

# Granens genetik och val av skogsodlingsmaterial

Bo Karlsson, SkogForsk

## Inledning

Skogsodlingsmaterialets genetik och framför allt härstamningen (proveniensen) började diskuteras redan i början av 1900-talet. Man insåg att förflyttat skogsodlingsmaterial ofta gav bättre skogar vad gäller anpassning, tillväxt och värdeproduktion. Så småningom utarbetades enkla rekommendationer om förflyttning av provenienser. Redan 1936 bildades Föreningen för växtförädling av skogsträd och verksamheten startade på forskningsstationen Ekebo i Skåne. Under 1940 och 50-talen påbörjades den egentliga skogsträdsförädlingen med urval av plusträd och anläggning av fröplantager. Skogsträdsförädlingen i Sverige bedrivs idag av SkogForsk som bedriver verksamhet på flera olika platser i Sverige. Gran, tall och björk förädlas i långsiktiga förädlingsprogram. För övriga trädslag bedrivs förädlingen mera intermitterant med varierande intensitet. Svensk skogsträdsförädling är populärt beskrivet i en speciellt framtagen förädlingsbroschyr

Användning av genetiskt förädlad material är ett effektivt sätt att till

en låg kostnad avsevärt öka värdeproduktionen i skogsbruket. Detta avsnitt beskriver principer och strategier för granförädlingen och diskuterar omkring val av skogsodlingsmaterial för att åstadkomma lyckade grankulturer med hög värdeproduktion.

## Granen under istiden och invandringshistorik

Under senaste istiden övervinttrade granen i refugier i centrala Ryssland och södra och sydöstra Europa (Huntley och Birks 1983). Efter istidens slut återinvandrade gran från den ryska refugien via Baltikum och Finland tillbaka in i Sverige. Det diskuteras huruvida återinvandringen enbart gjordes norrifrån eller om en del kom via Finland till Mellansverige. Under senare år har en ny hypotes presenterats som innebär att granen kan ha "övervintrat" i västligaste Norge (Kullman 2001). Invandringshistoriken är en viktig bakgrund till granens "anpassningsproblem". Granen är en kontinental art vilket innebär att den behöver relativt stabila vinter-

förhållanden för att trivas. I Syd-sverige förkommer granen även inom områden där klimatet inte är kontinentalt, vilket skulle kunna innebära att granen befinner sig utanför sitt klimatområde.

## **Proveniensenvändning**

Med ordet proveniens menas den plats varifrån ett skogsodlingsmaterial har hämtats. Från att ha omfattat enbart beståndsfröpartier används nu termen proveniens även för förädlat material från t.ex. fröplantager. Begreppet ursprung anger den ursprungliga växtplatsen för moderträden till ett bestånd. Frö från fröplantagen Bredinge har proveniens Bredinge medan ursprunget för de ympade plusträdsklonerna i plantagen är östeuropeiskt trots att de valts i planterade sydsvenska granbestånd.

Proveniensenens betydelse började diskuteras redan i början av 1900-talet. Man insåg att förflyttat skogsodlingsmaterial ofta gav bättre skogar både i fråga om anpassning och volym och värdeproduktion (Kiellander, 1951).

De första utländska provenienser som användes och befanns producera bättre än de inhemska var mellaneuropeiska (Langlet 1964). Vissa av dessa är relativt välkända, Schwartzwald, Westerhof

mfl., men används inte idag eftersom de anses ge sämre virkeskvalitet och vara mindre frosttåliga än provenienser från Östeuropa. Eftersom dylika provenienser hade använts länge kunde skörd av kottar från inhemska bestånd med västkontinentalt ursprung (landras) påbörjas under 1960-talet. Detta material benämnes II:a generationens västkontinentala provenienser, t.ex. Omberg, Älvan, Wrams Gunnarstorp.

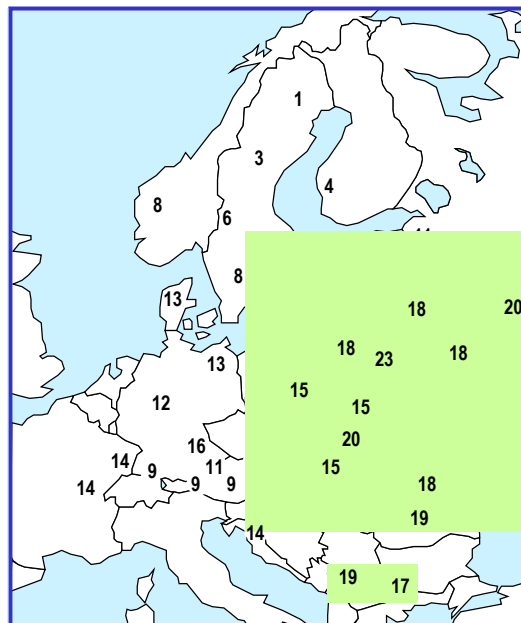
Skador av försommarfrost är ett stort problem i grankulturer i södra Sverige i allmänhet och på sydsvenska höglandet i synnerhet. Därför ansågs östeuropeiska provenienser vara lämpligare p.g.a. sin senare skottskjutning jämfört med såväl inhemska som västkontinentala provenienser. Den variation som finns mellan provenienser vad gäller skottskjutningstidpunkten på våren framgår av Faktaruta 1.

De rekommendationer om förflyttning och användning av granprovenienser som finns i skogsstyrelsens författningssamling (Anonym 1993) är grundade på framför allt två stycken serier med granproveniensförsök. Det ena planterades 1964 i ett internationellt forskningssamarbete (Persson & Persson 1992) och det andra planterades 1969 (Werner & Karlsson 1981). Gemensamt för

båda serierna är slutsatsen att nordförflyttad gran får en ökad produktion. Detta kan förklaras dels med den senare skottskjutningen som medför en mindre risk för skador av försommarfrost (se kapitel om frostsador), och dels p.g.a. att den utnyttjar den längre tillväxtsäsongen på sensommaren. Tack vare mindre frostsador ökar möjligheterna att producera virke av god kvalitet.

När plantor av en förflyttad proveniens planteras i ett nytt område med andra klimatiska förutsättningar påbörjas en selektion som

pågår hela omloppstiden. De träd som har klarat sig bäst och bidrar mest till kommande generationer sägs bilda den nya landrasen. Denna process pågår kontinuerligt, men redan efter en generation kan en tydlig anpassning till den nya växtplatsen ha skett. Detta innebär att det ofta är bättre att skörda frö från den mera anpassade landrasen än att importera det ursprungliga proveniensmaterialet. Detta har visats för sitkagran (*Picea sitchensis*) i Danmark (Nielsen 1994), men kan mycket väl gälla även för granproveniens i Sverige.



Figur 1. Figuren visar variationen mellan granproveniens för tidpunkt för skottskjutning i dagar, den tidigaste har givits värdet 1. Det rasterade området visar proveniens som har minst två veckor senare skottskjutning än den tidigaste proveniensen. Resultat från plantskoleförsök i Mälardalen. Från Erkißon & Ekberg (1997)

## Förädlingsmål

Det är många enskilda egenskaper som kan påverkas med genetik, men granförädlingen kan sammanfattas i tre övergripande huvudmål. Dessa är:

1. Ökad värdeproduktion i brukade granskogar
2. Beredskap för kommande klimatförändringar
3. Långsiktig förvaltning och utveckling av granens genetiska diversitet

Vart och ett av de tre målen har olika tidshorisonter. En ökad värdeproduktion kan direkt omsättas i befintligt skogsbruk och nyttiggöras inom en omloppstid. Beredskapen för kommande klimatförändringar och effekterna av en omsorgsfull förvaltning av den genetiska variationen kan nyttiggöras först på mycket lång sikt genom att garantera genetisk diversitet för uthållig och flexibel förädling och för naturlig utveckling av arten i en avlägsen framtid.

### **Ökad värdeproduktion i brukade granskogar**

Ökad värdeproduktion i det nya skogsodlingsmaterialet av gran åstadkommer man genom att påverka egenskaper som styr produktion och kvalitet.

### *Överlevnad och skadefrihet*

En hög överlevnad är av stor vikt för att såväl produktion och kvalitetsdaning ska lyckas. Överlevnaden är ofta en funktion av andra egenskaper som var för sig kan vara starkt genetiskt styrda. Skottskjutningen t.ex. är starkt genetiskt styrd och påverkar risken att drabbas av frostsador på försommaren.

### *Produktion*

Såväl höjdtillväxt och diameterutveckling är egenskaper som i hög grad styrs genetiskt. Naturligtvis påverkas produktionen av andra genetiskt styrda egenskaper som t.ex. tillväxtrytm, en senare tillväxtavslutning ger trädet möjlighet att utnyttja tillväxtsången längre än de som avslutar tillväxten tidigt. Å andra sidan kan en för sen tillväxtavslutning innebära risk för höstfrostsador.

### *Kvalitet*

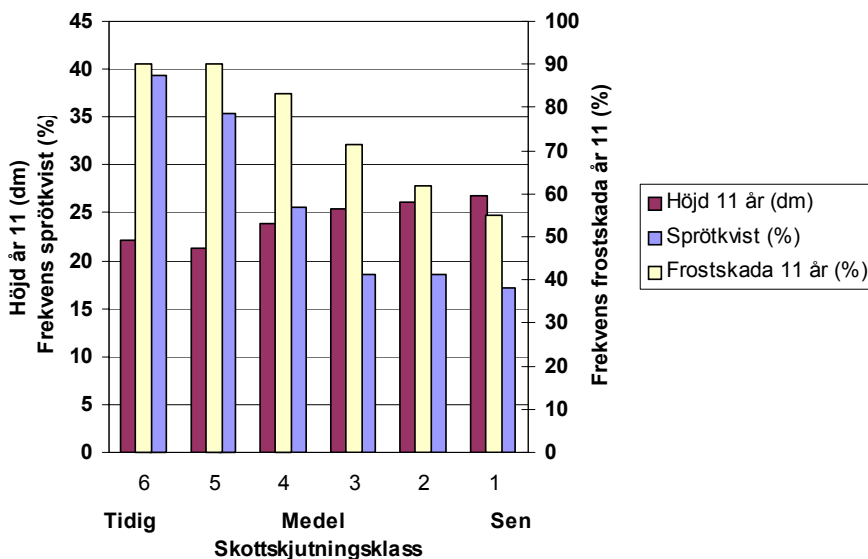
Granens kvalitet är starkt styrd av planteringsförband och skötsel. Det gäller framför allt en så viktig kvalitetspåverkande egenskap som årsringsbredd. Det finns dock stora möjligheter att påverka förutsättningarna för en god kvalitetsdaning med hjälp av genetik. Exempel på egenskaper som är starkt genetiskt styrda är t.ex. grenvinkel och krokighet. Även grendimensioner och antal har ett

visst mått av genetisk styrning, medan en egenskap som t.ex sprötkvist kan variera i fråga om genetisk styrning. På vissa lokaler där sprötkvistförekomsten beror på frostsador finns en genetiskt bakomliggande orsak medan det på andra lokaler inte går att hitta genetiska orsaker.

### Frostskador

I södra Sverige utsätts en stor del av granplanteringarna av svåra vårfroster, eller mer korrekt försommarfroster, en eller flera gånger under de första 10 åren. Effekten av dessa froster kan va-

riera avsevärt beroende på plantornas egenskaper. Resultat från SkogForsks granförsök visar att både tillväxt och kvalitet påverkas märkbart (se Figur 2). Granar som har skadats av försommarfrost i unga år får t.ex.: fler sprötkvistar, större frekvens dubbeltoppar, fler krokiga rotstockar, sämre volymproduktion, Dessutom har frosten om den drabbar planteringen under de första åren en direkt påverkan på antalet överlevande planter och orsakar ofta luckor och en skiktning i höjd för de kvarvarande träden i beståndet. Detta leder inte sällan till minskad kon-



Figur 2. Resultat från försök 977 Västra Ryd. I försöket, som ligger på plan mark med återkommande försommarfroster, finns 310 grankloner. Figuren visar hur höjd, frekvens sprötkvist och frostsador påverkas av skottskjutningstidpunkten. Skottskjutningstidpunkten indelas i 6 olika skottskjutningsklasser, från tidig till sen tidpunkt för skottskjutning.

kurrens och snabb tillväxt för de plantor som klarade sig "helskinnade" genom järnnätterna. Därmed får även de oskadade träden sämre kvalitet i form av grova grenar och alltför breda årsringar. Under rådande omständigheter finns det väldigt små möjligheter att försöka rätta till situationen genom skötselåtgärder. Det man kan hoppas på är att ett tillräckligt lövuppslag hjälper till att kvalitetsdana de förväxande träden samtidigt som de frostskadade gynnas av det frostskydd som lövet ger. Rätt åtgärder med röjsågen kan då lindra de negativa effekterna men det hade varit bättre att kunna jobba med en jämn och välväxande granföryngring. Förädlad gran, med en skottskjutningstidpunkt som är anpassad till lokalklimatet ökar chanserna till ett lyckat bestånd.

### **Beredskap för kommande klimatförändringar**

Ett viktigt långsiktigt mål är att hålla en beredskap för kommande klimatförändringar. Eftersom ingen med säkerhet kan förutsäga hur klimatförändringarna kommer att påverka odlingsförutsättningarna för granen i

framtiden är det viktigt att bedriva förädlingen på ett sätt som ger stor flexibilitet när det gäller egenskaper som är viktiga för granens klimatanpassning. Exempel på sådana egenskaper är t. ex. skottskjutning på våren och tillväxtavslutning på hösten. Ambitionen att ha en förädlingsstrategi som syftar till att bevaka klimatförändringar illustreras i figur 3 där populationerna delvis ligger utan för nuvarande klimatgränser.

### **Långsiktig förvaltning och utveckling av granens genetiska variation**

Den svenska skogsträdsförädlingen är unik så till vida att den kombinerar förädling med en aktiv förvaltning av de genetiska resurserna inom olika delpopulationer. Tack vare att populationerna är rätt dimensionerade och genetiskt separerade från varandra kommer den genetiska variationen bevaras på en hög nivå. Det är en förutsättning för att kunna fortsätta att åstadkomma vinster i förädlingen. Svensk skogsträdsförädling är dimensionerad för att kunna fortsätta till nästa istid utan att väsentlig genetisk variation går förlorad

# Förädlingsprinciper

## Arv och miljö

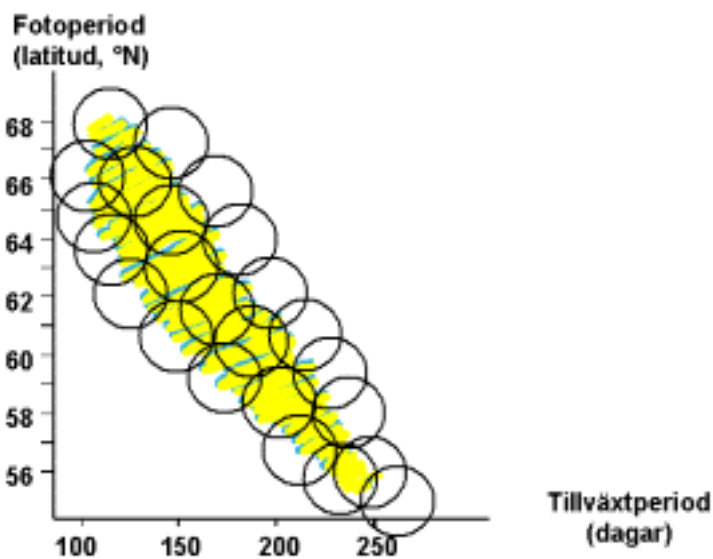
Grunden för all förädlingsverksamhet är att den levande varelsen (fenotypen) är ett resultat av sitt arv och den miljö den levtt i. Detta kan enkelt beskrivas med formeln: Fenotyp = genotyp + miljö.

Fenotypen är den gran vi ser i skogen i beståndets olika stadier. Det kan också vara timmerstocken på väg in i sågverket eller massavedsbiten på massabruket.

Granens egenskaper styrs olika mycket av arv respektive miljö. Tidpunkten för skottskjutning på våren är t.ex. starkt genetiskt styrd, tillväxten är relativt starkt genetiskt påverkad medan grenrovleken är till stor del styrd av miljön, t.ex. planteringsförbandet.

## Additiv nedärvning

De flesta egenskaper som beaktas i förädlingen antas vara additivt nedärvda. Det innebär att egenskapen nedärvs genom dos-effekter. En avkommas värde i en



Figur 3. Ambitionen för Svensk skogsträdsförädling är att ha en förädlingsstrategi som syftar till att bevaka framtida klimatförändringar. Diagrammet visar de olika delpopulationernas fördelning i Sverige. Det färgade området är Sverige med dagens klimatgränser. Det faktum att ringarna delvis ligger utanför dessa gränser markerar beredskap för klimatförändringar.

viss egenskap förväntas bli ett medelvärde för moderns och faderns respektive värde. Detta nedärvningsmönster gör det möjligt att testa granar i förädlingen antingen indirekt med avkommeprövning eller direkt i klontester. Genom upprepade urval (urvals-förädling) förbättras sedan de olika egenskaperna.

### **Förädling i lokalt anpassade populationer**

Den svenska granförädlingen bygger på det så kallade MPBS-systemet, Multiple Population Breeding System (Danell 1993, Karlsson & Rosvall 1993). Det innebär att förädlingsmaterialet hålls separerade i mindre delpopulationer. Totalt används ca 1000 föräldraträd i varje generation. De utgör den s.k. förädlingspopulationen och är basen för ett nytt avstamp in i nästa generation. För att anpassa materialet geografiskt och därmed också klimatmässigt utförs den praktiska förädlingen inom var och en av ett 20-tal delpopulationer om ca 50 träd (Figur 3). Delpopulationerna hanteras genetiskt isolerade från varandra och blir på så sätt helt obesläktade. Betyggande genetisk variation kan därmed bibehållas såväl inom som mellan populationer.

I första förädlingsgenerationen väljs 50 föräldraträd, sk. plus-trädsurval ut bland många tes-

tade plusträd som har valts ut i bra kulturbestånd (Figur 5). Varje föräldraträd utgör en klon. I senare cykler görs urvalet inom den förädlade generationen.

För att kunna korsa föräldrarna med varandra utan att vänta på naturliga blomningsbetingelser behandlas träden med ett gibberellin (GA 4/7) som är ett blomningsbefrämjande hormon. Genom kontrollerade korsningar mellan föräldrarna i en delpopulation åstadkoms en ny förädlingsgeneration med en stor genetisk variation. Från varje föräldraträd skapas upp till 100 nya avkommor, vilket innebär att den nya delpopulationen består av 5000 plantor/kandidater eller ca 100000 för hela landet.

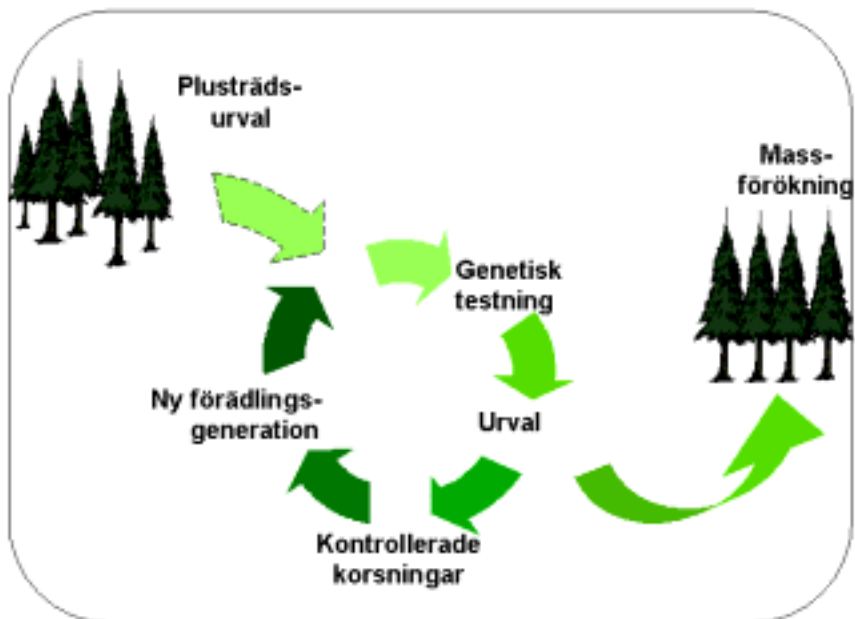
De 5000 plantorna från korsningarna odlas kontrollerat i plantskolan t.ex. registreras skottskjutningstidpunkt och mönster för tillväxtavslutning. Därigenom kan ett första urval göras för en riktig klimatanpassning. En begränsad del (ca 2000 plantor) av populationen klonförökas och planteras i fältförsök. På så vis kan alla kandidater i den nya generationen testas på fyra olika lokaler som fyller de klimatiska krav som ställs på skogsodlingsmaterial för en viss population. Efter 10-15 år mäter vi tillväxt, kvalitet och vitalitet i fältförsöken.



Data från plantskolan och mätningarna i fältförsöken, analyseras gemensamt för att bedöma trädens avelsvärde, ett värde som anger hur bra avkomma trädet får – eller lite förenklat, hur bra trädet är som förälder. Baserat på denna utvärdering görs två urval; dels av individer som går vidare till nästa förädlingsgeneration, dels av individer som ska användas för produktion av skogsodlingsmaterial i form av

fröplantager eller kloner för sticklingförökning.

För fortsatt förädling väljs till varje delpopulation 50 nya träd, med de högsta avelsvärdena, på ett sätt så att alla 50 föräldrar i den tidigare generationen blir representerade. Dessa går in i nästa varv av förädlingscykeln som sedan kommer att upprepas gång efter gång (Figur 4). Med dagens metoder tar det ca 20 år att fullborda ett varv i cykeln.



Figur 4 - Schematisk skiss som visar de olika momenten vid granförädling, den s.k. förädlingscykeln. Ett varv tar ca. 20 år att fullborda.

## Fröplantager

En fröplantage består av kloner som har testats i avkommeprövning eller klontest. Normalt finns det 15-40 kloner i en fröplantage som anlagts med testat material. Träden förökas upp i tillräcklig mängd genom ympning med en vanlig granplanta som grundstam eller genom sticklingförökning och blir på så sätt rotäkta.

Plantagens storlek ligger normalt på mellan 5 och 20 ha. Om plantagen är mindre än 5 ha anses mängden pollen i plantagen bli för liten för att en tillfredsställande andel av producerade frön ska vara pollinerade med pollen från plantageklonerna.

Den genetiska vinsten för plantor uppdragna från plantagefrö kan förenklat beräknas som medelvärdet av de ingående klonernas avelsvärden. Det praktiska utfallet överensstämmer inte till fullo med det teoretiska, pga. att kloners bidrag avseende pollen och honblommor är olika stort. Därtill får man även in pollen från oförädlade granbestånd. Till den genetiska överlägsenheten ska läggas en fysiologisk positiv fröeffekt som framför allt ger jämnare odlingar i plantskolan.

Forskning har visat att granfröplantager oftare ger rikligare blomning och skörd om planta-

gen ligger i ett område med ett varmt och torrt sommarklimat. I Sverige ligger de bäst fungerande fröplantagerna på Österlen i Skåne och på Öland.

I Götaland finns idag producerande fröplantager för alla klimatlägen. Dock är det brist på förädlad frö för områden framför allt på Sydsvenska höglandet där risken för försommarfrost är stor. Ett nytt plantageprogram som syftar till anläggning av nya fröplantager med ännu bättre föräldramaterial är planerat (Rosvall m.fl. 2001).

## Vegetativ förökning

Det mest effektiva sättet att utnyttja genetiska fördelar är att använda vegetativt förökat skogsodlingsmaterial, t.ex. sticklingar. Till skillnad från fröförökat material kan önskvärda egenskaper bevaras utan att oönskad genetisk variation "späder ut" egenskapen. Eftersom den vegetativa förökningen ger plantor som är genetiskt exakta kopior av varandra finns ingen genetisk variation för en viss egenskap inom klonen. Den genetiska variation som ändå är önskvärd inom ett bestånd fås genom att ett tillräckligt stort antal kloner blandas i ett och samma plantparti. Det är också viktigt att komma ihåg att miljön skapar en stor variation i ett bestånd. Därför är det ofta

svårt att hitta flera individer som har identiskt utseende i beståndet (Högberg et al. 1995).

Det finns två typer av vegetativt förökat material som är eller har varit i praktisk användning i Sverige, dels klonförökade sticklingar och dels bulkförökade sticklingar

### **Klonskogsbruk**

I ett klonskogsbruk utnyttjar man kloner som är mer eller mindre kända. De kloner som används ska kunna deklarerarar m.a.p. sina egenskaper. Egenskaperna kan vara testade redan i plantskolan, t.ex. skottskjutningstidpunkt som är mycket starkt genetiskt styrd och förändrar sig lite med ökande ålder. Andra egenskaper är testade efter många (6-15) år i fältförsök t.ex. tillväxt och kvalitets-

egenskaper. De kloner som uppfyller kraven väljs ut och klonerna förökas sedan klonvis i plantskolan. På så vis får man ett plantmaterial med mycket exakt definierbara egenskaper. I de klonskogsbruksprogram som producerat plantor har tillväxten uppskattats till 20-30% bättre än för fröplantor av lämplig proveniens.

### **Bulkförökade sticklingar**

Värdefulla fröplantpartier, t.ex. kontrollerade korsningar från testade föräldrar eller särplockade elitföräldrar i fröplantager, kan förökas utan att man håller reda på enskilda kloner. Det innebär att ett begränsat fröparti kan utnyttjas för en större areal. För närvarande tillåts 200 kopior/klon (se kapitel regler). Det innebär att ett hg frö kan räcka till 2,5 milj. plan-

#### *Faktaruta: 1 - Klonskogsbruk i Sverige.*

Under 1970-90 talet har tre olika projekt bedrivit verksamhet med klonskogsbruk med gran i Sverige. Hilleshög startade ett projekt 1975 där kloner ur bruksprovenienser valdes ut och testades i stor skala. ca. 6000 kloner testades. Ett annat sydsvenskt projekt startade i slutet på 1970-talet av Skogsstyrelsen och Domänverket. I det projektet testades över 9000 kloner i fältförsök. Ett mellansvenskt projekt startade 1989 och har valt ut nästan 5000 kloner som fälttestas.

Syftet med all tre projekten var att producera stora mängder vältestade hög-

producerande kloner efter avslutad testperiod. Emellertid ledde bl.a. problem med dålig rotning till alltför höga plantpriser varför de båda första projekten avslutades i början av 1990-talet medan det tredje fortfarande producerar en mindre mängd sticklingar av testade kloner. Totalt har ca 25 garnsticklingar från de tre projekten planterats ut i de sydsvenska skogarna.

Lärdomen av de tre projekten är att problemen med klonåldrande under testtiden måste lösas för att kunna producera sticklingar till en tillräckligt låg kostnad.

tor (1000 ha) i stället för. 12500 plantor (5 ha). Denna metod förändrar inte fröpartiets egenskaper och kräver inte heller någon test av de ingående klonerna.

### **Somatisk embryogenes**

Ytterligare en metod för att framställa vegetativt förökat material är att gå via somatiska embryon. Metoden somatisk embryogenes utgår från ett vanligt embryo från ett frö. Genom att i laboratoriet behandla detta embryo med tillväxthormoner initieras en "oorganiserad" tillväxt av cellvävnad. När tillräcklig mängd har erhållits av denna vävnad tillsätts ett annat hormon som gör att cellvävnaden organiserat börjar bilda nya "somatiska" embryon, var och ett med barr och rotanlag, färdiga att bilda var sin ny granplanta. Med rätt behandling kommer dessa nya plantor att kunna aklimatiseras till normal plantskolemiljö och användas i plantproduktionen. En mycket stor fördel med denna förökningsmetod jämfört med sticklingar är att den oorganiserade vävnaden kan lagras i flytande kväve (-196°C). Det möjliggör lagring under tiden klontestning pågår i fält, vilket innebär att problemen med klonåldrande minskar. Efter avslutad testning kan man producera plantor antingen direkt från somatiska embryon eller som sticklingar från ett fåtal somatiska moderplantor. Metoden är fortfarande under ut-

veckling och måste rationaliseras för att komma ner till rimliga plantpriser. (Högberg & Devillard 2000)

### **Användning av vegetativ förökning i praktiskt skogsbruk**

Man har diskuterat riskerna med användning av klonat material i praktiskt skogsbruk. De tre risker som oftast förknippas med klon-skogsbruk är: risk att enskilda kloner slås ut, risk för minskad genetisk variation inom arten samt risk för minskad biologisk mångfald inom beståndet.

### **Regler för användning och handel med vegetativt förökat material**

Användning och handel med vegetativt förökat material är reglerat i skogsvårdslagen. Där regleras bl.a. hur många kloner som måste användas i en klonblandning samt det maximala antalet kopior som får användas/klon. Användningen av vegetativt förökat material regleras i skogsvårdslagen. Avser man att använda sig av vegetativt förökat material måste man göra en anmälan till skogsvårdsstyrelsen minst sex veckor innan plantering förutsatt att arealen uppgår till minst 0.5 ha. Enligt lagen får som regel maximalt 5% av den produktiva skogsmarken inom en

bruksenhet planteras med vegetativt förökat material.

På grund av att vegetativ förökning är mera arbetsintensiv än fröplantsproduktion är plantpriset betydligt högre. En tumregel är att en stickling kostar dubbelt så mycket som en fröplanta. Trots att detta pris är försvarbart i en ekonomisk kalkyl är dock detta ett hinder för en storskalig användning av sticklingar.

## **Vinster med förädlad gran**

### **Provenienser**

Vinsten med att använda förädlad gran varierar beroende på vilken förädlingsgrad plantmaterialet har. Generellt kan användning av bästa tillgängliga proveniensmaterial ge en vinst i värdetillväxt på ca 10 % jämfört med att använda ortens proveniens där sådan finns. På lokaler med utpräglad risk för försommarsfrost kan denna vinst i varje fall initialt vara betydligt större.

### **Fröplantager**

Granplantor från plantagefröskördat i dagens fröplantager har en vinst i värdetillväxt som ligger 10-15% högre än ortens proveniens (figur 5). För vissa områden speciellt i områden med stor frostrisk är det brist på plantagefrö varför det ibland kan vara befo-

gat att välja en senskjutande proveniens i stället för plantageplantor som riskerar att frostskadas. De fröplantager som anläggs idag kommer att ge ett frö som ger en mertillväxt som är ca 25% bättre än ortens gran (Rosvall m.fl. 2001).

### **När kan vinsten tas ut?**

Det är en allmän uppfattning att vinsten med att använda förädlade granplantor ligger långt fram i tiden dvs. vid tiden för slutavverkning. I själva verket kommer fördelarna med förädlade plantor långt tidigare. Den högre överlevnaden ger mer välslutna bestånd redan från start vilket ger möjligheter att dana ett kvalitativt bestånd vid röjningen. Den snabbare höjdtillväxten betyder också att röjningskostnaden kan hållas på en lägre nivå eftersom konkurrerande lövsly inte hunnit upp i samma dimensioner som vid en normal röjningstidpunkt. Vid förstagallringen av ett ha med SI G32 kan uttaget öka med 30-35 m<sup>3</sup>sk vilket ökar gallringsnettot betydligt. Att använda förädlad gran kan liknas vid ett förbättrat ståndortsindex, vilket innebär att beståndsvård och möjlig slutavverkningstidpunkt kan tidigare läggas. Detta bidrar till att det diskonterade resultatet för hela omloppstiden blir bättre jämfört med om "vanliga" granplantor skulle ha använts.

## Val av skogsodlingsmaterial av gran

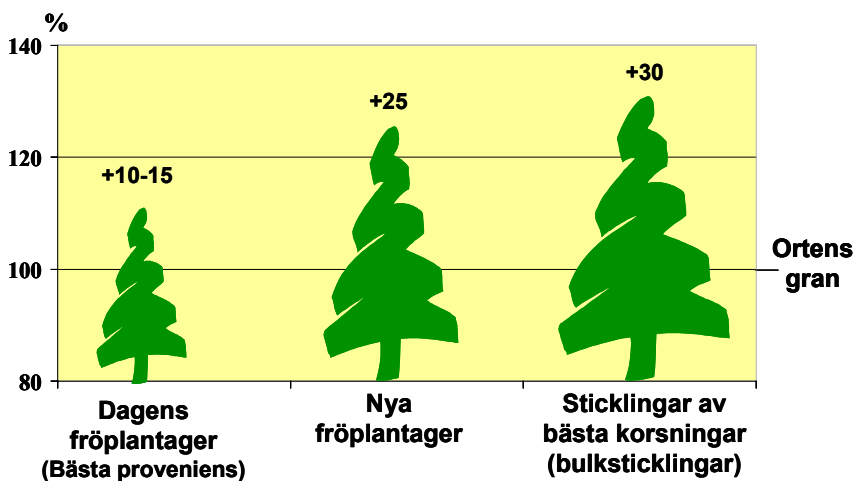
Valet av skogsodlingsmaterial av gran inför nästa generation skog är en grannliga uppgift. Skogsmark är värdefull och skillnaden i utfall mellan två genetiskt olika material kan vara stor. Man kan få goda råd om vilka plantor som passar bäst om man ber plantskolan eller den som förmedlar plantorna om råd. Om man har tillgång till dator med internetuppkoppling finns ett program utvecklat av SkogForsk som hjälper användaren att välja material. Programmet ger råd för val inom trädslag, till stor del styrt av klimatförhållanden. Trädslagsvalet, där markförhållandena i första hand bör vägleda, behandlas inte.

Ett produktions-index eller en prioritering är riktmärket för jäm-

förelse mellan alternativen. Indexet är en kombination av olika egenskaper (i första hand träds tillväxtpotential och överlevnadsförmåga) som motsvarar värdering och sammanvägning på det sätt som uppfattats som mest vanligt.

Högsta indexvärde (alternativt prioritet 1) pekar på basalalternativet, men användaren har därutöver möjlighet att med sin egen målsättning och bedömning välja ett annat skogsodlingsmaterial.

Programmet är inte heller konstruerat för att visa vad som är tillåtet/otillåtet enligt gällande skogsvårdslagstiftning. Denna information kan fås från Skogsstyrelsen: [Skogsodlingsmaterial](#) med rikslängd för godkänt material.



Figur 5. Sticklingar från utvalda kloner ger en överlägsenhet på 20-30% jämfört ett rekommenderat proveniensmaterial

## Definitioner

**Additiv nedärvning** Summan av många geners påverkan ger värdet på egenskapen.

**Avelsvärde** En klons genetiska värde för en viss egenskap, bedömt genom dess avkomor eller test av klonen själv. Avkomman till två kloner får genomsnittet av sina båda föräldrars värde i egenskapen.

**Delpopulation** Population med speciell inriktning som ingår i den stora förädlingspopulationen.

**Fenotyp** Resultatet av en genotyp och miljöns påverkan av den.

**Förädlingspopulation** De träd som aktivt används i förädlingen i varje generation.

**Förädlingsvärde** Synonymt med avelsvärde.

**Genbevarande** Aktiviteter för att säkerställa en tillräcklig genetisk variation för framtiden.

**Genetisk vinst** Skillnaden i en egenskap mellan två generationer i förädlingen om de jämförs under samma miljömässiga förhållanden.

**Genotyp** Summan av generna, den ärftliga konstitutionen, jämför klon.

**Gibberilin** Växthormon som bl.a. styr grannens blomning.

**Kandidat** Utvalt träd eller planta som senare accepteras eller kasseras efter testning.

**Klon** Genetiskt identiska individer, oftast åstadkomna genom vegetativ förökning, t.ex. stickning eller ympning.

**Landras** Sort som förflyttats och successivt naturligt anpassats till odlingslokalen, ofta genom att en relativt snabb naturlig selektion sker av anpassningsegenskaper.

**MPBS** Multiple Population Breeding Strategy. Förädlingsstrategi där förädlingsmaterialet delas upp i delpopulationer i vilka förädlingen bedrivs.

**Proveniens** Det område där fröet är skördat. Observera att detta inte är identiskt med ursprung. Frö skördat från en plantering i Emmaboda med plantor från Minsk är således av proveniens Emmaboda.

**Stickling** Vegetativt förökad planta genom att en kvist fås att producera rötter genom att sättas i torv och hållas fuktig under tiden rötterna växer fram.

**Ursprung** Det område från vilken en proveniens ursprungligen har hämtats.

**Urvalsförädling** Förädling som bygger på att egenskaper "anrikas" genom upprepade urval.

## Referenser

- Anonym 1993 Skogsstyrelsens författningssamling. 1993:2. Jönköping.
- Danell, Ö. 1993. Breeding programmes in Sweden - General approach. In Progeny testing and breeding strategies. Proceedings of the Nordic Group for Tree Breeding, Edinburgh, Scotland. 6-10 October 1993. Supplement. Edited by S.J. Lee. Forestry Commission, Edinburgh.
- Eriksson, G. Ekberg, I 1997. Skogsgenetik - en introduktion. SLU. Uppsala.
- Huntley, B. Birks, H J B. 1983 An atlas of past and present pollen maps for Europe 0-13000 years ago. Cambridge University Press (Cambridge) pp 667
- Högberg, K.A. Devillard, C. 2000. Effektivt klonskogsbruk med somatisk embryogenes. Föreningen Skogsträdsförädling. Årsbok 1999:7-12.
- Högberg, K.A. Eriksson, U. Werner, M. 1995 Vegetativ förökning och klonskogsbruk - med tonvikt på gran. SkogForsk, Redogörelse Nr. 12:1995. Uppsala.
- Karlsson, B. and Rosvall, O. 1993. Breeding programmes in Sweden - Norway spruce. In Progeny testing and breeding strategies. Proceedings of the Nordic group for tree breeding, Edinburgh, Scotland. 6-10 October 1993. Edited by Steve Lee. Forestry Commission, Edinburgh. pp 128-134.
- Karlsson, B. 2000. Clone Testing and Genotype x Environment Interaction in *Picea abies*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 162. Doctoral thesis. ISSN 1401-6230. 47 pp
- Kullman, L (2001) Granens invandring i Sverige. En gammal historia i nytt ljus. Fauna och Flora 96: 117-128.
- Kiellander, C.L. 1951. Gran. I svensk växtförädling. Del II, Trädgårdsväxterna Skogsväxterna. Natur och Kultur Stockholm. Sidor 667-710.
- Langlet, O. 1964 Proveniensalets betydelse för produktion och skogsträdsförädling av gran. Sv Skogsvårdsförb Tidskr 62:145-155
- Nielsen, U.B. 1994 Genetisk variation i sitkagran (*Picea abies* (Bong.) Carr.) i højdevækst, stammeform, frosthærdighed - vurderet ud fra danske proveniens-, afkoms- og klonførsøg. Forskningsserien Forskningscentret for Skov & Landskab 1994(9).
- Palmér, C.H. (red.) 1991. Genväg till bättre skog i Götaland, 37 s. Institutet för skogsförbättring. Uppsala.
- Persson, A. Persson, B. 1992 *Survival, growth and quality of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst) provenances at three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. Institutionen för skogsproduktion. Sveriges Lantbruksuniversitet. Garpenberg.*
- Rosvall, O. m.fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Redogörelse nr 1:2001. SkogForsk. Uppsala
- Sonesson, J. Bradshaw, R. Lindgren, D. Ståhl, P. 2001. Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. SkogForsk, Report No. 1:2001. Uppsala.
- Werner, M. Karlsson, B. 1981. Resultat från 1969 års granproveniensserie i Syd- och Mellansverige. Institutet för Skogsförbättring, årsbok 1982. 90-158. Uppsala