



# Institutionen för skogsskötsel

Examensarbeten  
2006-8

## Skogssådd med tall och gran

- Effekter av fröegenskaper och skärm/hygge på plantbildning, överlevnad och tillväxt de två första åren efter sådd

### *Direct seeding of pine and spruce*

- *Effects of seed properties and shelterwood/clear-cut on seedling emergence, survival and growth during the first two years after the seeding*

Niclas Larsson



Examensarbete i ämnet skogshushållning

Handledare: Kenneth Sahlén

Examinator: Urban Bergsten

---

Institutionen för skogsskötsel  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Umeå 2006

## **Skogssådd med tall och gran**

- **Effekter av fröegenskaper och skärm/hygge på plantbildning, överlevnad och tillväxt de två första åren efter sådd**

### *Direct seeding of pine and spruce*

*Effects of seed properties and shelterwood/clear-cut on seedling emergence, survival and growth during the first two years after the*

**Niclas Larsson**

## **FÖRORD**

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Skogforsk i Sävar. Försöken finansierades av Carl Tryggers Stiftelse och Holmen Skog var markvärd. Examensarbetet ingår i studierna för erhållande av Jägmästarexamen (200 p) och motsvarar 20 poäng på D-nivå i huvudämnet skogshushållning på SLU och institutionen för skogsskötsel i Umeå.

På Skogforsk vill jag tacka Ulfstand Wennström som bistått med hjälp och tips vid insamlingen av datamaterialet. Tack även till min handledare på SLU, Kenneth Sahlén, för bra support och vägledning under arbetets gång.

Niclas Larsson

Umeå 2006

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning.....	4
Summary.....	5
Bakgrund.....	6
1.1 Skogssådd-historik.....	6
1.2 För- och nackdelar med sådd jämfört med plantering.....	7
1.3 Faktorer som påverkar såddresultatet.....	9
1.4 Syfte.....	12
Material och metoder.....	13
2.1 Försökslokaler och frö.....	13
2.2 Försöksanläggning.....	14
2.3 Inventeringsmetodik.....	15
2.4 Statistisk bearbetning.....	15
Resultat.....	17
3.1 Plantprocent.....	17
3.2 Överlevnad.....	21
3.3 Planthöjd.....	27
Diskussion.....	34
4.1 Material och metoder.....	34
4.2 Resultat.....	34
4.2.1 Plantprocent.....	34
4.2.2 Överlevnad.....	35
4.2.3 Planthöjd.....	36
Slutsatser.....	37
Referenser.....	38

## SAMMANFATTNING

Intresset för skogssådd har ökat i skogsbruket de senaste åren. Det är emellertid nästan uteslutande tall- och contortaför som används i de fall skogssådd tillämpas. Den teknik och kunskap som utvecklats för tallsådden skulle dock kunna överföras till gran. Sådd är intressant eftersom det till exempel kan leda till sänkta föryngringskostnader, tätare bestånd och bättre rotutveckling jämfört med den traditionella planteringen.

Syftet med detta arbete var att utvärdera några pilotförsök med gran- och tallsådd under skärm och på hygge i Norrland. Försöken anlades våren 2003 i Gideå och i Sävar av Skogforsk, och arbetet gick ut på att inventera dessa under våren och hösten 2004. Data sammanställdes sedan och jämförelser av plantprocent, överlevnad och planthöjd gjordes mellan:

- sådd på hygge och under skärm
- olika fröpartier av tall och gran

Resultaten visade bland annat att:

- Gransådd kan ge samma resultat som tallsådd i fråga om plantbildning, plantöverlevnad och tillväxt under de två första åren efter sådd, både i skärm och på hygge.
- Plantprocenten var för båda trädslagen signifikant högre på hygget än i skärmen i Gideå. I Sävar var plantprocenten signifikant högre i skärmen.
- Plantornas överlevnad var i stort sett lika stor i skärm och på hygge, förutom mellan hösten 2003 och våren 2004, då överlevnaden i Gideå var signifikant högre på hygget.
- Det fanns inget signifikant samband mellan plantornas överlevnad och fröpartiernas grobarhet, gröningsenergi eller frövikt.
- I Gideå var plantmedelhöjden signifikant högre på hygget än i skärmen. I Sävar fanns ingen sådan skillnad.
- I Sävar skärm (alla fröpartier) var plantöverlevnaden mellan hösten 2003 och våren 2004 signifikant högre för tall än för gran för. För plantöverlevnaden mellan våren och hösten 2004 fanns ingen sådan skillnad.
- Medelplanthöjden var signifikant högre för tall än för gran i Sävar skärm (alla fröpartier).
- Det fanns ett signifikant positivt samband mellan frövikt och medelplanthöjd i Sävar skärm (alla fröpartier) för både tall och gran.
- Generellt är chansen att lyckas med skogssådd högre för tall än för gran. I detta arbete uppvisade tallfrösörterna (Sävar skärm, alla fröpartier) signifikant högre plantprocent, högre överlevnad mellan höst och vår samt högre planthöjd.

## SUMMARY

Over the past few years the Swedish forestry industry has become increasingly interested in direct seeding. Although, in practice, this interest has been restricted to pine seed, the knowledge and techniques that have been developed for pine seeding can readily be transferred to spruce. Direct seeding is a method that is of interest to the forestry industry since it can lead to lower regeneration costs, denser stands and better root development than the more conventional planting method.

This study evaluated experiments that focused on direct seeding of spruce in the northern Sweden. Skogforsk set-up the experiments in Gideå and Sävar in 2003. They were inventoried in the spring and autumn of 2004. The collected data were compiled and comparisons of seedling emergence, survival and seedling height were made between:

- Direct seeding on clear-cut and in shelterwood.
- Different seed lots of pine and spruce.

The results showed that:

- Direct seeding of spruce can be as functional as pine seeding, in both shelterwood and on clear-cuts, during the first two years after the seeding.
- Seedling emergence after one growing season was significantly highest on the clear-cut in Gideå for both tree species. In Sävar, seedling emergence was significantly higher in the shelterwood.
- The survival rate of the seedlings was almost the same in shelterwood and the clear-cut areas with the exception of between the autumn 2003 and the spring 2004 when the survival rate was significantly higher in the shelterwood in Sävar.
- Germination capacity, germination energy or seed weight did not have a significant association with the survival of the seedlings.
- The mean height of the seedlings was significantly higher on the clear-cut than in the shelterwood in Gideå. No such difference was found in Sävar.
- The survival rate was significantly higher for pine than spruce between the autumn 2003 and the spring 2004 in the shelterwood in Sävar (all seed lots). There was no such difference for the survival rates between the spring and the autumn 2004.
- The mean height of the seedlings was significantly higher for pine than spruce in the shelterwood in Sävar (all seed lots).
- Seed weight had a positive association with mean height for both pine and spruce in the shelterwood in Sävar (all seed lots).
- The chance to succeed with direct seeding is generally higher for pine than spruce. This study showed that pine (the shelterwood in Sävar, all seed lots) had significantly higher seedling emergence, higher survival rates between autumn and spring, and higher seedling height.

## BAKGRUND

### 1.1 Skogssådd-historik

Återbeskogning kan åstadkommas antingen genom naturlig föryngring eller på ”konstgjort” sätt genom plantering och sådd. Sverige har en lång tradition av sådd med barrträd (Hagner 1990). I litteraturen återfinns detaljerade beskrivningar av skogssådd mer än 150 år tillbaka i tiden. I det praktiska skogsbruket användes sådd kontinuerligt fram till mitten av 1950-talet, därefter tog plantering över i allt större utsträckning.

Tiden efter första världskriget var intresset kring frågan om de norrländska skogsmarkernas föryngring stort (Tirén 1952). Detta berodde till stor del på att den dominerande metoden naturlig föryngring fungerade dåligt, framförallt i höjdlägen. För att komma tillrätta med problemen försökte man använda sig mer av sådd i samband med markberedning eller bränning, men resultaten var oftast nedslående. Detta ledde sedermera till att inställningen att ”det ej går att skogsodla i Norrland” blev rätt allmän tiden efter första världskriget. Denna uppfattning berodde som nämnts på de dåliga resultat som erhöles vid skogsodling, främst på grund av dåligt anpassade metoder och att olämpligt tallfrö använts. I början av 1940-talet påbörjade Statens skogsforskningsinstitut en serie undersökningar över skogsodling, i början riktades intresset huvudsakligen mot sådd. Mellan åren 1943-1949 anlades en rad olika såddförsök med både tall- och granfrö i Norrland. Syftet var att undersöka såddens möjligheter och begränsningar på olika marktyper och höjdlägen.

Resultaten visade att plantuppkomsten generellt var lika för tall och gran på bränd mark, på obränd mark var skillnaderna större mellan de olika åren. Något definitivt uttalande om att det ena eller det andra trädslaget uppvisar de bästa resultaten görs inte i studien, men tendensen var att medelplantprocenten i det långa loppet är högre för tallen. I medel låg plantetableringen på omkring 30 % av den använda frömängden. På obränd mark uppvisade granen en betydligt sämre överlevnadsförmåga, jämfört med första hösten fanns ca 51 % av tallarna och ca 28 % av granarna kvar efter några års förlopp. På bränd mark var skillnaderna mindre, granen uppvisade en överlevnad kring 41 % jämfört med tallens 56 %. Slutsatsen i rapporten var att hyggesbränning relativt sett är viktigare, för överlevnaden, som förberedelse vid sådd med gran än med tall. De avgångsorsaker som anges som de mest betydande var orsakade av uppfrysning och frost. Den svaga planttillväxten de första åren gör plantorna väldigt känsliga för ogynnsamma miljöförhållanden som t.ex. torka och frost. Tirén anser att en kraftig plantutveckling de första åren avsevärt borde kunna minska avgången och därigenom kan även frömängden minskas. Avgångar på grund av insektsangrepp tros inte ha förekommit i någon större utsträckning.

I slutet av 1970-talet, i samband med att harvning började användas som markberedningsmetod, var flera skogsbolag intresserade av utvecklingen av radsådd i samband med markberedning (Bergsten & Normark 1992). Intresset för sådd minskade dock när den lätthanterliga täckrotsplantan introducerades. Andra faktorer som lokal

fröbrist, såddernas årsmånsberoende och den långsamma etableringstakten bidrog också till att plantering sågs som en säkrare återväxtmetod.

Hittills har man mest sått beståndsfrö som samlats in vid avverkningar. Om plantagefrö blandas in kan såddresultatet förbättras (Wennström 2002). Plantagefrö ger hög plantbildning och planttillväxt medan inblandningen av beståndsfrö sänker frökostnaden, jämfört med att endast använda sig av dyra plantagefrön, samtidigt som stamantalet kan hållas högt. Risken för att hjälpplantering ska behövas minskar eftersom plantuppslaget i de flesta fall blir högt. Vid framtida röjningar och gallringar kommer andelen beståndsfröplantor stegvis att minska, eftersom de förädlade plantorna har bättre förutsättningar att bli de framtidsträd som skall stå kvar till slutavverkning vilket innebär att träd utifrån beståndsfrön röjs bort i större utsträckning.

Naturlig föryngring har, trots planterings starka frammarsch, använts på ungefär 25 procent av skogsarealen de senaste årtiondena (Bergsten et al. 2001). Under den senare delen av 1990-talet har andelen sådd ökat, och hos vissa skogsbolag i norra delen av Sverige är ambitionen att sådd ska användas på upp till 30 procent av arealen. År 2004 såddes runt 10 000 ha varav 8 000 ha i norrland (SKÅ 2004).

## **1.2 För- och nackdelar med sådd jämfört med plantering**

Jämfört med plantering är sådd en billig metod, särskilt om man vill skapa väldigt täta bestånd vilket ofta är en förutsättning för att erhålla träd med bra träegenskaper, t.ex. små kvistar och hållfast virke (Wennström et al. 1999). En ekonomisk jämförelse av olika föryngringsmetoder (sådd och plantering med tall), med hjälp av nuvärdeskalkyler, visar att maskinell sådd är ett billigt föryngringsalternativ (Glöde et al. 2003). Maskinell sådd uppvisar ett nuvärde som är nära 1400 kr/ha högre än plantering i norra Sverige. Manuell sådd hävdar sig också bra i jämförelsen, nuvärdet är nästan 600 kr/ha högre jämfört med plantering. Plantering och sådd under skärm är kostsamma föryngringsåtgärder och bör enligt studien endast utföras där man relativt säkert vet att minst en hjälpplantering kommer att krävas vid andra föryngringsalternativ. I denna jämförelse framgår också att det behövs en förädlingsvinst som motsvarar en höjning av den löpande volymtillväxten med ca 20 % i norra Sverige respektive 17 % i södra Sverige för att plantering av tall ska vara ett ekonomiskt bra alternativ i förhållande till maskinell sådd med beståndsfrö.

Andra fördelar jämfört med plantering är att risken för rot- och stamdeformation samt stabilitetsproblem minskar (Wennström et al. 1999). Sådd anses också vara lättare att mekanisera. En verkningsfull metod för mekaniserad sådd som frambringar önskvärt föryngringsresultat skulle göra det möjligt att på ett enkelt sätt variera stamtätheten vid föryngringsanläggningen. En stamtät föryngring har även fördelar ur skadesynpunkt, risken att drabbas hårt av älg- och insektsskador minskar.

Risken att plantorna ska drabbas av snytbaggeangrepp minskar jämfört med plantering eftersom det tar relativt lång tid för en sådd att nå den plantstorlek som är lockande för baggarna (Samuelsson 2003). Små såddplantor attraherar inte snytbaggar och när de når



begärlig storlek har baggarna i allmänhet redan lämnat hygget. När sådder lyckas finns det dessutom i regel så många plantor att det inte spelar så stor roll om snytbaggarna dödar eller skadar en del av dem.

Gran anses inte vara ett intressant alternativ vid sådd jämfört med tall, detta eftersom gran växer på bördigare ståndorter där konkurrerande vegetation är huvudproblemet vid plantetablering (Hagner 1990). Nästan alla vetenskapliga studier av sådd som återbeskningsmetod har bl.a. därför hellre koncentrerats på tall än gran. En annan anledning till att gransådd inte fått något större genomslag är att marker lämpade för gran är i regel finjordsrika, vilket innebär risk för uppfrysning. Detta tillsammans med den tidigare nämnda konkurrensproblematiken gör att bl.a. Skogsvårdsstyrelsen och Norrskog avråder från gransådd (Hånell 1998).

Oberoende av vilket såddbäddssubstrat som kan skapas, anses inte hyggen erbjuda någon lämplig miljö för etablering av granplantor från frö (Hanssen 2002). Både plantbildningen och överlevnaden var låg på hyggesförsöken. Granen är en skuggtolerant, sekundär art och under naturliga förhållanden etablerar sig plantorna i luckor mellan större träd. På en kalavverkningsyta är de mycket mer utsatta för temperaturytterligheter än under ett mer slutet krontak. Detta kan leda till klimatrelaterade skador såsom exempelvis torkstress, värmestress och frostsador. Konkurrensen från gräs, t.ex. kruståtel, är ofta kraftig på hyggen och små groddplantor kan därför bli utkonkurrerade. Bättre anpassade avverknings- och såddmetoder som minskar vegetationskonkurrensen, t.ex. att så efter bränning eller att inte använda sådd på bördiga ståndorter där gräsuppslaget ofta är stort, antas kunna öka plantetableringen.

Ojämn plantetablering, överlevnad och tillväxt är negativa aspekter som ofta framhållits som argument mot skogsådd (Wennström et al. 1999). Genom att öka frögivan har man försökt lösa detta osäkerhetsproblem, men eftersom många miljöfaktorer påverkar såddresultatet är det inte möjligt att göra metoden mer pålitlig endast genom att så fler frön. Dessutom är bra frön dyra och omotiverat stor plantuppkomst kan medföra tidiga och kostsamma gallringar. Genom att förbättra frøbädden och använda frön av hög kvalitet har det på senare tid visat sig möjligt att förbättra såddresultaten. Mikro-preparering är en metod som avsevärt kan förbättra plantetableringen. Det beror på att den kapillära stigningen förbättras och avdunstningen minskar. Dessutom minskar risken för predation eftersom mikroerosion gör att fröna i viss utsträckning täcks av jord. Genom att kombinera mikro-preparering med plantagefrö av god kvalitet är det möjligt att erhålla en plantetablering på upp emot 80-90 % av använd frömängd. Vidare är överlevnaden och den tidiga tillväxten högre för plantagefrö jämfört med beståndsfrö. Då sådd med plantagefrö resulterar i bättre plantetablering kan antalet sådda frön minskas och därigenom minskar även behovet av tidiga och dyra skogsvårdsåtgärder som röjning och gallring, dessutom reduceras den totala återbeskningskostnaden.

Plantagefrön är dock relativt dyra och det finns helt enkelt inte tillräckligt med plantagefrön för att kunna bedriva skogsådd i någon större omfattning utan att även behöva använda beståndsfrö. När man använder beståndsfrö går man dock miste om den genetiska vinst som plantagefrö besitter.

### 1.3 Faktorer som påverkar såddresultatet

Plantuppkomsten efter direktsådd beror huvudsakligen på frökvalitet och miljöförhållanden under groningsfasen (Winsa & Sahlén 2001). Plantetableringen, d.v.s. överlevnaden och tillväxten, påverkas av väder och markegenskaper under det första året. Det är därför möjligt att erhålla bättre såddresultat genom att använda vitaliserade frön i kombination med bra markbehandling. Vitalisering innebär att man försöker styra fröets vattenupptag och hushållning för att åstadkomma snabb och enhetlig groning (Bergsten et al. 2001). Ett exempel på en vitaliseringsmetod som kan användas på tall- och granfrö är ”vatteninkubation vid kontrollerad temperatur och fukthalt med kontinuerligt lufttillträde”. Denna metod går ut på att fröet tillåts ta upp vatten så att groningsprocessen påbörjas, sedan avbryts behandlingen innan fröskalen öppnas. Fröna kan därefter yttorkas och sås direkt eller torkas tillbaka till lagringstorrhet (4-7 %). Frön som behandlats enligt denna metod gror snabbare och mer enhetligt vid sådd jämför med obehandlade.

I försök med mikropreparering och sådd med vitaliserade frön (vatteninkubation vid 30 % fukthalt under 7 dagar) dras även där slutsatsen att mindre varierande återväxtresultat kan erhållas vid sådd om man använder högkvalitativa frön i kombination med mikropreparering (Winsa & Sahlén 2001).

Noggrann markberedning är en förutsättning för ett gott resultat (Johansson 1998). En skogsharv som flår av humustäcket ner till mineraljordsytan är ett bra alternativ. Det finns numera en del markberedningsharvar som kan så ut skogsfrö i fåran samtidigt som de markbereder. En variant är de som har ett särskilt hjul som sitter efter harvskovlarna och trycker ner ett våffelmönster i marken innan fröet släpps.

Ett försök med mekaniserad mikropreparering och tallsådd visade att mikropreparering hade en positiv effekt på plantetableringen oavsett frösor, samt att fördelen med plantagefrö jämfört med beståndsfrö bestod oavsett om marken var markberedd eller ej (Wennström et al 1999). Mikroprepareringen ökade den procentuella plantetableringen efter två år med 47 % i genomsnitt, vilket stämmer väl överens med tidigare försök med manuell mikropreparering. Den positiva effekten på plantetableringen av att använda plantagefrö jämfört med beståndsfrö var 51 % utan mikropreparering och 35 % med. Höjdtillväxten var dessutom 25 % bättre för plantagefrö fyra år efter försöksutläggningen. För att erhålla 5000 plantor/ha efter fyra år, behövdes ca 28 000 grobara plantagefrön och ca 41 000 grobara beståndsfrön. Utan mikropreparering skulle det behövas nästan 50 % mer frön. Med en frökostnad på 5 000 kr/kg uppgår den totala såddkostnaden, för att uppnå 5 000 plantor/ha efter 4 år, till högst 2 500 kr/ha. Det är halva kostnaden av vad det kostar att plantera upp till 2 500 plantor/ha.

Fröets grobarhet har större betydelse för plantbildningen ute på ett hygge än i en plantskola (Wennström 2002). I fältförsök har det visat sig att man måste använda nästan dubbelt så många frön som har 60 % grobarhet jämfört med frön som har 90 % grobarhet för att få en levande planta första hösten. Frövikten har liten inverkan på plantbildningen men stor betydelse för groddplantornas tillväxt och överlevnad. Ett större frö ger en större planta med högre genomsnittlig överlevnad. Frö från fröplantager är i genomsnitt 50 %

tyngre än beståndsfrö. Det har även högre grobarhet och groningsenergi. Detta ger högre överlevnad och större plantor vid skogssådd.

God och jämn tillgång till vatten och syre är det viktigaste villkoret för att erhålla bra frögroning och plantöverlevnad den första tiden efter att sådden utförts (Bergsten et al. 2001). Vatten kan tillföras på olika sätt, via regn, kapillärt stigande markvatten eller dagg under natten. Det är främst tillgången till kapillärt stigande vatten som är av betydelse vid sådd, eftersom vattentillgången då inte behöver vara helt bruten trots längre perioder utan nederbörd. Dessa förutsättningar innebär att jordar med medelgrov textur som t.ex. finmo, grovmo och sandig- moig morän är lämpade för sådd.

Fröets behov av värme för sin groning gör att sådd endast bör tillämpas på ståndorter med temperatursumma på över 850 dygnsgrader (Bergsten & Normark 1992). Sådden bör helst inte utföras senare än i mitten av juli för att ge groddplantorna tillräcklig tid att etablera sig innan vintern. Lägen med gynnsamt lokalklimat, t.ex. syd- och sydvästsluttningar eftersträvas. Områden med stor frostrisk bör undvikas eftersom små plantor är mer känsliga för stora miljövariationer. Dessutom är risken för uppfrysning ofta stor där frost kontinuerligt förekommer, det tar tid innan de små såddplantorna utvecklats tillräckligt kraftiga rötter som i någon större utsträckning kan stå emot uppfrysningskrafterna. Sluttningar brantare än 15 % bör undvikas liksom områden med stor risk för löv- och vegetationskonkurrens. Skogssådd kräver i och med det mer av utövaren rent kunskapsmässigt jämfört med plantering. Grunden för framgångsrik användning av skogssådd är en väl utförd återväxtplanering. I norden är förhållandena generellt mest gynnsamma för sådd mellan maj och mitten av juli (Winsa & Sahlén 2001). Plantor som gror senare än mitten av juli har ofta väldigt låg överlevnad. Under själva groningsfasen är de största hoten predation, uttorkning och häftigt regn (Örlander 1996). Därefter kan uppfrysning ge betydande avgångar första vintern efter sådden.

I Finland återbeskogas halva avverkningsarealen med frön, 20 % genom sådd och 30 % genom naturlig förnygring (de Chantal et al. 2003). Av det utgör gran endast några få procent jämfört med tall. Markberedning utförs vanligen i förnygringsskedet för att förbättra såddbädden och förhållandena för planttillväxten. Att vänta med sådden efter markberedning kan ha både positiva och negativa effekter på plantuppkomst och plantetablering. Nyligen markberedd jord är känslig för uppfrysning, särskilt efter regnrika somrar, vilket ökar plantavgångarna. Det kan dock vara ödesdigert att vänta med sådden eftersom vattenupptagningsförmågan minskar med tiden efter markberedningen. Dessutom kan inväxande vegetation bli ett problem om man väntar alltför länge med sådden. I det finska skogsbruket strävar man efter att sådden ska utföras i samband med markberedningen. Syftet med den finska studien var att jämföra plantetableringen av tall och gran som såtts på nyligen markberedd jord med jord som lämnats för stabilisering ett år efter att markberedning utförts.

Resultaten visar att plantetableringen för gran inte förbättrades genom att låta jorden stabilisera sig, oavsett vilken markbehandling som tillämpades. Inte heller hittades någon signifikant skillnad då det gäller avgångar på grund av uppfrysning mellan nyligen preparerad och stabiliserad jord.

I en annan finsk studie undersöktes effekterna av markberedning på jordegenskaper, och hur det i sin tur påverkar uppkomst, dödlighet och etablering av tall- och granplantor sådda på våren och under sommaren utmed en sluttning med varierande jordtextur och fuktighet (de Chantal et al. 2003). Resultaten visar att avgångar på grund av uppfrysning var lägre för plantor som såtts under våren jämfört med plantor sådda på sommaren, sannolikt för att de tidigt sådda plantornas rotsystem hunnit utvecklas mer. Efter en vinter med uppfrysning var avgångarna stora under tillväxtsäsongen, förmodligen på grund av att rötterna skadats och därmed gjort plantorna mer känsliga för uttorkning. Vidare antyder resultaten att granfrön är mer känsliga för begränsad vattentillgång under gröningsfasen jämfört med tallfrön. Under den första tillväxtsäsongen berodde avgångarna främst på predation och uttorkning.

Uppfrysning är ett välkänt problem vid skogsföryngring. Små plantor skadas mer av uppfrysning än stora (Goulet 2000). Därför är sådder mer utsatta för uppfrysning än planteringar. Områden som är särskilt utsatta för uppfrysning har temperaturer under fryspunkten, hög jordfuktighet och en jordtyp som tillåter att tillförsel av kapillärt vatten kan ske (Bergsten et al. 2001). Uppfrysningsrisken ökar när storleken på jordpartiklarna minskar. På dessa marker kan uppfrysning vara den ledande orsaken till plantavgångar.

Predation är en annan välkänd anledning till att en stor andel frön ”försvinner” innan de hinner gro vid skogssådd (Nilsson 2001). Genom att täcka fröna med ett tunt jordlager direkt efter sådden kan man reducera predationen. Detta kan dock leda till att något färre antal frön gror, men övertäckningen har trots det en positiv nettoeffekt på plantetableringen. Genom att utveckla tekniken vid maskinell mikroreparering och sådd, så att fröna täcks med lite jord direkt efter sådden, anser Nilsson att man skulle kunna erhålla ett jämnare och pålitligare såddresultat.

Eftersom skogsodling med gran uteslutande utförs genom plantering är kunskapen och erfarenheten av gransådd bland nu verksamma inom skogsbruket låg. Ny teknik och kunskap som utvecklats för sådd av tall skulle dock kunna överföras på gran. Sådd kan bl.a. leda till sänkta föryngringskostnader, tätare bestånd och bättre rotutveckling. Sådd kan även fungera som ett komplement till naturlig föryngring under högskärm.

## 1.4 Syfte

Syftet med detta arbete är därför att för tall och gran undersöka effekter av:

- fröegenskaper
- skärm respektive hygge

på plantbildning, överlevnad och tillväxt under de två första åren efter sådd.

## MATERIAL OCH METODER

### 2.1 Försökslokaler och frö

Tabell 1. Data om försökslokalerna.

Lokal	Behandling	Latitud, °', N	Longitud, °', O	Altitud, m	Temp.summa, d°	Fröparti nr	Grunddyta, m <sup>2</sup> /ha	Stamantal per ha
Gideå	skärm	63 50	19 11	95	1007	1-8	12	~170
	hygge	63 50	19 11	95	1007	1-8		
Sävar	skärm	64 19	19 64	35	1027	1-31	9	~150
	hygge	64 20	19 64	50	1021	1-8		

Skärm- och hyggesdel i Gideå är anlagda i anslutning till varandra på en fuktig ståndort med vitmossa som dominerande markvegetation (tabell 1). Skärmförsöket i Sävar är anlagt på en frisk ståndort av blåbärstyp. Hygget i Sävar ligger nära två km norr om skärmen på en torrare mark av lingonristyp. Totalt användes 14 granfröpartier och 17 tallfröpartier (tabell 2). Sort nr 2, 8, 10 och 12 härrör från fröplantage, övriga från bestånd. Antalet testade fröpartier varierade mellan lokaler. Sort 1-8 såddes på samtliga lokaler, sort 9-31 endast under skärmen i Sävar.

Tabell 2. Fröinformation.

Nr	Art	Ursprung	Groningsenergi <sup>1</sup> %	Mognadsår	Grobarhet <sup>2</sup> %	1000-kornvikt <sup>3</sup>
1	Tall	Malå, Arvidsjaur	94	1997	95	4,57
2	Tall	FP-4 Skatan	97	1991	96	5,92
3	Gran		79	1973	78	4,78
4	Gran		80	1970	70	4,76
5	Gran	Svanaby	76	1973	81	4,04
6	Gran	Vilhelmina	76	1973	73	3,98
7	Gran	Svanaby	83	1973	91	4,81
8	Gran	FP-13 Hissjön	98	2002	98	6,20
9	Tall	Ylitorni SF	25	1986	69	4,95
10	Tall	FP-1 Skaholma	96	1995	100	6,12
11	Tall	Suddesjåure, Arjeplog	79	1988	74	4,55
12	Gran	FP-13 Hissjön	95	1995	55	5,03
13	Gran	Hassela	88	1989	74	4,18
14	Tall	Korpilombolo, Olkamangi	75	1996	53	3,69
15	Tall	Hakkas	64	1988	56	4,12
16	Tall	Korpilombolo	72	1996	59	3,38
17	Tall	Kaunisvaara	63	1988	53	4,12
18	Tall	Malå	78	1996	66	3,66
19	Tall		24	1986	73	4,99
20	Tall	Moskosel	87	1988	60	4,15
21	Tall	Kaunisvaara	70	1988	65	4,39
22	Tall	Nilivaara	80	1988	75	4,39
23	Tall	Rovaniemi SF	61	1972	82	4,96
24	Tall	Laino	83	1997	77	3,77
25	Tall	Malå	91	1988	91	4,36
26	Gran		91	1973	97	4,58
27	Gran	Svanaby	74	1973	80	3,91
28	Gran		58	1973	70	3,83
29	Gran	Liden	88	1992	50	4,40
30	Gran	Hassela	88	1989	70	4,24
31	Gran		90	1973	83	3,82

1. Groningsenergi, mått på groningshastighet. Anger andelen av alla grodda frön som grott efter 7 eller 10 dagar, 7/14 för tall och 10/21 för gran.

2. Grobarhet, anger hur stor andel av fröna som gror inom en viss testperiod, 14 dagar för tall och 21 dagar för gran.

3. Tusenkornvikt, vikten av 1000 frön i gram.

## 2.2 Försöksanläggning

Under våren 2003 anlades försöken i Gideå och Sävar av Skogforsk. Markberedningsfläckar, ca 50 x 50 cm gjordes manuellt med hacka och mikropreparerades med mikroprepareringssko före sådd. Mikroprepareringen innebar att jorden trycktes till så att ett våffelmönster med tre rader med sex fördjupningar i varje rad skapades. Avståndet mellan fördjupningarna blev ca 4 cm och ytan på mikroprepareringen ca 27\*13 cm. Tilltryckningen syftar till att öka kapillariteten i markytan och därmed även tillgången på vatten för fröna. Ett frö såddes i varje fördjupning, vilket resulterade i 18 frön/såddfläck. Genom att jord sedan eroderar från kanterna på fördjupningarna kommer fröna att täckas av jord och få ett skydd mot uttorkning och predation. Avståndet mellan såddfläckarna är 1.5 m. Skärmförsöket i Sävar är det ytmässigt största, ca 500 kvadratmeter, eftersom alla frösorter finns representerade. Övriga försöksytor är ca 100 kvadratmeter. Varje försök delades upp i tio block. Inom blocken slumpades sedan de olika frösorterna ut. De olika försöksutläggningarna är uppbyggda på ungefär liknande sett, hyggesförsöket i Gideå får fungera som exempel (figur 1).

4	7	1	7	4	3
2	8	5	6	5	2
3	1	8	2	6	1
6	2	2	4	7	5
5	5	5	8	8	7
1	3	7	3	1	2
3	4	6	8	1	4
1	6	3	7	6	3
5	7	1	2	5	6
7	8	4	5	3	8
2	5	4	1	4	.
4	3	2	3	8	.
6	8	7	4	2	.
8	1	6	6	7	.

Figur 1. Exempel på försöksutläggningen, färgerna visar blockindelning och siffrorna fröpartinr. Linjerna visar avstånd (1,5 m) till nästa såddfläck eller rad.

### 2.3 Inventeringsmetodik

Försökens plantbildning inventerades på hösten 2003 av Skogforsk. Under 2004 gjordes en inventering i juni och en i månadsskiftet september/oktober. I juni registrerades antalet levande och döda plantor per såddfläck. Dödsorsak angavs där det var möjligt. Vid höstens inventering mättes också höjden på fläckens högsta planta samt, där det var möjligt, höjden på upp till sex slumpmässigt utvalda plantor. Uppgifterna samlades in med en fältinventeringsdator.

För försöksytorna i skärm bestämdes grundyta och stamantal/ha för skärmträden.

Sammanställning och analys av det insamlade datamaterialet gjordes i Excel.

### 2.4 Statistisk bearbetning

Plantbildningen hösten 2003 uttrycks i detta arbete som plantprocent, d.v.s. antal levande plantor dividerat med antal sådda frön multiplicerat med grobarheten för respektive frösor. Statistikprogrammet SAS användes för den statistiska bearbetningen (Allison 1995). Den tillämpade signifikansnivån är alltid  $p < 0.05$ . Effekten av skärm/hygge och fröparti på plantbildningen våren 2003 och plantornas överlevnad mellan hösten 2003 och våren 2004, samt mellan våren och hösten 2004, samt planthöjd, undersöktes med hjälp av variansanalys för fröpartierna 1-8, enligt modell (1) nedan. Samma beräkningsmetod användes för bestämning av effekt av trädslag på plantprocent, överlevnad och planthöjd för de 31 fröpartierna i försöket i skärm i Sävar enligt modell (2). Variansanalysen utfördes med PROC GLM.

Modell (1)  $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

$y_{ijk}$  = plantprocent, överlevnad eller planthöjd  
 $\mu$  = totala medelvärdet  
 $\alpha_i$  = huvudeffekt av behandling (skärm/hygge)  
 $\beta_j$  = huvudeffekt av frösor (sort 1-8)  
 $\alpha\beta_{ij}$  = samspelseffekt mellan behandling och frösor  
 $\varepsilon_{ijk}$  = försöksfelet (stokastiskt)

Modell (2)  $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$

$y_{ij}$  = plantprocent, överlevnad eller planthöjd  
 $\mu$  = totala medelvärdet  
 $\alpha_i$  = huvudeffekt av trädslag  
 $\varepsilon_{ij}$  = försöksfelet (stokastiskt)

Beräkning av signifikanta skillnader i medelvärden för faktorer med signifikant effekt har utförts med hjälp av Tukeys Studentized Range Test.



Samband mellan fröegenskaper och plantprocent hösten 2003, överlevnad mellan hösten 2003 och våren 2004, överlevnad mellan våren och hösten 2004 samt planthöjd, analyserades med hjälp av linjär regressionsanalys enligt modell (3). Även sambandet mellan plantprocent och överlevnad beräknades på samma sätt. Endast grönfrösorterna 3-8 ingick i analysen för jämförelsen skärm gentemot hygge. Motsvarande beräkning för tall (frösor 1 och 2) i skärm och på hygge kunde inte göras eftersom endast två tallfröpartier användes. I Sävar skärm utfördes analysen för både tall (17 fröpartier) och gran (14 fröpartier).

$$\text{Modell (3)} \quad y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

$y_i$  = beroende variabel (plantprocent, överlevnad, planthöjd)

$\beta_0$  = konstant term

$\beta_1$  = riktningskoefficient för det linjära sambandet

$X_i$  = oberoende variabel (fröegenskaper, plantprocent)

Beräkningarna utfördes med PROC REG.

## RESULTAT

För varje resultatdel (plantprocent, överlevnad och planthöjd) redovisas först en sammanställning av resultaten för de fröpartier (1-8) som är gemensamma för alla försökslokaler. I slutet av varje del redovisas sedan resultat från skärmförsöket i Sävar där alla 31 fröpartier användes.

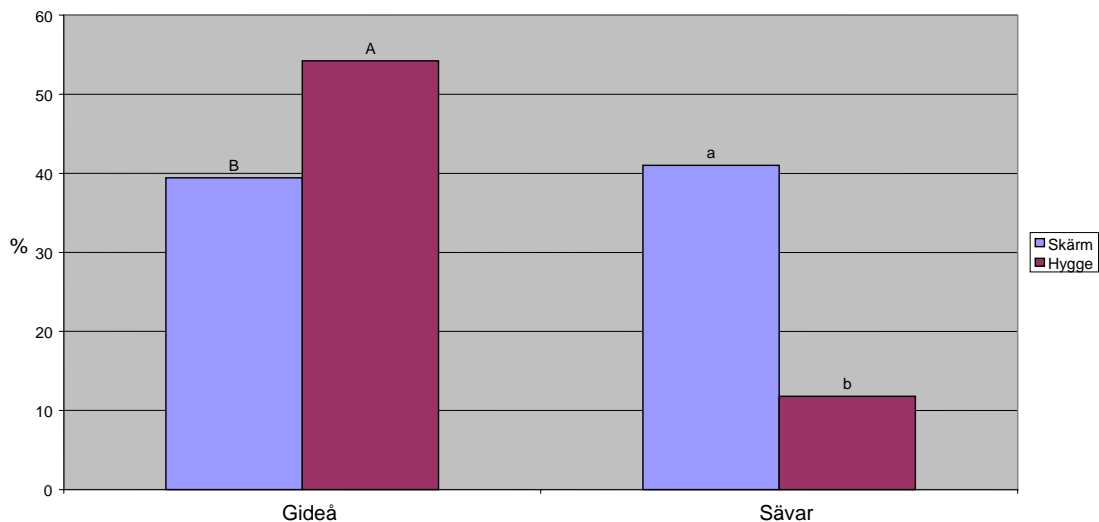
### 3.1 Plantprocent

Variansanalysen visade att det fanns en signifikant effekt av både lokal (skärm eller hygge) och frösört för Gideå och Sävar (tabell 3). Någon samspelseffekt mellan lokal och sort fanns dock inte.

Tabell 3. Effekter av lokal och frösört (1-8) på plantprocenten.

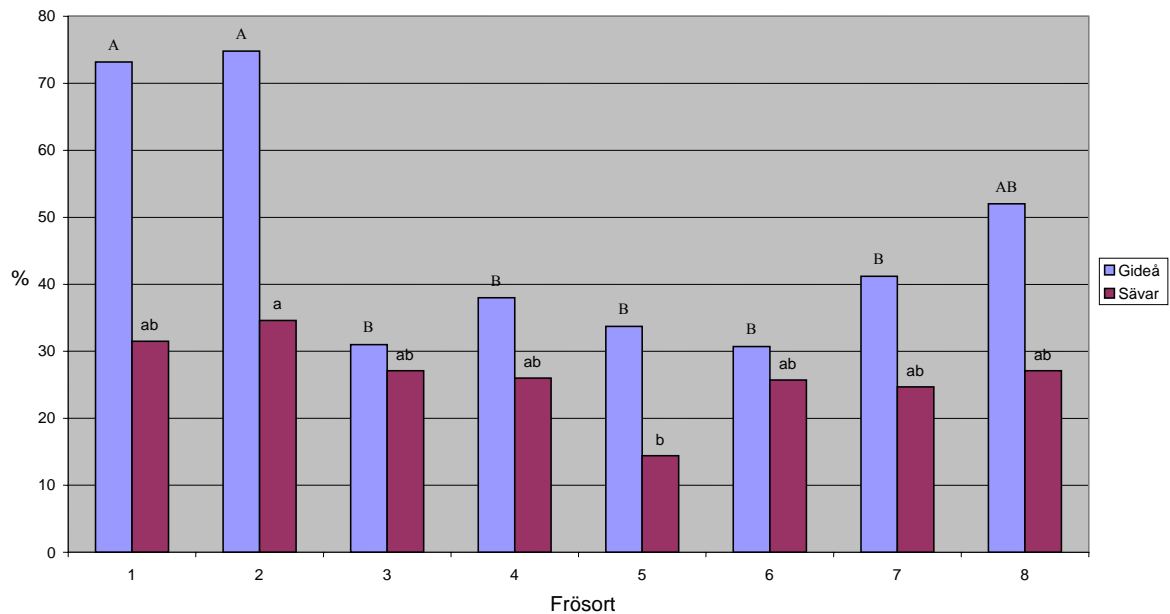
	Faktor	Fri hetsgrader	F	P
Gideå	Lokal	1	15.72	0.0001
	Sort	7	11.78	<.0001
	Lokal *Sort	7	0.19	0.9866
Sävar	Lokal	1	106.50	<.0001
	Sort	7	2.14	0.0433
	Lokal *Sort	7	0.98	0.4507

Medelplantprocenten för Gideå uppgick till 47 %. Bryts det resultatet ned till skärm och hygge blev procentsatsen 39 % respektive 54 %, och lokalerna var signifikant skiljda åt (figur 2). I Sävar uppgick medelplantprocenten till 26 %. Plantprocenten i skärmförsöket var 41 %, och signifikant högre än på hygget (12 %).



Figur 2. Plantprocent hösten 2003. Staplar med olika bokstäver är signifikant skiljda åt enligt Tukey's test. Stora bokstäver visar jämförelsen mellan lokalerna i Gideå och små bokstäver visar motsvarande jämförelse i Sävar. Frösört 1-8.

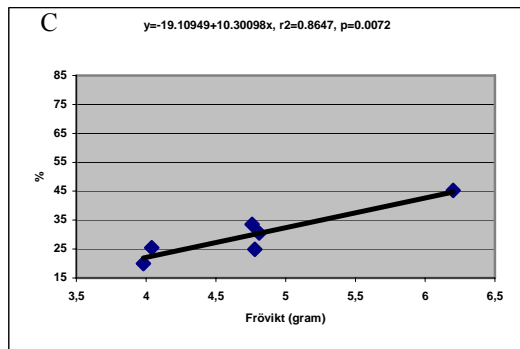
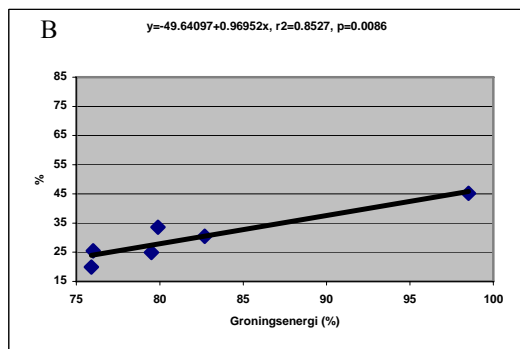
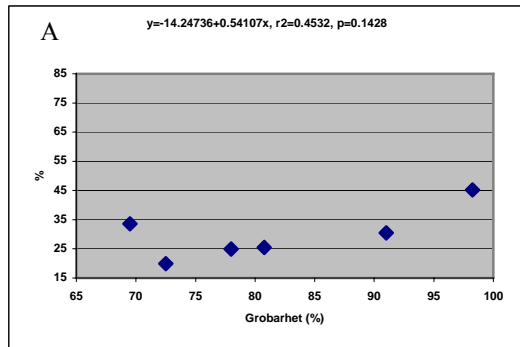
De två tallfrösörterna (1 och 2) uppvisade de signifikant högsta plantprocenterna i Gideå (figur 3). I Sävar var det bara tallfröpartiet 2 som uppvisade signifikant högre plantprocent än granfröpartiet 5.



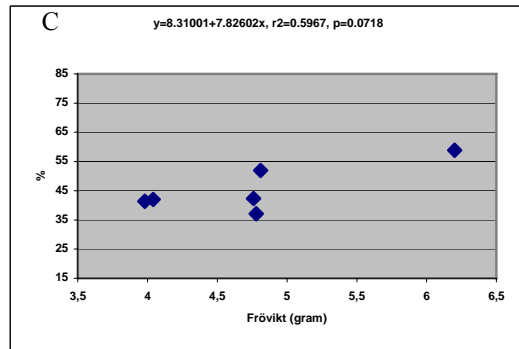
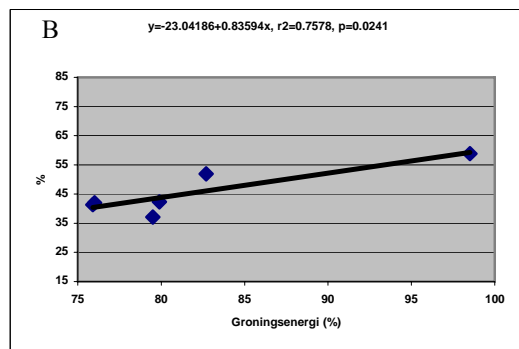
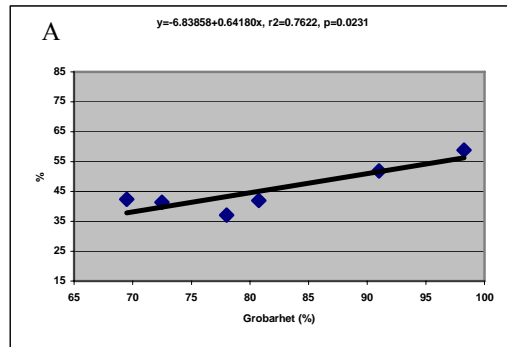
Figur 3. Plantprocenten för de olika frösörterna i Gideå respektive Sävar hösten 2003. Sort 1 & 2 är tallfrösörter, övriga är gran. Staplar med olika bokstäver är signifikant skiljda åt enligt Tukey's test. Stora bokstäver visar jämförelsen mellan sorterna i Gideå och små bokstäver visar motsvarande jämförelse i Sävar.

I Gideå ökade plantprocenten för gran med ökande grobarhet på det använda fröpartiet på hygget men inte i skärmen (figur 4).  $R^2$  visade att grobarheten förklarade närmare 80 procent av variationen i plantprocent. Sambandet mellan groningsenergi och plantprocent var signifikant både i skärmen och på hygget, 85 respektive 75 procent av variationen förklarades. För frövikten fanns ett signifikant linjärt samband med plantprocenten i skärmen.  $R^2$  angav att modellen förklarade närmare 80 procent av variationen. I Sävar fanns inga signifikanta samband mellan de olika fröegenskaperna och plantprocent.

## Skärm



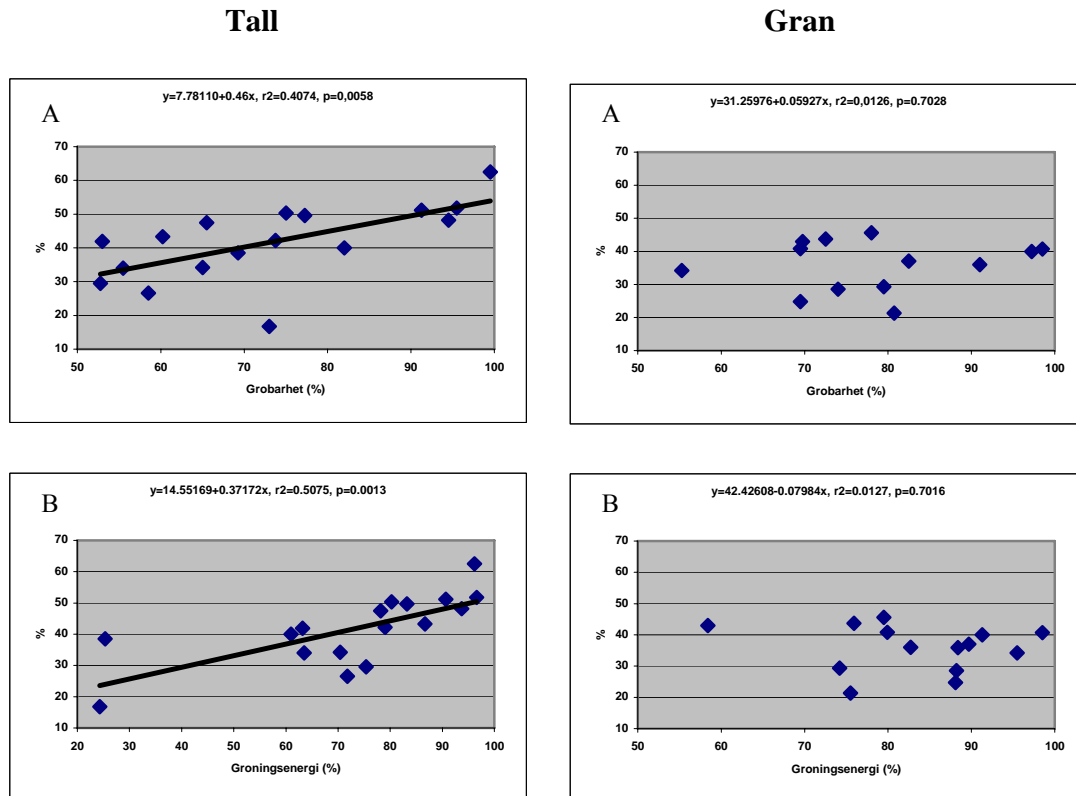
## Hygge



Figur 4. Sambandet mellan de olika egenskaperna grobarhet (A), groningsenergi (B) och frösvikt (C) för granfröparti 3-8 och plantprocent enligt linjär regressionsanalys för skärm resp. hygge i Gideå.

Variansanalysen för Sävar skärm, alla fröpartier, visade att det fanns en signifikant effekt av trädslag ( $p=0.0419$ ) på plantprocenten. Plantprocenten för granfröpartierna uppgick till 36 %. Motsvarande andel för tallfröpartierna var signifikant högre (42 %).

För tall ökade plantprocenten med ökande grobarhet och groningsenergi (figur 5).  $R^2$  visade att grobarheten och groningsenergin förklarade drygt 40 respektive 50 procent av variationen i plantprocent för tallfröpartierna. För gran fanns inga sådana samband.



Figur 5. Sambandet mellan grobarhet (A) och groningsenergi (B) och plantprocent för tall respektive gran enligt linjär regressionsanalys, alla fröpartier (1-31) i Sävar skärm.

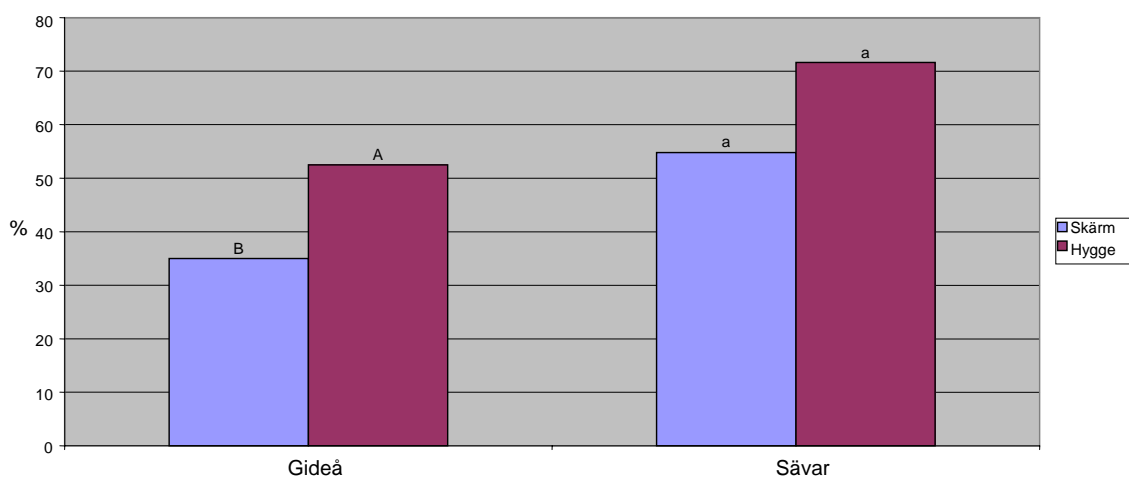
### 3.2 Överlevnad

Enligt variansanalysen fanns det en signifikant effekt av både sort och lokal samt en signifikant samspelseffekt mellan dem på överlevnaden mellan hösten 2003 och våren 2004 i Gideå (tabell 4). I Sävar däremot, var det bara faktorn sort som hade en signifikant effekt. Varken lokal eller sort hade någon signifikant effekt på överlevnaden mellan hösten och våren 2004.

Tabell 4. Effekter av lokal och frösört (1-8) på plantöverlevnaden mellan hösten 2003 och våren 2004 och på överlevnad mellan våren och hösten 2004.

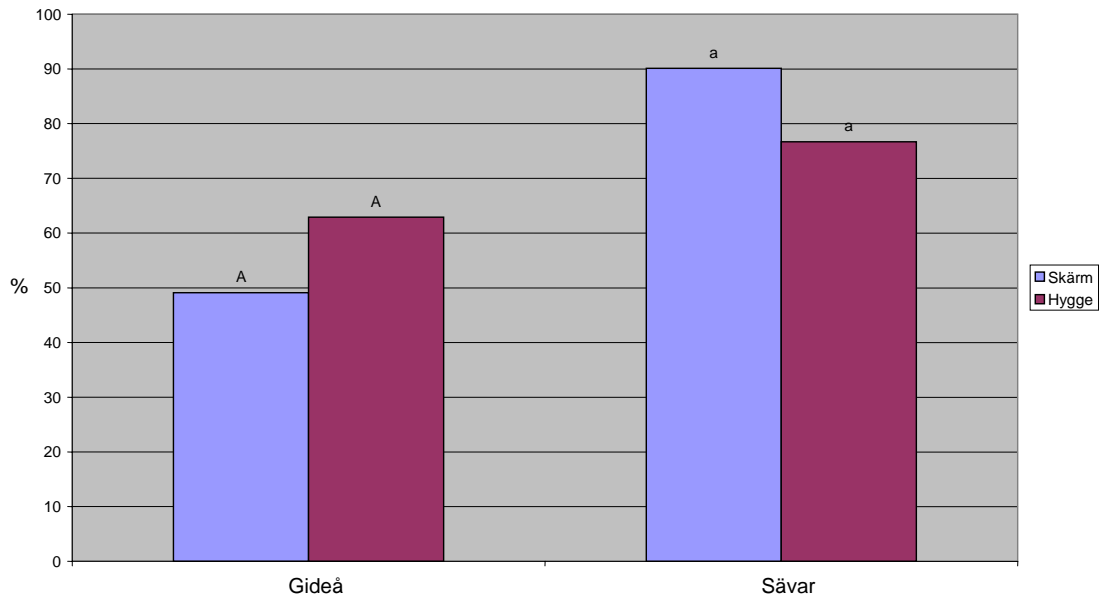
Faktor		Frihetsgrader	F	P
Överlevnad hösten 2003-våren 2004				
Gideå	Lokal	1	10.57	0.0015
	Sort	7	3.40	0.0022
	Lokal *Sort	7	2.17	0.0405
Sävar	Lokal	1	3.27	0.0731
	Sort	7	2.20	0.0396
	Lokal *Sort	7	0.58	0.7716
Överlevnad våren -hösten 2004				
Gideå	Lokal	1	3.38	0.0693
	Sort	7	1.65	0.1311
	Lokal *Sort	7	0.94	0.4822
Sävar	Lokal	1	1.51	0.2218
	Sort	7	0.88	0.5253
	Lokal *Sort	7	0.71	0.6661

I Gideå överlevde 44 % av höstens plantor vintern och tiden fram till den första inventeringen 2004. Överlevnaden var signifikant högre på hygget än i skärmen, 52 % jämfört med 35 % (figur 6). I Sävar låg överlevnaden på en betydligt högre nivå, nästan 62 %. Skillnaderna mellan skärm och hygge är dock inte signifikant skiljda åt.



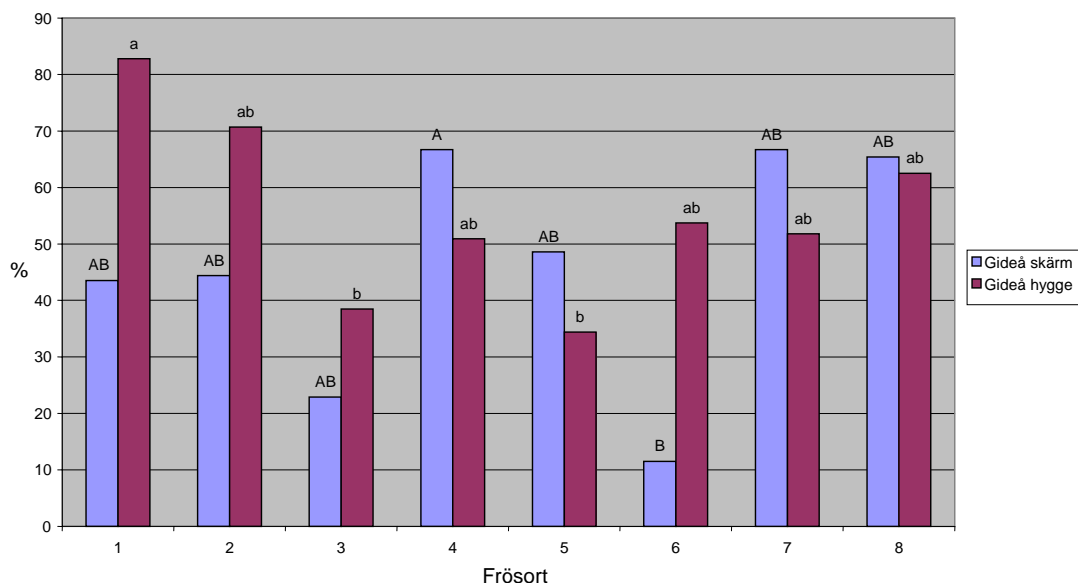
Figur 6. Andel levande plantor våren 2004 av levande hösten 2003. Staplar med olika bokstäver är signifikant skiljda åt enligt Tukey's test. Stora bokstäver visar jämförelsen mellan lokalerna i Gideå, små bokstäver visar motsvarande jämförelse i Sävar. Frösört 1-8.

I Gideå överlevde 57 % av vårinventeringens plantor till hösten 2004. Skillnaderna mellan skärm och hygge var inte signifikant skiljda åt (figur 7). I Sävar var överlevnaden högre, 85 % av vårens plantor fanns kvar vid höstinventeringen. Skillnaden mellan skärm och hygge var dock inte signifikant åtskiljd.

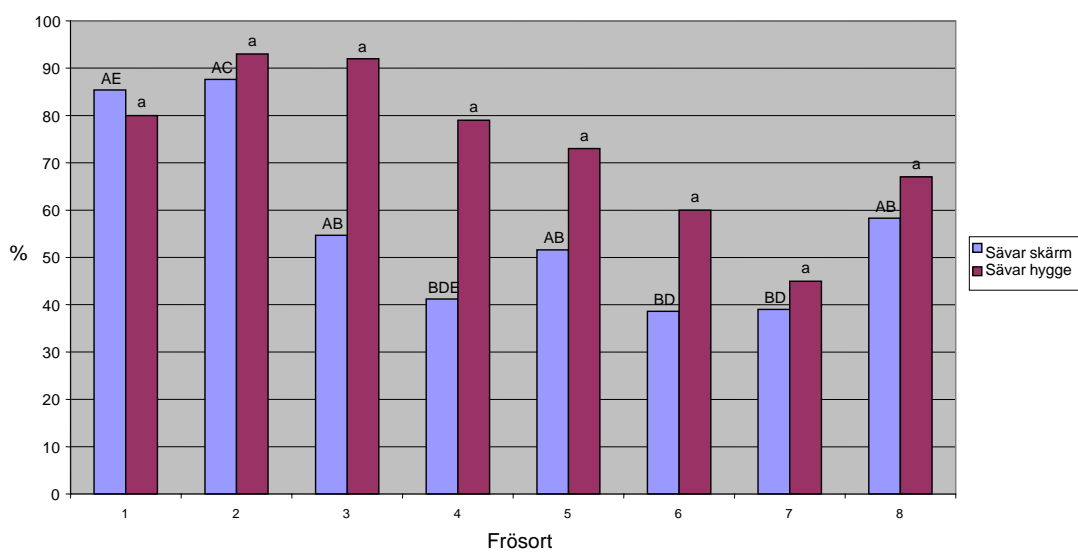


Figur 7. Andel överlevande plantor hösten 2004 jämfört med våren 2004. Staplar med olika bokstäver är signifikant skiljda åt enligt Tukey's test. Stora bokstäver visar jämförelsen mellan lokalerna i Gideå, små bokstäver visar motsvarande jämförelse i Sävar. Frösor 1-8.

I Gideå var överlevnaden på hygget under den första vintern högre för tall än för gran (figur 8). I skärmen däremot uppvisade flera gransorter högre överlevnad. På hygget var sort 1 signifikant skiljd från sorterna 3 och 5. I Sävar var överlevnaden högre och variationerna mellan frösorerna inom skärm- och hyggesförsöket var inte lika stora som i Gideå (figur 9). I skärmen var överlevnaden för tallfrösorerna signifikant högre än för flera av granfrösorerna. På hygget fanns inga sådana signifikanta skillnader.



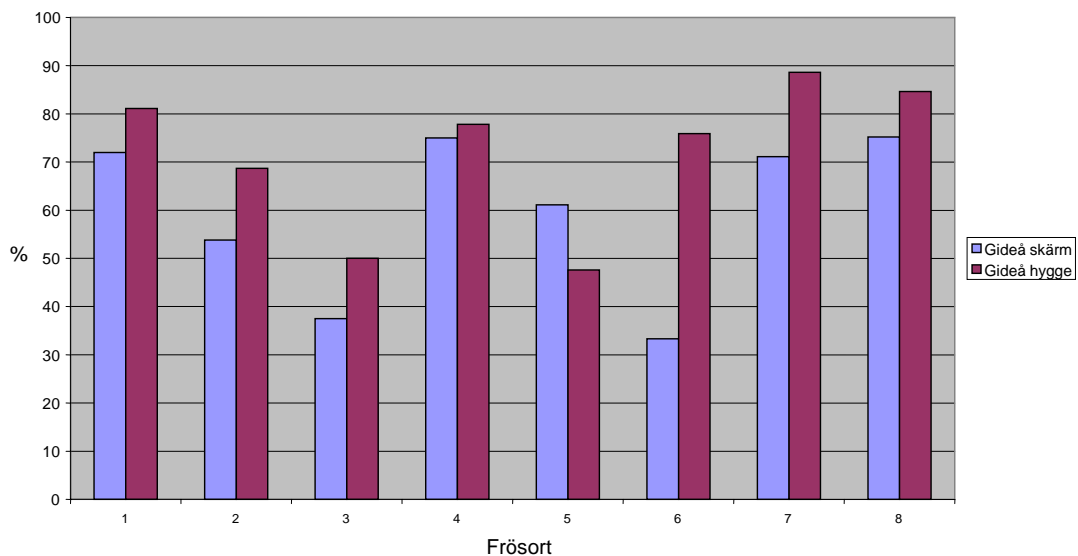
Figur 8. Andel överlevande plantor försommaren 2004 jämfört med hösten 2003, Gideå. Staplar med olika bokstavsindex är signifikant åtskilda. Frösor 1 & 2 är tall, 3-8 är gran.



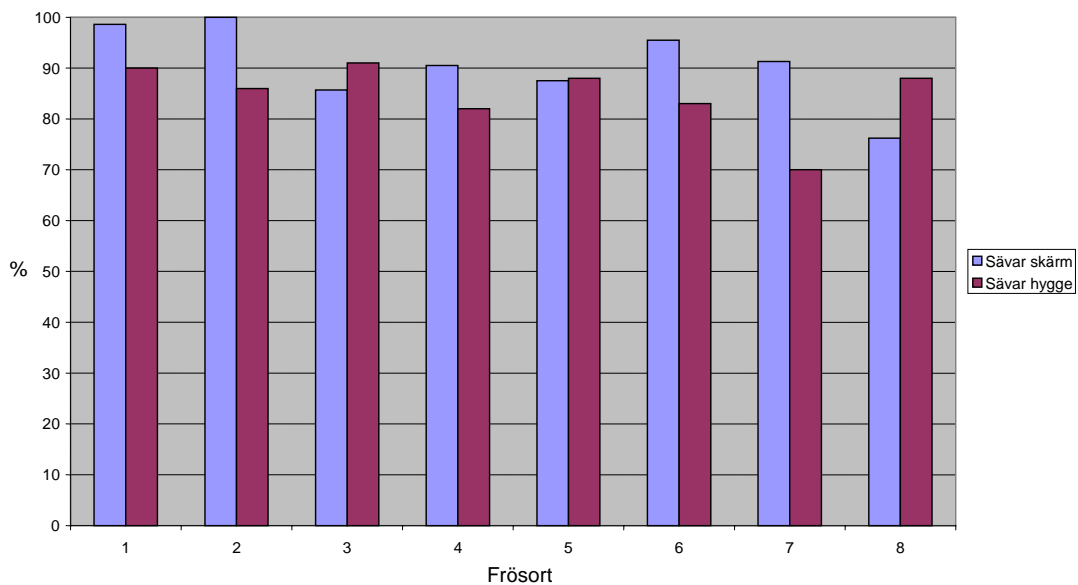
Figur 9. Andel överlevande plantor försommaren 2004 jämfört med hösten 2003, Sävar. Staplar med olika bokstavsindex är signifikant åtskilda. Frösor 1 & 2 är tall, 3-8 är gran.

Överlevnaden mellan våren och hösten 2004 var lägre och varierade mera mellan fröpartier i Gideå än i Sävar (figur 10 & 11). Inga signifikanta skillnader mellan frösorerna kunde påvisas.





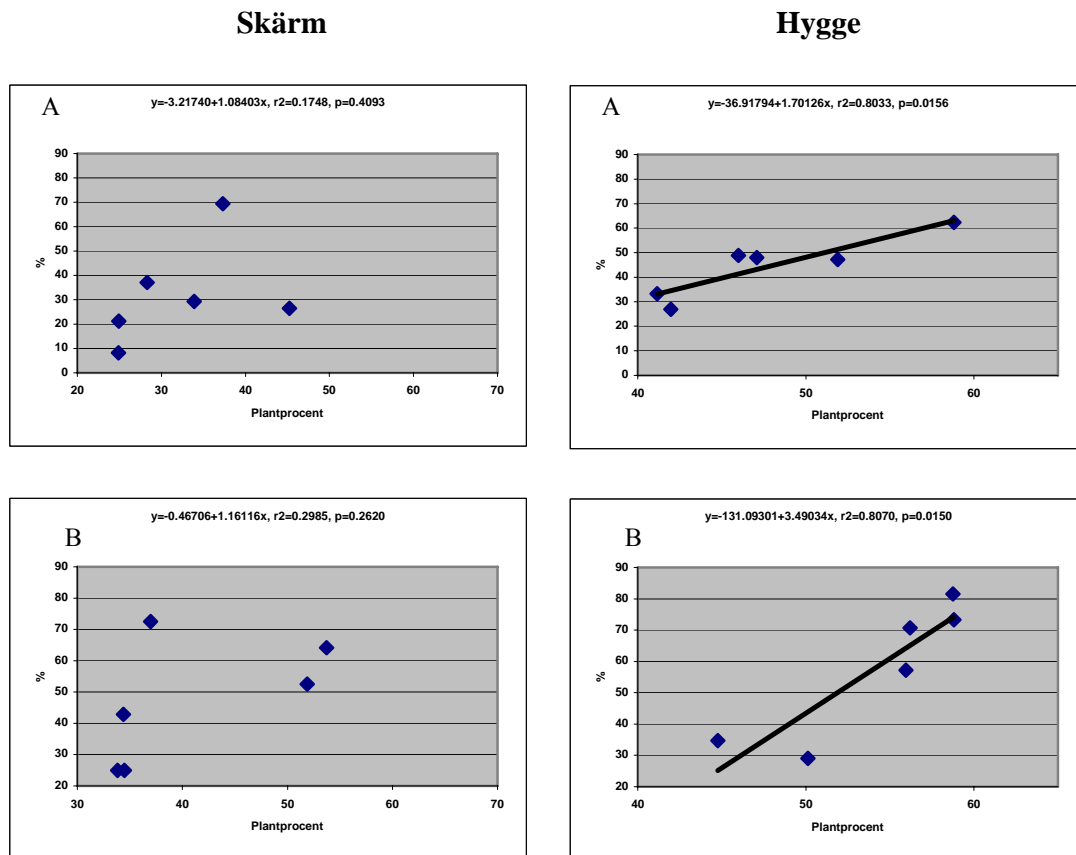
Figur 10. Andel överlevande plantor hösten 2004 jämfört med försommaren 2004, Gideå. Frösört 1 & 2 är tall, 3-8 är gran.



Figur 11. Andel överlevande plantor hösten 2004 jämfört med försommaren 2004, Sävar. Frösört 1 & 2 är tall, 3-8 är gran.

I Gideå ökade överlevnaden med ökande plantprocent på hygget, men ej i skärmen. Plantöverlevnaden våren 2004 jämfört med hösten 2003 på hygget ökar med ökande plantprocent för granfröpartierna 3-8 (figur 12). Liknande samband fanns även för plantöverlevnaden hösten 2004 jämfört med våren 2004 i Gideå. I båda fallen visar  $R^2$  att

plantprocenten förklarade drygt 80 procent av variationen i överlevnad. Det fanns inga samband mellan de olika frögenskaperna och överlevnaden. I Sävar förekom inga signifikanta samband, varken mellan de olika frögenskaperna eller plantprocent och överlevnad.



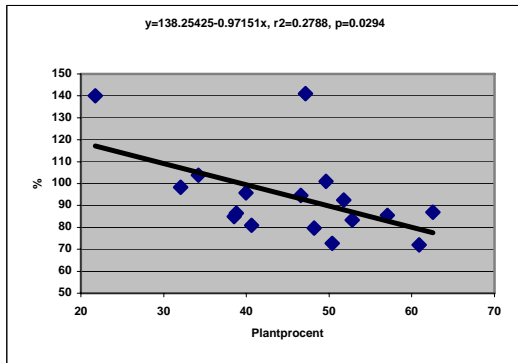
Figur 12. Sambandet mellan plantprocent och överlevnad hösten 2003-våren 2004 (A) och överlevnad våren-hösten 2004 (B) för granfröparti 3-8 enligt linjär regressionsanalys för skärm resp. hygge i Gideå.

Medelvärdet av överlevnaden mellan hösten 2003 och våren 2004 var nästan 70 % för fröpartierna 1-8. Enligt variansanalysen för Sävar skärm fanns det en signifikant effekt av trädslag ( $p < 0.0001$ ), där överlevnaden var signifikant högre för tall (86 %) än för gran (47 %).

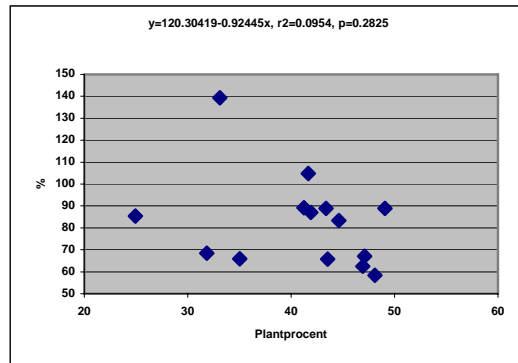
Överlevnaden mellan våren och hösten 2004 var 94 % för tall och 82 % för gran, men skillnaden var inte signifikant.

Enligt linjär regressionsanalys fanns, varken för tall eller gran, några linjära samband mellan frögenskaper eller plantprocent och överlevnaden mellan hösten 2003 och våren 2004. Överlevnaden mellan våren och hösten 2004 minskade med ökande plantprocent för tall (figur 13).

## Tall



## Gran



Figur 13. Sambandet mellan plantprocent och överlevnad våren-hösten 2004 för tall respektive gran enligt linjär regressionsanalys, alla fröpartier (1-31) i Sävar skärm.

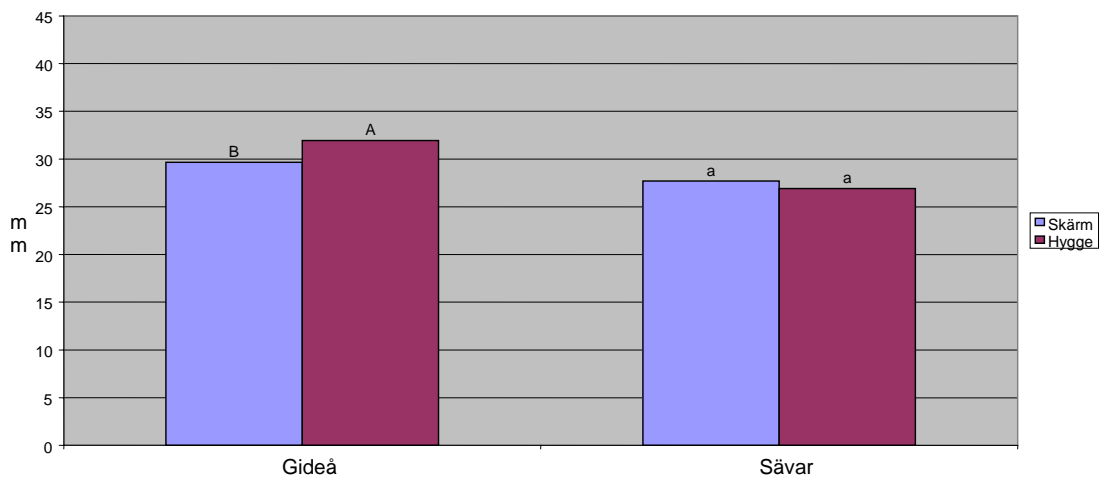
### 3.3 Planthöjd

I både Gideå och i Sävar fanns en signifikant effekt av frösört på medelplanthöjden hösten 2004 (tabell 5). Någon signifikant effekt av lokal eller någon samspelseffekt mellan lokal och sort framgick dock inte, varken i Gideå eller i Sävar. När det gällde maxhöjden (höjden på den högsta plantan i varje såddfläck) var effekten av lokal signifikant i Gideå. I Sävar var effekten av sort signifikant.

Tabell 5. Effekter av lokal och frösört (1-8) på medel-och maxhöjd hos plantorna hösten 2004.

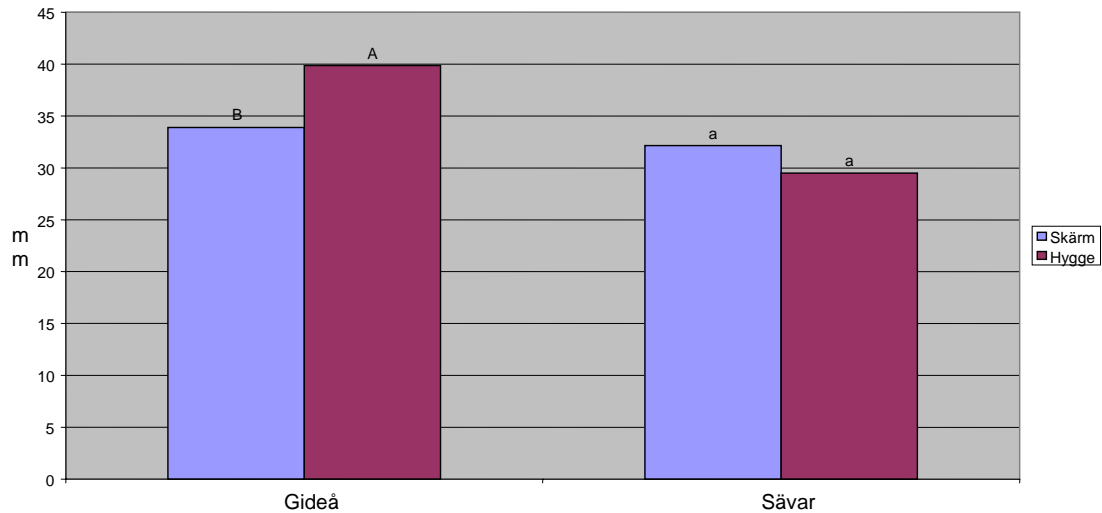
Faktor		Frihetsgrader	F	P
Medelplanthöjd				
Gideå	Lokal	1	0.49	0.4871
	Sort	7	2.42	0.0289
	Lokal *Sort	7	1.26	0.2847
Sävar	Lokal	1	0.39	0.5342
	Sort	7	3.31	0.0036
	Lokal *Sort	7	1.09	0.3783
Maxhöjd				
Gideå	Lokal	1	4.70	0.0338
	Sort	7	1.84	0.0947
	Lokal *Sort	7	0.32	0.9441
Sävar	Lokal	1	1.82	0.1813
	Sort	7	3.51	0.0023
	Lokal *Sort	7	0.60	0.7576

I Gideå var medelplanthöjden hösten 2004 30 mm i skärm och 32 mm på hygge (figur 14). I Sävar var medelplanthöjden ca 27 mm i både skärmen och på hygget.



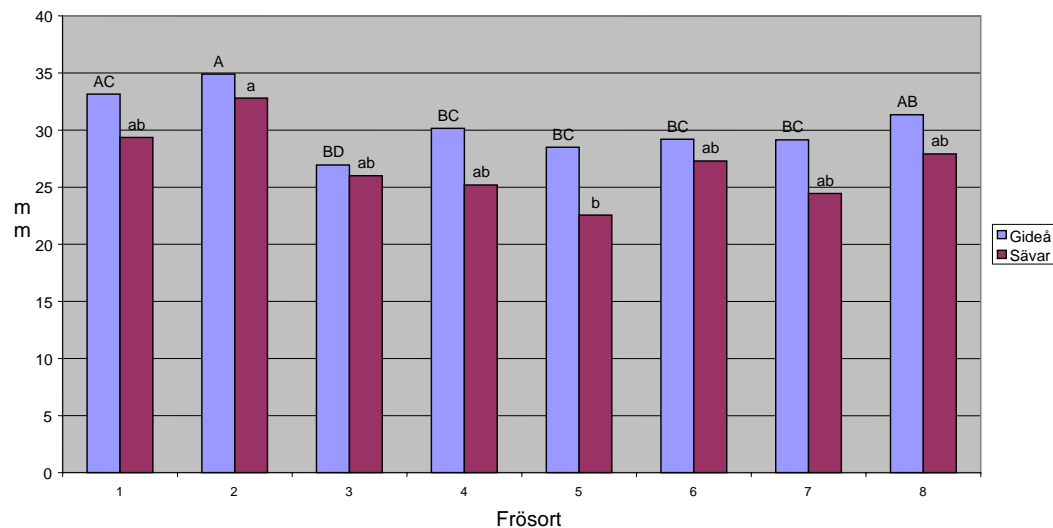
Figur 14. Medelhöjd hösten 2004. Staplar med olika bokstäver är signifikant skiljda åt enligt Tukey's test. Stora bokstäver visar jämförelsen mellan lokalerna i Gideå, små bokstäver visar motsvarande jämförelse i Sävar. Frösört 1-8.

Maxhöjderna, d.v.s. höjden på högsta plantan i varje såddfläck, för skärm och hygge i Gideå uppgick till 34 mm resp. 40 mm (figur 15). Skillnaderna var signifikant skiljda åt. I Sävar var det ingen signifikant skillnad i maxhöjd mellan skärm och hygge.



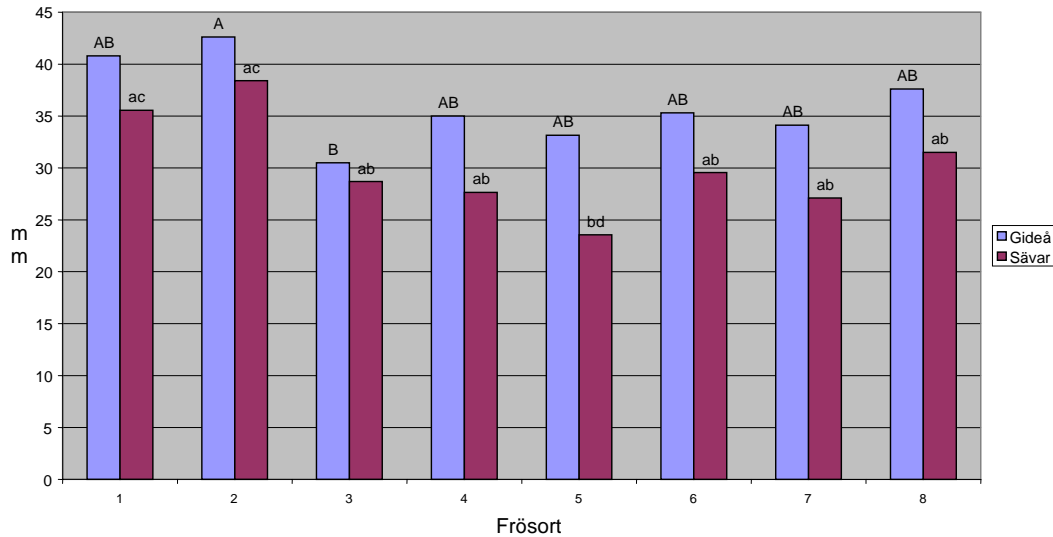
Figur 15. Maxhöjd hösten 2004. Staplar med olika bokstäver är signifikant skiljda åt enligt Tukey's test. Stora bokstäver visar jämförelsen mellan lokalerna i Gideå, små bokstäver visar motsvarande jämförelse i Sävar. Frösor 1-8.

De två tallfrösorerna (1 och 2) uppvisade de signifikant högsta medelhöjderna i Gideå (figur 16). Höjden för sort 1 var signifikant skild från höjden för sort 3, medan höjden för sort 2 var signifikant skild från höjderna för sorterna 3 till 7. I Sävar var det endast tallfröpartiet 2 som uppvisade signifikant högre medelhöjd än granfröpartiet 5.



Figur 16. Medelhöjden hösten 2004 för respektive frösor i Gideå och i Sävar. Frösor 1 & 2 är tall, 3-8 är gran.

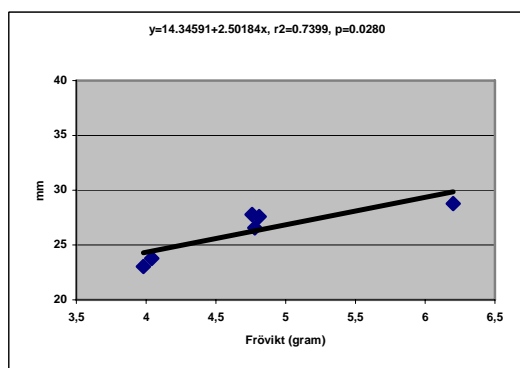
Maxhöjden för tallfrösor 2 var signifikant större än för granfrösor 3 i Gideå (figur 17). I Sävar uppvisade de två tallfröpartierna (1 & 2) signifikant högre maxhöjd än granfröpartiet 5.



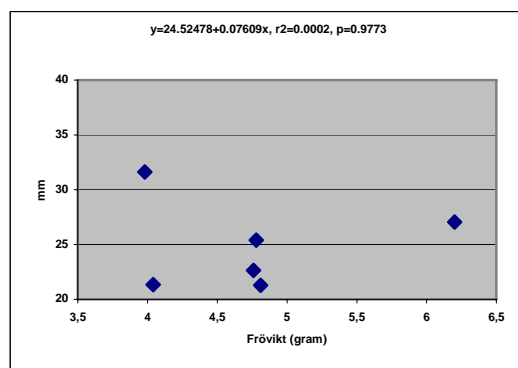
Figur 17. Maxhöjden hösten 2004 för respektive frösor i Gideå och i Sävar. Frösor 1 & 2 är tall, 3-8 gran.

I Sävar fanns det ett positivt signifikant samband mellan frösvikt och medelhöjd i skärmen för de sex granfröpartierna (figur 18).  $R^2$  uppgick till nära 75 procent. I Gideå fanns inga signifikanta samband alls, varken för de olika fröegenskaperna eller plantprocent och medelhöjd.

### Skärm

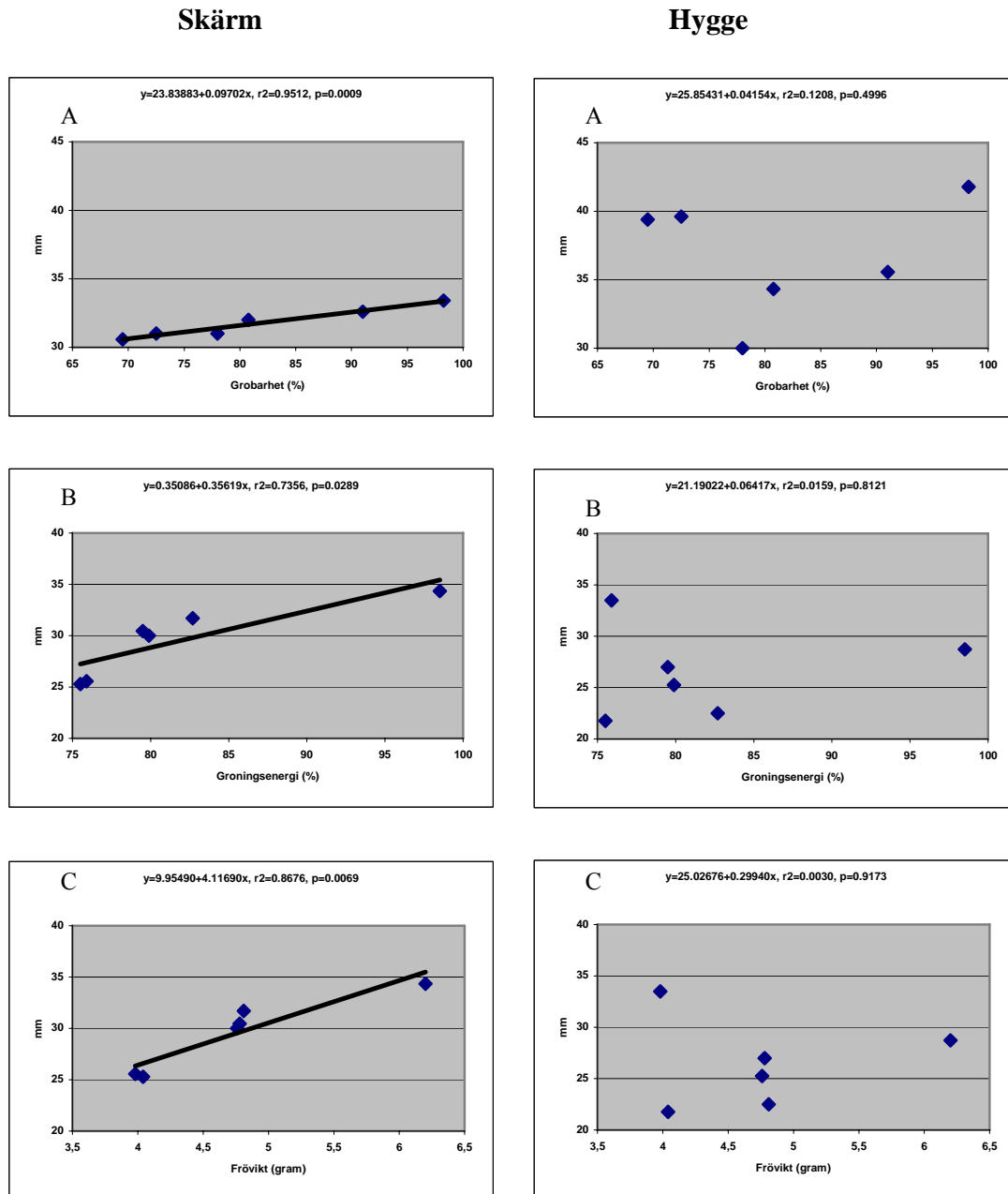


### Hygge



Figur 18. Sambandet mellan frösvikt och medelhöjd för granfröparti 3-8 enligt linjär regressionsanalys för skärm resp. hygge i Sävar.

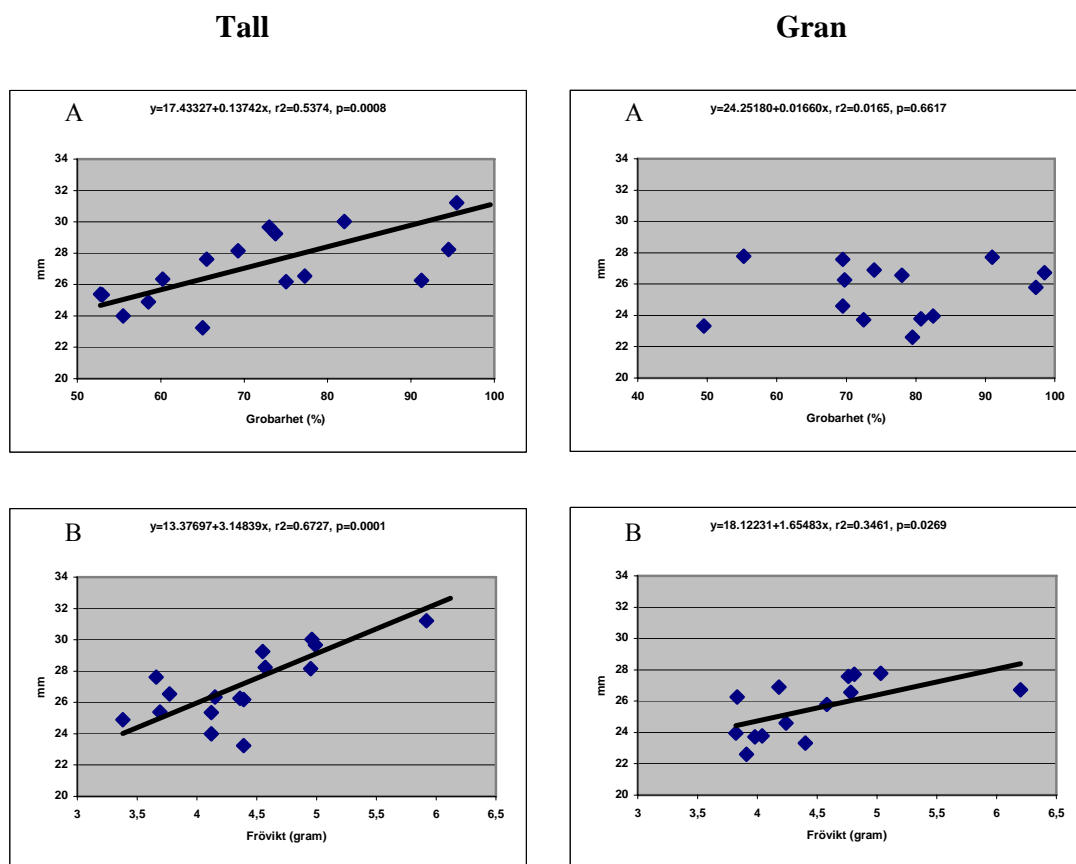
I Gideå fanns ett signifikant samband mellan grobarhet och maxhöjd i skärmen för granfröpartierna 3-8 (figur 19).  $R^2$  förklarade drygt 95 procent av variationen. I övrigt förekom inga signifikanta samband i Gideå. I Sävar var sambandet mellan fröegenskaperna groningsenergi och frösvikt och maxhöjd signifikant i hyggesförsöket.  $R^2$  förklarade drygt 70 respektive 85 procent av variationen i maxhöjd.



Figur 19. Sambandet mellan grobarhet och maxhöjd i Gideå (A) och sambandet mellan groningsenergi och frösvikt och maxhöjd i Sävar (B,C) för granfröparti 3-8, enligt linjär regressionsanalys för skärm resp. hygge.

Enligt variansanalysen för Sävar skärm fanns det en signifikant effekt av trädslag på planthöjden, både för medel- och maxhöjd ( $p=0.0216$  resp.  $p=0.0005$ ). Medelplanthöjden för alla fröpartier (tall+gran) hösten 2004 uppgick till nästan 27 mm. Trädslagsvis uppvisade tallfröpartierna en signifikant högre medelhöjd, 28 mm jämfört med granens 26 mm. Maxhöjden för alla fröpartier (tall+gran) hösten 2004 uppgick till knappt 31 mm. Skillnaden mellan tall (32 mm) och gran (28mm) var signifikant åtskiljd.

Enligt linjär regressionsanalys ökade medelplanthöjden med ökande grobarhet för tallfröpartierna (figur 20).  $R^2$  förklarade drygt 50 procent av variationen. Ökande frövikt visade sig ha signifikant positivt samband med medelhöjden, både för tall och för gran.  $R^2$  förklarade knappt 70 respektive drygt 30 procent av variationen. I övrigt fanns inget linjärt samband mellan fröegenskaperna eller plantprocent och medelhöjd.

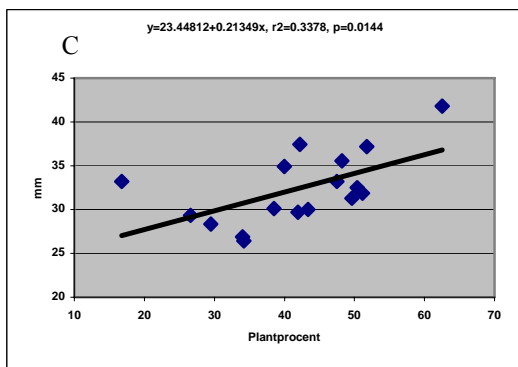
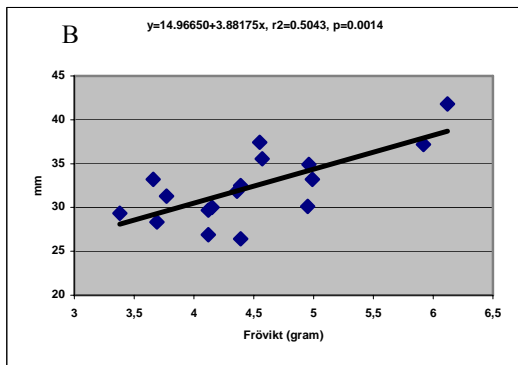
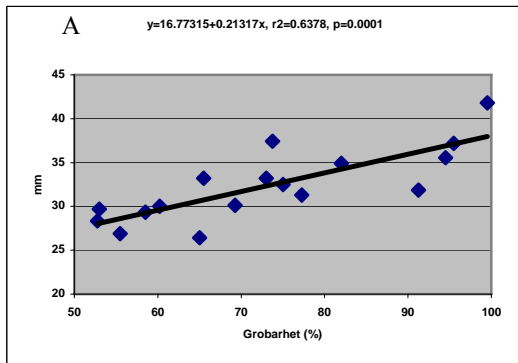


Figur 20. Sambandet mellan grobarhet (A) och frövikt (B) och medelhöjd för tall respektive gran enligt linjär regressionsanalys, alla fröpartier (1-31) i Sävar skärm.

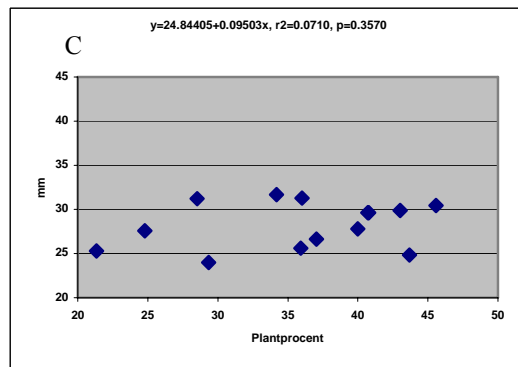
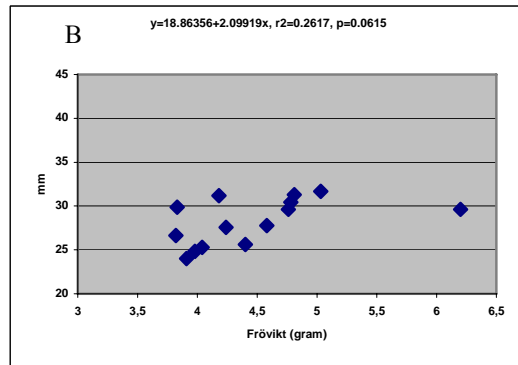
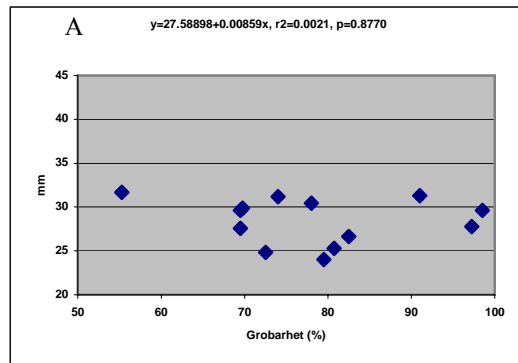
För maxhöjden var sambandet mellan grobarhet, frövikt samt plantprocent och höjden positivt för tallfröpartierna, enligt linjär regressionsanalys (figur 21). Det fanns inget linjärt samband mellan fröegenskaperna eller plantprocent och maxhöjd för gran.



## Tall



## Gran



Figur 21. Sambandet mellan grobarhet (A), frövikt (B) och plantprocent (C) och maxhöjd för tall respektive gran enligt linjär regressionsanalys, alla fröpartier (1-31) i Sävar skärm.

## DISKUSSION

### 4.1 Material och metoder

Försöken som ingår i detta arbete har följts under en relativt kort tid. Sådder behöver, jämfört med plantering, i regel längre tid på sig för att etablera sig och det kan vara svårt att dra några säkra slutsatser, t.ex. angående sannolikheten att tillräckligt med stammar kommer att överleva för att bilda ett framtida bestånd, av ett material av denna storlek i kombination med det tidsspänn arbetet representerar. Det är dock troligt att om plantetableringen varit lyckad fram till den andra tillväxtsåsongen så är förutsättningarna för att ett bestånd ska etableras goda.

Överlevnad, tillväxt och avgångsorsaker skulle behöva studeras under en längre sammanhängande tidsperiod, gärna minst fram till det att röjning krävs, för att ge mer konkreta slutsatser angående såddutfallet. Försöken kan ändå fungera som en bra fingervisning då såddförsök som behandlar skogssådd med gran är relativt ovanliga. Förhoppningsvis kommer fler försök med gransådd att utföras inom en snar framtid så att mer fakta och mindre antaganden om metoden blir tillgänglig för de intresserade.

Frömaterial som ingår i försöken varierar mycket i kvalitet, t.ex. när det gäller grobarhet och frövikt, vilket är bra för att kunna visa på skillnader med avseende på bland annat överlevnad och tillväxt. Att inventeringen hösten 2003 inte utfördes av examensarbetaren kan innebära vissa skillnader vid insamlandet av datamaterialet, t.ex. vid bedömningen om en planta är död eller fortfarande lever, men det tros inte påverka utfallet i någon nämnvärd omfattning. Detta eftersom det i de flesta fall syns tydligt om en planta är död eller inte, några gränsfall förekommer men de tros inte vara många.

Såddfläckarnas djup och lutning borde kanske ha getts större betänkande vid försöksutläggningen, med tanke på att de till stor del varit vattenpåverkade under en längre tid. Detta gäller framförallt försöken i Gideå. På fuktiga marker bör såddfläckarna göras så grunda och väl-dränerade som möjligt (Tirén 1953). Lite mer lutande såddfläckar hade kanske gjort att en högre andel plantor lyckats gro och överleva.

### 4.2 Resultat

#### 4.2.1 Plantprocent

I Gideå var plantetableringen signifikant högre på hygget jämfört med i skärmen. Skillnaden kan bero på att den fuktiga marktypen gjorde att förutsättningarna för frögroning var mer gynnsamma på hygget eftersom mer vatten avdunstar på öppna ytor. I många fall kan den ringa tillgången på vatten vara en faktor som begränsar plantetableringen, detta var dock inte fallet i Gideå då marken vid inventeringstillfällena var rejält vattenmättad. I Sävar var dock skillnaden i plantprocent mellan hygge och skärm den omvända, betydligt högre andel av fröna grodde i skärmen. Detta tros till stor del kunna förklaras av den väldigt nederbördsfattiga och varma sommaren då försöken lades ut. Försöken i Sävar utfördes på en torrare ståndort jämfört med i Gideå och därför

var antagligen hyggesförsöket extra utsatt för uttorkning, och betydligt färre plantor lyckades etablera sig jämfört med i skärmen. Att en högre andel plantor klarat sig i skärmen under dessa förhållanden antas bero på att skärmträden minskar avdunstningen och värmeutstrålningen vilket gör att temperaturen inte varierar lika mycket över dygnet och fuktigheten vid marken bibehålls i högre utsträckning jämfört med på hygget.

I Gideå är det tydligt att de två tallfrösörterna uppvisar de bästa resultaten. Regressionsanalyserna visar på en del signifikanta samband mellan fröegenskaperna och plantprocenten för granfröpartierna. Plantprocenten ökade med ökande groningsenergi, både på hygget och i skärmen. På hygget var sambandet mellan grobarhet och plantprocent signifikant och i skärmen fanns ett samband mellan fröviktt och plantprocent. I Sävar syns inga tydliga skillnader mellan de olika granfröpartierna med avseende på plantprocenten. Inga samband mellan fröegenskaper och plantprocent förekommer för jämförelsen skärm och hygge.

Att använda frön med hög grobarhet och groningsenergi tros i de flesta fall, av plantprocentresultaten att döma, vara en förutsättning för en lyckad plantetablering. Av den anledningen bör plantagefrö vara att föredra vid skogssådd då de oftast uppvisar de mest gynnsamma fröegenskaperna, d.v.s. högre grobarhet, groningsenergi samt fröviktt jämfört med beståndsfrön. Försök med tallsådd visar tydligt att plantagefrön avsevärt förbättrar plantetableringen vid direktsådd i kombination med mikroreparering i norra Sverige (Wennström 2001).

Av variansanalysen framgår att det inte finns någon samspelseffekt mellan lokal och sort, vilket innebär att skillnaderna i plantprocent mellan frösörterna är lika i både skärm och hygge och att skillnaderna mellan skärm och hygge är lika för alla frösörter. Det innebär att det till stor del är andra faktorer som påverkar såddutfallet och inget tyder därför på att vissa fröpartier skulle ha egenskaper som gav särskilt bra planbildningsresultat i skärm eller hygge.

Av plantprocentresultaten från skärmen i Sävar att döma kan man ändå dra slutsatsen att tall i genomsnitt ger en högre plantbildning än gran vid skogssådd vilket även äldre såddförsök vittnar om (Tirén 1952). För tall ökade plantprocenten med ökande grobarhet och groningsenergi men inte för gran. Fröets grobarhet och vitalitet har således inte samma positiva inverkan på såddresultatet vid sådd under skärm för gran som för tall. Detta skulle t.ex. kunna innebära att granen är mer beroende av ståndortens egenskaper och klimatet än "bra" fröegenskaper vid skogssådd.

#### **4.2.2 Överlevnad**

I Gideå var överlevnaden mellan hösten 2003 och våren 2004 signifikant högre på hygget än i skärmen. Även i Sävar var överlevnaden högre på hygget, skillnaden är dock inte signifikant. Att överlevnaden varit högre på hyggena mellan hösten och våren kan till viss del bero på att snötäcket varit tjockare på de öppna ytorna jämfört med i skärmarna. Uppfrysningsskadors omfattning beror till stor del på väderförhållandena under vintern (Winsa 1995). Det bästa är när det tidigt på vintern kommer ett rejält snölager som sedan

ligger kvar och därmed fungerar som isolering för de små och känsliga groddplantorna. Ett sådant scenario kan förmodligen minska uppfrysningsavgångarna rejält.

Grobarhet, groningsenergi och fröviktt hos de undersökta fröpartierna förefaller inte ha någon betydelse för groddplantornas överlevnad under den första vintern eller den andra sommaren i Sävar eller Gideå, varken i skärm eller på hygge. Däremot ökade överlevnaden med ökande plantprocent, men bara på hygget i Gideå.

När det gäller överlevnaden mellan våren och hösten 2004 fanns det inga signifikanta skillnader mellan skärm och hygge, varken i Sävar eller i Gideå.

Resultaten från skärmförsöket i Sävar (alla fröpartier) visar att överlevnaden under den första vintern var avsevärt högre för tall än för gran. Det överensstämmer med tidigare försök som visar att tallen generellt har bättre överlevnadsförmåga vid skogssådd, bl.a. eftersom granen i högre utsträckning är beroende av tydligare markpåverkan, såsom hyggesbränning, innan sådden (Tirén 1952). Mellan våren och hösten 2004 finns det inte längre någon skillnad i överlevnad mellan trädslagen. Inga positiva linjära samband fanns mellan grobarhet, groningsenergi eller fröviktt och överlevnaden. Det tyder på att de faktorer som påverkar plantornas överlevnad inte har någon koppling till de fröegenskaper som studerats här.

Vad som ligger bakom plantavgångarna var det i många fall svårt att någorlunda säkert avgöra, och ofta var plantorna helt enkelt borta. Därför hamnade den största andelen under kategorin ”ej säker dödsorsak”. Många av dessa tros dock ha drabbats av uppfrysningsskador (Gideå) och uttorkning (Sävar). Detta eftersom försöken i Gideå varit vattenpåverkade under lång tid och uppfrysning förekom i högre grad där. I Sävar var det däremot betydligt torrare och många plantor kan ha dött p.g.a. uttorkning.

#### **4.2.3 Planthöjd**

Hösten 2004 var skillnaden i medelplanthöjd liten, både mellan skärm och hygge och mellan frösorser. Trots det visade variansanalysen att det fanns en signifikant effekt av frösorser på medelhöjden, både i Gideå och i Sävar.

Skillnaderna i medelhöjd mellan de olika frösorserna är mycket små. De fröpartier som härrör från någon fröplantage (nr 2 & 8) uppvisar dock de högsta medelhöjderna för respektive trädslag, både i Sävar och i Gideå. Grobarhet, groningsenergi och fröviktt verkar inte ha någon betydelse för medelhöjden för gransådden i Gideå. I skärmförsöket i Sävar finns dock ett positivt samband mellan fröviktt och medelplanthöjd. Tidigare fältförsök visar att tillväxten i ett bestånd kan ökas avsevärt genom att använda plantagefrö med fördelaktiga fröegenskaper, såsom hög groningsenergi och fröviktt (Wennström 2001). Resultaten från den undersökningen visade att en ökning av vikten från 3 till 7 mg/frö ledde till att höjdtillväxten för både plantage- och beståndsfröplantor ökade med omkring 50 procent efter 5 år.

Planthöjden är signifikant högre för tall än för gran i Sävar skärm (alla fröpartier). Det framgår även ett linjärt positivt samband mellan frövikt och medelhöjd, både för tall och för gran vilket stämmer väl överens med den tidigare nämnda studien av Wennström.

I detta arbete är det dock bara skärmförsöket i Sävar som indikerar att högre frövikt har en signifikant positiv effekt på medelhöjden. Grobarhet och groningsenergi verkar inte ha någon tydlig inverkan på medelhöjden.

## **SLUTSATSER**

Av resultaten från denna undersökning och tidigare erfarenheter kan följande slutsatser dras:

- Gran skulle kunna fungera som alternativ till tall vid skogssådd, både under skärm och på hygge.
- Vare sig man använder sig av gran eller tall så kan sådd generera väldigt täta plantuppslag till betydligt lägre kostnad jämfört med plantering.
- Frö med fördelaktiga egenskaper, t.ex. hög groningsenergi och frövikt, bör användas vid skogssådd. I detta arbete är det just groningsenergi och frövikt som har tydligast positiv effekt på såddresultatet, med avseende på plantprocent och planthöjd. När det gäller fröegenskaper och överlevnad finns inga signifikanta samband.
- Generellt är chansen att lyckas med skogssådd högre för tall än för gran. I detta arbete uppvisade tallfrösörterna signifikant högre plantprocent, högre överlevnad mellan höst och vår samt högre planthöjd. Mer anpassade metoder för gransådd, t.ex. med avseende på markberedning och såddsubstrat, skulle eventuellt kunna öka möjligheten att erhålla lyckade föryngringar även vid skogssådd med gran.

## REFERENSER

- Allison, P. D. 1995. Survival analysis using the SAS system: a practical guide. SAS institute. 292 s.
- Bergsten, U., & Normark, E. 1992. Skogssådd i nytt ljus. Skog och forskning 3: 6-9.
- Bergsten, U., Charlesworth, E., Fredriksson, M., Sahlén, K. & Wilhelmsson, O. 2001. Skogsföryngring av tall och gran från frö. Handbok, 40 s.
- Bergsten, U., Goulet, F., Lundmark, T. & Ottosson Löfvenius, M. 2001. Frost heaving in a boreal soil in relation to soil scarification and snow cover. Can. J. For. Res. 31: 1084-1092.
- de Chantal, M., Leiononen, K., Ilvesniemi, H. & Westman, C. J. 2003. Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* from seeds. Can. J. For. Res. 33: 931-945.
- de Chantal, M., Eskola, L., Leiononen, K., Ilvesniemi, H. & Westman, C.J. 2003. Early establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* sown on soil freshly prepared and after stabilisation. Silva Fennica 37 (1): 15-30.
- Glöde, H., Hannerz, M. & Eriksson, B. 2003. Ekonomisk jämförelse av olika föryngringsmetoder. Skogforsk. Arbetsrapport 557, 50 s.
- Goulet, F. 2000. Frost heaving of planted tree seedlings in the boreal forest of northern Sweden. Licentiate thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 16 s.
- Hagner, M. 1990. Direct seeding of pine and spruce in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter 37, 25 s.
- Hanssen, K. H. 2002. Effects on seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. Scand. J. For. Res. 17: 511-521.
- Hånell, B. 1998. Kvalitetsgran: granskogsskötsel med sikte på kvalitet. 56 s.
- Johansson, A. H. 1998. Sådd ger bättre tall. Skog och såg nr 1, s. 10-11.
- Nilsson, M. E. 2001. Seed predator response to variations in pine seed size, abundance, and availability. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Ecology. Licentiate thesis 1, 22 s.
- Samuelsson, H. 2003. 6 sätt att klara plantan utan gift. Föryngringsspecial. Skogseko nr 1, s 14-15.
- Skogsstatistisk årsbok. 2004. Skogsstyrelsen, Jönköping. 328 s.

Tirén, L. 1952. Om försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut, 41:7, 110 s.

Tirén, L. 1953. Jämförelser mellan olika såddmetoder. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut, 43:9, 83 s.

Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J. E. 1999. Mechanized microsite preparation and direct seeding of *Pinus sylvestris* in boreal forests – a way to create desired spacing at low cost. *New Forests* 18: 179-198.

Wennström, U. 2001. Direct Seeding of *Pinus sylvestris* in the Boreal Forest Using Orchard or Stand Seed. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 27 s.

Wennström, U. 2002. Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt: som du sår får du skörda. *Skogforsk. Resultat* 20, 4 s.

Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J. E. 2002. Effects of seed weight and seed type on early seedling growth of *Pinus sylvestris* under harsh and optimal conditions. *Scand. J. For. Res.* 17: 118-130.

Winsa, B. 1995. Nya praktiska såddförsök i Norrbotten - utläggning, uppföljning och prognoser över utveckling. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete 1995–6.

Winsa, H. & Sahlén, K. 2001. Effects of seed invigoration and microsite preparation on seedling emergence and establishment after direct sowing of *Pinus sylvestris* L. at different dates. *Scand. J. For. Res.* 16: 422-428.

Örlander, G. 1996. Val av föryngringsmetod. Skogsvårdsorganisationens årskonferens. Meddelande - Skogsstyrelsen ; nr 2, s. 18-25.

DISTRIBUTION:  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogsskötsel  
901 83 UMEÅ

Tel: 090-786 83 62  
Fax: 090- 786 84 14