

# Föryngring

Urban Nilsson, Jonas Bergquist, Ola Langvall, Fredrik Nordborg,  
Magnus Petersson, Göran Örlander

## Inledning

Plantering av gran efter kalavverkning är den dominerande föryngringsmetoden i södra Sverige. Mer än 70 procent av all nyföryngring utförs med denna metod (Anon 2000). Det är en väl beprövad metod som har praktiserats under lång tid, men fortfarande återstår dock en hel del problem att lösa. I Götaland var nästan 20% av planteringarna underkända enligt skogsstyrelsens återväxttaxering 96-97 (Anon 1998). De allra flesta fall där föryngringsarbetet misslyckas kan hänföras till någon av fyra vanliga och betydelsefulla skadeorsaker, nämligen skador av snytbagge, frost, vegetation eller rådjur. Det finns en mängd olika skogsskötselåtgärder för att minska risken för att föryngringen skall spolieras av någon av dessa skadegörare. I princip är det möjligt att på varje ståndort och vid varje tillfälle med relativt hög sannolikhet lyckas

med plantering av gran. För att vara helt säker på att lyckas måste ibland mycket pengar investeras i föryngringsarbetet. Konsten är istället att lägga ner så mycket krut i föryngringsarbetet som behövs vid varje givet tillfälle. För att kunna göra det måste man kunna förutse vad som kommer att bli de allvarliga problemen. I en del fall är det möjligt medan det i andra fall är svårare att förutse skadegörare som kommer att drabba föryngringen. Man måste därför arbeta med ett visst mått av säkerhetsmarginal.

I det följande skall vi diskutera några av de föryngringsåtgärder som finns tillgängliga vid plantering av gran. Denna genomgång är relativt övergripande men vi ger hänvisningar till mer detaljerade artiklar för djupare studier inom varje ämne.

### Faktaruta 1 - Hyggesåldersförsöket

Hyggesåldersförsöket är ett stort förnygringsförsök som lades ut vid dåvarande Enheten för Sydsvensk Skogsforskning under åren 1989-1993. En stor del av de resultat som redovisas i detta kapitel härstammar från detta försök, därför ges här en kort beskrivning av försöket.

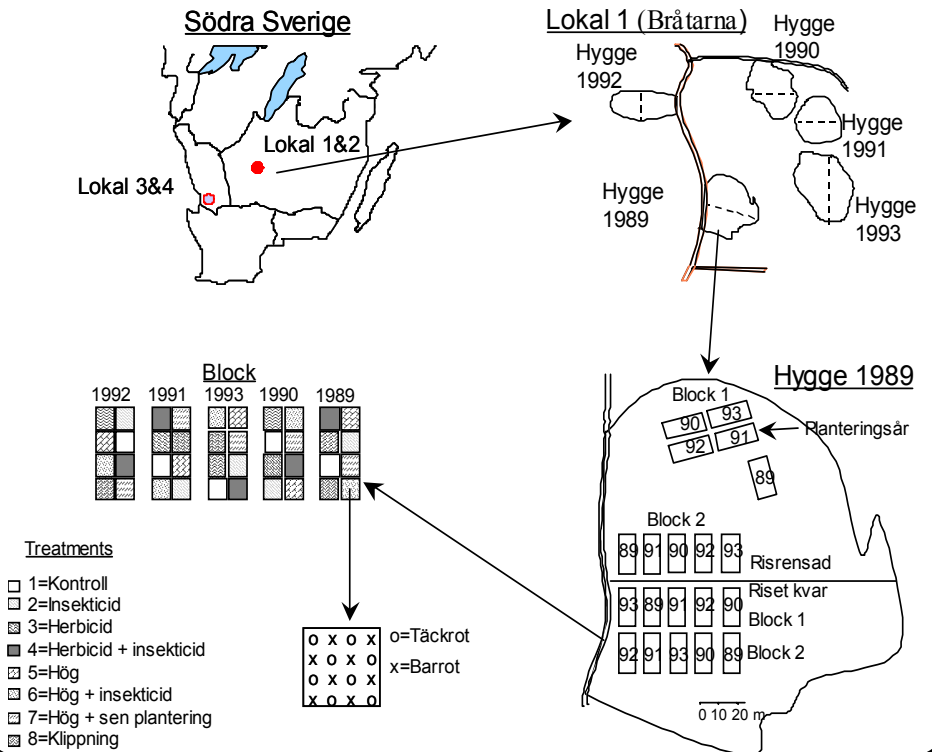
Försöket lades ut på fyra lokaler. Två av lokalerna ligger i Småland på Asa försökspark och två av lokalerna ligger i Halland på och i närheten av Tönnersjöhedens försökspark

På varje lokal valdes fem blivande hyggen ut. Varje år avverkades en årsyta per lokal (se figur). På ena hälften av varje årsyta fick avverkningsavfallet ligga kvar medan den andra risrensades.

Respektive risbehandling delades upp i två block inom vilka en årsplanteringsyta planterades varje år. Inom ett block bestod årsplanteringsytan av åtta behandlingar med 16 planter i varje. Den lägsta nivån i försöksdesignen var planttyp, inom varje behandling planterades varannan planta med 2-åriga täckrotsplanter och varannan med 3-åriga barrotsplanter (se figur).

Alla behandlingar planterades manuellt omkring den 1 maj utom den sena planteringen (försöksled 7) som planterades omkring den 10 juni.

Inom ett block bestod varje årsplanteringsyta av åtta behandlingar (se figur), med 16 planter i varje. Plantor som skulle insekticidbehandlas doppades i permetrin lösning före plantering. Därefter sprejades plantorna med permetrin varje vår (april) och höst (augusti) till och med våren det fjärde året efter avverkning. Herbicidbehandlingen bestod av två behandlingar glyfosat-lösning per sommar eller när så var behövt. Högläggningen utfördes i april samma år som planteringen skulle göras. Högarna gjordes med grävmaskin och bestod av 10-20 dm<sup>3</sup> mineraljord och var 10-20 cm höga vid planteringstillfällena. På tre lokaler utfördes högläggning genom att placera högar på blottad mineraljord, på den fuktiga lokalen Lammhultsvägen placerades högarna på omvänd torva. Klippning av vegetationen på försöksled 8 utfördes så ofta att vegetationen på parcellerna hela tiden hölls under 20 cm höjd. För utförlig redovisning av försöksdesignen se Nilsson et al (1993).



# Markberedning

Markberedningen har till syfte att åstadkomma en miljö som är mer lämplig för plantetablering än den ostörda markytan. Det har visats i många studier att markberedning ofta har en positiv effekt för plantetablering (Örlander et. al. 1990).

## Markberedningsmetoder

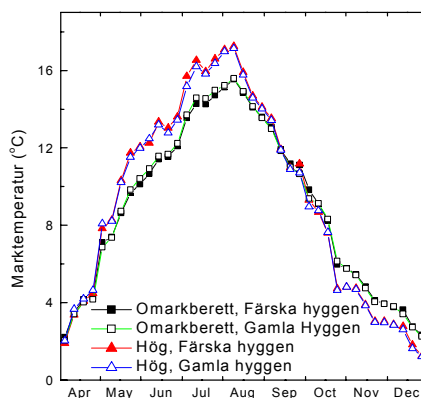
Det finns en mängd olika markberedningsmetoder och redskap men i huvudsak kan man dela in markberedningsmetoderna i fyra olika undergrupper. Den första gruppen är markberedningsmetoder som skapar en bar mineraljord syta för plantering. Vanliga markberedningsmetoder i denna grupp är fläckmarkberedning och harvning. Sedan finns markberedningsmetoder

som på något sätt skapar en hög att plantera i. Högen läggs antingen på bar mineraljord eller på omvänd torva. Den tredje gruppen är radikala markberedningar, antingen helplöjning där en stor del av markytan på något sätt påverkas med plog eller grävmaskin, eller djupplöjning i fåror. Den fjärde och sista gruppen är inversmarkberedning, där humustäcket läggs i en grävd grop och täcks med ca 5-10 cm mineraljord så att markberedningsfläcken kommer i samma nivå som den opåverkade marken. Denna metod finns ännu så länge inte i praktisk drift men har i försök gett lovande resultat. För noggrannare redovisning av de olika markberedningsmetoderna hänvisas till Örlander et al 1990.

### Faktaruta 2 - Marktemperatur

I hyggesåldersförsöket mättes marktemperaturen på 10 cm djup under fem vegetationsperioder i början av 90-talet. Marktemperaturen påverkades positivt av markberedning under våren och sommaren medan det var varmare i marken i ostörd mark under hösten. Effekten av hyggets åldrande och kolonisationen av hyggesvegetation på marktemperaturen var obetydlig.

*I figuren visas marktemperatur i omarkberedd mark och i markberedningshögar på färsk och på gamla hyggen. Varje värde är ett medelvärde av fem vegetationsperioder och 12 hyggen. Data från hyggesåldersförsöket.*



## Marktemperatur

En viktig effekt av markberedning är att marktemperaturen höjs när mineraljorden blottläggs vilket har en positiv effekt på rottillväxten (Örlander et al 1990). För den nyplanterade plantan är rottillväxt mycket viktig eftersom det förbättrar kontakten mellan rötter och mark. Detta ökar plantans möjligheter till vatten- och näringsupptagning (Örlander 1984, 1986). Vid plantering i norra Sverige har troligen höjningen av marktemperatur en avgörande effekt, medan det troligen inte är lika viktigt vid plantering i södra Sverige. Markberedning på färska hyggen ger inte någon betydande tillväxtökning trots att marktemperaturen höjs (Nilsson och Örlander 1999). En förklaring till detta kan vara att marktemperaturen under ett humustäcke är tillräcklig för plantetablering och rottillväxt i södra

Sverige och att det är andra faktorer som begränsar rottillväxten.

## Konkurrerande fältvegetation

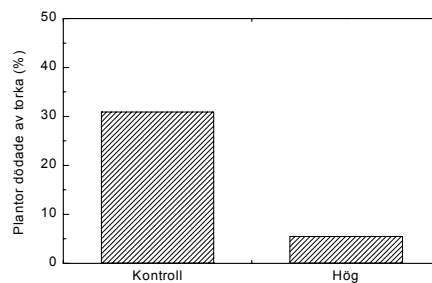
Markberedning medför ofta att konkurrensen minskar genom att fältvegetationen närmast plantan tas bort. På typiska barrskogshyggen tar det åtminstone två vegetationsperioder innan vegetationen har återkoloniserat markberedningsfläcken (Örlander et al. 1996b, Karlsson et al 2001). Konkurrens ovan mark om ljus kan påverka plantornas etablering och tillväxt men på ett normalt krus-tåtelhygge är påvekan liten. Istället är konkurrens under mark om vatten och näring viktig (Davies 1987, Nilsson och Örlander 1999).

Plantering efter markberedning medför att plantorna i mindre utsträckning drabbas av torkskador

### Faktaruta 3 - Torkskador

Andelen planter som dödas på grund av torka minskas om konkurrens från omgivande markvegetation reduceras med hjälp av markberedning.

Figuren visar andel planter som dödats av torkskador sommaren 1992 för planter som planterats med och utan markberedning (högläggning). Avgången registrerades första hösten efter plantering. Data från hyggesåldersförsöket (endast lokalerna vid Tönnersjöheden)



och mortalitet på grund av torka än ifall plantorna sätts direkt i det orörda humustäcket (Faktaruta 3, Nilsson & Örlander 1995). Detta beror till viss del på att mängden tillgängligt vatten i marken är högre när den transpirerande markvegetationen avlägsnats runt plantorna (Nilsson och Örlander 1995). Minskad avgång på grund av torka efter markberedning kan också förklaras med att rottillväxten och därmed vattenupptagningen gynnas av markberedning (Örlander et. al. 1990).

Plantans etableringen är positivt korrelerad till näringsupptagningen under första året efter plantering, medan näringsupptagningen är negativt korrelerad till mängden konkurrerande vegetation i närheten av plantan (Faktaruta 4, Barring 1967, Nilsson och Örlander 1999, Nordborg et. al. 2001, Nordborg & Nilsson 2001). Det är dock inte säkert att vegetationen påverkar plantornas näringsupptag genom att minska tillgängligheten på näringsämnen, utan det är troligare att plantornas förmåga att ta upp näringsämnen ökar vid markberedning genom att rottillväxten ökar (Nordborg et al 2001, Nordborg & Nilsson 2001). Närings- och vattenupptagning är beroende av nya rötter med god kontakt till markpartiklarna (Nordborg et. al. 2001). Kruståtel, som är ett mycket vanligt gräs på sydsvenska hyggen, kan dessutom

ha en allelopatisk effekt, d.v.s. kruståtel kanske hämmar granplantornas näringsupptag med hjälp av någon kemisk substans (Jarvis 1964).

Vid plantering på färska hyggen är överlevnaden högre efter markberedning än vid plantering i ostörd mark eller efter herbicidbehandling, trots att mängden konkurrerande vegetation på färska hyggen är obetydlig (Nilsson och Örlander 1999). Vad som orsakar den högre avgången för plantor som planterats utan markberedning återstår att undersöka.

### **Snytbaggar**

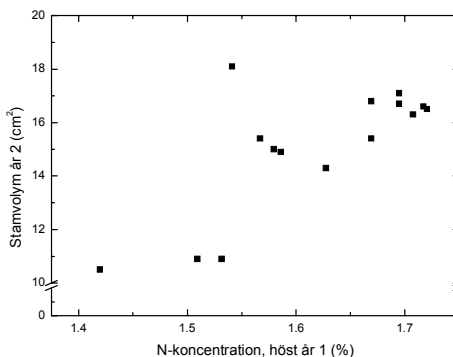
Det har länge varit känt att plantering efter markberedning minskar snytbaggeskadorna (Söderström et al. 1978). Markberedningseffekten har dock varierat från fall till fall. I en del fall har markberedning medfört att nästan inga plantor alls har dött på grund av snytbagge, jämfört med 70-80 procentig dödlighet för plantor planterade utan markberedning (Faktaruta 5, Örlander och Nilsson 1999). I andra fall har dödligheten på grund av snytbagge varit nästan lika hög i markberett som i omärkerett (Faktaruta 5, Örlander och Nilsson 1999).

En stor del av skillnaden i skyddseffekt beror på skillnader i markberedningens utförande. Det har visat sig vara stor skillnad mellan

#### Faktaruta 4

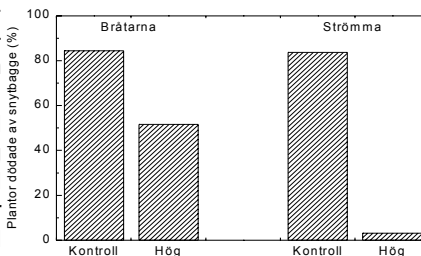
Plantornas tillväxt andra året efter plantering är positivt korrelerad till kväveupptagningen under första vegetationsperioden efter plantering.

Figuren visar korrelationen mellan kvävehalten i barren första hösten efter plantering och plantornas stamvolym efter andra vegetationsperioden. Barrens N-koncentration har skattats med hjälp av korrelationen mellan barrenns grönfärg och deras N-koncentration. Den linjära regressionsfunktionen som indikeras i figuren med en linje förklarar 74% av variationen i stamvolym. Data från Hyggesåldersförsöket.



#### Faktaruta 5 - Snytbaggskador

Effekten av markberedning på snytbaggskadorna har varierat från försök till försök. I figuren visas andelen plantor som dödats av snytbagge två av lokalerna i hyggesåldersförsöket; Bråtarna i Småland och Strömme i Halland. Markberedning var mycket effektiv som snytbaggesskydd på lokalen i Halland medan skyddet var sämre på lokalen i Småland. En stor del av skillnaden mellan lokalerna i markberedningens effektivitet som snytbaggesskydd kan förklaras med ifall minerjorden var blandad med humus eller ej. Kompletterande försök har visat att en bar mineraljordsyta skyddar mycket bättre mot snytbaggesskador än humusblandad mineraljord.



Figuren visar effekten av högläggning på andelen plantor som dödats av snytbagge. Data från två lokaler, Bråtarna i Asa och Strömme vid Tönnersjöheden. Hyggesåldersförsöket.

markberedningfläckar med enbart bar mineraljord och markberedningsfläckar där humuspartiklar är inblandade i större eller mindre utsträckning (Nordlander et al. 2000). För att markberedningen effektivt skall skydda mot snytbaggeskador bör plantan vara omgiven av minst 10 cm ren mineraljord utan inblandade humuspartiklar. Allra bäst skyddar högläggning (Nordlander et al 2000).

Att en ren mineraljordsyta är nödvändig för att markberedning effektivt skall skydda mot snytbagge innebär att markberedning som snytbaggeskydd är en färskvara (Nordlander et al. 2000). Markberedning för tidigt på hösten före en vårplantering kan vara ett sämre alternativ än markberedning i direkt anslutning till planteringen.

Varför medför då plantering i bar mineraljord minskade skador av snytbagge? Gängse uppfattning har varit att snytbaggarna undviker att gå ut på mineraljord, kanske för att de har känt sig oskyddade eller för att de har ogillat den varma och torra mineraljordsytan. Laborariestudier har dock visat att snytbaggarna går ut på mineraljord men de ändrar beteende (Nordlander et al. 2000, Kindvall et al. 2000). När de vandrar i ett ostört humustäcke går de i sick-sack och antennerna rör sig hela tiden; de verkar vara på jakt

efter något lämpligt att äta. När de kommer ut på mineraljord rör de sig mera rakt fram och antennerna blir mer stillastående; det verkar alltså som om de så fort som möjligt vill komma ifrån en miljö där de är oskyddade och kan bli angripna av t.ex. fåglar som livnär sig på skalbaggar. Genom det ändrade beteendet minskar chansen att de skall upptäcka en planterad granplanta som står ute på mineraljordsytan.

## **Frost**

Markberedning minskar frostskadorna, men minskningen är relativt liten om markberedningen inte är radikal (Örlander et al 2002). Markberedning är ofta inte ensam en tillräcklig åtgärd för att klara av plantering av gran på frostlänta lokaler (Faktaruta 6, Langvall 2000, Langvall et al 2001). I jämförelse med det frostskydd som erhålls med en högskärm, är markberedningseffekten ofta liten (Langvall 2000). Orsaken till att markberedning minskar frostskadorna är att en bar mineraljordsyta har ett högre värmefflöde till och från markytan än en humustäckt yta. Under klara och stilla nätter förlorar markytan värme. Ovanför en bar mineraljordsyta kan energin till denna avkylning till stor del tas från mineraljorden. Ovanför ett intakt humustäcke tas energin till värmeavgivningen till stor del från de nedersta luftlagren, som därmed avkyls.

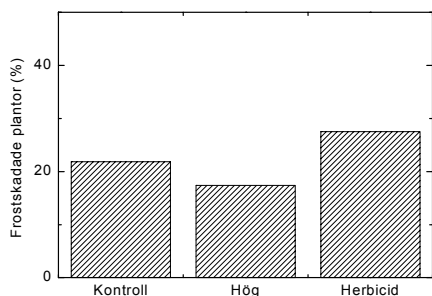
För att få riktigt stor effekt på lufttemperaturen av markberedning under frostnätter måste en stor del av arealen vara påverkad. Radikala markberedningar som helplöjning har alltså större effekt på lufttemperaturen än vanliga markberedningsmetoder som harv eller fläckmarkberedning (Faktaruta 6, Örlander et al 2001).

Ytterligare en positiv effekt av markberedning för att minska frostskadorna är att planteringspunkten höjs vid plantering efter vissa markberedningsmetoder. En förhöjd planteringspunkt innebär att plantan undviker den kalla luften närmast marken, och allra viktigast, den för plantan så betydelsefulla toppknoppen har större

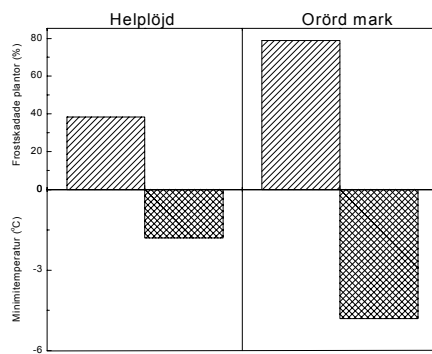
### Faktaruta 6 - Frost

Markberedning skyddar mot frostskador. I hyggesåldersförsöket registrerades en större andel frostskador för plantor som planterats i kontrollparceller än för plantor som planterats i hög även om skillnaden var relativt liten (Fig. 1). I hyggesåldersförsöket registrerades högre andel frostskador i de herbicidbehandlade försöksleden än i de obehandlade kontrollerna vilket visar att gräsvegetationen till viss del skyddar mot frost.

Bland de vanliga, mindre radikala markberedningsmetoderna är högläggning troligen en av de effektivaste markberedningsmetoderna för att skydda mot frostskador. Försök har dock visat att mer radikala



Figur 1. Frostskador på granplantor i mark med olika markberedning. Data från hyggesåldersförsöket.



Figur 2. Andel frostskadade plantor (övre) och minimitemperatur (undre) för granplanteringar på orörd mark (t.h.) respektive helplöjd mark (t.v.). Markberedningsförsök, Asa.

markberedningsmetoder ger en ännu bättre frostskyddseffekt. Ett markberedningsförsök på Asa försökspark visar att minimitemperaturen höjts och andelen plantor som skadats av frost minskats betydligt på helplöjd mark jämfört med orörd mark (Fig. 2). Liknande resultat finns också från försök med hyggesplogning i norra Sverige (Örlander et al 1990).



sannolikhet att klara sig oskadad ifrån frostnatten.

En liten planta kan dock få ett skydd av omgivande vegetation. att ta bort vegetationen med markberedning kan därför ha en negativ effekt. Vid plantering på herbicidbehandlade ytor drabbas de senare drabbades plantorna något mer av frostskador jämfört med plantering i orörd mark (Langvall et al. 2001). Detta kan vara en följd av att lufttemperaturen inne vegetationen var något högre än om vegetativen saknades, men också en följd av att vegetationen beskuggar plantan dagen efter frostskadan, vilket mildrar de negativa effekterna av låga temperaturer under en frostnatt (Örlander 1993). Effekten av beskuggning från kruståtel är dock ganska liten. Högväxt markvegetation kan alltså fungera som en skärm under de första åren efter plantering.

### **Rådjursskador**

De flesta studier av viltskador (rådjursbetning) visar att markberedning ökar denna skadetyp. Markberedning kan tänkas påverka rådjurens beteende på många sätt genom att metoden förändrar både miljön runt plantorna såväl som plantornas näringsvärde som foder. Även på hyggesåldersförsöket har mark-

beredning ökat skadorna och djupare analyser om orsakssammanhang tyder snarare på att det var plantornas än omgivningens egenskaper som orsakat detta (Bergquist and Örlander 1998ab). De skötselmetoder som ökade vitaliteten på plantorna drabbades också av mer betesskador. Planter som växte i markberedda punkter växte fortare, hade mörkare grön färg på barren (=högre kvävehalter) och betades hårdare och oftare än planter som växte i obehandlade ytor (Bergquist et al. 2003a).

Hög vitalitet behöver inte nödvändigtvis vara en nackdel för plantan ur betesskadesynpunkt. Hög vitalitet innebär att en planta snabbare växer ur riskzonen. Planter över 1 m och med en toppskottdiameter på över 5 mm drabbas sällan svåra betnings-skador från rådjur. Forskning pågår för att belysa vilken aspekt som väger tyngst.

### **Negativa effekter av markberedning**

Det kanske största problemet med markberedning är att den upplevs som ett svårt ingrepp i natur- och kulturmiljön. En av de frågor som debatterats hårdast under senare år är risken för näringsläckage. Näringsomsättningen ökar i de tältor som läggs upp vid mark-

beredningen. Nya försök har dock visat att läckaget av kväve knappast alls ökat som en följd av markberedning (Örlander et al. 1997). Orsaken till detta är fortfarande oklart, men skulle kunna förklaras med att en stor del av nederbörden passerar genom fåroarna, där kväveläckaget troligen är obetydligt. Avrinningen från ett markberett område är ju summan av

flödet genom orörd mark, tiltor och fåror. Det kan vara så att avrinningen är betydligt större i fåror/gropar (där kvävemineraliseringen är låg) än genom tiltor/högar, och att detta kompenserar för eventuellt kväveläckage i tiltorna.

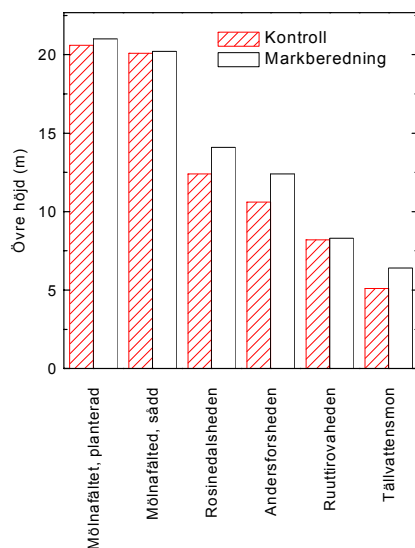
Övriga miljöeffekter av markberedning är oftast knutna till

#### Faktaruta 7 - Långsiktiga effekter av markberedning

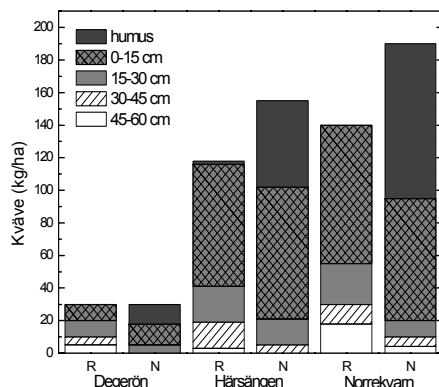
I en återinventering av fem gamla markberedningsförsök som etablerades under 20-talet (två försök), 30-talet (två försök) samt under 60-talet (ett försök) visade Örlander et al (1996) att den befarade negativa effekten av markberedning på markens produktionsförmåga var försumbar. Det var i stället så att markberedning hade medfört högre övre höjd på samtliga lokaler och högre ståndortsindex på tre lokaler (figur 1). Markberedning medförde lägre total mängder av näringsämnen i marken men författarna argumenterar att det inte är totalmängden utan mineraliseringshastigheten som har betydelse för trädens tillväxt.

I ett försök med där radikal markberedning jämfördes med mindre radikala markberedningsmetoder fann Nordborg et al. (2001) inga skillnader mellan markberedningsmetoderna 10 år efter försökets start vad gäller totalt innehåll av kväve och kol i marken. De drog slutsatsen att den radikala markberedningen ännu inte hade medfört mätbara förluster av kväve och kol. Dock kunde inte framtida förluster uteslutas i och med att kolet och kvävet i marken fanns på en djupare nivå (figur 2)

Figur 2. Totalmängd kväve i marken på olika djup i försöksytor som behandlats med radikal (R; djupplöjning) och mindre intensiva markberedningsmetoder (N; fläck eller hög).



Figur 1. Övre höjd för tallföryngringar som etablerats med och utan markberedning.



ingreppets omfattning, dvs totalt påverkad areal och markberedningsdjup. För att erhålla en god etableringsmiljö behöver man endast påverka maximalt 0,5 m<sup>2</sup> runt varje planta, vilket motsvarar ca 10 % av arealen vid normalt planteringsförband. Om det är tekniskt möjligt bör således markberedningen ske fläckvis eller med intermitterant arbetande aggregat. Det finns sällan biologiska skäl att markbereda djupare än 2 dm ner i mineraljorden.

### **Långsiktiga effekter av markberedning**

Kraftiga markberedningsingrepp kan vara negativt för den långsiktiga produktionen på grund av att den kraftiga markstörningen kan orsaka näringsförluster (Lundmark 1988). Den omrörning som åstadkommes vid markberedning leder till en ökad omsättning av det organiska materialet i marken vilket skulle därför kunna vara dålig markvård (Lundmark 1988, Johansson, 1994).

Något överraskande fann Örlander et al. (1996a) att den långsiktiga produktionsförmågan, mätt som ståndortsindex, inte påverkats av kraftig omrörning av marken. Snarare var ståndortsindex högre där marken behandlats (Faktaruta 7). De undersökte gamla försök (24-71 år) där marken utsatts för kraftig bearbetning i samband med bestånds-

anläggningen. Samtliga försök var belägna på svag tallhedsmark, alltså en ståndort som anses vara extra känslig för näringsförluster i samband med markbearbetning. Fortfarande är dock kunskapen om de långsiktiga effekterna av markbehandling bristfällig. Det är exempelvis möjligt att tallen tål kraftiga ingrepp bättre än vad granen gör.

### **Nya markberedningsmetoder**

#### *Inversmarkberedning*

Vid inversmarkberedning grävs först en grop i marken och därefter läggs den uppgrävda torvan och mineraljorden tillbaka i groppen med humuslagret nedåt. Bearbetningsdjupet bör vara ca 2 dm och ca 0,5 m<sup>2</sup> runt varje planta bör markberedas.

Såväl överlevnad som tillväxt har visat sig vara bättre för plantor som planterats efter inversmarkberedning än för plantor som satts i hög eller utan markberedning (Faktaruta 8, Örlander 1996, Örlander et al 1998, Nordborg et al 2003, Nordborg & Nilsson 2003). Troliga orsaker till bättre överlevnad, etablering och tillväxt är att rottillväxten förbättras samtidigt som näringstillgången i det nedbäddade humustäcket är god (Nordborg 2001, Nordborg et al 2003). Inversmarkberedning innebär också ett bra skydd mot snyttbaggeskador (Örlander 1996,

Nordlader et al. 2000). Några fördelar med inversmarkberedning är att: (1) marken luckras på ett fördelaktigt sätt, (2) markfuktigheten blir säkrare än efter exempelvis högläggning och därmed blir planteringsdjupet ej så kritiskt, (3) den blottlagda mineraljorden skyddas mot snytbagge, (4) plantorna exponeras mindre för exempelvis vårvintersol jämfört med högläggning, (5) det frigörs näring på ett lämpligt sätt i det nedbäddade humustäcket, och (6) rötterna blir symmetriska. Miljömässiga fördelar med inversmarkberedning är att den bearbetade ytan minskar och att markytan blir nästan plan.

Inversmarkberedning som metod är idag relativt väl utforskad, men det återstår ännu en del biologisk utvärdering men framför allt teknikutveckling innan metoden kan få en storskalig praktisk användning. Idag finns ingen teknik utvecklade för att utföra inversmarkberedning med andra metoder än med grävmaskin.

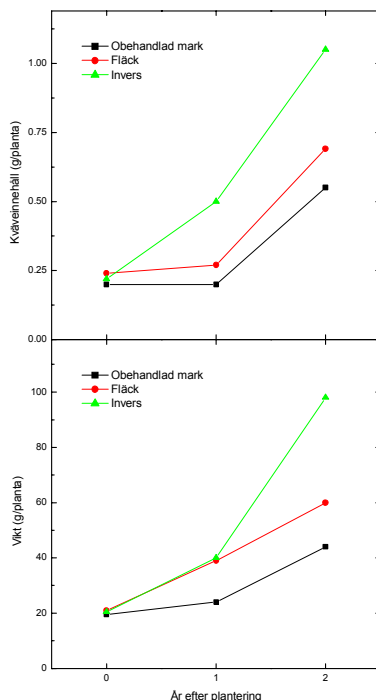
### *Flistäckning*

Flistäckning eller täckodling är en väl beprövad metod för etablering av parkträd men det har inte använts för etablering av skogsbestånd i någon stor utsträckning. Pilotstudier med flistäckning visar att etablering och tidig tillväxt kan förbättras betydligt med hjälp av flistäckning (Faktaruta 9). I lövträdsplanteringar har täckodling med plast- eller pappmaterial fungerat mycket bra (Davies 1987). I de försök som har gjorts med täckodling har de positiva effekterna ansetts bestå i att näringsmineraliseringen och därmed näringstillgången under flistäcket ökar, att flistäcket försvårar för konkurrerande vegetation att etableras samt att marktemperaturen under sensommaren och hösten ökas. Nackdelar med flistäckning kan vara att tjällossningen och markuppvärmning under våren försenas samt att flistäcket lockar till sig snytbaggar. I det ovan nämnda pilotförsöket fann man inga skillnader i snytbaggeskador mellan obehandlad mark och flistäcke, vilket innebär att plantorna måste skyddas mot snytbaggeskador om plantering i flis skall ske på färsk till 3-åriga hyggen.

### Faktaruta 8 - Inversmarkberedning

Inversmarkberedning leder till högre planttillväxt och lägre andel skadade planter än de flesta andra markberednings typer metoden jämförts med. Fördelarna är tydligast under den första säsongen på hygget och den snabbare etableringen beror bl.a. på ett högt näringsupptag (Fig 1). Ett högt näringsupptag möjliggörs dels av god mineralisering i planteringspunkten och av god rottillväxt.

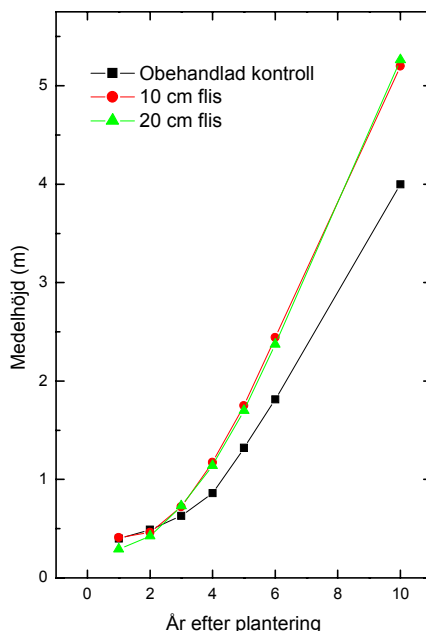
Figur 1. Plantornas torrsvikt och kväveinnehåll i olika markberedningar vid plantering och efter de två första tillväxtsåsongerna. Försöket är utfört med granplantor på ett fyraårigt hygge i Småland, dominerat av gräset kruståtel.



### Faktaruta 9 - Flistäckning

I en pilotstudie undersöktes effekten av flistäckning (10 och 20 cm) på plantetablering och tidig tillväxt. Täckning med flis ökade höjdtillväxten men det var ingen skillnad mellan 10 och 20 cm flislager (Fig 1). Effekten av flistäckning blev starkare och starkare med åren vilket visar att flistäckning har en långsiktigare effekt på planttillväxten än t.ex. markberedning eller herbicidbehandling. I försöket registrerades också barrfärg under de tre första åren efter plantering. Planter på de flistäckta parcellerna hade grönare barr under alla tre åren, troligen p.g.a. ökad näringsmineralisering under flislagret.

Figur 1. Medelhöjd under de tio första åren för planter planterade med och utan täckodling med flis. Data från ett pilotförsök på två hyggen i Halland och Småland.



## Plantering av gran under skärm

I det följande skall skärmars betydelse för risken för frost och snytbaggeskador, effekter på konkurrerande vegetation, effekter på framtida virkeskvalitet samt effekter för näringsläckage beskrivas. Vi skiljer här på högskärmar och lågskärmar. Med högskärm menas en skärm cirka 150 st 20-30 m höga tallar som kompletteras med gran björk. Grundytan i skärmen bör vara minst 10 m<sup>2</sup>. Med lågskärm menas förväxande löv, normalt björk, under vilka gran planteras. Lågskärmens täthet varierar men bör vara minst 1 500 stammar vid 2 m höjd. Normalt glesas sedan lågskärmen ut i flera steg (se nedan).

Plantering av gran under skärm har på senare tid blivit en allt vanligare förnygringsmetod. Fördelarna med att plantera gran under skärm är många, även om det också finns några negativa aspekter. Till fördelarna hör att risken för frost- och snytbaggeskador minskas, samt att mängden konkurrerande vegetation är mindre under en skärm än ute på ett kalhygge. Ytterligare fördelar är att virkeskvaliteten i det nya beståndet ofta blir bättre om plantering gjorts under skärm än vid plantering på kalhygge och att kväveläckaget är mindre vid skärmställning än vid kalhuggning. Till de negativa aspekterna hör att det på grund av

stormfällningsrisken inte är lämpligt att ställa högskärm av gran. Därför är plantering under skärm hänvisat till bestånd där det tidigare skogsbeståndet bestått av blandskog av tall och gran eller av ren tallskog. Även om man ställer en tallskärm finns fortfarande risken för stormfällning i skärmen och det blir ofta dyrbart att ta hand om det stormfällda virket. De täta skärmar som måste till för att få fullt utbyte av skärmen för frost- och snytbaggesskydd (se nedan) kan innebära att skärmavvecklingen måste ske i flera steg, med fördyrade avverkningskostnader som följd.

### Frost

Plantering under skärm minskar risken för frostskaador (Hagner 1963). Skärmen påverkar risken för frostskaador på flera sätt. Först och främst är temperaturen nära markytan under klara och vindstilla nätter högre under en skärm än ute på ett kalhygge (Ottosson Lövenius 1993, Langvall 2000). Den högre temperaturen inne i en skärm beror på att skärmträden avskärmar den kalla natthimlen och återkastar en del av den långvågiga strålningen från markytan (Geiger et al 1995). Avkylningen av markytan blir därför inte så kraftig som om skärmträd saknas. Skärmträden kan också ge

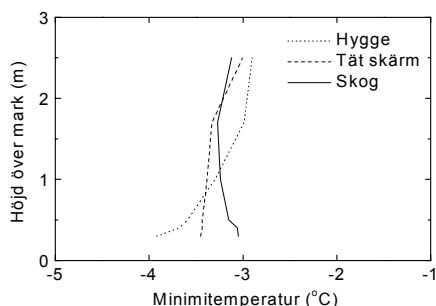
upphov till turbulens som blandar luft från olika skikt och motverkar inversion (d.v.s. minskande temperaturer mot markytan) (Ottosson Lövvenius 1993). En annan frostskyddseffekt av plantering under skärm är att plantorna beskuggas av skärmträden under dagen. Planter som utsätts för skarpt solljus dagen efter en frostnatt får allvarligare skador än planter som stått i en skuggig miljö (Örlander 1993, Langvall och Örlander 2001). Det förklaras med att barrens klorofyll skadas av frosten som sedan inte tar hand om den stora mängden ljus på kalhygget (Lundmark 1996). Ytterligare en positiv skärmeffekt ur frostskyddssynpunkt är att plantornas skottskjutning kan senareläggas om de planteras under en skärm. Det kan röra sig om upp till en till två veckors senare skottskjutning jämfört med planter på

ett kalhygge. En senare skottskjutning medför att risken för att utsättas för försommarfroster minskar.

Ur frostskyddssynpunkt fungerar även lågskärmar men stamantalet måste ökas betydligt jämfört med högskärm. För att få ett bra frostskydd måste stamantalet vara över 1500 om medelhöjden är mindre än tre meter. En lågskärm kan till exempel ställas av naturligt förnygrad björk. För plantering av gran på frostlänta områden finns en metod (Kronobergsmetoden) för att utnyttja naturligt förnygrad björk som lågskärm. Kronobergsmetoden innebär att björkförnygringen röjs till ett stamantal av 1500-3000 stammar vid en medelhöjd av ca 2 m med en påföljande plantering av ca 2000 granplantor. Lågskärmen röjs/gallras sedan i tre till fyra steg och i de senare in-

#### *Faktaruta 10 - Minimitemperatur under högskärm*

Minimitemperaturen närmast markytan under vindstilla nätter är högre under täta skärmar och i skog än ute på kalhyggen. Data från ett förnygringsförsök under skärm på Asa försökspark visar att minimitemperaturen nära markytan var en grad varmare i skogen och 0.5 grader varmare i en tät skärm jämfört med ett angränsande kalhygge (se figur). Däremot var minimitemperaturen i högre luftskikt inte påverkad av skärm eller skogsbestånd (se figur).



Figuren visar minimitemperatur under en frostnatt på olika höjd över marken under högskärmar av olika täthet och på hygge. Data från skärmförsöket, Asa.

greppen kan massaved eller brännved tas ut ur björkskärmen. Totalproduktionen vid plantering av gran under björkskärmar kan ibland till och med överstiga produktionen i ren granskog på motsvarande mark (Tham 1988, 1989, Mård 1996).

### *Snytbagge*

Andelen angripna plantor av snytbagge minskar om plantering sker under högskärm jämfört med plantering på färska hyggen (von Sydow och Örlander 1994, Nordlander et al. 2000). Det krävs täta skärmar för att skyddseffekten ska bli god, tätheten bör motsvara en grundyta av minst 10 m<sup>2</sup>/ha eller ca 150 st/ha för att maximal skyddseffekt skall uppnås (von Sydow och Örlander 1994). Både tall och granskärmar ger skydd. Även lövskärmar ger sannolikt ett skydd, men är det ett lövbestånd som avverkas blir det ändå inga snytbaggeskador. Tall är att föredra som skärmträdsdrag då stormstabiliteten är bättre och risken för

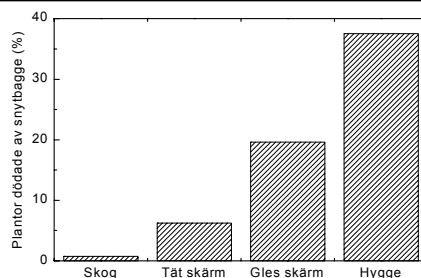
insektsskador är mindre än för gran.

När skärmen avvecklas lockas snytbaggar åter till hygget. Även dessa angrepp kan bli betydande om skärmen är tät. Därför bör inte avvecklingen av skärmen ske förrän plantorna säkert tål ett angrepp, vilket de brukar göra vid 10-15 mm rothalsdiameter (Mattson & Thorsén 1992). Det är dock svårt att ge exakta råd om avvecklingstidpunkten för skärmträd då detta inte har studerats med avseende på snytbaggeskador.

Varför ger då skärmar ett skydd mot snytbagge? Skärmeffekten kan inte förklaras med skillnader i antalet djur mellan hygge och skärm (von Sydow och Örlander 1994). Tillgången på alternativ föda i form av bark på skärmträdens grenar kan avleda från gnag på nysatta plantor. Trädgnaget tycks ha en stor betydelse för honornas könsmognad

#### *Faktaruta 11 - Högskärm och snytbaggeskador*

Andelen snytbaggeskador minskar om plantering sker under en tät skärm jämfört med plantering på kalhygge. Resultat från ett skärmförsök på Asa försökspark visar att andelen plantor som döddats av snytbagge ute på kalhygget var nära 40% medan motsvarande andel för plantor under en tät högskärm var under 10%.



Figuren visar skärmtäthetens betydelse för andelen planterade granplantor som döddats av snytbagge. Skärmförsöket, Asa, trädsdrag gran.



(Örlander et al 2000). Även skärmträdens rötter utnyttjas som föda för snytbaggen (Örlander 2000, Nordlander et al. 2000). Snytbaggarnas gnag på träd och rötter kan dock inte helt förklara det minskade gnaget på planterade plantor under skärmar. Troligen är det en kombination av dämpad aktivitet på grund av beskuggning och större tillgång på alternativ föda som förklarar skärmens effekt på snytbaggeskadorna.

### Kan skärmar minska kväveläckaget?

Täta skärmar minskar det kväveläckage som normalt uppstår vid

kalavverknigen. Ofta kan täta tallskärmar nästan helt bromsa kväveutlakningen (Örlander 2000). Skogstillväxten före avverkning är ofta begränsad av kväve även i sydsvenska skogar. Skärmträden tar troligen upp betydande mängder kväve och under skärmarna bevaras mer av fältvegetationen som också bidrar med ett upptag. Vidare är det troligt att mineraliseringen av kväve är lägre under skärmar, bland annat beroende på lägre marktemperatur, än på hyggerna.

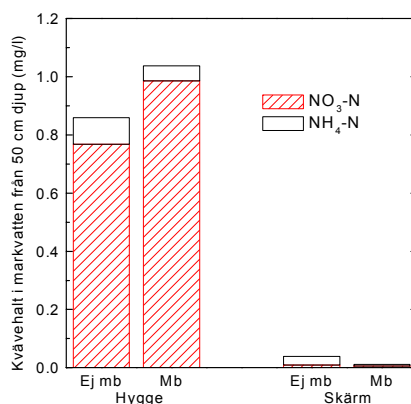
### Virkeskvalitet

Snabb tillväxt i ungdomen anses påverka viktiga virkesegenskaper

#### Faktaruta 12. Högskärm och kväveläckage

Med start 1993 anlades ett kombinerat skärm- och markberedningsförsök i nästan samtliga län i samarbete med SVO (Nilsson et al 1999). Försöket är anlagt på frisk moränmark, med dominerande vegetationstyp blåbär. I försöket används en skärmtäthet av 150 stammar/ha, varav minst 100 tallar/ha. I tre av dessa skärmar (Skåne, Kronoberg och Dalarna) har effekter av skärmställning på näringsläckage undersökts. Markberedningen gjordes med en harv på samtliga tre lokaler där mätningar av näringshalter i markvattnet utfördes. Preliminära resultat antyder att tallskärmar nästan helt kan bromsa kväveutlakningen (figur 1).

I ett kompletterande försök har effekten av olika skärmtätheter undersökts i västra Sverige där belastningen av kvävenedfall är högt. Denna studie visar att skärmtätheten måste överstiga  $xx \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  för att skärmen effektivt skall förhindra kväveläckage.



Figur 1. Kvävehalt i markvattnen från 50 cm djup (mg/l) för markberedda och obehandlade delar av hygge och skärm (ca 100-150 skärmträd/ha). Markberedningen gjordes med harv. Medelvärden från tre försökslokaler (Skåne, Kronoberg och Dalarna).

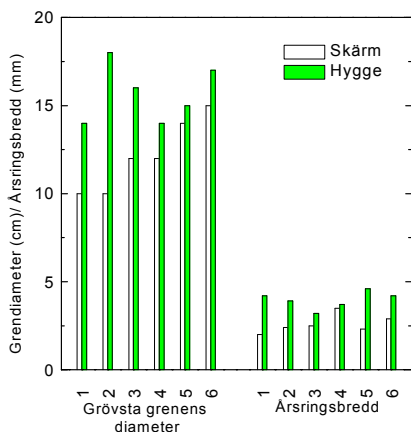
negativt (Johansson 1997, Klang 2000). Breda årsringar närmast märke, grova grenar och låg densitet förknippas ofta med granplanteringar som gjorts under senare tid (Johansson 1997). Ett sätt

att minska ungdomstillväxten är att låta skogen växa upp under skärmträd, varvid kraftig konkurrens om ljus, näring och vatten uppnås. Granar under skärm jämfört med granar på kalhygge får

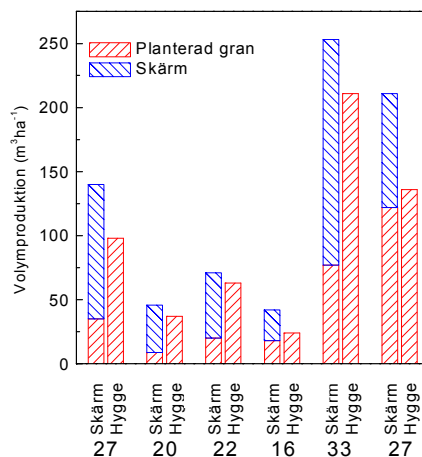
### Faktaruta 13- Skärmar, virkeskvalitet och produktion

Klang & Ekö (1999) undersökte skärmars påverkan på produktion och virkeskvalitet på sex försöksytor, fyra med björkskärm och två med tallskärm. På varje objekt fanns gran planterad under skärm och en jämförande yta där plantering skett på kalmark. Granarna var 16-33 år gamla. Granarna under skärm hade smalare årsringar, klenare och färre grenar samt färre skador (Figur 1). En uppskattning av virkesproduktionen visade att den årliga medelvolymtillväxten i genomsnitt var 36 % lägre för granarna som vuxit under skärm (Figur 2). Om däremot skärm-

trädens tillväxt inkluderades var medeltillväxten 24 % högre på skärmytorna än på de rena granytorna (Figur 2). Även om tillväxten på granarna hämmas, tas detta igen av skärmträdens produktion. En simulering visade dock att produktionskillnaderna sett över en hel omloppstid troligen blir små (Klang 2000). Minskningen av grendiameter (22 %) och diameter i brösthöjd (26 %) på grund av skärmen motsvarar ungefär en ökning av planteringsförbandet från 2500 stammar/ha till 4500 stammar/ha (Klang 1999).



Figur 1. Den grövsta grenens diameter (cm) och årsringsbredd för granar som planterats på hygge och undet skärm. . Skärmarna bestod av självföryngrad björk som var lika gammal som granen (yta 1-2), självföryngrad björk som var äldre an granen (yta 3-4) samt 50-60 årig, nyligen gallrad tall (yta 5-6).



Figur 2. Total volymproduktion för granar som planterats på hygge och under skärmar på sex olika lokaler i södra Sverige. Under respektive lokal anges planteringsåldern. För beskrivning av skärmarna se figurtext till figur 1.

smalare årsringar, klenare och färre grenar samt färre skador (Klang 2000). Förändringen i dessa egenskaper skall vägas mot en minskning av diameter, höjd och volym. Orsaken till skillnaderna i årsringsbredd och grendiameter är konkurrensen från skärmträden (Klang 2000). Den lägre andelen skador (sprötkvist och tvärkrökar) beror troligen på att skärmen gett skydd mot vårfroster (Langvall 2000). Dock är risken för granens topptorka (*gremeninella abietina*)

större för unga granar som växer under tallskärm än för granar som växer ute på kalhygge (Skogsstyrelsen 1995). Veddensiteten förändras inte markant för träd som uppkommit under skärm jämfört med träd som uppkommit på kalhygge (Klang 2000). Medeltillväxten är lägre för granar under skärm men om skärmträdens tillväxt inkluderas så visar simuleringar att produktionskillnaderna över en hel omloppstid är små (Klang 2000).

# Val av planttyp i sydsvenska Granplanteringar

Frågan om vilken planttyp, barrot eller täckrot, som är den bästa vid plantering av barrplantor har varit debatterad alltsedan täckrotsplantorna introducerades. Numera planteras nästan enbart täckrotsplantor i norra Sverige medan andelen barrotsplantor är hög i sydsvenska gran- och tallplanteringar. Att man har hållit fast vid barrotsplantor i södra Sverige har bland annat motiverats med att vegetationskonkurrensen och snytbaggeskadorna är allvarligare i söder än i norr och att det därför behövs en stor planta som kan motstå dessa. Två andra skadeorsaker som medför stora problem i sydsvenska granplanteringar och som kan ha betydelse vid valet av planttyp är bete av rådjur och frost.

## Snytbaggeskador

Snytbaggen är som tidigare nämnts den ojämförligt allvarligaste skadegöraren i sydsvenska granplanteringar. Snytbaggeskadorna är allvarligare på mindre plantor, därför skadas en liten täckrotsplanta mer av snytbagge än en stor barrotsplanta (Örlander och Nilsson 1998). Täckrotsplantor och barrotsplantor av samma storlek drabbas av snytbaggeskador i samma utsträckning när de planteras på färska hyggen, medan täckrotsplantor drabbas något mindre på gamla hyggen (Örlander och Nilsson 1998). Plant-

typen i sig har alltså ingen betydelse för snytbaggeskadorna, det är på grund av att täckrotsplantor är mindre än barrotsplantor som dödligheten på grund av snytbagge är större för den förstnämnda. Det kan till och med vara så att tvååriga täckrotsplantor har en ideal rothalsdiameter för snytbaggeskador.

Trots att barrotsplantorna klarar snytbaggen bättre än täckrotsplantor tack vare sin grövre stam så dör mer än 50% av plantorna vid plantering på färska, ettåriga och tvååriga hyggen om de ej skyddas mot snytbagge (Örlander & Nilsson 1998). Att välja en stor barrotsplanta är alltså inte en åtgärd som ensam löser snytbaggeproblemet utan den måste kombineras med andra skogsskötselåtgärder. För att helt undvika snytbaggeskador genom att plantera stora plantor måste rothalsdiametern överstiga tio millimeter och dessa plantor blir orimligt dyra både att producera och plantera (Mattson & Thorsén 1992).

## Vegatationskonkurrens

Täckrotsplantor klarar av vegetationskonkurrens bättre än barrotsplantor, trots att de ofta är mindre vid utplanteringen. Det visas av att dödligheten på grund av torka under extrema torrår är mindre för täckrotsplantor än för

barrotsplantor (Nilsson och Örlander 1995). Vidare är barrotsplantor mer gynnade av att vegetationskonkurrensen minskas (Nilsson och Örlander 1999). En anledning till att täckrotsplantor klarar av vegetationskonkurrens bättre än barrotsplantor kan vara att deras rotsystem fungerar bättre efter utplanteringen (Nilsson & Örlander 1995). De skyddade rötterna i jordklumpen kan troligen bidra till plantans vatten- och näringsförsörjning direkt efter utplantering. Barrotsplantans rötter däremot fungerar dåligt efter utplanteringen, vilket leder till att vatten- och näringsupptagning inte kan hålla jämna steg med plantans behov förrän nya vitala rötter med bra kontakt med markpartiklarna har vuxit ut (Örlander & Due 1986, Örlander 1986).

## **Frost**

Frostskador drabbar täckrotsplantor i högre utsträckning än för barrotsplantor (Langvall et al. 2001). Skillnaden i frostskador mellan planttyperna var störst vid plantering på färska hyggen. Skillnaden i frostskador mellan planttyperna beror troligen på att täckrotsplantorna etablerar sig snabbare (se ovan) och därmed får en tidigare skottskjutning än barrotsplantorna under första och andra våren efter plantering (Langvall et al 2001). En tidigare skottskjutning gör att täckrotsplantorna har en större risk att skadas av försommarfroster, vilket resulterar

i högre andel skadade plantor. Det krävs mycket allvarliga frostskador för att döda plantorna, däremot orsakar frostskador rejäla tillväxtnedsättningar (Langvall 2000, Langvall et al 2001). Eftersom årsbarren representerar en större andel av den totala barrbiomassan för täckrotsplantor än för barrotsplantor borde tillväxtnedsättningarna på grund av frostskador blir större för den förstnämnda planttypen. Någon skillnad i tillväxtnedsättning mellan planttyperna har dock inte kunnat påvisas. I relativa tal är tillväxtnedsättningen till och med något mindre för täckrotsplantor än för barrotsplantor (opublicerade data). Förutom tillväxtnedsättningar kan frostskadorna också orsaka tekniska skador, t.ex. sprötkvistar och dubbelstammar, som kan få konsekvenser på den framtida virkeskvaliteten (Klang 1999, Langvall 2000).

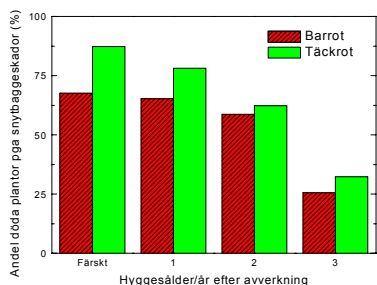
## **Viltskador**

Rådjursskador på gran är ett relativt nytt fenomen. Omfattande rådjursbete på planterade granplantor började observeras i slutet av 80-talet och har sedan dess fortsatt vara en allvarlig skadegörare under hela 90-talet (Bergquist 1998). Både praktiker och forskare observerade tidigt att täckrotsplantor betades mer än barrotsplantor (Bergström och Bergkvist 1997; Bergquist 1998). Forskning om detta problem har visat att betesskadorna bland annat har

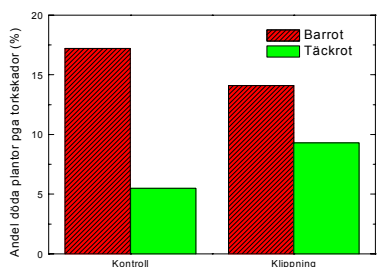
## Faktaruta 14 - Val av planttyp

I hyggesåldersförsöket planterades både barrots- och täckrotsplanter. De båda planttyperna kunde därför jämföras med avseende på risken att drabbas av snytbaggeskador, torka, frost och viltbetning. Barrotsplanterna drabbas något mindre av snytbaggeskador än täckrotsplanter (Figur 1). Skillnaden mellan planttyperna i snytbaggengrepp kan helt förklaras med att barrotsplanterna var större än täckrotsplanterna. Skillnaden i snytbaggengrepp är större på färsk hyggen än på gamla hyggen (Figur 1).

Täckrotsplanterna etablerades snabbare än barrotsplanterna. Den snabbare etableringen medförde att täckrotsplanterna bättre klarade av en torrperiod som inträffade



Figur 1 Andel döda planter av snytbagge för barrots- och täckrotsplanter planterade på olika gamla hyggen. Data från hyggesåldersförsöket.

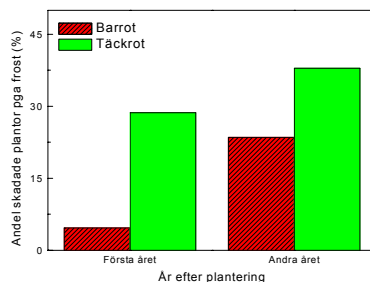


Figur 2 Andel döda planter p.g.a. torka under torsommaren 1992 för barrots och täckrotsplanter planterade i obehandlade kontrollparceller och i parceller där vegetationen klippts. Plantering skedde på gamla hyggen (>2 år). Data från hyggesåldersförsöket (endast de två lokalerna i Halland).

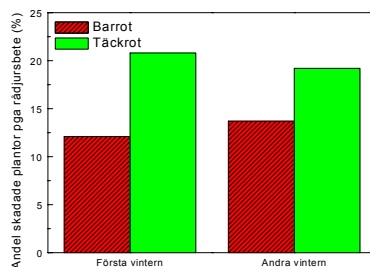
fade snabbt efter planteringen 1992 (Figur 2).

Täckrotsplanterna drabbades i högre utsträckning av frostsador än barrotsplanterna och skillnaden mellan planttyperna var större under den första vegetationsperioden än under den andra (Figur 3). Skillnaden i frostsador mellan planttyperna kan till viss del förklaras med att täckrotsplanter etableras snabbare. Den tidiga etableringen gör att täckrotsplanterna skjuter skott tidigare och har därmed större risk att drabbas av vårfroster.

Täckrotsplanterna drabbades i högre grad av rådjursbete än barrotsplanterna (Figur 4). Skillnaden i bete kan till viss del förklaras av att täckrotsplantan är grönnare än barrotsplantan men det förklarar inte hela skillnaden i bete. Troligen är också skillnaden i morfologi betydelsefull för betesfrekvensen.



Figur 3 Andel barrot- och täckrotplanter som skadats av frost under första och andra vegetationsperioden efter plantering. Data från hyggesåldersförsöket.



Figur 4. Andel barrot- och täckrotplanter som skadats av rådjursbete under första och andra vintern efter plantering. Data från hyggesåldersförsöket.

varit relaterade till barrplantornas vitalitet (t.ex. tillväxthastighet och grönfärg) så att ju snabbare de har växt och ju grönare de är desto mer betade har de blivit (Bergquist 1998b). I och med att täckrotsplantorna etableras snabbare än barrotsplantorna efter planteringen har de också växt snabbare under första säsongen och haft grönare barr under vintern efter plantering när de första allvarliga rådjursskadorna sker. Detta har sannolikt starkt bidragit till att täckrotsplantor betats av rådjur i högre utsträckning än barrotsplantor (Bergquist et al. 2001b, Figur 4). Betesskadorna har också varit allvarligare för täckrotsplantor än för barrotsplantor under andra vintern efter plantering men till skillnad från föregående år var det då ingen större skillnad i barrens grönfärg (Figur 4). Det har fått oss att tro att det förutom

skillnad i vitalitet också finns något annan skillnad mellan planttyperna som påverkar betesskadorna. En trolig bidragande orsak skulle kunna vara att täckrotsplantorna är slankare med mindre skottdiameter än barrotsplantorna och därigenom smakligare för rådjuren (Bergström och Bergkvist 1999; Bergquist et al. 2001b). Hur mycket skillnad i vitalitet kontra skillnad i storlek betyder för risken att plantan skadas genom betning är inte utrett. Täckrotsplantor av gran verkar i allmänhet kunna reparera skadorna tillräckligt bra för att det inte skall finnas något skäl att undvika den planttypen av viltskadeskäl (Bergquist et al 2002). Undantag kan möjligen vara mycket små plantor, vid höstplantering och vid mycket kraftig vegetation.

## Hyggesvila

Normalt försöker skogsbrukare plantera nya hyggen så fort som möjligt efter avverkningen. Dock medför detta logistiska problem, till exempel med planering av markberedning, vilket innebär att det ofta tar något eller några år innan hygget planteras. Det finns två viktiga aspekter som bör beaktas när beslut tas om hur snart efter avverkningen som plantering skall ske, nämligen skador av snytbagge respektive konkurrens från fältvegetation, men även risken för frostskaador och viltbete påverkas av hyggesåldern.

### Snytbaggeskador

Snytbaggeangreppen är svårast på de färska, ett och tvååriga hyggerna för att sedan avta i allvarlighetsgrad med stigande hyggesålder (Bejer-Petersen et al. 1962, Örlander et al 1997). Under femte vegetationsperioden efter avverkning är hyggerna oftast nästan helt fria från snytbaggar och plantering kan ske utan risk för omfattande snytbaggegnag. Plantering efter en fyraårig hyggesvila är därför ett av de säkraste sätten att motverka snytbaggeskador. Plantering på äldre hyggen ger dock ofta bekymmer med vegetationskonkurrens och därmed nedsatt tillväxt för plantorna (se nedan). Lång hyggesvila innebär dessutom ett betydande produktionsbortfall, speciellt på bördiga lokaler där omloppstiderna är korta.

### Vegetationskonkurrens

Mängden fältvegetation på färska och ettåriga hyggen är normalt liten när avverkning har skett i tät granskog (Faktaruta 15, Nilsson och Örlander 1999). Hyggen äldre än två år koloniserar snabbt av fältvegetation och hyggerna är ofta helt koloniserade under tredje eller fjärde vegetationsperioden efter avverkning. Även om det finns en betydande variation mellan lokaler och år brukar det på 3-5 år gamla hyggen finnas 2.5-5 ton fältvegetation (torr vikt per ha). Huvuddelen av fältvegetationen består ofta av gräs och gräset domineras i sin tur ofta av kruståtel (Bergquist et al. 1999). Den totala dominansen av kruståtel under de första åren efter avverkning är en relativt ny situation för sydsvenska hyggen och detta har kommit att accentueras mer och mer under de sista 20 åren. Därför behöver de erfarenheter och rekommendationer som utarbetats utifrån en mer artrik och högvuxen fältvegetation inte nödvändigtvis gälla för granplantering på dagens kruståtelhyggen.

Vegetationsbekämpning har inte någon effekt på plantornas tillväxt när plantering görs på färska - ettåriga hyggen eftersom hyggesvegetationen är relativt sparsam på dessa hyggen (Nilsson och Örlander 1999). Inte ens upprepade herbicidbehandlingar varje

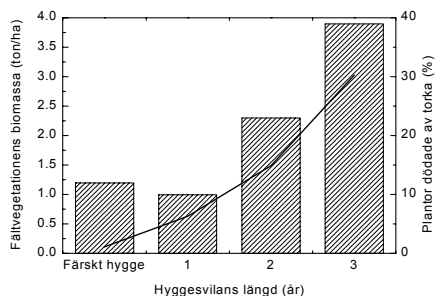


## Faktaruta 15 Vegetationskonkurrens

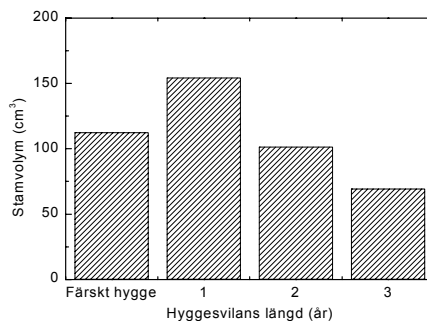
Vegetationskonkurrens har studerats i hyggesåldersförsöket genom att plantera plantor flera år i rad på samma hygge med och utan vegetationsbekämpning i form av markberedning och herbicidbehandling.

Om avverkning har skett i tät granskog finns endast ringa mängder hyggesvegetation på färskta hyggen (Figur 1). Där efter ökar hyggesvegetationen med längre hyggesvila så att dess ovanjordsbiomassa uppgår till ett par ton efter två till tre år. På färskta hyggen har vi aldrig mätt upp marktorra medan det ganska ofta har blivit torrt i marken på de äldre hyggena. De jordarter som är normala i svensk skog torkar inte ut med mindre än att vegetation hjälper till att suga upp vattnet via transpirationen. Därmed kan man oftast lyckas bra med planteringarna på färskta hyggen även under år med försommartorka. På äldre hyggen däremot är risken stor för att plantorna kommer att dö av torka på grund av att det inte finns tillräckligt med vatten i marken (Fig. 1).

Tillväxten för de etablerade plantorna påverkas också av den varierande mängden hyggesvegetation på olika gamla hyggen (Fig. 2). Om plantering sker på färskta hyggen hinner plantorna etablera sig före det att vegetationen växer in och de kan



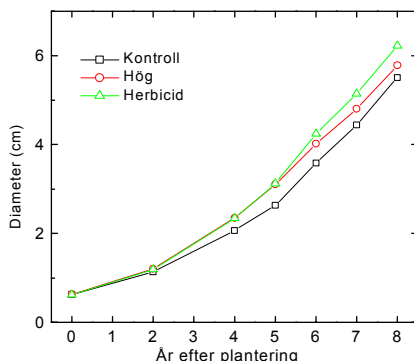
Figur 1. Hyggesvilans inverkan på fältvegetationens biomassa (torr vikt; heldragen linje) samt andel döda plantor (staplar) efter torkan 1992. Data från hyggesåldersförsöket. Både fältvegetationen och andel döda plantor avser hyggen upptagna på Tönnersjöhedens försökspark under åren 1989-1992.



Figur 2. Hyggesvilans inverkan på planterade granplantors tillväxt (stamvolym fyra år efter plantering). Hyggesåldersförsöket, plantering utan vegetationsbekämpning

då bättre konkurrera om begränsande tillväxtresurser än om plantering sker i redan befintlig hyggesvegetation.

Herbicidbehandling har inte haft någon avgörande effekt för de etablerade plantornas tillväxt (Fig. 3). Detta indikerar att konkurrens från hyggesvegetation på gräsdominerade hyggen i södra Sverige är negativ för plantornas tillväxt endast under de första åren efter plantering medan etablerade plantor klarar av vegetationskonkurrensen relativt bra.



Figur 3. Hyggesvegetationens inverkan på planterade granplantors tillväxt (rothalsdiameter) 8 år efter plantering. Plantering skedde på ettåriga hyggen. Data från hyggesåldersförsöket.

år under de första fem åren efter plantering ger bättre planttillväxt än utan vegetationsbekämpning (Nilsson och Örlander 1999). Vid plantering på äldre hyggen (2 år och äldre) erhålls däremot en klar positiv effekt av vegetationsbekämpning. Om vegetationen bekämpas med herbicider eller om vegetationskonkurrensen reduceras vid planteringsstillfället med hjälp av markberedning så blir de planterade granplantor nästan dubbelt så stora fyra år efter plantering. Konkurrens mellan gräsdominerad hyggesvegetation och planterade granplantor sker främst under mark (Nilsson och Örlander 1999, Davies 1987). Därför har klippning av hyggesvegetationen inte någon positiv effekt på plantornas tillväxt eftersom fältvegetationens rötter överlever en sådan behandling. Det viktiga är alltså att granplantorna hinner etablera sig före fältvegetationen. Vegetation som etableras efter plantans etablering har mindre betydelse, åtminstone på sydsvenska kruståtelhyggen.

Den gräsdominerade hyggesvegetationen, som är vanlig på hyggen i södra Sverige, konkurrerar endast allvarligt med de planterade granplantorna under de första åren efter plantering (Nilsson och Örlander 1999). Betydelsen av gräskonkurrens är relativt liten för volymproduktionen under de första sju åren (Nilsson och Örlander

1999). För etablerade granplantor har tätvuxen vegetation i plantans närhet ingen negativ effekt på plantans tillväxt. Detta innebär den tillväxtförlust som uppkommer under de första två-tre åren efter plantering, troligen inte kommer att öka när plantorna blir äldre och större. Totalt kommer därför tillväxtförlusten på grund av vegetationskonkurrens vid plantering på gamla, vegetationsrika hyggen att motsvara till 1-1.5 års tillväxt. Ovanstående gäller dock under förutsättning av att planteringen inte drabbas av stora avgångar till följd av torka (Faktaruta 3, Nilsson & Örlander 1995). Vidare så vet vi inte säkert ifall etablerade granplantor påverkas mer negativt av riklig ört och buskvegetation, men de få försök som finns med planterad gran på bördig mark indikerar att så inte skulle vara fallet (Nilsson et al 1995, Nordborg 2001). Dock behövs fler och längre studier för att säkert kunna verifiera hypotesen att även riklig ört och buskvegetation endast marginellt påverkar etablerade granplantors tillväxt. Dessutom kan vissa typer av skador vara relaterade till riklig vegetation (se nedan) vilket kan medföra rejäla tillväxtnedläggningar.

### **Övriga skador**

Det finns en risk att frostskadorna blir en aning större om plantering sker på gamla hyggen (Langvall et

al 2001). Effekten av hyggets ålder på frostskaadorna är dock liten.

Som tidigare nämnts så är betet av rådjur korrelerat till granplantornas vitalitet men rådjursbete är naturligtvis också beroende av hur ofta rådjuren besöker en föryngringsyta. På unga hyggen finns relativt lite att äta för ett rådjur jämfört med äldre hyggen som är rikare på vegetation (Bergquist et al. 1999). Bergquist och Örlander (1998a) fann betydligt mer rådjursspilling på gamla hyggen än på färska, vilket med största sannolikhet förklaras med ökad vegetation. För betningskaadorna var resultaten inte lika entydiga. På färska och gamla

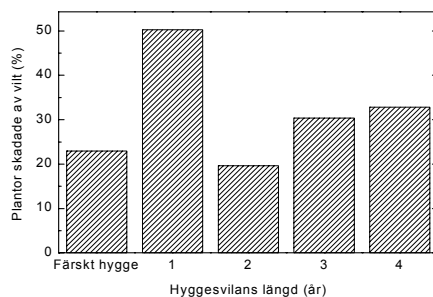
hyggen var betesskaadorna på samma nivå medan skaadorna var något större på ettåriga hyggen. Plantorna på de ettåriga hyggerna hade grönare barr än plantor som planterats på övriga hyggesåldrar. Detta berodde troligen på att plantorna på de ettåriga hyggerna led relativt lite av vegetationskonkurrens och att kväve från hyggesavfallet och humustäcket börjat frigöras. Totalt sett verkar dock plantering på olika hyggen av olika åldrar ha så liten effekt på betningskaadorna att man inte behöver ta hänsyn till detta vid föryngringsplaneringen.

Vid plantering på gamla vegetationsrika hyggen och på före detta åkermark kan sork vara en svår skadegörare (Faktaruta 17,

#### Faktaruta 16 - Rådjursbete

Effekten av hyggets ålder vid planteringen på rådjursskaador har studerats i hyggesåldersförsöket. Med ökande ålder på hygget ökade mängden vegetation och även antalet växtarter. Detta innebär i princip bättre födobetingelser för rådjuren. Antalet rådjursbesök ökar med hyggenas ålder vilket dock inte påverkade skadenivån på plantorna (Figur 1). Betningskaadorna var störst på de ettåriga hyggerna medan övriga hyggesåldrar hade mer eller mindre samma betesniva. Plantorna på de ett-åriga hyggerna, hade grönare barr än plantor på de övriga hyggesåldrarna och högre kvävehalterna i barr och skot.

Resultatet indikerar att plantans egenskaper är av större betydelse än faktorer or-

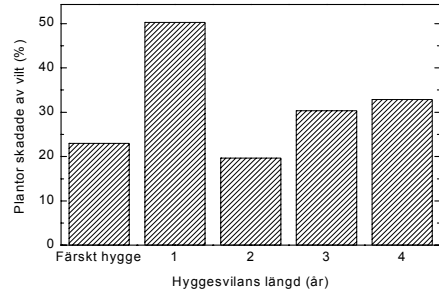


Figur 1. Andel av rådjur betade granplantor. Data från hyggesåldersförsöket.

sakade av hyggesvilans längd. Troligen är flertalet yttre miljöfaktorer som hyggets storlek, lokalisering, omgivning m.m. av mindre betydelse för skadenivån än plantornas egenskaper (fodervärde). Denna slutsats stöds av resultat från en annan större plantskadeundersökning.

### Faktaruta 17 - Sorkskador

I ett föryngringsförsök på nedlagd jordbruksmark på Hjulebergs försöksområde i Halland drabbades kontrollen mycket hårt av sorkskador vintern 98/99 medan vegetationsfria, djupplöjda parcellerna klarade sig undan skador (Nordborg 2001).



Figur 1. Andel av rådjur betade granplantor. Data från hyggesåldersförsöket.

Bärring 1967, Nordborg 2001). Sorken ringbarkar plantorna, men även gröndelar äts upp. Riklig vegetation ger sorkarna skydd för predatorer under vegetationsperioden men gör även att det blir en luftspalt mellan marken och snön under vinterhalvåret då de största skadorna sker. I de flesta av de ovan refererade föryngringsförsöken har mätning av plantorna gjorts varje höst. För att kunna mäta plantornas storlek och regist-

rera skador måste vegetation runt plantan böjas undan. Därmed kommer inte vegetationen täcka plantan under vintern vilket ibland kan ske i praktiska planteringar. Övertäckning av vegetation kan innebära ökad risk för svampinfektioner (Bärring 1967). Detta innebär effekten av svampinfektioner kan underskattas i fältförsök där plantorna mäts varje höst i och med att vegetationen runt plantan böjs undan för att mätning skall kunna ske.

## Risrensning

Med risrensning menas att förutom stamved, även grenar och toppar tas tillvara vid slutavverkningen. Ofta innebär tekniken vid risrensningen att ca 70% av tillgängligt material tas till vara, och det är till största delen barr och fina grenar som lämnas kvar på hygget. Risrensning kan ha direkta effekter på skador av snytbagge, frost, rådjursbete och vegetationskonkurrens men risrensning har också indirekta effekter på plantornas etablering. Risrensning är ofta en förutsättning för att en effektiv markberedning på färska hyggen skall kunna utföras. Vidare innebär risrensning att planteringsarbetet underlättas och det kan i sin tur vara positivt för plantans etablering (Egnell et al. 1998). Ytterligare en indirekt effekt är att risrensning innebär att en större andel av näringskapitalet tas ut än vid konventionell slutavverkning, vilket kan få konsekvenser för ståndortens långsiktiga produktionsförmåga.

### Skador

Risrensning har ansetts innebära ökad risk för skador av snytbagge (Selander 1993, Arvidsson & Axelsson 1987). Dessa farhågor har visat sig vara ogrundade. Örlander och Nilsson (1999) fann att snytbaggeskadorna var något mindre på den risrensade delen av hyggena om plantering skedde på gamla hyggen. Dessutom var frost-

skador något mindre vanliga på de hyggesdelar där riset var kvar än på de risrensade delarna (Langvall et al. 2001). Effekten av risrensning på frostskaador är dock mycket liten och knappast av praktisk betydelse.

Även om mängden fältvegetation i vissa fall har påverkats av risrensningen har det varit marginella skillnader och skillnaden i vegetationskonkurrens verkar inte påverka plantornas etablering och tillväxt nämnvärt (Fahey et al. 1991 Olsson & Staaf 1995, Bergqvist et al. 1999).

Naturlig föryngring av björk påverkas positivt av risrensning (Karlsson et al 2001). En ökad mängd naturligt föryngrade björkplantor innebär också att möjligheten att åstadkomma en blandskog ökar, samt att avgångar bland de planterade granplantorna kan ersättas med björkar. Dessutom finns möjligheten att använda naturligt föryngrade björkar som lågskärm för att skydda de planterade granplantorna mot frost. För den planterade granskogen kan en ökad mängd naturligt föryngrade björkar innebära ökat röjningsbehov i ungskogen och därmed ökade kostnader i föryngringsarbetet.

## Långsiktiga produktions-effekter av risrensning

De långsiktiga effekterna av risrensning har undersökts dels i fältförsök och dels genom modellstudier. Fältförsöken visar att risrensning vid slutavverkningen kan påverka planterade granars höjdtillväxt negativt (Egnell et al. 1991). Tillväxtförlusterna för gran motsvarar i medeltal omkring 2 års tillväxt. I försöken har risrensningen varit total, d.v.s. ris och barr har plockats bort från

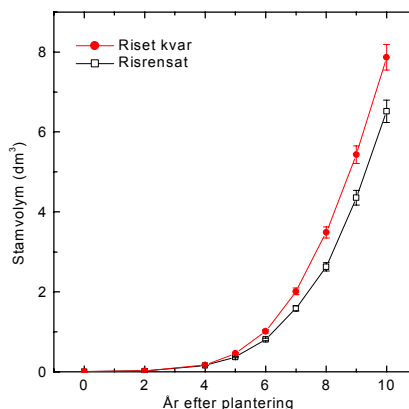
ytorna. Tillväxteffekterna som uppstår under de första 15 åren efter plantering går dock att motverka om barren lämnas kvar på hygget (Faktaruta 18, Egnell & Lejon 1996).

Simulering av skogstillväxten på lång sikt (mer än 200 år) har dock visat på negativa konsekvenser av risrensning på näringstillgången eftersom mer näring bortförs än det som tillförs via vittring (Holmqvist & Sverdrup, 2001).

### *Faktaruta 18 - Effekt av risrensning på planterade granplantors tillväxt*

I hyggesåldersförsöket delades varje hygge in i två delar, den ena risrensades och på den andra fick riset vara kvar (se Faktaruta 1). Risrensningen utfördes som en praktisk risrensning, ca 20% av riset blev därmed kvar på hygget.

Risrensning har haft en signifikant negativ påverkan på volymproduktionen motsvarande cirka ett halvt års tillväxt (Fig. 1). Skillnaden i stamvolym uppkom under de första åtta åren efter plantering. Under de sista två åren har den relativa tillväxten varit densamma oberoende av risrensning.



*Figur 1. Stamvolym under de tio första åren efter plantering för plantor som planterats på den risrensade och icke risrensade delen av hyggena. Endast plantor som planterades 1989 på färskhyggen och som var insekticidbehandlade ingår i materialet.*

## Mekaniska snytbaggeskydd

Redan på 1920-talet gjordes i Tyskland försök med mekaniska plantskydd i form av en plantkrage. I "modern" tid påbörjades utvecklingen i slutet av 1970-talet då bl.a. Plantkragen (Tenokragen) togs fram. Gemensamt för de skydd som lanserades tidigt var att de var av typen "barriär runt plantan". Nästa steg i utvecklingen var skydd som applicerades direkt på plantans bark. Ett av de första skydden av denna typ var "Flockade plantor", vilket innebar att plantan först sprutades med lim och därefter påfördes en plastfiber. "Bugstop" är ett mineralvax som efter uppvärmning sprutas på plantan, där vaxet avkyls och stelnar. Andra skydd som testats och som är avsedda att sprutas direkt på plantan är "Beta Q" (latex), "Lim och sand", kalk och tjära. En ny typ av barriärskydd introducerades i början på 90-talet (Hylostop), bestående av en papphylsa som belagts med ett tunt lager teflon. Den glatta teflonytan försvårar för snytbaggen att passera skyddet. Ett plastskydd som också bygger på principen om en glatt yta är KP-skyddet. Snäppskyddet och Stopper är barriärskydd gjorda i hårdplast, och som är försedda med ett brätte längst upp.

Dagens mekaniska skydd erbjuder ett gott skydd under första

vegetationsperioden men efter tre år i fält är avgången bland plantor med mekaniska skydd högre än för plantor som skyddats med permetrin (insekticid) (Petersson et al 2004). För täckrotsplantor är en engångsbehandling med permetrin inte heller tillräcklig för att uppnå ett godtagbart resultat då snytbaggetrycket är högt (Petersson et al. 2004). Kraftig vegetation närmast plantan ökar ofta snytbaggeskadorna för plantor försedda med mekaniska skydd (Petersson et al 2004).

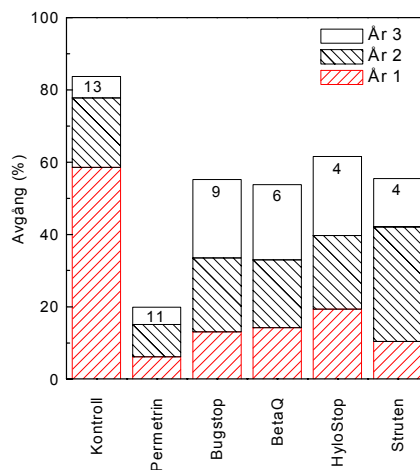
En möjlighet är att addera andra skyddåtgärder till mekaniska skydd. Som redan har beskrivits så minskar markberedning och skärmar snytbaggeskadorna. Om plantor förses med mekaniska skydd minskas andelen snytbaggeskador ytterligare och den allra största effekten fås när alla tre metoderna kombineras (Pettersson & Örlander 2003).

## Hjälplantering

Under 70-talet utfördes omfattande hjälplanteringar i svenskt skogsbruk: dock var kunskapen om intäkterna av hjälplantering små. Under senare år har dock hjälplantering minskat i intensitet. Det har konstaterats att de hjälplanterade plantorna ofta bidrar i mycket liten utsträckning till

### Faktabruta 19 - Mekaniska snytbaggesskydd

På Asa försöksspark har en intensiv testverksamhet av mekaniska snytbaggesskydd pågått under hela 90-talet (Ref till arbetsrapport). Sedan 1989 har 9 försök anlagts och mer än 20 olika skydd har ingått i testerna. Ett "Asatest" är ett verkligt elddop för snytbaggesskydden eftersom testen utförs på hyggen med högt snytbaggetryck och utan markberedning. Ser man till samtliga försök varierade effekten av de testade skydden kraftigt och årsmånsskillnaderna var också stora. En generalisering visar dock att de bästa mekaniska skydden har en skyddseffekt i paritet med permetrinbehandling första säsongen. Efter tre år i fält var andelen planter med svåra snytbaggeskador genomgående högre för planter skyddade med mekaniska skydd jämfört med permetrinbehandlade planter (Figur 1).



Figur 1. Andel döda planter på grund av snytbaggeskador efter första, andra och tredje vegetationsperioden för planter som planterats på färsk och ettåriga hyggen utan snytbaggesskydd (kontroll) med permetrinbehandling samt med olika typer av mekaniska snytbaggesskydd. Siffran i staplarna anger i hur många experiment som respektive snytbaggesskydd har testats.

beståndets framtida produktion (Gammel & Nilsson, 1990). Det har också blivit vanligare att utnyttja naturligt föryngrade lövträd, främst björk, för att fylla ut luckor i barrträdsplanteringarna. Vidare har det konstateras att det inte är möjligt att utan skydd mot vilt hjälplantera tall, contortatall, och lärk i granföryngringar och contortatall och lärk i tallföryngringar. De trädslag som är ovanliga blir hårt betade och fejade (Gammel & Nilsson, 1989).

Därför bör man inte hjälplantera i jämna föryngringar i små luckor och inte med ett avvikande trädslag, om inte plantorna kan skyddas mot viltskador. Hjälplantering bör inte göras i för gamla föryngringar, helst skall hjälplanteringen göras året efter den ursprungliga planteringen. Om hjälplantering utförs i äldre föryngringar bör endast större sammanhängande områden hjälplanteras. Vidare är det viktigt att ge de hjälplanterade plantorna en



så god start som möjligt så att de kan komma ifatt den ursprungliga föryngringen. Därför bör avgångsorsaken bland de ursprungligen planterade plantorna analyseras och åtgärder bör vidtas för att de

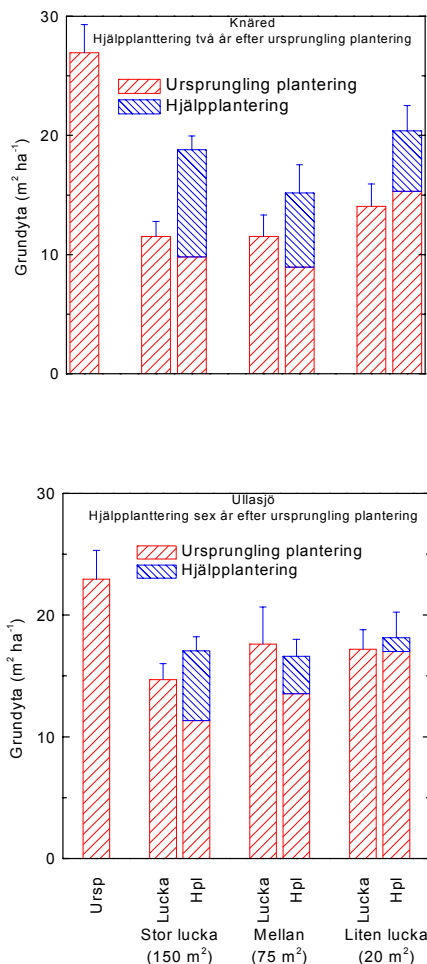
hjälpplanterade plantorna inte skall råka ut för samma skadegörare. Om möjligt bör hjälpplanteringen föregås av markberedning.

### Faktaruta 20- Hjälpplantering

En omfattande försöksserie i syfte att studera hjälpplanterade träd utveckling i konkurrens med ursprunglig föryngring lades ut i slutet av 70-talet (Gemmel & Nilsson 1990). Två-sex år efter plantering röjdes olika stora luckor i lyckade gran- och tallplanteringar. Därefter hjälpplanterades luckorna med ett av fyra olika trädslag eller lämnades oplanterade.

Ökad tillväxt i omgivande föryngring förmår inte kompensera för luckor som uppkommer tidigt genom plantavgång. Hjälpplantering i små luckor eller hjälpplantering långt efter den ursprungliga föryngringen bidrar heller inte särskilt mycket till totalproduktionen fram till första gallring (Fig. 1).

Figur 1. Överst: grundytan 20 år efter ursprunglig plantering i Knäred (överst). Hjälpplantering gjordes två år efter den ursprungliga i olika stora luckor. Nedest: grundytan 24 år efter ursprunglig plantering i Ullasjö. Här gjordes hjälpplanteringen sex år efter den ursprungliga. Med Ursp. menas ursprunglig föryngring, med Lucka menas produktionen i en röjd lucka samt omgivande ursprunglig plantering och med Hpl menas produktionen i en hjälpplanterad lucka och omgivande ursprunglig föryngring.



## Referenser

- Anon. 1998. Beståndsanläggning. Skogsstyrelsen. Meddelande
- Anon. 2000. Skogsdata 2000. SLU. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. ISSN 0280-0543.
- Arvidsson, G. & Axelsson, M. 1987. Snytbaggeangreppets beroende av hyggesvila samt av olika plant- och hyggesbehandlingar. SLU. Inst för Skogsskötsel. Examensarbete 1987-10.
- Bejer-Petersen, B., Juutinen, P., Kangas, E., Bakke, A., Butovitsch, V., Eidman, H., Heqvist, K.J., & Lekander, B. 1962. Studies on *Hyllobius abietis* (L.). I. Development and life cycle in the Nordic countries. *Acta Entomol. Fenn.* 17: 1-106.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1996. Browsing deterrent and phytotoxic effects of roe deer repellents on *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. *Scan. J. For. Res.* 11: 145-152.
- Bergquist, J. 1998. Influence by ungulates on early plant succession and forest regeneration in south Swedish spruce forests. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silviculturae* 55. SLU, Umeå.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1998a. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 1. Effect of slash, vegetation development and roe deer density. *For. Ecol. Manage.* 105: 283-293.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1998b. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 2. Effect of seedling vigour. *For. Ecol. Manage.* 105: 295-302.
- Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Deer browsing and slash removal affects field vegetation on south Swedish clearcuts. *For. Ecol. Manage.* 115: 171-182.
- Bergquist, J., Kullberg, Y and, Örlander, G. 2001. Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst) seedlings. *Forestry* 74: 359-367.
- Bergquist, J., Bergström, R. and Andrej Zakharenka 2003a. Responses of young Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*). *Scand. J. For. Res.* 18: 368-376.
- Bergquist, J., Örlander, G & Nilsson, U. 2003b. Interactions among forestry regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New For.* 25: 25-40.
- Bergqvist, S., Bergquist, J. & Örlander, G. 1998a. Fälttest av skyddsmedlen PW-viltskydd och Mota. Arbetsrapport nr 16. Inst. för Sydsvensk skogsvetenskap. Alnarp.
- Bergqvist, S., Bergquist, J. & Örlander, G. 1998b. Fälttest av skyddsmedel mot viltbetning på skogsplantor. Arbetsrapport nr 17. Inst. för Sydsvensk skogsvetenskap. Alnarp
- Bergström, R. and Bergqvist, G. 1997. Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scan. J. For. Res.* 12: 288-294.
- Bergström, R. and Bergqvist, G. 1999. Large herbivore browsing on conifer seedlings related to seedling morphology. *Scan. J. For. Res.* 14: 361-367.
- Bärring, U. 1967. Methods employed in planting *Picea abies* and *Pinus sylvestris* on farm land in southern and central Sweden (In Swedish). *Studia forestalia Suecica* 50, 332 pp.

- Davies, R.J. 1987. Trees and weeds: weed control for successful tree establishment. Forestry Commission Handbook, UK 2, 36 pp
- Egnell, G. & Leijon, B. 1995. Kortsiktiga effekter av helträdsuttag I gallring och slutavverkning. Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring. Konferens på KSLA den 5 juni 1996. KSLA tidskrift 13: 73-82.
- Egnell, G., Nohrstedt, H-Ö., Weslien, J., Westling, O., & Örlander, G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen, Rapport 1: 170 pp.
- Fahey, T.J., Stevens, P.A., Hornung, M., & Rowland, P. 1991. Decomposition and nutrient release from logging residue following conventional harvest of Sitka spruce in north Wales. *Forestry* 64: 289-301.
- Geiger, R., Aron, R.H. & Todhunter, P. 1995. The climate near the ground. 5<sup>th</sup> edition. Vieweg.
- Gemmel, P. & Nilsson, U. 1990. Competition between originally planted and beeted seedlings in stands of Norway spruce and Scots pine. *Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Silviculture, Reports* 27: 1-32.
- Gemmel, P., & Nilsson, U. 1990. Viltskador I hjälplanteringar. *SST* 5: 31-33
- Holmqvist, J. & Sverdrup, H. 2001. Vittringskartor ger uthålligare skogsbruk. *Skog och Forskning*, 4: 25-27.
- Jarvis, P.G. 1964. Interference by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. *Oikos* 15: 56-78.
- Johansson, M-B. 1994. The influence of soil scarification on the turn-over rate of slash, needles and nutrient release. *Scand. J. For. Res.* 9: 170-179.
- Karlsson, M., Nilsson, U. & Örlander, G. 2001. Natural regeneration on clearcuts - effects of scarification, slash removal and year of cutting. *Scand. J. For. Res.* 17: 131-138
- Kindvall, O., Nordlander, G. & Nordenhem, H. 2001. Movement behaviour of the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to soil type: an arena experiment. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (in press)
- Langvall, O. 2000. Interactions between near-ground temperature and radiation, silvicultural treatments and frost damage to Norway spruce seedlings. *Swedish University of Agricultural Sciences. Silvestra* 140. Dissertation.
- Langvall, O. & Örlander, G. 2001. Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. *Can. J. For. Res.* 31: 155-164
- Langvall, O., Nilsson, U. & Örlander, G. 2001. Frost damage to planted Norway spruce seedlings - influence of site preparation and seedling type. *For. Ecol. manage.* 141: 223-235.
- Lundmark, J-E. 1988. Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk. Del 1 - grunder. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Lundmark, J-E. 1988. Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk. Del 2 - tillämpning. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Lundmark, T. 1996. Photosynthetic response to frost and excessive light in field-grown Scots pine and Norway spruce. PhD Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Umeå.
- Mattson, S. & Thorsén, Å. 1992. SkogForsk, Redogörelse nr 1.
- Mård, H. 1996. The influence of a Birch shelter (*Betula* spp) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 11: 343-350.

- Nilsson, U. & Örlander, G. 1995. Effects of regeneration methods on drought damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Can. J. For. Res.* 25: 790-802.
- Nilsson, U. & Örlander, G. 1999. Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden. *Can. J. For. Res.* 29: 1015-1029.
- Nordborg, F. 2001. Effect of site preparation on soil properties and on growth, damage and nitrogen uptake in planted seedlings. Doctor's dissertation. Silvestra 195, Acta Universitatil Agriculturae Sueciae.
- Nordborg, F., & Nilsson, U. 2003. Growth and net nitrogen uptake in *Picea abies* (L.) Karst. seedlings, effects of fertilization and site preparation. *Ann. For. Sci.* 60: 657-666
- Nordborg, F., Nilsson, U., & Örlander, G. 2001. Net nitrogen uptake and growth of newly planted *Picea abies* (L.) Karst. seedlings as affected by different soil treatments. *For. Ecol. Manage.* 175: 367-377.
- Nordlander, G., Örlander, G., Pettersson, M., Bylund, H., Wallertz, K., Nordenhem, H. & Långström B. 2000. Pine weevil control without insecticides - final report of a research program. SLU. Asa försökspark, Rapp 1.
- Olsson, B.A. & Staaf, H. 1995. Influence of harvesting intensity of logging residues on ground vegetation in coniferous forests. *J. App. Ecol.* 32: 640-654.
- Ottosson Löfvenius, M. 1993. Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clearcut area. Swedish University of agricultural Sciences, Department of Forest Ecology. Doctoral thesis, 109 pp. ISBN-91-576-4677-5.
- Pettersson, M. & Örlander, G. 2003. Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Can. J. For. Res.* 64-73.
- Pettersson, M., Örlander, G. & Nilsson, U. 2004. Feeding barriers to reduce damage by pine weevil (*Hylobius abietis*). *Scand. J. For. Res.* 19: 48-59.
- Selander, J. 1993. Survival models for *Pinus sylvestris* seedlings at risk from *Hylobius abietis*. *Scand. J. For. Res.* 8:66-72.
- Skogstyrelsen. 1995. Skador på barrträd. Skogstyrelsens förlag, Jönköping. ISBN 91-88462-22-6.
- Söderström, V., Bäcke, J., Byfalk, R. & Jons-son, C. 1978. Comparison between planting in mineral soil heaps and some other soil treatment methods. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Report, 11: 177 pp. (In Swedish with English summary).
- Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth. & *Betula pubescens* Ehrh.). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Yield Research. Report 23. Dissertation. Garpenberg ISSN 0348-7636.
- Tham, Å. 1989. Prediction of individual tree growth in managed stands of mixed *Picea abies* (L.) Karst. and *Betula pendula* Roth. & *Betula pubescens* Ehrh. *Scand. J. For. Res.* 4: 491-512.
- von Sydow, F. & Örlander, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scand. J. For. Res.* 9: 367-375.
- Örlander, G. 1984. Some aspects of water relations in planted seedlings of *Pinus sylvestris* L. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Avhandling.

- Örlander, G. 1993. Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66, 27-36.
- Örlander, G. 1986. Effects of planting and scarification on the water relations in planted seedlings of Scots pine. *Stud. For. Suec.* 173.
- Örlander, G. 1996. Inversmetoden - framtidens markberedning? *Fakta Skog* 8: 1-4.
- Örlander, G. 2000. SUFOR, delprogram A: Skogsskötsel för uthålligt skogsbruk. *K. Skogs- o Lantbr. akad. Tidskr.* 139: 13-19.
- Örlander, G. & Due, K. 1986. Water relations of seedlings of Scots pine grown in peat as a function of soil water potential and soil temperature. *Stud. For. Suec.* 175.
- Örlander, G., Gemmel, P. & Hunt, J. 1990. Site preparation. A Swedish Overview. *FRDA Report* 105: 1-61.
- Örlander, G., Egnell, G. & Albrektson, A. 1996a. Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine. *For. Ecol. Manage.* 86: 27-37.
- Örlander, G., Nilsson, U., & Hällgren, J-E. 1996b. Competition for water and nutrients between ground vegetation and planted Norway spruce. *New Zealand J. For. Sci.* 26: 99-117.
- Örlander, G., Nilsson, U. & Nordlander, G. 1997. Pine weevil abundance on clear-cuttings of different ages: a 6-year study using pitfall traps. *Scand. J. For. Res.* 12: 225-240.
- Örlander, G., Langvall, O. Petersson, P. & Westling, O. 1997. Arealförluster av näringsämnen efter riståkt och markberedning på sydsvenska hyggen. *Inst. f Sydsvensk Skogsvetenskap. Arbetsrapport* 15.
- Örlander, G. Hallsby, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. 1998. Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies* - 10 year results from a site-preparation trial in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 13: 160-168.
- Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Effects of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14, 341-354.
- Örlander, G., Nordborg, F., and Gemmel, P. 2001. The effect of complete deep soil cultivation on initial stand development. *Stud. For. Sue.* 213:1-20.