



# Resultat

FRÅN SKOGFORSK NR. 11 2011

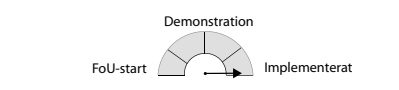
## Utvärdering av Skogforsks förädlingsstrategi

Skogforsks strategi för skogsträdsförädling, med målen att förbättra och anpassa skogsodlingsmaterialen samtidigt som den genetiska diversiteten bevaras, är hållbar. Den är robust mot förändringar av klimat och marknader. Dessutom kan ny förädlingsteknik implementeras i takt med att den blir tillgänglig. Det visar en utredning som granskat förädlingsforskarnas resultat och erfarenheter samt jämfört strategin med utvecklingen i omvärlden.



Ola Rosvall  
ola.rosvall@skogforsk.se  
Tel. 090-203 33 53

*"I jämförelse med andra tillväxthöjande åtgärder intar plantering av förädlade plantor en särställning. De kostar nästan inget extra och kan användas på hela skogsmarksarealen."*





## Bakgrund

I jämförelse med andra tillväxthöjande åtgärder intar plantering av förädlade plantor en särställning. De kostar nästan inget extra och kan användas på hela skogsmarksarealen. Med redan investerade fröplantager och rimliga antaganden om andelen plantering och sådd kommer tillväxten i Sverige att öka med 10 % under 2000-talet med hjälp av dessa plantor.

Den siffran kan jämföras med ca 1 och 1,5 procent vardera för contortatall respektive ett tämligen intensivt nationellt gödslingsprogram – åtgärder som kräver politiska beslut och, i fallet med gödning, stora investeringar. Förädlade plantor är plantskolornas huvudsortiment och pristillägget försumbart.

Men inte bara tillväxten förbättras. Förädlingen syftar också till att öka odlingssäkerhet och virkeskvalitet. Det svenska förädlingsprogrammet arbetar med flera parallella förädlingspopulationer från norr till söder - det ger ökad

framtida handlingsfrihet. Genom fältprövning på platser med olika förhållanden kan skogsodlingsmaterialen i förväg anpassas till varmare eller kallare klimat och utvecklas till att klara förändringar bättre. Att öka trädens motståndskraft mot väder och skadegörare inför en osäker framtid är ingen nymodighet för förädlingen.

Även den framtida marknaden är osäker. Historien visar att det är omöjligt att veta vad framtidens skogsindustri med ny teknik och nya möjligheter kommer att efterfråga ur skogen. Kvalitetsmålen måste därför vara mycket allmängiltiga, t.ex. raka träd med lagom densitet och lite kvist i virket som ger högt utbyte och låga kostnader i hela kedjan från skogsbruk till kund.

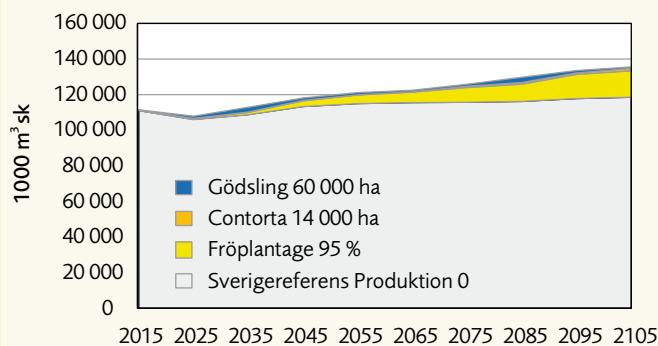
Skogsträdsförädlingen är alltså den viktigaste åtgärden för att i stor skala öka den svenska skogens tillväxt, kvalitet och anpassningsbarhet. Det är därför viktigt att förädlingsarbetet bedrivs i tillräcklig

omfattning och så effektivt som möjligt. Med 20 års erfarenhet av nuvarande strategi och med stora förändringar i omvärlden utfördes en grundlig granskning av verksamheten. Här presenteras huvudresultaten och de strategiska förändringar som kommer att vidtas.

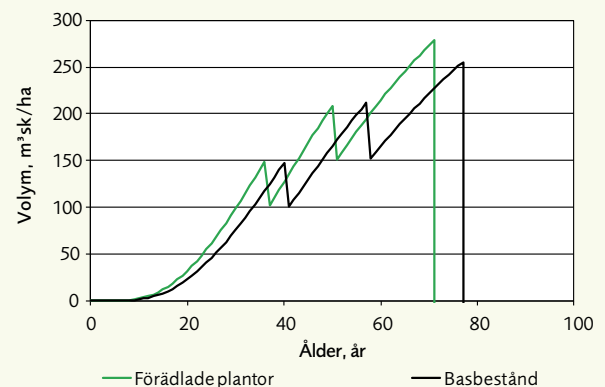
### Slutsats 1: Förädlingen är lönsam

Det årliga värdet av de framtida förädlade plantornas bidrag till ökade avverkningsfrån mitten av tjugohundratalet beräknades i samband med Skogsstyrelsens utredning SKA08 till 1,7 miljarder kr.

Det innebär att man kan investera från 80 - 600 miljoner kr per år i skogsträdsförädling beroende på det reala räntekravet (2 - 10 %). De förädlade plantornas stora hävstångseffekt beror på att en beräknad 15-procentig tillväxtökning i genomsnittsskogen ger 60 extra kubikmeter per ha för knappt hundra kronor extra vid planteringsstillfället.



Figur 1. Beräknad årlig tillväxtökning i Sverige vid plantering av förädlade plantor från fröplantager (ca 85 % av arealen planteras och 95 % av plantorna är förädlade). Här visas också tillskottet från plantering av contortatall på all tillåten areal samt en rimlig årlig gödlningsareal.



Figur 2. En svensk medelskog där tillväxten ökar med 15 % (från 5 till 5,8 m³sk/år) producerar 62 m³sk mer under samma tid (77 år) men är lönsammast att avverka 6 år tidigare.



### Slutsats 2: Förädlingsprogrammet och dess mål är hållbara

På 20 år har industristruktur och efterfrågan på skogsråvaror ändrats i världen. Nu talas det om biomaterial, biokemikalier, bioenergi och ekosystemtjänster. Diversitets- och klimatfrågorna är i fokus. Det svenska förädlingsprogrammet med sin strategi och sina mål utformades för att vara så långsiktiga att de klarar av stora förändringar i omvärlden.

Det sker genom att arbeta med många förädlingspopulationer anpassade till landets alla breddgrader, samt att fälttesta förädlingsmaterialen på många olika typer av lokaler. Då finns det alltid framtidsanpassade träd att plantera, nästan oavsett vad som inträffar. Målen med ökad produktion i ton per ha och ökad hårdighet, resistens och virkeskvalitet är valda för att vara så allmängiltiga att de inte ändras över tiden.

Efter att ha undersökt hur många träd som behövs i förädlingen, hur de skall grupperas i delpopulationer och hur testning, urval och korsning av nya förädlingsgenerationer skall ske konstaterar vi att nuvarande strategi kan ligga fast. Den garanterar stora förädlingsframsteg och ett uthålligt genbevarande.

**Intensifiering:** Den ökade osäkerheten om framtiden motiverar en ökning av insatserna för att göra träden anpassningsbara och motståndskraftiga. Miljöerna för fälttesterna ses över och vi bör vidareutveckla metoderna för att med ekonomiska vikter skala om alla egenskaper som skall jämföras till en och samma skala: kronor (SEK).

### Slutsats 3: Ny teknik kan implementeras då den blir tillgänglig



Foto: Erik Viklund, Skogforsk

Nya molekylär genetiska och biotekniska metoder utvecklas snabbt och många tror att de kan revolutionera förädlingen. Men det finns ännu ingen metod som är mogen att tillämpa under våra förhållanden och metoderna, varav några kanske finns runt hörnet, kan bara bli komplement till traditionell förädling.

På förädlingsidan sätts hoppet till att man i framtiden skall kunna välja ut träd med önskade egenskaper för fortsatt fälttestning redan i frö eller plantstadiet - med hjälp av genkartor med tiotusentals gener identifierade hos varje individ. Det kallas "genome-wide selection". Och på skogsplantsidan står förhoppningen till pågående utveckling av s.k. SE-plantor som skulle möjliggöra att man omedelbart kan massföröka små fröpartier som korsats fram med förädlarnas bästa träd, utan att behöva bygga fröplantager. Då vinner man 15-20 år.

När det gäller GMO finns i princip tekniken men det finns inga gener eller genkomplex att sätta in och det är teoretiskt tveksamt om metodiken någonsin passar för skogsträd under våra förhållanden.

**En omedelbar åtgärd:** Det svenska förädlingsprogrammet är speciellt utformat för att kunna tillämpa alla olika nya metoder. Närmast kommer möjligheten att bestämman ett träds föräldrar. Därför kommer några barr från alla utvalda träd att sparas, för att generna så småningom skall kunna kartläggas tillbaka till de ursprungliga träd som är basen för förädlingen.

### Slutsats 4: Tallförädlingen kan utvecklas



Ren tekniskt är den svenska granförädlingen effektivare än tallförädlingen. Granprogrammet bygger på att plantorna i nya förädlingsgenerationer klonas innan de planteras i fälttesterna. Genom att varje planta då finns i flera exemplar och kan planteras på många platser, blir urvalet av de bästa träden mycket säkert och de kan direkt korsas för fortsatt förädling. Med datorsimuleringar har vi jämfört alla tänkbara förädlingsstrategier med det nuvarande granprogrammet och ingen annan är lika effektiv. Därför har vi under många år arbetat för att kunna göra sticklingar också av tall- och contortaplantor, för att kunna klontesta även dessa trädslag.

**Strategisk förändring:** Erfarenheterna av att göra sticklingar av tall och contorta är nu tillräckligt goda för att klontestning skall bli huvudalternativet även i deras förädlingsprogram. Det både ökar förädlingsvinsten och förkortar förädlingscykeln för tall från 33 till 23 år. Vi har också utarbetat en särskild förädlingsplan för contortatall.

	Nuvarande tallstrategi	Alternativ tallstrategi	Kloning som tallstrategi
Urvalsintensitet	Låg, 1/10	Hög, 1/100	Medel, 1/50
Testsäkerhet	Hög	Låg	Hög
Cykletid	Lång, 33 år	Kort, 21 år	Kort, 23 år
Utnyttjad testtid av hela cykleltiden	Låg, 36 %	Hög, 67 %	Hög, 65 %
Vinst per år	Hög, 0,35 %	Hög, 0,54 %	Hög, 0,56 %

#### Rörlig direkt operativ kostnad per år för hela svenska tallprogrammet

Kostnad/år	1 300 kkr	2 000 kkr	2 200 kkr
Kostnad/procent genetisk vinst	3 800 kkr	3 700 kkr	3 900 kkr

Tabell 1. Tre principiella förädlingsstrategier:

- **Nuvarande tallstrategi** bygger på avkommeprövning som är den säkraste urvalsmetoden, men det krävs lång väntetid i ett korsningsarkiv innan nya generationers avkommor kan lämna frö för fältprövningen.
- **Alternativet** är plantera ut den nya generationen plantor direkt i fält och där göra urval mellan de enskilda trädindividerna vid ca 5 m höjd. Det är osäkrare men kompenseras av att man kan välja mellan fler träd och att cykeln är kortare. Den är nu vidareutvecklad och optimerad för att öka urvallsäkerheten.
- Bäst är att **först klona** den nya generationens plantor. Då kan varje träd (klon) planteras med flera kopior på olika lokaler. Urvalet blir mycket säkert och cykeln blir kort. Ett par kopior kan planteras i korsningsarkiv och skötas för att blomma lagom till när klontesterna i fält mäts och urvalet sker.

## Evaluation of Skogforsk's plant breeding strategy

Skogforsk's strategy for plant breeding, aimed at improving and adapting breeding material while conserving genetic diversity, is sustainable. The strategy is robust against future changes in climate and markets, and new plant breeding technology can be implemented as it becomes available. This is shown by a new study that reviewed the results and experiences of plant breeding research, and compared the strategy with international world wide developments in the field.

## Två förbättringsområden

- Arbetsmomenten i det praktiska förädlingsarbetet kan synkroniseras bättre

Under senare år har vi börjat använda TREEPLAN, ett helt nytt databssystem och analysverktyg. Det har blivit ledstäng för att effektivisera förädlingsarbetet. I utredningen har vi därför med alla erfarenheter från skogsträdförädlingens vardagsarbete med fältförsök, förädlingsarkiv för korsningsarbete m.m. utrett hur vi skall effektivisera och förkorta förädlingscykeln så mycket som möjligt. Vi vet nu mera om hur träd behöver testas i fält och hur dessa unga träd kan fås att blomma för att korsas till nya generationer. Med god planering kan grundstamsträd t.ex. planteras i korsningsarkiv så att de är två meter höga när utvalda förädlade träd från fältförsöken skall ympas i deras toppar för att snabbt blomma och korsas. Ett annat exempel är att de bästa träden ympas upp i ett tidigt stadium och i så stor mängd att de ger tillräckligt med ympkvistar till en fröplantage utan tidsförlost när den beställs.

**Nytt planeringsverktyg:** Med ledning av praktiska erfarenheter och datorsimuleringar har vi utvecklat ett nytt planeringsverktyg för bättre planering av alla moment i det praktiska förädlingsarbetet.

- Förädling av lövträd och främmande trädslag för ökad handlingsfrihet

Osäkerheten om framtiden både vad gäller marknad och klimat är skäl för att intensifiera förädlingen av både inhemska lövträd och främmande trädslag. Det ökar skogsbrukets handlingsfrihet. Det finns ett intresse för snabbväxande hybridasp och poppel i syfte att producera bioenergi, men också ett ökat intresse för lärk, douglasgran och sitkagran som alternativ till gran. Skogforsk arbetar med de flesta alternativa trädslagen, men i liten omfattning.

**Strategisk analys:** Utredningen föreslår att frågan om hur mycket som skall satsas på de olika alternativen till huvudträdslagen tas upp till diskussion.

#### Läs mer

Rosvall, O. (ed.) 2011. Review of the Swedish Tree Breeding Programme. Skogforsk Uppsala.

Rosvall, O & Lundström, A. 2011. Förädlings effekter i Sveriges skogar – kompletterande scenarier till SKA-VB 08. Redogörelse Skogforsk nr 1/2009.