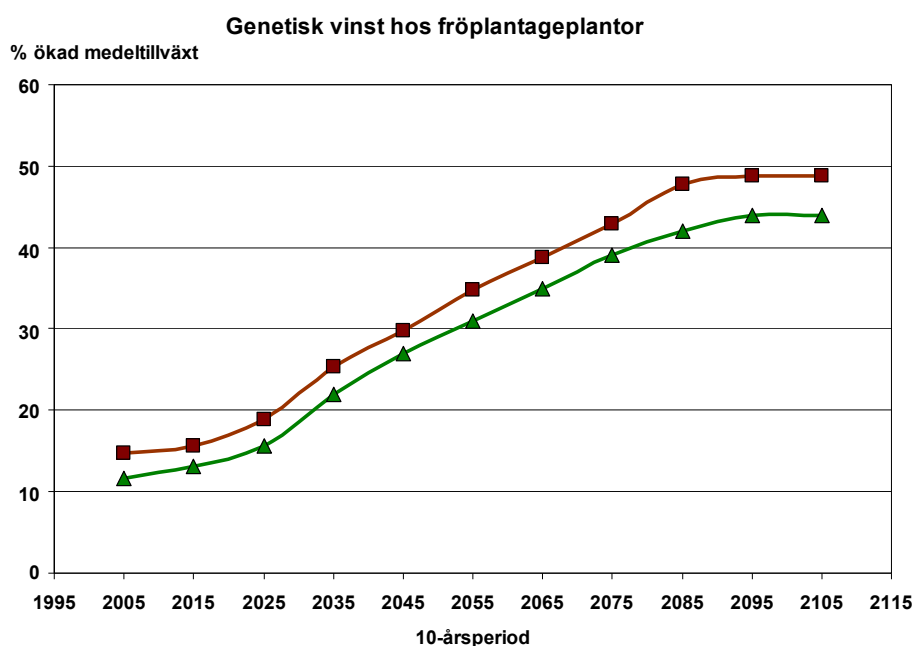
Där det uppkommit frööverskott som för tall används fröplantager med högre genetisk vinst före de med lägre. När ett genetiskt bättre frö kan skördas i en ny plantage med högre vinst så avslutas skörden i den äldre.

I den mån det är lämpligt har frö flyttats från överskotts- till underskottsområden. Som underlag för denna clearing användes behoven i tabell 5. För beräkningarna antogs ett optimalt utnyttjande av fröet. Det förutsätter en perfekt handel med frö, vilket inte är fullt realistiskt.



Effekten av att bara använda de bättre plantagematerialen av tall ingår i kalkylerade vinstsiffror. Frööverskottet efter särplockning för att producera tallplanter och dess något reducerade genetiska nivå redovisas i bilaga 3. Överskottet kan anses tillgängligt för skogssådd. För gran finns inget frööverskott.

Förädlingseffekterna tillsammans med tillgängliga plantkvantiteter redovisas länsvis för tall och gran i tabell 7a, 7b samt visas som genomsnitt för landet i figur 2. Provenienseffekter har adderats för gran. För tall i N tillkommer en överlevnadsvinst. För tall är tillgängliga plantkvantiteter oftast samma som behovet av planter. Överskottet av tallfrö redovisas i bilaga 3. Så småningom kommer nu befintliga och planerade fröplantager att ersättas med nya. Då är det möjligt att nå 100 % täckning med fröplantagefrö. Det förväntas ske efter år 2040.



Figur 2. Framtida förädlingsvinster för tall (trianglar) och gran (fyrkanter). För tall i norra Sverige skall en effekt av ökad överlevnad genom dels urval, dels sydförflyttning läggas till. Värdena för gran inkluderar en tillväxteffekt av proveniensförflyttning och det finns inga överlevnadseffekter av motsvarande slag som för tall i norra Sverige.

Tabell 5.

Uppskattat plantbehov av tall och gran som underlag för att beräkna under och överskott på tillgängliga fröplantageplantor.

Län		Plantbehov tall (miljoner plantor)				Plantbehov gran (miljoner plantor)			
		2005	2015	2025	2035	2005	2015	2025	2035
		2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39
Norrbottnens lappmark	BDL	13,8	18,8	18,6	15,5	4,5	3,3	4,4	5,6
Norrbottnens kustland	BDK	16,8	15,4	19,7	19,8	6,3	7,4	9,4	8,9
Västerbottnens lappmark	ACL	13,7	20,1	16,7	15,9	2,4	4,9	9,2	6,5
Västerbottnens kustland	ACK	11,9	13,6	13,7	11,6	4,5	4,7	4,6	6,3
Jämtlandsdelen av Jämtlands län	ZJ	8,6	8,9	7,8	13,3	11,6	11,3	16,4	16,9
Västernorrland	Y	12,3	11,6	14,8	16,8	3,7	6,8	8,2	7,6
Härjedalsdelen av Jämtlands län	ZH	3,9	4,8	7,2	6,8	1,0	1,1	0,9	2,9
Särna Idre	WSI	1,6	0,8	3,0	3,8	0,0	0,2	0,3	0,2
Gävleborgs län	X	9,7	10,6	9,8	7,9	6,2	9,7	8,0	7,7
Dalarna, exkl. Särna Idre	WÖ	14,3	15,4	18,8	20,8	6,3	8,4	11,9	15,1
Västmanlands län	U	1,2	1,2	1,5	1,3	4,0	4,7	6,4	7,1
Uppsala län	C	1,5	1,9	1,1	1,4	5,8	7,0	6,7	6,6
Stockholms län	B	0,7	1,2	0,8	1,5	5,1	3,8	4,3	3,0
Värmland	S	3,1	3,9	4,7	5,3	10,1	10,8	15,5	16,4
Örebro	T	2,6	2,6	2,4	2,0	5,2	5,3	6,5	7,5
Skaraborgs län	R	1,0	1,2	2,0	0,8	2,8	3,0	4,3	4,0
Göteborg och Dalsland	OPD	0,7	1,7	1,3	0,8	2,2	2,6	3,1	2,7
Södermanland	D	0,8	1,0	1,1	0,6	5,3	7,1	8,3	4,9
Östergötland	E	1,8	2,9	2,1	2,4	11,5	9,0	14,0	13,5
Västergötland	PV	1,3	1,1	1,1	0,9	12,1	8,0	11,7	13,0
Jönköping	F	2,1	1,3	1,8	2,4	13,3	11,8	14,6	13,7
Kronoberg	G	1,1	1,1	2,4	1,9	13,2	13,2	13,9	13,8
Kalmar	H	1,2	1,3	2,1	1,4	12,4	11,7	10,5	13,6
Halland	N	0,3	0,4	0,4	0,6	6,0	6,8	7,5	6,0
Blekinge	K	0,2	0,8	0,7	0,7	6,5	6,2	5,7	5,9
Skåne	LM	0,8	0,8	0,7	0,9	11,1	13,4	13,2	11,4
Gotland	I	2,3	2,6	2,7	2,3	0,2	0,4	0,7	0,5
Hela Sverige		129	147	159	159	173	183	220	221

Tabell 6.

Total tillgång på plantageplantor av tall om alla fröplantager skördas samt motsvarande genetisk vinst. En effekt på överlevnaden tillkommer i norr. Genetiska vinster har beräknats för full tillgång på frö från fjärde generationens fröplantager från år 2033.

Län		Förväntad skörd (miljoner tallplantor) 2006–2040				Genomsnittlig genetisk vinst för tall i skörd 2007–2040 och utjämnad prognos 2040-										
		2005	2015	2025	2035	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	2105
		2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2040-49	2050-59	2060-69	2070-79	2080-89	2090-99	2100-09
Norrbottnens lappmark	BDL	19	28	30	26	0,10	0,11	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Norrbottnens kustland	BDK	28	36	37	32	0,09	0,10	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västerbottnens lappmark	ACL	25	32	35	33	0,10	0,11	0,13	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västerbottnens kustland	ACK	13	16	24	28	0,12	0,13	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Jämtlandsdelen av Jämtlands län	ZJ	22	26	29	27	0,10	0,12	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västernorrland	Y	21	30	49	59	0,12	0,14	0,17	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Härjedalsdelen av Jämtlands län	ZH	12	14	13	11	0,11	0,13	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Särna Idre	WSI	3	4	4	4	0,10	0,11	0,14	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Gävleborgs län	X	27	27	29	31	0,10	0,11	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Dalarna, exkl. Särna Idre	WÖ	55	49	48	48	0,10	0,11	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västmanlands län	U	10	8	7	6	0,10	0,10	0,13	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Uppsala län	C	5	4	4	4	0,11	0,12	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Stockholms län	B	2	2	2	2	0,11	0,12	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Värmland	S	44	37	32	27	0,10	0,10	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Örebro	T	20	17	13	7	0,10	0,10	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Skaraborgs län	R	5	5	4	3	0,09	0,09	0,10	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Göteborg och Dalsland	OPD	8	8	5	3	0,10	0,10	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Södermanland	D	2	2	2	2	0,11	0,12	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Östergötland	E	7	7	5	3	0,09	0,09	0,11	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västergötland	PV	3	3	2	1	0,09	0,10	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Jönköping	F	4	5	4	3	0,09	0,10	0,13	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Kronoberg	G	6	5	4	3	0,09	0,09	0,11	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Kalmar	H	6	5	4	2	0,09	0,09	0,10	0,19	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Halland	N	7	7	5	3	0,10	0,10	0,13	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Blekinge	K	1	1	1	1	0,09	0,09	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Skåne	LM	13	13	9	6	0,10	0,10	0,13	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Gotland	I	8	8	6	4	0,09	0,09	0,11	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Summa/medeltal		374	401	406	380	0,10	0,11	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44

Tabell 7a.

Genetiska vinster för tallplantageplantor. En effekt på överlevnaden tillkommer i norr. Plantmängderna är grundade på behovsprognosen (plantöverskotten redovisas i bilaga 3). Genetiska vinster har beräknats för full tillgång på frö från fjärde generationens fröplantager från år 2033.

Län		Förväntad skörd (miljoner tallplantor) 2006–2040				Genomsnittlig genetisk vinst för tall i skörd 2007–2040 och utjämnad prognos 2040-											
		2005	2015	2025	2035	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	2105	
		2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2040-49	2050-59	2060-69	2070-79	2080-89	2090-99	2100-09	
Norrbottnens lappmark	BDL	14	18	18	15	0,11	0,12	0,13	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Norrbottnens kustland	BDK	16	15	19	19	0,09	0,11	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Västerbottnens lappmark	ACL	13	20	17	16	0,11	0,13	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Västerbottnens kustland	ACK	12	13	13	20	0,12	0,15	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Jämtlandsdelen av Jämtlands län	ZJ	8	9	8	16	0,13	0,17	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Västernorrland	Y	12	11	15	24	0,14	0,18	0,20	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Härjedalsdelen av Jämtlands län	ZH	4	5	7	7	0,16	0,19	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Särna Idre	WSI	2	1	3	4	0,11	0,16	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Gävleborgs län	X	9	10	10	11	0,12	0,15	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Dalarna, exkl. Särna Idre	WÖ	14	15	18	24	0,12	0,14	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Västmanlands län	U	1	1	1	3	0,13	0,14	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Uppsala län	C	2	2	1	2	0,13	0,14	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Stockholms län	B	1	1	1	1	0,13	0,13	0,17	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Värmland	S	3	4	5	12	0,13	0,14	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Örebro	T	3	3	3	3	0,13	0,14	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Skaraborgs län	R	1	1	2	1	0,10	0,10	0,11	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Göteborg och Dalsland	OPD	1	2	2	1	0,13	0,12	0,16	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Södermanland	D	1	1	1	1	0,13	0,13	0,16	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Östergötland	E	2	3	3	3	0,10	0,10	0,12	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Västergötland	PV	2	1	1	1	0,10	0,11	0,13	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Jönköping	F	2	1	2	3	0,10	0,11	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Kronoberg	G	1	1	3	2	0,10	0,11	0,11	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Kalmar	H	1	1	2	2	0,10	0,11	0,10	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Halland	N	0	0	1	2	0,12	0,12	0,17	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Blekinge	K	0	1	1	1	0,10	0,10	0,14	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Skåne	LM	1	1	2	3	0,12	0,12	0,17	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Gotland	I	3	3	3	3	0,10	0,10	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	
Summa/medeltal		129	146	161	199	0,12	0,14	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44	

Tabell 7b.

Genetiska vinster för granplantageplanter inklusive provenienseffekt (4,0 % i norr t.o.m. Värmland, 5,6 % i söder). Genetiska vinster har beräknats för full tillgång på frö från fjärde generationens fröplantager från år 2033.

Län	Förväntad skörd (miljoner granplantor) 2006–2040				Genomsnittlig genetisk vinst för gran i skörd 2007–2040 och utjämnad prognos 2040-											
	2005	2015	2025	2035	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	2105	
	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2040-49	2050-59	2060-69	2070-79	2080-89	2090-99	2100-09	
Norrbottnens lappmark	BDL	4	4	4	4	0,13	0,13	0,17	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Norrbottnens kustland	BDK	6	7	8	5	0,13	0,13	0,17	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Västerbottnens lappmark	ACL	3	5	8	7	0,13	0,14	0,19	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Västerbottnens kustland	ACK	4	5	5	8	0,13	0,14	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Jämtlandsdelen av Jämtlands län	ZJ	8	11	13	18	0,13	0,14	0,19	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Västernorrland	Y	4	7	9	13	0,13	0,14	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Härjedalsdelen av Jämtlands län	ZH	1	1	1	2	0,13	0,16	0,22	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Särna Idre	WSI	0	0	0	0	0,13	0,15	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Gävleborgs län	X	7	11	9	13	0,17	0,17	0,22	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Dalarna, exkl. Särna Idre	WÖ	7	9	13	18	0,17	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Västmanlands län	U	4	5	7	8	0,13	0,13	0,15	0,24	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Uppsala län	C	6	8	7	7	0,13	0,13	0,15	0,24	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Stockholms län	B	5	4	5	4	0,13	0,13	0,15	0,24	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Värmland	S	11	12	16	17	0,15	0,15	0,16	0,24	0,29	0,34	0,38	0,42	0,47	0,48	0,48
Örebro	T	6	6	6	8	0,14	0,14	0,17	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Skaraborgs län	R	3	3	5	8	0,16	0,17	0,21	0,27	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Göteborg och Dalsland	OPD	2	3	3	3	0,16	0,16	0,17	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Södermanland	D	6	7	7	6	0,14	0,14	0,16	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Östergötland	E	12	10	15	15	0,16	0,17	0,19	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Västergötland	PV	7	8	11	14	0,17	0,18	0,20	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Jönköping	F	8	10	15	18	0,17	0,17	0,20	0,27	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Kronoberg	G	7	9	14	17	0,17	0,17	0,20	0,27	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Kalmar	H	6	8	11	16	0,17	0,18	0,21	0,27	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Halland	N	4	5	7	9	0,17	0,18	0,20	0,27	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Blekinge	K	3	4	5	6	0,17	0,17	0,19	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Skåne	LM	8	10	12	12	0,17	0,17	0,19	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Gotland	I	0	0	0	1	0,17	0,18	0,19	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50
Summa/medeltal		143	171	218	257	0,15	0,16	0,19	0,25	0,30	0,35	0,39	0,43	0,48	0,49	0,49

## Contortatall

I utgångsläget 2005 och för de närmaste perioderna finns det plantagefrö av contortatall så att det räcker till 100 milj. plantor med 10 % genetisk vinst. Vid 2 300 plantor/ha behövs det 32 milj. plantor till den tillåtna arealen 14 000 ha per år. Företagen har nu påbörjat den 2a omgången fröplantager (ca 25 % vinst), vilket gör att man i genomsnitt kan räkna med 21 % ökad tillväxt i period 2, 2020–2030 (tabell 8). Framtida vinster är hämtade från Rosvall m.fl. (2001) och förutsätter att förädlingsprogrammet fortsätter i nuvarande takt.

Tabell 8.  
Genetisk vinst i % ökad medeltillväxt hos  
plantageplantor av contortatall.

Period	Period-mitt	Fröplantage, %
0	2005	10
1	2015	10
2	2025	21
3	2035	28
4	2045	34
5	2055	40
6	2065	45
7	2075	50
8	2085	53
9	2095	53
10	2105	53

## Intensivt utnyttjande av förädlad material

Det finns en rad åtgärder med genetisk effekt utöver att använda fröplantageplantor som kan vidtas för att öka den genetiska vinsten i skogsodlingsmaterialen och som skulle kunna simuleras i ett ”Ökad tillväxt scenario”.

På kort sikt möjliggör överskottet av tallfrö att bara de bästa träden i plantagerna kan skördas, s.k. selektiv skörd eller särplockning. Den möjligheten finns inte för gran. En generell övergång till vegetativ förökning skulle reducera väntetiden på att förädlingsframsteg omsätts i praktiken med ca 15 år för tall och 20 år för gran. De skulle kunna ske med somatisk embryogenes, SE. Tekniken är i dag bara möjlig för gran och bara för att massföröka ett fåtal utvalda kloner efter testning i fältförsök. Tekniken har utvecklats för denna försökmässiga skala. Syftet är att på sikt kunna tillämpa klonskogsbruk.

Med mer utvecklade förökningsprotokoll kan man tänka sig att inte bara massföröka kloner utan även fröpartier från bra föräldrar, s.k. bulkförökning. Då blir det inte ett egentligt klonskogsbruk eftersom antalet moderplantor som klonas räknas i 10 000 tal. Den genetiska vinsten blir bara några procent lägre genom att bulkföröka avkommor till de testade utvalda klonerna jämfört med att massföröka och använda klonerna själva i klonskogsbruk. De kan korsas artificiellt och de juvenila korsningsplantorna kan bulkförökas med sticklingar eller SE. Förökning med SE-plantor har potential att bli en mer industrialiserad metod för massförökning än förökning med sticklingar. Men SE-tekniken är inte kommersiellt tillgänglig.

Bulksticklingar av gran finns på marknaden men till ett högre pris. De kan tillämpas i program där högförädlade frö- och plantpartier förökas upp med en faktor 10 till 1 000. Den högre tillväxten ger lönsamhet vid den högre kostnaden och det är tänkbart att marknaden kan växa.

SE-plantor eller vanlig bulksticklingsteknik skulle få särskilt stor effekt på kort sikt, eftersom det är brist på fröplantageplantor och alternativet sett på landsnivå för närvarande är oförädlade beståndsfröplantor av lämplig proveniens. På lång sikt vid en tänkt behovstäckning med plantagefrö är den marginella vinstökningen med SE-plantor mindre. Vegetativ förökning skulle då minska väntetiden i fröplantagerna och eliminera effekten av bakgrundspollinering.

För ett bättre utnyttjande av befintliga begränsade plantpartier gäller det enkla förhållandet att effekten av förädlad material är störst ju bättre ståndorten är (Almqvist m.fl. 2008). Produktionen skulle alltså öka mest om det mest högproduktiva materialet kunde planteras på de bästa markerna. I vad mån det kan realiseras får bedömas och specificeras av scenariobyggarna i SKA 08.

### **SELEKTIVT PLOCKAT TALLPLANTAGEFRÖ (SÄRPLOCKNING)**

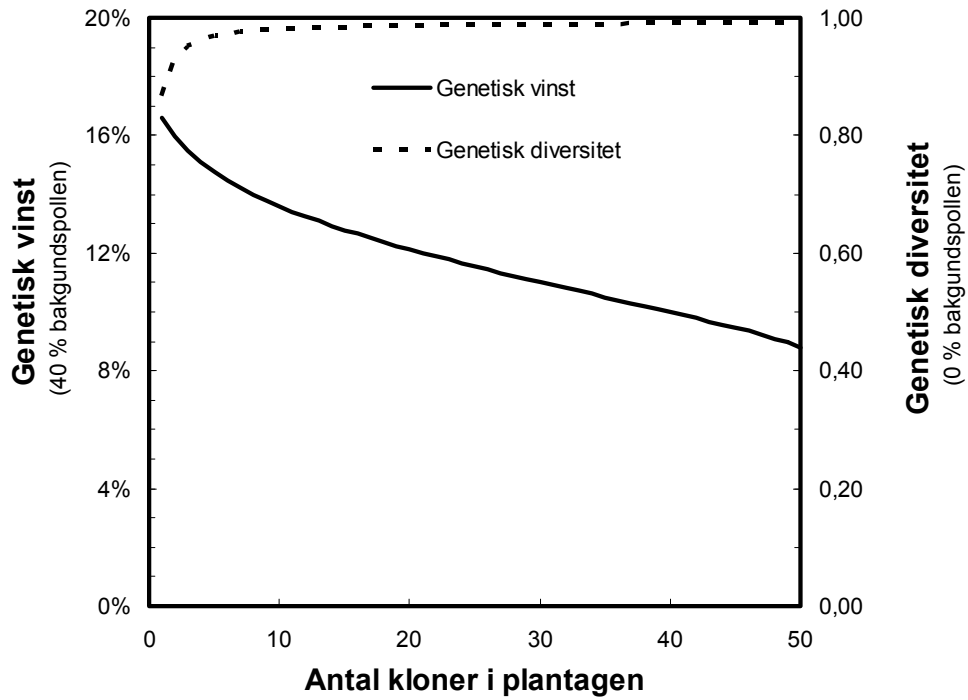
I rådande överskottssituation planerar skogsbruket att använda det bästa tallplantagefröet till plantproduktion och resten till skogssådd. Under de närmaste 20–30 åren kommer det att vara möjligt att plocka kottar på de bästa träden i fröplantagerna och därmed höja den genetiska vinsten med ca 3,5 % (korrigerad för bakgrundspollinering) utan att minska diversiteten (Wennström & Rosvall, 2006).

Vid beräkning av särplockningseffekterna har vi beaktat att den genetiska diversiteten inte skall bli för låg. Som mått användes gene diversity (GD). GD uttrycker effekten av allelförlust så att måttet är proportionellt mot variansförlusten. Gränsen sattes till gendiversitetsmättet 96,9 %, vilket innebär 3,1 % förlust av varians och motsvarar en plantage med 16 obesläktade träd (Lindgren & Prescher, 2005). I en fröplantage med 50 träd motsvaras detta av en skörd från 6 träd vid 0 % bakgrundspollinering (figur 3). Orsaken till att 6 träd kan ha en genetisk diversitet motsvarande 16 träd är att antalet fäder är så högt. Vid ökad bakgrundspollinering ökar också diversiteten men det har vi bortsett ifrån.

De äldre plantagerna är anlagda med fenotypiskt valda plusträd. Genomsnittsträdet i en äldre fröplantage ger 8,8 % högre genetisk vinst än beståndsfrö vid 40 % bakgrundspollinering. Vinsten för de enskilda träden varierar stort och särplockning av de 6 bästa träden av 50 skulle öka den genetiska vinsten med 5,7 %-enheter till +14,5 %-enheter (figur 3).

Vi har beräknat den genetiska vinsten vid särplockning län för län och plantage för plantage förutsatt den prognos av planbehov som redovisas i tabell 5. Vi har tagit hänsyn till att möjligheten till särplockning avtar med tiden. De nuvarande fröplantagerna blir till slut för gamla och nya plantager har genomgående högre vinst än de bästa träden i de gamla plantagerna. Och i de nya plantagerna är alla träd ”lika bra”, vilket minskar möjligheterna till selektionsvinster av särplockning den dag dessa plantager ersätts med ännu bättre. Vid beräkningen har därför plantager med överskott och en genetisk vinst som är lägre än 18 %

särplockats medan plantager med större vinst plockats i sin helhet. Särplockningen tilläts aldrig understiga 10 % av träden. Resultaten redovisas i tabell 9.



Figur 3. Genetisk vinst och genetisk diversitet (gene diversity GD) vid särplockning i en första generationens fröplantage med 50 fenotypiskt valda plusträd. Den genetiska vinsten är beräknad med antagande om 40 % bakgrundspollinering och den genetiska diversiteten med antagande om 0 % bakgrundspollinering.



Tabell 9.

Genetiska vinster för tallplantageplantor efter selektiv skörd (särplockning). En effekt på överlevnaden tillkommer i norr. Plantmängderna är de samma som i tabell 7a och grundade på behovsprognosen (plantöverskotten redovisas i bilaga 3).

Län		Förväntad skörd (miljoner tallplantor) 2006–2040				Genomsnittlig genetisk vinst för tall i skörd 2007–2040 och utjämnad prognos 2040-										
		2005	2015	2025	2035	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	2105
		2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2040-49	2050-59	2060-69	2070-79	2080-89	2090-99	2100-09
Norrbottnens lappmark	BDL	14	18	18	15	0,11	0,13	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Norrbottnens kustland	BDK	16	15	19	19	0,11	0,13	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västerbottnens lappmark	ACL	13	20	17	16	0,12	0,14	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västerbottnens kustland	ACK	12	13	13	20	0,12	0,15	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Jämtlandsdelen av Jämtlands län	ZJ	8	9	8	16	0,15	0,18	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västernorrland	Y	12	11	15	24	0,15	0,18	0,20	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Härjedalsdelen av Jämtlands län	ZH	4	5	7	7	0,16	0,19	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Särna Idre	WSI	2	1	3	4	0,13	0,17	0,16	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Gävleborgs län	X	9	10	10	11	0,15	0,16	0,19	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Dalarna, exkl. Särna Idre	WÖ	14	15	18	24	0,15	0,16	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västmanlands län	U	1	1	1	3	0,16	0,16	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Uppsala län	C	2	2	1	2	0,15	0,15	0,18	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Stockholms län	B	1	1	1	1	0,16	0,14	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Värmland	S	3	4	5	12	0,16	0,17	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Örebro	T	3	3	3	3	0,16	0,16	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Skaraborgs län	R	1	1	2	1	0,14	0,13	0,13	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Göteborg och Dalsland	OPD	1	2	2	1	0,16	0,14	0,17	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Södermanland	D	1	1	1	1	0,15	0,14	0,17	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Östergötland	E	2	3	3	3	0,13	0,13	0,13	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Västergötland	PV	2	1	1	1	0,12	0,13	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Jönköping	F	2	1	2	3	0,12	0,14	0,17	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Kronoberg	G	1	1	3	2	0,13	0,14	0,12	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Kalmar	H	1	1	2	2	0,13	0,14	0,12	0,20	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Halland	N	0	0	1	2	0,17	0,17	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Blekinge	K	0	1	1	1	0,14	0,11	0,15	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Skåne	LM	1	1	2	3	0,17	0,17	0,18	0,23	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Gotland	I	3	3	3	3	0,13	0,13	0,14	0,21	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44
Summa/medeltal		129	146	161	199	0,13	0,15	0,17	0,22	0,28	0,30	0,36	0,37	0,44	0,44	0,44

## **MASSFÖRÖKNING AV ELITFRÖPARTIER AV GRAN MED BULKSTICKLINGAR**

För gran är det fröbrist under ca 30 år. Det finns för få granplantager. Nya plantager behöver anläggas och dessa tillsammans med nyligen anlagda plantager behöver tid på sig för att utvecklas. Plantor odlade ur begränsade högförelade fröpartier kan multipliceras upp med sticklingar, s.k. bulkförökning. Varje planta ger då upphov till ett antal kopior, en klon. Men detta bör inte kallas klonskogsbruk. I klonskogsbruk massförökas ett fåtal t.ex. 10–100 kloner i 100 000 tals kopior medan vid bulkförökning massförökas kanske 100 000-tals plantor med 10–1 000 kopior.

Bulksticklingar är dyrare än plantor men ekonomiska kalkyler visar på ett helt realistiskt betalningsutrymme för sticklingar med bibehållen lönsamhet för aktuella nivåer på förädlingsvinst och om plantorna sätts på medelgoda marker eller bättre. Med tiden stiger den genetiska vinsten och därmed även lönsamheten vid plantering även på svagare granmarker.

Med SE-plantor kan man nå ytterligare några procent ökad vinst genom att föröka ett fåtal testade kloner och det skulle ge ytterligare några års tidsvinst för att realisera förädlingsframstegen. På marginalen blir vinsten mot bulksticklingar dock inte så stor. Det kommer att dröja åtskilliga år innan sortimentet finns på marknaden och priset är svårbedömt. Om man i scenarierna vill fånga en förväntning på ökad användning av SE plantor kan de ske genom att tillämpa bulksticklingar i lite större omfattning än annars.

### **Omfattning av plantering av bulksticklingar**

I vilken omfattning skall tillämpningen av bulksticklingar simuleras? För närvarande är det tillåtet att tillämpa klonskogsbruk på 5 % av en fastighets areal. Det kan förefalla lite men är ändå betydande, vilket framgår av följande överslagsberäkning som redovisas som ett stöd för att dimensionera användningen av bulksticklingar i ett produktionsscenario.

Årligen avverkas ca 240 000 ha varav ca 50 % gran = 120 000 ha, varav hälften har tillräckligt bra bonitet = 60 000 ha, varav en fjärdedel planteras med sticklingar = 15 000 ha. Det innebär ca 35 milj. sticklingar per år vid plantering av 2 300 sticklingar per ha. Totalt planteras i storleksordningen 200 milj. granplantor per år. Vid 80 års omloppstid skulle då 15 000 ha × 80 år totalt beskoga 1,2 milj. ha, vilket är ca 5 % av skogsmarken.

Om medelboniteten på aktuell areal är 8 m<sup>3</sup>sk skulle tillväxtökningen för plantagematerial vara 1 milj. m<sup>3</sup>sk vid +10 % förädlingsvinst (1,2 milj. ha × 8 m<sup>3</sup>sk × 0,10). För sticklingar med +20 % förädlingsvinst planterade på all areal blir tillväxtökningen 2 milj. m<sup>3</sup>sk. I Hugin-simuleringarna kommer vinsten att kunna ökas successivt under hela århundradet och då med sticklingalternativet ligga ca 8–10 % över vinsten av plantageplantor vid en viss tidpunkt. Dessutom kanske styrningen till höga boniteter kan skärpas. Ett offensivt scenario skulle kunna omfatta plantering av 50 milj. gransticklingar per år, vilket är ca 25 % av alla granplantor. I bilaga 4 redovisas ett förslag till fördelning av 20 000 ha per år bulksticklingar på beräkningsområden, boniteter och skogsägarkategorier.

## Genetisk vinst för bulksticklingar genom kontrollerade korsningar

Underlaget för att beräkna de genetiska vinsterna med att använda bulksticklingar är hämtade från Rosvall m.fl. (2001). Där redovisas vilket år det är möjligt att bygga en ny fröplantage baserad på testade avkommor av de ursprungliga plusträden eller klonerna (testade F1-träd) för samtliga landsändar. Dessutom gavs underlag för en noggrann beräkning av den genetiska vinsten. För gran tas steget till testade F1 träd 2020–2022 i norra Sverige och 2010–2015 i södra Sverige. I bulksticklingsalternativet räknar vi med att det är möjligt att framställa korsningar från dessa träd 5 år senare och att det tar ytterligare 5 år för korsning, plantproduktion och framställning av utplanterbara sticklingar.

Den genetiska vinst vid denna tidpunkt som kan användas i detta sammanhang består enligt Rosvall m.fl. (2001) av:

- en ursprunglig urvalsvinst av plusträd och kloner,
- utkorsningseffekt (träden är obesläktade),
- selektionsvinst efter test av plusträd och kloner i generation P till effektivt antal ( $N_s$ ) 15 i varje population
- förnyat urval i F1-avkomman motsvarande  $N_s$  15.
- en extra vinst genom samtidigt urval i flera populationer (kan ses som ett snävare urval d.v.s. en generellt ökad selektionsintensitet).

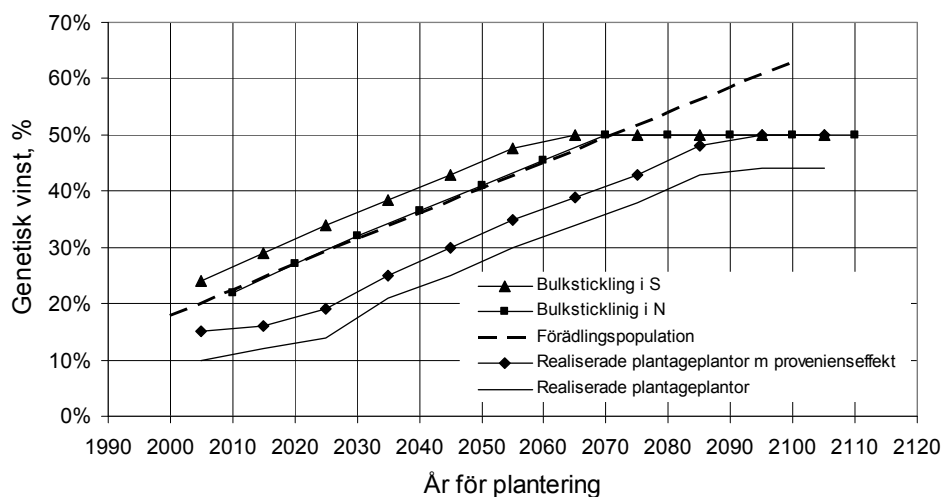
För gran i norra Sverige är denna effekt  $6 + 2 + 15 + 10 + 3 = 36\%$  och för gran i södra Sverige  $6 + 2 + 16,5 + 10 + 3 = 37,5\%$ . I Rosvall m. fl. (2001) redovisas vinsterna som om bara en egenskap var föremål för förädling (utom för tall i norrlands inland). Eftersom urval sker för fler karaktärer än arealproduktion, den effekt som skall renodlas här, reducerade vi vinsten med en uppskattad faktor 0,9. Reduktionsfaktorn blir inte större eftersom flera selektionsmål som vitalitet och frostresistens stöder tillväxtmålet. Se vidare Rosvall m.fl. (2001). Bulksticklingalternativet ger då en merproduktion på 32,5 % i norra och 33,8 % i södra Sverige. Den genetiska vinsten vid andra tider beräknades utgående från att förädlingsvinsten för tillväxt i förädlingsprogrammen ökar med ca 9 % per 20-årsperiod. En övre gräns sattes även här till 50 %. Resultaten redovisas i tabell 10. Om proveniensvinster skall adderas är effekten +5 % i norra och +7 % i södra Sverige för kontrollerade korsningar.

I figur 4 jämförs den genetiska vinsten mellan de olika förökningsmetoderna. Beräkningen av genetiska vinster genom att plantera bulksticklingar baserad på Rosvall m. fl. (2001) kontrollerades mot ett alternativt sätt att räkna baserat på de här beräknade genomsnittliga fröplantagevinsterna (tabell 7b). Plantagevinsterna omräknades genom att ta bort korrektionen för bakgrundspollinering och tidigarelägga när vinsterna kan implementeras via bulksticklingar med 20 år. Det gav ungefär samma resultat.

Tabell 10.

Genetiska vinster för bulksticklingar av utvalda elitfröpartier av gran (kontrollerade korsningar mellan elitträd) utan och med provenienseffekt (5,0 % i N t.o.m. Värmland och 7 % i S).

Period	Periodmitt	Bulksticklingar i N. Sverige %		Bulksticklingar i södra Sverige %	
		Utan provenienseffekt	Med provenienseffekt +5 %	Utan provenienseffekt	Med provenienseffekt +7 %
0	2005	22	27	24	31
1	2015	27	32	29	36
2	2025	32	37	34	41
3	2035	37	42	39	46
4	2045	41	46	43	50
5	2055	46	50	48	50
6	2065	50	50	50	50
7	2075	50	50	50	50
8	2085	50	50	50	50
9	2095	50	50	50	50
10	2105	50	50	50	50



Figur 4.

Jämförelse mellan genetisk vinst (% ökad medeltillväxt) hos olika frökällor och massförökningsmetoder.

## STÅNDORTSANPASSNING FÖR OPTIMAL ANVÄNDNING AV FÖRÄDLAT PLANTMATERIAL

De dyrare gransticklingarna bör planteras på de bästa markerna. Det kan nås via styrning med hjälp av boniteten. Tillämpningen kan även styra till landsända. En förmodan är att gransticklingar eller SE-planter först kommer att tillämpas i Götaland och Svealand och upp längs södra norrlandskusten.

## Genetiska effekter i befintlig skog

Analysen hittills har enbart avsett nyanlagd skog. Frågan här gäller hur de proveniens- och förädlingseffekter som finns i befintlig skog skall beräknas. Problemet är att veta på vilket sätt och i vilken omfattning effekterna hanteras av Huginssystemet.

För Riksskogstaxeringens klavytor i skog över 7–8 m så bedöms genetiska effekter fångas av ändrad relationen mellan de inmätta värdena på SI H100, grundyta, höjd och ålder. Därigenom bör tillväxteffekten fångas av Söderbergs tillväxtfunktioner.

Däremot är det osäkert på vilket sätt den genetiska effekten skall fångas upp vid framskrivningen av Riksskogstaxeringens ungskogsytor som endast höjdmäts och inhämtade ytor ur ungskogsdatabasen. Någon form av korrigerad tillväxt borde användas vid framskrivningen av trädhöjden.

## Referenser

- Almqvist, C., Simonsen, R., Wennström, U., Rosenberg, O. 2008. Granfröplantagerna – en guldgruva för skogsbruket. Skogforsk, Resultat nr 3, 2008. 4s.
- Andersson Andersson, B., Elfving, B., Persson, T., Ericsson, T., and Kroon, J. 2007. Characteristics and development of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. Canadian Journal of Forest Research 37(1): 84–92.
- Elfving, B. 1982. HUGIN`S ungskogstaxering 1976–1979. SLU, Projekt HUGIN, Rapport 27. , 115 s. Umeå.
- Elfving, B. 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. Inst. för skogsskötsel, SLU, Arbetsrapport nr 67, 33 s. Umeå.
- Ericsson, T., Rosvall, O. 2003. Early yield prediction for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in North Sweden. Presented at the 2004 IUFRO Joint Conference of Division 2, 'Forest Genetics and Tree Breeding in the Age of Genomics: Progress and Future', November 1–5, 2004, Charleston, South Carolina.
- Hägglund, B. 1983. Vad kan skogsträdsförädlingen ge i verkligheten? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 3-83, 15–25.
- Jansson, G. 2007. Gains from selecting *Pinus sylvestris* in southern Sweden for volume per hectare, Scandinavian Journal of Forest Research, 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: 450–458.
- Lindgren, D. & Prescher, F. 2005. Optimal clone number for seed orchards with tested clones. Silva Genetica 54:2 80–92.
- Nyström, K. 2000. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU. Arbetsrapport 68, 30 s. Umeå.
- 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. Report. Department of Forest Yield Research. Swe. Univ. Agric. Sci. ((29)) pp 67.
- Persson, B. & Ståhl, E.G. 1993. Effekter av proveniensförflyttning och förband i en försöksserie med tall (*Pinus sylvestris* L.) i norra Sverige [Effects of provenance transfer and spacing in an experimental series of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in

- northern Sweden] (Rapport 35, Institutionen för skogsproduktion, SLU), 92 pp. Garpenberg. (In Swedish with English summary).
- Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. (Species-specific guidelines for choosing forest regeneration material for northern Sweden). SkogForskSkogforsk, Redogörelse nr 1. 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. SkogForskSkogforsk, Redogörelse nr 1, 2001. 41 pp.
- Rosvall O. 2003. Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige. (Arbetsrapport nr 549, 2003, Skogforsk), 46 s.
- Rosvall, O. 2003. Tillväxtmöjligheter simulerade med Hugin. Anteckningar. Sävar 2003. 15 s.
- Skogsstyrelsen. 2000. Skogliga konsekvensanalyser 1999 — Skogens möjligheter på 2000-talet. Skogsstyrelsen, Rapport 2, 2000. 331 s. Jönköping.
- Söderberg, U. 1986. Funktioner för skogliga produktionsprognoser – Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, Rapport 14, 1986, 251 s.
- Wennström, U. och Rosvall, O. 2006. Högre tillväxt med offensivt utnyttjande av tallfröplantager, Skogforsk, Resultat nr 16, 2006. 4s.
- Werner, M. & Karlsson, B. 1982. Resultat från 1969-års granprovenienser i Syd- och Mellansverige. Institutet för Skogsförbättring, Årsbok 1982.
- Westin, J. & Sonesson J. 2005. Unik studie visar på stor potential för förädling av gran. SkogForskSkogforsk, Resultat nr 20, 2005. 4 s.

## Hittills uppkomna proveniens och förädlingseffekter

Vid tidigare studier av förädlingseffekter (Rosvall m.fl., 2004) gjordes ett försök att uppskatta hur stor andel av skogen i utgångsläget år 2005 som berörs av proveniens- och förädlingseffekter genom användning av mer produktiva förnyngningsmaterial under de senaste 50 åren. Den beskrivs nedan som ett discussionsunderlag för simuleringarna i SKA 08.

För detta användes en Huginkörning med 2005 års utgångsläge men med tänkt startår 1965. Använda tillväxteffekter återges i tabell 1:1a och den areella omfattningen i tabell 1:1b. För varje period ökar andelen ”rätt” proveniens och förädlad material fram till 2005 års nivå, varefter inplantering med förädlad material avbryts. Resultatet flyttades sedan tillbaks 50 år i tiden.

Ett problem var att veta i vad mån dessa effekter mätts upp i Riksskogstaxeringens provytor från 1998–2002 som då användes som utgångsläge för Hugin-simuleringarna. I tabell 1:2 redovisas den uppskattning som gjordes av hur stor andel av den skog som förnygrades en viss tidsperiod som år 2010 nått 7,5 m höjd och därmed klavats in 1998–2002.

Tabell 1:1a.

Historiska proveniens- och plantagevinster i procent för gran och tall i norra (N) och södra (S) Sverige.

	Provenienseffekter			Plantageffekter		Plantage- + provenienseffekt Plantagefrö	
	Beståndsfrö	Provenienseffekt för plantagefrö		Plantagefrö			
		Medel	(korrektion för bakgrunds- pollinering)	(korrektion för bakgrunds- pollinering)			
Gran I N	5–10	7,5	(5 × 0,8)	4	(0,8 × 10)	8,8	12,8
Gran I S	10–15	11 (12,5)	(7 × 0,8)	5,6	(0,8 × 10)	8,8	14,4
Tall I N	0–25	se tabell 1:1b		se tabell 1:1b	(0,8 × 10)	8,8	se tabell 1:1b
Tall I S	0	0		0	(0,8 × 10)	8,8	8

Tabell 1:1b.

Historiska proveniens (Pr) och plantagevinster (PI) för gran och tall i norra (N) och södra (S) Sverige samt den arealandel av planterad skog som planterats med respektive material under olika tidsperioder.

Period-mitt	Gran N. Sverige				Gran S. Sverige				Tall N. Sverige				Tall S. Sverige				
	Provensiens		Plantage		Provensiens		Plantage		Provensiens		Plantage plus proveniens		Provensiens		Plantage		
	Vinst GPr N	Areal GPr N	Vinst GPI N	Areal GPI N	Vinst GPr S	Areal GPr S	Vinst GPI S	Areal GPI S	Vinst TPr N	Areal TPr N	Vinst TPI N	Areal TPI N	Vinst TPr S	Areal TPr S	Vinst TPI S	Areal TPI S	
1970	7,5	0,50	12,8	0,00	11 (12,5)	0,50	14,4	0,00			0,75	8,8	0,00	0,0	0,00	8,8	0,25
1980	7,5	0,75	12,8	0,25	11 (12,5)	0,60	14,4	0,10			0,50	8,8	0,50	0,0	0,00	8,8	0,75
1990	7,5	0,75	12,8	0,25	11 (12,5)	0,55	14,4	0,20			0,25	8,8	0,75	0,0	0,00	8,8	1,00
2000	7,5	0,50	12,8	0,50	11 (12,5)	0,45	14,4	0,38			0,25	8,8	0,75	0,0	0,00	8,8	1,00
2010	7,5	0,25	12,8	0,75	11 (12,5)	0,20	14,4	0,75			0,00	8,8	1,00	0,0	0,00	8,8	1,00

För tall Provensiens och plantage där provenienseffekten skall adderas är provenienseffekten beroende av temperatursumman för lokalen enligt:

$$\text{Provensiensvinsten} = \exp((= 0,00012029/2,0 + 11,83312) - 2,25883 \times \ln t\text{-sum} + 0,00166 \ln t\text{-sum}^4)$$

Tabell 1:2.

Andel av äldre föryngringar som fångats av Riksskogstaxeringens provytor.

Periodmitt	Ålder	Andel av skogen som nått 7,5 m			
		N. Sverige		S. Sverige	
		T20	G20	T23	G29,5
1970	40	1,00	0,00	1,00	1,00
1980	30	0,50	0,00	1,00	1,00
1990	20	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	10	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0				



## Funktioner för att omvandla ståndortindex till bonitet och produktionsnivå

Rune Simonsen augusti 2007

Grundfunktionen för Bonitet eller Produktionsnivå som funktion av ståndortindex:			
1. Bon = $SIH^A \times B + C$			
Den omvända funktionen:			
2. $SIH = ((Bon - C) / B)^{(1/A)}$			
Bonitet efter produktionsökning (Bon*) med procentsats (%ÖK):			
3. $Bon^* = (SIH^A \times B + C) \times (1 + \%ÖK)$			
Ståndortindex efter produktionsökning (SIH*) med procentsats (%ÖK):			
4. $SIH^* = (((SIH^A \times B + C) \times (1 + \%ÖK)) - C) / B)^{(1/A)}$			
Skillnad i meter mellan ståndortindex före och efter produktionsökning med procentsats:			
5. $SIH_{diff} = (((SIH^A \times B + C) \times (1 + \%ÖK)) - C) / B)^{(1/A)} - SIH$			
Skillnad i procent mellan ståndortindex före och efter produktionsökning med procentsats:			
6. $SIH_{diff\%} = (((SIH^A \times B + C) \times (1 + \%ÖK)) - C) / B)^{(1/A)} / SIH - 1$			
SIH anges i meter, Bonitet eller Produktionsnivå i m <sup>3</sup> sk/ha/år och ökningen i decimaltal.			
Konstanterna A, B och C för Tall och Gran: Ståndortindex och Produktionsnivå enligt gallringsmallen			
	A	B	C
Tall S	1,41015927794284	0,0761144643295565	-1,84972654620269
Tall N	2,07983283100267	0,00637471892431809	-0,138813738043048
Tall Total	1,85355110773024	0,0145460321731296	-0,537097525673667
Gran S	2,29644031261224	0,00322930772190931	0,635278474029104
Gran N	2,51137958371509	0,00148982836743402	0,425514631633648
Gran Total	2,36669212521613	0,00255851951732334	0,361066640931398
Ståndortindex och bonitet enligt gallringsmallen			
	A	B	C
Tall S	1,6323600163332	0,0347829781789922	-0,310317073362683
Tall N	2,15651920760162	0,00495265071134348	0,511362795526161
Tall Total	1,28687726889671	0,124742099778712	-1,82342321112837
Gran S	1,90707716202976	0,0139664437931835	0,940707863378993
Gran N	3,14679792094218	0,000150672095207037	2,19231432121298
Gran Total	2,32792872825374	0,00298682675181142	1,36365146374939
Anon 1985. Gallringsmallar Norra Sverige. Skogsstyrelsen Jönköping, 35 s.			
Anon 1985. Gallringsmallar Södra Sverige. Skogsstyrelsen Jönköping, 35 s.			



## Bilaga 3

Tabell 3:1. Frööverskott på plantagefrö (uttryckta i antal plantor) efter att det bästa fröet i fröplantagerna använts för att täcka hela behovet till plantframställning samt genetiska tillväxtvinster. En effekt på överlevnaden tillkommer till den genetiska tillväxtvinsten i norr. Överskottet på frö är det samma för de två alternativen: 1, bara de bästa plantagerna plockas, redovisat i tabell 7a, eller 2, bara de bästa träden plockas (särplockning), redovisat i tabell 9. De genetiska vinster som redovisas här avser alternativ 2, trädvis särplockning i plantagerna och hör därmed samman med särplockningsvinsterna i tabell 9. Frööverskottet är tillgängligt för skogssådd.

Län		Frööverskott 2007–2039, miljoner plantor				Genomsnittlig genetisk vinst i frööverskott 2007–2030, %										
		2005	2015	2025	2035	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	2105
		2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2007-09	2010-19	2020-29	2030-39	2040-49	2050-59	2060-69	2070-79	2080-89	2090-99	2100-09
Norrbottens lappmark	BDL	4	10	12	11	0,06	0,07	0,08	0,09							
Norrbottens kustland	BDK	11	20	18	13	0,06	0,07	0,07	0,07							
Västerbottens lappmark	ACL	10	13	18	15	0,08	0,08	0,10	0,11							
Västerbottens kustland	ACK	1	3	11	8	0,05	0,07	0,13	0,14							
Jämtlandsdelen av Jämtlands län	ZJ	14	17	21	10	0,07	0,09	0,12	0,13							
Västernorrland	Y	9	19	31	7	0,07	0,11	0,15	0,16							
Härjedalsdelen av Jämtlands län	ZH	8	9	6	1	0,09	0,11	0,12	0,15							
Särna Idre	WSI	1	3	1	0	0,06	0,10	0,08	0,05							
Gävleborgs län	X	17	17	20	3	0,08	0,09	0,13	0,14							
Dalarna, exkl. Särna Idre	WÖ	41	34	30	8	0,08	0,09	0,11	0,14							
Västmanlands län	U	9	7	6	1	0,09	0,09	0,11	0,11							
Uppsala län	C	3	2	3	1	0,09	0,09	0,12	0,12							
Stockholms län	B	2	1	1	0	0,09	0,08	0,11	0,10							
Värmland	S	41	33	27	5	0,09	0,09	0,11	0,12							
Örebro	T	17	15	10	4	0,09	0,09	0,10	0,11							
Skaraborgs län	R	4	4	1	2	0,08	0,08	0,06	0,08							
Göteborg och Dalsland	OPD	8	6	4	1	0,09	0,08	0,09	0,11							
Södermanland	D	1	1	1	1	0,09	0,08	0,09	0,11							
Östergötland	E	5	4	3	0	0,08	0,07	0,07	0,06							
Västergötland	PV	1	2	1	0	0,06	0,08	0,08	0,09							
Jönköping	F	2	3	2	1	0,06	0,08	0,09	0,10							
Kronoberg	G	4	4	1	1	0,08	0,08	0,07	0,06							
Kalmar	H	4	4	1	1	0,08	0,08	0,07	0,06							
Halland	N	6	6	3	1	0,10	0,10	0,09	0,12							
Blekinge	K	1	0	0	0	0,08	0,05	0,07	0,07							
Skåne	LM	12	12	8	3	0,10	0,10	0,11	0,12							
Gotland	I	5	5	3	1	0,07	0,07	0,07	0,07							
Summa/medeltal		242	254	242	100	0,08	0,09	0,11	0,12							



### Fördelning av planteringsarealen för bulksticklingar på beräkningsområde, bonitet och skogsägarkategori

Förslag från Sven A Svensson

#### Beräkningsgång:

1. Skogsmarksareal för Enskilda resp. Övriga i % av total skogsmarksareal inom beräkningsområdet.
2. Total areal granmark med  $SI \geq 22$  från Rapport 35 1982, Inst. för skogstaxering, SLU. Fördelad på Enskilda och Övriga enligt fördelningen för skogsmarksarealen.
3. Areal granmark med  $SI \geq 22$  tillgänglig för bulksticklingar under antagande att halva arealen tillgänglig hos Enskilda och hela hos Övriga.
4. Den tillgängliga arealens andel för resp. ägarklass i resp. beräkningsområde av den tillgängliga arealen i hela landet.
5. Antagande att 50 milj. bulksticklingar används årligen under hela 100-årsperioden, vilket innebär 20 000 hektar med 2 500 plantor per ha.
6. Fördelning av de 20 000 ha på ägarklass och beräkningsområde enligt 4.



Tabell 4:1.

Fördelning av en årlig plantering av 20 000 ha bulksticklingar på beräkningsområde, bonitet och skogsägarkategori (1000-tal ha).

Beräknings- område	Produktiv skogsmark (exklusive reservat)					Total areal granmark med Sl≥22			Tillgänglig areal granmark med Sl≥22			Procent av Q44 (4 154 kha)		Årlig areal med bulkstickl. i hektar			
	Enskilda	%	Övriga	%	Totalt	Totalt	Enskilda	Övriga	Totalt	Enskilda	Övriga	Totalt	Enskilda	Övriga	Enskilda	Övriga	Totalt
BDL	434	24,5	1 333	75,5	742	0,0			0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
BDK	780	42,8	1 045	57,2	442	0,4	1	1	2	0	1	1	0,01	0,02	2	5	7
ACL	670	36,5	1 166	63,5	1 057	0,3	1	2	3	1	2	3	0,01	0,05	3	10	12
ACK	738	54,0	628	46,0	483	6,0	16	13	29	8	13	21	0,19	0,32	38	64	102
ZJ	959	46,7	1 093	53,3	1 514	5,7	40	46	86	20	46	66	0,49	1,11	97	221	318
Y	729	42,9	970	57,1	1 099	26,4	124	166	290	62	166	228	1,50	3,99	300	798	1 097
<b>Bo1</b>	<b>4 311</b>		<b>6 235</b>		<b>5 337</b>				<b>410</b>	<b>91</b>	<b>228</b>	<b>319</b>			<b>439</b>	<b>1 098</b>	<b>1 537</b>
ZH	207	33,6	410	66,4	196	4,5	3	6	9	1	6	7	0,04	0,14	7	28	35
X	702	45,3	849	54,7	681	64,9	200	242	442	100	242	342	2,41	5,82	482	1 164	1 646
WSI	67	39,9	101	60,1	37	0,0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
WÖ	769	44,7	952	55,3	785	59,4	208	258	466	104	258	362	2,51	6,21	502	1 242	1 743
U	181	49,6	185	50,4	225	94,1	105	107	212	52	107	159	1,26	2,57	253	514	767
C	187	44,7	232	55,3	233	88,3	92	114	206	46	114	160	1,11	2,74	221	548	769
B	175	63,9	99	36,1	136	80,6	70	40	110	35	40	75	0,84	0,95	169	190	359
<b>Bo2</b>	<b>2 290</b>		<b>2 827</b>		<b>2 293</b>				<b>1 444</b>	<b>339</b>	<b>766</b>	<b>1 105</b>			<b>1 633</b>	<b>3 687</b>	<b>5 320</b>
S	813	60,9	522	39,1	806	84,6	415	267	682	208	267	474	5,00	6,42	999	1 284	2 283
T	266	46,6	305	53,4	355	93,2	154	177	331	77	177	254	1,85	4,26	371	851	1 222
R	249	75,1	82	24,9	258	96,2	186	62	248	93	62	155	2,24	1,49	449	298	746
OPD	342	85,0	60	15,0	271	90,0	207	37	244	104	37	140	2,49	0,88	499	176	675
<b>Bo3</b>	<b>1 670</b>		<b>971</b>		<b>1 690</b>				<b>1 505</b>	<b>481</b>	<b>542</b>	<b>1 023</b>			<b>2 318</b>	<b>2 609</b>	<b>4 927</b>
D	205	60,3	135	39,7	175	93,5	99	65	164	49	65	114	1,19	1,56	237	313	550
E	390	61,3	246	38,7	331	95,6	194	122	316	97	122	219	2,34	2,94	467	589	1 056
PV	447	85,2	78	14,8	383	94,3	308	54	361	154	54	207	3,70	1,29	741	258	998
F	590	81,2	137	18,8	508	95,5	394	91	485	197	91	288	4,74	2,20	948	440	1 388
G	513	79,3	134	20,7	455	97,4	351	92	443	176	92	267	4,23	2,21	846	442	1 288
H	564	77,9	161	22,1	408	96,5	307	87	394	153	87	240	3,69	2,10	738	420	1 158
I	102	88,0	14	12,0	9		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
N	265	86,4	42	13,6	205	96,7	171	27	198	86	27	113	2,06	0,65	412	130	542
LM	298	76,7	90	23,3	299	97,3	223	68	291	112	68	179	2,69	1,63	537	326	863
K	168	87,7	23	12,3	143	96,6	121	17	138	61	17	78	1,46	0,41	292	82	373
<b>Bo4</b>	<b>3 542</b>		<b>1 060</b>		<b>2 916</b>				<b>2 791</b>	<b>1 084</b>	<b>623</b>	<b>1 707</b>			<b>5 218</b>	<b>2 999</b>	<b>8 217</b>
N Norrland	2 623		4 172														
S Norrland	2 597		3 322														
Svealand	2 665		2 532														
Götaland	3 927		1 067														
<b>Hela landet</b>	<b>11 813</b>		<b>11 093</b>		<b>12 236</b>				<b>6 150</b>	<b>1 996</b>	<b>2 158</b>	<b>4 154</b>			<b>9 608</b>	<b>10 392</b>	<b>20 000</b>





## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2007

<b>År 2007</b>	
Nr 629	Brunberg, T. 2007. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare vecka 13 och 39, 2006. 11 s.
Nr 630	Brunberg, T. 2007. Ekonomin hos extra stor skördare tillsammans med stor skotare. 5 s.
Nr 631	Eriksson, B. 2007. Tillväxt i skogsvårdsföretag. 13 s.
Nr 632	Frisk, M. & Ekstrand, M. 2007. Vilka vägar används av skogsnäringsen – Visualisering av skogsbrukets virkesflöden. 23 s.
Nr 633	Furness-Lindén, A. 2007. Affärsutveckling i relationen. Stor kund: liten leverantör – vad kan skogsbruket lära? ”Version 2 – utan intervjureferat – för allmän distribution” 54 s.
Nr 634	Järrendal, D. & Tinggård Dillekås, H. 2007. Head-Up Display i engreppsskördare – Utvärdering i simulator och i fält. 153 s.
Nr 635	Wählberg, A. 2007. Trafiksäkerhetseffekter av ökad storlek på lastbilar. 21 s.
Nr 636	Jönsson, P. & Löfroth, C. 2007. Vibrationsmätningar på provbana – Ponsse Elk. 11 s.
Nr 637	Bergkvist, I. 2007. Flerträdshantering i granbestånd – Pilotstudie av John Deere 754 med modifierade kvistknivar för flerträdsavverkning samt provkörning av flerträds-hanterad granved i renseriet på Hallsta massabruk. 8 s.
Nr 638	Ekstrand, M. 2006. Reseberättelse – Tunga virkesfordon – Nya Zeeland och Australien. 12 s.
Nr 639	Sonesson, J., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K-A., Jansson, G., Karlsson, B., Persson, T., Rosvall O., Stener L-G. & Westin J. 2007. Lägesrapport 2006-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 640	Rosvall, O., Simonsen, R., Elfving, B., Rytter, L. & Jacobson S. 2007. Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket – underlag för lönsamhetsberäkningar. Slutrapport – Lönsam tillväxtökning. 62 s.
Nr 641	Möller, J. J. & Moberg, L. 2007. Stambank VMF Qbera. 14 s.
Nr 642	Möller, J.J., Arlinger, J., Wilhelmsson, L., Sondell, J. & Moberg L. 2007. Modell för automatisk kvalitetsbestämning vid virkesmätning med skördare. 24 s.
Nr 643	Möller, J.J. & Arlinger J. 2007. Praktisk test av automatisk kvalitetssättning vid betalningsgrundande skördarmätning hos Södra skogsägarna i Götaland och Sveaskog i Bergslagen. 44 s.
Nr 644	Jönson, P., Löfroth C., Berger, R. & Mörk, A. 2007. Bränslebesparande och vibrationsdämpande skotning. 18 s.
Nr 645	Möller, J.J. 2007. Stambank VMF Qbera VMR 1-07. 20 s.
Nr 646	Möller, J.J. 2007. Stambank VMF Syd. VMR 1-99 & VMR 1-07.
Nr 647	Bergkvist, I. & Lundström, H. 2007. Studier av Cranab Access i förstagallring av tall. 14 s.
Nr 648	Stener, L.-G. 2007. Studie av klonskillnader i känslighet för askskottsjuka. 14 s.
Nr 649	Stener, L.-G. 2007. Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal. 44 s.
Nr 650	Stener, L.-G. 2007. Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiskt ursprung. 22 s.
Nr 651	Wilhelmsson, L. 2007. Utveckling av egenskapsbeskrivning med avverkningsmaskiner – FoU-läget vid millenniumskiftet. 34 s.
<b>År 2008</b>	
Nr 652	Löfgren, B., Nordén, B. & Lundström H. 2008. Fidelitystudie av en skogsmaskin-simulator. 30 s.
Nr 653	Norén J., Rosca, C. & Rosengren, P. 2008. Riktlinjer för presentation av apterings-information i skogsskördare. 70 s.

Nr 654	Sonesson, J. 2008. Analys av potentiella mervärden i kedjan skog-industri vid användning av pulshintensiv laserscanning.
Nr 655	Jönsson, P. & Nordén B. 2008. Skotare med ALS och tredelade stöttor – Studier av prestation och helkroppsvibrationer i gallring. 14 s.
Nr 656	Persson, T., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Rosvall, O., Sonesson, J., Stener, L.-G. & Westin, J. 2008. Lägesrapport 2007-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 657	Stener, L.G. 2008. Study of survival, height growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in southern Sweden. 11 s.
Nr 658	Almqvist, C. & Eriksson, M. Ökad produktion i plantage 501 Bredinge – försök med rotbeskäring och gibberellinbehandling. 13 s.
Nr 659	Rytter, R.M. 2008. Detektion av röta i bok med 4-punkters mätning av resistivitet. 14 s.
Nr 660	Bergkvist, I., Iwarsson Wide, M., Nordén, B. & Löfroth, C. 2008. Jämförande prestationsstudier – Röjsåg med klinga kontra kedjeröjsåg. 21 s.
Nr 661	Johansson, K. Snytbaggen – kunskapsläget 2008. 18 s.
Nr 662	Österman, Öd. D., Rimquist, L. & Hanson, M. 2008. Geststyrning för engreppsskördare – en första undersökning – Projektarbete Ergonomi och Design VT-2008.
Nr 663	Westlund, K. & Andersson, G. 2008 Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete. 58 s.
Nr 664	Hannrup, B. 2008. Slutrapport för projekt ”Mätteknik för avverkningsrester”. 49 s.
Nr 665	Rosvall, Ola., Wennström, U. 2008. Förädlings effekter för simulering med Hugin i SKA 08. 38 s.